

电子行业深度研究

5G 助力 VR/AR 崛起，产业链公司机遇将至 增持（维持）

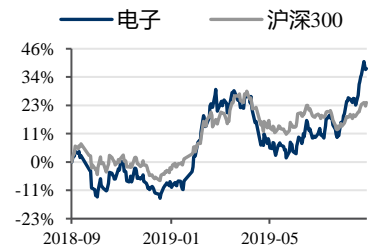
2019 年 09 月 16 日

投资要点

- **VR/AR 将成为 5G 生态杀手级应用**：5G 具备高速度、大流量、低延迟、多连接等诸多革新，在 5G 时代，高速率和低延时的传输特性有望显著提升 VR/AR 产品的用户体验；5G+云渲染大幅提升应用显示效果，降低硬件成本，助力 VR/AR 普及。技术创新持续取得突破，不断推动产品升级，为 VR/AR 的普及进一步扫清障碍。国际巨头加速布局，产业生态正逐步建设完善，VR/AR 在科技、视频、游戏等众多领域具备广阔的应用前景，中国在 VR/AR 领域占据全球重要席位。
- **VR 市场步入高速发展期，相关产业链环节充分受益**：VR 产业生态日趋成熟，市场步入高速发展阶段，未来有望随着爆款 VR 应用的出现，进一步刺激市场对 VR 产品的需求，从而推动产业开启高速发展。受益 VR 市场发展，非球面光学透镜、LCOS 微显示技术、VR 专用芯片、惯性传感器、眼动追踪传感器和整机代工等细分领域增量显著，VR 光学透镜、显示面板及模组、主控芯片、传感器及整机制造等相关产业链迎来重大发展机遇。**建议关注：歌尔股份、欣旺达、利亚德等。**
- **AR 产业羽翼渐丰、“技术创新+应用拓展”加速腾飞**：AR 产业发展主要由技术创新和应用拓展驱动，正处于市场启动期到高速发展期的过渡阶段，随着 AR 技术体系的成熟、产业链构建的完善以及产品形态和内容平台的丰富，AR 有望在更多场景实现落地。随着 AR 市场的发展，光波导技术、LCOS 微显示技术、3D Sensing 和 AI 芯片领域等新兴产业环节有望充分受益，从而带动 AR 光学器件及模组、显示面板及模组和主控芯片市场快速发展。凭借端云并行的强大算力、更自然友好的交互方式以及更丰富的应用场景，AR 具备成为下一代通用计算平台的突出潜力。**建议关注韦尔股份、水晶光电、联创电子、苏大维格、福晶科技等。**
- **VR/AR 内容生态趋于完善，广阔应用市场打开**：随着 VR/AR 应用的逐步落地，VR/AR 作为工具的实用性逐渐凸显，并在视频、营销、音乐和游戏市场展现出相当大应用潜力，有望推动下一代互动娱乐产业的革命性变革。**建议关注易尚展示、恒信东方等。**
- **风险提示**：5G 建设进度不及预期；下游需求不及预期；国际经济环境波动风险

证券分析师 张良卫
执业证号：S0600516070001
021-60199793
zhanglw@dwzq.com.cn
证券分析师 王平阳
执业证号：S0600519060001
021-60199775
wangpingyang@dwzq.com.cn

行业走势



相关研究

- 1、《电子行业深度研究：5G 推动换机潮来临，产业链多环节机遇将至》2019-08-15
- 2、《电子行业周报：外围缓和将迎预期修复，电子公司成为科创主力》2019-06-30
- 3、《电子：潜望光学变焦有望成为下一个光学创新重点》2019-03-24

表 1：相关公司估值(数据更新到 2019 年 9 月 15 日；除水晶光电外其余公司 EPS、PE 来自 wind 一致预期)

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (元)	EPS			PE			投资评级
				2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E	
002273	水晶光电	148.51	13.24	0.54	0.58	0.73	25	23	18	买入
002241	歌尔股份	471.19	14.52	0.27	0.39	0.53	54	37	27	—
002036	联创电子	100.14	14.00	0.45	0.45	0.65	31	31	22	—
002751	易尚展示	48.25	31.21	0.52	0.69	0.95	60	45	33	—
300081	恒信东方	53.07	10.03	0.37	0.43	0.55	27	23	18	—

资料来源：Wind，东吴证券研究所

内容目录

1. VR/AR 将成为 5G 生态杀手级应用	9
1.1. 5G 具备“高速度、大流量、低延迟、多连接”的特征	9
1.2. 5G 网络解决了 VR/AR 领域的技术痛点	11
1.3. VR/AR 应用具备广阔市场前景	15
1.4. 市场回归理性，巨头入场助力产业生态构建	16
1.5. 技术持续突破，推动 VR/AR 产品升级	19
1.6. 5G 推动 VR/AR 快速发展，产业链公司迎来重大投资机遇	19
1.7. 多方支持助力产业发展，中国 VR/AR 市场领先全球	21
2. VR 市场步入高速发展期，相关产业链环节充分受益	23
2.1. VR 产业生态成熟，市场步入高速发展阶段	23
2.2. 从主流终端产品 Oculus 看 VR 产业链	25
2.3. 受益 VR 市场发展，VR 产业链迎来重大发展机遇	26
3. 技术创新+应用拓展，AR 产业加速腾飞	34
3.1. AR 产业逐渐成熟，市场加速启动	34
3.2. 从主流终端产品 HoloLens、Magic Leap One 看 AR 产业链	36
3.3. AR 核心技术与产业链分析	38
3.4. AR 有望成为继 PC 和智能手机之后的下一代通用计算平台	46
4. 内容生态趋于完善，VR/AR 打开广阔应用市场	48
4.1. 应用落地，VR/AR 作为工具的实用性开始显现	48
4.1.1. VR 视频行业：颠覆传统，“内容”为主，VR 为辅	49
4.1.2. VR+营销/健身/音乐	50
4.1.3. VR+直播：丰富的场景特效和自主沉浸的交互开辟直播全新形态	51
4.1.4. VR/AR+游戏：科技提升游戏趣味	52
4.1.5. VR/AR 或将带来下一代互动娱乐产业的革命性变革	53
4.2. 韩国 VR/AR 市场发展现状	54
5. VR/AR 市场快速发展，产业链公司机遇将至	58
5.1. 歌尔股份：VR 蓄势，TWS 正扬帆	58
5.2. 水晶光电：布局 3D 感知，AR 新机遇	59
5.3. 联创电子：光学业务为主，多领域应用	60
5.4. 苏大维格：成功研发光场镜片，扩大 AR 视场角	61
5.5. 韦尔股份：CIS 龙头厂商再起航	62
5.6. 永新光学：深耕高端光学精密制造	63
5.7. 闻泰科技：ODM 龙头助力智能硬件生产	64
5.8. 福晶科技：规模效应显现，激光投影开启 AR 等小众市场	66
5.9. 中光学：兵装集团光电板块唯一上市平台，未来发展潜力大	67
5.10. 利亚德：多年深耕显示，VR 体验初具规模	68
5.11. 欧菲光：消费电子光学光电龙头，对外投资卡位赛道	70
5.12. 欣旺达：电池 Pack 龙头合作开发 VR 一体机，探索下一核心领域	71
5.13. 京东方：面板龙头投资价值显现，多方合作充分布局 VR/AR	73
5.14. 全志科技：芯片设计国内领先，VR 市场快速成长	74
5.15. 易尚展示：3D 成像技术实力雄厚，下游行业拓展大有可为	75
5.16. 恒信东方：视觉工业应用发展前景广阔，公司技术及内容储备丰富	77

6. 风险提示 79

图表目录

图 1: 信息通信技术的演变.....	9
图 2: 5G 三大应用场景.....	10
图 3: 5G 不同场景驱动的经济活动体量 (万亿美元)	10
图 4: 中国 5G 加速启动.....	10
图 5: 全球商用发布 28 张 5G 商用牌照.....	11
图 6: 全球 94 款终端发布.....	11
图 7: 虚拟增强现实技术架构.....	11
图 8: 虚拟 (增强) 现实技术阶段.....	13
图 9: 5G 峰值传输速率大幅提升.....	13
图 10: 5G 延时特性大幅改善.....	13
图 11: 5G 云渲染技术.....	14
图 12: 5G 赋能 VR/AR	14
图 13: 边缘计算示意图.....	15
图 14: 智能手机出货量情况.....	16
图 15: 移动游戏用户数情况.....	16
图 16: 移动游戏市场规模情况.....	16
图 17: VR/AR 融资规模变化	17
图 18: VR/AR 融资频次变化	17
图 19: 京东 AR 在线交互体验	18
图 20: 阿里 VR 购物.....	18
图 21: 云 VR 示意图	18
图 22: 云 VR 场景图.....	18
图 23: 近年全球 VR/AR 行业专利申请数量	19
图 24: 全球 VR/AR 市场规模高速增长	19
图 25: 全球 VR/AR 头显出货量变化	19
图 26: VR 产业链.....	20
图 27: AR 产业链.....	21
图 28: 2017 年 VR/AR 行业投资金额地域分布 (%)	21
图 29: 2017 年 VR/AR 行业投资次数地域分布 (%)	21
图 30: 中国 VR/AR 市场规模变化	22
图 31: 中国 VR/AR 头显出货量变化	22
图 32: Oculus VR 产品.....	23
图 33: VR 技术示意图.....	23
图 34: 不同 VR 产品类型的对比.....	23
图 35: VR 市场步入高速发展期.....	24
图 36: 全球 VR 市场规模变化.....	25
图 37: 中国 VR 市场规模变化.....	25
图 38: 决定 VR 产品体验的要素	25
图 39: VR 与相关产业形成联动.....	25
图 40: Oculus Rift 拆解.....	26
图 41: 光学透镜功能示意图.....	26
图 42: 不同光学透镜对比.....	26

图 43: 非球面光学透镜设计.....	27
图 44: 复合无色差镜组设计.....	27
图 45: LCD 与 AMOLED 对比.....	28
图 46: 微显示产品.....	28
图 47: VR 微显示技术.....	28
图 48: 豪威科技 LCOS 产品.....	29
图 49: LCOS 技术示意图.....	29
图 50: Micro-OLED 示意图.....	29
图 51: Micro-OLED 产品技术参数.....	29
图 52: Micro LED 结构示意图.....	30
图 53: Micro LED 与 OLED 的对比.....	30
图 54: 各类 VR 主控芯片比较.....	31
图 55: 高通骁龙 845.....	32
图 56: 高通骁龙 845.....	32
图 57: 全志 VR9 芯片.....	32
图 58: Oculus VR 的光线传感器.....	33
图 59: Oculus 眼动追踪专利.....	33
图 60: VR 整机制造.....	33
图 61: 增强现实场景.....	34
图 62: AR 显示效果.....	34
图 63: 增强现实行业将步入高速发展期.....	35
图 64: AR 的未来发展趋向.....	36
图 65: AR 产业联动.....	36
图 66: 全球 AR 市场规模预测 (亿元).....	36
图 67: 中国 AR 行业规模预测 (亿元).....	36
图 68: HoloLens.....	37
图 69: Magic Leap One.....	37
图 70: HoloLens 1 拆机.....	37
图 71: Magic Leap 1 拆机.....	37
图 72: Magic Leap 1 光学部分.....	38
图 73: Magic Leap1 的主板芯片.....	38
图 74: 自由曲面技术原理示意图.....	38
图 75: 偏振分光棱镜技术.....	38
图 76: 光波导原理示意图.....	40
图 77: 光波导用在 AR 眼镜中的光学原理.....	41
图 78: 结构光.....	43
图 79: TOF.....	43
图 80: 华为麒麟 980 芯片.....	45
图 81: 苹果 A12 芯片.....	45
图 82: PC 带动信息化进程.....	46
图 83: AR 具备成为下一代通用计算平台的突出潜力.....	47
图 84: VR 行业应用演变.....	48
图 85: VR+行业应用的商业模式.....	49
图 86: 中国 VR 重度用户偏好的应用类型.....	50

图 87: 中国 VR 消费级内容市场规模变化	50
图 88: VR 健身	51
图 89: VR 音乐+视频	51
图 90: 用于 VR 全景直播的 360° 立体相机	52
图 91: 英特尔 TrueVR 产品	52
图 92: VR 直播市场规模变化	52
图 93: VR 直播在消费级 VR 内容市场的占比	52
图 94: Pokemon Go 游戏	53
图 95: VR/AR 游戏营收	53
图 96: VR 软件营收结构 (2016)	53
图 97: VR+游戏商业模式	54
图 98: VR 游戏类型占比	55
图 99: 游戏大厅头显设备品牌占比	55
图 100: VR 游戏研发公司收入情况	55
图 101: VR 游戏研发环节分成情况	55
图 102: VR 游戏制作成本情况 (韩元)	56
图 103: 韩国 VR/AR 产业现状 (政府主导)	56
图 104: 各国家 VR/AR 收入与增长率情况 (2017-2022)	57
图 105: 歌尔股份收入规模及增长	58
图 106: 歌尔股份净利润规模及增长	58
图 107: 歌尔股份 2018 年收入结构	58
图 108: 歌尔股份毛利率与净利率	58
图 109: 水晶光电收入规模及增长	59
图 110: 水晶光电净利润规模及增长	59
图 111: 水晶光电 2018 年收入结构	59
图 112: 水晶光电毛利率与净利率	59
图 113: 联创电子收入规模及增长	60
图 114: 联创电子净利润规模及增长	60
图 115: 联创电子 2018 年收入结构	60
图 116: 联创电子毛利率与净利率	60
图 117: 苏大维格收入规模及增长	61
图 118: 苏大维格净利润规模及增长	61
图 119: 苏大维格 2018 年收入结构	61
图 120: 苏大维格毛利率与净利率	61
图 121: 韦尔股份收入规模及增长	62
图 122: 韦尔股份净利润规模及增长	62
图 123: 韦尔股份 2018 年收入结构	62
图 124: 韦尔股份毛利率与净利率	62
图 125: 永新光学收入规模及增长	63
图 126: 永新光学净利润规模及增长	63
图 127: 永新光学 2018 年收入结构	63
图 128: 永新光学毛利率与净利率	63
图 129: 闻泰科技收入规模及增长	64
图 130: 闻泰科技净利润规模与增长	64

图 131: 闻泰科技利润率情况.....	65
图 132: 闻泰科技收入结构.....	65
图 133: 福晶科技收入规模及增长.....	66
图 134: 福晶科技净利润规模与增长.....	66
图 135: 福晶科技利润率情况.....	66
图 136: 福晶科技收入结构.....	66
图 137: 中光学收入规模及增长.....	67
图 138: 中光学净利润规模与增长.....	67
图 139: 中光学利润率情况.....	67
图 140: 中光学收入结构.....	67
图 141: 利亚德收入规模及增长.....	68
图 142: 利亚德净利润规模与增长.....	68
图 143: 利亚德利润率情况.....	69
图 144: 利亚德收入结构.....	69
图 145: 欧菲光收入规模及增长.....	70
图 146: 欧菲光净利润规模与增长.....	70
图 147: 欧菲光利润率情况.....	70
图 148: 欧菲光收入结构.....	70
图 149: 欣旺达收入规模及增长.....	71
图 150: 欣旺达净利润规模与增长.....	71
图 151: 欣旺达利润率情况.....	72
图 152: 欣旺达收入结构.....	72
图 153: 京东方收入规模及增长.....	73
图 154: 京东方净利润规模与增长.....	73
图 155: 京东方利润率情况.....	73
图 156: 2018 年京东方收入结构.....	73
图 157: 全志科技收入规模及增长.....	74
图 158: 全志科技净利润规模及增长.....	74
图 159: 全志科技 2018 年收入结构.....	74
图 160: 全志科技毛利率与净利率.....	74
图 161: 易尚展示收入规模及增长.....	75
图 162: 易尚展示净利润规模与增长.....	75
图 163: 易尚展示利润率情况.....	76
图 164: 易尚展示收入结构.....	76
图 165: 恒信东方收入规模及增长.....	77
图 166: 恒信东方净利润规模及增长.....	77
图 167: 恒信东方 2018 年收入结构.....	77
图 168: 恒信东方毛利率与净利率.....	77
图 169: 相关公司估值.....	78

表 1: 相关公司估值(数据更新到 2019 年 9 月 15 日; 除水晶光电外其余公司 EPS、PE 来自 wind 一致预期)..... 1

表 2: 各技术沉浸阶段..... 12

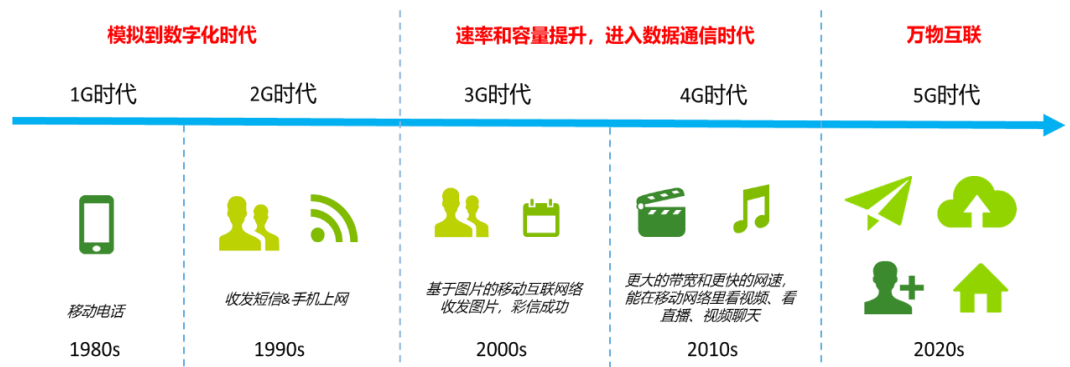
表 3: 海外重点公司布局 VR/AR 行业	17
表 4: 我国出台多项产业政策助力 VR/AR 发展	22
表 5: 微显示技术对比.....	30
表 6: AR 产品对比	35
表 7: 光学方案对比.....	39
表 8: 光波导技术优缺点分析.....	40
表 9: 代表产品所用光学显示系统.....	42
表 10: 三种解决方案对比.....	44
表 11: 不同类型搭载 NPU 的芯片	46

1. VR/AR 将成为 5G 生态杀手级应用

1.1. 5G 具备“高速度、大流量、低延迟、多连接”的特征

5G 即第五代移动通信技术，是一种大幅度的技术升级。5G 将以全新的网络架构，提供至少十倍于 4G 的峰值速率、毫秒级的传输时延和千亿级的连接能力，其相对于 4G 的变革相当于“大哥大变成智能机，绿皮车变成复兴号（科普中国）”一样。5G 不再局限于移动互联网，将支持 VR/AR、物联网（IOT）、自动驾驶、人工智能(AI)等各类应用场景，承载海量应用，进入“万物互联”时代。

图 1：信息通信技术的演变

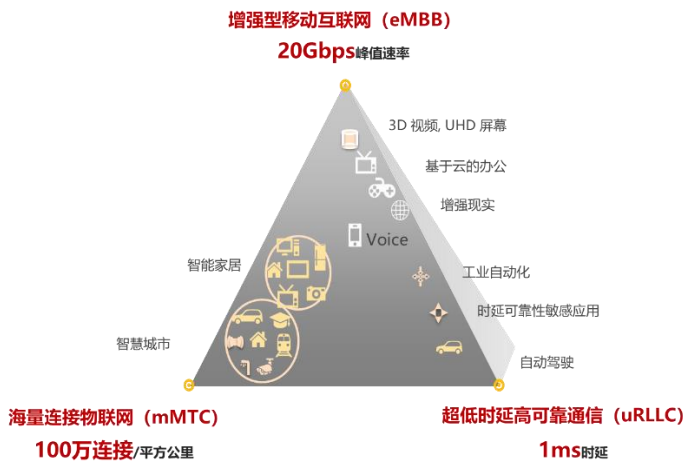


数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

与 4G 相比，5G 网络具有“高速度、大流量、低延迟、多连接”的特征：高速度——5G 在较高的频段通信，其通信速率峰值可以达到 20Gbps，是 4G 的 20 倍；大流量——5G 的带宽可以达到 100-400MHz，是 4G 的 50-100 倍；低延迟——5G 可以做到小于 1ms 的延迟，比 4G 缩小了约 10 倍；多连接——5G 将实现每平方公里 100 万个终端连接，比 4G 提升 10-100 倍。

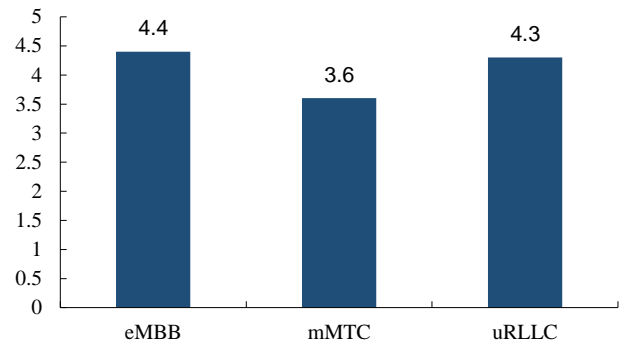
根据信息交互对象的不同，ITU 定义了 5G 的三大应用场景：增强型移动宽带（eMBB，极高速率），主要是追求人与人之间更极致的通讯体验；海量机器类通信（mMTC，极大容量）和超高可靠低时延通信（uRLLC，极低延时），是物联网应用场景，提供超千亿网络连接的支持能力。根据中国信通院数据，eMBB、mMTC 和 uRLLC 三大应用场景将分别驱动 4.4、3.6 和 4.3 万亿美元的经济活动。

图 2：5G 三大应用场景



数据来源：华为 5G 报告，东吴证券研究所

图 3：5G 不同场景驱动的经济活动体量 (万亿美元)



数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

2018 年 6 月，3GPP 正式批准 5G 独立组网标准冻结，加上 2017 年 12 月冻结的 5G 非独立组网架构，5G 已经完成第一阶段全功能标准化工作，进入了产业全面冲刺新阶段。

2019 年 6 月 6 日，工信部向国内三大运营商发布 5G 商用牌照，中国 5G 加速启动。从全球范围来看，移动通信技术大约每十年经历一代升级。但国内从 3G 到 4G 的启动间隔只有 7 年，4G 到 5G 的升级间隔进一步缩短至 4 年。从 2G 追赶、3G 跟随、4G 同步到 5G 引领，国内的移动通信技术更新换代的速度快于全球平均水平，实现了跨越式发展。

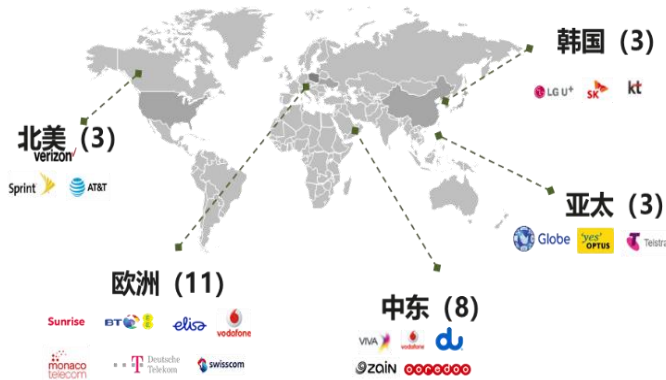
图 4：中国 5G 加速启动



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

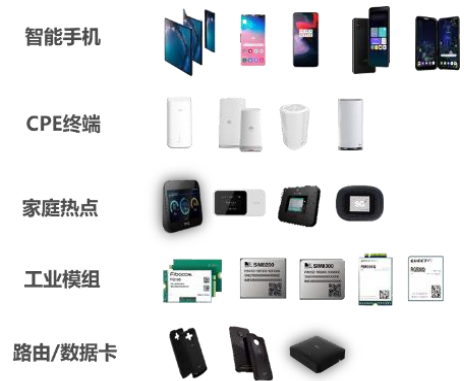
截止到 2019 年 7 月，全球共计发布 28 张 5G 商用牌照和 94 款终端产品。据 GSMA Intelligence 的预测，到 2025 年，5G 网络将在全球 111 个国家和地区实现商用。其中，中国的 5G 覆盖率将达到 25%。届时，中国、美国、日本和欧洲四大经济体将占据全球 70% 的 5G 市场份额，并拥有 9 亿多用户。

图 5：全球商用发布 28 张 5G 商用牌照



数据来源：华为 5G 报告，东吴证券研究所

图 6：全球 94 款终端发布



数据来源：华为 5G 报告，东吴证券研究所

1.2. 5G 网络解决了 VR/AR 领域的技术痛点

VR/AR 和 5G 技术密不可分。2015 年-2016 年 VR/AR 大热，成为消费电子的一个亮点，但是很快 VR/AR 的发展便遇到困境。带宽和延时的因素导致互动体验不强和终端移动性差、分辨率和刷新率低等痛点问题，一直是遏制行业发展的最大短板。而 5G 网络的大带宽和低时延特性，将着重解决这些问题。5G 的大带宽的特性，提供高速网络，可以渲染云端内容，解决运算压力；另一方面，低时延的特性将会解决戴上眼镜之后的眩晕感。

虚拟现实涉及多类技术领域，可划分为五横两纵的技术架构。“五横”是指近眼显示、感知交互、网络传输、渲染处理与内容制作，“两纵”是指 VR 与 AR，两者技术体系趋同，且技术实现难度均高于手机等传统智能终端，如手机等设备在芯片、屏幕等核心领域的性能过剩成为虚拟现实的门槛。总体上看，VR 通过对现有手机技术体系的“微创新”实现产业化，AR 更多需要从无到有的技术储备与重大突破，其技术实现难度高于 VR。

图 7：虚拟增强现实技术架构



数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

虚拟现实技术发展划分为如下五个阶段，不同发展阶段对应相应体验层次，目前处于部分沉浸阶段，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。部分沉浸阶段较上个初级沉浸阶段已经取得较大的突破，预计将在今明两年的最新终端产品上有所体现。

表 2：各技术沉浸阶段

技术体系	技术指标	初级沉浸	部分沉浸	深度沉浸	完全沉浸
近眼显示	单眼屏幕分辨率门槛	接近 1K	1.5K-2K	3K-4K	>8K
	FOV	90°-100°	100°-120°	140°左右	200°
	角分辨率 (PPD)	≤15	15-20	30 左右	60 左右
	可变焦显示	否	否	是	是
内容制作	360 全景视频分辨率	4K	8K	12K	24K
	游戏等内容分辨率	2K	4K	8K	16K
	虚拟化身	/	/	虚拟化身	精细化虚拟化身
网络传输	码率—弱交互	≥40	≥90	≥290/≥160	≥1090/≥580
	码率—强交互	≥40	≥90	≥360	≥440
	MTP 时延 (ms)	20	20	20	20
	移动性	有线连接	有线/无线并存	无线	
渲染处理	渲染计算	2K/60FPS	4K/90FPS	8K/120FPS	16K/240FPS
	渲染优化	/	/	注视点渲染	
感知交互	追踪定位	Outside-in	Inside-out		
	眼动交互	/	/	眼球追踪	
	声音交互	/	沉浸声	个性化沉浸声	
	触觉交互	/	触觉反馈		精细化触觉反馈
	移动交互	/	虚拟移动 (行走重定方向)		高性能虚拟移动

数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

图 8：虚拟（增强）现实技术阶段

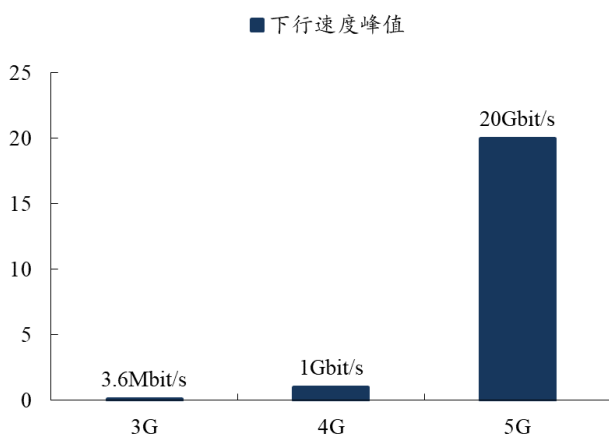


数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

5G 对于虚拟现实技术在体验、性能、成本等方面实现了显著的改进，主要包括头动响应时延 (MTP)、渲染能力、显示能力、使用移动性、市场规模、成本效率。将加快 VR/AR 产业进入深度沉浸阶段。

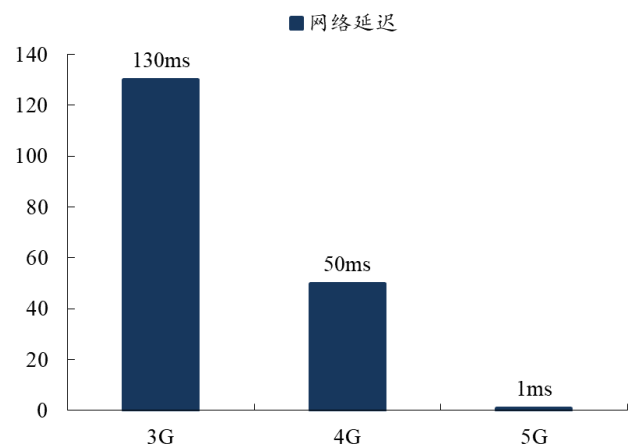
5G 时代，高速率和低延时的传输特性有望显著提升 VR/AR 产品的用户体验。当前的 VR/AR 产品普遍存在动作跟踪延迟、分辨率低、易晕眩等问题，其主要原因在于现有的各类通信技术还达不到 VR/AR 产品对高速率 (Gbit/s 级)、低延时 (7-15ms) 数据传输的要求，虽然部分 VR/AR 产品采用了有线网络连接的方式改善数据传输的问题，却牺牲了产品的用户体验。而随着 5G 来临，无线通信技术的峰值速率提升到了 20Gbit/s 的量级，延时理论上可降低至 1ms，有望扫清当前 VR/AR 产品在数据传输方面的应用障碍，显著提升产品的用户体验，从而推动 VR/AR 市场的成熟和发展。

图 9：5G 峰值传输速率大幅提升



数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

图 10：5G 延时特性大幅改善

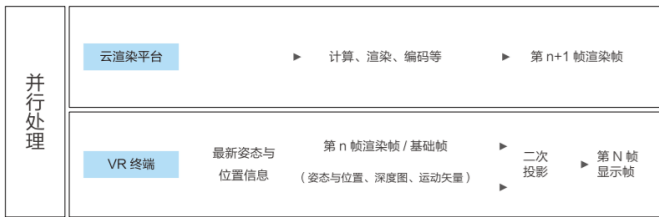


数据来源：Ofweek，东吴证券研究所

5G+云渲染大幅提升 VR/AR 应用显示效果，降低硬件成本，助力 VR/AR 普及。在传统 VR/AR 应用中，受 CPU、GPU 算力限制，VR/AR 终端的图像渲染分辨率仅为 2K-4K，帧率一般为 30fps-60fps，而在 5G 网络下，VR/AR 可以实现云渲染，依托云端强大

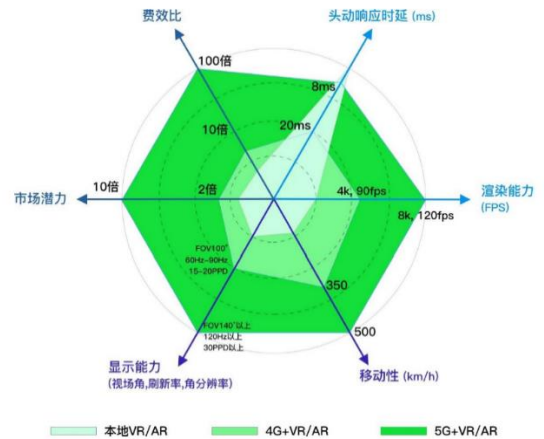
的数据存储和高速计算能力，VR/AR 图像渲染可达 8K 分辨率，并实现 120fps 帧率，据诺基亚测算，通过 5G 网络+云端 GPU 集群运算处理，其算力可达传统 4G 解决方案的十倍量级，可大幅提升 VR/AR 应用的显示效果和沉浸式体验，同时也有助于减少当前 VR/AR 终端对高性能 CPU、GPU 的依赖，从而降低硬件成本，推动 VR/AR 产品的普及。

图 11: 5G 云渲染技术



数据来源：手机技术资讯，东吴证券研究所

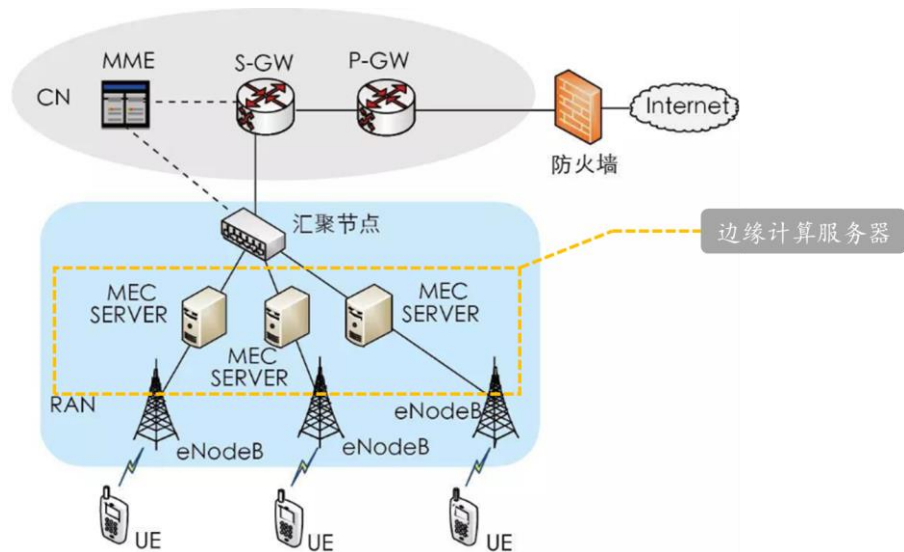
图 12: 5G 赋能 VR/AR



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

另一方面，5G 时代衍生的边缘计算等相关技术也有望为 VR/AR 产业带来变革，为 VR/AR 市场注入新的活力。边缘计算是基于 5G 演进架构，将基站与互联网业务深度融合的一种技术，可满足系统对于吞吐量、时延、网络可伸缩性和智能化等多方面要求。传统移动通信网络是集中化处理机制，数据往返于核心网与用户终端之间，时延大，网络负荷高。边缘计算位于移动通信网络边缘，它将数据中心（核心网）的计算和存储等能力下沉，使之更接近用户终端，降低物理时延，也减少了与中心云的信息交换，降低网络负荷，从而可以创造出一个具备高性能、低延迟与高带宽的电信级服务环境。在 VR/AR 中，引入边缘计算意味着原本需要在终端完成的海量数据的处理、图形的渲染等工作可以迁移到边缘计算网络上完成，而终端设备只需负责对网络中各项内容、服务及应用的分发和下载，让消费者享有更高质量网络体验。

图 13：边缘计算示意图



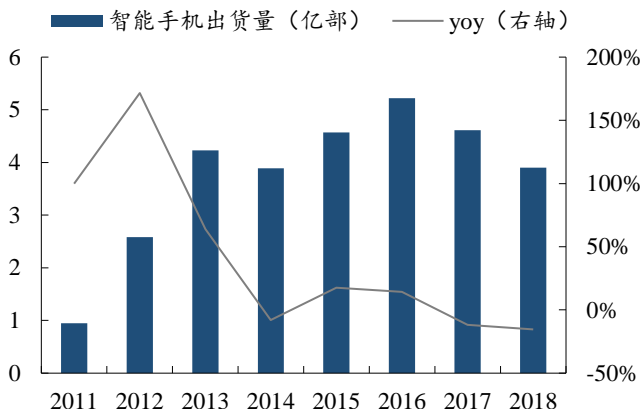
数据来源：腾讯云，东吴证券研究所

1.3. VR/AR 应用具备广阔市场前景

每一轮技术进步都会催生新的内容表现形式，以前是文本，图片、视频等，当 5G 时代到来之时，VR/AR 等科技将通过虚拟物品、虚拟人物、增强性情境信息等方式给人们带来连接媒体的全新方式，产生新的媒介，信息传播方式的变化会对社会造成重大影响，因此 VR/AR 应是重点关注的领域。华为《5G 时代十大应用场景白皮书》中指出，VR/AR 是十大应用场景中 5G 技术相关度最高、市场潜力最大的应用场景，将成为移动网络中最有潜力的大流量业务，华为在万物互联生态中也重点发力 VR/AR。2017 年 1 月，国务院印发《关于促进移动互联网健康有序发展的意见》，其中提到了要求加紧 AI/VR/AR 等关键技术布局，尽快实现部分前沿技术、颠覆性技术在全球率先取得突破。

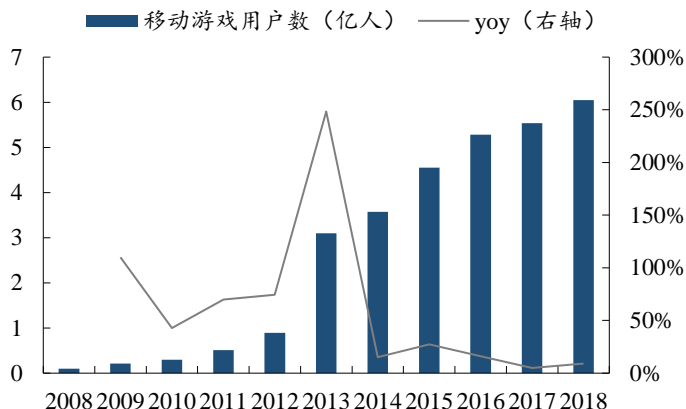
历史上每一次传播媒介载体发生变化的时候都将对社会的发展产生重大影响。我们可以从智能手机的历史一窥 VR/AR 智能硬件的普及会产生多么显著的影响。2012-2015 年移动游戏行业出现了大幅增长，年复合增长率达到 151%，其中 2013 年实现了 247% 的同比增长率，市场规模快速提升。然而在市场快速提升的背后是智能手机的快速普及，2011-2014 年是智能手机普及最快的阶段，智能手机出货量复合增长率达到 60%，移动游戏用户数也因此快速增长。所以我们看到智能硬件所能带来的变现潜力，5G 的商用可能推动 VR/AR 产业重拾高速增长的态势，VR/AR 与各行业的结合将给应用行业带来新的活力。

图 14: 智能手机出货量情况



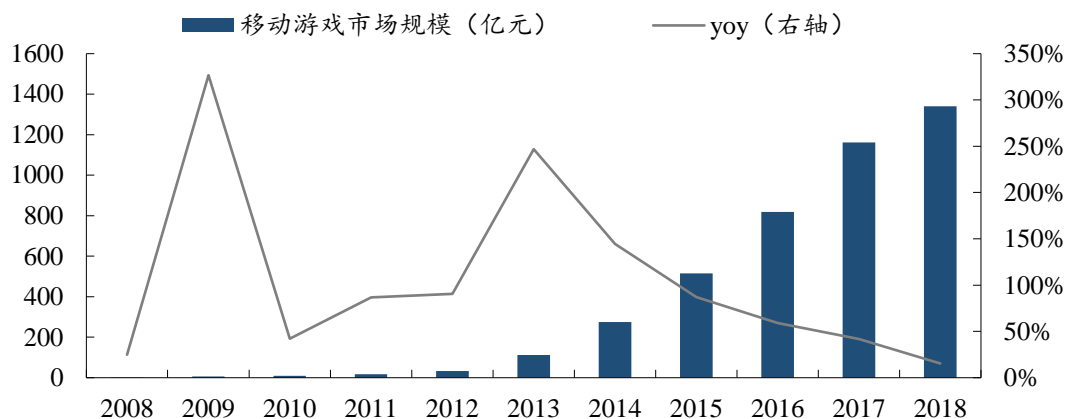
数据来源: GPC&CNG, 东吴证券研究所

图 15: 移动游戏用户数情况



数据来源: GPC&CNG, 东吴证券研究所

图 16: 移动游戏市场规模情况

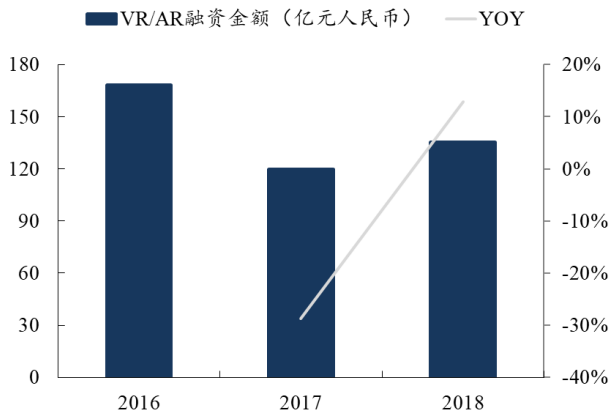


数据来源: GPC&CNG, 东吴证券研究所

1.4. 市场回归理性，巨头入场助力产业生态构建

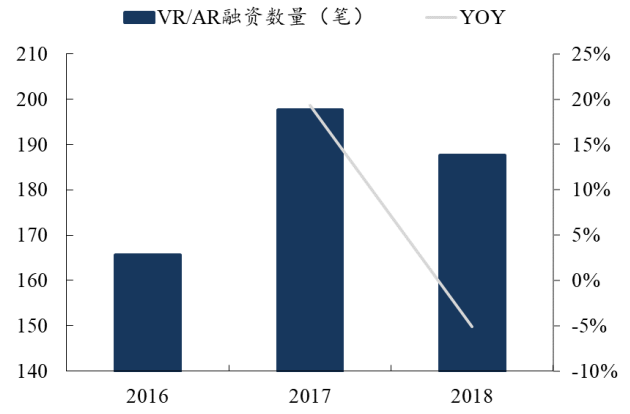
2016年, Sony、HTC 和 Oculus 相继发布新一代消费电子级 VR 终端 (PSVR、Vive、Rift), 微软则推出了 AR 终端 Hololens, VR/AR 相关概念迅速成为产业和资本关注的热点。但后期由于 VR/AR 产品在消费电子市场推进进程低于预期, 众多 VR/AR 初创企业开始深耕 VR/AR 在各类垂直领域中的创新应用, 推动 VR/AR 由概念向应用逐步落地。体现在产业融资方面, 一方面, 2017 年 VR/AR 产业融资规模缩减了近 30%, 反映出资本市场对 VR/AR 产业的投入更加审慎。但另一方面, 2017 年 VR/AR 产业融资频次增长近 20%, 其原因在于 VR/AR 创企开始挖掘各类细分领域的增长机遇, 推动了 VR/AR 应用的多元化。而 2018 年, VR/AR 产业的融资规模和频次基本延续了 2017 年的情况, 但单笔投资均值同比增长 18%, 一定程度上反映了资本市场的投入有向细分领域重点创企集中的趋势。

图 17: VR/AR 融资规模变化



数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

图 18: VR/AR 融资频次变化



数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

同时, IT 巨头在 VR/AR 领域积极布局, 在硬件技术和应用生态方面均有所建树。海外厂商凭借着技术先发优势和平台优势, 切入了 VR/AR 底层技术研发、终端产品制造和垂直领域应用等全产业链环节, 逐步建立起完善的产业生产, 竞争优势显著。

表 3: 海外重点公司布局 VR/AR 行业

公司	时间	投资或产品
谷歌	2012	推出 Google Project Glass
	2014	投资创业公司 Magic Leap 5.42 亿美元
	2015	旗下 Google Venture 投资了 Jaunt、EnvelopVR、Emergent VR
	2016	启动了名为 Tango 的 AR 平台, 发布了 ARCore
微软	2015	推出 AR 头盔 HoloLens
	2016	宣布开放 Windows Holographic 平台
	2017	与五大 OEM 厂商合作发布多款 MR 头盔
Facebook	2014	正式收购 Oculus
	2016	利用“style transfer”完成了 Caffe2Go 的测试
	2017	正式公布了“相机平台”
苹果	2013	收购 3D 捕捉技术公司 PrimeSense
	2015	收购 FaceShift、Metaio
	2017	推出 ARKit, iPhone 设备拥有高品质的 AR 功能
	2018	收购可穿戴计算机视觉技术公司 SensioMotoric
Magic Leap	2017	公布了第一款 AR 头显 Magic Leap One
索尼	2014	发布 PlayStation VR
三星	2014	推出 Gear VR
HTC	2016	推出首款 VR 产品 HTC Vive

数据来源: UCCVR, 电子发烧友, 东吴证券研究所

国内公司在 VR/AR 领域的布局向应用和模式创新倾斜，力图借助 VR/AR 赋能现有业务。例如，百度的 VR/AR 战略倾向于软件技术平台开发，2017 年百度发布 DuMix AR 平台，为开发者提供 AR SDK、内容制作工具、云端内容平台和内容分发服务；京东在 2016 年成立了 VR/AR 实验室，聚焦于电商 VR/AR 的内容构建，从而为用户提供全新的购物体验；而网易则围绕其 VR/AR 硬件产品 Holokit 展开布局，业务场景落地于教育、医疗、文化等多个领域。

图 19：京东 AR 在线交互体验



数据来源：京东官网，东吴证券研究所

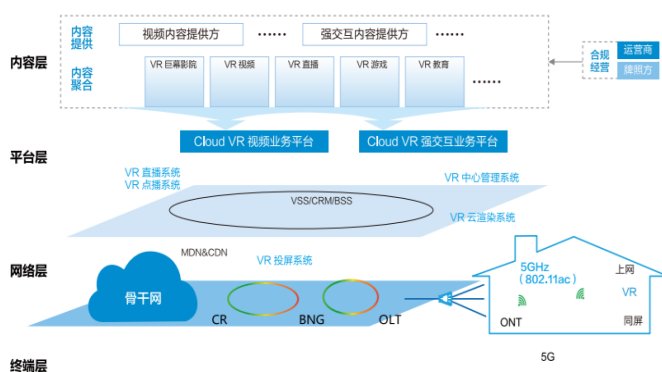
图 20：阿里 VR 购物



数据来源：阿里巴巴官网，东吴证券研究所

华为在 VR/AR 领域进行了一系列前瞻性布局，自 2016 年来已全面构建 VR/AR 硬件、OS、开发工具、开发者内容、分发渠道、网络传输、解决方案等产业生态，并在云 VR 领域重点布局。云 VR 是将传统 VR 终端设备的算力云端化，实现图形渲染和数据计算的远程处理，并由 VR 终端设备完成效果呈现和产品交互。未来随着 VR 产品对显示品质、时延特性和应用多样化等方面的要求逐渐提升，本地算力云端化是 VR 发展的必由之路，并且该技术有望在 5G 时代加速落地，从而推动 VR 产品降低复杂度和成本、提升分辨率以及提供更完善的沉浸式体验，促进 VR 产品的进一步渗透。

图 21：云 VR 示意图



数据来源：华为，东吴证券研究所

图 22：云 VR 场景图

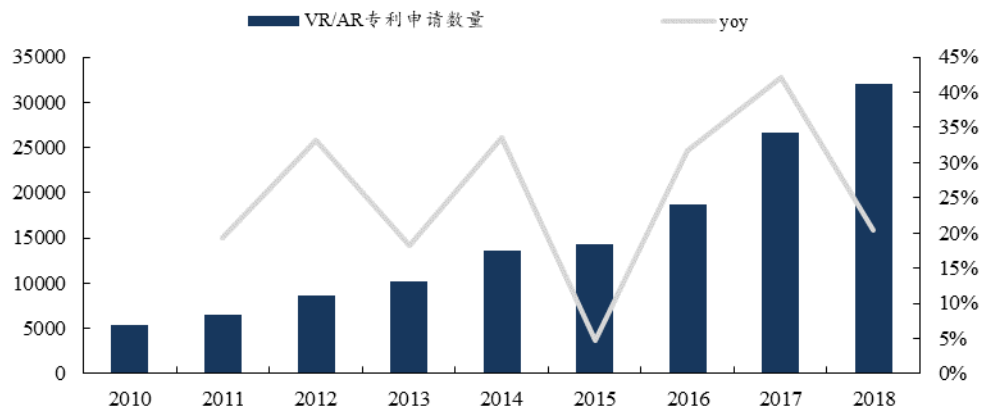


数据来源：Cloud VR，东吴证券研究所

1.5. 技术持续突破，推动 VR/AR 产品升级

专利快速增长推动消费级产品升级。专利的申请数量是反映技术进步的重要指标，而技术的进步 VR/AR 产品升级的最重要的因素。每次专利申请增速的高涨为市场带来的都是消费级经典产品的诞生。例如在 2012 年的谷歌眼镜以及 2015 年微软发布的 Hololens。显然，在专利累积到一定程度上，将会出现较为成熟的产品。2018 年专利申请首次突破 30000 份，而像苹果、Magic Leap 等龙头企业也已经预计在今年或者明年推出最新的产品，可以初步判断在 2020 年将会诞生出大量消费级明星产品。

图 23：近年全球 VR/AR 行业专利申请数量

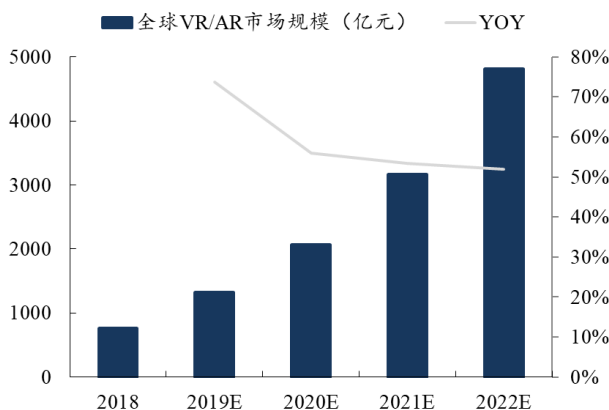


数据来源：映维网，东吴证券研究所

1.6. 5G 推动 VR/AR 快速发展，产业链公司迎来重大投资机遇

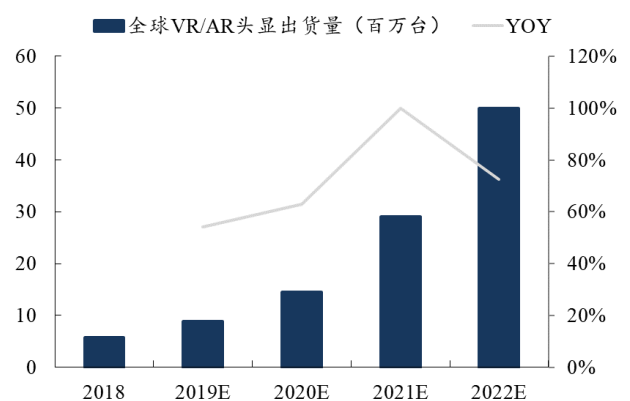
5G 时代 VR/AR 有望迎来快速发展。根据中国信通院的数据，2018 年全球虚拟现实市场规模将超过 700 亿元人民币，同比增长 126%。根据 IDC 的预测，全球 VR/AR 头显出货量在 2019 年将达到 890 万台，同比增长 54.1%，VR/AR 市场将保持强劲的增长。

图 24：全球 VR/AR 市场规模高速增长



数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

图 25：全球 VR/AR 头显出货量变化

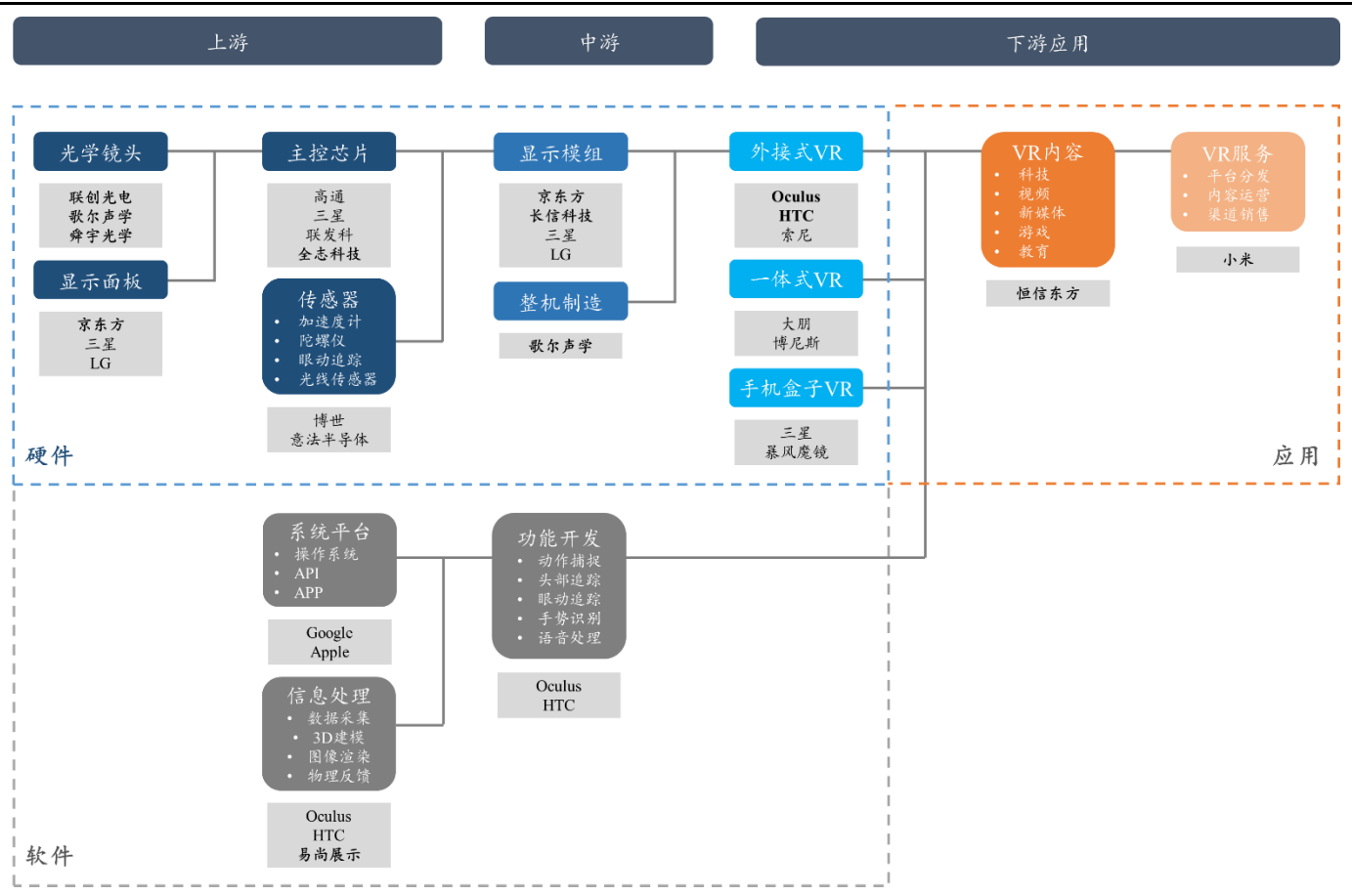


数据来源：IDC，东吴证券研究所

目前，VR/AR 产业链已经初步形成，其中，VR 产业链上游的硬件部分主要包括光学镜头、显示面板、芯片（主控芯片及传感器）等，软件部分包括系统平台（操作系统、

API 及 APP)、信息处理工具 (3D 建模及图像渲染); 中游的硬件部分包括显示模组和整机制造等, 软件部分包括动作捕捉、眼动追踪和语音处理等功能的开发; 下游为 VR 应用, 包括各类 VR 终端产品、面向科技/游戏/视频等的 VR 内容以及 VR 平台分发等服务。

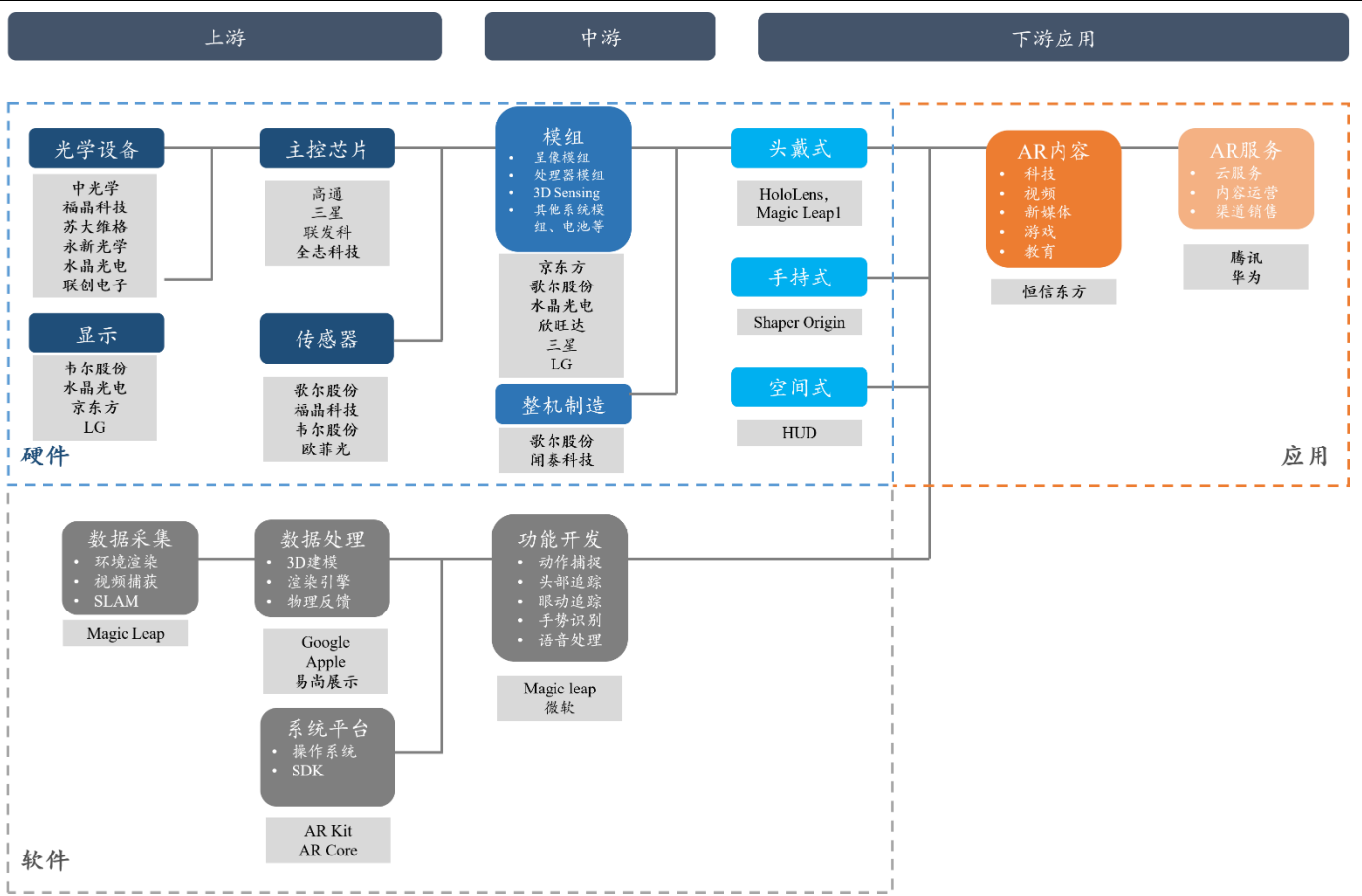
图 26: VR 产业链



数据来源: ElecFans, 东吴证券研究所

AR 产业链上游硬件部分主要包括光学设备、显示设备、芯片、传感器等, 软件部分包括数据采集 (环境渲染、视频捕获、SLAM)、数据处理 (3D 渲染、渲染引擎等) 和系统平台 (操作系统、SDK)。中游的硬件部分包括 3D Sensing、处理器模组、显示模组等, 软件部分包括动作捕捉、眼动追踪和语音处理等功能的开发; 下游则主要是各种 AR 终端产品以及各种 AR 技术应用的服务。

图 27: AR 产业链

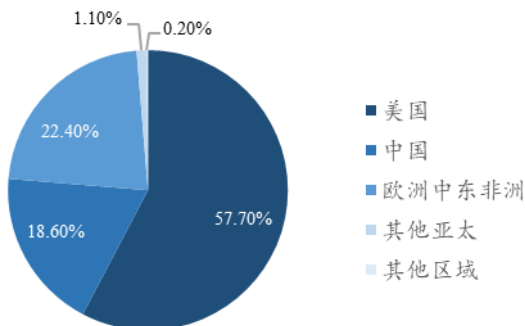


数据来源: Elecfans, 东吴证券研究所

1.7. 多方支持助力产业发展，中国 VR/AR 市场领先全球

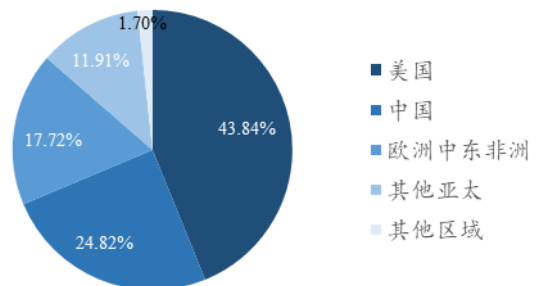
VR/AR 产业在国内得到了资本和产业政策的大力支持。从 VR/AR 投资金额和项目数量来看，中国仅次于美国，位居全球第二位。同时，国内各级政府也通过产业政策大力推动 VR/AR 在科技、教育、娱乐和商业领域落地，助力本土 VR/AR 产业发展。

图 28: 2017 年 VR/AR 行业投资金额地域分布 (%)



数据来源: 前瞻产业研究院, 东吴证券研究所

图 29: 2017 年 VR/AR 行业投资次数地域分布 (%)



数据来源: 前瞻产业研究院, 东吴证券研究所

国内 VR/AR 产业初具规模。从产业结构来看，中国本土拥有大量 VR/AR 硬件制造商，同时国内也是全球 VR/AR 零部件的采购和组装中心，目前，国内已拥有 5000 多家 VR/AR 街机店、电影院和体验中心，应用生态建设也逐步完善。

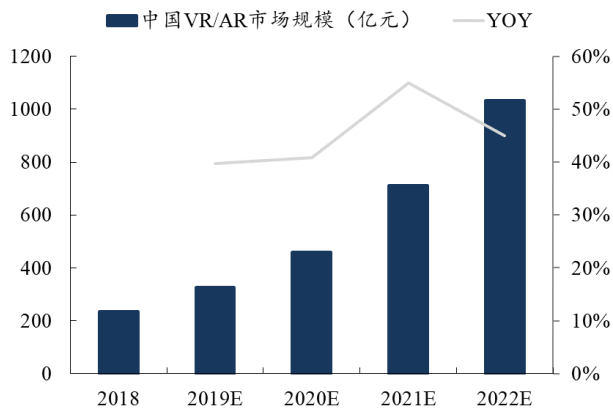
表 4：我国出台多项产业政策助力 VR/AR 发展

部门	文件	文件内容
工信部 发改委	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	VR、AR 纳入智能硬件产业创新发展专项行动。行动目标是，到 2018 年，我国智能硬件全球市场占有率超过 30%，产业规模超过 5000 亿元。
文化部	《文化部关于推动文化娱乐行业转型升级的意见》	鼓励游戏游艺设备生产企业积极引入 VR/AR 技术。
商务部 发改委 财政部	《鼓励进口服务目录》	鼓励进口虚拟现实等服务。
国务院	《“十三五”国家科技创新规划》	研发新一代互联网技术以及发展自然人机交互技术成首要目标，并且侧重点是智能感知与认知、虚实融合与自然交互、虚拟现实与增强现实。

数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

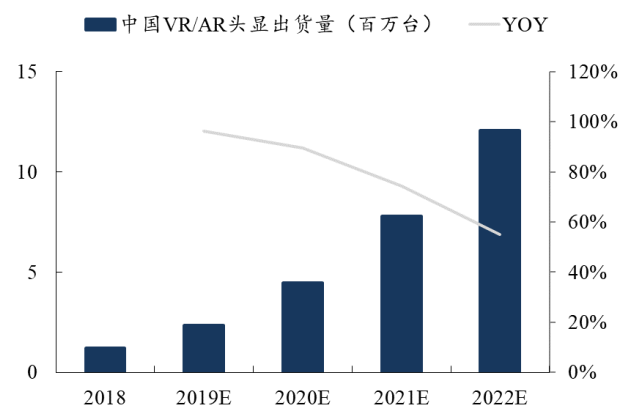
根据中国产业信息网的预测，2019 年中国 VR/AR 市场规模为 326.6 亿元，同比增长约 39.72%。根据 IDC 的预测，2019 年中国市场的 VR/AR 头显出货量为 235 万台，同比增长约 96.15%，出货量增速显著高于全球水平。

图 30：中国 VR/AR 市场规模变化



数据来源：中国产业信息网，东吴证券研究所

图 31：中国 VR/AR 头显出货量变化



数据来源：IDC，东吴证券研究所

2. VR 市场步入高速发展期，相关产业链环节充分受益

2.1. VR 产业生态成熟，市场步入高速发展阶段

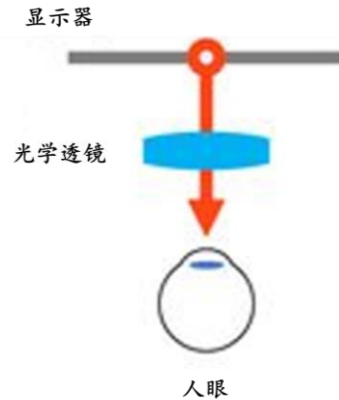
VR (Virtual Reality) 是指利用计算机技术模拟产生一个为用户提供视觉、听觉、触觉等感官模拟的三维虚拟世界，用户借助特殊的输入/输出设备，可与虚拟世界进行自然交互。

图 32: Oculus VR 产品



数据来源: Oculus, 东吴证券研究所

图 33: VR 技术示意图



数据来源: Ofweek, 东吴证券研究所

当前的 VR 产品的硬件形态主要有外接式头戴显示器、一体式头戴显示器和头戴式手机盒子三类。

图 34: 不同 VR 产品类型的对比

	用户体验	技术含量	价格	便携性	代表厂商	典型产品
外接式头戴显示器	★★★★★	★★★★★★	★★★★★★	★	HTC Vive Oculus Rift PlayStation VR	
一体式头戴显示器	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	大朋 博思尼 VR	
头戴式手机盒子	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★★	暴风魔镜 PICO	

数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

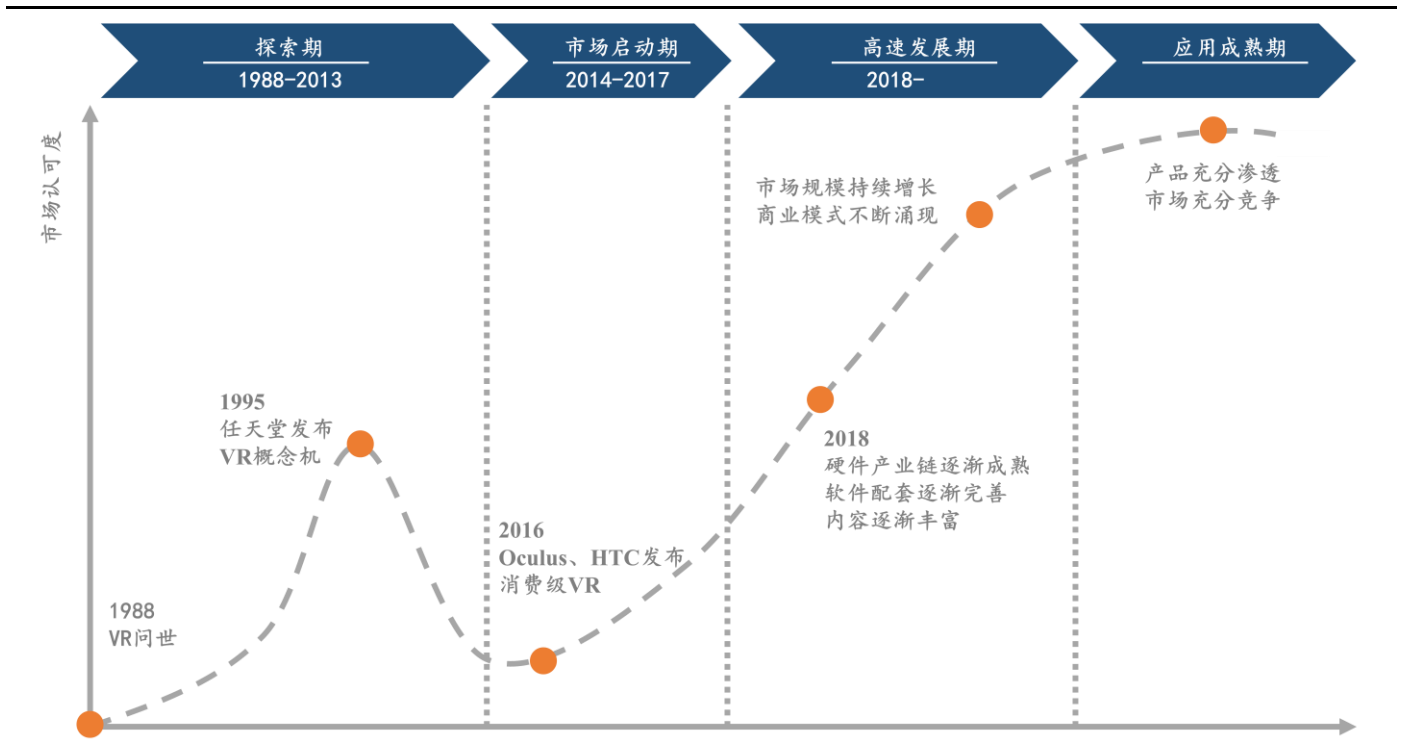
外接式头戴显示器是依靠外接计算设备(如 PC、家用游戏主机及其他智能设备等)进行控制与存储, 由头戴显示器实现 VR 效果呈现的产品, 也是目前市面上技术含量最高、沉浸感最强、使用体验最佳的 VR 产品类型。目前市场上的外接式头戴显示器的主要产品包括 HTC Vive、Oculus Rift、PlayStation VR 以及国产的蚁视头盔、大朋头盔等。凭借着出众的用户体验、成熟的技术支持和日趋亲民化的价格, 外接式头戴显示器已经

成为当前 VR 产品的主流技术发展路线。

一体式头戴显示器为自带显示、控制和存储设备,无需外接设备即可独立运行的 VR 产品,一体式头戴显示器兼顾机能与便携性,对制造工艺要求较高,代表性产品包括小米 VR 一体机等。一体式头戴显示器产品性能相比外接式头戴式显示器略有差距,而携带性和性价比相对于头戴式手机盒子又显稍低,因此较适用于兼顾性能和设备便携性的应用场景。

头戴式手机盒子是指以智能手机作为显示、控制、存储设备,由手机盒子提供 VR 光学变换的产品。头戴式手机盒子携带方便、造价低廉,加之智能手机普及率极高,早期用户对虚拟现实设备观望心态浓厚,因而成为早期 VR 市场的主流产品之一,但受制于智能手机性能,该类 VR 产品的用户体验受限,若未来智能手机运算处理能力大幅增强,则头戴式手机盒子类 VR 产品的显示性能也有望进一步提升。

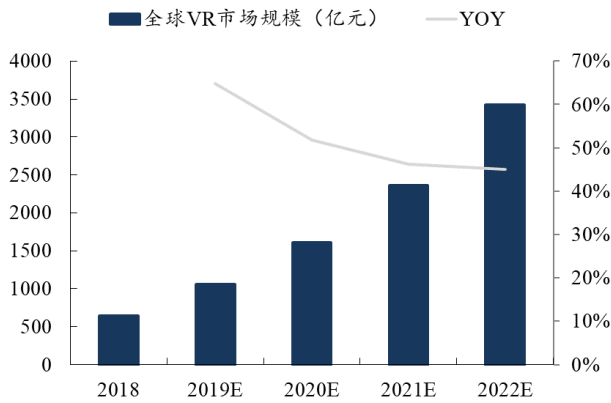
图 35: VR 市场步入高速发展期



数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

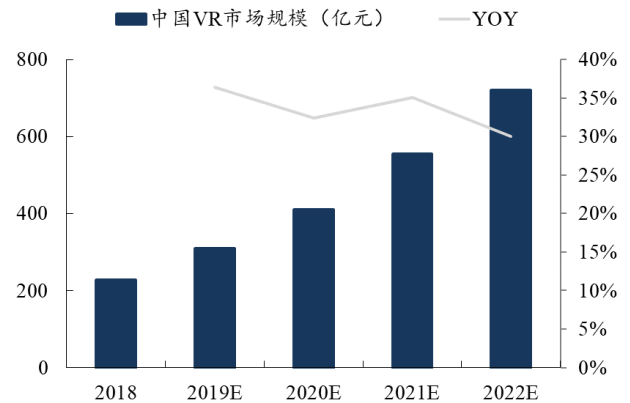
当前的 VR 产业正步入高速发展阶段,产品形态基本成形,用户画像逐渐清晰,该阶段的 VR 产业有望随着爆款产品的出现,进一步刺激市场对 VR 产品的需求,从而推动产业开启高速发展。根据信通院和中国产业信息网的预测,2019 年,全球 VR 市场规模将达到 1000 亿元左右,同比增速超过 50%,其中,中国 VR 市场规模约 310.2 亿元,同比增长约 36.35%。

图 36: 全球 VR 市场规模变化



数据来源: 信通院, 东吴证券研究所

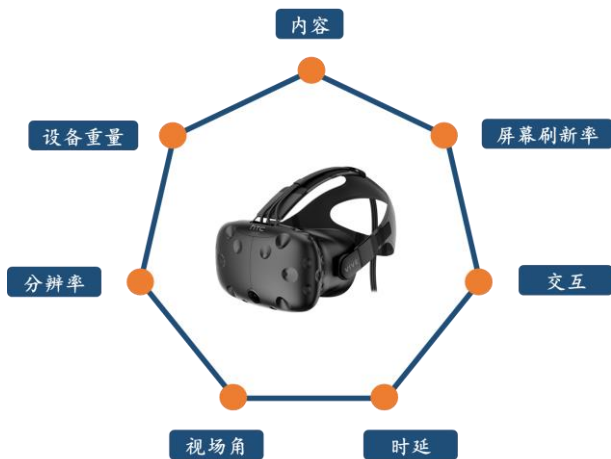
图 37: 中国 VR 市场规模变化



数据来源: 中国产业信息网, 东吴证券研究所

未来, 随着 VR 技术、产业链配套和应用市场的进一步成熟, 制约 VR 产品体验的障碍有望不断突破, 同时 VR 应用也有望更加丰富, 并与移动通讯、传媒、教育等产业相互渗透, 实现 VR 产业的进一步发展。

图 38: 决定 VR 产品体验的要素



数据来源: Hundsun, 东吴证券研究所

图 39: VR 与相关产业形成联动



数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

2.2. 从主流终端产品 Oculus 看 VR 产业链

凭借着广阔的应用前景和市场空间, VR 产业吸引了 Facebook、三星、HTC 和华为等众多 IT 巨头的大力布局, 并有 Oculus、Vive 等多款 VR 产品陆续量产, 产业生态日趋完善。以 Oculus Rift 为例, 一款外接式头戴显示器由光学器件、OLED 显示系统、芯片和外壳结构件组成。

图 40: Oculus Rift 拆解



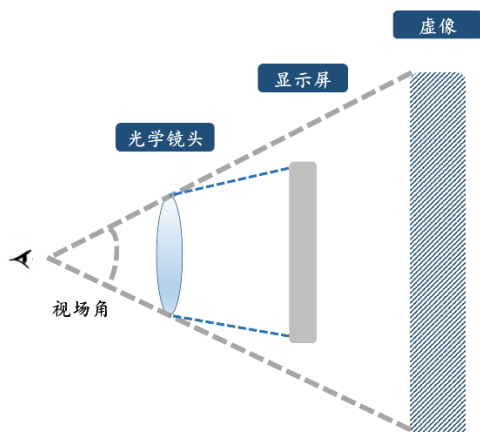
数据来源: ifixit, 东吴证券研究所

2.3. 受益 VR 市场发展，VR 产业链迎来重大发展机遇

(1) 光学透镜:

在 VR 产品中，光学透镜通过折射光线，可使显示屏幕上的图像形成更大更远的虚像，从而实现沉浸式成像的效果。光学透镜对 VR 产品的视场角和清晰度会产生关键影响。视场角 (FOV) 是 VR 光学系统中成像边缘与观察点连线的夹角，人体双眼的极限视场角约 124° ，最适视场角约 60° 。随着 VR 产业的发展，光学透镜须在最适范围内尽可能增大 VR 产品的视场角，从而在 VR 成像中形成更为开阔的视野，提升产品的沉浸感。

图 41: 光学透镜功能示意图



数据来源: 电子工程专辑, 东吴证券研究所

图 42: 不同光学透镜对比

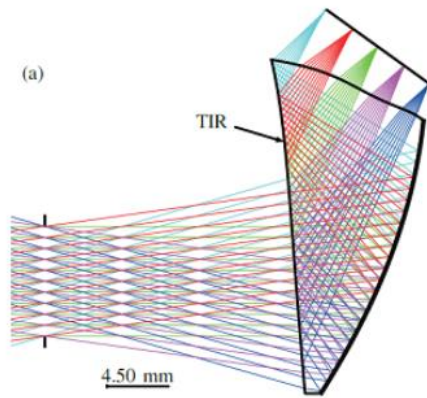
	光学元件数量	显示屏	视场角
旋转对称球面透镜	6	微显示	52°
非球面透镜	1	微显示	53°
球面透镜	1	常规显示	90°
菲涅尔透镜	2	常规显示	150°

数据来源: 电子工程专辑, 东吴证券研究所

清晰度是表征 VR 光学成像效果的性能参数，一般来说，光学透镜的中心成像质量最清晰，越到边缘成像的质量越差。因此，整个光学透镜有多大的高质量成像区域是 VR

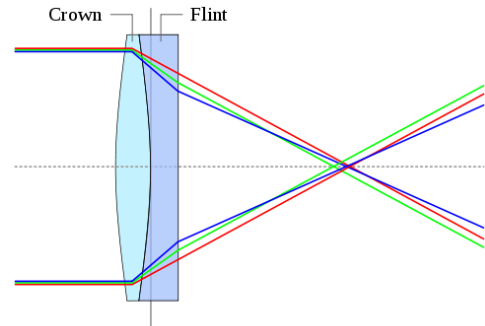
产品性能的关键指标之一。随着 VR 产品的升级，VR 光学透镜会采用非球面设计、复合无色差镜组等方式，降低轴外像差，从而提高边缘的成像品质。

图 43：非球面光学透镜设计



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

图 44：复合无色差镜组设计



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

大视场角、高清晰度 VR 产品有望推动高价值量光学透镜的应用，同时，复合无色差镜组等高清晰度 VR 透镜的应用也将随 VR 产品出货量增长而显著提升光学透镜用量，从而为相关产业链厂商带来新的增长机遇。目前，国内具备 VR 光学透镜供应能力的厂商主要包括联创电子、歌尔声学 and 舜宇光学等。

联创电子主要从事光学镜头及影像模组、触控显示器件等光学光电子产品的研发和销售。公司在屏下指纹模组镜头、手机镜头、车载镜头和运动镜头等领域积累深厚，具备切入到 VR 光学透镜的产业基础，目前，公司正积极投入 VR 关键光学和光电部件的研发，未来有望受益 VR 产业发展为光学镜头市场带来的增长。

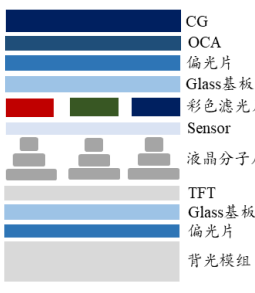
歌尔声学主要从事声学、传感器、光电等精密零组件，以及 VR、智能穿戴等硬件产品的研发、制造和销售。公司在 VR 领域先发布局，光学透镜进入索尼 PSVR 供应链，市场竞争力显著。未来随着 VR 产品的不断放量，公司有望受益 VR 光学镜头市场的增长。

舜宇光学深耕光学零部件及产品领域，在光学透镜及摄像头市场具备突出的市场竞争力。公司积极布局 VR 光学零部件市场，产品覆盖玻璃球面、非球面光学透镜等产品领域，目前已有部分光学零部件产品进入 HTC Vive 供应链，未来有望受益 VR 产业发展为光学镜头市场带来的增量。

(2) 显示屏

显示屏是 VR 成像的核心部件，其分辨率、功耗和尺寸是左右 VR 产品用户体验的关键要素。当前主流的 VR 产品 Oculus 和 Vive 均采用了 AMOLED 显示方案，相比传统的 LCD 显示，AMOLED 显示在分辨率和发光效率上显著提升。

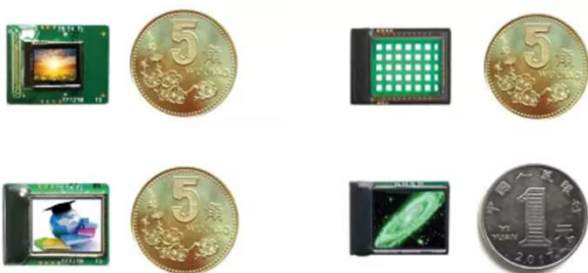
图 45: LCD 与 AMOLED 对比

类型	LCD	AMOLED	
叠构	 <p>CG OCA 偏光片 Glass基板 彩色滤光片 Sensor 液晶分子层 TFT Glass基板 偏光片 背光模组</p>	硬屏AMOLED	柔性AMOLED
优缺点	<p>优点: 1.寿命高。 2.技术成熟, 价格适中。 缺点: 1.无法自发光, 必须使用背光, 产品做薄空间有限。 2.响应时间长(ms), 视觉暂留严重。 3.液晶性能决定LCD无法实现柔性。 4.无法实现异形。</p>	<p>优点: 1.自发光, 无背光, 更薄 2.色域广, 可以达到100%。 3.高对比与广视角: 最暗时几乎为0, 对比度接近无穷大。 4.响应时间快(us)、低视觉暂留, VR领域: 解决晕眩问题。 5.可实现异形、透明屏幕产品 缺点: 1.有机材料寿命短, “烧屏”是硬伤。 2.良率低, 价格比LCD高70%。</p>	<p>最显著优点: 1.可实现柔性。 其他优缺点同硬屏AMOLED。</p>
适用领域	目前技术成熟, 良率高, 价格低, 适用所有显示领域。	<ol style="list-style-type: none"> 小穿戴设备、手机、PAD。 VR领域: 解决晕眩问题。 Vehicle (透明屏幕)。 	<ol style="list-style-type: none"> 在柔性显示屏领域有无法替代的优势: 曲面屏>折叠屏>柔性屏。 VR领域: 解决晕眩问题。
工艺比较	目前很成熟, 基本无难点。	CELL段: 1.蒸镀工艺 模组后段: 基本无新增工艺	CELL段: 1.蒸镀工艺。2.玻璃基板上涂布PI固化工艺。3.封装工艺 模组后段新增工艺: 1.3D硬盖板曲面贴合。2. LLO玻璃基板分离。

数据来源: 长信科技, 东吴证券研究所

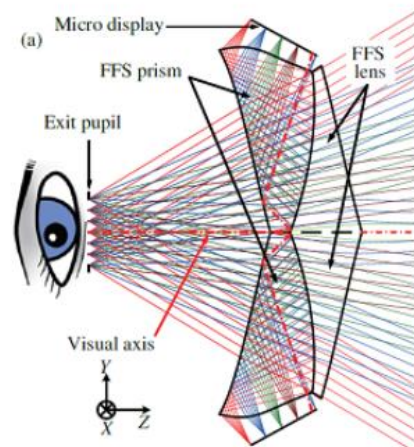
随着 VR 产品的发展, VR 显示系统将进一步提升分辨率、刷新率并降低功耗, 以实现深度沉浸的功能需求。此外, VR 产品具备可穿戴属性, 传统 OLED 显示方案在尺寸、重量等方面难以满足 VR 产品轻量化的要求, 因此, 微显示技术成为未来 VR 显示的发展趋势之一。

图 46: 微显示产品



数据来源: CIOE, 东吴证券研究所

图 47: VR 微显示技术



数据来源: 电子工程专辑, 东吴证券研究所

微显示主流技术路线包括 LCOS、Micro-OLED 和 Micro-LED 微显示技术等。LCOS 是一种基于硅基的反射式液晶微型显示方案, 主要包括硅基 CMOS 晶圆层、镜片层、

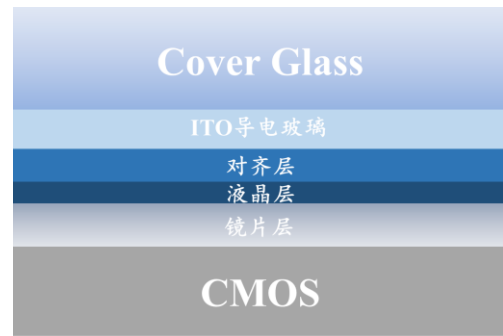
液晶层、对齐层、ITO 导电玻璃层、外层保护玻璃等。LCOS 的优势在于基底采用了半导体材料单晶硅，因此拥有良好的电子迁移率，而且单晶硅可形成较细的线路，较容易实现高分辨率的显示结构，反射式成像也不会因光线穿透面板而大幅降低光利用率，因此提升了发光效率。凭借诸多竞争优势，LCOS 技术成为了当前微显示市场最主要的方案。

图 48: 豪威科技 LCOS 产品



数据来源：电子创新网，东吴证券研究所

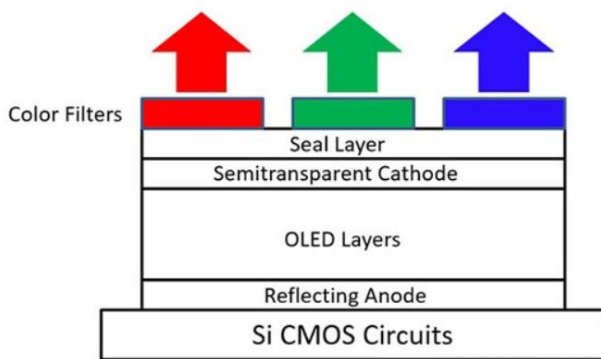
图 49: LCOS 技术示意图



数据来源：电子创新网，东吴证券研究所

Micro-OLED 微显示技术是基于硅基的有机发光二极管显示方案，除具有 OLED 自发光等优势外，也可实现超高分辨率及刷新率、低延时、体积小、功耗低等优异特性，目前，业界已实现了的分辨率为 2048×2048、刷新率达 120Hz 且延时仅 10 微秒的 Micro-OLED 显示方案，在 VR 应用中具备显著的市场竞争力。

图 50: Micro-OLED 示意图



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

图 51: Micro-OLED 产品技术参数

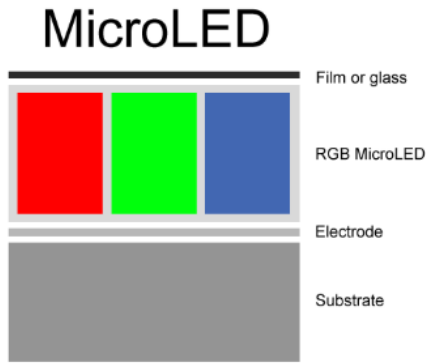
特性	参数
Resolution	2048*RGB*2048
Color dot pitch	2.88*8.64 μm
Image diagonal	0.99 in
Pixel density	2,940 pixels per inch
Frame rate	Up to 120 Hz
Video input	25-pair mini-LVDS
Process	1.2V/5V,0.11 μm

数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

Micro-LED 微显示技术是将 LED 的发光单元进行薄膜化、微小化和阵列化，从而让每个单元小于 100 微米，与 OLED 一样能够实现每个图元单独定址和单独驱动发光，但与 OLED 相比，Micro-LED 的显示寿命更长，同时响应速度可以达到纳秒级别，比 OLED 更快。此外，Micro LED 还具有超高分辨率、高亮度和低功耗等诸多优势。在 CES 2019 上，美国 VR 厂商 Vuzix 展出了配备 Micro LED 的 VR 眼镜，与 OLED 相比，其


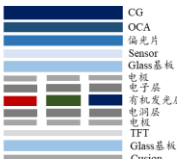
MicroLED 能提供 10 倍的分辨率、100 倍的对比度以及 1000 倍的亮度，同时功耗缩减一半，未来随着 Micro-LED 技术逐步走向成熟，有望成为 VR 微显示技术的最终发展路线。

图 52: Micro LED 结构示意图



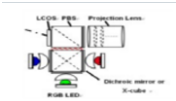

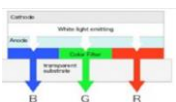
数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

图 53: Micro LED 与 OLED 的对比

显示技术	Micro LED	OLED
技术类型	自发光	自发光
对比率	高	高
寿命	长	中等
刷新率	纳秒(ns)	微秒(μs)
结构	 <ul style="list-style-type: none"> CG OCA 防眩与保护膜 RGB MicroLED 电极 TFT 基板 	 <ul style="list-style-type: none"> CG OCA 偏光片 Sensor Glass基板 电极 电子层 有机发光层 电极 TFT Glass基板 Custom

数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

表 5: 微显示技术对比

方案	原理	原理图	优点	缺点	供应商
LCoS	反射式		成本低 像素极小	光效率低 反应时间慢 体积较大	Himax Ommvision Raontech Kopin SONY
Micro-LED	发射式		对比度高 亮度极高 刷新率高	暂无法量产 成本极高	Plessey Glo JBD Lumens
Micro-OLED	发射式		高饱和度 高对比度 低功耗（百毫瓦量级）	亮度低(<500nits) 寿命短 光谱宽，不适合 waveguide	京东方 SONY Kopin Emagin

数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

VR 产品中 AMOLED 显示屏的应用有望推动 OLED 面板及显示模组用量显著增长，此外，LCOS 等新型微显示技术的应用，也有望为显示市场带来全新的增长机遇，相关产业链环节有望充分受益。

京东方在 AMOLED 面板领域积极投入，目前，成都、绵阳 AMOLED 面板厂已先后量产，有望受益 VR 市场对 AMOLED 产品需求的逐步释放。同时，公司在 OLED 微

显示器件领域提前卡位，投建了国内首条大型 OLED 微显示器件生产线项目，未来随着以 Micro-OLED 为代表的微显示技术在 VR 领域的应用推广，公司有望率先受益。

韦尔股份收购标的北京豪威在 LCOS 微显示等领域积累深厚，目前 LCOS 产品已经在 AR 设备上实现量产，并与 Magic Leap 合作开展 LCOS 投影芯片的研发，未来有望受益 VR 市场对 LCOS 微显示产品需求的快速增长。

(3) 主控芯片

主控芯片是 VR 产品实现运行控制和数据处理的核心，VR 主控芯片性能的不断提升，可以显著改善 VR 产品在高品质图像处理、高速无线通信和多传感器信息融合等方面的功能体验，推动 VR 产品升级。

随着 VR 应用的逐步拓展，VR 产品出货量将保持快速增长，通用主控芯片的出货量随之增长，同时，VR 专用芯片的发展，也将为主控芯片市场带来新的增长机遇。目前，市场上主要的 VR 主控芯片厂商包括高通，三星、联发科以及全志、炬芯等。

图 54：各类 VR 主控芯片比较

	高通骁龙845	高通骁龙XR1	三星Exynos8890	联发科Helio X30	全志VR9
核心数	八核	四核	八核	十核	四核
主频	2.8GHz	1.7GHz	2.6GHz	2.8GHz	1.8GHz
支持分辨率	4K	4K	2K	2K	1080P
刷新帧率	60 FPS	60 FPS	60 FPS	60FPS	30 FPS
制程	10nm	10nm	14nm	14nm	28nm
产品					

数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

其中，高通基于在移动设备主控芯片领域的积累，积极布局 VR 主控芯片业务，目前产品已形成中低端和高端 VR 主控芯片的全面覆盖，具备显著的先发优势和龙头效应。高通骁龙 845 芯片在高端 VR 产品中已获得广泛应用，骁龙 845 作为 VR 主控芯片，可实现高品质 3D 图像的渲染，具备低延迟、高帧率的特性和流畅的头部跟踪和眼动追踪功能，使沉浸式体验更加生动。骁龙 845VR 主控芯片集成了最新的高通 Adreno 630 图形芯片，相比前代 835 芯片提升了 30% 的图形性能、30% 的电源效率以及 2 倍以上的显示吞吐量，在高端 VR 应用中具备突出的市场竞争力。此外，2018 年，高通还发布了 VR 专用主控芯片骁龙 XR1，支持以 60 帧的速度播放 4KVR 内容，同时可实现 6 自由度（6DoF）动作跟踪，主打全景影音应用，同时 XR1 的成本相对 845 显著改善，有望降

低开发 VR 一体机的综合成本，从而推动 VR 产品的加速普及。

图 55: 高通骁龙 845

Synthetic Benchmarks only measure a subset of the Snapdragon 845

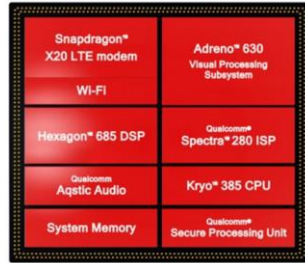
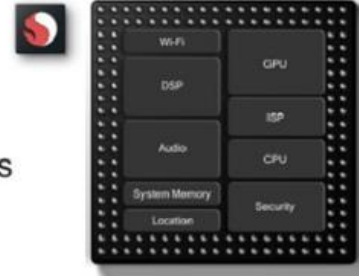


图 56: 高通骁龙 845

Qualcomm
snapdragon
XRI platform

Heterogenous
Compute

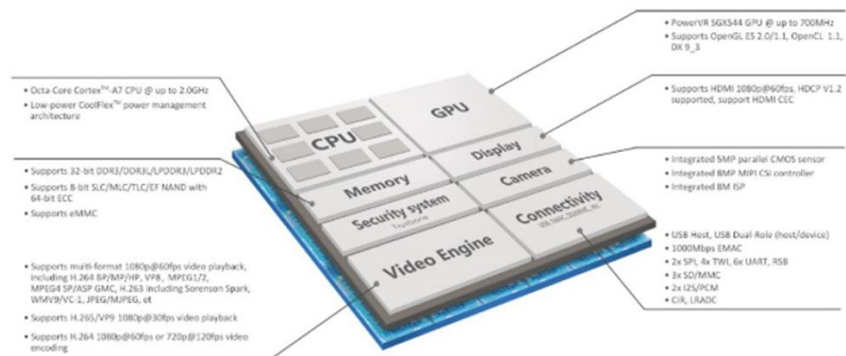


数据来源：高通，东吴证券研究所

数据来源：高通，东吴证券研究所

全志科技主营业务为智能应用处理器 SoC、高性能模拟器件和无线互联芯片的研发与设计。2017 年全志发布了 VR 专用芯片 VR9，支持 3K 双屏显示，搭载硬件级 VR 专用加速模块，可将 VR 延时降至 20ms 以内，同时具备低功耗和低发热特性，在 VR 主控芯片市场具备突出的市场地位和竞争力。

图 57: 全志 VR9 芯片

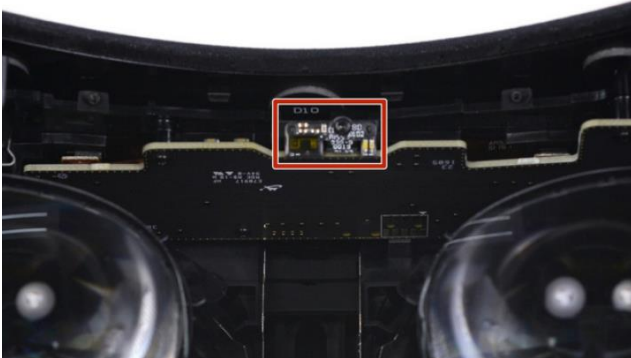


数据来源：全志科技官网，东吴证券研究所

(4) 传感器

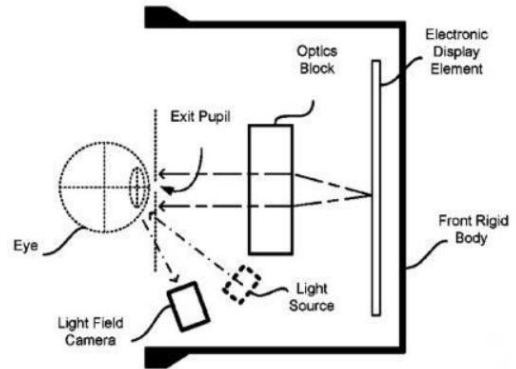
传感器是 VR 产品感知用户动作并实现功能反馈的核心部件，也是实现 VR 沉浸式交互的重要环节。VR 产品中传感器的应用十分广泛，包括光线感应传感器、加速度计、陀螺仪、地磁传感器和眼动追踪传感器等，其中光线传感器用于实现 VR 设备的自动唤醒，加速度计用于感知 VR 设备的运动方向和加速度，陀螺仪用于计算 VR 设备运动的角速度，地磁传感器用于对 VR 设备的定位，加速度计、陀螺仪和地磁传感器是 VR 产品实现多自由度动作控制与跟踪的核心部件。眼动追踪传感器是一项新兴的传感技术，可以通过光学等方式判断人眼聚焦位置的变化，并实现位置追踪，是实现 VR 沉浸式体验的重大革新。

图 58: Oculus VR 的光线传感器



数据来源: ifixit, 东吴证券研究所

图 59: Oculus 眼动追踪专利



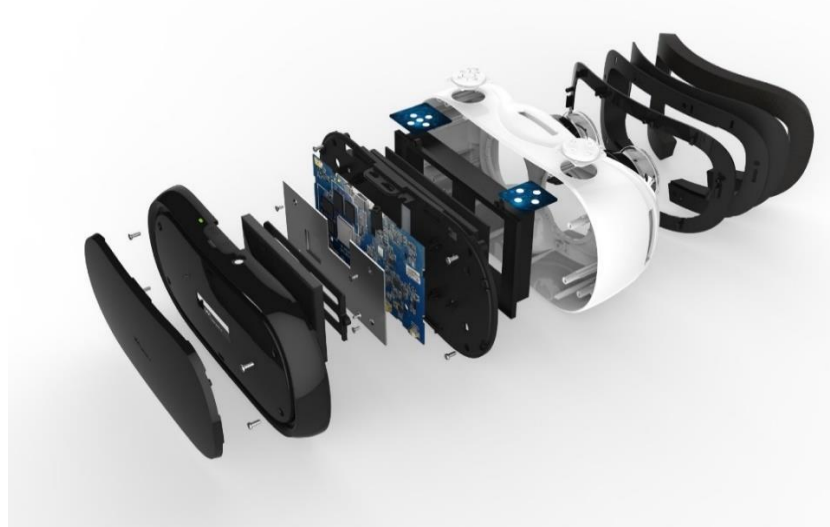
数据来源: Hiavr, 东吴证券研究所

VR 产品的智能化水平将持续提升, 而不同传感器的应用将丰富 VR 产品的感知模式, 同时基于多传感器的数据融合也将为 VR 产品实现精准和灵活的人机互动提供底层技术支持。随着 VR 应用的不断丰富, VR 中搭载的传感器数量有望持续增长, 从而为各个传感器细分市场带来新的增长机遇。

(4) 整机制造

整机制造是将 VR 产品的各个零部件及模组装配成整机的环节, 随着 VR 产品出货量的增长, VR 整机制造需求逐渐释放。歌尔股份在 VR 产品整机代工领域先发优势显著, 并拥有如 Lens (光学模组), 纳米压印、光波导技术等众多 VR 核心技术, 市场竞争力十分强劲, 有望率先受益 VR 整机代工市场的快速发展。

图 60: VR 整机制造



数据来源: Elecfans, 东吴证券研究所

3. 技术创新+应用拓展，AR 产业加速腾飞

3.1. AR 产业逐渐成熟，市场加速启动

AR (Augmented Reality) 是一种通过实时计算影像位置及角度，生成相应虚拟场景的技术，这种技术可以通过全息投影，在镜片的显示屏幕中将虚拟世界与现实世界叠加，且操作者可以通过设备进行互动。

图 61：增强现实场景



数据来源：Pokemon Go 游戏截图，东吴证券研究所

图 62：AR 显示效果



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

目前市面上主流的 AR 产品分为三类，分别是头戴式显示，手持式显示和以 PC 显示器、HUD 为代表的空间显示器。

头戴显示器由一个头戴装置以及与之搭配的一块或多块（微型）显示屏组成，智能 AR 眼镜便是头戴显示器的典型产品之一。头戴显示器可将现实世界和虚拟物体的画面重叠显示在用户视野中，实现现实世界的增强画面。同时，先进的头戴显示器通常搭载多自由度的传感器，用户可以在前后、上下、左右、俯仰、偏转和滚动六个方向自由移动头部，而头戴显示器 AR 产品能够根据用户头部移动的动作进行相应的画面调整。

手持式显示是以智能手机作为 AR 移动终端的代表产品，经过多年的更新换代和功能优化，智能手机显示器分辨率越来越高、处理器越来越强、相机成像质量越来越好、传感器越来越丰富（提供着加速计、GPS、罗盘），诸多优势使得智能手机成为了天然的 AR 平台，也是现阶段 AR 应用的最容易落地的场景之一。

空间显示器是将虚拟内容直接投影在现实世界中的 AR 产品。空间显示器往往固定在物理世界中，而周边任何物理表面，如墙面、桌面甚至是人体都可以成为可交互的 AR 显示屏。随着空间显示器尺寸、成本、功耗的降低以及 3D 投影的不断进步，各种全新的 AR 交互和显示形式正在不断涌现，显著拓宽了空间显示器 AR 产品的应用场景。

表 6: AR 产品对比

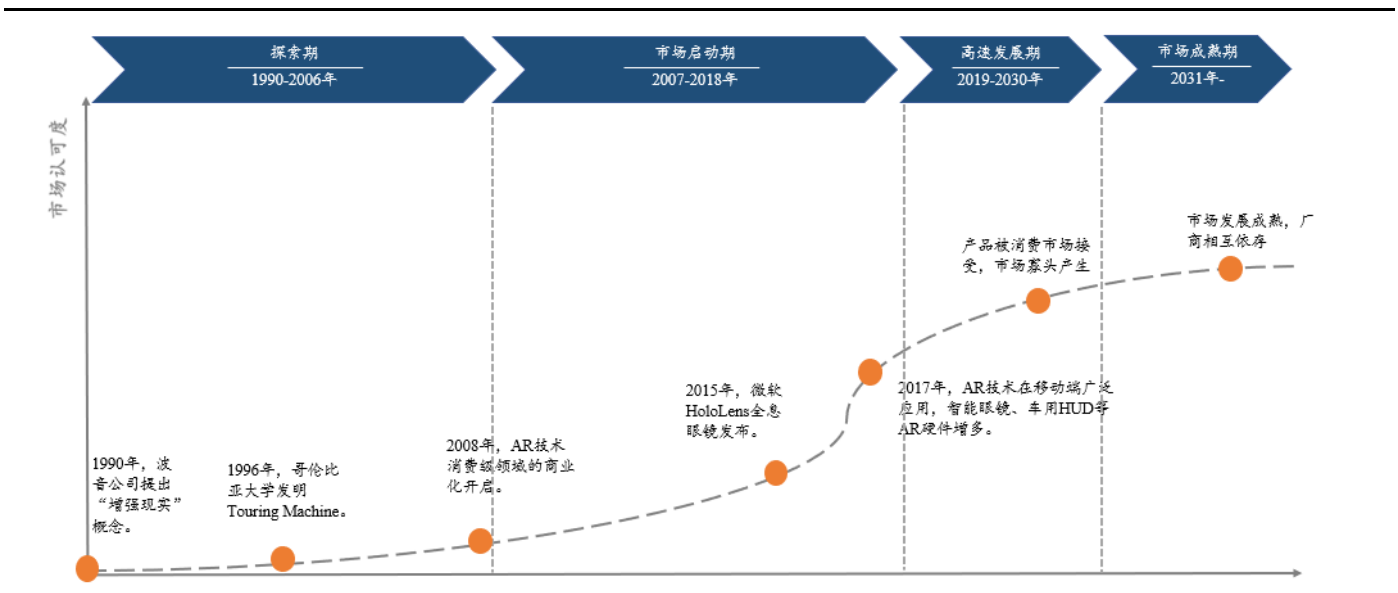
AR 主流产品分类	代表产品	优点	缺点
头戴式显示	HoloLens, Magic Leap1	贴合用户视觉距离, 交互更好	介入产品成本过高
手持式显示	Shaper Origin	介入成本低, 移动性较好	不符合用户的直接视觉感触
空间	HUD	调节眼球距离, 缓解视觉疲劳	技术难点、成本较高

数据来源: UCCVR, 东吴证券研究所

目前, PC 显示器和移动终端 AR 产品的市场普及度略高于以 AR 眼镜为代表的头戴式显示器产品。但由于 AR 眼镜可以突破屏幕的限制, 可将整个物理界面作为 AR 交互界面, 因此有望成为未来 AR 产品的主流技术路线。

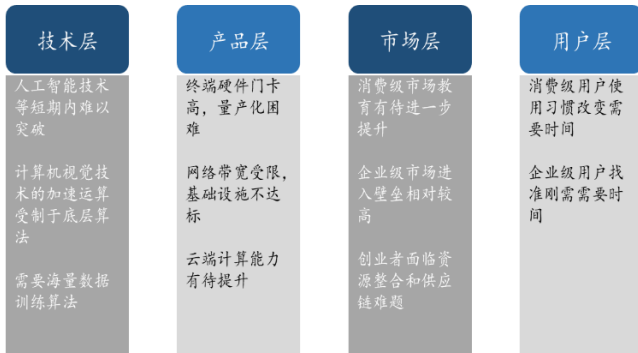
目前, AR 产业正处于市场启动期到高速发展期的过渡阶段, 产业发展主要由技术创新和应用拓展驱动, 技术红利特征显著。未来有望吸引更多厂商进入 AR 市场。随着技术体系的成熟、产业链构建的完善以及产品形态和内容平台的丰富, AR 有望在更多场景实现落地。未来 AR 产业有望发展成为一个软硬结合, 且汇集大量优质内容的平台, 届时也将迎来真正的高速增长期。

图 63: 增强现实行业将步入高速发展期



数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

图 64: AR 的未来发展趋向



数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

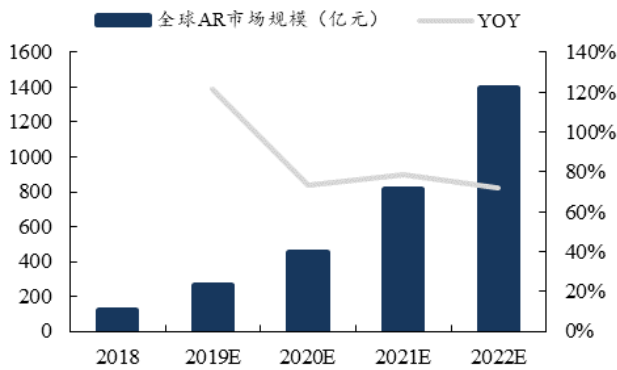
图 65: AR 产业联动



数据来源: 易观研究, 东吴证券研究所

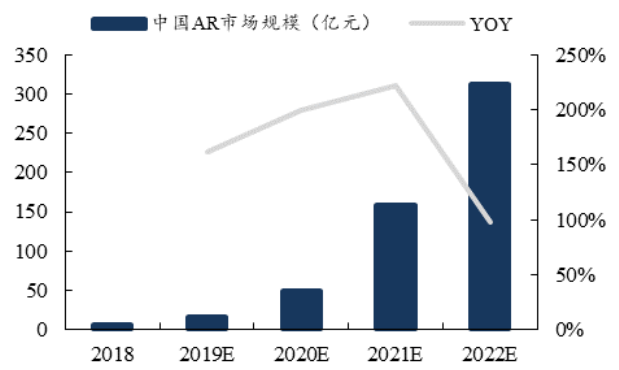
5G 通信技术将推动 AR 技术的大规模落地, 5G 带来的高速通信将减轻硬件的运算负担、提高 AR 设备的视觉处理效率和追踪精确度、提供低时延的用户体验。未来几年, 随着业界与学界对相关技术踏实的探索和市场对技术的驱动与修正, AR 产业的市场将逐渐培育起来。根据信通院和中国产业信息网的预测, 2019 年, 全球 AR 市场规模将达到 262.89 亿元左右, 同比增速超过 120%, 其中, 中国 AR 市场规模约 16.4 亿元, 同比增长超过 160%。

图 66: 全球 AR 市场规模预测 (亿元)



数据来源: 信通院, 东吴证券研究所

图 67: 中国 AR 行业规模预测 (亿元)



数据来源: 中国产业信息网, 东吴证券研究所

3.2. 从主流终端产品 HoloLens、Magic Leap One 看 AR 产业链

目前市场上主流的 AR 产品有两个。一个是 Microsoft HoloLens, 这款产品是微软 2015 年推出首个不受线缆限制的全息计算机设备, 能让用户与数字内容交互, 并与周围真实环境中的全息影像互动。一个是 Magic Leap One, 这是由 Magic Leap 公司 2017 年推出, 实际上是三个设备的集合, 具体分别为 Lightwear 头显、内含处理器的 Lightpack 和拥有 6 个自由度的手持遥控器 Control。

图 68: HoloLens



数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

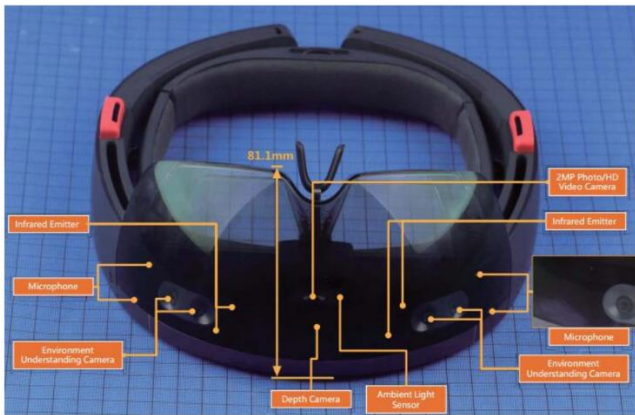
图 69: Magic Leap One



数据来源：电子发烧友，东吴证券研究所

HoloLens 1 搭载 Windows 10 操作系统，基于 LCoS 投影显示技术，内置 CPU、GPU 和 HPU（全息处理器），集成惯性传感器、环境光传感器、混合现实捕捉传感器等，并采用 SLAM（即时定位与地图构建）技术。HoloLens 拥有 6 颗摄像头（1 颗深度摄像头、4 颗环境感知摄像头和 1 颗 200 万像素摄像头）。其中，深度摄像头是基于飞行时间原理（ToF）技术的红外测距摄像头，作用是实现手部追踪、表面重构和目标位置确认；4 颗环境感知摄像头是灰度摄像头，作用是创建环境地图；200 万像素摄像头的功能是拍摄 2048 x 1152 分辨率的图片和录制 1408 x 792 分辨率的视频。

图 70: HoloLens 1 拆机



数据来源：ifixit，东吴证券研究所

图 71: Magic Leap 1 拆机



数据来源：ifixit，东吴证券研究所

Magic Leap1 的光学部分：依次为 6 个 LED 光源、LCOS 微显示屏、准直透镜，LED 光源引至偏振器、将图像重新聚焦至光波导镜片上的偏振器，以及分别摄入 6 个不同的彩色斑点的衍射光栅。

Magic Leap1 的主板：红色：英伟达 Tegra X2“Parker”架构处理器，内置 Pascal 架构 GPU；橙色：2 颗三星 K3RG5G50MM-FGCLPDDR4 内存，共 8GB；黄色：谱瑞科技 Parade 8713A 双向 USB 驱动 IC；绿色：Nordic Semiconductor N52832 射频芯片；青

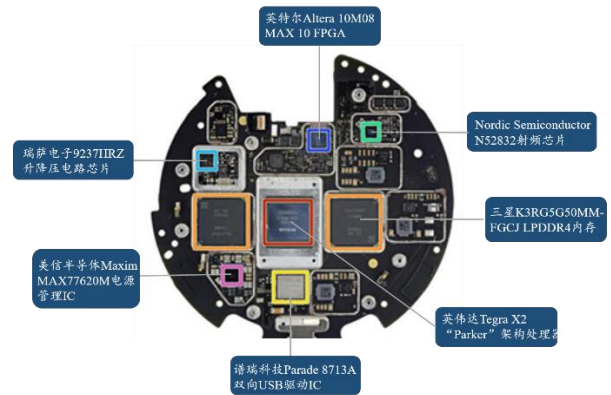
色：瑞萨电子 9237HRZ 升降压电路芯片；深蓝：英特尔 Altera 10M08 MAX 10 FPGA；
紫色：美信半导体 Maxim MAX77620M 电源管理 IC。

图 72: Magic Leap 1 光学部分



数据来源：ifixit，东吴证券研究所

图 73: Magic Leap1 的主板芯片



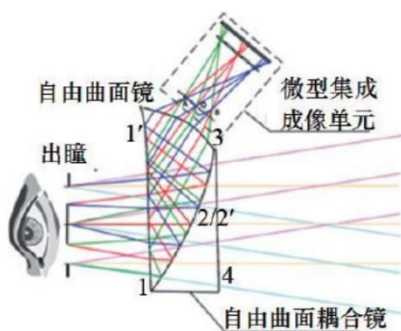
数据来源：ifixit，东吴证券研究所

3.3. AR 核心技术与产业链分析

(1) 光学

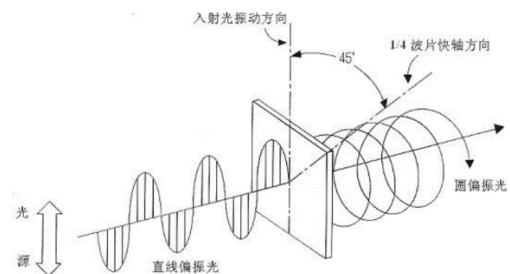
AR 的光学是指在眼球的正前方将 AR 虚拟图像与现实世界光线相融合的光学器件，目的是实现“虚实融合”的视觉效果。通常 AR 眼睛中的光学技术有光波导、自由曲面技术、偏振分光棱镜技术等。光波导技术名称取决于它的形态，是一块厚度在 1.5mm-3mm 之间的平板玻璃，能够通过折叠光路来实现镜片式 AR 显示的技术。光波导技术的视角通常在 30°到 60°的理论值。自由曲面技术最早期飞行员头盔显示的技术发展而来，图像信息通过经过计算的非球面反射进入人眼。偏振分光技术是把自由曲面的反射面做成平面，同时又使用透射式的镜片做放大等光学处理，结构和自由曲面棱镜一样。

图 74: 自由曲面技术原理示意图




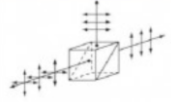
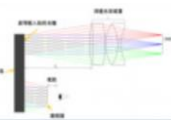
数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

图 75: 偏振分光棱镜技术



数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

表 7：光学方案对比

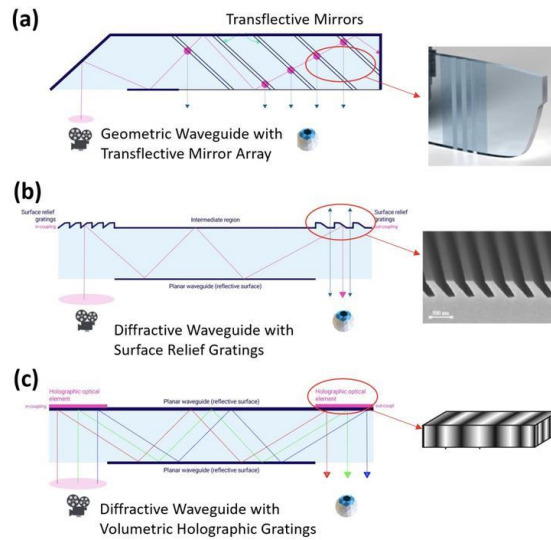
光学方案	示意图	原理	优劣分析
自由曲面技术		最早期飞行员头盔显示的技术发展而来，图像信息通过经过计算的非球面反射进入人眼。	自由曲面加工上难度较大，因为曲面设计过程和加工过程中多数是数值逼近，没有精确的方程或者工艺上的所能够参考的标准面。达到同样的效果成本会高很多。
偏振分光棱镜技术		偏振分光技术是把自由曲面的反射面做成平面，同时又使用透射式的镜片做放大等光学处理，结构和自由曲面棱镜一样。	程序上复杂一步，成本上节约很多，本质上还是单一反射面，因此视场方面同样受到其结构的制约。寻求平衡的情况下，视场通常在 15°到 20°。
光波导技术		光波导技术名称取决于它的形态，是一块厚度在 1.5mm-3mm 之间的平板玻璃，是一种能够通过折叠光路来实现镜片式 AR 显示的技术。光波导技术的视角通常在 30°到 60°的理论值	成本上比偏振偏振分光棱镜技术高，量产过程成本下降很多，所使用的工艺和技术都比较成熟。

数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

光波导技术有望成为 AR 眼镜的主流光学解决方案。在 AR 眼镜中，要想光在传输的过程中无损失无泄漏，光的全反射是关键。光机生成图像光影后，光波导可将光耦合进自身的玻璃基底中，并通过全反射的原理，使光传输到人眼前方实现成像。其中，波导是实现图像稳定和清晰传输的关键部件，有望成为 AR 眼镜的主流光学解决方案。

对于 AR 眼镜的终极形态有很多的讨论，但一般认为，眼镜最终会向着更轻，更薄，更智能的方向去发展，最理想的 AR 眼镜，或许长得就与我们现在戴在头上的近视眼镜一个样。光波导的这种特性，对于优化头戴的设计和美化外观有很大优势。因为有了波导这个传输渠道，可以将显示屏和成像系统远离眼镜移到额头顶或者侧面，这很大程度上降低了光学系统对外界视线的阻挡，并且使得重量分布更符合人体工程学，从而改善了设备的佩戴体验。

图 76：光波导原理示意图



数据来源：新浪 VR，东吴证券研究所

光波导总体上可以分为几何光波导(Geometric Waveguide)和衍射光波导(Diffractive Waveguide)两种，几何光波导就是所谓的阵列光波导，其通过阵列反射镜堆叠实现图像的输出和动眼框的扩大，代表光学公司是以色列的 Lumus，目前市场上还未出现大规模的量产眼镜产品。衍射光波导主要有利用光刻技术制造的表面浮雕光栅波导(Surface Relief Grating)和基于全息干涉技术制造的全息体光栅波导(Volumetric Holographic Grating)， HoloLens 2， Magic Leap One 均属于前者，全息体光栅波导则是使用全息体光栅元件代替浮雕光栅，苹果公司收购的 Akonin 公司采用的便是全息体光栅，另外致力于这个方向的还有 Digilens。这个技术还在发展中，色彩表现比较好，但目前对 FOV 的限制也比较大。

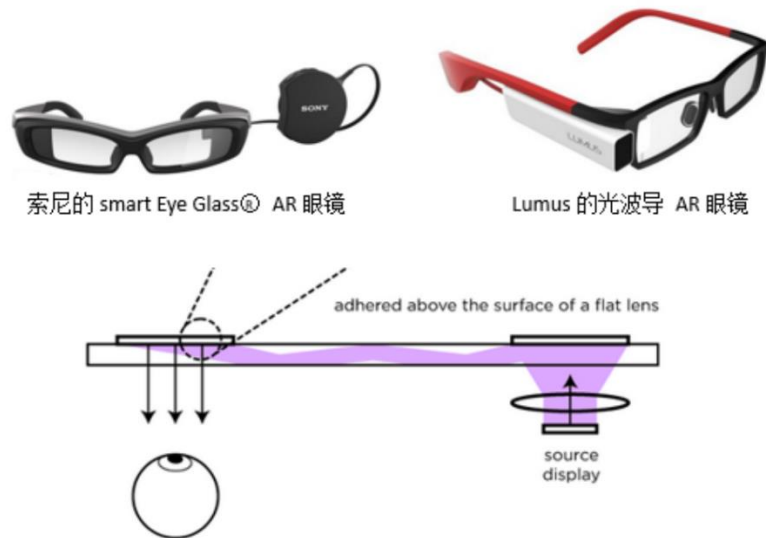
表 8：光波导技术优缺点分析

光波导技术	代表产品	优点	缺点
阵列光波导	Lumus	图像的颜色和对比度很高	难以量产
衍射光波导	HoloLens 2, Magic Leap One	色彩较好，增大有效动眼框的范围	色散效应，限制 FOV

数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

光波导技术已成为各大巨头都在追逐的光学明星方案。微软的 HoloLens 采用全息光波导的技术，成为当前产品效果较为突出的 AR 眼镜；Magic Leap 曾凭借自己“吹嘘”的光纤扫描光场技术，融资超过 20 亿美元，不过近来专利显示其放弃了难以攻破的光纤扫描技术，转为多层光波导；Google 曾与采用阵列光波导的 Lumus 洽谈收购；苹果与广达电脑合作研发基于波导 AR 眼镜，18 年起在全球寻找光波导供应商；华为内部斥资数十亿研发光波导技术并在全球寻找光波导供应商。

图 77：光波导用在 AR 眼镜中的光学原理



数据来源：墨光科技，东吴证券研究所

中光学目前前瞻领域开发取得实质性进展，AR 波导产品、手机用全景棱镜、屏下指纹棱镜产品开发成功并实现小批量生产,为后续发展奠定了良好基础；**福晶科技**：AR 设备上游光学元器件供应商，与微软长期合作联合研发的 DOE 等相关元件用于 AR 眼镜 HoloLens，目前已经开发到第三代产品。同时公司配套 AR 龙头客户研发光学元器件已久，在抛光、镀膜等工艺段具有深厚积累，已经实现部分光学处理器件量产。**苏大维格**早在 2016 年便已成功研发出用于 AR 的“纳米波导光场镜片”。目前，公司已掌握“头戴式三维显示光场镜片”的设计与制造技术，自主研发了“纳米波导光场镜片”的高效纳米制备设备，并针对波导光场镜片的特点，建立了“纳米波导光场镜片”设计加工能力，有效扩大了 AR 视场角（FOV）。

（2）显示

AR 设备的光学显示系统通常由微型显示屏和光学元件组成。上文已经介绍了光学元件，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和棱镜、自由曲面、BirdBath、光波导等光学元件的组合。其中，微型显示屏主要包括 Micro-OLED、Micro-LED 等自发光显示器，以及搭配外部光源照明的 LCOS 微显示器。凭借高亮度、高分辨率、低功耗等诸多优势，LCOS 微显示技术不仅在 VR 领域具备广阔的应用前景，在 AR 领域也获得了广泛的应用。

表 9：代表产品所用光学显示系统

代表产品	光学显示系统	特点
Google Glass	LCOS+棱镜	价格便宜，体积小
Vuzix M300		视场角小，遮挡视线
亮亮视野 GLXSS ME		无法做成眼睛形态
Epson BT300	Micro Oled+自由曲面	亮度高，视场角大，分辨率高，外界透光率高
Rokid Glass		动眼眶大，覆盖人群广
ODG		功耗适中，非常轻薄，可以做成眼睛形态
Nreal Light		显示色彩和对比度稍差
Hololens	LCOS/DLP+波导	亮度高，视场角大，分辨率高，外界透光率高
Magic Leap One		动眼眶大，覆盖人群广
Rokid Vision		功耗适中，非常轻薄，可以做成眼镜形态
	LBS+全息反射薄膜	体积小，功耗小，可以做成眼镜形态
North Focals		视场角小，动眼眶小，对比度低，色彩较差 外界透光率高，但成像容易受遮挡

数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

韦尔股份收购标的北京豪威在 LCOS 领域积累了十余年的技术研发经验，并联合国际一流设备厂商合作开发了全世界首条 12 寸硅基液晶高清投影芯片产线，在 LCOS 领域的技术积累和工艺先进性均居全球同行业之首。目前北京豪威 LCOS 产品在 AR 领域的客户为 Magic Leap，其 AR 眼镜的核心投影芯片使用了北京豪威的 LCOS 产品，同时还搭载多颗北京豪威的 CMOS 图像传感器。同时北京豪威还正与 Magic Leap 合作设计开发第二代用于 AR 眼镜的 LCOS 投影芯片，预计 2019 年会正式发布并量产。

水晶光电是国内专业从事光学影像、LED、微显示、反光材料等领域的研发与制造企业，目前主营业务为光学、LED 蓝宝石、反光材料和新型显示四大业务板块，生产的光学相关元器件、LED 蓝宝石衬底、微投光机模组、反光材料等核心产品均达到国内或国际先进水平。

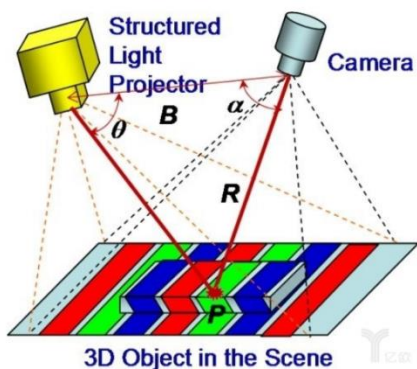
(3) 3D Sensing

3D Sensing 就是将 2D 摄像头转化为 3D 数据，能够使呈像显得更为立体，并且实现手势识别、动作捕捉等人机交互方式。AR 就是在体验过程中与现实世界紧密联系，在实际看到的过程中叠加虚拟的内容。而真正实现与现实交流那就要求捕获并能快速反馈更高清更真实的世界，就需要借助 3D Sensing。

目前市场上有三种解决方案，即结构光、TOF、双目成像。结构光方案相对而言技术成熟，拥有模组体积小，平面信息分辨率高、功耗较低的优点。但同时有容易受光圈

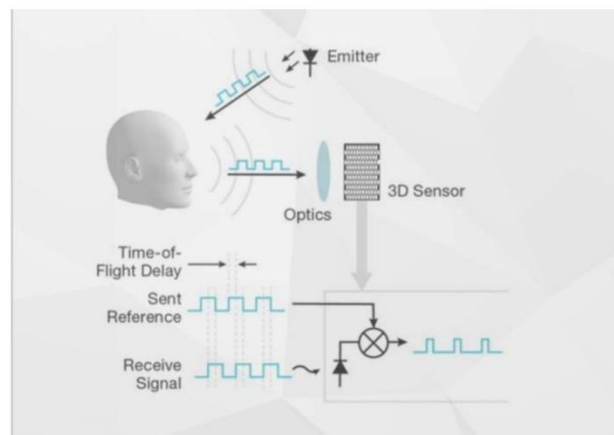
干扰，识别距离较近等缺点。而 TOF 就没有这些缺陷，但是 TOF 屏幕分辨率较低且功耗大。双目成像弥补了二者的缺点，但目前的技术不成熟且在昏暗条件下特征不明显。三种解决方案各有优缺点，需要根据不同场景制定。结构光是目前最成熟的方案，TOF 被看好应用在移动端，而双目成像由于其技术难点较大，仅被应用于自动驾驶领域。

图 78：结构光



数据来源：亿欧网，东吴证券研究所

图 79：TOF



数据来源：凤凰科技，东吴证券研究所

表 10：三种解决方案对比

方案	结构光	TOF	双目成像
基础原理	图形光红外照明、检测失真	红外脉冲、测量光传输时间	两个 2D 传感器模仿人眼
点云生成	中级软件处理	直接在传感器内	高级软件处理
识别距离	极短 (mm) 至中等(4-6m), 与照明强度成正比	短距离(不足 1m)至长距离(4-6m), 与光源功率成正比	中等, 依据两台摄像机之间距离
深度精度	中等, mm-cm	高, um-cm	低, cm
分辨率	高	低	高
扫描速度	中	快	中
高光性能	一般	一般	良好
低光性能	良好	良好	较差
软件复杂度	中等	低	高
功耗	中等	中等	低
优点	技术成熟、模组体积小, 平面信息分辨率高、功耗较低	抗干扰技术好, 识别距离远	强光环境抗干扰性好, 功耗低
缺点	技术复杂, 产品成本高、容易受光圈影响, 识别距离近	平面分辨率低, 功耗较大	昏暗环境, 特征不明显不适合, 技术不成熟, 软件算法复杂
应用领域	游戏体感交互、工业机器人视觉检测、电子产品前置摄像头	医疗检测、机器人视觉、电子产品后置摄像头、体感交互	自动驾驶等
案例	Kinect 一代、iPhone X	HoloLens	Leap Motion One
代表厂商	Intel、Google、苹果、Himax、Mantis、奥比中光、图漾科技、华捷艾米	Microsoft、Google、英飞凌、TI、STM、舜宇光学、海康威视、乐行天下	Microsoft、Intel、Leap Motion; 图漾科技、纵目科技、凌云光技术、西纬科技

数据来源：UCCVR，东吴证券研究所

3D 摄像头产业链与传统摄像头产业链相比主要新增加“红外光源+光学组件+红外传感器”等部分，其中最关键的部分就是红外光源，主动感知的 3D 摄像头技术通常使用红外光来检测目标，现在常见的 3D 摄像头系统一般都采用 VCSEL 作为红外光源。产业链相关红外线传感器的上市公司有 STM、AMS、Heptagon、Infineon、TI、索尼、豪威等；产业链相关红外激光光源的上市公司有 Finisar、Lumentum、II-VI、光迅科技等；产业链相关光学组件的上市公司为福晶科技；而提供综合技术方案的上市公司有 STM、微软、英特尔，德州仪器、英飞凌等。

(4) AI 芯片

AI 芯片又称为 AI 加速器，是指专门用于处理人工智能应用中的大量计算任务的模块。(其他非计算任务仍有 CPU 完成)。AR 的实现设计一系列计算：探测真实物体——计算物体的空间位置和方向——计算虚拟物体叠加的位置——渲染虚拟物体等。为避免

体验时的晕眩感以及实现实时显示，对计算时间有较高的要求（一般不超过 20ms）。传统的 CPU 芯片无法实现大规模的并行计算；GPU 芯片在 AR 领域的处理运算能力远大于 CPU，但功耗太大且算法模式其本身的缺点，即延时过大，不适合 AR 应用。AR 需要解决处理计算问题，需要专门的 AI 芯片。AI 芯片可分为应用于云端服务器和应用于终端（移动端）两大类。用于云端的 AI 芯片要求较高且芯片功耗大，并且还要求支持多块芯片组成一个计算阵列的结构以提升性能。用于终端的芯片注重低功耗，对计算效率的要求更高，可采用定点运算和网络压缩的方法实现运算速度的加速，这类芯片被称为神经网络处理单元，即 NPU。

目前已出现在市场上的 AR 设备例如 HoloLens 1, Magic Leap1 中都没有搭载 AI 芯片，而研发 AI 芯片也将是巨头们下一步发展的目标。微软表示 HoloLens 2 中人工智能芯片的最终目标是加入专门的计算能力，去完成图像识别和语音识别等复杂任务。这有可能给 HoloLens 带来独特的功能和更快的处理速度。

移动端有高通系列、三星 Exynos9 系列等处理器，华为的麒麟 970、980 和苹果 A11、A12 搭载了 NPU。这几款芯片的性能相对于上一代产品而言均有大幅度的提升。华为麒麟 970 处理 AI 任务时能提效 50 倍，性能提升 25 倍。而麒麟 980 又比 970 性能提升了 37%，效能提升了 58%。苹果 A12 性能核速度提升 15%，机器学习能力提高了 9 倍。如此强大的计算能力为 AR 在移动端的应用打下了良好的基础。骁龙 855 搭载了高通第四代 AI 引擎，运用 CPU+GPU+DSP 的方式为 AI 提供算力，和骁龙 845 相比 AI 性能提升 3 倍。未来凭借极高的处理计算能力，装载 NPU 的芯片将会成为趋势。

图 80：华为麒麟 980 芯片



数据来源：华为，东吴证券研究所

图 81：苹果 A12 芯片



数据来源：苹果，东吴证券研究所

表 11：不同类型搭载 NPU 的芯片

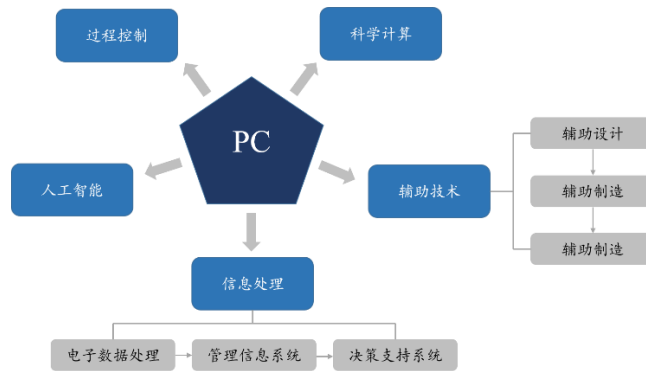
芯片	NPU	核数量	晶体管数量	工艺	图像识别速度
华为麒麟 980	寒武纪	8	69 亿个	7nm	4500 张/分钟
苹果 A12	自研	8	69 亿个	7nm	6000 张/分钟
高通骁龙 855	不搭载	8	>60 亿个	7nm	未知

数据来源：UCCVR，东吴证券研究所

3.4. AR 有望成为继 PC 和智能手机之后的下一代通用计算平台

PC 和智能手机是各自时代下的主流通用计算平台。在互联网时代，科技、商业、教育和传媒等领域的信息化进程逐渐深入，而 PC 凭借着强大的计算能力，赋能众多产业领域和应用场景，成为了消费电子市场的首个通用计算平台。

图 82：PC 带动信息化进程

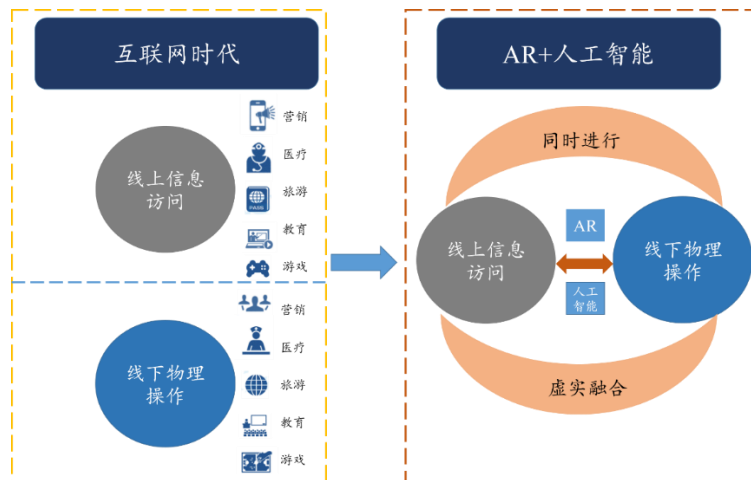


数据来源：电子工程专辑，东吴证券研究所

在移动互联网时代，智能手机凭借着更加自然的交互和更加灵活的应用方式，不仅承接了部分基于 PC 的传统互联网应用，同时也衍生出了更为丰富的移动互联网应用形态，成为了当前最具代表性的通用计算平台。

而在未来的万物互联时代，AR 具备成为下一代通用计算平台的突出潜力。首先，依托 5G 和云计算等技术的助力，AR 可实现端云并行计算，进一步提升产品算力；同时，借助于眼动追踪、手势控制等技术的运用，AR 的交互方式相比智能手机将更进一步完善，用户体验会更加自然和友好；此外，AR 应用有望突破智能手机屏幕的限制，实现数字世界和物理世界的融合，进一步推动 AR 在科技、商业、教育和传媒等垂直领域的应用创新，未来的发展空间十分广阔。

图 83: AR 具备成为下一代通用计算平台的突出潜力



数据来源：易观研究，东吴证券研究所

4. 内容生态趋于完善，VR/AR 打开广阔应用市场

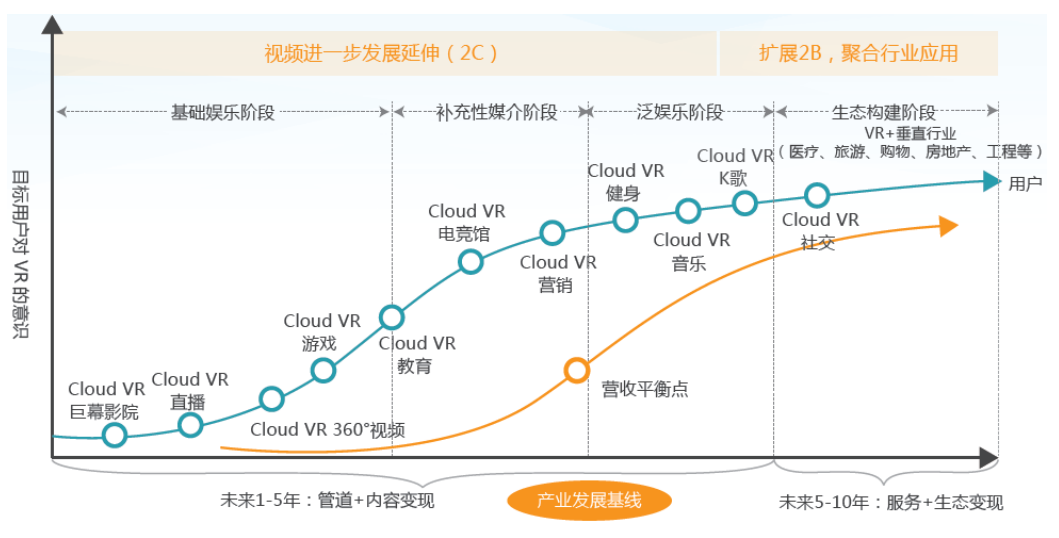
4.1. 应用落地，VR/AR 作为工具的实用性开始显现

当前 VR 视频类、游戏类等基础娱乐与 VR 结合的场景已经出现，这些初步应用的场景一般产业成熟度高，有比较好的用户基础，用户使用频度高，终端种类丰富，VR 的引入既有传统内容的新体验，又有高沉浸感和强临场感的体验。这个阶段的场景通常是原有应用的延伸，门槛比较低，可以培养用户使用 VR 习惯。

随着技术的成熟，VR/AR 的应用场景会朝教育、营销、电竞馆、健身、音乐、K 歌、医疗等产业技术较为成熟但内容丰富度不够、终端难以完全无绳化（有些场景需要有绳头显和外部定位器保障体验，实时渲染还在本地）的场景发展。内容缺乏、终端成本过高，影响了这些使用频度高的场景的普及。一旦内容和渲染上云平台，好的内容会得到高效循环使用，可降低用户的消费门槛，促进用户消费。

对于那些专业化程度高、对体验的要求高的场景，属于 VR 技术引入并实现云化的后期阶段。包括医疗、旅游、房地产等等。

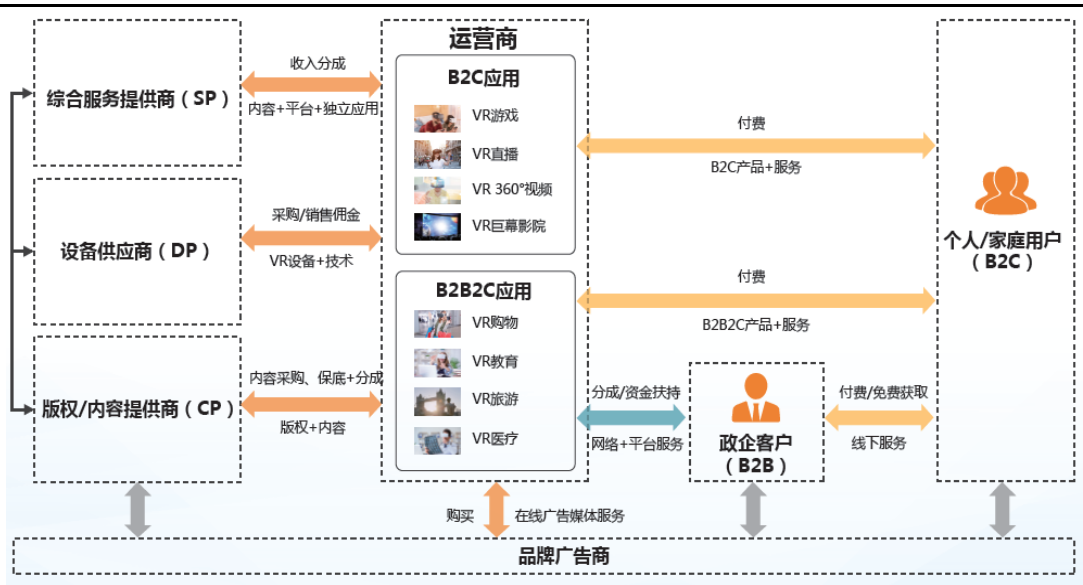
图 84：VR 行业应用演变



数据来源：华为《VR 场景白皮书》，东吴证券研究所

基于目前的产业发展状况，VR+行业应用的商业模式处于较为早期阶段，通常以分成的方式实现整条产业链的变现（如下图所示）。

图 85: VR+行业应用的商业模式



数据来源：华为《VR 场景白皮书》，东吴证券研究所

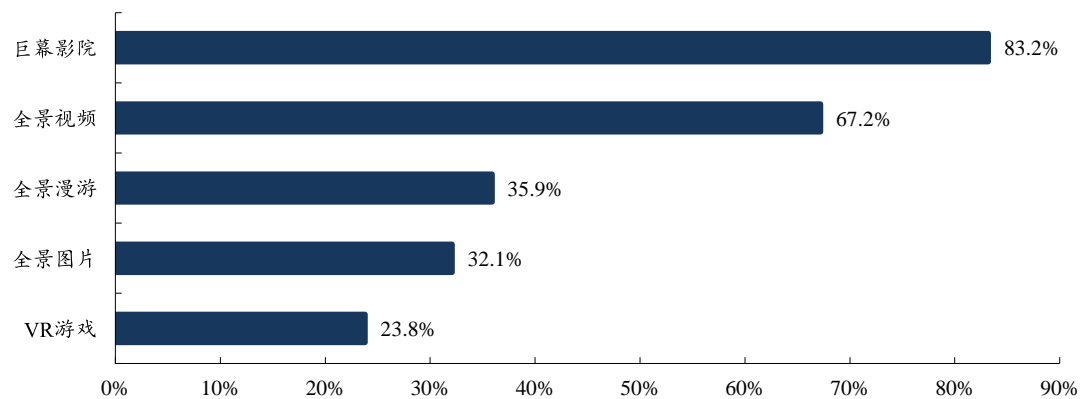
根据 IDC 预测，在 5G 网络、AI 技术带动下，VR/AR 市场将继续增长，其中，VR 在各个行业的应用市场将会率先受益。手机 VR 市场也将进入快速增长期，其中 2019 年 VR 游戏市场将增长 75%，到 2023 年，将会有超过十亿人次每年至少访问一个安装 VR 设备的消费场所。商用市场权重进一步增长，特别在教育市场，受到政策倾斜和教育投入增大影响，预计超过 1000 所学校将采用 VR/AR 技术。到 2024 年，55% 的中国大中型企业将为部分员工部署 AR 硬件，其关键驱动因素是 AR 会帮助企业提升工作效率。

4.1.1. VR 视频行业：颠覆传统，“内容”为主，VR 为辅

突破宣发渠道限制，促进“内容创作”蓬勃发展。在电影宣发环节，5G 时代数据颗粒度降低，影视内容分发精准度提升，改善目前同质化内容过剩、部分影视剧“叫好不叫座”的情况。在内容制作领域，未来随着宣发手段和效率改善，将进一步促进“内容创作”蓬勃发展，影视行业有望再次迎来百花齐放状态。

院线发展侧重“真实感”和“沉浸感”。改变传统运营模式 5G 时代，目前 VR 技术的由于延时所带来的“眩晕感”将明显改善，提升用户的观影体验。同时，5G 时代，影院更多以“体验”为核心，扩大提供影片范围，可能以类似“网吧式”的单对单 VR 观影方式，进一步满足消费者不同内容需求，提升消费水准。VR 电影可突破传统电影限制，用户可从任何位置和角度观影，并且可以重复观看，参与不同的互动，从而提升新鲜感。《中国 VR 用户行为研究报告》显示，在中国 VR 重度用户偏好的应用类型中，巨幕影院和全景视频是最受欢迎的品类。

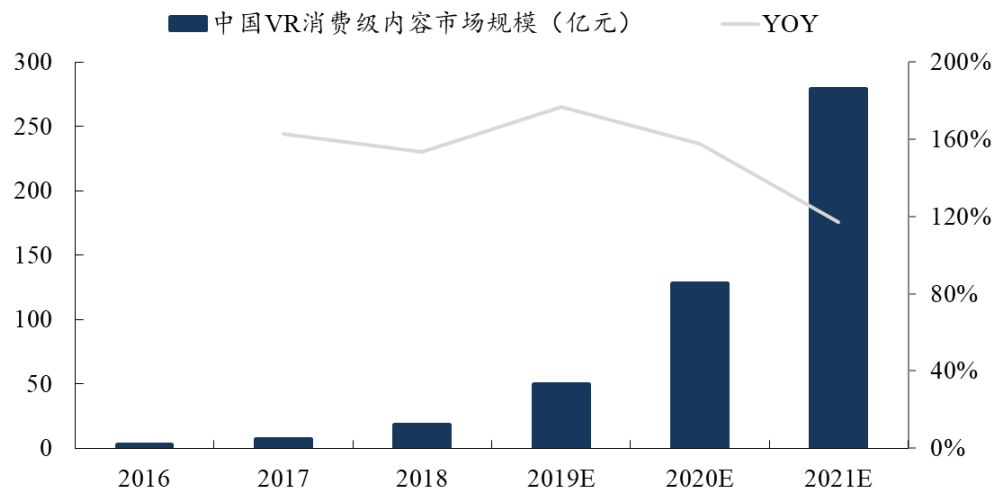
图 86：中国 VR 重度用户偏好的应用类型



数据来源：中国 VR 用户行为研究报告，东吴证券研究所

VR+视频市场潜力大，视频内容（直播+影视）将成为国内 VR 消费级内容领域重要的组成部分，根据艾瑞咨询的预测，至 2021 年，中国 VR 消费级内容市场规模有望达到 278.9 亿元，其中，国内 VR 视频内容的市场规模可达 132.5 亿元，占中国 VR 消费级内容市场的比例为 47.5%。

图 87：中国 VR 消费级内容市场规模变化



数据来源：艾瑞咨询，东吴证券研究所

4.1.2. VR+营销/健身/音乐

VR+营销：通过 VR 技术让消费者穿越到品牌现场、与产品零距离互动。让消费者可以主动挑选喜欢的事物和视角，切身感受产品优势，通过消费者体验来刺激购买欲，达到营销的效果。VR 营销的卖点在于对用户感官的刺激，让用户在家中就能够全方位了解产品，甚至模拟使用产品。

VR+健身：用户在健身时可以在虚拟世界中随时切换虚拟健身场景，或者与异地好友在虚拟世界中共同健身 PK，达到健身、娱乐与社交融合的目的。

VR+音乐：VR 视觉与听觉的相互融合，带给用户一种全新的且身临其境的音乐体验方式，如同身临演唱会现场或栖息在幽静的深山丛林中，等等。

VR+教育：教育拥有广大的 B 端与 C 端市场，用户购买力也强。通过 VR 技术来构建虚拟学习环境，可充分调动学生的感官和思维去体验，打破传统教育的“教室”壁垒，让学生在更多元生动的情景下高效学习。通过形象、生动、直观的形式来掌握知识，如虚拟实验室、宇宙中的天体运动、生物中的微观世界等，将抽象、不易理解的知识以形象、生动、直观的形式呈现，学习者使用 VR 设备就可以进入虚拟的课堂中沉浸式地“体验”知识，而不再是枯燥地死记硬背。

图 88：VR 健身



数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

图 89：VR 音乐+视频



数据来源：Elecfans，东吴证券研究所

4.1.3. VR+直播：丰富的场景特效和自主沉浸的交互开辟直播全新形态

5G 推动 VR 数据传输速率和时延特性大幅改善，有望推动 VR 在直播领域的应用落地。从内容侧来看，VR 的虚拟场景可以丰富直播的内容形态，提供人像级、屏幕级和场景级的特效。在 2019 年世界物联网博览会上，中国移动通过 VR 全景摄像头对现场进行全方位视频采集后，利用 5G 网络高速回传 VR 视频画面源，从而打造出 360° 的立体画面，提供了全新的会展直播形态。

图 90：用于 VR 全景直播的 360° 立体相机



数据来源：Medium，东吴证券研究所

图 91：英特尔 TrueVR 产品

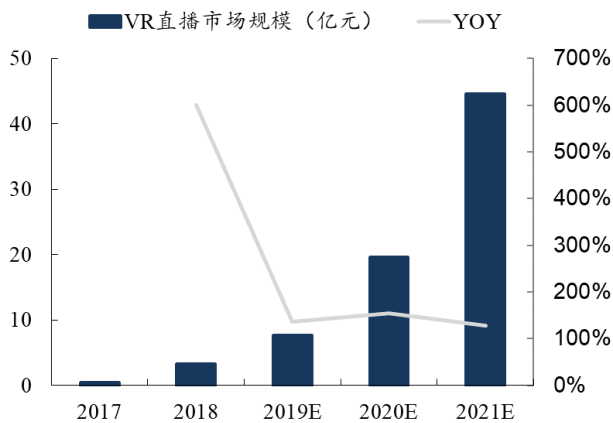


数据来源：英特尔，东吴证券研究所

从用户侧来看，VR 可以提供更加自主和沉浸的交互体验，2018 年，英特尔借助 TrueVR 技术，对韩国平昌冬奥会进行了超过 50 个小时的 VR 直播。英特尔 TrueVR 技术在每场比赛中，采用多个摄像机点位拍摄，打造交互的 360 度虚拟环境。观众可以自由选择多个视角来观看比赛，营造真正的沉浸式体验。

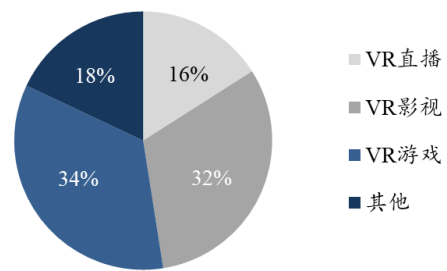
受益于 VR 技术在直播领域的渗透，VR 直播市场有望高速增长，尽管目前 VR 直播市场尚处于起步阶段，但增速十分可观。根据艾瑞咨询的预测，2021 年，VR 直播的市场规模可达 44.6 亿元，在整个消费级 VR 内容市场占比为 16%。

图 92：VR 直播市场规模变化



数据来源：艾瑞咨询，东吴证券研究所

图 93：VR 直播在消费级 VR 内容市场的占比



数据来源：艾瑞咨询，东吴证券研究所

4.1.4. VR/AR+游戏：科技提升游戏趣味

VR/AR 将进一步推动游戏的“趣味性”和“互动性”。风靡全球的 AR 游戏 Pokemon GO, 2018 年收入 7.95 亿美元，同比增长 35%，上线 2 年，依旧保持快速增长。Pokemon 的成功充分验证了优质 AR 游戏的长期价值，未来 5G 技术更新，其中游戏角色可以和

用户加深“互动性”，比如捉迷藏，交流，玩游戏等进一步提升趣味性，加强体验感。

图 94: Pokemon Go 游戏



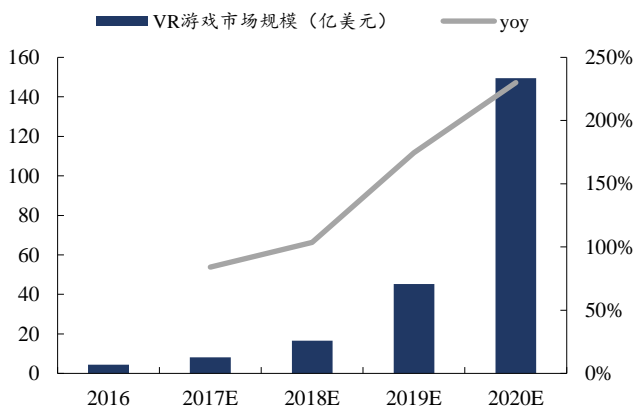
数据来源：手机技术资讯，东吴证券研究所

VR/AR 游戏终端有一定成熟度，视觉满足当前体验，但网络需建设。当前大多数 VR 头显，都可以支持起 3DoF 的轻量级游戏。玩家通常注重游戏交互性，对清晰度的敏感程度不如观看视频时高，因此分辨率在 2K 到 2.5K 也得到玩家接受。虽然游戏终端的成熟度较高，但真正要达到用户不错的体验，需要全视角 8K，因此设备的发展也还有很长的路要走。

另一方面是网络的延迟，要满足用户入门级的体验，网络至少要 200Mbps 的带宽，否则会出现延迟卡顿现象，导致头晕、体验差等等。

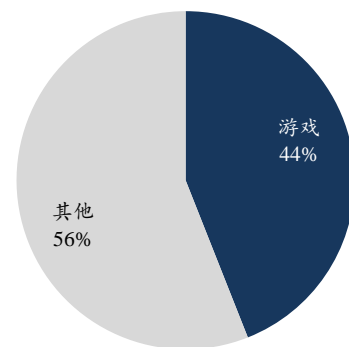
VR/AR 游戏将驶入快车道。目前，VR/AR 游戏内容丰富，也是用户最愿意付费体验的应用场景之一，未来随着硬件价格降低，VR/AR 游戏将驶入快车道。根据易观的预测，到 2020 年，全球 VR 游戏市场将达到 149.5 亿美元的市场规模。SuperData 和 Unity 联合发布的报告也表示，2016 年所有 VR 软件营收中，VR 游戏几乎占据了一半的市场，可见潜力之大。

图 95: VR/AR 游戏营收



数据来源：易观，东吴证券研究所

图 96: VR 软件营收结构 (2016)



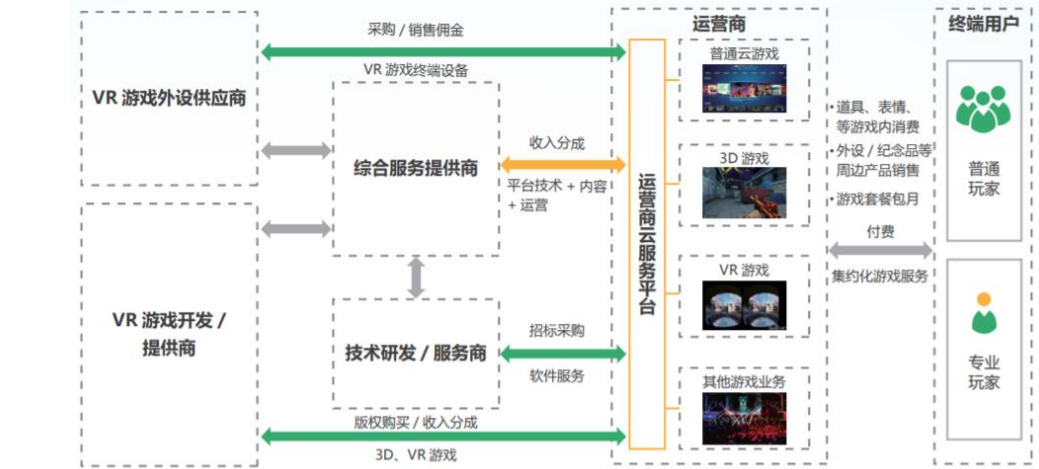
数据来源：SuperData，东吴证券研究所

4.1.5. VR/AR 或将带来下一代互动娱乐产业的革命性变革

VR/AR 游戏有望在 5G 时代结合云计算的普及成为游戏产业的新机会。游戏的发展

史上，从主机、端游到手游，每一次引起产业革命性进步的因素主要在于交互模式的划时代变革。VR/AR 或将成为下一代互动娱乐产业的革命性变革。

图 97: VR+游戏商业模式



数据来源：华为《VR 场景白皮书》，东吴证券研究所

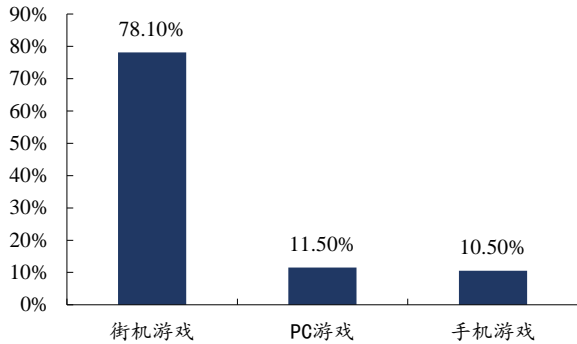
4.2. 韩国 VR/AR 市场发展现状

根据韩国 VR/AR 专家 SKONEC 公司副社长 Choi Jeong Hwoan 在 2019 年中韩文化产业合作发展论坛&商务洽谈会所述，2019 年韩国 VR/AR 产业的市场规模将有望突破 4 万亿韩元（约 236 亿元人民币）。这个数字甚至略微大于中商产业研究院对中国市场的预计。

韩国政府大力支持 VR/AR 产业的发展。为了能够实现 VR/AR 强国的目标，两年内，韩国政府一共提供了 500 亿韩元，而未来部、文体部、产业部、国防部等 4 个部门更是提供了 2000 亿韩元，并且韩国政府计划未来四年将投资 4000 多亿韩元（约合 23.6 亿人民币），用于开发 VR/AR 技术。韩国 ICT 部门分别在首尔的韩国国立艺术大学和位于济州南部度假村的济州自由国际发展中心成立了两个产业研究基地，可以容纳各种 VR 和 AR 公司。

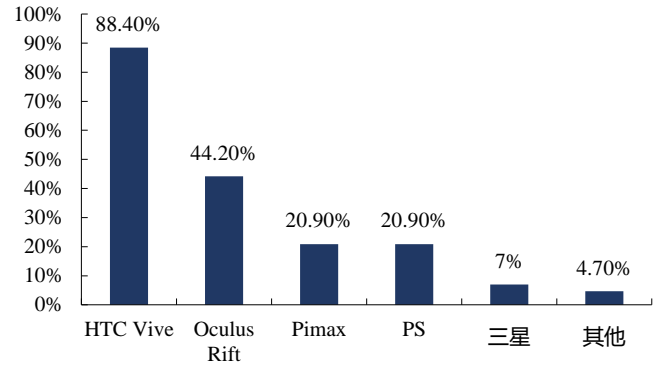
根据韩国虚拟现实产业委员会所述，韩国 VR 市场的增长主要由游戏产业增长所驱动。目前，韩国的虚拟现实游戏产业已经开始形成以虚拟现实游戏大厅为中心的市场，游戏大厅是一个可以享受虚拟现实游戏的场所，并且有多种表现形式，如一般游戏室、咖啡厅类型、主题公园类型等。所以，在所有 VR 游戏类型中，街机类型占比最大，达到 78.1%（2018），VR 大厅中 VR 游戏内容的平均数量为 60.7 个。

图 98: VR 游戏类型占比



数据来源:《韩国 VR 游戏报告》, 东吴证券研究所

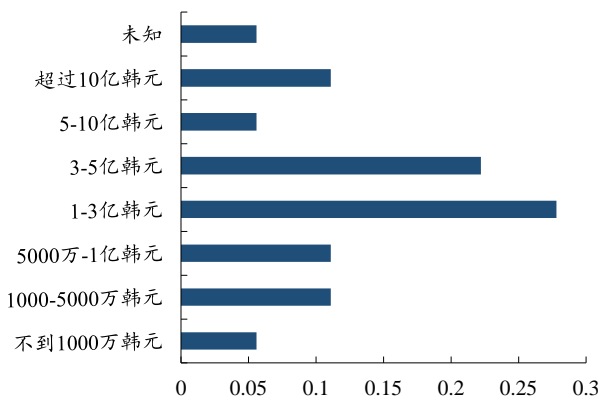
图 99: 游戏大厅头显设备品牌占比



数据来源:《韩国 VR 游戏报告》, 东吴证券研究所

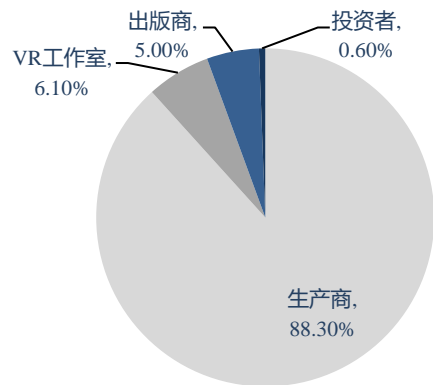
从 2017 年 VR 游戏研发公司的销售业绩来看, 年销售额平均为 7.113 亿韩元 (425 万人民币), 中值为 2.4 亿韩元 (143 万人民币), 体量均较小。在整个 VR 游戏制作环节, 内容生产商依然是其中最为核心的部分, 占总收益的 88.3%, VR 工作室承担游戏 VR 化的任务, 其收益仅占 6.1%。

图 100: VR 游戏研发公司收入情况



数据来源:《韩国 VR 游戏报告》, 东吴证券研究所

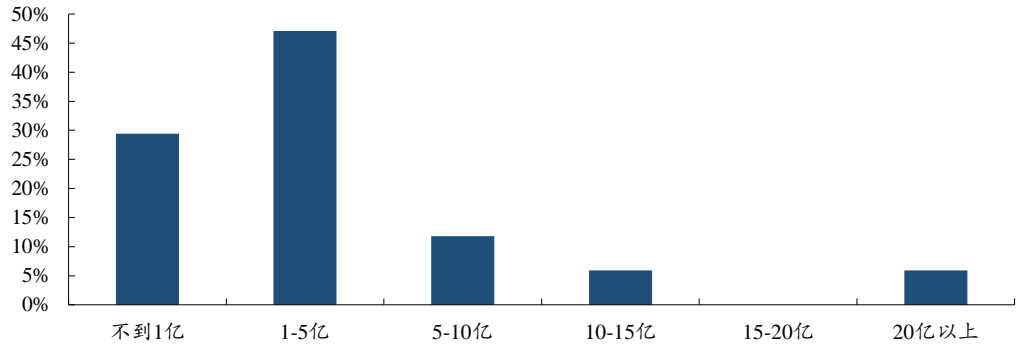
图 101: VR 游戏研发环节分成情况



数据来源:《韩国 VR 游戏报告》, 东吴证券研究所

与之相匹配的是, 2017 年韩国 VR 游戏制作平均成本为 5.59 亿韩元 (334 万人民币), 中位数成本为 2 亿韩元 (119 万人民币)。照此计算, 韩国 VR 游戏的平均毛利率为 20%-27.25%。

图 102: VR 游戏制作成本情况 (韩元)



数据来源:《韩国 VR 游戏报告》, 东吴证券研究所

当前在韩国政府推动下,VR/AR 产业开始走向除游戏以外的其他领域,包括医疗、安全灾害、汽车等等,并在 VR/AR 技术基础性的研究上,加大投入力度,有众多企业和政府机构参与其中。

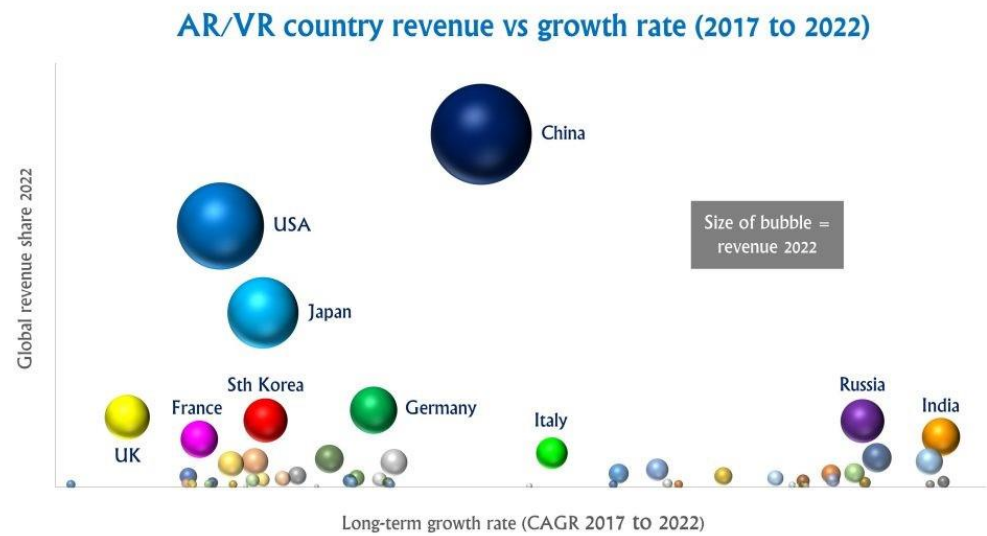
图 103: 韩国 VR/AR 产业现状 (政府主导)



数据来源: 2019 中韩文化产业合作发展论坛&商务洽谈会, 东吴证券研究所

与韩国 VR 市场主要偏向于游戏相比,中国 VR 市场发展更为均衡,当前已将 VR 拓展到各个产业,包括教育、娱乐、国防、航空等所有产业都在利用 VR 技术进行硬件和软件开发。根据 DigiCapital 预测,2022 年韩国 VR 市场或将仅为中国 1/4 的水平。

图 104：各国家 VR/AR 收入与增长率情况（2017-2022）



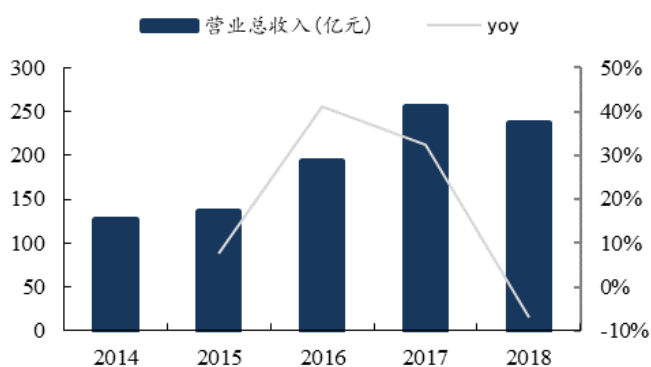
数据来源：DigiCapital，东吴证券研究所

5. VR/AR 市场快速发展，产业链公司机遇将至

5.1. 歌尔股份：VR 蓄势，TWS 正扬帆

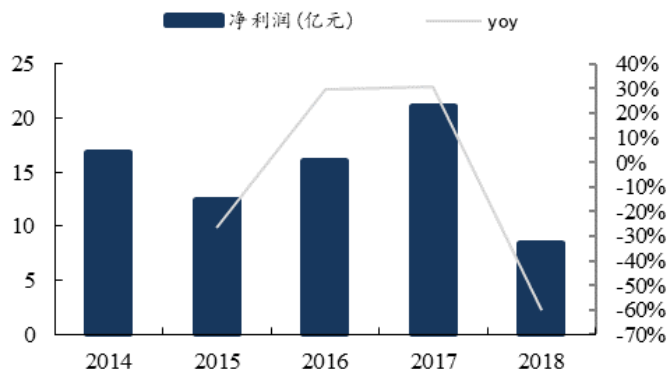
歌尔股份成立于 2001 年，主要从事声学、传感器、光电、3D 封装模组等精密零组件，以及 VR/AR 和智能穿戴等智能硬件的研发、制造和销售，目前已在多个领域建立了全球领先的综合竞争力。公司深耕产业价值链上下游，布局上游零组件、模组，以及下游的智能硬件，致力于打造高度垂直整合的精密加工与智能制造的平台。

图 105：歌尔股份收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

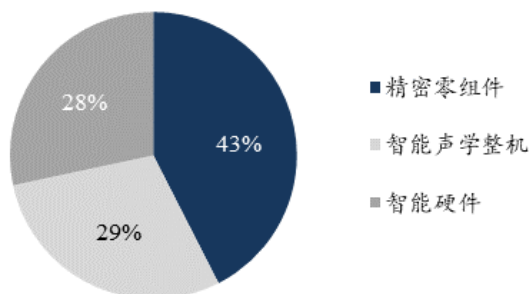
图 106：歌尔股份净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

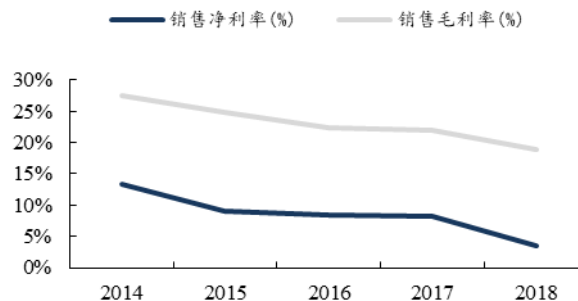
凭借领先的工业、声学 and 电子设计能力，以及丰富的产品开发生产测试经验，歌尔成功进入国际一线品牌 TWS 耳机以及智能音箱供应链此外，智能音箱强劲需求有望为歌尔智能声学整机业务带来全增量。公司在 VR/AR 领域布局较早，具备市场先发优势，目前已成为全球 VR 整机 ODM 的龙头企业，占据全球高端 VR 头显 70% 以上的出货量，积累了索尼、Oculus 等优质客户资源，未来有望充分受益 VR/AR 市场的发展。

图 107：歌尔股份 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 108：歌尔股份毛利率与净利率



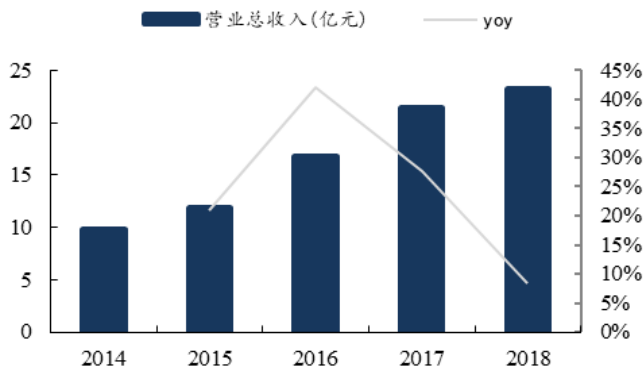
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：下游需求不及预期；行业竞争进一步加剧。

5.2. 水晶光电：布局 3D 感知，AR 新机遇

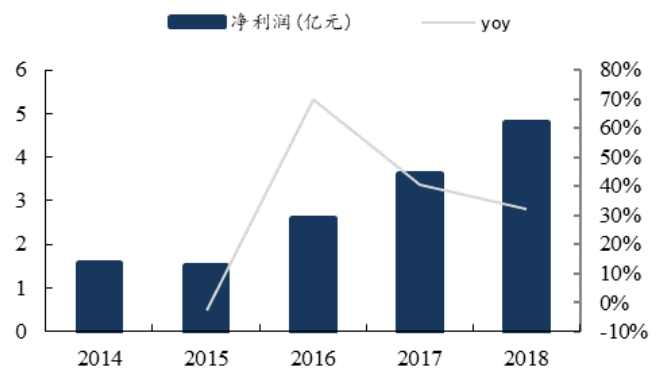
水晶光电成立于 2002 年，是国内专业从事光学影像、LED、微显示、反光材料等领域的研究与制造企业。目前主营业务为光学、LED 蓝宝石、反光材料和新型显示四大业务板块，生产的光学相关元器件、LED 蓝宝石衬底、微投光机模组、反光材料等核心产品均达到国内或国际先进水平。公司凭借在镀膜领域的技术优势，前瞻布局 3D Sensing 镜头模组接收端的窄带滤光片和发射端的 WLO 准直镜头，成为全球仅次于美国 VIAVI 的具备量产能力的窄带滤光片供应商。

图 109：水晶光电收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

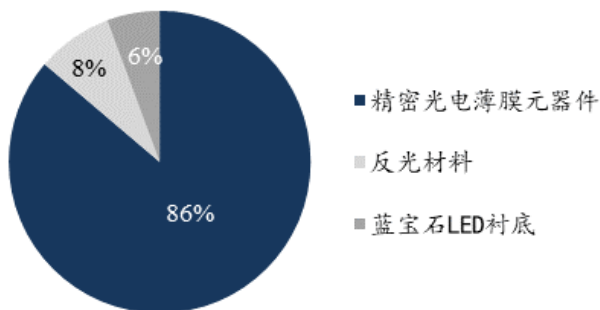
图 110：水晶光电净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

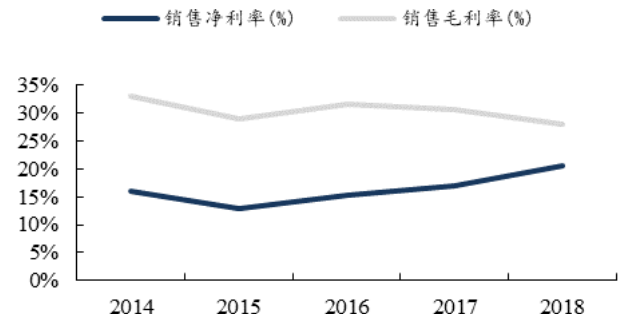
水晶光电通过外延投资布局 AR 行业，卡位 AR 关键技术，于 16 年投资全球阵列光波导技术的标杆企业 Lumus，实现 AR 产业从材料到技术的全面布局。公司在 VR/AR 光学解决方案领域积累深厚，储备了高折射晶圆、智能眼镜光学模组及 POD 和汽车平视显示技术（HUD）等技术，凭借在光学领域的技术积累和面向 VR/AR 的技术布局，有望充分受益 VR/AR 市场的快速发展。

图 111：水晶光电 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 112：水晶光电毛利率与净利率



数据来源：Wind，东吴证券研究所

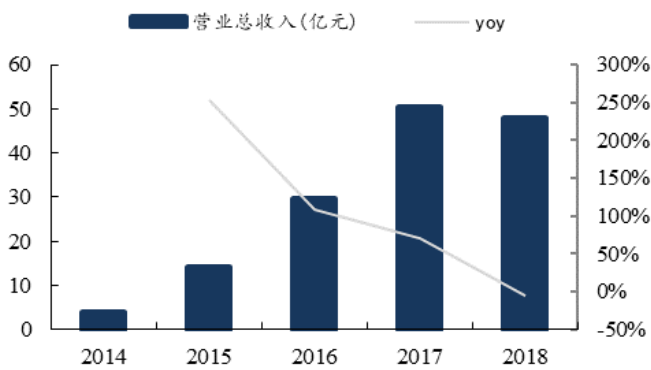
风险提示：安卓厂商推进 3D Sensing 进展缓慢；三摄像头渗透率不及预期。

5.3. 联创电子：光学业务为主，多领域应用

联创电子主要从事光学镜头、摄像模组及触控显示一体化等关键光学、光电子产品的研发和销售，产品广泛应用于智能手机、智能驾驶、VR/AR 等领域，并发起设立集成电路产业基金，投资集成电路产业。

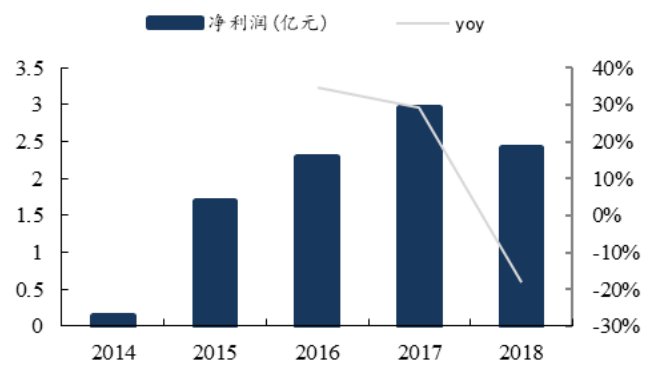
公司深耕 VR/AR 光学部件领域，目前联创电子为国际知名的 VR/AR 厂商研制的投影镜头稳定量产出货。在全景摄像机领域，借助折反光学系统形成的技术优势，公司进一步将产品线由全景镜头扩展到全景影像模组，成为 Insta360 全景影像模组的第一供应商，市场竞争力显著。

图 113：联创电子收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

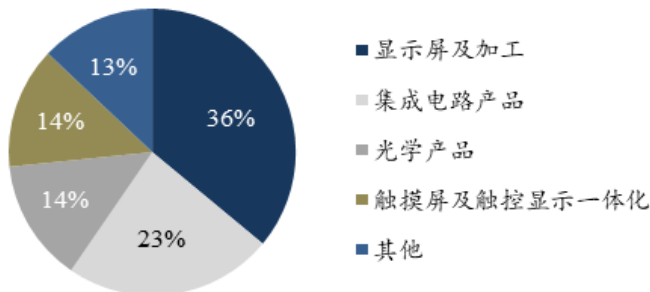
图 114：联创电子净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

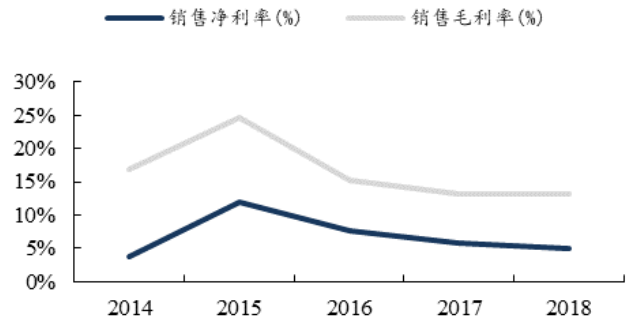
联创电子的光学镜头业务拓展顺利，目前已研制出屏下光学指纹镜头，并得到国际知名手机品牌客户的认可。自 2015 年借壳汉麻产业上市后，公司营业收入、净利润快速增长，业绩重回高速增长。公司经营逐步走出底部，积极布局新兴领域，拓展大客户进度良好，光学、触控显示、集成电路三线布局，未来有望重归成长。

图 115：联创电子 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 116：联创电子毛利率与净利率



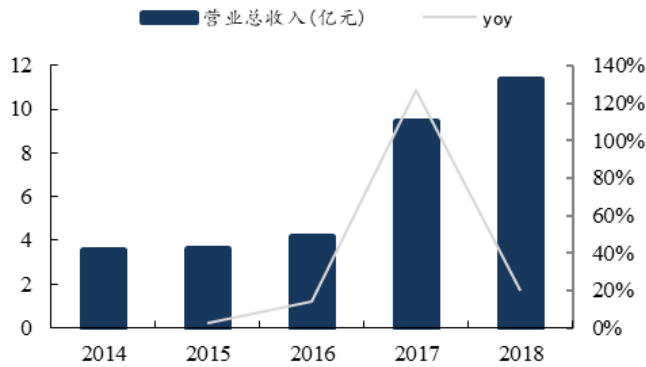
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：智能手机销量大幅下滑；玻塑混合方案推进不达预期。

5.4. 苏大维格：成功研发光场镜片，扩大 AR 视场角

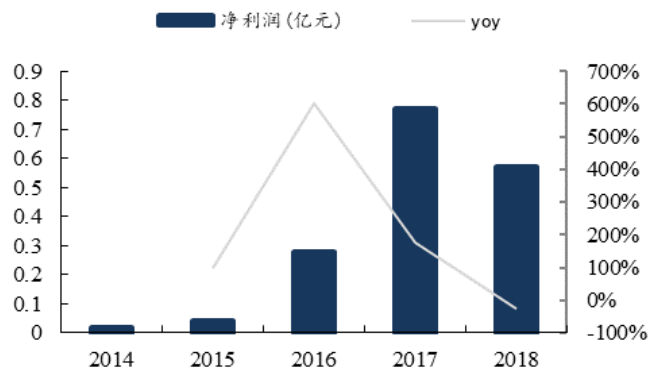
苏大维格是国内领先的微纳结构产品制造和技术服务商，主要业务为微纳光学产品和反光材料的设计、开发与制造。作为从事微纳技术领域研发与制造的高技术企业，苏大维格致力于行业共性技术与关键设备的开拓创新，高端微纳图形化直写设备、微纳材料研发，推进新型显示、照明与成像行业的产业应用。

图 117：苏大维格收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

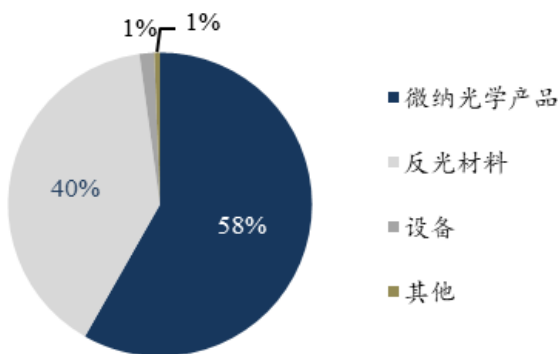
图 118：苏大维格净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

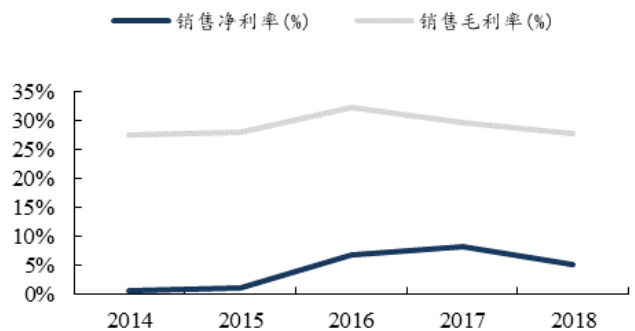
公司已经在包装材料、公共防伪、导光膜、导电膜等领域形成了较为完整的产业化布局，并且在 LED 纳米图形化衬底、OLED 掩膜版、裸眼 3D 等领域拥储备了更完善的技术。并且早在 2016 年便已成功研发出用于 AR 的“纳米波导光场镜片”。目前，公司已掌握“头戴式三维显示光场镜片”的设计与制造技术，自主研发了“纳米波导光场镜片”的高效纳米制备设备，并针对波导光场镜片的特点，建立了“纳米波导光场镜片”设计加工能力，有效扩大了 AR 视场角 (FOV)。苏大维格面向 VR/AR 应用的产品技术领先，市场竞争力显著，随着 VR/AR 市场的快速增长，该公司有望率先受益。

图 119：苏大维格 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 120：苏大维格毛利率与净利率



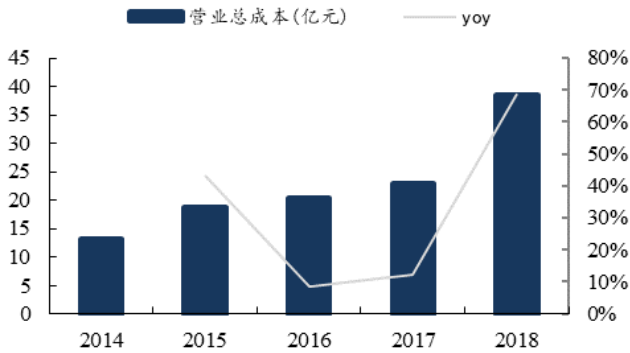
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：客户拓展不及预期；原材料价格大幅上涨。

5.5. 韦尔股份：CIS 龙头厂商再起航

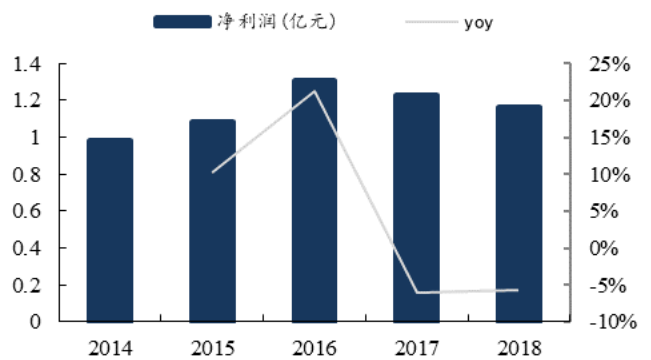
韦尔股份主营半导体设计与分销业务，并通过并购北京豪威和思比科正式切入快速增长的 CIS 市场。在当前半导体核心器件国产化加速背景下，北京豪威作为全球第三大 CIS 厂商公司，将充分受益于光学产业大发展浪潮。此外，公司新业务与原有业务具有较强的协同性，看好其未来发展前景。

图 121：韦尔股份收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

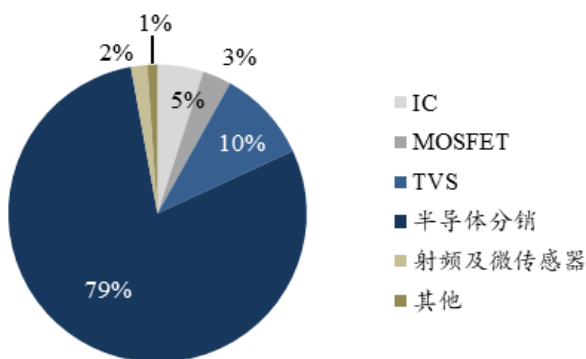
图 122：韦尔股份净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

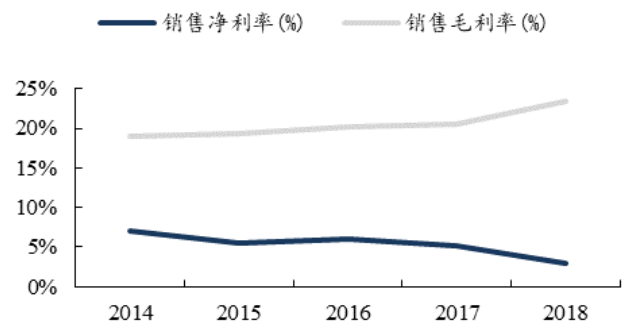
韦尔股份拥有北京豪威 85.53% 的股权，VR/AR 为公司市场开拓五个领域之一。北京豪威在 LCOS 领域积累了十余年的技术研发经验，并联合国际一流设备厂商合作开发了全世界首条 12 吋硅基液晶高清投影芯片产线，在 LCOS 领域的技术积累和工艺先进性均居全球同行业之首。目前北京豪威 LCOS 产品在 AR 领域的客户为 Magic Leap，其 AR 眼镜的核心投影芯片使用了北京豪威的 LCOS 产品，同时还搭载多颗北京豪威的 CMOS 图像传感器。同时北京豪威还正与 Magic Leap 合作设计开发第二代用于 AR 眼镜的 LCOS 投影芯片，预计 2019 年会正式发布并量产。

图 123：韦尔股份 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 124：韦尔股份毛利率与净利率



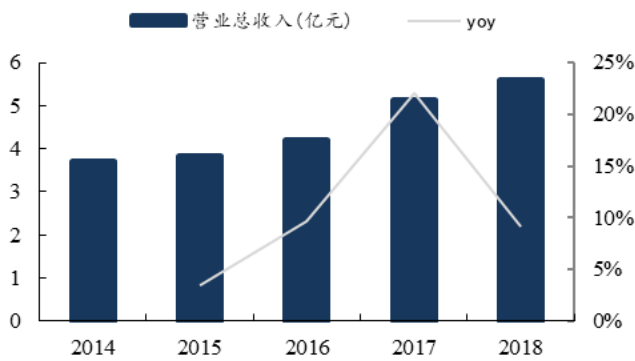
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：图像传感器新产品量产不及预期；消费电子终端需求不及预期。

5.6. 永新光学：深耕高端光学精密制造

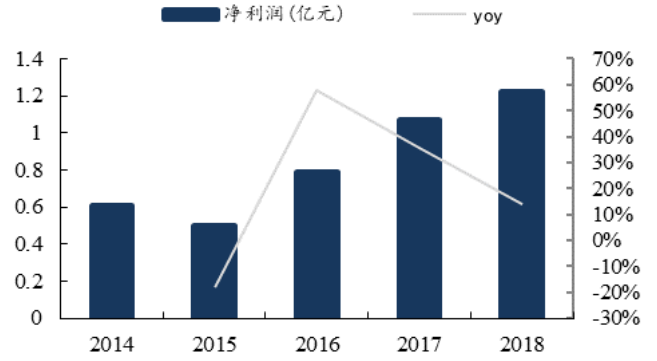
永新光学成立于 1997 年，专注于显微镜、光学元件组件业务，是业内领先的光学企业。公司主要产品包括生物显微镜及工业显微镜、条码扫描仪镜头、平面光学元件、专业成像光学部组件，在教育、科研、医疗以及智能设备上有广泛的应用。

图 125：永新光学收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 126：永新光学净利润规模及增长

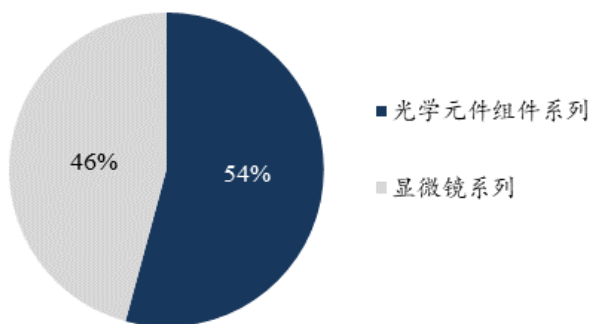


数据来源：Wind，东吴证券研究所

永新光学具备 AR、VR 类产品配套光学部件的研发制造能力，并向该类客户供应过少量光学元器件。AR、VR 类消费电子产品光学部件不是公司业务主要方向，不排除适当时机进入该领域的可能性。

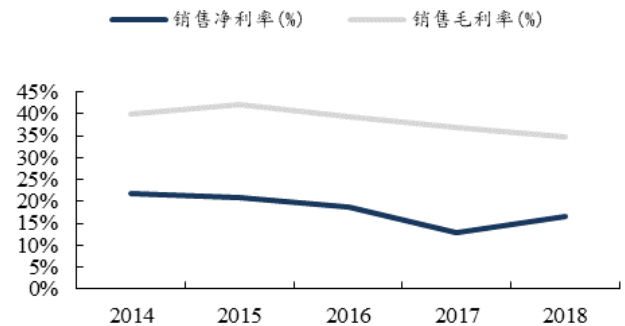
公司主要产品包括生物显微镜及工业显微镜、条码扫描仪镜头、平面光学元件、专业成像光学部组件，属于光学产业链的一部分，产品涵盖中游光学元件组件和下游光学整机。下游光学整机中包含 AR、VR 设备。

图 127：永新光学 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 128：永新光学毛利率与净利率



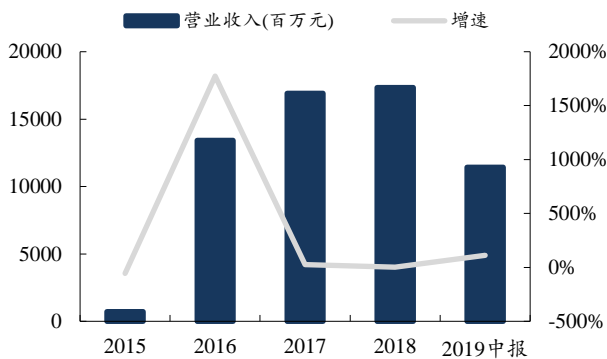
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：扩产进度、产品销售不达预期；产品平均单价、毛利率提升低于预期。

5.7. 闻泰科技：ODM 龙头助力智能硬件生产

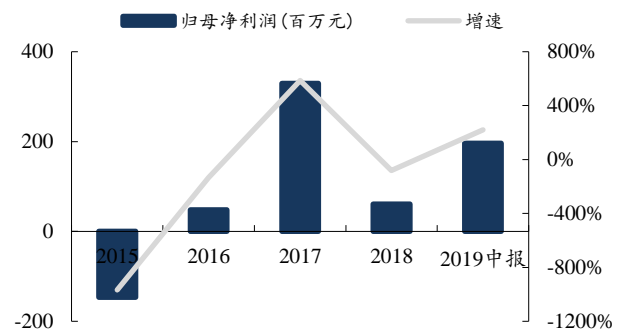
闻泰科技主要从事智能终端和智能硬件的设计和制造，业务领域涵盖通讯终端、物联网、人工智能、智能硬件、笔记本电脑、服务器、半导体等，已发展成为全球手机出货量最大的 ODM 厂商，市场占有率超过 10%，同时也是全行业唯一拥有自建模具厂和完善智能化生产线的公司。目前，公司基于高通骁龙芯片平台研发的手机、VR 一体式头显、AR 智能眼镜、T-BOX 车机系统、嵌入式智能电动汽车计算单元、笔记本电脑、服务器已经大批量出货或正在研发当中。

图 129：闻泰科技收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 130：闻泰科技净利润规模与增长

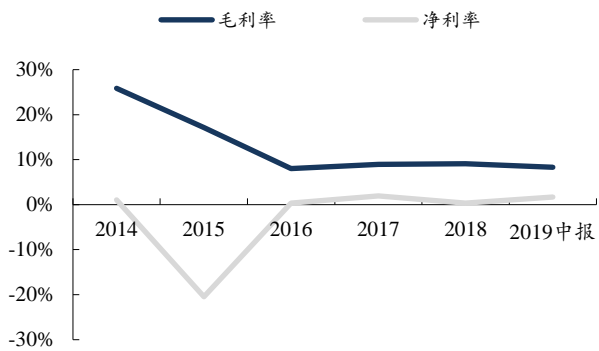


数据来源：Wind，东吴证券研究所

ODM 行业强者恒强，顺应智能手机行业变革趋势，迎接 5G 换机潮。公司在历年与大客户的合作中，以高品质设计、优质的产品、高效的供应链管理等赢得大客户信赖，积累了华为、小米、联想、三星、OPPO 等国内外品牌大客户。为满足客户要求，公司在无锡、印度等地扩张产能，充分满足客户全球交付的需求，为公司迎接 5G 时代来临奠定扎实基础。

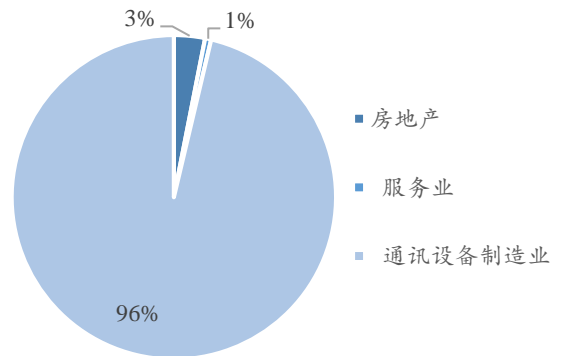
公司收购安世半导体布局分立器件、逻辑和 MOSFET 器件市场，未来成长空间广阔。安世半导体前身是恩智浦的标准产品事业部，在分立器件、逻辑和 MOSFET 器件等领域的市占率领先，是全球半导体分立器件的领军企业。公司通过收购安世半导体，有望通过联合创新在众多高增长领域实现业务的飞速发展。

图 131：闻泰科技利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 132：闻泰科技收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

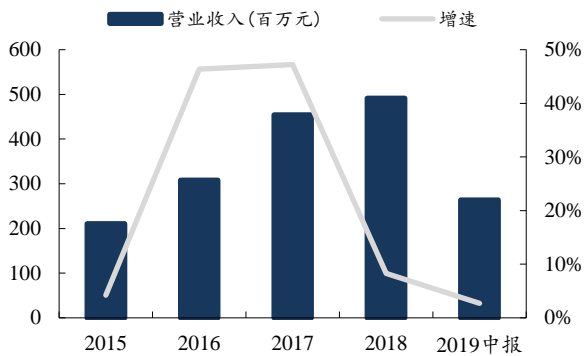
风险提示：研发、批量生产进度低于预期；VR 等相关设备 ODM 业务不及预期。

5.8. 福晶科技：规模效应显现，激光投影开启 AR 等小众市场

福晶科技主要从事晶体材料、精密学元件、激光器件等相关产品的研发、生产和销售，产品广泛应用于固体激光器、光纤激光器制造，是激光系统的核心元器件，部分精密光学产品应用于光通讯领域。目前，公司 LBO 晶体全球市占率达 70%，BBO 市占率达 50%，是激光晶体细分领域的全球龙头。

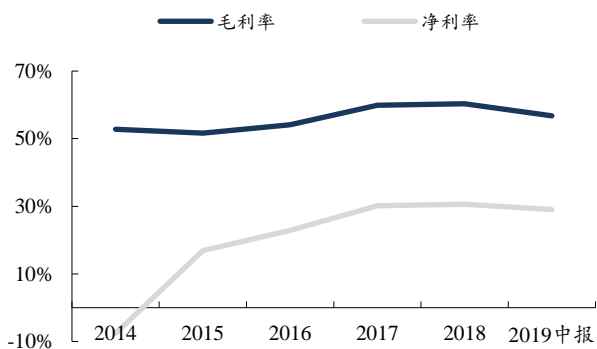
在 VR/AR 领域，公司主要供应上游光学元器件，随着激光投影显示、3D Sensing 等创新技术应用的相继落地，AR 眼镜、激光微投等产品有望快速普及，从而带动激光相关光学元器件产业链的发展。目前，公司与微软合作研发的 DOE 等相关元件已应用于 HoloLens。此外，公司在激光光学处理领域积累深厚，公司配套 AR 龙头客户研发相关光学元器件，在抛光、镀膜等工艺段有深厚积累，已经实现部分光学处理器件量产。

图 133：福晶科技收入规模及增长



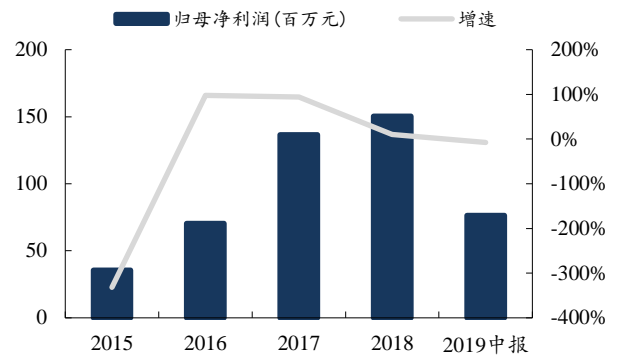
数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 135：福晶科技利润率情况



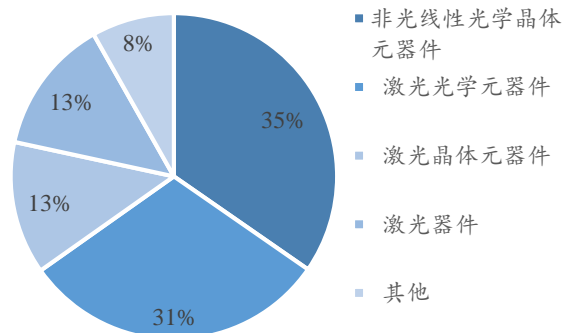
数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 134：福晶科技净利润规模与增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 136：福晶科技收入结构



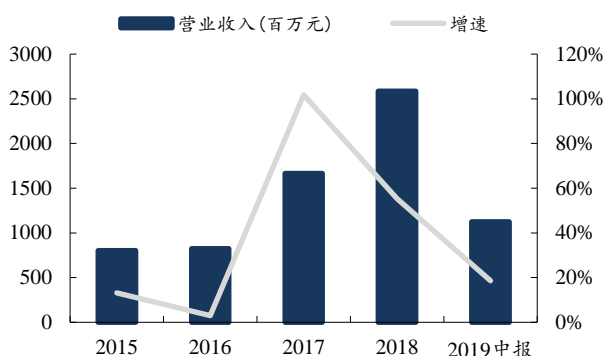
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：终端需求不及预期；毛利率、净利率低于预期。

5.9. 中光学：兵装集团光电板块唯一上市平台，未来发展潜力大

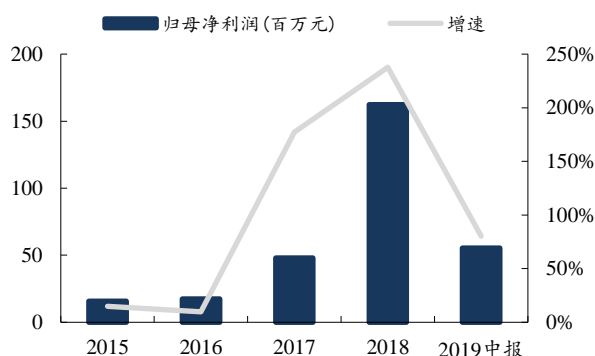
中光学主要业务包括精密光学元件和投影整机及其核心组件等。精密光学组件产品包括透镜、棱镜、光学镜头等，主要应用于数字投影机、智能手机、安防监控等产品；投影整机及其核心部件方面，公司具备完整的基于 DLP 方案的投影显示产品设计、研发、生产及检测能力。目前公司是全球投影显示领域光学元件配套最齐全的企业，数码光学精密零组件市占率领先，光学薄膜装备水平与规模化生产能力显著。

图 137：中光学收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

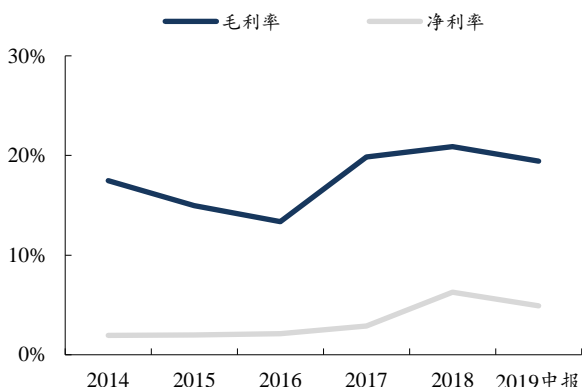
图 138：中光学净利润规模与增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

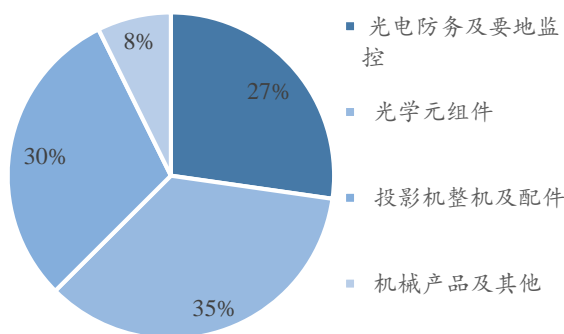
依托公司光学薄膜核心技术优势，公司在前瞻性领域的开发持续突破，AR 波导产品、手机用全景棱镜、屏下指纹棱镜产品开发成功并实现小批量生产，为后续发展奠定了良好基础。

图 139：中光学利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 140：中光学收入结构



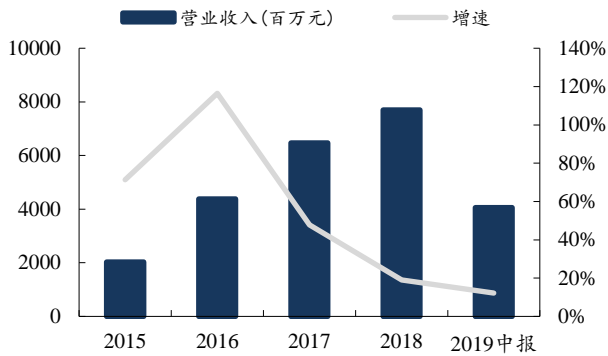
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：市场扩张、占有率提升不及预期；激励政策效果不及预期。

5.10. 利亚德：多年深耕显示，VR 体验初具规模

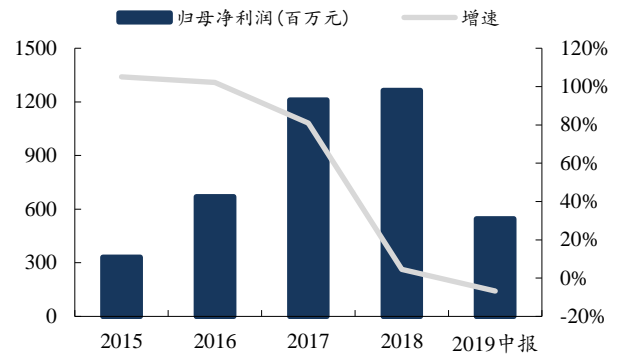
利亚德主营业务包括智能显示、VR 体验、夜游旅游、文旅新业态等。智能显示业务，主要以多种显示产品为核心形成适用于各种行业的智能显示解决方案，显示产品包括 LED 小间距电视、LED 显示屏、LCD 大屏拼墙、会议一体机等。

图 141：利亚德收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 142：利亚德净利润规模与增长

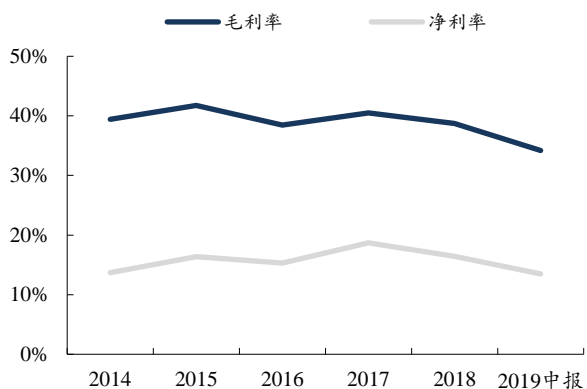


数据来源：Wind，东吴证券研究所

VR 体验业务，公司拥有全球领先的光学动作捕捉技术和交互技术。公司的定位是：成为 VR/AR 开放性的交互平台和解决方案的供应商。这一定位，源于公司技术的三个核心——深度交互、大空间定位与追踪、物理数据的 3D 数字化采集——最终形成开放性的系统和交互平台，与 VR 应用的各行业合作伙伴共同开发“VR 应用行业解决方案”，成为产业链的核心。

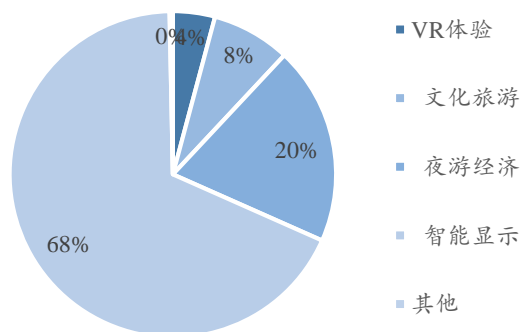
利亚德提供整体解决方案，如 AR 演播室，将 VR/AR 领域中的技术和产品应用于城市文化演艺、城市主题文化体验等业务中。随着 5G 的高速推广和应用，VR 产业将迎来高速发展契机，利亚德已经在 VR 技术产品和应用体验等方面积累了相当的经验和技術储备，有望抓住机遇乘势发展壮大。

图 143：利亚德利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 144：利亚德收入结构



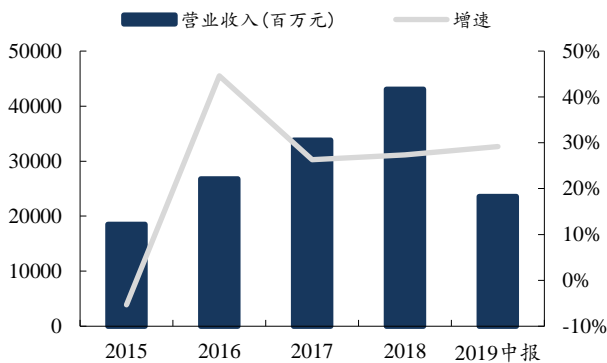
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：VR 体验业务营收不及预期；5G 发展、扩张速度低于预期。

5.11. 欧菲光：消费电子光学光电龙头，对外投资卡位赛道

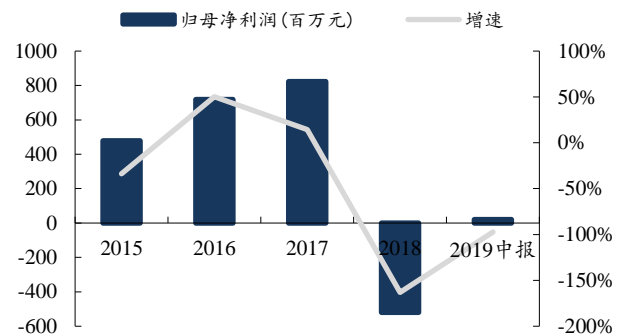
欧菲光主营微摄像头模组、触摸屏和触控显示全贴合模组、指纹识别模组和智能汽车电子产品的研发和销售，产品广泛应用于以智能手机、平板电脑、智能汽车和可穿戴电子产品等为代表的消费电子和智能汽车领域。通过外延内扩不断扩大产品线，目前公司形成了“智能手机+汽车电子”双引擎驱动的业务模式，在消费电子光学光电领域，公司行业龙头地位显著，摄像头、触显模组和指纹识别模组出货量连续多年位居全球第一。

图 145：欧菲光收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

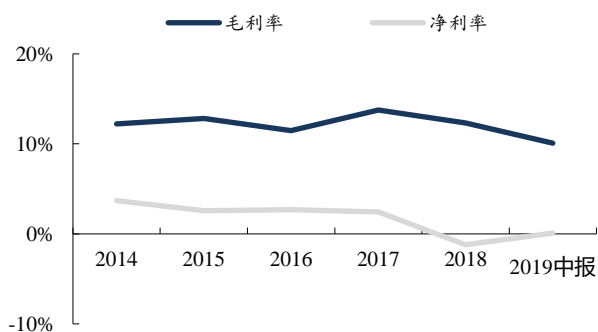
图 146：欧菲光净利润规模与增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

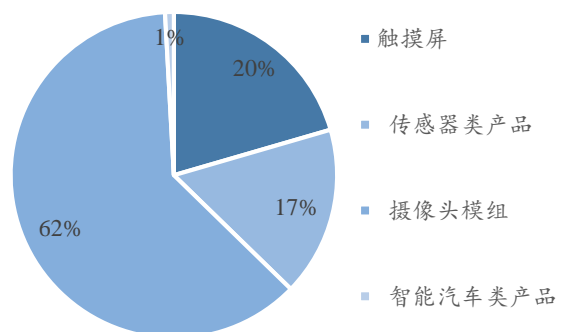
此外，公司通过投资美国 ODG 卡位 AR 赛道，ODG 是知名 AR 技术公司，主要从事高度集成和高清晰度的 AR 智能眼镜的研发，随着 AR 市场的快速发展，公司有望与 ODG 在 AR 元件、模组及产品上实现协同发展。

图 147：欧菲光利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 148：欧菲光收入结构



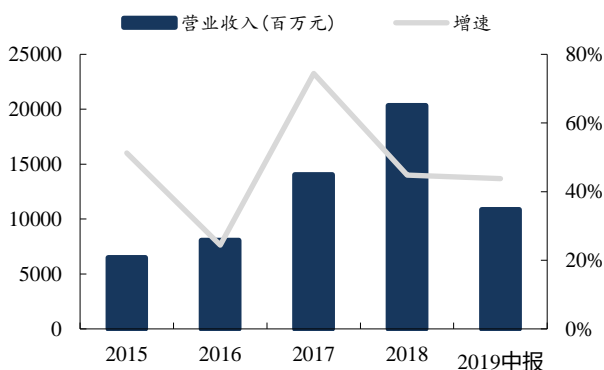
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：投资公司业绩不及预期；AR 眼镜设备销售不及预期。

5.12. 欣旺达：电池 Pack 龙头合作开发 VR 一体机，探索下一核心领域

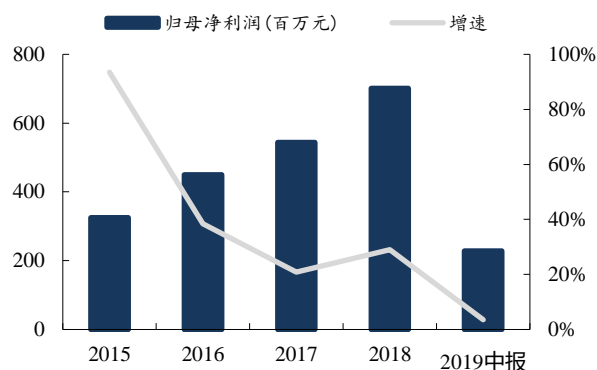
欣旺达主营锂电子电池模组研发和制造，主要产品为锂电子电池模组、锂离子电芯、电源管理系统、精密结构件等，产品广泛应用于手机、笔记本电脑、VR、可穿戴设备、能源互联网以及储能等领域。公司目前已成为国内锂能源领域设计能力最强、配套能力最完善、产品系列最多的锂离子电池模组制造商之一，已成功进入国内外众多知名厂商的供应链，未来发展前景广阔。

图 149：欣旺达收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 150：欣旺达净利润规模与增长

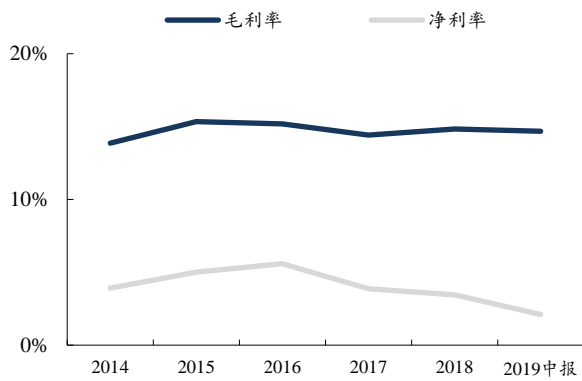


数据来源：Wind，东吴证券研究所

公司是全球消费类电池模组龙头，在手机 Pack 领域市占率全球第一，是华为、苹果、小米、OPPO、vivo 等手机品牌厂商的主供应商，品牌认可度极高。在 BMS 研发方面处于国内领先水平，拥有丰富的经验，公司通过自主研发掌握了基本充放电保护、电池监控与保护和多电芯平衡等方面的核心技术，自主研发的 BMS 应用于公司产品手机电池、笔记本电脑电池、汽车及动力电池和储能电池系统上，得到客户的一致认可。

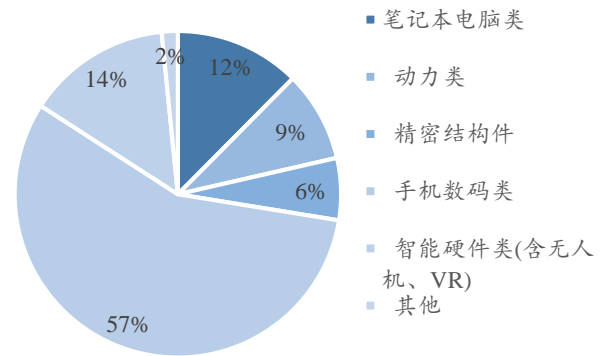
欣旺达与深圳市掌网科技股份有限公司签订了《关于共同开发 VR 业务的战略合作框架协议》，合作产品为 VR 一体机，其中欣旺达负责 VR 相关产品的设计优化、生产制造、测试、品质保证；掌网科技负责 VR 一体机方案设计、软件开发等，双方将充分挖掘资源优势，实现互补双赢。同时公司成立 VR 穿戴事业部，全面负责 VR 智能可穿戴设备的相关业务，统筹在电池、SMT、塑胶以及喷涂、整机组装和测试方面的制造能力，形成强大的智能硬件整体解决方案，更好地满足客户以及市场需求。

图 151：欣旺达利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 152：欣旺达收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

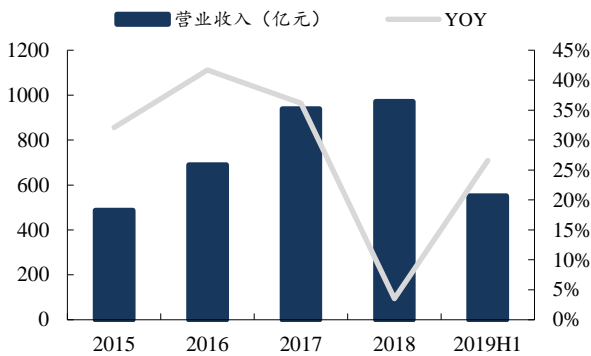
风险提示：VR 市场发展低于预期；合作进度不及预期。

5.13. 京东方：面板龙头投资价值显现，多方合作充分布局 VR/AR

京东方主营业务是显示面板的研发和销售，根据 IHS Markit 数据，2018 年京东方显示面板总体出货量保持全球第一；显示器件整体出货面积同比增长超 30%，由全球第四升至第二。相关产品广泛应用于手机、平板电脑、笔记本电脑、显示器、电视、车载、数字信息显示、VR/AR、可穿戴设备等领域。

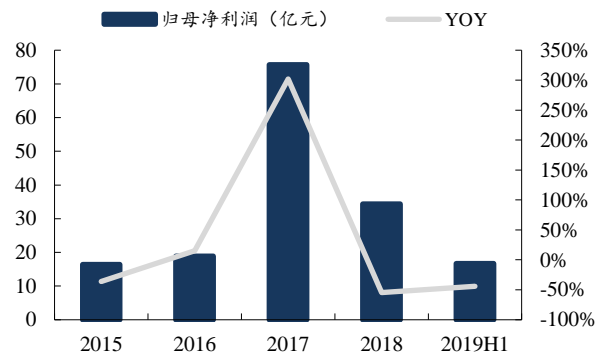
2018 年 8 月份，为布局 VR/AR 行业投资 OLED 微显示器件生产线项目，京东方与云南北方奥雷德光电科技股份有限公司、高平科技（深圳）有限公司、云南省滇中产业发展集团有限责任公司合作，共同投资 11.5 亿元人民币在云南省昆明市建设国内首条大型 OLED 微显示器件生产线项目，从事 OLED 微显示器件的生产、销售及研发。

图 153：京东方收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

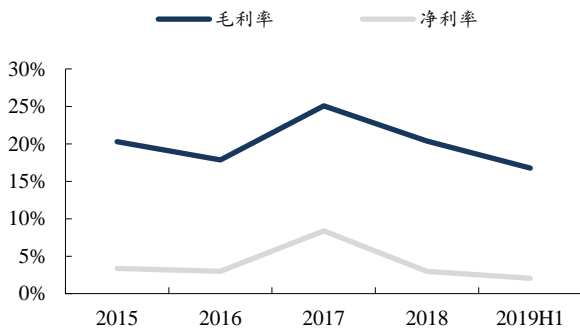
图 154：京东方净利润规模与增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

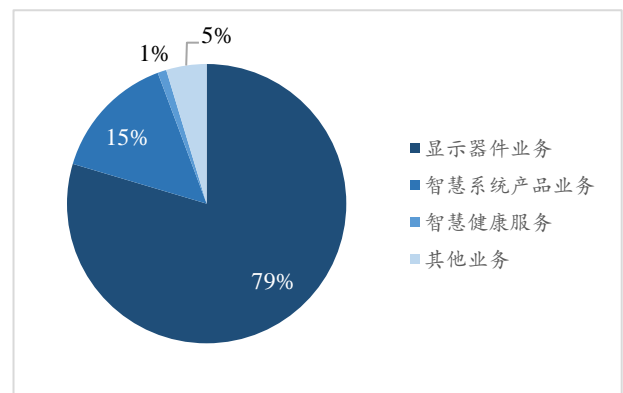
此外，在 2015 年，京东方成立 VR 部门为市场上多家 VR 产品提供微显示屏，并且参与到 VR 一体机的研发过程。京东方在 VR 领域投入大量的人力、物力，取得多项 VR 技术与专利，未来有望在 VR 产品领域持续突破。

图 155：京东方利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 156：2018 年京东方收入结构



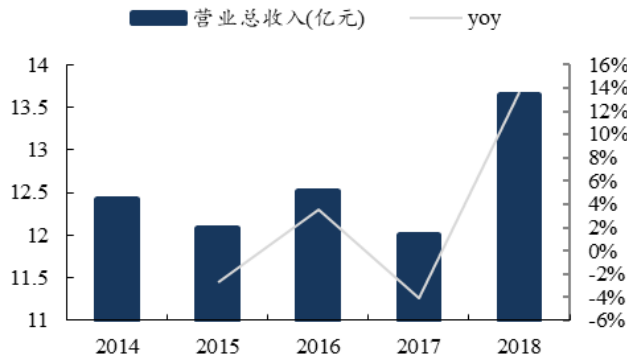
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：下游需求增长不及预期、产品价格持续下滑，产能爬坡良率不及预期。

5.14. 全志科技：芯片设计国内领先，VR 市场快速成长

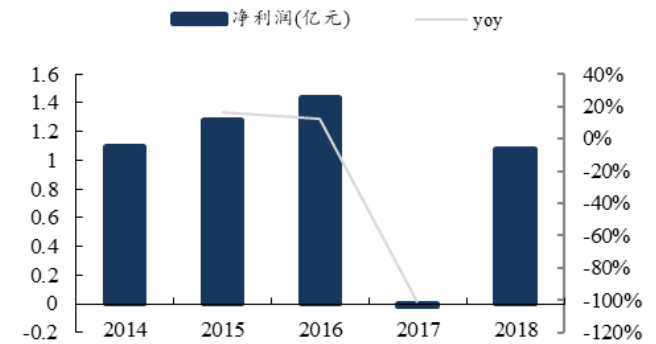
全志科技在 2015 年 5 月登陆 A 股创业板，公司致力于集成电路设计行业，主营业务为系统级超大规模数模混合 SoC 及智能电源管理芯片的研发与设计，主要产品为智能终端应用处理器芯片和智能电源管理芯片，产品可广泛应用于个人、家庭、汽车等各类终端电子产品之中。

图 157：全志科技收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 158：全志科技净利润规模及增长

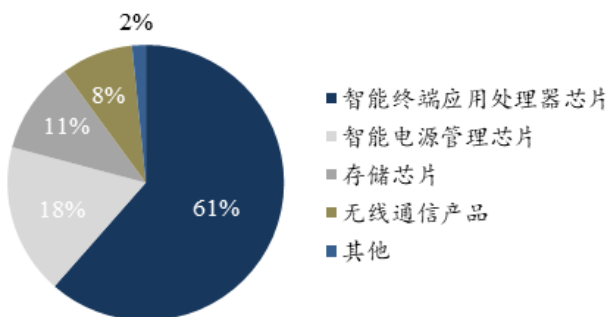


数据来源：Wind，东吴证券研究所

2016 年，作为国内芯片厂商的代表，全志科技推出了基于其 VR 专用芯片打造的 H8vr 视频一体机解决方案，该方案针对底层算法进行优化并且融合 ATW 异步时间扭曲、FBR 前缓冲渲染等。

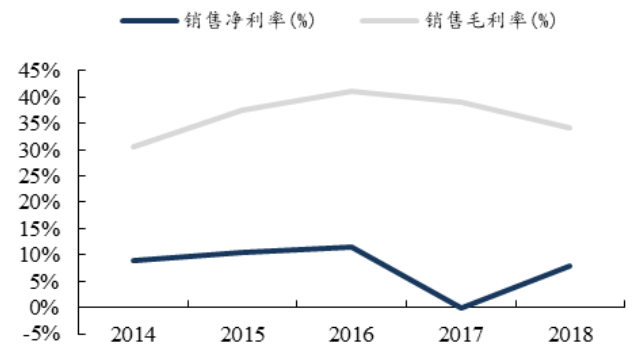
2018 年，全志科技展示了多款基于 VR9 方案的头显产品：包括 GOOVIS 智能眼镜、Pico 头显、Emdoor VR 等。VR9 平台是全志专门针对 VR 推出的一款芯片，包括 VR 专用加速模块及屏显系统、VR 专用系统方案开发平台、VR 专用影音和交互系统以及 VR 专用功耗电源方案，未来有望充分受益 AR/VR 市场的发展。

图 159：全志科技 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 160：全志科技毛利率与净利率



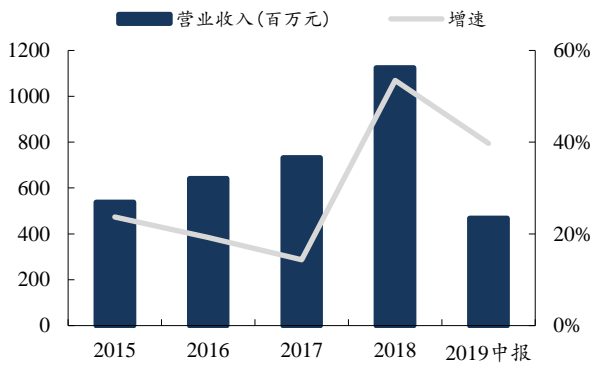
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：恶性竞争导致毛利率下滑，经营状况改善低于预期，业务开展受阻。

5.15. 易尚展示：3D 成像技术实力雄厚，下游行业拓展大有可为

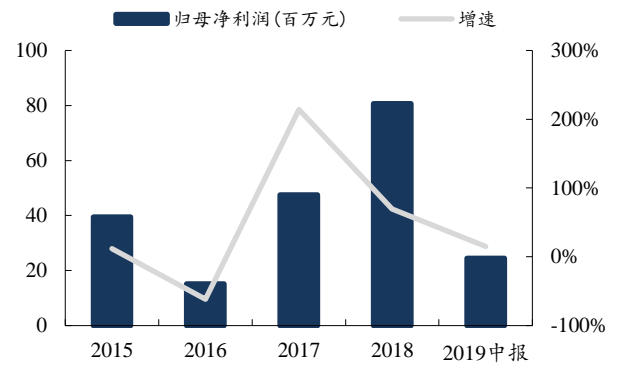
依托专业科研团队与多年持续的研发投入，公司在 3D 扫描成像、虚拟展示技术方面具有明显的竞争优势，自主研发的 3D 扫描技术已经能够实现高精度（0.02 毫米）、高匹配、快速度（1 秒）的行业领先水平，并拥有 90 余项专利技术。

图 161：易尚展示收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 162：易尚展示净利润规模与增长



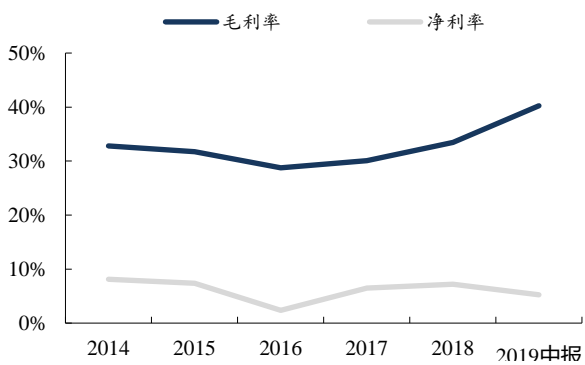
数据来源：Wind，东吴证券研究所

当前公司 3D 建模已成功应用于教育、文物保护、电商等领域，教育方面 3D 创客教育空间广阔，目前已在深圳、北京多所中小学取得成功试点；签署深圳改革开放展览馆“大潮起珠江”展览施工项目合同的公告金额共计 2085.6 万元；电商平台应用 3D 数字模型可以让客户在互联网上即对产品形成直观感受，带来全新的购物体验，应用有较好的市场前景。

虚拟展示业务方面，公司与京东在零售领域展开创新合作，开发 3D 云货架无界零售系统，应用于京东之家、7Fresh 等线下零售场景。与蚂蚁金服、优酷联合完成“这就是街舞”AR 项目、“星宝”AR 萌宠等。与华为 Vmall 商城建立合作关系，开展 3D 模型及 3D 营销展示等业务。就 VR 与电商领域的结合而言，3D 展示对电商有重要意义，立体呈现可以给消费者更清晰的感知，一方面降低退货率，一方面能提高消费者购买意愿，增加转化率。

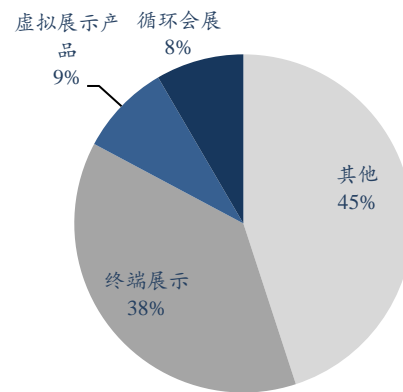
在 VR/AR 逐渐普及的背景下，公司多年积累的 3D 图像技术可以转化成行业性的解决方案，在各行各业与 VR/AR 的融合中大有可为。

图 163：易尚展示利润率情况



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 164：易尚展示收入结构



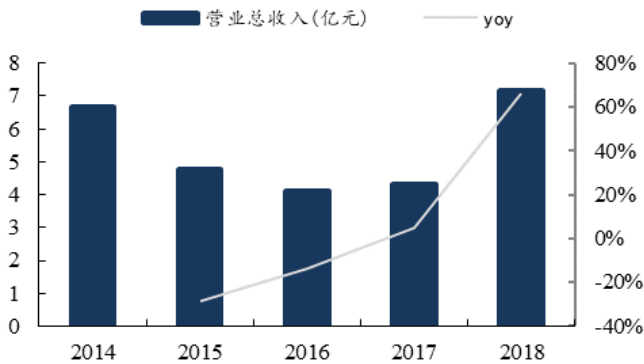
数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：3D 项目进展低于预期；公司财务改善低于预期。

5.16. 恒信东方：视觉工业应用发展前景广阔，公司技术及内容储备丰富

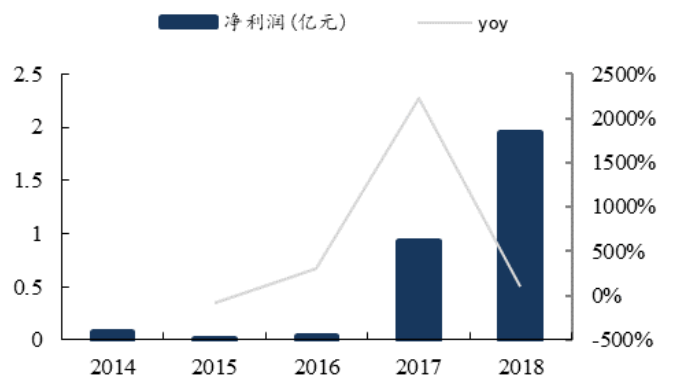
恒信东方拥有国内领先的CG技术，在VR内容制作领域竞争力显著。公司自2016年开始参股美国VR公司VRC、新西兰紫水鸟等国际知名公司，并完成收购东方梦幻、安徽赛达，公司在VR内容的设计结构手法、演绎方式、技术手段等领域积累了丰富的经验，在VR内容的前期探索性以及应用的能力上都具备坚实的基础。

图 165：恒信东方收入规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

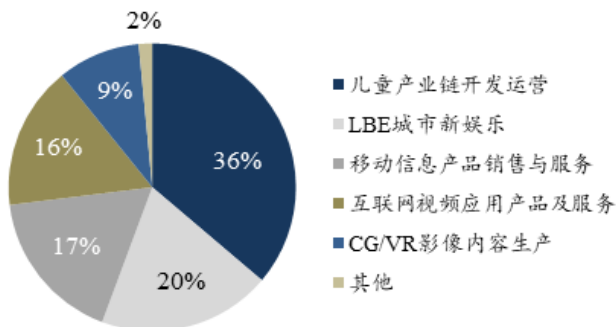
图 166：恒信东方净利润规模及增长



数据来源：Wind，东吴证券研究所

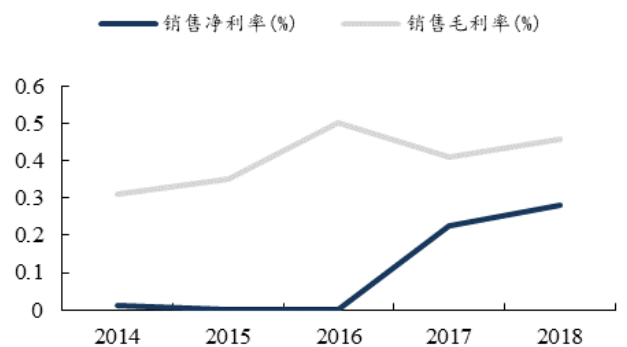
公司主营上游IP开发与技术实现以及LBE场馆业务。公司的IP一般是全球化合作开发，恒信东方成立了海外基金，主要参与IP的全球发行与合作。当前该公司已经储备并开发了一系列儿童动画IP。场馆业务主要是针对居于城市之中青少年与成人的场馆，例如密室逃脱等，这类业务与VR技术落地的应用具有非常强的相关性。公司目前已经形成了以CG技术为核心，以优质的IP资源为基础，布局儿童动画产业链，同时将业务外推，布局城市场馆项目，多线共同发展。

图 167：恒信东方 2018 年收入结构



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图 168：恒信东方毛利率与净利率



数据来源：Wind，东吴证券研究所

风险提示：CG/VR 影视作品销售情况不达预期、衍生品开发效果不达预期、实景娱乐项目进展及运营效果不达预期的风险等。

图 169：相关公司估值

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (元)	EPS				PE				投资评级
				2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E	
002273.SZ	水晶光电	148.51	13.24	0.54	0.58	0.73	0.92	25	23	18	14	买入
002241.SZ	歌尔股份	471.19	14.52	0.27	0.39	0.53	0.69	54	37	27	21	—
603501.SH	韦尔股份	890.18	103.07	0.30	0.50	0.99	1.33	344	206	104	77	—
002036.SZ	联创电子	100.14	14.00	0.45	0.45	0.65	0.85	31	31	22	16	—
300331.SZ	苏大维格	58.70	25.97	0.27	0.49	0.66	0.85	96	53	39	31	—
002751.SZ	易尚展示	48.25	31.21	0.52	0.69	0.95	1.12	60	45	33	28	—
300081.SZ	恒信东方	53.07	10.03	0.37	0.43	0.55	0.72	27	23	18	14	—
603297.SH	永新光学	38.84	35.57	1.45	1.42	1.84	2.28	25	25	19	16	—
600745.SH	闻泰科技	457.94	71.86	0.10	1.15	1.86	2.12	719	62	39	34	—
002189.SZ	中光学	63.02	24.02	0.68	0.77	0.94	1.21	35	31	26	20	—
300296.SZ	利亚德	186.14	7.32	0.50	0.62	0.77	0.96	15	12	10	8	—
002456.SZ	欧菲光	299.50	11.04	-0.19	0.37	0.61	0.59	-48	29	18	18	—
300207.SZ	欣旺达	208.64	13.48	0.45	0.62	0.91	1.20	30	22	15	11	—
000725.SZ	京东方	1,389.87	4.03	0.10	0.12	0.17	0.23	40	34	24	18	—
300458.SZ	全志科技	92.34	27.93	0.36	0.52	0.67	0.84	78	54	42	33	—

数据来源：Wind，东吴证券研究所

(总市值、收盘价数据更新到 2019 年 9 月 15 日；无投资评级的公司数据均来自 wind 一致预期)

6. 风险提示

1) 5G 建设进度不及预期: 5G 建设涉及到基础设施、应用生态和运营服务等多个产业环节, 各环节建设工作专业化程度高, 且投入较大, 若部分环节建设速度放缓, 可能会导致 5G 整体建设进度不及预期, 从而影响 VR/AR 相关产业的发展。

2) 下游需求不及预期: 由于下游需求放缓, VR/AR 相关的终端产品的销量可能受到影响, 从而影响相关市场规模的增长。

3) 国际经济环境波动风险: 中美贸易摩擦等不确定因素的存在, 使国际经济环境存在一定的不稳定性, 可能对 VR/AR 相关产业链的发展造成一定影响。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15% 以上；

增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5% 与 15% 之间；

中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 -5% 与 5% 之间；

减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 -15% 与 -5% 之间；

卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 -15% 以下。

行业投资评级：

增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5% 以上；

中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘 -5% 与 5%；

减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5% 以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码：215021

传真：(0512) 62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

