

5G助力云VR规模化，视频业务率先落地

2019年12月26日

【投资要点】

- ◆ **VR技术进入爬升恢复期，一体机将成为未来主流。**随着2019年5G大幕开启，“5G云VR”概念成为焦点，9月华为发布“颠覆式VR眼镜”——Huawei VR Glass，进一步推动沉寂了两年的VR市场重新迎来市场关注。VR技术经历2016年的期望膨胀期和2017-2018年的泡沫破裂期后开始进入爬升恢复期，2019年也被看作继2016年后新的VR元年。VR设备形态的发展趋势也逐步确定，高性能的可提供完全沉浸感的一体机（无绳）VR设备将是未来主流。据IDC预测，2019年一体机VR设备出货量占比将从2017年的4%提升至38%。
- ◆ **云VR是VR规模化的必然选择，5G助力云VR落地。**云VR通过将大量的本地计算移到云端，一方面省去了昂贵笨重的本地计算机，去掉了连接线，实现了移动便捷、轻量化和低成本；另一方面实现VR内容聚合，保障版权。当前VR行业发展面临的主要瓶颈就在于成本和用户体验的不平衡，云VR解决方案将解决该痛点，是VR走向规模化应用的必然选择。云VR性能的提升对网络的带宽和时延也提出了更高的要求，当前4G网络还难以满足，5G网络的传输速率可达到10Gbps，是4G的100倍；传输时延可达到1ms级别，是4G的1/50，有望助力云VR真正落地，扩展更多的应用领域。
- ◆ **视频业务打开2C市场，教育应用领街2B市场。**VR应用市场中2C领域将率先落地，首先利用IPTV的延伸发展Cloud VR视频相关应用，包括Cloud VR巨幕影院、Cloud VR直播和Cloud VR 360°视频三项应用，培养用户使用VR的习惯；其次聚合VR游戏应用，现阶段VR游戏内容丰富，是用户最愿意为体验付费的杀手级场景，可作为增值业务增加用户粘性。据高盛预测，2020年全球VR游戏营收规模将达69亿美元，将是未来整个VR应用市场最大的细分应用领域。2B领域，教育应用有望率先发展，该领域具备刚性需求，用户群体比较明确，商业模式较为清晰。据高盛预测，2020年全球VR教育市场规模有望超过3亿美元，2025年有望超过7亿美元。
- ◆ **国内厂商在硬件环节加快追赶，软件环节差距较大。**VR/AR行业的产业链环节和智能手机大体相似，包括硬件、软件、内容制作和分发、应用及服务四个环节。据SuperDATA预测，2020年VR硬件的市场规模将达121亿美元，2C领域软件和服务环节的市场规模将达162亿美元。硬件环节，国内企业逐步从整机代工向核心元器件环节渗透，具体包括芯片、显示器件、光学器件等环节。软件环节国外公司处于绝对领先优势，国内公司差距还较大。

强于大市（维持）

东方财富证券研究所

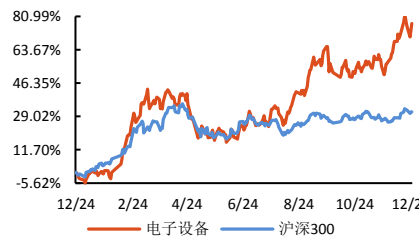
证券分析师：王好

证书编号：S1160519090001

联系人：马建华

电话：021-23586480

相对指数表现



相关研究

《关注“5G+光学”创新主线以及国产替代机遇》

2019.12.09

《2019年三季度报分析：业绩逐步回暖，关注具备增长空间板块》

2019.11.06

《2019年中报分析：行业逐步触底，把握国产替代和5G发展主线》

2019.09.05

《2019Q2电子基金持仓分析：电子超配幅度跌至低点，集成电路配置意愿提升》

2019.07.26

《2018年我国覆铜板行业整体稳定发展，高端产品供给不足》

2019.07.17

【配置建议】

- ◆ 建议关注 5G 时代 VR/AR 产业链；
- ◆ 谨慎看好 VR/AR 整机方案设计及制造龙头厂商歌尔股份、国内 AR 光学方案龙头厂商水晶光电和国内面板龙头厂商京东方。

【风险提示】

- ◆ 5G 建设进程不及预期；
- ◆ VR/AR 关键技术进步不及预期。

正文目录

| | |
|--|----|
| 1. VR 技术进入爬升恢复期，一体机将成为未来主流..... | 6 |
| 1.1. VR 技术进入爬升恢复期，AR/MR 技术尚在泡沫破裂期..... | 6 |
| 1.2. 一体机将成为 VR/AR 设备未来的主流形态..... | 9 |
| 2. 云 VR 是 VR 规模化的必然选择，5G 助力云 VR 落地..... | 11 |
| 2.1. 云 VR 助力 VR 产业规模化应用，产业已展开全面布局..... | 11 |
| 2.1.1. 云 VR 是 VR 走向规模化应用的必然选择..... | 11 |
| 2.1.2. 运营商全面开展云 VR 业务，工信部出台政策加速推动产业发展... | 13 |
| 2.2. 云 VR 当前面临的主要痛点..... | 13 |
| 2.2.1. 清晰度..... | 14 |
| 2.2.2. 流畅度..... | 14 |
| 2.2.3. 时延..... | 14 |
| 2.3. 5G 网络性能大幅提升，助力云 VR 落地..... | 17 |
| 2.3.1. 云 VR 性能提升对网络端提出带宽和时延两方面需求..... | 17 |
| 2.3.2. 5G 网络性能大幅提升，助力云 VR 产业规模化应用..... | 18 |
| 3. 视频业务打开 2C 市场，教育应用领衔 2B 市场..... | 20 |
| 3.1. 视频业务打开 2C 市场，教育应用领衔 2B 市场..... | 20 |
| 3.2. 有望率先落地的几个应用领域..... | 21 |
| 3.2.1. 云 VR 巨幕影院..... | 21 |
| 3.2.2. 云 VR 直播..... | 22 |
| 3.2.3. 云 VR 360° 视频..... | 23 |
| 3.2.4. 云 VR 游戏..... | 23 |
| 3.2.5. 云 VR 教育..... | 24 |
| 4. 国内厂商在硬件环节加快追赶，软件环节差距较大..... | 25 |
| 4.1. 产业链全览..... | 25 |
| 4.1.1. 各环节市场规模..... | 25 |
| 4.1.2. 国内厂商优势集中在硬件环节..... | 27 |
| 4.2. 硬件环节：国内企业从整机代工向核心元器件环节渗透..... | 30 |
| 4.2.1. 整机代工..... | 30 |
| 4.2.2. 芯片领域..... | 30 |
| 4.2.3. 显示领域..... | 30 |
| 4.2.4. 光学器件领域..... | 30 |
| 5. A 股推荐标的..... | 31 |
| 5.1. 歌尔股份..... | 31 |
| 5.2. 水晶光电..... | 33 |
| 5.3. 京东方..... | 34 |
| 6. 风险提示..... | 35 |

图表目录

| | |
|---|----|
| 图表 1: VR、AR 和 MR 区分..... | 6 |
| 图表 2: 2016 年及以前 VR 行业大事记..... | 7 |
| 图表 3: 2016 年全球主要 VR 设备销量及 2017 年销量预测..... | 8 |
| 图表 4: 2018 年新兴技术成熟度曲线..... | 8 |
| 图表 5: 三种 VR 眼镜架构及对应的代表产品..... | 9 |
| 图表 6: 三种 AR 眼镜架构及对应的代表产品..... | 10 |
| 图表 7: 2017-2019 全球各类 VR 设备出货量 (万台)..... | 10 |
| 图表 8: 2017-2019 全球各类 VR 设备出货占比..... | 10 |
| 图表 9: 2017-2019 全球各类 AR 设备出货量 (万台)..... | 11 |
| 图表 10: 2017-2019 全球各类 AR 设备出货占比..... | 11 |
| 图表 11: Cloud VR 相比本地 VR 的主要优势..... | 12 |
| 图表 12: Cloud VR 解决方案架构..... | 12 |
| 图表 13: Cloud VR 用户体验模型..... | 13 |
| 图表 14: VR 全景视频不同分辨率对应的最终 VR 终端呈现分辨率..... | 14 |
| 图表 15: Cloud VR 数据处理流程..... | 15 |
| 图表 16: 云渲染及流化时延过长会导致黑边问题改善不明显..... | 15 |
| 图表 17: 云渲染及流化时延过长会导致画面扭曲问题加剧..... | 16 |
| 图表 18: 采用端云异步技术后各发展阶段 Cloud VR 强交互业务对时延的要求..... | 16 |
| 图表 19: 弱交互 VR 的三种传输技术路线对网络传输需求对比..... | 17 |
| 图表 20: Cloud VR 不同发展阶段对网络 KPI 的要求..... | 18 |
| 图表 21: 4G 与 5G 各项性能对比..... | 19 |
| 图表 22: 5G 三大应用场景..... | 19 |
| 图表 23: 5G 云 VR 网络传输技术路径..... | 20 |
| 图表 24: 云 VR 主要应用场景落地进程..... | 21 |
| 图表 25: 华为 VR Glass 性能..... | 22 |
| 图表 26: 云 VR 直播的主要商业模式..... | 23 |
| 图表 27: 云 VR 360° 视频的初期商业模式..... | 23 |
| 图表 28: 全球 VR 游戏市场规模预测..... | 24 |
| 图表 29: 云 VR 游戏的初期商业模式..... | 24 |
| 图表 30: 全球 VR 教育市场规模预测..... | 25 |
| 图表 31: VR/AR 行业产业链..... | 26 |
| 图表 32: VR 产业链各环节全球市场规模预测..... | 27 |
| 图表 33: 2025 年各应用领域 VR/AR 市场规模..... | 27 |
| 图表 34: 2018 年全球主要 VR 设备厂商市场份额及 2019 年预测..... | 28 |
| 图表 35: VR 硬件供应链..... | 29 |
| 图表 36: 歌尔股份业务和产品构成..... | 31 |
| 图表 37: 歌尔股份近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY..... | 32 |
| 图表 38: 歌尔股份近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY..... | 32 |
| 图表 39: 歌尔股份营业收入按业务拆分..... | 32 |
| 图表 40: 歌尔股份主要业务毛利率..... | 32 |
| 图表 41: 歌尔股份 VR/AR 产品及解决方案..... | 33 |
| 图表 42: 水晶光电业务和产品构成..... | 33 |
| 图表 43: 水晶光电近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY..... | 34 |
| 图表 44: 水晶光电近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY..... | 34 |
| 图表 45: 水晶光电营业收入按业务拆分..... | 34 |
| 图表 46: 水晶光电主要业务毛利率..... | 34 |
| 图表 47: 京东方近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY..... | 35 |
| 图表 48: 京东方近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY..... | 35 |

| | |
|----------------------------|----|
| 图表 49: 京东方营业收入组成(亿元) | 35 |
| 图表 50: 京东方主要业务毛利率 | 35 |

1. VR 技术进入爬升恢复期，一体机将成为未来主流

1.1. VR 技术进入爬升恢复期，AR/MR 技术尚在泡沫破裂期

随着 2019 年 5G 大幕开启，“5G 云 VR”概念成为焦点，9 月华为发布“颠覆式 VR 眼镜”——Huawei VR Glass，进一步推动沉寂了两年的 VR 市场重新迎来市场关注，2019 年也被看作继 2016 年后新的 VR 元年。

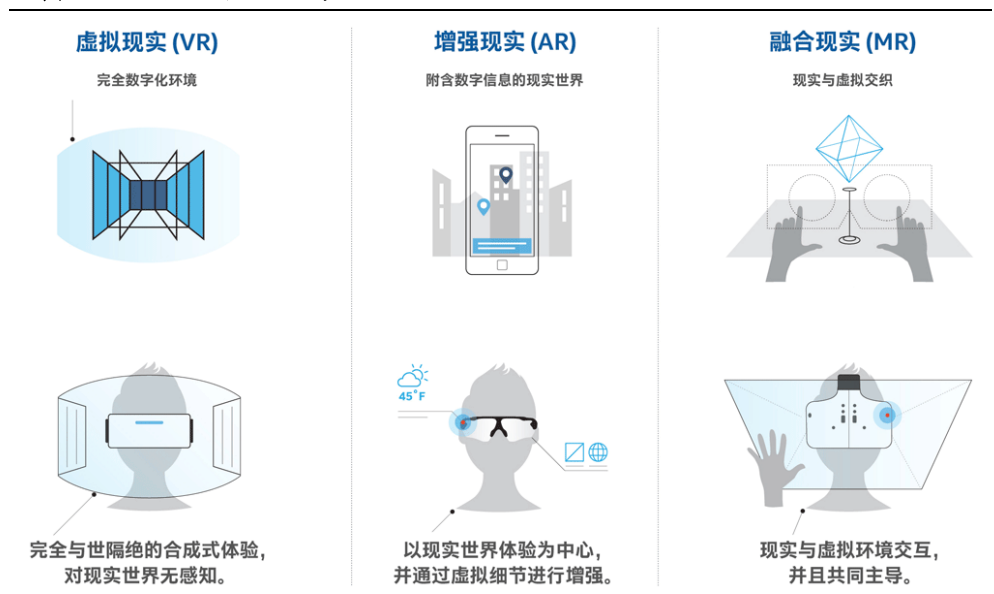
除 VR 之外，AR、MR 等概念也被市场频繁提及，三者的主要区别在于虚拟世界和真实世界的交互程度。

VR (Virtual Reality, 虚拟现实) 是利用计算机模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者 720 度全景无死角 3D 沉浸观感，**和真实世界 0 交互**。初阶消费者熟悉的 VR 应用主要有商场、游乐园或景区中的 VR 体验项目，春晚 VR 直播，VR 盒子看电影，进阶玩家可能才会了解 PlayStation VR、Oculus rift 以及 HTC vive 等高端 VR 设备。

AR (Augmented Reality, 增强现实)：利用计算机将虚拟的 3D 信息实时叠加到真实场景，**虚拟世界和真实世界有一定交互**。AR 又分为手机 AR 和 AR 眼镜，手机 AR 是通过手机屏幕显示真实场景和虚拟物体的叠加，实际显示的是 2D 画面，常见应用如支付宝的 AR“扫福”和 AR“宠物小精灵”，这类实际是“伪 AR”产品。AR 眼镜则使用户佩戴后可直接看到真实场景叠加虚拟物体，也是未来产业的发展方向，熟知的产品如 Google Glass、微软 Hololens 等。

MR (Mixed Reality, 混合现实)：该技术在 AR 技术的基础上对真实场景进一步数字化处理，**真实世界和虚拟世界完全融合**。AR 和 MR 可通过虚拟物体的相对位置是否随设备移动而移动来区分。AR 技术中，墙上有一个虚拟钟表，会随着用户头部移动而移动，而 MR 技术中，墙上的虚拟钟表，无论用户如何移动，都会待在固定的位置，好像墙上本来就有一个真正的钟表一样。微软的 Hololens 采用的就是 MR 技术。

图表 1：VR、AR 和 MR 区分



资料来源：Applied Art，东方财富证券研究所

历史上第一台 VR 设备早在 20 世纪 50 年代就被提出，随后在 90 年代、2012-2016 年，VR 行业一共经历了两次热潮。90 年代引领 VR 行业的主要是游戏机公司，以任天堂为代表的各大游戏机公司纷纷推出 VR 设备，但由于当时的显示器技术、3D 渲染技术和动作检测技术还不成熟，用户体验远达不到可用的标准，市场很快陷入沉寂。2012 年，随着 Oculus Rift 原型机 DK1 问世，人们发现，VR 技术近年来已产生了重大的突破，公众对 VR 的兴趣重新被点燃。2014 年，Facebook 以 20 亿美金的巨资收购了 Oculus，谷歌推出了简易廉价版 VR 眼镜 Cardboard，市场对 VR 的热情达到高潮。2015 年，国内企业暴风科技在深交所上市，称为“虚拟现实”第一股，并在 40 个交易日内迎来 36 个涨停，同年百度腾讯等互联网巨头公司也纷纷宣布进军 VR 领域，优酷土豆、《纽约时报》等传媒公司也纷纷宣布入局。2016 年，Facebook、HTC 和 Sony 均发布了第一代正式的 VR 设备产品，谷歌发布了移动 VR 开发平台和硬件设备 Daydream，并和 Oculus、HTC 等公司成立了全球 VR 联盟，国内中国 3D 产业联盟和华为等企业机构也成立了中国 VR 联盟。因此 2016 年也被称为 VR 元年。

图表 2：2016 年及以前 VR 行业大事记

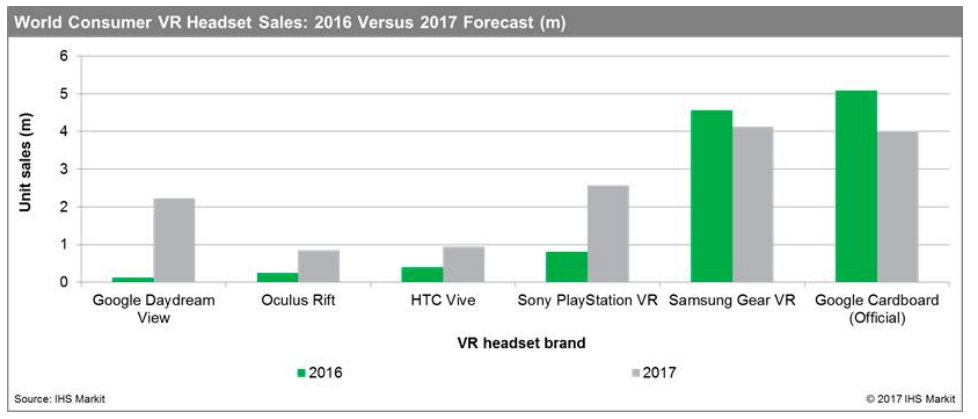


资料来源：互联网新闻整理，东方财富证券研究所

2016 年年初，市场对 2016 年 VR 元年开启后 VR 设备的出货量充满乐观，然而全年实际销量却大大低于市场预期。研究机构 SuperData 在 2016 年 1 月份预测 2016 年全球 VR 设备市场总产值将达 51 亿美元，3 月份时预测值调低至 36 亿美元，4 月份再次调低至 29 亿美元，12 月底时调低至 27 亿美元。另一家研究机构集邦科技则在 2015 年 12 月预测 2016 年全球 VR 设备市场总产值（不包括移动端 VR 设备）将达到 67 亿美元，到 2016 年 12 月时大幅调低至 19 亿美元。从各类型 VR 设备销量来看，除手机盒子类产品凭借价格低廉的优势实现了爆发式增长，其他类型 VR 设备由于高昂的售价和用户体验间的不平衡，销量均大幅低于预期。据谷歌官方数据，Google Cardboard 2016 年全球销量约 500 万台。据 IHS 数据，三星 Gear VR 2016 年全球销量 456 万台，4 月份发售的 Oculus Rift 和 HTC Vive 2016 年销量分别不到 25 万台和 50 万台，10 月份发布的 Sony PSVR 由于性能更高、用户体验更好，2 个月内销量就达到近 90 万台。但手机盒子类 VR 产品对用户来说更多是体验尝鲜，用户增长不可持续，从而 17 年销量快速下滑。此外，廉价版手机盒子 VR 产品的低技术门槛导致山寨产品涌现，价格战激烈，某些产品出厂价甚至低到 6 块以下，廉价低劣的 VR

产品涌入也破坏了消费者的信任，导致行业恶性循环。2016年下半年开始，大量VR硬件及内容初创企业倒闭，曾经一度被资本市场看好的暴风魔镜10月份证实公司大量裁员，原本近500人规模的团队只剩200人左右。据市场研究公司Crunchbase数据，2016年一季度，全球VR/AR的风险投资金额一度达到了10亿美元，2017年一季度降至2亿美元，暴跌8成。

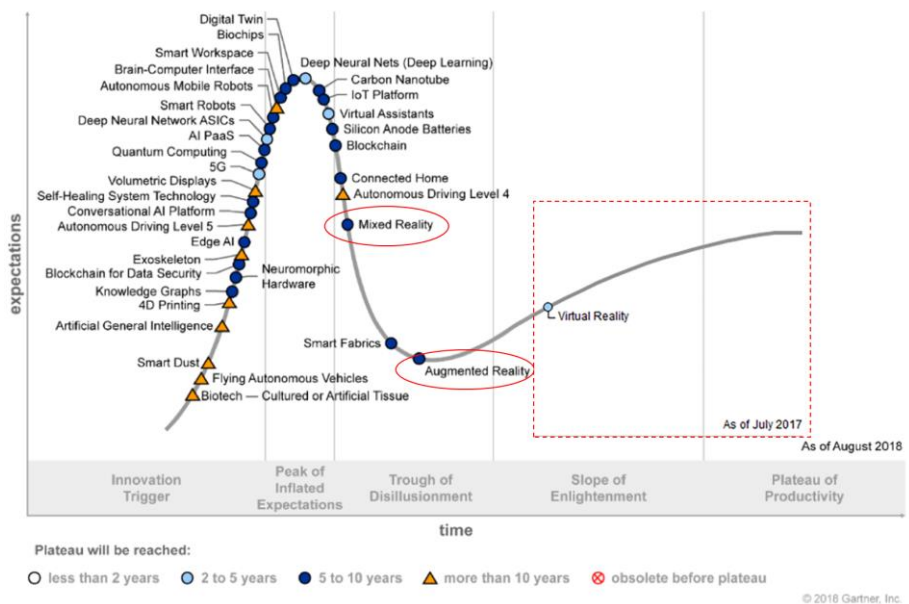
图表 3： 2016 年全球主要 VR 设备销量及 2017 年销量预测



资料来源：IHS，东方财富证券研究所

从Gartner 2017年新兴技术成熟度曲线可看出，VR技术经历了技术萌芽期（Innovation Trigger）、期望膨胀期（Peak of Inflated Expectation）、泡沫破裂低谷期（Trough of Disillusionment）之后开始进入稳步爬升恢复期（Slope of Enlightenment），从2018年新兴技术成熟度曲线可看出，AR和MR技术尚处于泡沫破裂低谷期的早期和中期。

图表 4： 2018 年新兴技术成熟度曲线



资料来源：Gartner，东方财富证券研究所

1.2. 一体机将成为 VR/AR 设备未来的主流形态

经历泡沫破灭后，VR 设备形态的发展趋势也逐步确定，行业相关标准也纷纷推出，高性能的可提供完全沉浸感的一体机（无绳）VR 设备将是未来主流。

VR 设备系统可简单看作处理器、显示器、陀螺仪和透镜四个组成部分。

处理器：根据陀螺仪数据计算姿态定位等，并生成相应的图像；

显示器：显示图像；

透镜：折射光线，使人的眼睛能轻松看清几乎贴在眼前的显示屏；

陀螺仪：检测人的头部运动，从而实现显示器图像随人的头部运动而实时变化的效果。

VR 眼镜按处理器采用设备的不同可分为 3 类：移动端 VR（也称作 VR 手机盒子，Screenless Viewer）；PC 端 VR（也称作 PCVR，Tethered HMD）和 VR 一体机（也称作 Standalone HMD，All in one HMD）。

移动端 VR：处理器、显示器和陀螺仪的功能均由手机实现，VR 眼镜只有透镜的功能，需要嵌入手机使用。这类产品成本低，售价通常在几十到几百元，属于入门体验级产品，体验效果较差，代表产品有 Google 的 Cardboard 等纸板 VR 眼镜，以及三星 Gear VR、暴风魔镜和小米 VR 眼镜 Play 2 等制作更精良，价格也更高的移动 VR 眼镜；

PC 端 VR：处理器的功能由外接 PC 实现，显示器、透镜和陀螺仪的功能由 VR 眼镜实现，需要连接 PC 使用。这类产品体验最好，成本也远高于手机盒子，售价通常在几千甚至上万元，但灵活性较差，代表产品有 HTC VIVE、Facebook 的 Oculus Rift、Sony 的 PlayStation VR 以及微软的 MR 头盔等；

VR 一体机：所有功能均集成在 VR 眼镜中，不需要外接任何设备，一体机中内置移动芯片来进行图像和定位计算，其性能不如 VR 头戴显示器强大，但其最大的优点是便携。这类产品成本也很高，售价比 VR 头戴显示器稍微低一些，一般也在几千元，代表产品有 HTC VIVE Focus、Oculus Quest、Pico Goblin 和小米 VR 一体机等，其中 Oculus Quest 被称为最好卖的 VR 一体机设备。

图表 5：三种 VR 眼镜架构及对应的代表产品



资料来源：逐鹿 VR，东方财富证券研究所

AR (包括 MR) 眼镜和 VR 眼镜组成结构类似, 也可分为 AR 盒子、连线式 AR (Tethered AR, 自带屏幕, 需要连接手机或 PC 使用) 和 AR 一体机, 二者主要区别在于光学成像系统。AR 眼镜盒子的代表产品主要有 HoloKit 和 Aryzon, 二者均在 2017 年推出, 售价均在 200 元左右。连线式 AR 代表产品有 Sony 的 SmartEyeGlasses (需要外接手机使用, 于 2015 年 3 月开售, 售价约 840 美元), Meta 2 AR Glasses (需要外接 PC 使用, 于 2016 年开售, 售价约 949 美元) 以及 Epson Moverio (可外接手机或 PC 使用, 有多代产品, 售价约 499 美元)。AR 一体机最具代表的产品即微软的 HoloLens, 其实际实现的为 MR 效果, 第 2 代产品于 2019 年发售, 售价高达 3500 美元。此外还有融资 14 亿美元的 AR 公司 Magic Leap 推出的产品 Magic Leap One, 该产品需要在腰间佩戴一个移动计算设备, 于 2018 年发售, 售价高达 2295 美元。联想在 2018 年正式发售 AR 一体机产品——晨星 AR, 售价约为 HoloLens 的一半。

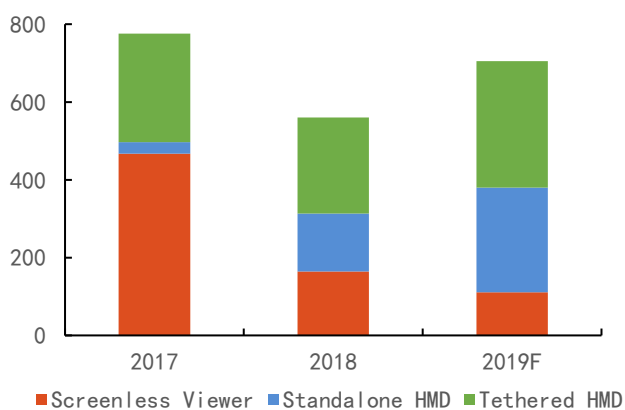
图表 6: 三种 AR 眼镜架构及对应的代表产品



资料来源: 互联网整理, 东方财富证券研究所

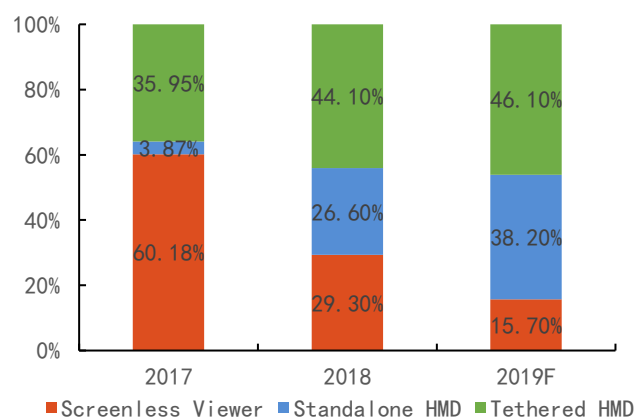
据 IDC 报告, 从 2017 年到 2019 年, 全球 VR 设备出货量中无屏类 (Screenless Viewer) 设备逐年减少, 预计 2019 年出货量占比将从 2017 年的 60% 降至 16%; 一体机设备 (Standalone HMD) 出货量逐年上升, 预计 2019 年将达 269 万台, 出货量占比从 2017 年的 4% 提升至 38%; PC 端 VR 设备 (Tethered HMD) 出货量占比每年小幅提升, 19 年预计为 46%。

图表 7: 2017-2019 全球各类 VR 设备出货量 (万台)



资料来源: IDC, 东方财富证券研究所

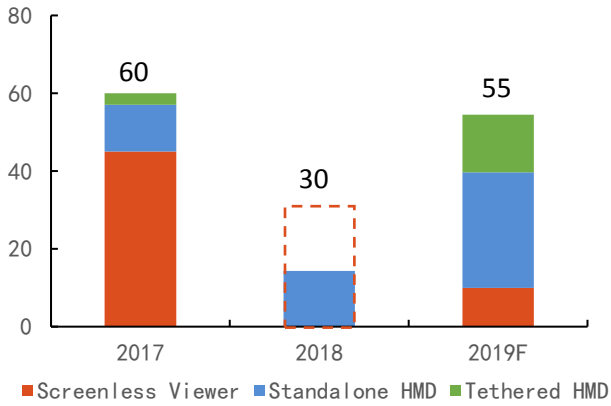
图表 8: 2017-2019 全球各类 VR 设备出货占比



资料来源: IDC, 东方财富证券研究所

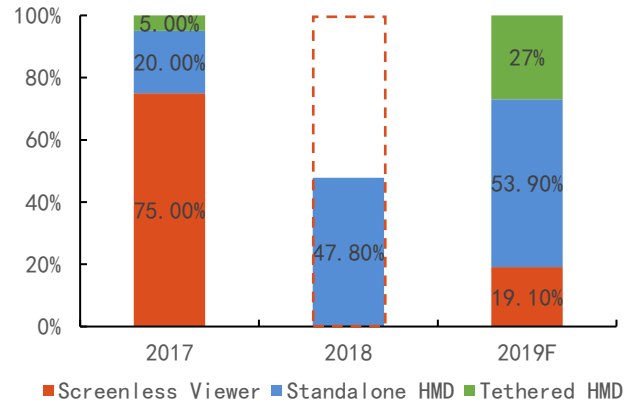
AR 设备中一体机占比最高，主要由于 AR 设备需要和现实世界交互，有线设备将限制用户活动范围，从而影响用户体验。据 IDC 预测，2019 年全球 AR 设备中一体机(Standalone HMD)出货量将达 30 万台，占比全部 AR 设备的 54%。无屏类 (Screenless Viewer) VR 设备 2019 年出货量占比将从 2017 年的 75% 下降到 19%。

图表 9: 2017-2019 全球各类 AR 设备出货量 (万台)



资料来源: IDC, 东方财富证券研究所
注: 虚线表示2018年全球AR设备出货量合计30万台, Screenless Viewer和Tethered HMD各自出货量未知

图表 10: 2017-2019 全球各类 AR 设备出货占比



资料来源: IDC, 东方财富证券研究所
注: 虚线表示2018年三类AR设备出货量占比合计100%, Screenless Viewer和Tethered HMD各自出货量占比未知

目前用户普遍反映采用 PC 端 VR 设备体验 VR 游戏时，手会不时勾到头戴式设备连接至主机的线缆，十分影响游戏体验。对于 AR 设备来说，线缆束缚更是应用场景进一步扩大的阻碍。因此，无绳化一定是 VR/AR 设备的未来趋势，一体机将成为 VR/AR 设备未来的主流形态。

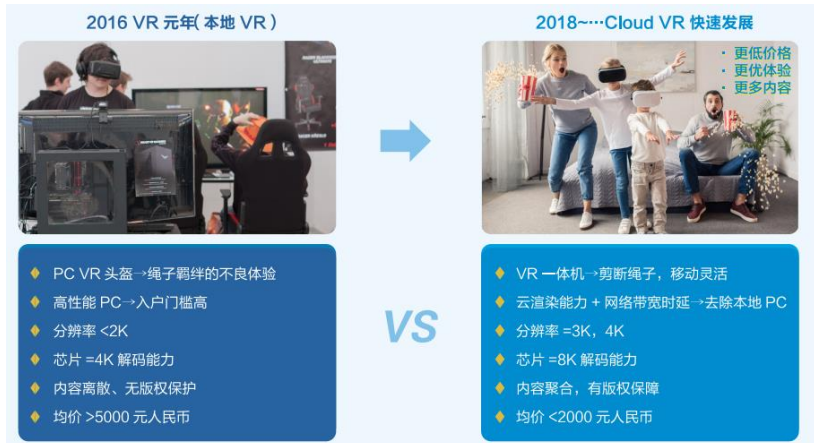
2. 云 VR 是 VR 规模化的必然选择，5G 助力云 VR 落地

2.1. 云 VR 助力 VR 产业化应用，产业已展开全面布局

2.1.1. 云 VR 是 VR 走向规模化应用的必然选择

尽管一体机 VR 设备具备了移动便携的优点，但同时牺牲了运算性能，而目前的用户体验难以和 PC 端 VR 设备相比。为解决这一难题，产业提出了云 VR 的解决方案，将大量的本地计算移到云端，引入云计算、云渲染技术，并借助高速稳定的网络，将云端的显示输出和声音输出等经过编码压缩后传输到用户的终端设备，从而无需本地主机。该方案一方面省去了 VR 头显与主机之间的连接线，实现了移动便捷；另一方面省去了昂贵笨重的高性能本地计算机，实现了轻量化和低成本。当前 VR 行业发展面临的主要瓶颈就在于成本和用户体验的不平衡，因此云 VR 解决方案是 VR 走向规模化应用的必然选择。云 VR 不仅解决了硬件端的最大痛点，同时也解决了内容制作和分发环节此前 VR 内容离散、无版权保护的痛点，云 VR 使得 VR 内容得以聚合起来，一方面有版权保障，另一方面可以实现快速分发到大众和垂直行业用户。

图表 11: Cloud VR 相比本地 VR 的主要优势



资料来源: 华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2018, 东方财富证券研究所

Cloud VR 解决方案架构由内容层、平台层、网络层和终端层四部分组成。

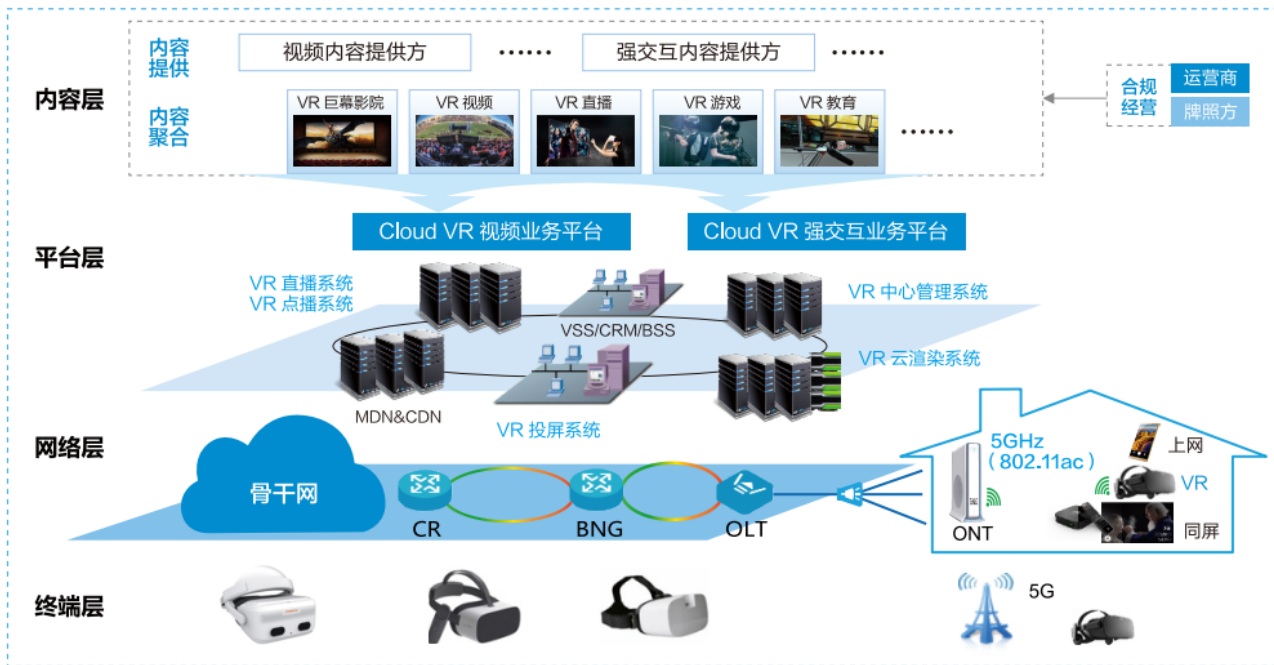
内容层: 主要负责向平台层提供 VR 内容, 包含内容提供方和内容聚合方;

平台层: 为 VR 内容提供云渲染、流化、转码、存储和编码等功能;

网络层: 主要包括骨干网、城域网、接入网及家庭网络四部分, 负责 Cloud VR 业务提供大带宽、低时延的稳定传输;

终端层: 主要实现 VR 内容呈现、家庭网络接入以及用户鉴权等功能, 通过 Wi-Fi/5G 接入网络, 与平台层连接。

图表 12: Cloud VR 解决方案架构



资料来源: 华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2018, 东方财富证券研究所

2.1.2. 运营商全面开展云 VR 业务，工信部出台政策加速推动产业发展

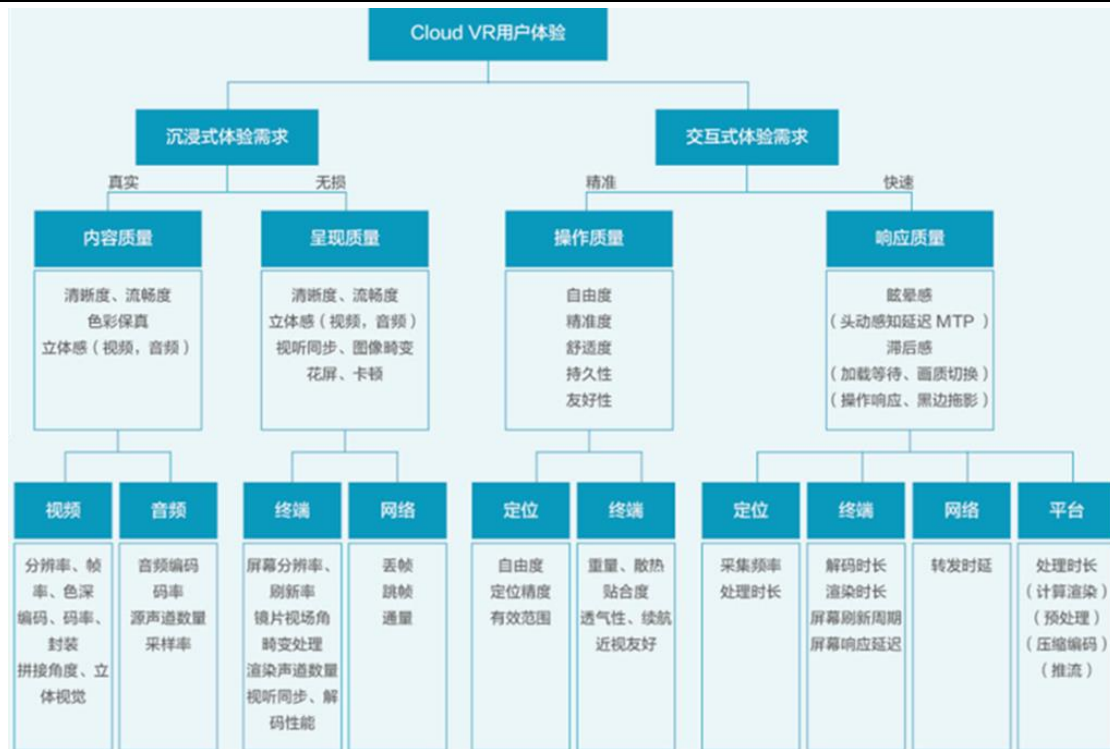
我国三大电信运营商已经积极开展了云 VR 业务布局。2018 年 7 月，中国移动福建分公司于开启全球首个电信运营商云 VR 业务试商用。2018 年 9 月，中国联通发布“5G+视频”推进计划，云 VR 也作为中国联通 5G 的重点创新业务列入全面规划中。同期中国电信联合华为发布了云 VR 产品，提出将基于千兆光宽带、天翼高清、家庭 Wi-Fi 智能组网和云化渲染技术，打造家庭 VR 应用场景，争取在未来 5 年内将云 VR 打造成智慧家庭下一个千万级业务，为中国电信宽带用户带来创新的沉浸式娱乐体验。

政策方面，工信部在 2018 年 12 月印发《关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》，提出发展端云协同的虚拟现实网络分发和应用服务聚合平台（Cloud VR），旨在提升高质量、产业级、规模化产品的有效供给。

2.2. 云 VR 当前面临的主要痛点

Cloud VR 方案虽然有诸多优点，但仍有存在许多痛点。根据华为 2019 年《Cloud VR 用户体验与评测研究白皮书》，Cloud VR 用户体验需求可归纳为沉浸式体验需求和交互式体验需求两大类：沉浸式体验需求侧重于用户在使用 VR 设备时通过自身视听系统所感知的内容质量，未来还将进一步延伸到嗅觉、力度感应和温度感应等维度；交互式体验需求重点关注用户各感官系统在体验过程中所获取信息在空间和时间上的匹配情况，定位精度和响应速度是核心问题。沉浸感体验的质量包括内容本身质量和最终呈现质量两个层面，交互式体验的质量包括操作质量和响应质量两个层面，呈现质量和响应质量都会受网络影响。

图表 13: Cloud VR 用户体验模型



资料来源：华为《Cloud VR 用户体验与评测研究白皮书》2019，东方财富证券研究所

2.2.1. 清晰度

沉浸感体验的质量具体涉及到清晰度、流畅度、立体感等多个指标，其中清晰度是当前 Cloud VR 用户反馈痛点较大的方面。内容本身清晰度由内容分辨率决定，最终呈现清晰度则和终端分辨率、编码解码方式以及终端视场角都有关系。抛开传输过程中的影响，导致最终 VR 设备成像清晰度较差的主要原因是 VR 内容分辨率不够，而非终端分辨率。VR 视频目前主要表现形式是全景视频，VR 终端播放时会将所有像素点投影到一个球面上，然后将用户视角区域内的内容在屏幕上进行显示，因此最后在屏幕上显示的图像分辨率会相比原始图像大打折扣。目前主流全景视频为 4K（约 3840×1920），对于 90° 视场角的 VR 设备，最终屏幕上显示的图像分辨率仅为 960×960，对应 PPD（Pixels Per Degree, 单位角度像素密度）仅有 10-11 左右，相当于普通视频 240P 的观看效果。8K 全景视频在同样条件下，可输出 2K 的图像，相当于普通视频 480P 的分辨率。VR 终端目前普遍都有 2K 的分辨率，4K 分辨率的机型也开始陆续推出，因此未来要提升清晰度体验，主要还是要从内容端着手，8K VR 视频的推出有望改善清晰度体验。

图表 14：VR 全景视频不同分辨率对应的最终 VR 终端呈现分辨率

| VR 全景视频分辨率 | VR 单眼分辨率 | 相当于 TV 的分辨率 |
|------------|----------|-------------|
| 4K | 1K | 240P |
| 8K | 2K | 480P |
| 16K | 4K | 960P |

资料来源：华为《Cloud VR 用户体验与评测研究白皮书》2019，东方财富证券研究所

2.2.2. 流畅度

视频和游戏画面的流畅度由 VR 内容和终端屏幕的刷新率决定。研究表明人眼可明显识别视频是否流畅的刷新率边界为 24FPS（Frames Per Second，刷新率），几乎所有 VR 视频都可满足此要求。但游戏的要求则高出很多，因为游戏画面完全由显卡渲染生成，画面中没有物体的运动轨迹信息，从而要获得相同的观看流畅度，对 FPS 的要求比视频高很多。目前对弱交互 VR 视频应用的刷新率要求为 30FPS 以上，对于强交互 VR 应用的刷新率要求为 90FPS 以上。不考虑传输端的影响，刷新率越高，画面越流畅，VR 体验就越好。

2.2.3. 时延

时延是 VR 设备的关键性能参数之一，据人类生物研究表明，MTP（Motion to Photon，头动和视野回传）时延须低于 20ms，否则将产生视觉拖影感从而导致强烈眩晕。VR 内容分为 Cloud VR 弱交互业务及 Cloud VR 强交互业务两类：弱交互以 VR 视频业务为主，包含巨幕影院、VR 360° 视频、VR 直播等，用户可在一定程度上选择视点和位置、但用户与虚拟环境中的实体不发生实际交互；强交互以 VR 游戏为代表，包含 VR 游戏、VR 教育、VR 健身、VR 社交等，用户可通过交互设备与虚拟环境进行互动，虚拟空间图像需对交互行为做出实时响

应。Cloud VR 视频业务对时延要求相对较低，无需进行实时渲染，不同的时延只对画面加载时间产生影响，时延控制在 20-40ms 即可；但对于强交互业务，云端渲染会引入新的时延，总时延控制在 20ms 内难度较大。整个 Cloud VR 数据处理可拆解成云渲染及流化、终端刷新显示两个过程，云渲染及流化是指 VR 终端进行动作捕捉并将捕捉的动作信息经过网络传到云端，云端完成逻辑计算、实时渲染及编码压缩后，将视频通过网络传输至终端进行解码的过程。

图表 15: Cloud VR 数据处理流程

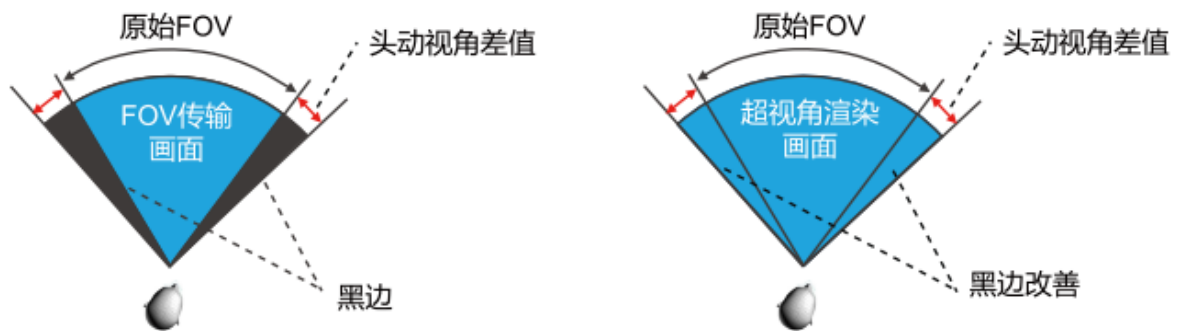


资料来源：华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2018，东方财富证券研究所

如果将云渲染及流化与终端刷新呈现两个过程进行串行处理，MTP 则包含了云渲染及流化过程的时延，从而难以实现 $MTP \leq 20ms$ 的要求，因此提出了**端云异步渲染技术**，将以上两个过程并行处理，从而 MTP 只由终端决定，不依赖于网络和云渲染，进而可实现 $MTP \leq 20ms$ 。虽然云渲染及流化时延不再影响 MTP 了，但其时延的长短也会影响画面质量，具体包括黑边问题改善不明显以及画面扭曲加剧两个问题。

黑边问题改善不明显：端云异步渲染技术中采用了超视角渲染的方法来扩大渲染画面，从而改善 FOV 画面进行二次投影引发的黑边问题，云渲染和流化时延越长，需要渲染的角度就越多，但实际云渲染资源会比较有限，从而无法覆盖到所有角度，会导致黑边问题改善不明显。

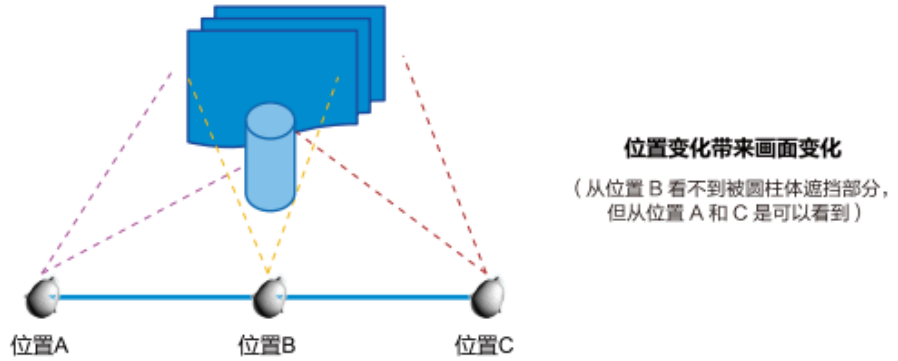
图表 16: 云渲染及流化时延过长会导致黑边问题改善不明显



资料来源：华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2018，东方财富证券研究所

画面扭曲加剧问题：端云异步渲染技术中会用周边画面替代被遮挡物体，来调整画面物体的遮挡关系，从而导致画面扭曲现象，云渲染及流化时延过长会导致画面扭曲问题加剧。

图表 17: 云渲染及流化时延过长会导致画面扭曲问题加剧



资料来源: 华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2018, 东方财富证券研究所

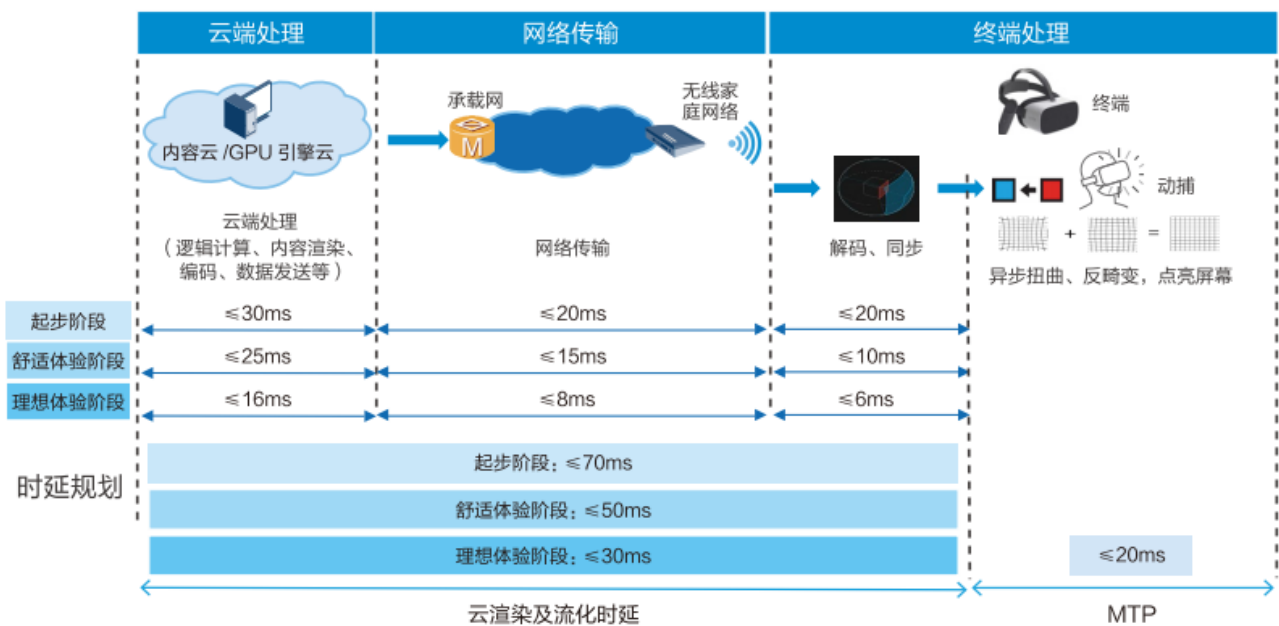
因此对于云渲染及流化时延也提出了 30-70ms 的要求, 在起步阶段, 该时延建议 $\leq 70\text{ms}$, 画面黑边和质量的劣化在可接受范围; 在舒适体验阶段, 该时延建议 $\leq 50\text{ms}$, 此时基本消除黑边现象; 在理想体验阶段, 该时延建议 $\leq 30\text{ms}$, 此时无黑边无扭曲。目前华为提出的解决方案已经满足 70ms 以内的要求。整个云渲染及流化时延可具体分为三段: 云端处理时延、网络传输时延、终端解码和同步时延。

云端处理时延: 云端处理包含逻辑计算、内容渲染、编码和数据发送等, 其中逻辑计算、内容渲染、编码并行处理约 10-15ms, 数据传送约 10-15ms, 整个云端处理时延要求在 30ms 以内;

网络传输时延: 据实验数据, 网络时延对体验影响的拐点在 15-20ms, 因此网络传输时延要求在 20ms 以内;

终端解码和同步时延: 采用终端 90FPS 的解码能力, 解码时延约 11ms, 云平台 and 终端异步时间约 0-1 个周期, 从而整个终端解码和同步时延要求在 20ms 以内。

图表 18: 采用端云异步技术后各发展阶段 Cloud VR 强交互业务对时延的要求



资料来源: 华为《Cloud VR 解决方案白皮书》2019, 东方财富证券研究所

2.3.5G 网络性能大幅提升，助力云 VR 落地

2.3.1. 云 VR 性能提升对网络端提出带宽和时延两方面需求

上文中提到 VR 体验的清晰度和流畅度分别可以通过提升 VR 内容/终端的分辨率和刷新率来改善，提升以上性能的同时也对网络的带宽和时延也提出了更高的要求。弱交互 VR 主要是对网络的带宽提出了较高要求；而强交互 VR 则对网络的带宽和时延等同时提出了较高要求。

带宽方面：具体来说，VR 内容分辨率提高意味着传输内容体积更大，刷新率提高意味着每秒传输的画面越多，如果码率（单位时间传送的数据量）无法匹配，则传输过程中会出现明显失真，从而影响最终呈现画面的清晰度和流畅度。带宽是网络可承受的最大码率，由于视频流并不是完全平稳的，有流量突发的情况，根据 4K 视频的测试经验，网络带宽 \geq 平均码率 * 1.5，可保证视频流畅播放。

弱交互 VR 目前的传输方案包括全视角传输和 FOV 传输两种，前者对带宽的要求更大，强交互 VR 只有 FOV 传输一种传输方案。全视角传输方案就是将 360 度环绕的画面都传输给终端，当用户头部转动需要切换画面时，所有的处理都在终端本地完成。采用全视角传输方案，由于观看者在观看时，实际只能看到当前视野部分，看不到的部分占了网络带宽，但没有真正用到，从而对网络资源造成了较大浪费，因此产业提出了 FOV（Field of View，视场角）传输方案，只将高质量视角区域进行传输，不涉及非视角区域。FOV 传输方案目前具体包括金字塔传输和 Tile Wise 传输两种方案。根据华为《Cloud VR 网络方案白皮书》2018，舒适体验阶段 VR 中，弱交互 VR 视频应用的全视角传输带宽要求达到 140Mbps，FOV 传输带宽要求达到 75Mbps，强交互 VR 应用的传输带宽要求达到 260Mbps。

图表 19：弱交互 VR 的三种传输技术路线对网络传输需求对比

| | 全视角传输方案 | 金字塔传输方案 | Tile Wise 传输方案 |
|--------|--------------------|------------------|----------------|
| 定义 | 将 360° 环绕的画面都传输给终端 | 高质量视角区域+低质量非视角区域 | 低质量全视角+高质量可视区域 |
| 网络带宽需求 | 高 | 中低 | 中 |
| 网络时延需求 | 低 | 高 | 中 |
| 网络满足度 | 可沿用当前网络架构，带宽扩容压力大 | 需要优化网络进行延时保障 | 可沿用当前网络架构 |

资料来源：华为《面向 Cloud VR 的承载网络白皮书》2018，东方财富证券研究所

时延方面：上一节内容中提到，强交互 VR 应用中网络时延 RTT (Round-Trip Time) 最低要求为 20ms，舒适体验阶段和理想体验阶段的网络 RTT 需要分别进一步下降到 15ms 和 8ms 以下。

图表 20: Cloud VR 不同发展阶段对网络 KPI 的要求

| 阶段 | 起步阶段 | 舒适体验阶段 | 理想体验阶段 | |
|----------------|----------------------|-------------------|-------------------------------|---|
| 商用开始时间预测 | 2018年 | 2019~2020年 | 2023~2025年 | |
| 视频全景分辨率 | 4K~8K | 8K~12K | 12K~24K | |
| 强交互业务内容分辨率(注1) | 2K~4K | 4K~8K | 8K~16K | |
| 终端分辨率 | 2K~4K | 4K~8K | 8K~16K | |
| 视场角 | 90~110度 | 120度 | 120~140度 | |
| 色深(bit) | 8 | 8 | 10~12 | |
| 编码标准 | H.264/H.265 | H.265 | H.265/266 | |
| 帧率(帧/秒) | 30(视频) 50~90(强交互) | 30(视频) 90(强交互) | 60~120(视频) 120~200(强交互) | |
| VR视频业务 | 码率 | ≥40Mbps(4K) | 全视角: ≥90Mbps/ FOV: ≥50Mbps | 全视角: ≥290Mbps(12K) ≥1090Mbps(24K) FOV: ≥155Mbps(12K) ≥580Mbps(24K) |
| | 带宽要求(注2) | ≥60Mbps(4K) | 全视角≥140Mbps FOV: ≥75Mbps | 全视角: ≥440Mbps(12K) ≥1.6Gbps(24K) FOV: ≥230Mbps(12K) ≥870M(24K) |
| | 网络RTT建议(注3) | ≤20ms | ≤20ms | ≤20ms |
| | 丢包要求 | ≤9E-5 | ≤1.7E-5 | ≤1.7E-6 |
| VR强交互业务 | 码率 | ≥40Mbps | ≥90Mbps | ≥360Mbps(8K) ≥440Mbps(16K) |
| | 带宽要求(注2) | ≥80Mbps | ≥260Mbps | ≥1Gbps(8K) ≥1.5Gbps(16K) |
| | 网络RTT要求 | ≤20ms | ≤15ms | ≤8ms |
| | 丢包要求 | ≤1.00E-5 | ≤1.00E-5 | ≤1.00E-6 |

资料来源: 华为《Cloud VR 网络方案白皮书》2018, 东方财富证券研究所

2.3.2. 5G 网络性能大幅提升, 助力云 VR 产业规模化应用

要想达到舒适体验阶段的 VR 应用, 目前的 4G 网络难以满足上述的性能要求。2020 年 5G 商用将大幅改善网络性能, 具体体现在传输速率、时延、连接数密度和移动速度等方面。5G 网络的传输速率可达到 10Gbps, 是 4G 的 100 倍; 传输时延可达到 1 ms 级别, 是 4G 的 1/50; 连接数密度可达到 $10^6/\text{km}^2$, 是 4G 的 100 倍; 移动速度可达到 500 km/h, 是 4G 的 1.5 倍。

图表 21: 4G 与 5G 各项性能对比

| | 速率 单连接的最高速率 | 时延 端到端传输时延 | 连接数 每km ² 的最大连接数 | 移动性 支持的最高移动速度 |
|----|----------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| 4G | 100Mbps | 30~50ms | 10,000 | 350KM/h |
| 5G | 10Gbps | 1ms | 1,000,000 | 500KM/h |
| 差距 | 100倍 ↑ | 30-50倍 ↓ | 100倍 ↑ | 1.5倍 ↑ |

资料来源: tech2craft, 东方财富证券研究所

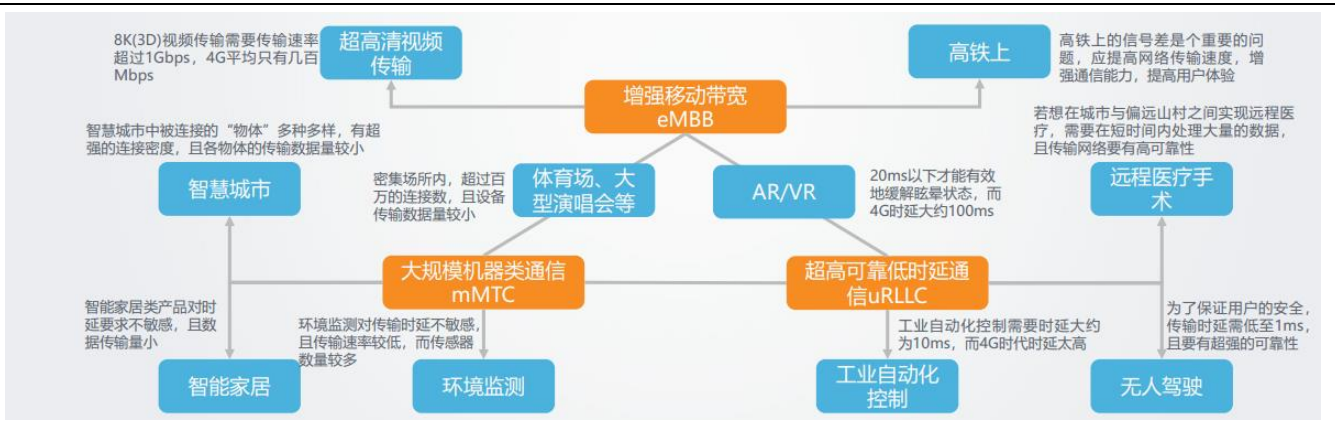
5G 对应移动通信、物联网和工业互联网三大类应用,划分为三大应用场景:
eMBB (enhanced Mobile Broadband, 增强移动宽带): 主要面向 3D/超高清视频等大流量移动宽带业务;

mMTC (massive Machine Type Communications, 大规模机器类通信): 主要面向大规模物联网业务;

uRLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications, 超高可靠低时延通信): 主要面向车联网、工业互联网等需要低时延、高可靠连接的业务,以前 4G 网络的时延在 30ms 以上,会引发安全事故,因此 uRLLC 目标将网络延迟降低到 1ms 以下。

基于 eMBB 场景的 VR 应用有望成为 5G 应用落地的切入点。

图表 22: 5G 三大应用场景



资料来源: 亿欧智库, 东方财富证券研究所

根据上海贝尔和信通院等机构联合发布的《5G 云化虚拟现实白皮书》, 5G R15 开始下行带宽将提升至 100Mbps-1Gbps, 网络时延将降至 10ms, 开始进入 VR 体验的下一个阶段。届时, VR 设备清晰度、流畅度全面提升, 晕动症消除, 产品重量减轻, 成本下降, 产业有望开始进入规模化应用。

图表 23: 5G 云 VR 网络传输技术路径

| 体验层级 | 初级沉浸 | 部分沉浸 | 深度沉浸 | 完全沉浸 |
|--------|--|---|--|--|
| 无线接入 | 4G/WIFI | 5G R15 | 5G R16/R17 | B5G/6G |
| 渲染方式 | 本地渲染、云渲染 | 云渲染、异构渲染 | 实时光线追踪渲染、混合云渲染 | 深度学习渲染、光场渲染、混合渲染 |
| 感知交互 | 4G/WIFI+小型 GPU 云端集群 | 5G+中大型 GPU 云端集群 | 5G+中大型 GPU 云端集群 | B5G/6G+大型 GPU 云端集群 |
| | 3DoF、2D 特征点识别、GPS 坐标识别 | VIO、三维语义地图 | 云端稀疏点云地图、机器视觉 | 云端神经网络、云端语义地图 |
| | 手柄、命令手势、语音指令 | 虚拟移动、姿态捕捉、沉浸声场 | 眼球追踪、语音交互、自然手势交互 | 触觉反馈 |
| 内容制作 | 2K/4K H.264/H.265 | 4K/8K H.264/H.265 | 8K/12K H.265 | 16K/24K H.265/H.266 |
| 近眼显示 | 定焦显示 VR: 2K-4K、90-110° 90Hz AR: 1K-2K、40° | 定焦显示 VR: 2K-4K、120° 90Hz-120Hz AR: 1K-2K、60° | 多焦面显示 VR: 6K-8K、120-140° 120Hz AR: 3K-4K、90° | 光场显示 VR: 8K-16K、200° 120Hz+ AR: 4K-8K、120° |
| 下行体验带宽 | 20Mbps | 100Mbps-1Gbps | 1Gbps-4Gbps | >4Gbps |
| 上行体验带宽 | 5Mbps | 20Mbps-200Mbps | 200Mbps-800Mbps | >800Mbps |
| 端到端时延 | >40ms | 30ms | 13ms | 8ms |
| | | 终端时延：5ms | 终端时延：3ms | 终端时延：3ms |
| | | 网络时延：10ms | 网络时延：4ms | 网络时延：2ms |
| | | 云端处理时延：15ms | 云端处理时延：6ms | 云端处理时延：3ms |
| 网络架构 | 中心云：应用服务器、云渲染服务器 | 中心云：应用服务器、云渲染服务器； 边缘云 MEC 边缘渲染、边缘服务； | 中心云：应用服务器、云渲染服务器； 边缘云：MEC 边缘渲染、边缘服务； 网络切片、5G QoS、自动化运维、主动拥塞控制； | 中心云：应用服务器、云渲染服务器； 边缘云：MEC 边缘渲染、边缘服务； 网络切片、5G QoS、云网协同、智能运维、应用需求为中心的拥塞控制； |

资料来源：信通院《5G 云化虚拟现实白皮书》2019，东方财富证券研究所

3. 视频业务打开 2C 市场，教育应用领衔 2B 市场

3.1. 视频业务打开 2C 市场，教育应用领衔 2B 市场

根据华为《Cloud VR+场景白皮书》，Cloud VR 根据用户基数、用户使用频度、内容成熟度、用户体验、云化进程、产业成熟度等指标为标准，可划分为三个阶段：近期、中期和远期三个阶段。

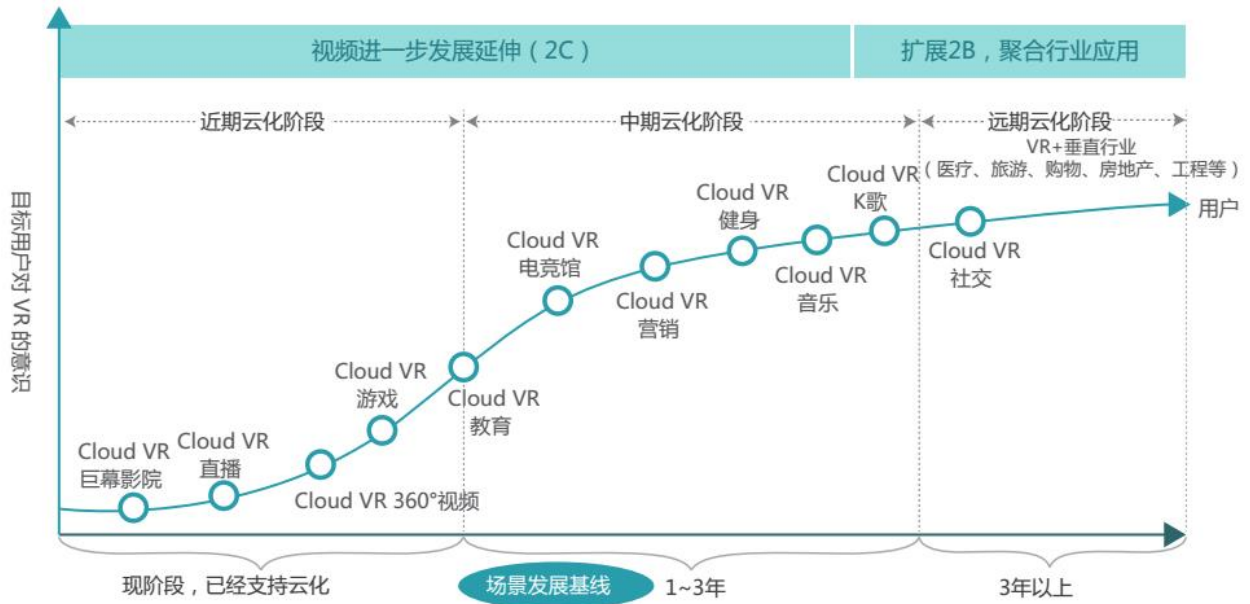
近期云化阶段(现阶段): 主要包括 Cloud VR 巨幕影院、Cloud VR 直播、Cloud VR 360° 视频、Cloud VR 游戏等场景。以上场景可作为 IPTV 应用的延伸，对网络要求相对较低，同时有 IPTV 的用户和内容基础，因此可以率先

落地。

中期云化阶段（1-3 年）：包括 Cloud VR 教育、营销、电竞馆、健身、音乐、K 歌、医疗等场景。这些场景还存在内容不够丰富、终端成本过高、网络性能要求较高等制约，未来随着内容和渲染上云，产业链有望进一步成熟，推动应用落地。

远期云化阶段（3 年以上）：包括 Cloud VR 旅游、社交、购物、军事、工程、房地产等场景。这些需要专业化定制的 VR 内容，同时对网络性能要求很高，因此将需要较长的时间培养产业生态链。

图表 24：云 VR 主要应用场景落地进程



资料来源：华为《Cloud VR+场景白皮书》2019，东方财富证券研究所

总的来说，2C 领域将率先落地，首先利用 IPTV 的延伸发展 Cloud VR 视频相关应用，包括 Cloud VR 巨幕影院、Cloud VR 直播和 Cloud VR 360° 视频三项应用，然后利用 VR 游戏应用吸引用户付费，实现快速变现。2B 领域，教育应用有望率先发展，该领域目前用户群体比较明确，付费意愿也更高。

3.2. 有望率先落地的几个应用领域

3.2.1. 云 VR 巨幕影院

Cloud VR 巨幕影院作为 IPTV 视频业务的延伸，是最容易展开的业务，一方面拥有 IPTV 原有大量用户的基础，业务平台不需要专门做优化和修改；另一方面，现有 IPTV 业务平台已经拥有海量优质视频内容。

目前有很多 VR 设备都可体验巨幕影院，但还没有云 VR 设备发布。华为 19 年推出的 VR Glass 产品就支持 IMAX 巨幕体验，这款产品被称为颠覆性 VR 眼镜，主要由于其轻薄的设计，其重量仅有 160g，厚 26.6mm，仅为传统 VR 头显的三分之一，镜腿可折叠。这款 VR 眼镜也支持近视调节，屈光度调节为 0° -700°，左右眼可独立调节。但这款 VR 眼镜需要连接手机使用，因此还不能真正称为一款颠覆性的产品。

图表 25：华为 VR Glass 性能



资料来源：华为官网，东方财富证券研究所

3.2.2. 云 VR 直播

通过云 VR 技术直播实时球赛、运动会、演唱会，现阶段可以带给用户沉浸式临场感，让用户在家中就能体验到与歌星、球星面对面的感觉。未来随着性能进一步提升，用户不仅可以享有视听觉的体验，还能进行交互。目前云 VR 直播已经有了许多成功应用，美国公司 NextVR 拥有 VR 直播技术专利，获得 NBA League 授权，可对 NBA 比赛进行 360° 全景直播，该公司估值 8 亿美金；王菲“幻乐一场”演唱会，为场外粉丝提供 VR 直播，30 元入场券，累计超过 2000 万用户观看。但当时由于技术还不够成熟，存在画面不够清晰诸多痛点，从而影响了用户体验，未来随着云 VR 性能大幅提升，该应用有望迎来快速发展。目前云 VR 直播的商业模式包括家庭观看 VR 直播、VR 直播现场 VIP 包厢、VR 直播分会场等，运营商通过与 IP 方合作，获得丰富内容，并提供优质网络，可推出相关业务，实现快速变现。

图表 26: 云 VR 直播的主要商业模式

| 产业伙伴 | VR 直播 VIP 包厢 | VR 直播分会场 | 家庭观看 VR 直播 |
|------|--|---|---|
| 用户 | <ul style="list-style-type: none"> 无限拉近包厢与舞台距离 为高端用户提供全新体验 | <ul style="list-style-type: none"> 异地参加演唱会, 节省路费 享受优质的 VR 直播, 超强临场感 | <ul style="list-style-type: none"> 足不出户, 穿越直播现场 更低的门票价格 |
| 主办方 | <ul style="list-style-type: none"> 提升 VIP 包厢吸引力和价值 | <ul style="list-style-type: none"> 不受场地和政策限制, 更多门票收入 | <ul style="list-style-type: none"> 更广的粉丝群体覆盖 更高的版权价值 |
| 运营商 | <ul style="list-style-type: none"> 利用技术优势保障直播现场大带宽、超低时延网络 与 IP 方合作契机, 引入全新内容, 互惠互利 | <ul style="list-style-type: none"> 提供优质网络, 保障用户体验 培养用户习惯, 为 VR 直播走入家庭打下基础 与 IP 方建立联系, 引入内容 | <ul style="list-style-type: none"> 独家直播, 吸引用户, 抢占家宽市场 促进 VR 直播普及, 填充管道 推出千兆套餐, 赠 VR 直播特权, 促进用户升级 |

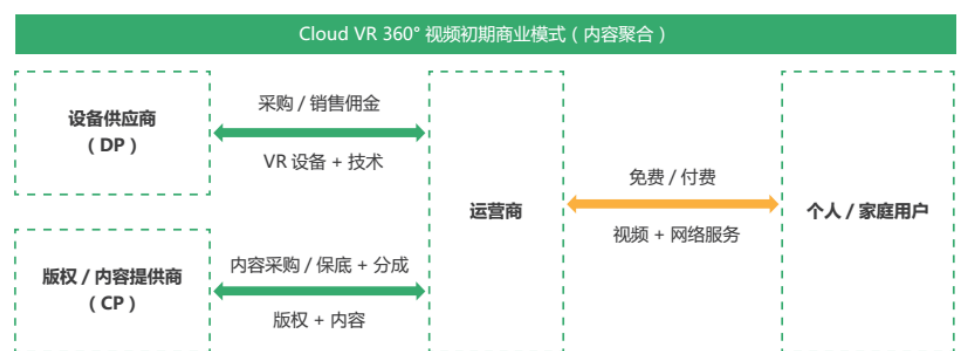
资料来源: 华为《Cloud VR+场景白皮书》2019, 东方财富证券研究所

3.2.3. 云 VR 360° 视频

视频点播与 VR 技术的结合。一种是固定观看位置, 支持 360° 全方位任意观看; 一种是不固定观看位置, 可以在场景中自由走动, 甚至可以进行交互; 360° 视频就是前者。Cloud VR 360° 视频内容以短视频为主, 主要为体育赛事及演唱会等 VR 直播转录播及精彩剪辑、风景短片、纪录片等, 剧情类内容受限于不成熟的内容拍摄手法及高制作成本, 相对稀少, 而直播转录播内容后期制作快捷, 上线快, 相对较多。

目前该应用的商业模式主要是由运营商负责采购设备和内容, 然后向个人/家庭用户免费或付费提供服务。

图表 27: 云 VR 360° 视频的初期商业模式

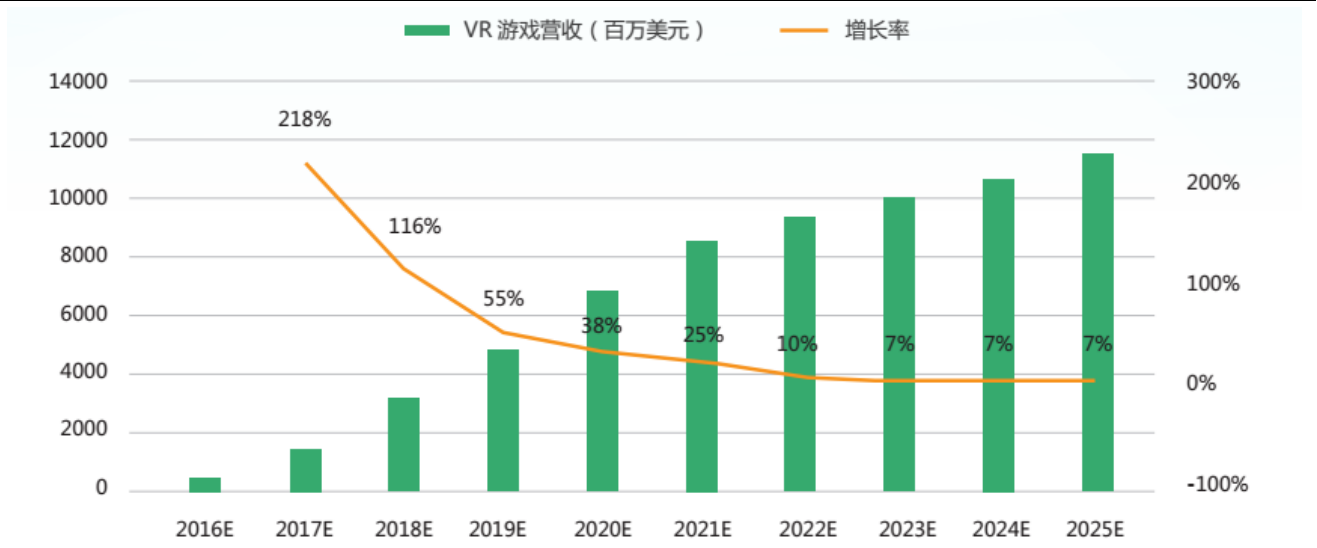


资料来源: 华为《Cloud VR+场景白皮书》2019, 东方财富证券研究所

3.2.4. 云 VR 游戏

Cloud VR 游戏是 VR 的典型应用, 交互性强, 沉浸感强, 是最能吸引用户的业务之一。有 3DoF 的轻量级休闲游戏与 6DoF 的重度大型游戏, 分别对应轻度休闲玩家与高端核心玩家。据高盛报告, 2020 年全球 VR 游戏营收规模将达 69 亿美元, 将是未来整个 VR 应用市场最大的细分应用领域。

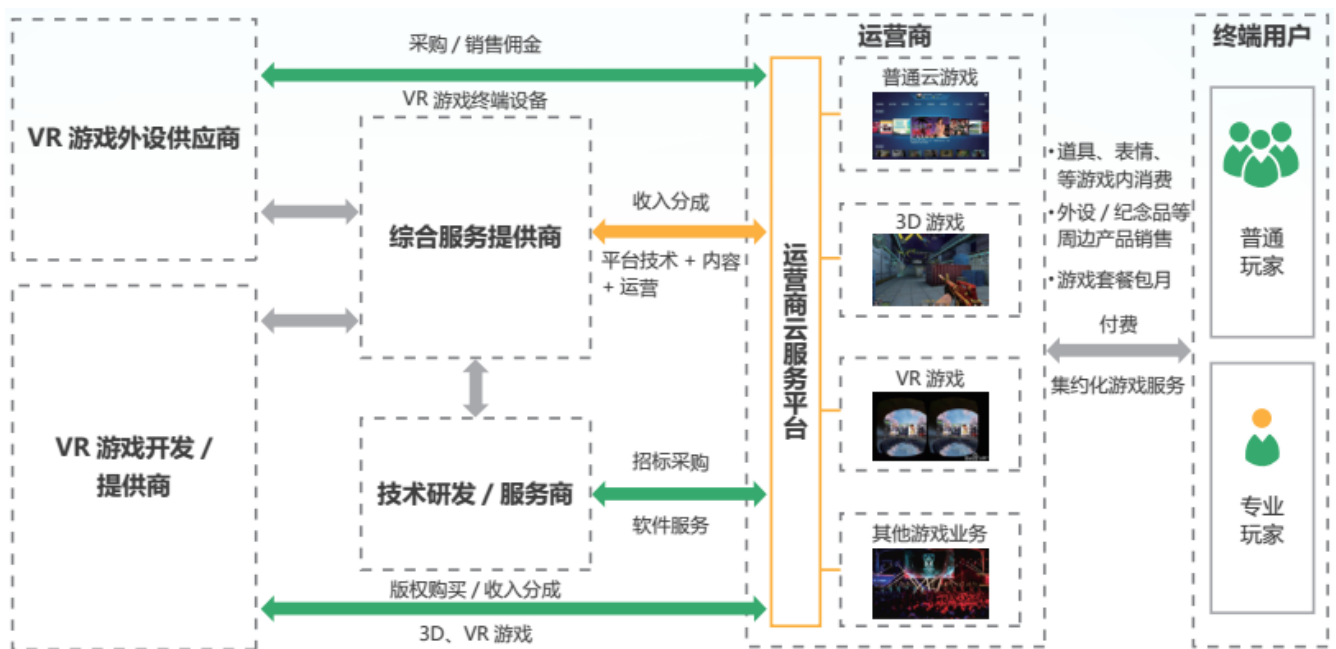
图表 28：全球 VR 游戏市场规模预测



资料来源：Goldman Sachs，东方财富证券研究所

云 VR 游戏的商业模式目前尚在探索之中，初期的总体思路是由运营商向终端用户提供集约化游戏服务，可采用游戏套餐包月付费、游戏内消费和周边产品销售等方式变现，终端硬件和软件集中采购，然后给上游的综合服务提供商和游戏开发商等收入分成。

图表 29：云 VR 游戏的初期商业模式



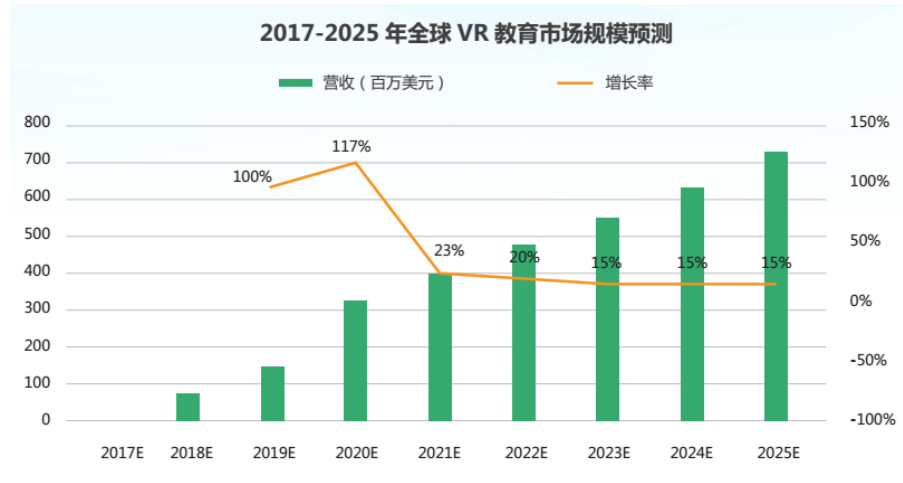
资料来源：华为《Cloud VR+场景白皮书》2019，东方财富证券研究所

3.2.5. 云 VR 教育

云 VR 教育是通过 VR 技术来构建虚拟学习环境，如虚拟实验室、宇宙中的天体运动、生物中的微观世界等，从而将抽象、不易理解的知识以形象、生动、直观的形式呈现，可提高教学效果。教育是刚性需求，市场普遍认为 VR 教

育被最适合作为第一个聚合的行业应用，除了在学校等场景使用，VR 还能在企业培训中发挥作用，如沃尔玛 2017 年就通过 VR 培训了 15 万名员工。据高盛预测，2020 年全球 VR 教育市场规模有望超过 3 亿美元，2025 年有望超过 7 亿美元。

图表 30：全球 VR 教育市场规模预测



资料来源：Goldman Sachs，东方财富证券研究所

目前 VR 教育应用存在的主要问题有：1) VR 教育内容相对零散，很少形成体系。面向消费者的教育类应用远远不够，K12 的内容还无法覆盖中小学生的教学大纲，企业的培训也还未大范围铺开。2) 2B 类业务因为同时有大量人使用，因此需要带宽保证，目前的 4G 网络还不足以支持。内容方面需要整个产业链生态进一步完善，商业模式进一步确立，并通过云化平台提升内容分发效率，以及保障内容商的权益，才能使内容商专注内容制作，提供丰富的 VR 教育内容。网络方面，未来 5G 落地有望在带宽方面提供保障。

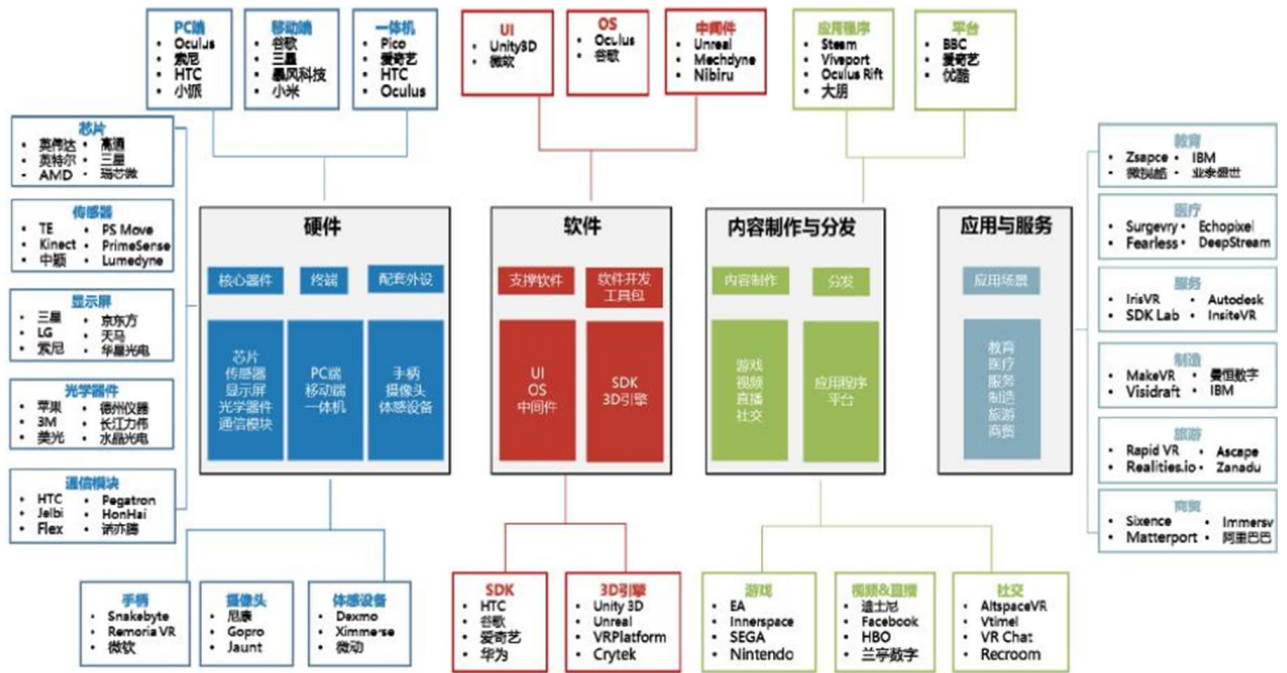
4. 国内厂商在硬件环节加快追赶，软件环节差距较大

4.1. 产业链全览

4.1.1. 各环节市场规模

VR/AR 行业的产业链环节和智能手机大体相似，包括硬件、软件、内容制作与分发以及应用与服务四个环节，主要区别在于智能手机应用主要是 to C，面向个人消费者，VR/AR 除个人消费者外，还渗透到各行各业的应用中，因此在应用环节相对复杂很多。

图表 31: VR/AR 行业产业链



资料来源: 赛迪智库, 东方财富证券研究所

硬件环节: 按照功能划分可分为终端设备、配套外设以及上游的核心器件三部分。终端设备分为 PC 端设备、移动端设备和一体机三种类型。配套外设包括手柄、摄像头 (全景摄像头) 和体感设备 (数据衣、指环、触控板、触/力觉反馈装置等) 等。上游核心器件则包括芯片 (CPU、GPU、移动 SOC 等)、传感器 (图像、声音、动作捕捉传感器等)、显示屏 (LCD、OLED、AMOLED、微显示器等显示屏及其驱动模组)、光学器件 (光学镜头、衍射光学元件、影像模组、三维建模模组等) 和通信模块 (射频芯片、Wi-Fi/蓝牙芯片、NFC 芯片等) 等。

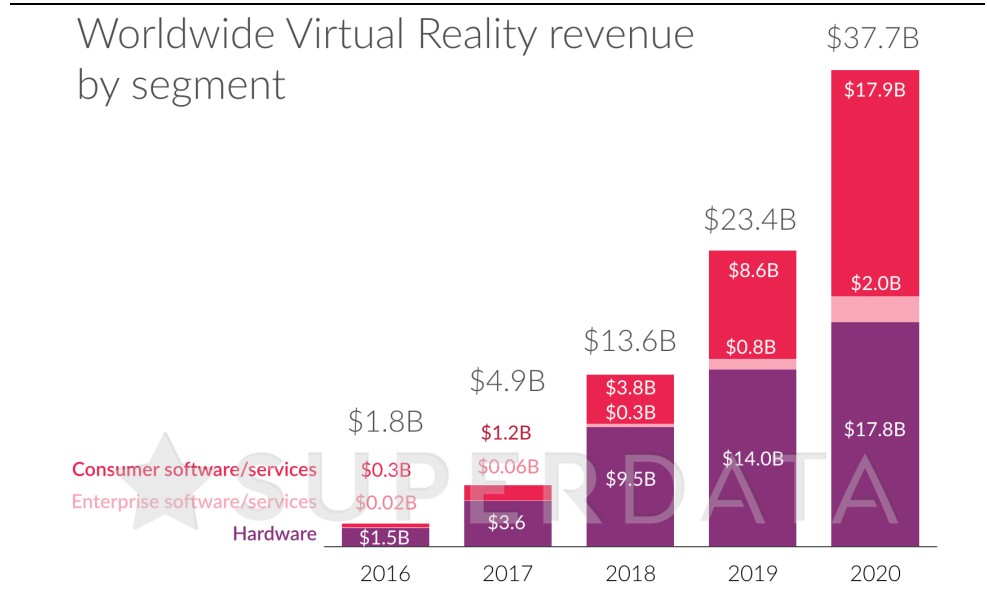
软件环节: 包括支撑软件和软件开发工具包。支撑软件包括 UI、OS (安卓、Windows 等) 和中间件 (Conduit、VRWorks 等)。软件开发工具包包括 SDK 和 3D 引擎。

内容制作与分发环节: 内容制作包括虚拟现实游戏、视频、直播和社交内容的制作。内容分发则是指应用程序平台 (商店)。

应用和服务环节: 包括制造、教育、旅游、医疗商贸、娱乐等多领域。

据 SuperDATA 预测, 2020 年开始 VR 软件和服务环节的市场规模将超过 VR 硬件, 达到 199 亿美元, VR 硬件 2020 市场规模将达 178 亿美元。

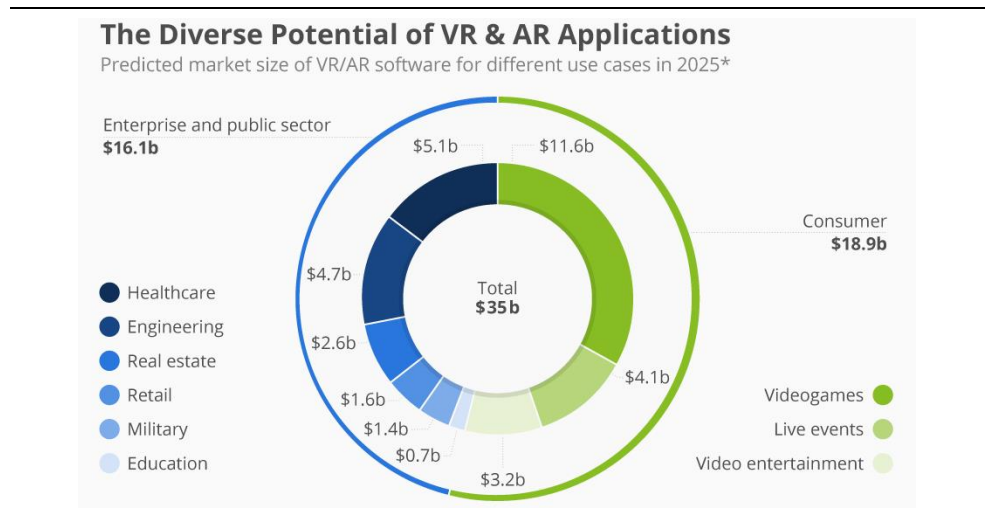
图表 32: VR 产业链各环节全球市场规模预测



资料来源: SuperDATA, 东方财富证券研究所

具体应用方面, 据高盛预测, 2025 年总体市场规模可达 350 亿美元, 其中消费级市场占比 54%, 企业级市场占比 46%。消费级市场中游戏市场规模最大, 预计可达 116 亿美元, 企业级市场中医疗市场规模最大, 预计可达 51 亿美元。

图表 33: 2025 年各应用领域 VR/AR 市场规模



资料来源: Goldman Sachs, 东方财富证券研究所

4.1.2. 国内厂商优势集中在硬件环节

从产业链各环节的竞争格局来看, 内容和应用环节相对比较分散。内容聚合平台建设方面, 涉及厂商包括互联网视频平台以及硬件厂商。国内包括腾讯、爱奇艺、优酷等互联网视频平台均设有 VR 专区, 制作了定制化的内容, 如爱奇艺推出的 VR 影片《无主之城 VR》和《神探蒲松龄之鬼魅聊斋 VR》游戏等。大朋、创维、小米等硬件生产商也都在构建自己的聚合平台, 通过打造内容生态吸引用户。应用环节则渗透到各行各业, 更加分散。

软件环节, 国外公司领先, 国内公司差距较大, 短时间难以追赶。其中,

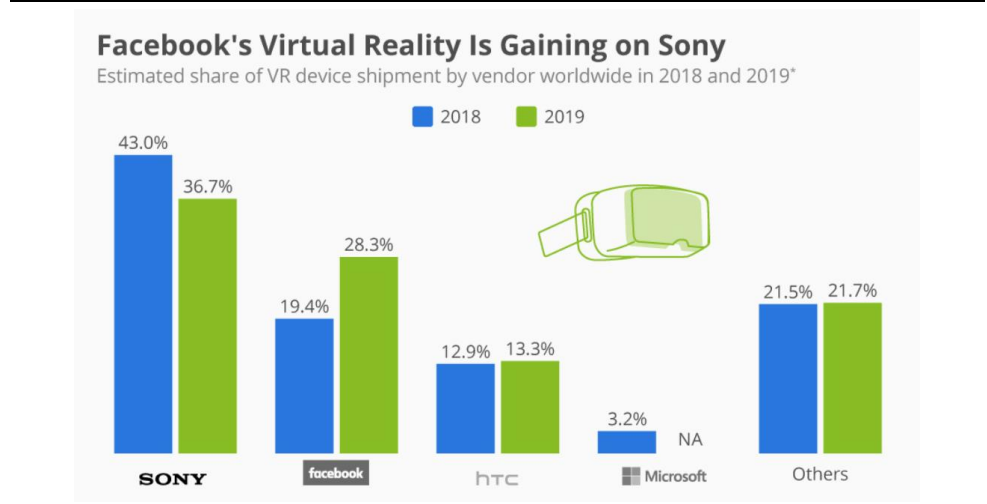
操作系统领域：现有的 VR 操作系统多由头显厂商自行开发，处于相对封闭和割裂的状态。国外厂商在 PC、智能手机时代已经积累了较大的技术优势、用户优势，且主流 VR 硬件制造商均为国外厂商，未来行业标准由国外领先企业制定的可能性更大，国内厂商布局艰难。

SDK 领域：SDK 依附不同硬件设备。由头显厂商免费提供给开发者，以吸引开发者为硬件平台制作内容。虽然 SDK 不直接产生盈利，但其在提升渲染效率，营造沉浸感方面，与硬件升级同样重要。SDK 方面，国外厂商掌握核心算法，国内企业努力追赶。

VR 引擎领域：用于制作 VR 游戏。Unity 3D、Unreal Engine 4、Cry Engine 5 引擎占据绝大部分市场份额，其中 Unreal 占有全球商用游戏引擎 80% 的市场份额。国内相关产品有触控科技的 Cocos 3D、无限时空的“无限 2.0”、C²engine 和新三板企业优万科技的 UniG 等。VR 引擎行业壁垒很高，国外引擎经过多年发展，拥有强大的开发者社区，资源丰富；且 VR 引擎需要一定学习周期，开发者更换 VR 引擎需要付出较大的时间成本。国内厂商在该领域还需要较长时间的追赶。

硬件环节，终端品牌目前仍以国外厂商为主。Trendforce 数据，索尼、Facebook、HTC 和微软占据 2018 年全球 VR 设备市场 77% 的市场份额。索尼凭借 PSVR 的领先用户体验占据了整个市场 43% 的份额，其次是 Facebook 的 Oculus 系列产品，HTC 紧随其后。2019 年 Facebook 发布了最新一体机 VR 产品 Oculus Quest，迅速成为市场最热销的 VR 设备，其市场份额也快速追赶索尼，预计 2019 年 Facebook 的市场份额将提升到 28.3%，索尼市场份额将降至 36.7%。国内 VR 设备最早以大朋、小鸟看看、小派等初创企业为主，市场份额很小，随着行业逐渐成熟，联想、创维、OPPO、vivo、华为、小米等硬件品牌企业和爱奇艺等内容提供商也纷纷推出 VR 头显产品，未来有望凭借品牌优势快速获取部分市场份额。

图表 34：2018 年全球主要 VR 设备厂商市场份额及 2019 年预测



资料来源：statista，东方财富证券研究所

供应链环节，整机代工方面主要以国内厂商为主，上游核心元器件以国外公司为主，国内厂商近年在芯片、显示和光学器件领域也有所突破，加快渗透到上游终端品牌厂商供应链。

图表 35: VR 硬件供应链

| 硬件环节 | 细分产品 | 境外公司 | 大陆公司 |
|-------|---------------|--|--|
| 芯片 | CPU 算法处理器 | 高通、英特尔、联发科、意法半导体、德州仪器等 | 华为海思 瑞芯微 (RK3288 芯片已成功应用 Highglass 嗨镜和 Nibiru VR 一体机) 全志科技 (H8/A80 芯片分别应用于 Uranus one 和 灵境小黑 VR 一体机) |
| | GPU 视觉渲染 | AMD、英伟达、英特尔、高通 | 全志科技 (定增 3.5 亿元拟投入 VR 显示处理器芯片与模组研发) |
| | 存储与记忆体 | 三星、美光、海力士等 | |
| | 辅助芯片与控制器 | 德州仪器、意法半导体、恩智浦、美国国家半导体、台湾华邦电子、台湾骅讯电子、台湾曜鹏科技等 | |
| 传感器 | 数据传感器 | 德州仪器、霍尼韦尔、英美盛、意法半导体、博通等 | |
| | 位置追踪相机 | 微芯科技、希华、钰创科技等 | 舜宇光学 (独家向 HTC Vive 供应前置摄像头) |
| | 位置追踪整体方案 | Valve、索尼、Oculus、Opti Track 等 | 曼恒数字 (光学位置追踪系统 G-motion) |
| 显示 | OLED 显示屏 | 三星、LG、索尼、夏普等 | 京东方、深天马、和辉光电等 |
| | 显示驱动芯片 | 三星、晨星半导体、Genesis、晶门科技等 | 中颖电子 (国内唯一具备 AMOLED 驱动芯片大规模量产能力的企业) |
| 光学器件 | 高清光学镜头和光学棱镜模组 | 大立光、卡尔蔡司、柯尼卡美能达等 | 舜宇光学 (全球领先的综合光学产品制造商和光学影像系统解决方案提供商) 联创电子 (全球最大的运动相机镜头供应商) 歌尔声学 (与台湾古崧精密设立子公司歌崧光学扩大光学镜头等产能) 水晶光电 (2016 年投资全球 AR 阵列光波导技术领先企业 Lumus) |
| | 全景相机 | Google、三星、诺基亚、GoPro、Jaunt、Bubl 等 | 暴风魔镜、Wipet、完美幻境、Insta 360、UCVR 等 |
| 输入设备 | 传统动作控制 | 索尼、HTC、Stem、Hydra、雷蛇等 | |
| | 新一代动作控制 | Omni、Manus、TeslaSuit 等 | |
| | 视觉动作捕捉 | Leap Motion、微软、英特尔 | |
| | 全身动作捕捉 | Inertial Labs、Xsens 等 | 诺亦腾 (动作捕捉系统 Perception Neuron 曾助《权力的游戏》斩获最佳视觉效果奖项, 研发了全球首款全无线人体动作捕捉系统 Perception Legacy) |
| | 光学动作捕捉 | Oxford Metri、NaturalPoint、Motion Analysis 等 | |
| 外壳与电池 | 外壳结构件 | 三星、泛泰等 | 劲胜精密 (独家为 HTC Vive 供应塑料外壳) |
| | 电池模组 | 三星、LG、TDK 等 | 德赛电池 (向苹果全系列产品供货) |
| 整机代工 | | 富士康、HTC 等 | 歌尔声学 (独家代工 Oculus Rift, 代工索尼 PSVR 和微软 HoloLens) |

资料来源: 相关公司官网, 东方财富证券研究所

4.2. 硬件环节：国内企业从整机代工向核心元器件环节渗透

4.2.1 整机代工

目前全球 VR 设备代工厂商主要有富士康、HTC 和歌尔股份等，歌尔股份作为国内厂商代表，为索尼、三星、Oculus 等全球多家一流客户提供“零组件+整机”的整体解决方案，2016 年公司 VR 产品出货量占全球中高端市场 70% 的份额，具备领先地位。

4.2.2 芯片领域

VR 设备芯片具体涉及到 CPU 算法处理器、GPU 视觉渲染、存储器以及辅助芯片及控制器等。CPU 算法处理器方面主要由高通、英特尔、联发科等传统手机 CPU 大厂主导，国内以华为海思、瑞芯微和全志科技为代表的 IC 设计厂商也逐步崛起。瑞芯微的 RK3288 芯片已成功应用 Highglass 嗨镜和 Nibiru VR 一体机，全志科技的 H8/A80 芯片分别应用于 Uranus one 和灵境小黑 VR 一体机中。GPU 方面由 AMD、英伟达、英特尔和高通等海外大厂主导，国内全志科技曾定增 3.5 亿元投入 VR 显示处理器芯片研发。存储器领域被三星、美光和海力士等海外厂商垄断。辅助芯片与控制器领域主要掌握在 TI、意法半导体、恩智浦等海外厂商手中。

4.2.3 显示领域

此前提到要控制 VR 设备的时延参数，对 VR 设备的显示屏刷新率也有较高要求，OLED 显示屏的响应时间是 LCD 屏的千分之一，是目前 VR 设备采用的主流显示技术。三星在 OLED 显示领域处于全球垄断的地位，国内京东方、华星光电等面板厂商目前也实现了 OLED 屏幕的量产，打破了三星的垄断，目前良率有待进一步提高。此外，京东方还推出了响应时间小于 5ms 的高分辨率 Fast LCD 面板，已经应用在华为、Oculus、小米和爱奇艺等高端一体机中，相比 OLED 方案有较大成本优势。

4.2.4 光学器件领域

光学器件也是 VR/AR 设备最关键的部件之一，其品质决定了最终成像的好坏。光学镜头是一个需要长时间工艺沉淀的领域，此前主要被德国的卡尔蔡司和日本的佳能、尼康、奥林巴斯等厂商垄断。近年来台湾大立光、国内舜宇光学和联创电子等镜头厂商随着智能手机镜头的普及崛起，以上公司在 VR 光学领域也都积累了解决方案。此外在 AR 眼镜的光波导镜片领域，国内的歌尔股份、水晶光电、珑璟光电等企业也开始实现量产，未来有望受益行业增长。

5. A 股推荐标的

歌尔股份 (002241.SZ)、水晶光电 (002273.SZ) 和京东方 A (000725.SZ) 等 A 股公司在各自所处环节相对具有较强的竞争优势，业绩受行业增长影响的弹性较大，谨慎看好以上公司。

5.1. 歌尔股份

歌尔股份是全球微电声领域龙头厂商，同时也是全球领先的 VR / AR 整机方案设计及制造商。公司主要业务包括精密零组件、智能声学整机和智能硬件三大板块，精密零组件主要包括微型麦克风、微型扬声器受话器、扬声器模组、MEMS 传感器以及天线模组等产品，智能声学整机主要包括有线、无线耳机以及智能音箱等产品，智能硬件包括智能家用电子产品、智能可穿戴电子设备、VR/AR 产品以及工业自动化产品。

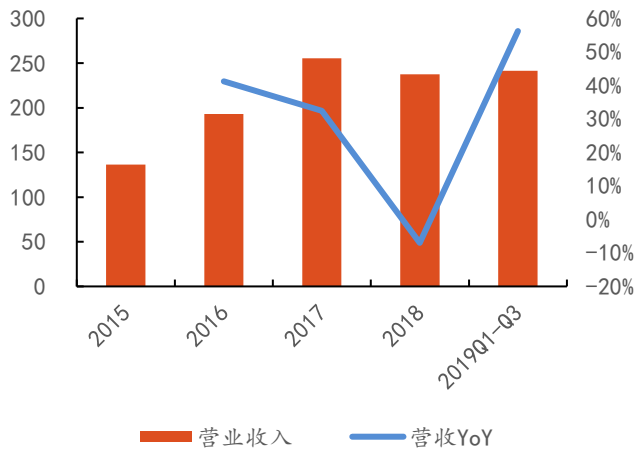
图表 36：歌尔股份业务和产品构成



资料来源：公司官网，东方财富证券研究所

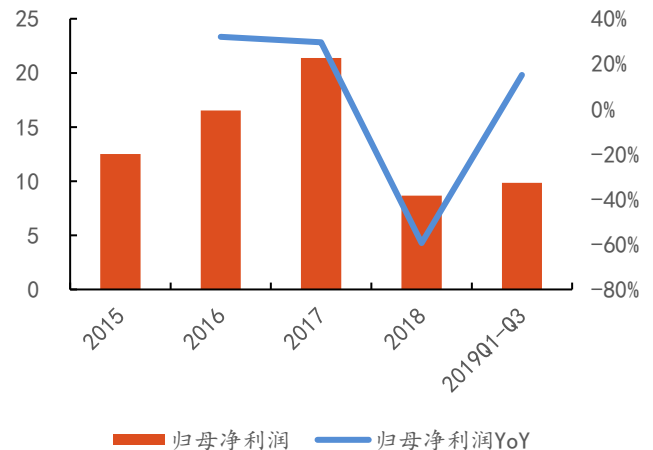
2018 年公司营收从前两年的高增长骤然转为负增长，主要受到当年智能手机出货量下滑以及 VR 行业低迷的影响。2018 年公司营收同比下降 7%，仅达 237.51 亿元，净利润同比下滑近 60%，仅达 8.68 亿元。2019 年得益于 TWS 耳机的爆发式增长和 VR 行业的回暖，公司业绩恢复增长，2019 年前三季度营收同比增长 56%，达到 241.34 亿元。2019 年上半年公司智能声学整机业务实现营收 52.03 亿元，同比增长 215.55%；智能硬件业务实现营收 39.37 亿元，同比增长 51.30%。但由于电声器件领域竞争加剧，智能声学整机产品良率处于爬坡期，因此两项业务毛利率分别有 4 个 pct 和 5 个 pct 的下滑，导致整体净利润增长只有 15%。目前智能声学整机业务成为公司营收规模最大的业务，2019H1 营收占比约 40%，精密零组件和智能硬件营收占比均接近 30%。

图表 37: 歌尔股份近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY



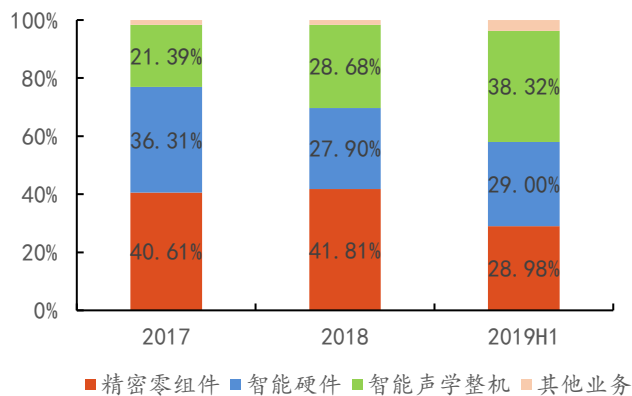
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 38: 歌尔股份近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY



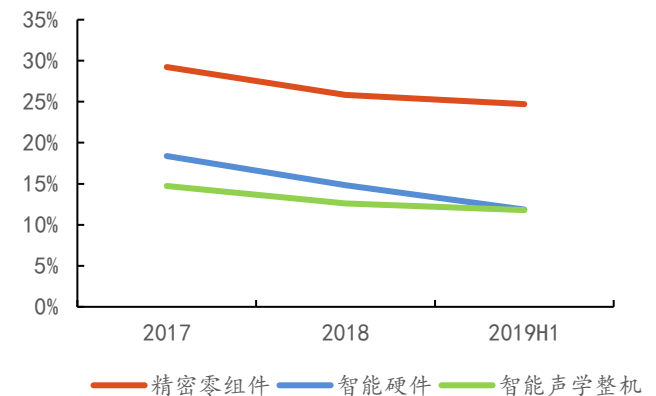
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 39: 歌尔股份营业收入按业务拆分



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 40: 歌尔股份主要业务毛利率



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

公司早在 2012 年就开始布局 VR 领域,通过建设研发中心、投资并购公司、院所合作等多种方式,进行全球范围的 VR 布局与合作,目前已形成国内 VR 制造、基础技术研发,国外先进技术研究 and VR 内容合作的完整 VR 生态。目前公司已具备 ID 设计、光学设计 / 光学元件、电子电路、结构 / 散热、声学、无线 / 射频、软件、自动化等一站式 ODM / JDM 服务能力,可提供 VR / AR 的全套零部件到整机量产的解决方案,至今已为索尼、三星、华为、苹果、Oculus 等全球多家一流客户提供“零部件+整机”的整体解决方案。据公司表示,2016 年歌尔的 VR 产品出货量占全球中高端市场 70% 的份额,2019 年上半年 VR 行业回暖,公司智能硬件业务实现营收 39.37 亿元,同比增长 51.30%。公司作为行业龙头企业,未来将深度受益 VR 行业的发展。

图表 41：歌尔股份 VR/AR 产品及解决方案

设备

虚拟现实头显



交互设备



360° 摄像头



解决方案

VR/AR 光学能力

提供非球面透镜、菲涅尔透镜、衍射光学元器件等多种VR光学解决方案，以及分光曲面反射、棱镜反射等AR光学解决方案，并在自由曲面、光波导、微显示等前沿AR、VR光学技术上持续进行研发投入。

VR 专用镜片解决方案

依托在光学方面强大的集成整合能力，歌尔具备VR专用镜片的设计制造能力和量产经验，保障VR产品的图像质量。

全面的VR系统解决方案

提供一站式垂直整合的系统解决方案，包括光学、ID、结构、电子电路、射频、软件在内的整体设计方案，以及零部件，模具，注塑，校准，组装，自动化在内的整体制造方案。

资料来源：公司官网，东方财富证券研究所

5.2. 水晶光电

水晶光电是全球滤光片龙头厂商，在光学校镜领域也具备深厚积累。公司主要业务包括成像光学、新型显示、生物识别、反光材料和蓝宝石衬底五大业务板块。成像光学主要包括手机摄像头采用的红外滤光片等产品，新型显示主要包括视频眼镜、超短焦投影、HUD（Head-up Display，抬头显示器）和为微影光引擎等产品。

图表 42：水晶光电业务和产品构成

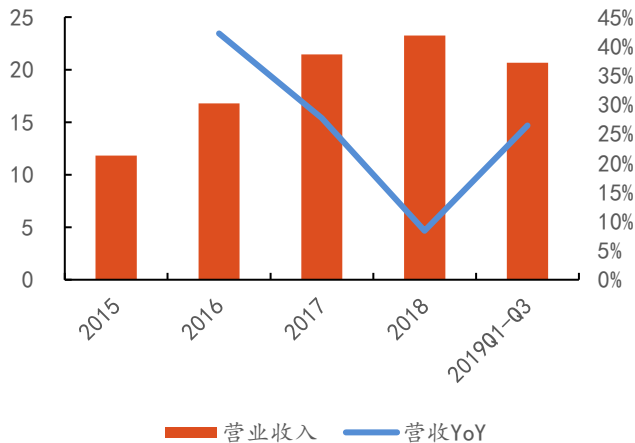


资料来源：公司官网，东方财富证券研究所

公司 2018 年实现营收 23.26 亿元，同比增长 8.39%；实现归母净利润 4.68 亿元，同比增长 31.57%；实现扣非归母净利润 3.01 亿元，同比下降 8.43%

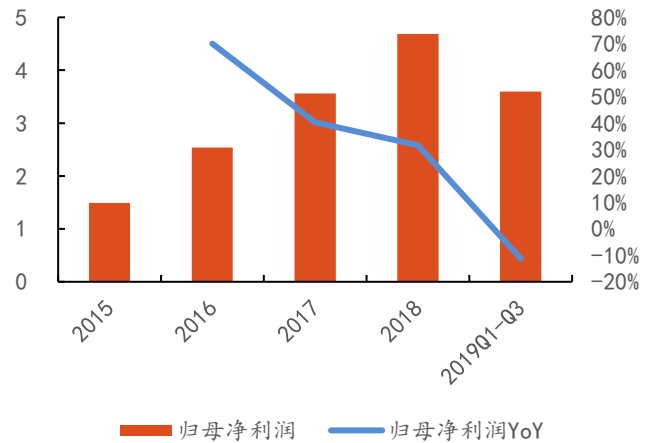
公司营收增速大幅放缓，一方面由于 2018 年智能手机销量不振，另一方面由于下游 LED 芯片行业产能过剩，导致公司蓝宝石衬底业务收入大幅下滑。2019 年前三季度公司实现营收 20.66 亿元，同比增长 26.43%；归母净利润为 3.60 亿元，同比下滑 11.18%；扣非归母净利润为 2.87 亿元，同比增长 14.32%。公司 2019 年恢复增长主要得益于多摄和屏下指纹加速渗透带来的滤光片需求大幅提高。

图表 43: 水晶光电近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY



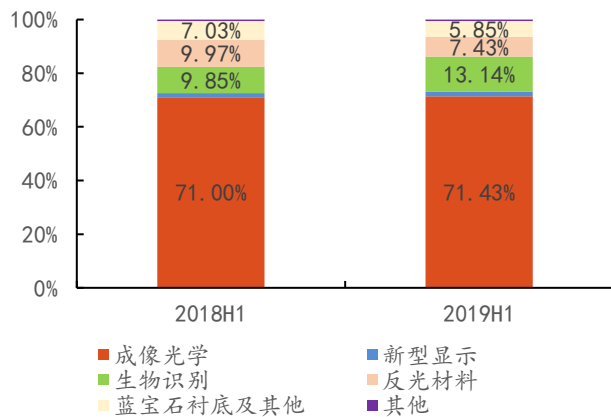
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 44: 水晶光电近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY



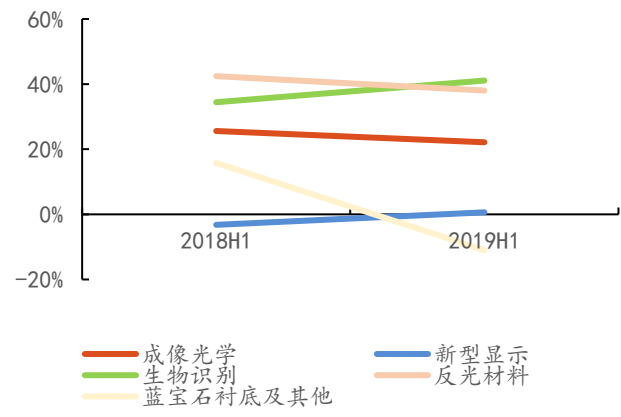
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 45: 水晶光电营业收入按业务拆分



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 46: 水晶光电主要业务毛利率



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

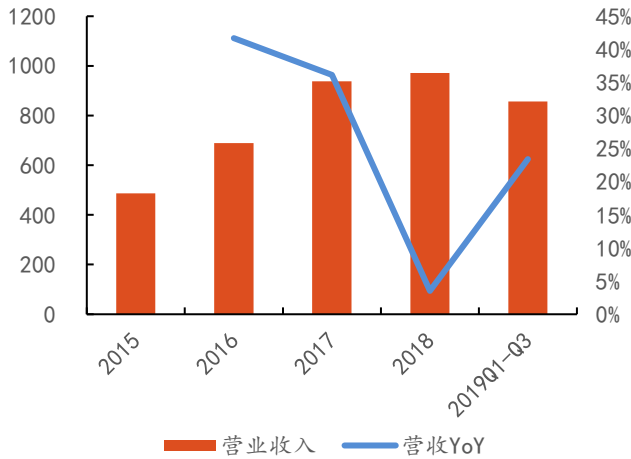
公司很早就开始布局汽车平视显示技术 HUD，在光学棱镜方面有深厚的积累。近年来公司加快 AR 领域投资，2016 年投资全球 AR 眼镜阵列光波导技术领先企业 Lumus，2019 年携手 AR 全息波导显示技术的创新者 DigiLens，构建 AR 光学解决方案，目前已经具备高折射晶圆、智能眼镜光学模组、超短焦光学模组等产品的生产能力。未来随着主要终端品牌厂商推出 AR 眼镜产品，公司相关订单有望迎来快速增长。

5.3. 京东方

京东方是国内面板龙头厂商，公司目前共有 10 条 LCD 产线，4 条 AMOLED 产线。2019 年公司 LCD 产能位列全球第一，AMOLED 产能仅次于三星位居全球

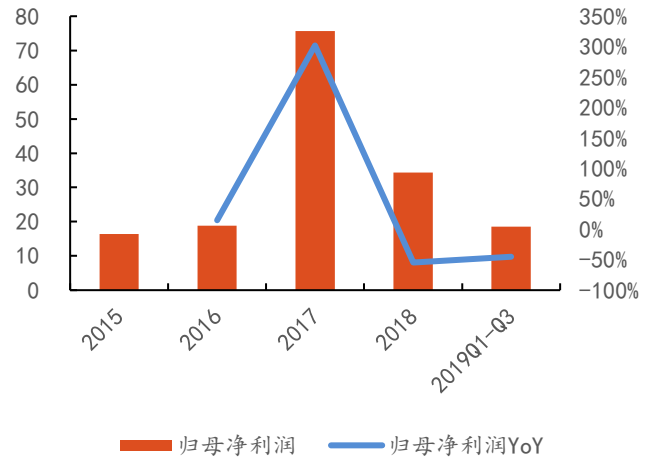
第二。2018 年开始随着面板行业进入下行周期，LCD 价格大幅下降，公司盈利能力也大幅下滑。2019 年前三季度，公司实现归母净利润 18.52 亿元，同比下滑 45%。目前 LCD 面板价格已经接近底部，供给端也已经出清，行业开始逐步回暖。

图表 47: 京东方近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY



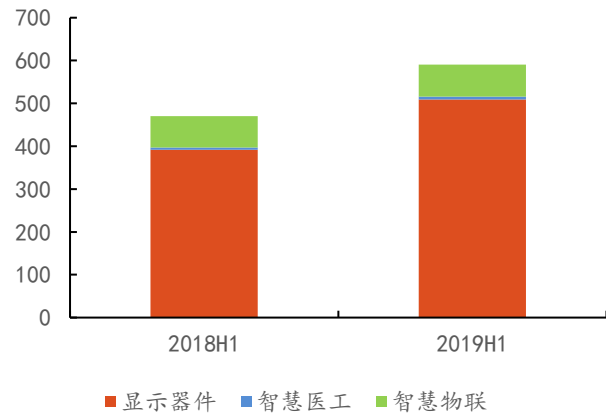
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 48: 京东方近 5 年净利润 (亿元) 及 YoY



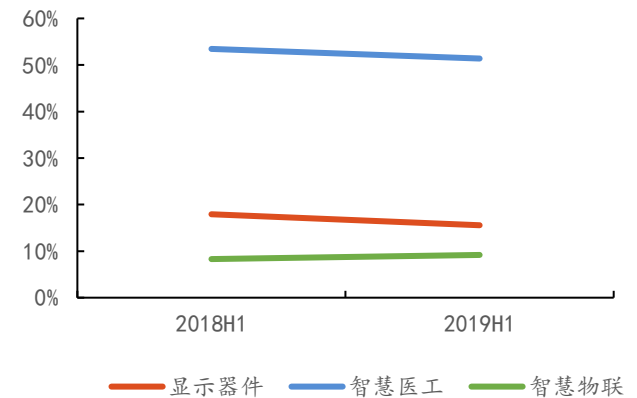
资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 49: 京东方营业收入组成 (亿元)



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

图表 50: 京东方主要业务毛利率



资料来源: choice, 东方财富证券研究所

公司作为全球 OLED 产能排名第二的龙头厂商，且推出的低成本 Fast LCD 方案已经在部分设备上使用，未来公司将首先受益 VR/AR 设备出货量的增长。

6. 风险提示

- 5G 建设进程不及预期;
- VR/AR 关键技术进步不及预期。

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

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资建议的评级标准：

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

股票评级

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

行业评级

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

免责声明：

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

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

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

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

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

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

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