

# VR/AR，敢问路在何方？

随着 5G 建设的进行，新产品和新技术的不断成熟，VR/AR 再度获得高度关注，VR/AR 经历了从热炒，低谷，到复苏的过程。目前 VR/AR 的瓶颈包括网络带宽和速率的限制，硬件技术不够成熟，以及内容应用的匮乏。

在网络侧，双 G 是指 5G 和千兆带宽，5G 主要是室外移动场景，也就是无线基站到移动终端一侧，而千兆带宽+ Wi-Fi6 为室内固定场景。二者共同为 VR/AR 提供更优的管道。本地 VR 受到用户体验与终端成本的制约，Cloud VR 能够解决主要痛点，实现设备轻量化和低成本。

在硬件侧，VR/AR 的硬件上仍面临的较大的技术实现难度，远高于手机等传统智能终端，很多技术需要面临从无到有的重大突破。包括近眼显示技术，超高 ppi 显示屏是 VR 眼镜的主要技术突破点，光波导将成为 AR 眼镜未来的主流方案。

在应用侧，在技术的日趋成熟、“双 G”部署加速的背景下，我们认为 VR 将首先在以游戏、直播为主的 C 端娱乐应用领域落地，并在以教育培训、营销为主的 B 端垂直应用领域得到发展。其中，游戏、直播存在较强的“粉丝属性”，面向用户群体较大，且适合沉浸式的场景；而 VR/AR 在 B 端的教育、培训等领域则有望在高成本、高风险、传统方式无法有效呈现具体知识领域率先落地，为企业创造价值。

参考韩国经验，我们认为在运营商的推动下，VR 有望成为最先落地的 5G 应用场景。在 3G/4G 时代，运营商主要扮演管道角色，提供网络；5G 时代，我们认为三大运营商将逐步在以 VR/AR 为主的内容领域加深布局。我们认为在中国市场，VR/AR 应用同样能够撬动运营商 ARPU 值的提升，无论是消费者市场或是 B2B/B2G 市场，围绕 VR/AR 的内容有望为运营商带来新的商业机会，因此运营商也会积极的推动 VR/AR 应用的发展，以吸引用户。

从市场规模来看，预计到 2023 年，全球 VR 设备年出货量超过 3500 万，AR 进展将慢于 VR，到 2023 年全球出货量也将超过 3000 万。从终端形态来看，一体机 VR 将逐步超过 PC VR 成为最大的市场。

VR/AR 产业链条长，参与主体多，主要分为内容应用、终端器件、网络平台和内容生产。重点推荐在该领域具有一定技术能力和经验积累的标的，包括硬件公司瑞声科技、水晶光电、歌尔股份、京东方等，内容公司建议关注号百控股、芒果超媒、恒信东方等。

## 电子

### 维持

### 买入

#### 武超则

wuchaoze@csc.com.cn

010-85156318

执业证书编号：S1440513090003

#### 杨艾莉

yangaili@csc.com.cn

执业证书编号：S1440519060002

发布日期：2019 年 11 月 28 日

## 目录

VR/AR 产业全景初探 .....	1
VR/AR 发展史回顾：从热炒，低谷，到复苏 .....	1
VR/AR 投融资趋势：资本回归理性，投融资聚焦内容及硬件设备 .....	2
VR/AR 的内涵与区别：构建身临其境和虚实结合的沉浸式体验 .....	6
当前 VR/AR 所面临的问题：目前处于部分沉浸期，沉浸式的体验感仍然很差 .....	7
一问网络：双 G 将给 VR 带来什么改变？ .....	10
接入网：5G、Wi-Fi6、10G PON 将成为 VR/AR 主流传输技术 .....	10
5G：高速率、低时延的特性将大幅提高 VR/AR 体验 .....	10
千兆带宽+ Wi-Fi6：能够实现 VR/AR 对于网络的要求 .....	11
Cloud VR 解决方案：内容和渲染上云，将设备做到轻量化、低成本 .....	12
本地 VR 受到用户体验与终端成本的制约，Cloud VR 能够解决主要痛点 .....	12
Cloud VR 面临的挑战：提升渲染及网络技术，达到时延小于 20ms .....	13
二问硬件：VR/AR 硬件设备的困难在哪里？ .....	16
近眼显示技术 .....	16
屏幕技术：超高 ppi 显示屏是 VR 眼镜的主要技术突破点 .....	17
光波导：AR 眼镜的主流方案，但预计中近期难以大规模普及 .....	18
感知交互技术 .....	23
追踪定位：Inside-out 成为 VR 主流架构，SLAM 技术未来可期 .....	23
手势交互：目前以基于手柄的“6+6”交互为主流，未来将以裸手交互为趋势 .....	25
三问内容：谁将是那个“杀手级”的应用？ .....	27
2C 市场：VR 直播、VR 游戏有望率先落地 .....	27
VR 直播：5G 大带宽特性促进 VR 直播发展，看好体育赛事、演唱会领域 VR 直播 .....	27
VR 游戏：追求“沉浸感”、庞大的用户基数、较强用户粘性等特点推动 VR 游戏落地 .....	30
2B 市场：教育、培训类场景市场潜力大，有望最先落地 .....	34
VR 教育/培训：高成本、高风险、传统方式无法呈现领域有望首先普及 .....	34
VR 营销：弥补传统媒体被动营销模式，引导用户消费 .....	40
VR/AR 体验店：“赚钱”不易，存在不确定性 .....	41
韩国运营商的尝试 .....	42
韩国经验对中国的启示：运营商注重内容领域布局，VR 有望成为 5G 最先落地的应用场景 .....	49
VR/AR 产业未来前景展望 .....	51
VR/AR 市场规模和空间：2023 年全球 VR 设备超过 3500 万，AR 设备超过 3000 万 .....	51
VR/AR 的终端形态展望：一体机 VR 将逐步超过 PC VR 成为最大的市场 .....	51
VR/AR 产业链机遇展望：终端+网络+内容 .....	53
建议重点关注公司 .....	54
硬件公司 .....	54
瑞声科技 .....	54
水晶光电 .....	54
歌尔股份 .....	54
京东方 .....	55

内容公司 .....	55
号百控股 .....	55
恒信东方 .....	56
风险提示 .....	56

## VR/AR 产业全景初探

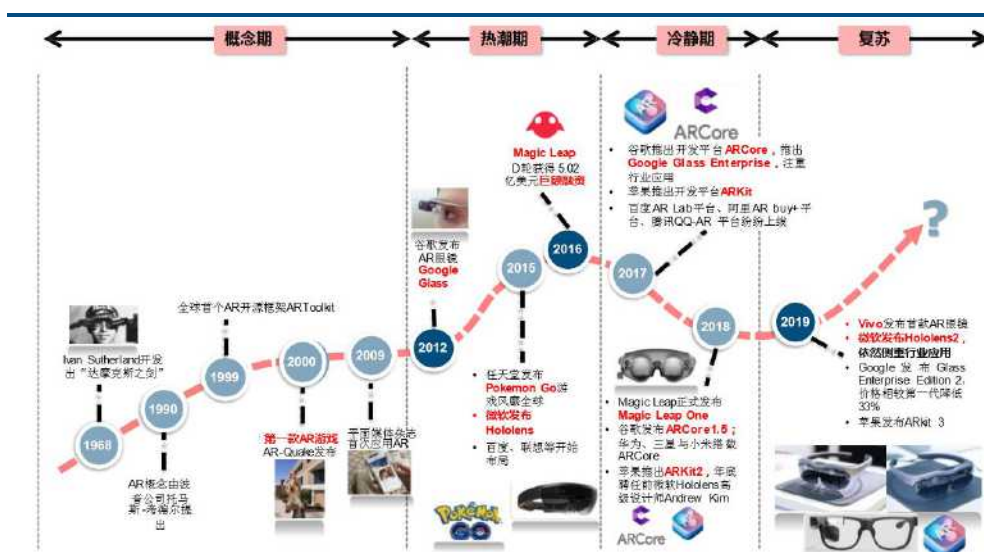
### VR/AR 发展史回顾：从热炒，低谷，到复苏

2012 年，谷歌推出了 Google Glass 的 AR 眼镜产品，其后，Oculus 被 Facebook 以 20 亿美金收购，并推出 VR 头盔。VR/AR 概念进入市场视野，被认为是替代智能手机的下一代终端形态。Facebook 和微软先后进入 VR/AR 市场，包括 Sony、三星、HTC 等多家大厂开始推出相关的硬件产品，2015-2016 年 VR/AR 市场热度达到高点。但到了 2016 年下半年，由于商业模式，以及网络、硬件和内容上的瓶颈都没有突破，资本输血式的发展模式并不能够持续，行业开始进入寒冬。

按 Gartner 的新兴技术成熟度曲线(Hype Cycle)，2018 年 VR 从曲线中消失，意味着虚拟现实技术历经热炒、低谷，已逐步成熟，AR 仍处于泡沫破灭的低谷期，有待技术的突破和发展。

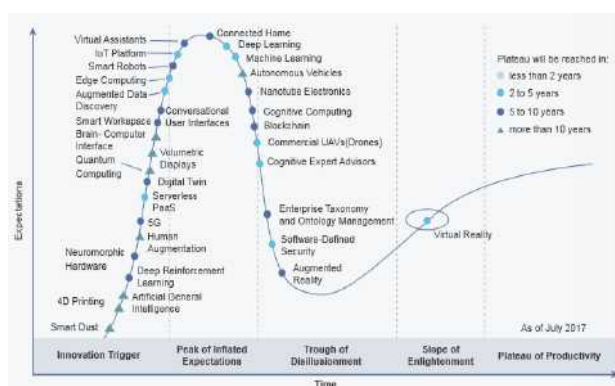
随着 5G 建设的进行，新产品和新技术的不断成熟，VR/AR 再度获得高度关注，产业和投融资市场以一种更为理性的角度去看 VR/AR 产业，并寻找商业模式最先打通的场景，积极推动产业链各环节的商业共赢和发展壮大。

图表1：VRAR 发展史回顾



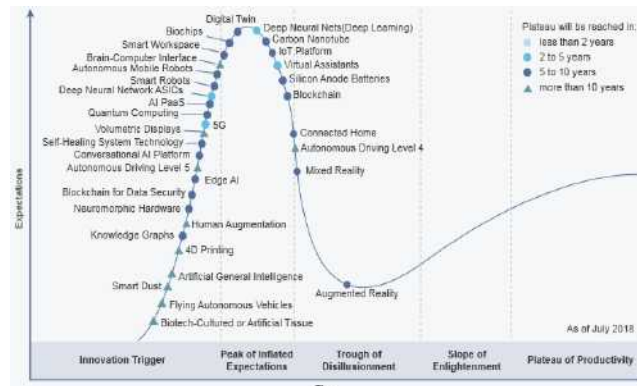
资料来源：vrfocus，virtuelspeech，中信建投证券研究发展部

图表2: Gartner2017 年新兴技术成熟度曲线



资料来源:Gartner, 中信建投证券研究发展部

图表3: Gartner2018 年新兴技术成熟度曲线



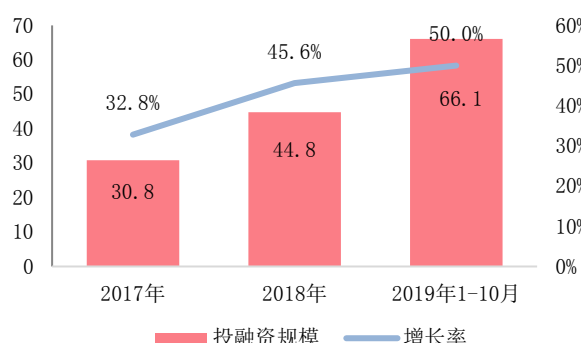
资料来源:Gartner, 中信建投证券研究发展部

## VR/AR 投融资趋势：资本回归理性，投融资聚焦内容及硬件设备

随着 VR/AR 低谷期过去，2019 年全球 VR/AR 迎来了新的发展势头，资本市场也显示出了对该领域的浓厚兴趣。与前几年狂热追逐行业热点不同的是，资本市场在该领域的投资表现得更为理性。根据赛迪研究，从全球市场来看，2019 年全年投融资有望创历史新高。2019 年 1-10 月 VR/AR 投融资规模达到 66.1 亿美元，远超过 2018 年全年 44.8 亿美元的规模，赛迪预测 2019 年全年投资额涨幅会超过 50%。

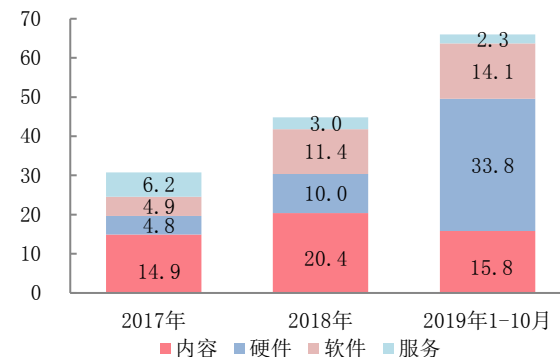
分环节来看，全球范围内资本对各环节的青睐程度从内容板块转移至更为基础的硬件板块。2019 年 1-10 月硬件侧受到投融资规模达到 33.8 亿美元，相比 2018 年全年大增 238%，占比整个投融资额的 51.2%，相比 2018 年全年提升 28.9 个 PCT；相比硬件侧，内容和服务领域资本集中度下降，其中内容板块 2019 年 1-10 月投融资规模为 15.8 亿美元，相比 2018 年全年下滑 22.5%，占比整个投融资额的 23.9%，相比 2018 年全年下降 21.6 个 PCT。

图表4: 全球 VR/AR 投融资规模（亿美元）



资料来源:赛迪, 中信建投证券研究发展部 (2019 年 1-10 月增长率为预测的全年大致增长率)

图表5: 全球 VR/AR 各环节投融资规模和结构（亿美元）

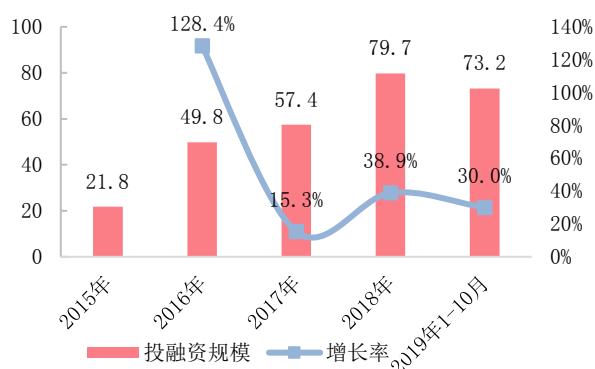


资料来源:赛迪, 中信建投证券研究发展部

在国内方面，资本对于 VR/AR 市场依然呈现谨慎观望态度。

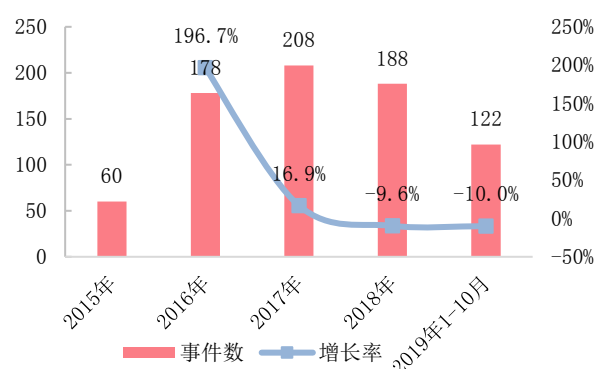
- 从投融资额来看，2015-2018 年持续增加，在经过 2016 年爆发式增长后增速放缓，2019 年 1-10 月总投融资规模达到 73.2 亿元，接近 2018 年全年 79.7 亿元规模，赛迪预测 2019 年全年总投融资额涨幅在 30% 左右。
- 从投融资频数来看，从 2015 年开始，在 2017 年达到峰值 208 次后开始回落，2019 年 1-10 月投融资频数为 122 次，根据赛迪预测，2019 年全年会延续 2018 年下降趋势，同比会下滑超过 10%。但是单笔投资金额上明显，2019 年 1-10 月单笔投资金额为 0.44 亿元，同比增加 37.5%。
- 从投融资环节来看，相比于全球 VR/AR 资本市场，内容环节成为吸引投融资增长最快环节。2019 年 1-10 月内容环节获得投融资额为 30.6 亿元，相比 2017 年同比高增 83.2%，为各环节第一；全球资本更青睐的硬件环节 2019 年 1-10 月投融资规模为 22.7 亿元，相比 2017 年同比增长 69.4%。赛迪预测 2021 年中国资本市场投融资会更倾向于硬件设备，占比 46.7%，而内容环节占比会下降至 39.2%。
- 从投融资阶段来看，投融资轮次向着更加成熟化的方向发展。2019 年 1-10 月中国 VR/AR 投融资以 A 轮及以后轮次为主，占比为 51.4%，相比 2017 年同比增长 12.9 个 PCT，A 轮以前轮次相比 2017 年同比下滑 11.8 个 PCT。同时战略投资规模有所扩大，相比 2017 年同比增长 12.9 个 PCT。

**图表6： 中国 VR/AR 投融资规模（亿元）**



资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部（2019 年 1-10 月增长率为预测的全年大致增长率）

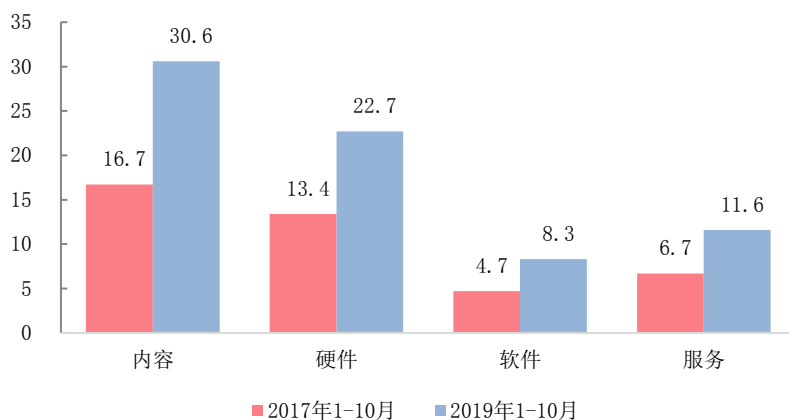
**图表7： 中国 VR/AR 投融资事件数**



资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部（2019 年 1-10 月增长率为预测的全年大致增长率）

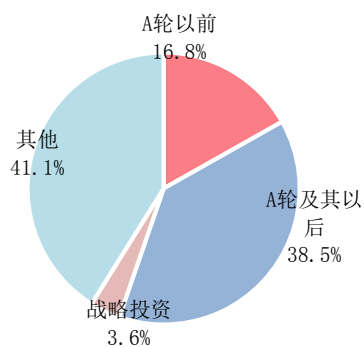


图表8： 2017 年和 2019 年 1-10 月中国 VR/AR 各环节投融资规模和结构



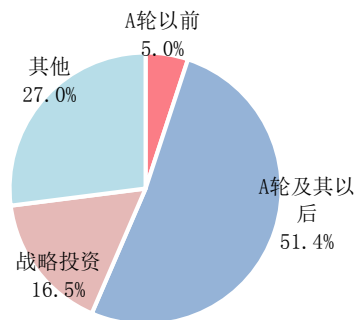
资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

图表9： 2017 年 1-10 月中国 VR/AR 投融资轮次结构变化



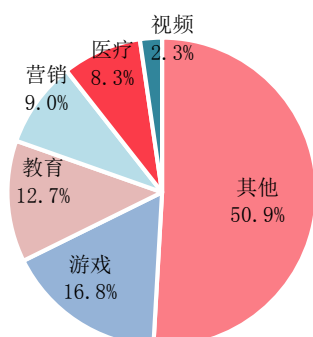
资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

图表10： 2019 年 1-10 月中国 VR/AR 投融资轮次结构变化

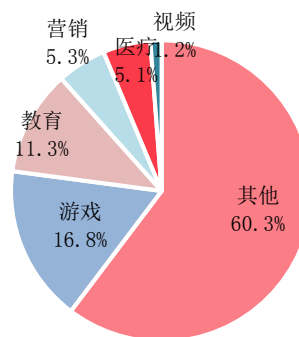


资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

在内容领域细分来看，游戏和教育领域始终是内容环节投融资的热点。2019 年 1-10 月游戏、教育、营销、医疗和视频投融资占比分别为 16.8%、11.3%、5.3%、5.1%和 1.2%。其他领域投融资相比 2017 年同比增长近 10 个 PCT，体现了 VR/AR 内容市场多样化的发展趋势。

**图表11： 2017 年 1-10 月中国 VR/AR 内容环节投融资结构**


资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

**图表12： 2019 年 1-10 月中国 VR/AR 内容环节投融资结构**


资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

在重大投融资层面，国内 2019 年 1-10 月单笔投融资过亿事件占比 45.5%。资本不在盲目进入 VR/AR 所有环节，过亿投融资事件集中于硬件和内容公司；同时资本更倾向于已有一定规模且发展势头良好的公司，开始向头部公司倾斜。

**图表 13： 2019 年 1-10 月国内单笔投融资过亿事件**

时间	公司主体	公司性质	投融资额
2019 年 1 月	中国香港 Sandbox VR	VR/AR 服务提供商	6800 万美元（4.6 亿元）A 轮融资
2019 年 2 月	太若科技（Nreal）	AR 眼镜初创公司	1 亿元 A+轮融资
2019 年 3 月和 7 月	数字王国	VR/AR 视频内容制作	5.5 亿港元（3.2 亿元）融资
2019 年 3 月	Insta360	全景拍摄	来自中国投资人的 1.5 亿元 C+轮融资
2019 年 5 月	亮风台	AR 产品与服务提供商	1.2 亿元 B+轮融资
2019 年 8 月	恒信东方	VR 虚拟引擎开发	发行股票 1.06 亿股，拟募集资金总额约 10 亿元

资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

**图表 14： 2019 年 1-10 月国外单笔投融资过亿美元事件**

时间	公司主体	公司性质	投融资额
2019 年 1 月	Niantic	AR 游戏公司	2.45 亿美元
2019 年 4 月	Magic-Leap	AR 巨头公司	2.8 亿美元来自日本通信运营商 NTT Docomo
2019 年 7 月	Unity	游戏引擎初创企业	1.81 亿美元
2019 年 9 月	CTRL-labs	脑机技术初创公司	被 Facebook 以 10 亿美元收购

资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部



## VR/AR 的内涵与区别：构建身临其境和虚实结合的沉浸式体验

**VR/AR 究竟是什么？**很多人会对于 VR、AR 和 MR 这些概念的界定感到困惑，而不同企业和机构的定义又往往有所不同。简而言之，虚拟现实（VR）是虚拟场景的封闭式体验，而增强现实（AR）体验会将数字元素叠加到现实世界的对象和背景上。混合现实（MR）可以说是升级版的 AR，能够实现虚实场景的结合，和 AR 的区别就是对虚拟图像的真实感做严格的要求，因此是 AR 的一种类别。

**图表13： VR、AR 和 MR 的区别**

概念	VR, Virtual Reality, 虚拟现实	AR, Augmented Reality, 增强现实	MR, Mixed Reality, 混合现实
定义	用户完全沉浸在计算机生成的虚拟环境中并在很大程度上隔离其物理环境的封闭式体验	用户直接或间接观察真实场景，数字元素叠加到现实世界的对象和背景上	将真实场景和虚拟场景非常自然地融合在一起，它们之间可以发生实时交互（升级版的 AR）
关键要素	1.沉浸感：营造出身处虚拟场景内的感觉 2.交互性：用户可以和虚拟场景中的内容发生实时交互 3.假想性：可以根据设计者的想象设计出各种各样的虚拟场景	1.现场感：直接显示真实世界现场 2.增强性：对现场显示的内容增加图像，声音，视频或其他信息 3.相关性：增加的内容和现场在包括位置，内容，时间等方面具有相关度	1.现场感：真实场景来自现场 2.混合性，真实场景和虚拟场景自然地合在一起，发生真实感地交互，包括遮挡，碰撞等 3.逼真性，虚拟场景的显示效果接近真实场景，不容易辨别
场景举例	VR 游戏 	AR 实景导航 	MR 装修 
典型设备	HTC VIVE Facebook Oculus Rift、Oculus Quest	Google Glass	微软 HoloLens Magic Leap

资料来源：计算机视觉 LIFE，中信建投证券研究发展部

**VR/AR 两者在关键器件、终端形态上相似性较大，在关键技术上也有重叠之处，而在应用领域上有所差异。**

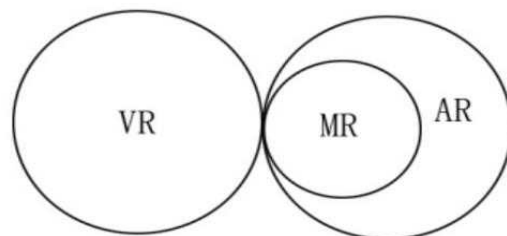
VR/AR 均需要用计算机绘制虚拟图像。VR 中的图像全部由计算机绘制，往往需要配置高性能的 GPU，同时由于 VR 是隔绝式的音视频沉浸体验，因此对显示画质要求较高。而 AR 中大部分图像是通过镜片透射或摄像头拍摄的，计算机绘制的图像占比较少，而且是以信息性为主的，对图像逼真度要求较低，因此对 GPU 要求不高。但 AR 需要对场景进行理解，需要用非常复杂的算法，并且实时运行，这样 AR 对 CPU 的运算性能要求非常高。此外，VR 侧重于游戏、视频、直播与社交等大众市场，AR 侧重于工业、军事等垂直应用。

图表14： VR, AR 和 MR 的形象化描述



资料来源:CSDN, 中信建投证券研究发展部

图表15： VR, AR 和 MR 的关系



资料来源:CSDN, 中信建投证券研究发展部

## 当前 VR/AR 所面临的问题：目前处于部分沉浸期，沉浸式的体验感仍然很差

从消费者的诉求角度来看，要想达到沉浸式的体验，必须达到三方面：佩戴舒适，显示清晰，交互自由。主要影响因素有：

- 显示画面的质量，包括清晰度和刷新率，过低的分辨率会产生纱窗感，刷新率不足会引起画面抖动。
- 视场角，视场角不足会带来沉浸感下降，导致用户感觉自己在通过“窗口”观察场景，而非置身其中。
- 晕动症，和晕车晕船相似，主要是视觉状态与前庭系统的感知不一致引发的症状，当前业界普遍认为，设备时延小于 20ms 时，可以较好地改善由于画面迟滞所带来的晕动症。

根据信通院的分类，虚拟现实按照沉浸体验分为初级、部分、深度、完全沉浸等四个主要层次。不同层次对应不同的发展阶段，目前处于部分沉浸期，沉浸式的体验感仍然很差。

目前 VR/AR 的瓶颈包括网络带宽和速率的限制，硬件技术不够成熟，以及内容应用的匮乏。

**图表16： 虚拟现实不同发展阶段**

技术体系	技术指标 体验层级	初级沉浸(EI)	部分沉浸(PI)	深度沉浸(DI)	完全沉浸(FI)
近眼显示	单眼屏幕分辨率门槛	接近1K	1.5K-2K	3K-4K	≥ 8K
	视场角 (FOV)	90-100 °	100-120 °	140 °左右	200 °
	角分辨率 (PPD)	≤15	15-20	30左右	60左右 (人眼极限)
	可变焦显示	否	否	是	是
内容制作	360全景视频分辨率 (弱交互)	4K	8K	12K	24K
	游戏等内容分辨率 (强交互)	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 (Mbps)——弱交互	≥ 40	≥ 90	≥ 290 / ≥ 160	≥ 1090 / ≥ 580
	码率 (Mbps)——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 / 60 FPS	4K / 90 FPS	8K / 120 FPS	16K / 240 FPS
	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（行走重定向等）		高性能虚拟移动

资料来源：信通院，中信建投证券研究发展部

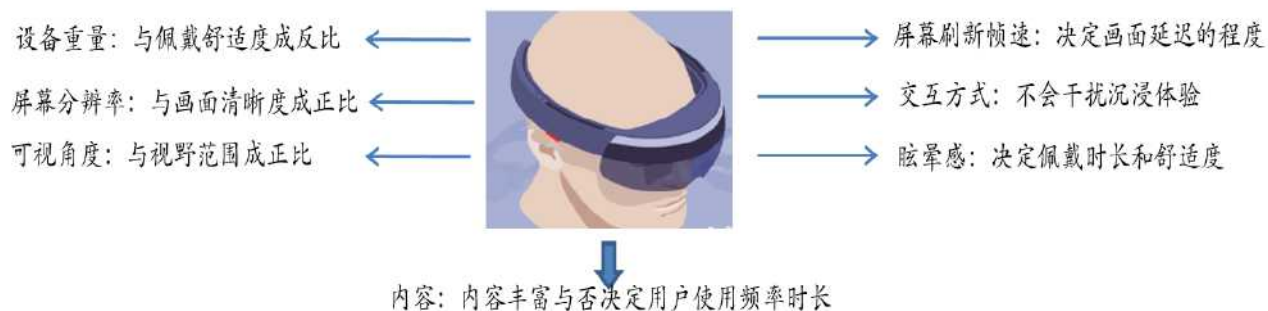
**硬件技术上**，VR 近眼显示技术存在分辨率不足、眩晕等问题。就分辨率而言，行业主流处于单眼 1.5K-2K 阶段，但是如果需要完美的沉浸式体验，需要单眼 8K 以上的成像内容，过低的画质会带来视觉疲劳。AR 近眼显示技术的硬件难度要求更高，尚未确定主流的光学方案。另一方面，现有的 CPU/GPU 无法保证在轻便的硬件上实现足够的计算速度、存储空间、传输速率和续航能力。

**网络设施上**，VR/AR 对带宽和时延要求较高，要想保证 VR/AR 良好的用户体验，至少需要 50Mbps 的带宽，能够保证高分辨率和低时延，从而改善眩晕的问题。由于 AR 侧重与真实环境的人机交互，须将摄像头捕捉到的图片/视频上传云端，云端实时下载需要增强叠加显示的虚拟信息，因此需求更多的上行带宽。目前 4G 的平均下行速率为 25Mbps，上行不足 10Mbps，而目前家庭平均保障带宽仅 37.5Mbps，Wi-Fi 时延高达 20-200ms，不能满足 VR/AR 的需求。

**内容资源上**，内容分发平台更新慢、资源少。C 端缺乏“杀手级”应用，作品内容形式同质化、简单化，用户体验以单机为主，视觉体验交互式元素少，并未在交互体验方面与以往的娱乐设备产生本质的不同；移动性、趣味性低，沉浸感、临场感体验效果差；B 端缺少规模化、产业级应用。

目前 VR/AR 产业标准尚未统一，造成设备、操作系统、版本的分裂发展，从而加大了游戏、影视等内容的适配难度。且 VR/AR 成本居高不下，终端设备及硬件配置价格较高，也降低在了消费级市场的普及速度。

图表17： 影响 VR 设备用户体验的因素



资料来源: 中信建投证券研究发展部

## 一问网络：双 G 将给 VR 带来什么改变？

“5G 能给 VR/AR 带来什么改变？”人们总是会问这个问题。随着 5G 建设的进展，VR 被认为是 5G 落地的第一波应用而给予厚望。事实上，产业更多是在讲“双 G”+VR 的概念。双 G 是指 5G 和千兆带宽，5G 主要是室外移动场景，也就是无线基站到移动终端一侧，而千兆带宽+Wi-Fi6 为室内固定场景，在包括接入网和承载网解决带宽和时延问题。二者共同为 VR/AR 提供更优的管道。

很多人认为 5G 会淘汰 Wi-Fi，这种说法不够准确，两者应用的场景不同，Wi-Fi 是室内固定场景，5G 则是户外移动场景。在 5G 时代，千兆带宽+Wi-Fi 仍将承担室内场景下大流量应用和下载的重要作用。

## 接入网：5G、Wi-Fi6、10G PON 将成为 VR/AR 主流传输技术

在接入网方面，5G、Wi-Fi6、10G PON 有望在五年内成为面向虚拟现实业务的主流传输技术。Wi-Fi 技术相对成熟，可实现 VR/AR 终端的无绳化。固定宽带光网络目前可以支持 1Gbps-2.5Gbps 的带宽接入，能够满足少量 VR 用户承载，未来将升级到 5G-10G。未来 5G 的目标网可为每用户提供随时随地平均 100Mbps 的无线接入服务，为 VR/AR 业务提供极致体验。

## 5G：高速率、低时延的特性将大幅提高 VR/AR 体验

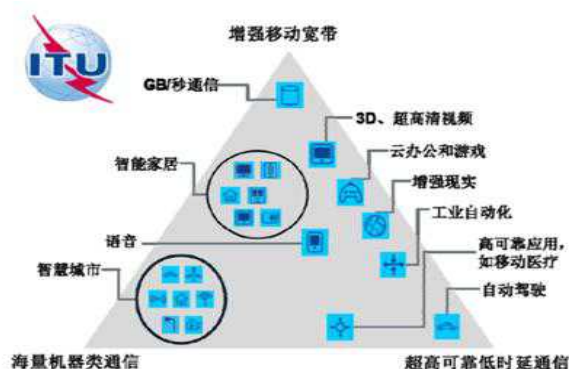
5G 网络高速率、低时延的特性适合承载 VR/AR 业务，并大幅提高用户体验。根据 5G 的性能指标，5G 移动网络能够达到 20Gbps 的峰值速率，是 4G 的 20 倍；能够达到 1Gbps 的体验速率，是 4G 的 100 倍；空口时延 1ms，是 4G 的 1/5。

ITU 定义的 5G 三大业务场景为：eMBB（增强型移动宽带）、uRLLC（高可靠低时延通信）和 mMTC（大规模机器通信）。eMBB 场景主要提升以“人”为中心的娱乐、社交等个人消费业务的通信体验，主要场景包括随时随地的 3D/超高清视频直播和分享、虚拟现实，随时随地云存取、高速移动上网等大流量移动宽带业务，带宽体验从现有的 10Mbps 量级提升到 1Gbps 量级，要求承载网络提供超大带宽。mMTC 和 uRLLC 则主要面向物物连接的应用场景，其中 mMTC 主要满足海量物联网的通信需求，面向以传感和数据采集为目标的应用场景；uRLLC 则基于其低时延和高可靠的特点，主要面向垂直行业的特殊应用需求。

从以上三种场景的实现难度来看，eMBB 能够最先实现，推动超高清流媒体、VR/AR 率先落地。未来 5G 的目标网可为每用户提供随时随地平均 100Mbps 的无线接入服务，为 VR/AR 业务提供极致体验。

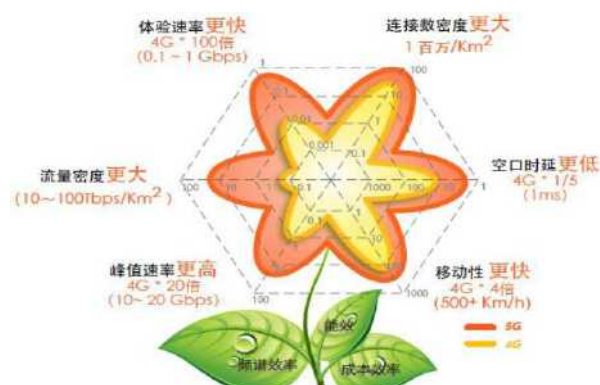


图表18： 5G 的三大应用场景



资料来源: ITU, ITM2020, 中信建投证券研究发展部

图表19： 5G 的八大关键性能指标



资料来源: ITU, ITM2020, 中信建投证券研究发展部

## 千兆带宽+ Wi-Fi6：能够实现 VR/AR 对于网络的要求

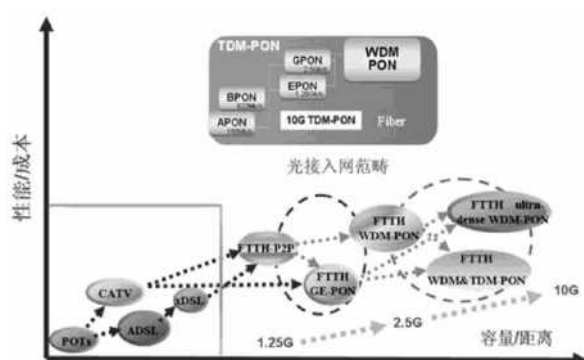
随着光纤宽带接入技术的进步和新兴高带宽业务的应用，千兆宽带已成为下一步宽带发展的焦点。Ovum 的报告显示，全球已有超过 234 家运营商发布千兆业务，其中 20 家发布了万兆业务。我国目前已经基本普及了百兆光纤入户，未来将逐步开展城市千兆带宽入户示范。固定网络经历了 5 个阶段的发展，目前已进入以 10G PON 光纤技术为基础的千兆时代。

当前已规模部署的 FTTH 技术包括 EPON 和 GPON，EPON 仅提供 1Gbps 带宽接入，不适宜虚拟现实业务部署。GPON 技术可提供 2.5Gbps 带宽接入，时延小于 2ms，能够满足少量 VR 用户承载。为满足 VR 用户规模化发展，须将 EPON/GPON 升级到 10G EPON/GPON。10G PON 作为千兆网络的基础技术，与前几代固定接入技术相比，带宽、用户体验和联接容量三个方面均有飞跃式发展，上下行速率将高达对称 10Gbps，时延降低到 100 μs 以下，实现全场景多业务覆盖，满足 VR 用户的规模化发展。

下一代 Wi-Fi 技术 Wi-Fi 6 在传输速率、功耗、空间和性能等方面同样具有较大提升。Wi-Fi 6（即 IEEE 802.11ax），是一项无线局域网标准，也是 Wi-Fi 5（IEEE 802.11ac）的升级版。Wi-Fi 6 支持更高的传输速率，最高速率可达 9.6Gbps。Wi-Fi 6 允许更多的设备接入，并且能够加快每一台设备的速度和容量，在连接相同数量设备的基础上，速度是 Wi-Fi 5 的近四倍。基于 Wi-Fi 6 支持室内室外场景、提高频谱效率和提升密集用户环境下 4 倍实际吞吐量的性能，能够实现 VR/AR 对于高速率和低时延的要求，可以处理来自多个 VR 用户不同类型的流量。

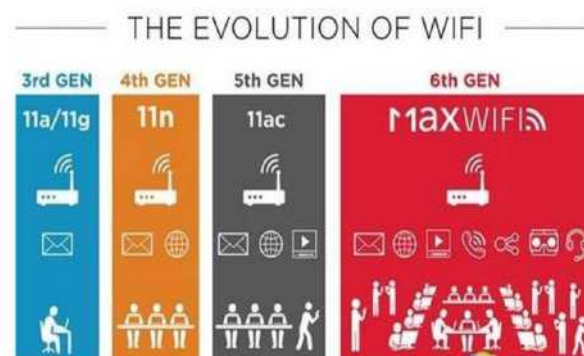


图表20： 固定网络技术演进历程



资料来源:华为, 中信建投证券研究发展部

图表21： Wi-Fi 技术演进历程



资料来源:中关村在线, 中信建投证券研究发展部

## Cloud VR 解决方案：内容和渲染上云，将设备做到轻量化、低成本

### 本地 VR 受到用户体验与终端成本的制约，Cloud VR 能够解决主要痛点

VR 用户体验与终端成本的平衡是目前影响 VR 产业发展的关键问题。低成本终端有助于提升 VR 硬件普及率，但有限的硬件配置也限制了用户体验，用户的首次体验不好，后续就很难接纳和持续使用 VR。另一方面，以 HTC VIVE、Oculus Rift、Sony PlayStation 等为代表的高品质 VR 设备，其配置套装价格高达数千乃至万元，过高的终端成本明显制约了高品质 VR 的普及。

另一个关键问题是头显设计和佩戴舒适度，目前 VR 强交互类业务的渲染主要在本地主机和终端进行，对 GPU 的资源要求很高，要求 VR 需要连接到电脑上，带来笨重的体验；而如果不连接电脑，VR 本身配置显卡则会带来体积大、头显重、高耗电和过热的问题，这些问题减少了用户使用 VR 的时间，对 VR 的推广带来不利影响。另外，VR 内容的市场相对比较分散，很多优秀的 VR 内容分散在各个厂家，难以有效地分发给客户。

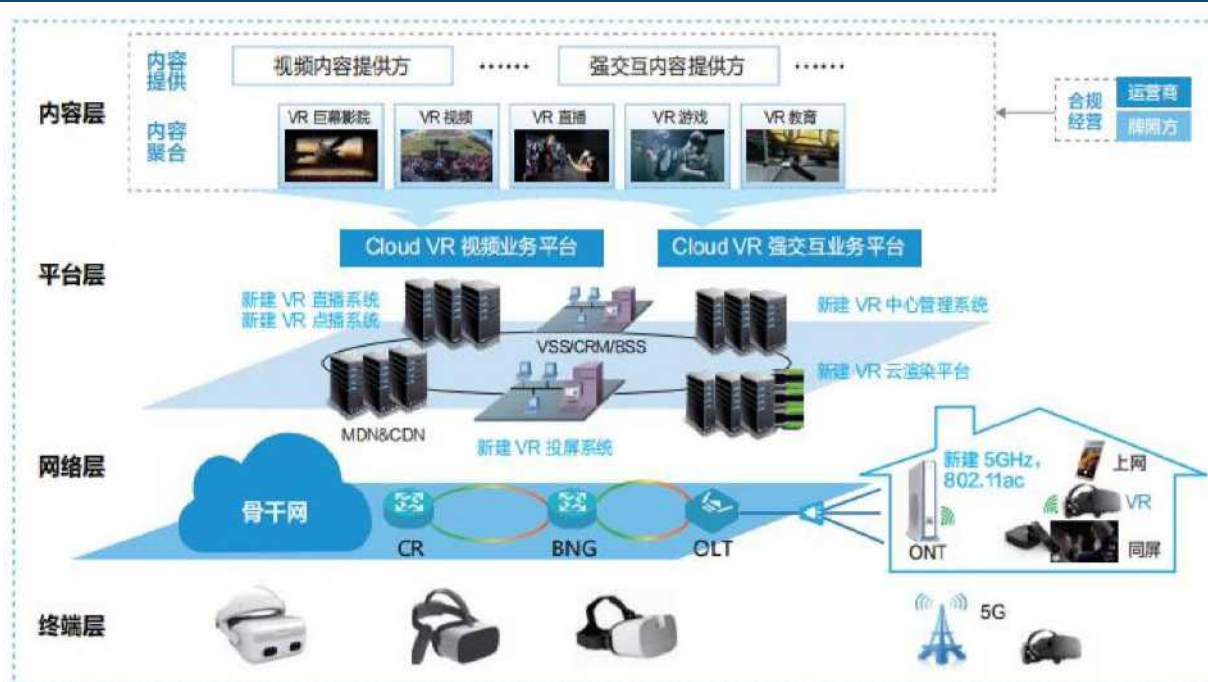
Cloud VR 的解决方案通过将云计算、云渲染的技术应用到 VR 业务中，借助高速稳定的网络，将云端的显示输出和声音输出通过压缩后传输到用户的终端设备，实现 VR 内容上云、渲染上云，实现 VR 头显的无绳化和轻量化，更容易被用户所接受，有效解决 VR 发展的痛点。由于 Cloud VR 具有如下显著优势，已经成为 VR 产业规模化发展的必然选择：

- **实现终端轻量化，提升使用者体验：**Cloud VR 无需本地主机，省掉了 VR 头显与主机之间的连接线，“无绳化”头盔让用户摆脱了线缆的束缚，同时也减少了 VR 头显的重量过重，耗电过高，以及发热严重的问题，大幅提升 VR 设备的使用体验；
- **利于降低终端成本和价格，推动普及：**渲染在云端处理，大幅降低终端 CPU+GPU 渲染计算压力，降低终端硬件要求，不需要本地高性能、高成本主机，将大幅降低 VR/AR 的成本，加速 VR/AR 的普及；
- **有利于内容分发、聚合：**通过统一的 Cloud VR/AR 平台，可适配不同终端上的不同类型的内容，内容制作商只需与平台适配，无需考虑与各终端的适配细节，可进一步聚焦 VR/AR 内容数量和质量的提升；

同时，聚合到统一平台后，用户对于优质内容的获取将更加便捷；

- **利于内容版权保护，鼓励开发更多的内容应用：**当前大量 VR/AR 内容属于离线体验，这种方式很难做到对于内容版权的有效管控，VR/AR 内容上云后集中管理，有利于防止未经授权的读取、复制与传播，遏制内容盗版，保护 VR/AR 产业的可持续发展，
- **利于与大数据分析、人工智能结合：**数据在云端，利用云端强大的计算分析能力，进行大数据分析或与人工智能结合，产生更多产业创新与价值。

图表22： Cloud VR 应用方案架构



资料来源：华为，信通院，中信建投证券研究发展部

## Cloud VR 面临的挑战：提升渲染及网络技术，达到时延小于 20ms

尽管 Cloud VR 技术采用云渲染方案，使得 VR 终端更轻便，成本更低，但也面临着时延的挑战。对于 VR 视频等弱交互业务来说，对时延的要求不高，不同的时延只是对画面的加载时间产生影响；但对于 VR 游戏、VR 社交这类的强交互业务来说，则需要保证 MTP（Motion to Photon，动作至显示）的时延不超过 20ms，超过这个时延，则非常容易引起晕动症。

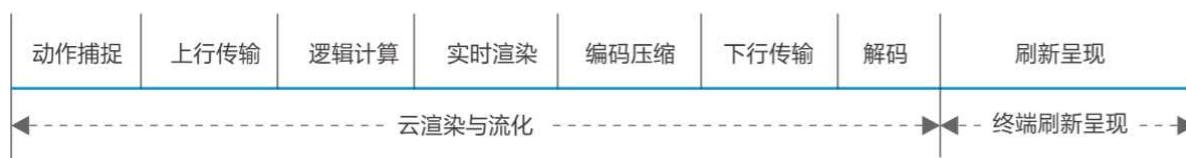
目前为了满足云渲染技术下 VR 体验的时延要求，除了云渲染技术外，端云异步渲染、端到端低时延传输也是两大关键技术解决方案。

**端云异步渲染：**Cloud VR 处理主要包含云渲染及流化，终端二次渲染以及刷新显示两个过程。Cloud 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，云端完成逻辑计算并渲染生成实时画面，再经过编

码压缩后，以视频流的形式通过网络传输至终端进行解码的过程。由于比本地 VR 引入了网络传输、编解码的环节，时延增加，很难满足  $MTP < 20ms$  的时延要求。

在端云异步渲染方案中，完整的渲染分到云端和终端分别完成：云端进行基础渲染，终端进行头部渲染，该技术下云渲染及流化，终端二次渲染及刷新显示这两个过程从串行处理分离成并行处理。从而满足  $MTP < 20ms$ 。

图表23： Cloud VR 处理过程



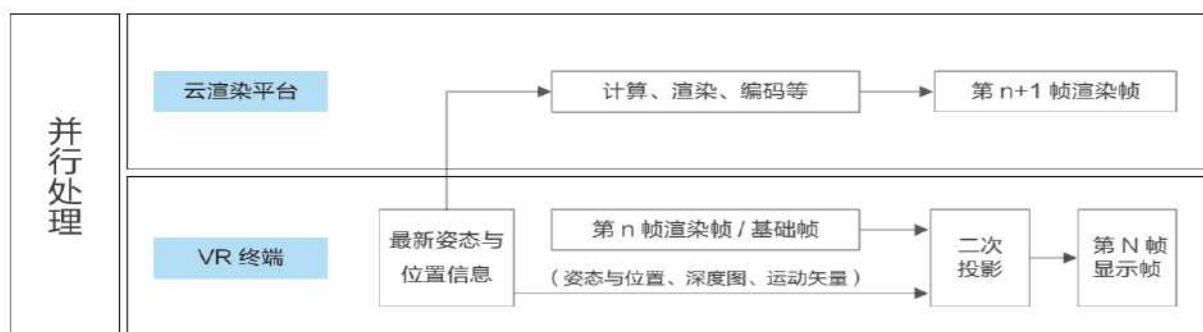
资料来源：华为，信通院，中信建投证券研究发展部

图表24： 串行处理方案：MTP 完全无法保证



资料来源：华为，信通院，中信建投证券研究发展部

图表25： 端云异步渲染方案



资料来源：华为，信通院，中信建投证券研究发展部

**端到端低时延传输：**Cloud VR 端到端时延为 20ms，分解到网络各段，约为家庭 Wi-Fi<10ms，固定接入网<2ms，城域承载<8ms。在各个环节，核心解决方案为“基于 Wi-Fi 的家庭网+基于 4K ready 的承载网+利旧 CDN/新建云渲染服务器”。包括家庭高性能 Wi-Fi 的部署，GPON/EPON 升级成 10G GPON/EPON，城域内部署 CDN/云渲染服务器。

**图表26： 端云异步渲染方案**



资料来源：华为，信通院，中信建投证券研究发展部

## 二问硬件：VR/AR 硬件设备的困难在哪里？

目前来看，VR/AR 的硬件上仍面临的较大的技术实现难度，远高于手机等传统智能终端，例如芯片、屏幕等性能在手机等设备上已经过剩了，但在 VR/AR 上仍有门槛。AR 的技术实现难度还要比 VR 更高，尤其是在近眼显示与感知交互领域，很多技术需要从无到有的重大突破。

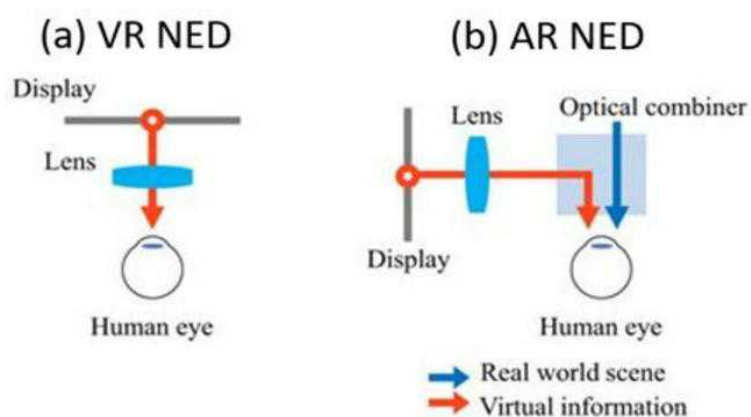
### 近眼显示技术

近眼显示（Near-eye display，简称 NED），被认为是 VR/AR 硬件最重要的问题，也是目前用户体验的痛点所在。近眼显示技术是指通过光学和屏幕的设计，将显示器上的像素，通过一系列光学成像元件形成远处的虚像并投射到人眼中。不同于半导体遵循摩尔定律，往往具有可预见的迭代周期，光学设计则需要在最基本的物理定律的框架下，不断探索、论证各种的可能性，技术门槛较高，进展相对缓慢，但目前在一些技术上已经取得了较为明确的突破。

另外，由于现有技术方案在分辨率（清晰程度）、视场角（视野范围）、重量体积（美观舒适）等方面存在潜在冲突，如何做到既要保证 VR/AR 眼镜的轻薄舒适性，又要保证一定的视觉体验，同时在各种光学参数存在冲突的情况下做出取舍，是近眼显示技术的巨大挑战。

由于 VR 与 AR 终端形态的差异，二者的近眼显示技术的发展路径又有较大不同，VR 是直接显示虚拟的图像，由于 AR 是需要透视的，成像系统不能挡在视线前方，因此多了一个或一组光学组合器，通过“层叠”的形式，将虚拟信息和真实场景融为一体。

图表27：VR 与 AR 近眼显示技术的区别

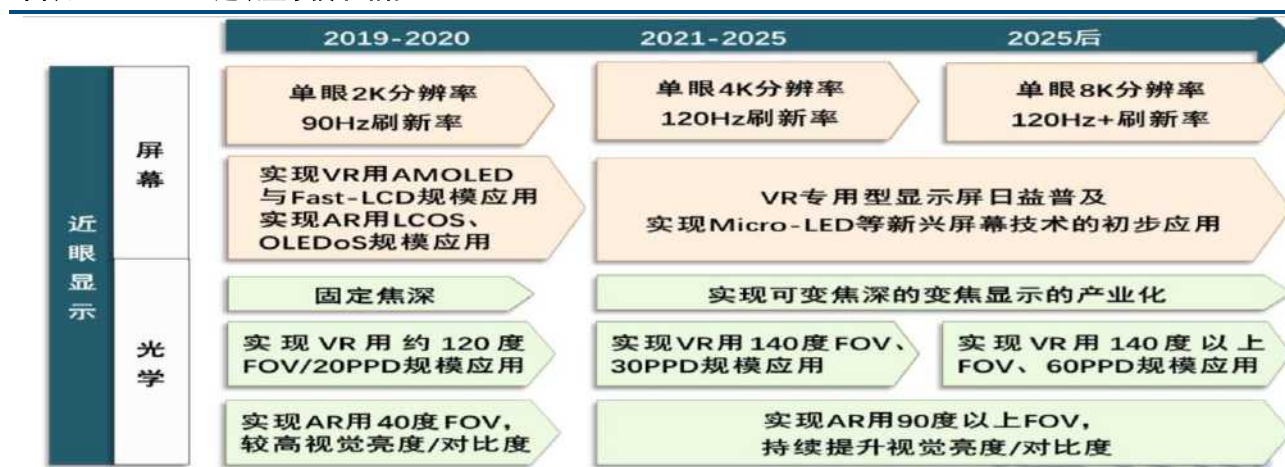


资料来源：中信建投证券研究发展部

现 VR 将长期使用 LCD、OLED 类型屏幕作为显示器件，技术突破的重点为 1000ppi 以上的 AMOLED、Fast-LCD 屏幕技术。AR 分为图像源器件，即显示屏（OLED<sub>o</sub>S、LCoS）和光学器件（如光波导、折返光学透镜、自由曲面棱镜等），技术突破的重点在于微显示屏以及光波导显示技术的发展和实际应用。



图表28：VR/AR 近眼显示技术路标



资料来源：信通院，中信建投证券研究发展部

图表29：光学设计参数

AR 显示器的参数	目前存在问题及原理	探索方向
视场角（FOV）	更大的视场要求更大的显示器表面尺寸（40°×35mm，90°×60mm，170°×170mm）	曲面波导，但距离应用较远
视窗尺寸/出瞳（eyebow size）	用户的眼镜自由移动和不同的瞳距的要求，通过机械调节（难以实现）和光学调节来扩大视窗宽度 更大的视窗尺寸要求更大的显示区域（波导）尺寸，同时需要显示屏更多的光输出	衍射光波导可以实现二维扩瞳
亮度、透明度、占空时间	显示器亮度有限，大多数AR眼镜在户外不可用，目前采取降低透明度的解决方案 占空时间较长，显示器亮度提高，但是会出现拖影；占空时间较短，拖影情况减少，但是显示器亮度降低	LCOS 面板可以实现高亮度和高透明度，占空时间低于1ms（各颜色）的光亮显示器
对比度	在对比度差的AR显示器中，透明区域显示为深灰色。随着AR显示器的亮度提升，需要更高的对比度。 对比度取决于显示面板和光学系统	LCOS 往往具有低对比度，通常是1:100至1:200。OLED具有相对较高的对比度
均匀性和色彩质量、色差、现实/虚拟世界畸变、人眼安全、适眼距、体积和重量、光学效率、延迟、功耗和散热.....	衍射波导可能会带来显示器不同位置的色调不均匀和色差问题、波导以将光线弯曲（引导）到正确的方向，但它同时会影响真实世界的光线、玻璃元件容易破碎伤害用户的眼睛等	

资料来源：中信建投证券研究发展部

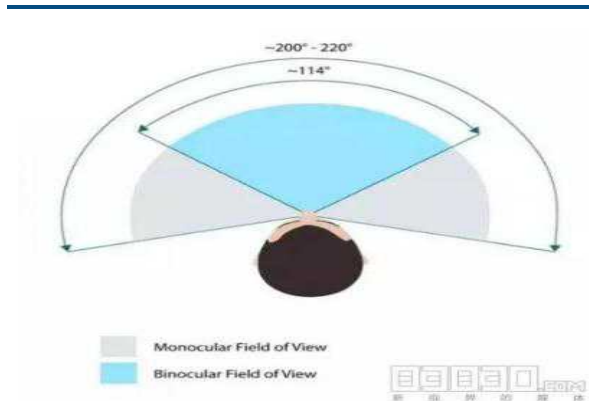
## 屏幕技术：超高 ppi 显示屏是 VR 眼镜的主要技术突破点

视场角（FOV，Field of View）用来衡量人的视野范围，无疑是VR/AR设备最重要的参数之一。越大的视场角带来越好的沉浸感。一般来讲，正常人类的视场角，也就是不转头从一侧看到另一侧的最大角度一般在200°左右，不过看得最清晰的部分是双眼重合的视角，大约是120°。VR设备由于光学设计更加简单，视场角已经可以接近覆盖到人类的整个视场；AR显示器的视场角则仅能够覆盖人类视场的一小部分。

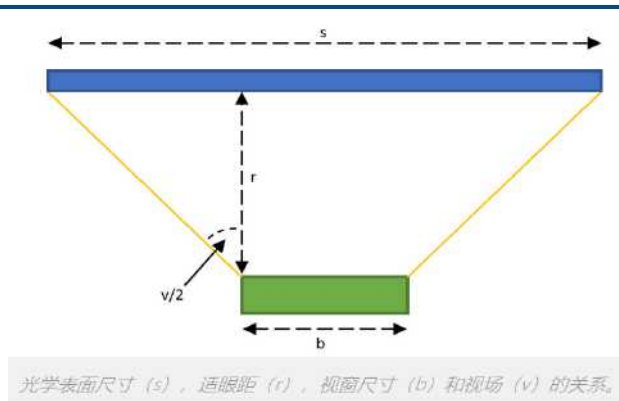


对于眼镜形态的设备，由于视场角，视窗和适眼距等参数密切相关，适眼距是 20mm，视窗尺寸是 20mm 的情况下，35mm 的显示器尺寸可以达到 FOV40°，60mm 显示器尺寸可以达到 FOV90°，要想达到 170° 的 FOV，则需要 170mm 的显示器，如此宽的尺寸在平面显示器上基本是不可行的，曲面波导是一种解决方案，但是距离应用还有距离。

图表30： 人类视场角示意图



图表31： 视场角与其他光学参数关系



资料来源:新视界, 中信建投证券研究发展部

资料来源:映维网, 中信建投证券研究发展部

**分辨率**以一块屏幕上有多少个像素点来衡量显示效果和清晰度。像素点越多，成像效果也越清晰，例如 1080P 的片源，匹配 1080P 的平面屏幕，人眼感知到的清晰度就是 1080P。

但对于 VR 设备，则没有这么简单，由于 VR 特殊的分屏播放形式，在显示的时候单个画面只会用到屏幕一半的像素点，1080P 的 VR 屏幕在观看 VR 视频时候，左右两面各显示 540 个像素点，是面板分辨率的一半。再加上光学镜片和屏幕材质等因素的影响，复杂的光学系统位于用户眼睛和显示面板之间，它们会严重降低图像质量，VR 感知分辨率就会远远低于面板的分辨率。目前 8K 的 VR 可以相当于屏幕 480P 的视觉效果，12K 的 VR 相当于平面 720P 的视觉效果。

**像素密度 (ppi)**衡量每英寸所包含的像素点数，这个参数比分辨率更为关键，因为分辨率与屏幕大小无关，在一款 65 吋大屏液晶电视上做到 4K 分辨率与在 6.5 吋的手机屏幕上做到 4K 分辨率的难度是截然不同的。VR 的原理是将手机大小的屏幕分屏，然后用放大镜将屏幕画面矫正后投射到人眼中,让人形成双目立体视觉。简单理解就是放大镜的原理，人眼虽然只离屏幕几厘米近,却能看到宽广的世界，但是要让这宽广的世界在方寸之小的屏幕上显示，必须要求极高的 ppi。目前普通手机屏幕在 300ppi 左右，而 VR 则要求 1000ppi 以上的显示器件。

现有的 VR/AR 硬件设备的体验效果不好，颗粒感、畸变、色散和眩晕等问题都受制于现有屏幕技术的制约。由于 LCD、OLED 在较长时间内仍将是 VR/AR 显示器件的主导，1000ppi 以上的 AMOLED、Fast-LCD 将是未来显示技术的主要方向。

## 光波导：AR 眼镜的主流方案，但预计中近期难以大规模普及

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。光学组合器的不同，是区分 AR 显示系统的关键部分，市场上各种方案百花齐放。目前看来，光波导方案从光学效果、外观形态，和量产前景来说，具备

较好的发展潜力，也成为微软 HoloLens、谷歌眼镜、Magic Leap、DigiLens 采用的主要方案。

**图表32：目前 AR 设备光学显示方案**

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

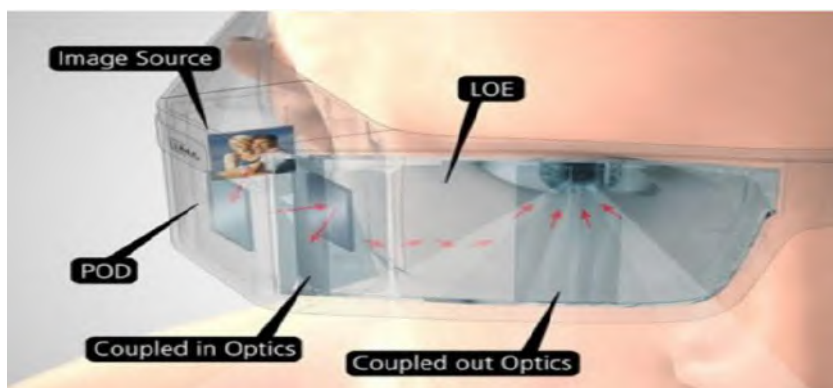
资料来源：Rokid-R Lab，中信建投证券研究发展部

### 光波导的原理：利用“全反射”将远距离成像传输到眼睛前方

光波导并非一个新的技术，事实上和光纤光缆的原理一样。为了在光在介质里 100% 保留住而不漏光，传输的介质要满足两个条件，全反射（传输介质即波导材料需要具备比周围介质高的折射率），入射角（光进入波导的入射角需要大于临界角  $\theta_c$ ，光线穿梭基本没有损耗）。

光机完成成像过程后，波导将光耦合进自己的玻璃基底中，通过“全反射”原理将光传输到眼睛前方再释放出来。通过波导，显示屏和成像系统远离眼镜移到额头顶或者侧面，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，改善了设备的佩戴体验。目前光波导的技术方向有两类：几何光波导和衍射式光波导。

图表33： 基于光波导的 AR 眼镜示意图

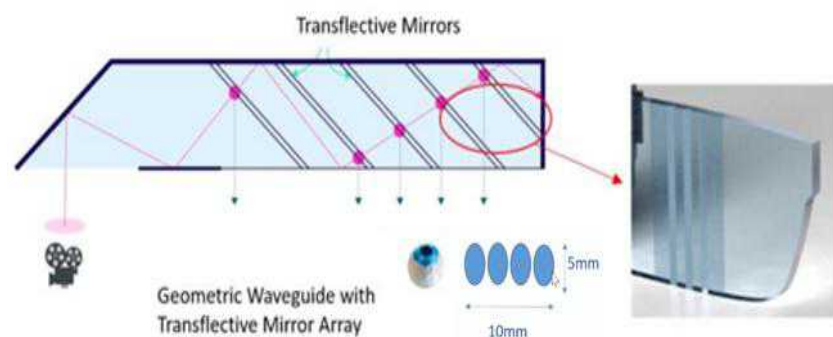


资料来源: 中信建投证券研究发展部

### 几何光波导：镜面阵列设计，实现一维扩瞳，制造工艺复杂

几何光波导中，耦合光进入波导首先遇到一个棱镜或反射面，在首轮全反射后到达眼睛前方，耦合光出波导的结构是一个“半透半反”镜面阵列。每一个镜面会将部分光线反射出波导进入人眼，剩下的光线透射过去继续在波导中前进。镜面阵列相当于将出瞳沿水平方向复制了多份，这样眼睛在横向移动时都能看到图像，这就是一维扩瞳技术(1D EPE)。

图表34： 几何光波导的原理



资料来源: Rokid-R Lab, 中信建投证券研究发展部

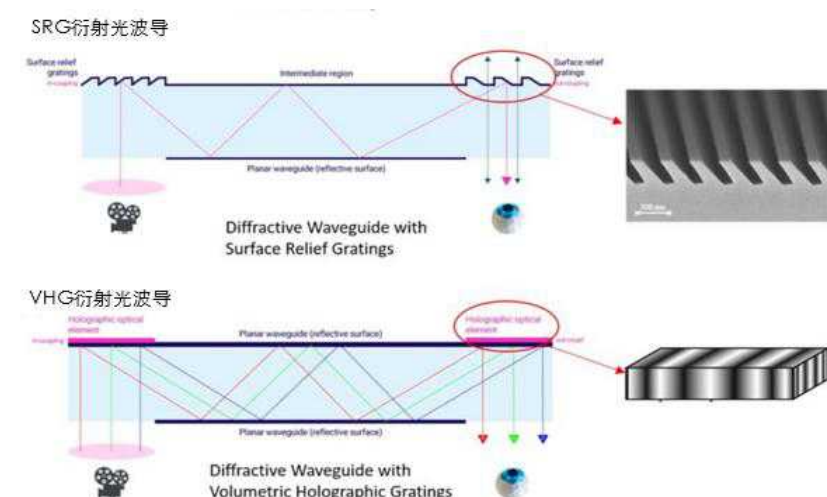
目前几何光波导代表光学公司是以色列的 Lumus，国内的珑璟光电。如果生产过程符合设计，几何波导的成像质量比较好，但光效率比传统光学系统偏低，相当于出光面积变大，每一个出瞳位置看到的光就变少了。但问题在于，几何波导的工艺难度非常大，主要在于复杂的镀膜工艺，由于光在传播过程中会越来越少，要保证动眼框范围出光均匀，阵列中这五六个镜面的每一个都需要不同的反射透射比(R/T)，又由于光通常是偏振的，每个镜面的镀膜层数可能达到十几甚至几十层；另一方面是胶合难度大，镜面之间的平行度和切割的角度都会影响到成像质量，极易出现瑕疵，导致黑条纹，出光不均匀，鬼影等现象。因此几何波导的良率较低，可量产性较低。

### 衍射光波导：通过光栅调整，可以实现二维扩瞳

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, SRG）和基于全息干涉

技术制造的全息体光栅波导（Volumetric Holographic Grating, VHG），HoloLens 2, Magic Leap One 均属于前者，苹果公司收购的 Akonia 和 Digilen 则致力于后者。

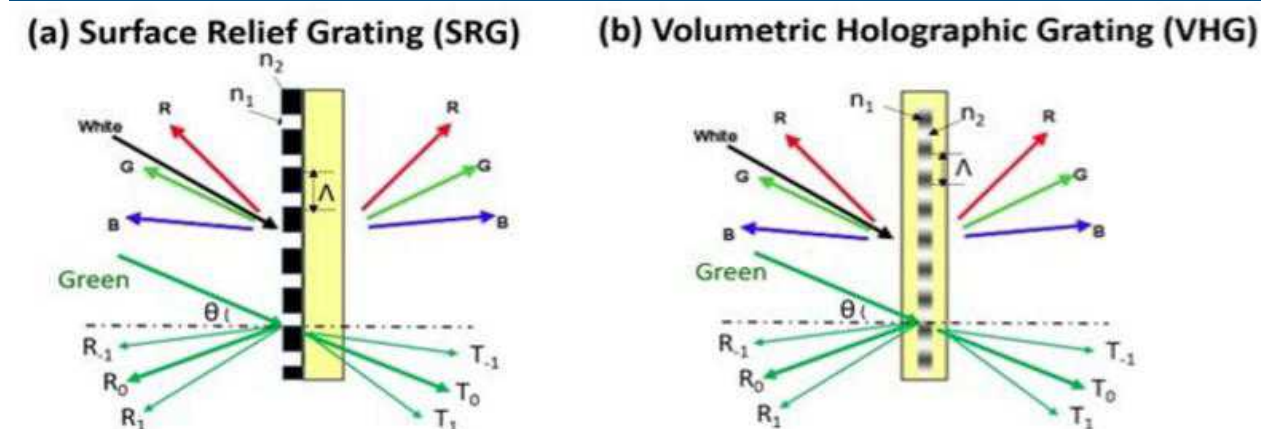
图表35： 衍射光波导的原理



资料来源: Rokid-R Lab, 中信建投证券研究发展部

衍射光波导的原理简单来讲，就是通过设计衍射光栅的参数，将光衍射到想要的方向上去。衍射光栅是一个具有周期结构的光学元件，这个周期可以是材料表面浮雕出来的高峰和低谷（图 a），也可以是全息技术在材料内部曝光形成的“明暗干涉条纹”（图 b），但归根结底都是在材料中引起了一个折射率  $n$  的周期性变化。因此，衍射光栅通过衍射级和色散实现分光特性，起到了与传统光学器件类似的改变光线传播方向的作用，但是它所有的操作又都是在平面上通过微纳米结构实现的，所以非常节省空间，自由度也比传统光学器件大很多。

图表36： 表面浮雕光栅（a）和全息体光栅（b）波导示意图



资料来源: Rokid-R Lab, 中信建投证券研究发展部

衍射光波导技术与几何光波导相比主要优势在于光栅在设计和生产上的灵活性，不论是利用传统半导体微纳米制造生产工艺的表面浮雕光栅，还是利用全息干涉技术制成的体光栅，都是在玻璃基底平面上加镀一层薄膜然后加工，不需要像几何光波导中的玻璃切片和粘合工艺，可量产性和良率要高很多。衍射光波导技术的不足主要来源于衍射元件本身对于角度和颜色的高度选择性，光的效率偏低，另外还有色散问题。



图表37： 几种光波导的方案对比

	几何光波导	衍射光波导（SRD）	衍射光波导（VHG）
公司代表	Lumus, Lingxi, Lochn, Optivent, etc.	Microsoft, Vuzix, Magic Leap, Waveoptics, Dispelex, etc	Digilens, Sony, Akonia (acquired by Apple), etc.
光学设计	“半透半反”镜面阵列 多层镀膜玻璃/塑料镜片	表面浮雕光栅（SRD） 高折射率复合材料	全息体光栅（VHG）或全息光学元件（HOE）：液晶，光聚合物
耦合光出	反射面或棱镜	SRD	VHG
耦合光入	镜面阵列，一维扩瞳	SRD，二维扩瞳	VHG，二维扩瞳
最大视场角（FOV）	Lumus 55°	Hololens 52° Magic Leap One 50°	Digilens 35°
有效动眼框范围	10mm~5mm	(16~19)mm~(12~16)mm	13mm~12mm
制造工艺	常规光学，涂层，堆叠，切割等	微纳米加工工艺，电子束曝，离子刻蚀，和纳米压印	全息激光干涉
优点	成像效果好，无色散	光栅设计生产灵活，良率高 可以实现二维扩瞳，覆盖更多人群	可以实现二维扩瞳，如果能够量产具有成本优势
缺点	一维扩瞳 工艺复杂，良率低	存在色散问题 设计壁垒较高	存在色散问题 效率和视场角较低

资料来源：Rokid-R Lab，中信建投证券研究发展部

光波导的优势包括：

- 能够实现通过一维和二维扩瞳技术增大动眼框，从而适应更多人群，改善机械容差，推动消费级产品实现；
- 波导镜片像光缆一样将图像传输到人眼，成像系统旁置，不阻挡视线并且改善配重分布；
- 波导形态一般是平整轻薄的玻璃片，其轮廓可以切割，外观形态更像传统眼镜，利于设计迭代；
- 多层波导片可以堆叠在一起，每层提供一个虚像距离，提供了“真”三维图像的可能性。

目前光波导技术也存在一些不足，主要包括：由于光在耦合进出波导以及传输的过程中都会有损失，并且大的动眼框使得单点输出亮度降低带来的光学效率相对较低；对于几何波导来说，繁冗的制造工艺流程导致总体良率较低；对于衍射波导来说，衍射色散导致图像有“彩虹”现象和光晕，非传统几何光学，设计门槛较高。

在微软，谷歌，Magic Leap、DigiLens等厂商的推动下，光波导目前成为AR眼镜的主流技术。光波导技术在AR领域的技术发展前景是明确的，但预计在中近期难以大规模普及。光波导技术中各类技术路线间存在明显的优势和短板，目前尚未确立主导地位技术方案。

此外，由于受到基础物理定律的限制，光波导要实现重大技术突破将面临巨大的研发困难，相关产品难以单独作为完整终端产品，须配套技术和零部件才可能产出被市场认可的AR终端，而有关配套技术和零部件尚有相当比例需要进一步完善，因此高性能光波导的发展尚需要时间。

## 感知交互技术

交互性是 VR/AR 的关键要素，如何实现设备对人的感知，以及人和设备的交互成为 VR/AR 技术中重要一部分。目前，在感知交互领域中，主要包括追踪定位、手势交互、机器视觉、触觉反馈、眼球追踪、沉浸声场即虚拟移动等技术。

图表38： VR/AR 感知交互技术路标

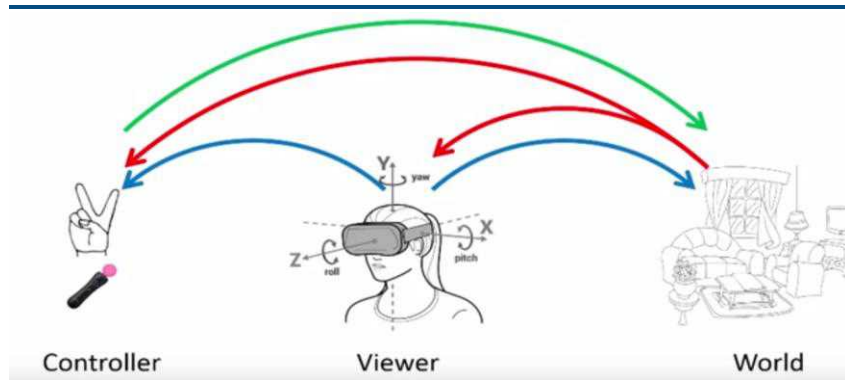
		2019-2020	2021-2025	2025后
感知交互	追踪定位	主机式以Outside-in为主，移动式以Inside-out为主，准确度厘米级，精度毫米级	Inside-out开始成为标配，准确度和精度均达毫米级，拥有良好的鲁棒性	与场景识别和LBS结合
	沉浸声场	沉浸声开始推广，用户难以区分真实和模拟声音，除模拟声音方位外，可模拟基于反射、叠加、遮挡、回声等声音效果		基于个性化头部相关传递函数的沉浸声
	手势交互	准确度达厘米级，支持双手交互、单手26DoF跟踪	手部姿态估计完全取代手势识别	自然准确的裸手交互，精度达到毫米级
	触觉反馈	震动和机械力模拟触觉反馈成为主流	粘滞度模拟研究获得突破，静电力和超声波模拟触觉质地，震动反馈小型化	完美模拟触觉反馈，粗糙度、重力感、软硬度、粘滞度
	机器视觉	终端侧广泛应用，对简单表面进行稀疏重建，并指导虚拟信息简单叠加到表面	基于深度学习的语义分割开始在识别中频繁采用，对复杂环境稠密重建	对任意场景快速重建，可区分远近景，难以分辨虚拟叠加的画面
	眼球追踪	成本显著下降，开始进入消费者领域	眼球追踪+变焦显示+注视点渲染的技术组合实现产品化，基于眼球追踪的行走重定位快速发展	
	虚拟移动	移动交互与视觉内容适配被业界关注，在主题乐园中开始探索落地	在有限的空间场地内，无限行走，沉浸体验好，装置简便	

资料来源: 中信建投证券研究发展部

## 追踪定位：Inside-out 成为 VR 主流架构，SLAM 技术未来可期

定位追踪技术的目的是，感知人体的每一个动作（头部旋转、位置移动），并在虚拟世界产生相应的效果，带来沉浸感。定位技术的原理简单概括，就是“信号源+传感器”，使用相应的算法,计算出物体的位置信息（包括 xyz 三轴及旋转共六个自由度，6DoF）。

图表39： VR 场景下的自由度追踪



资料来源: Rokid R-Lab, 中信建投证券研究发展部



**Inside-Out 逐步取代 Outside-in 成为主流技术。**定位追踪技术在实现上主要分为两类,即“Outside-in”和“Inside-out”。2017 年,由外向内(Outside-in)追踪定位技术实现产品化,并开始大量用于体验馆、线下门店等商业场景。Outside-in 需要在房间里布置传感器的摆放或者悬挂位置,如果你想把 VR 体验场地换到另外一个房间,传感器的摆放就又得重新布置。2018 年,Facebook、HTC 发布基于 Inside-out 的一体机,由内向外(Inside-out)追踪定位技术能够实现设备的无绳化,也逐渐取代 Outside-in,明确成为 VR 主流追踪定位技术架构。在 AR 领域,目前主要的技术路线是单目视觉+IMU 融合 SLAM 定位,实现厘米级准确度和毫米级精密度定位输出。

**图表40: VR 追踪定位技术对比**

	Outside-in	Inside-out
区别	信号源在外部,传感器在被追踪设备上	信号源内置在被追踪设备的内部,直接向外部获取信息
精度	精度高,小于 1mm	精度略低,约为 5mm
优缺点	精度高,延迟小,价格低	成本较高,但可以摆脱范围的限制
商用方案	Oculus Rift, HTC Vive	HoloLens, Oculus Quest,

资料来源: CSDN, 中信建投证券研究发展部

**SLAM (Simultaneous localization and mapping, 同步定位与建图) 技术近几年开始成熟,并被用于 VR/AR 等消费者产品的追踪定位。**简单理解,SLAM 就是某种设备(机器人、VR/AR 设备)来到陌生环境中,需要精准建立时空对应关系,并回答“我在哪里?”“这是什么地方?”“我该怎么走?”等问题,也就是**定位、建图和路径规划**。由此可见,SLAM 是一套要求实时性和准确性的大型系统,涉及硬件上高速度高精度的感知和姿态跟踪、算法上多线程并发执行,资源的分配、读写的协调、地图数据的管理、优化和准确性等系统整合的众多问题。

**SLAM 的数据来源是传感器,传感器的质量对于 SLAM 的效果影响很大。**因此 SLAM 对于硬件的要求很高,包括对于 IMU 要求高精度,对于摄像头要求全局快门,大的视角,快门速度足够高,能够保证图像在高速运动时不会产生模糊。不仅如此,SLAM 数据来自于多个传感器的融合,以 Facebook 的 Oculus Insight 系统为例,硬件架构包括三种传感器:IMU,摄像头和红外 LED,多个传感器需要精密的校准和调整,直接关系到算法的准确性。

**图表41: SLAM 传感器**

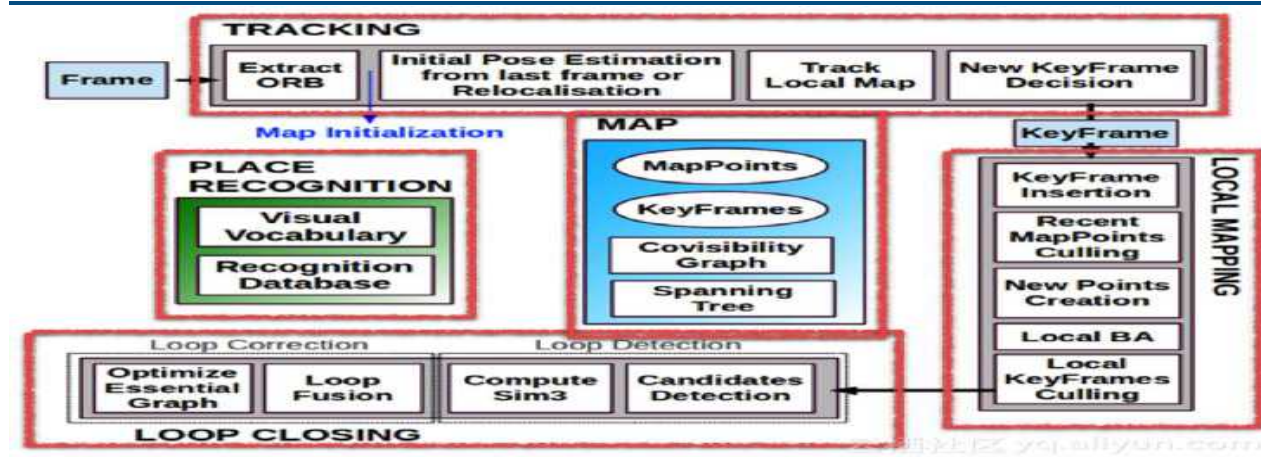
	功能	类别
IMU (惯性传感单元)	采集线性加速度和旋转速度数据,确定设备的方向和旋转,但对于位移很难衡量	MEMS 陀螺仪、加速度计
摄像头	采集图像数据,生成环境的 3D 映射和精确定位相关标记	双目摄像机、RGB 摄像头、红外摄像头
红外 LED	限制由多个 IMU 引起的控制器位置漂移	红外 LED

资料来源: CSDN, 中信建投证券研究发展部

**精确高效的算法则是 SLAM 的核心。**以开源的 ORB-SLAM 算法为例,主要分为三个线程,Tracking 用于跟踪 Camera Pose, Local Mapping 用于构建点云地图, Loop Closing 用于闭环检测,优化点云位置。Place Recognition, 即重定位,是利用 BoW (Bag of Words) 模型在已经构建好的地图内定位 Camera。目前距离应用到终端产品上还存在比较大的问题,主要包括代码 Bug 优化,传感器的位置跟踪不稳定,芯片实时处理所有数

据的算力不够，以及内存问题。

**图表42: ORB-SLAM2 算法架构**



资料来源: ORB-SLAM 开源项目, 中信建投证券研究发展部

**SLAM 是 AR 必备的核心技术，各大公司纷纷布局，未来前景可期。**从 VR/AR 的应用场景来看，由于 VR 设备主要是虚拟世界的沉浸感，SLAM 是对真实世界的描述，现有的 Outside-in 方案基本不需要 SLAM，Inside-out 需要 SLAM 配合解决跟踪用户位移的问题。而对于 AR 设备来说，为了实现虚拟元素和真实世界的融合，SLAM 则是必须拥有的最核心的一项技术之一，苹果 ARKit、谷歌 ARCore 与华为 AR Engine 推出的 AR SDK 普遍遵循单目视觉+IMU 融合定位的技术路线，也验证了各大公司对其重视的程度，在 SLAM 相关的传感器、算法、软件、硬件等方向，也出现了小公司在关键细分领域快速创新、大公司在各个关键方向布局并且频繁收购的趋势。

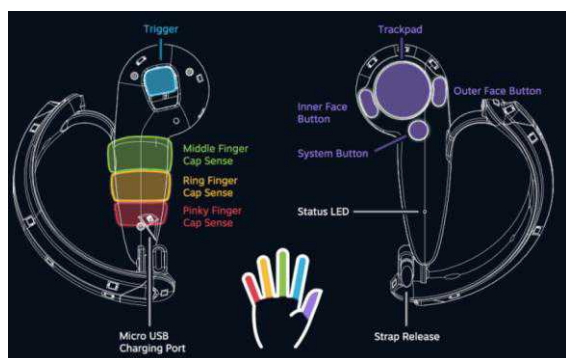
在初期阶段，由于产品和硬件高度差异化，而 SLAM 相关技术的整合和优化又很复杂，目前有能力做好 SLAM 全套解决方案的仍是 Facebook、微软、谷歌、苹果等大厂。随着 SLAM 各个领域的产品化进程推进，细分市场的创新和应用正在迅速推进。由于市场上算法和软件仍然比较碎片化，移动端硬件的计算能力还不够，SLAM 相关技术正在从软件和算法层面向硬件推动，可以期待在这个过程中必将会产生巨大的机会和众多优秀的公司。

**手势交互：**目前以基于手柄的“6+6”交互为主流，未来将以裸手交互为趋势

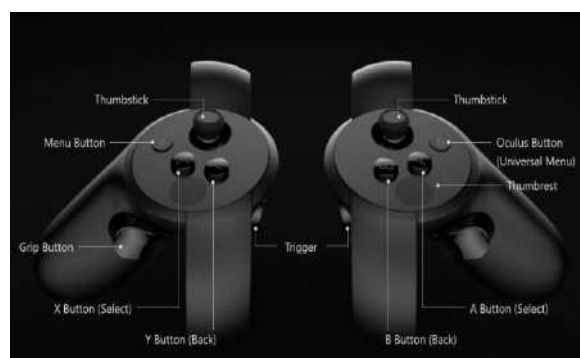
手势识别的原理并不复杂，它通过硬件捕获自然信号，就像相机捕获图片信息那样，然后通过软件算法计算得到手的位置、姿态、手势等，处理成计算机可以理解的信息。但如果 VR 设备要做到高精度和高稳定性的手势交互，则对硬件和算法均具有较高的要求。

其中，硬件方案可以分为基于手柄的非裸手交互控制，以及裸手交互。目前手柄控制依然是主流，融合 Inside-out 6DoF 头动和 6DoF 手柄交互的所谓“6+6”交互路线成为发展趋势，代表厂商有 Oculus Quest、Pico 及 Nolo、Ximmerse 等。各厂商的 VR 手柄设计有较大不同，通常都会配置摇杆，小型触摸板，A、B 操作按钮，以及握柄部分的电容感测，可识别压力、触感、以及光学数据。

图表43: Valve Index VR 手柄



图表44: Oculus Rift 手柄



资料来源: 中信建投证券研究发展部

资料来源: 中信建投证券研究发展部

裸手交互（原生手势识别）方案则更为复杂，需要识别出手部骨架的 21 或 26 个关键点，并将每个点用 3 个自由度衡量，输出 21/26\*3 维的矢量，并由专业算法来识别手部的姿态和位置。

裸手交互的硬件方案包括 RGB 摄像头、3D 摄像头（TOF、结构光、双目视觉）和数据手套等，业界标杆是以 Leap Motion 和 uSens 为代表的双目红外相机方案，支持双手交互、单手 26DoF 跟踪，广泛用于一体式、主机式虚拟现实终端，而在手机式产品方面，华为 AR Engine 利用结构光器件实现了单手 26DoF 交互方案。裸手交互的算法方案大体可以分为模型驱动和数据驱动两种方式，模型驱动类的算法不需要训练数据，但需要高度精确的初始化设计，通常只能用于手势追踪领域，数据驱动类算法依靠大数据和机器学习，目前已经成为主流的研究方向。

图表45: 原生手势识别硬件方案对比

	RGB 摄像头	3D 摄像头	数据手套
原理	RGB 摄像头拍摄彩色图片，AI 算法识别手的位置、姿态、手势等信息	3D 摄像头获取深度图片，AI 算法识别信息，分为 TOF、结构光和双目视觉	在手上带一个内置传感器的特制手套，检测手指的屈伸角度或位置，
优点	设备成本低、数据容易获取	准确、稳定	对手的局部动作检测很准，而且不受视觉方案中视野范围的限制
缺点	缺乏深度信息，受光照影响非常大，夜间无法使用，稳定性和精度较差	需要额外的设备、硬件成本比较高	手上必须戴手套不方便，且只能检测局部的手指动作，不能定位手部整体的位置角度
商用方案	英梅吉、ManoMotion、虹软等	微软 HoloLens、极鱼科技 ThisVR、Leap Motion、uSens	DEXMO

资料来源: Rokid R-Lab，中信建投证券研究发展部

目前，手势识别技术的落地场景还比较有限，主要在 VR 游戏场景中，另一方面，手势识别技术存在使用疲劳、识别率不高、精确性较差和时延等方面的固有问题，因此还处于比较早期的发展阶段。

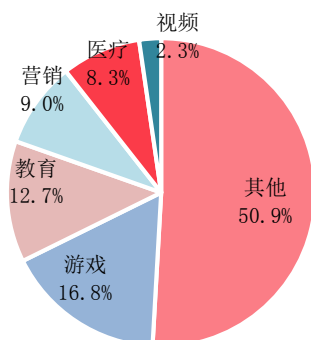
但可以预见的是，手势交互是未来人机交互必不可少的一部分。随着深度学习的快速发展，交互范围也逐渐从手部拓展到肢体，以 Wnch、Facebook、华为 AR Engine、百度、旷视、商汤等国内外厂商先后推出可实时运行的人体骨骼点跟踪技术，广泛用于各类 VR/AR 应用。

## 三问内容：谁将是那个“杀手级”的应用？

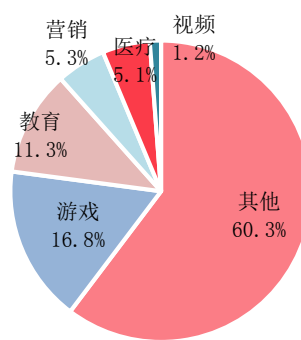
随着技术的日趋成熟、“双 G”部署加速的背景下，VR 逐渐在以视频、游戏、直播为主的娱乐应用领域落地，并在以教育培训、营销等为主的 B 端垂直应用领域得到发展。根据赛迪发布的《2018 年 VR/AR 市场数据》，在中国 AR/VR 行业应用结构中，按销售额计算，游戏应用市场规模 28.6 亿元，占比 35.7%，其次为视频和直播，占比分别为 20.3%和 11.2%。在 2B 市场中，房地产、工程、教育、医疗领域名列前茅。展望未来，预测 2021 年游戏应用市场规模可达 206.4 亿元，占比 37.9%；视频类市场规模可达 116.5 亿元，占比 21.4%；直播类可达 64.3 亿元，占比 21.4%；教育应用可达 50.6 亿元，市场占比 9.3%。若按内容结构分析，2018 年国内 VR/AR 市场消费级内容占比 66.5%，企业级占比 33.5%，虽然目前消费级内容占据较大比重，但我们认为企业级市场将在未来几年得到迅速发展。根据赛迪预测，2021 年企业级内容占比可增长至 45.5%。

回顾今年以来 VR/AR 投融资市场，从投融资环节来看，相比于全球 VR/AR 资本市场，内容环节成为吸引国内 VR/AR 投融资增长最快环节。2019 年 1-10 月内容环节获得投融资额为 30.6 亿元，相比 2017 年同比高增 83.2%，为各环节第一。其中，从内容领域细分来看，游戏和教育领域始终是内容环节投融资的热点，但同时 VR/AR 内容呈多样化发展趋势。2019 年 1-10 月游戏、教育、营销、医疗和视频投融资占比分别为 16.8%、11.3%、5.3%、5.1%和 1.2%。其他领域投融资相比 2017 年同比增长近 10 个 PCT，体现了 VR/AR 内容由聚集单一应用逐渐转向多样化的发展趋势。

图表46： 2017 年 1-10 月中国 VR/AR 内容环节投融资结构



图表47： 2019 年 1-10 月中国 VR/AR 内容环节投融资结构



资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

资料来源：赛迪，中信建投证券研究发展部

## 2C 市场： VR 直播、VR 游戏有望率先落地

### VR 直播：5G 大带宽特性促进 VR 直播发展，看好体育赛事、演唱会领域 VR 直播

根据赛迪《2018 年 VR/AR 市场数据》，在 VR/AR 行业应用结构中，2018 年直播市场规模为 9 亿元，2021 年 VR 直播的市场规模将达到 64.3 亿元，市场占比为 11.8%。VR 直播即通过在广播电视采集制作过程中采用全景摄像技术对内容进行录制，将虚拟内容创作、视频内容拼接和编解码等，并使内容在设备上呈现，让观众获



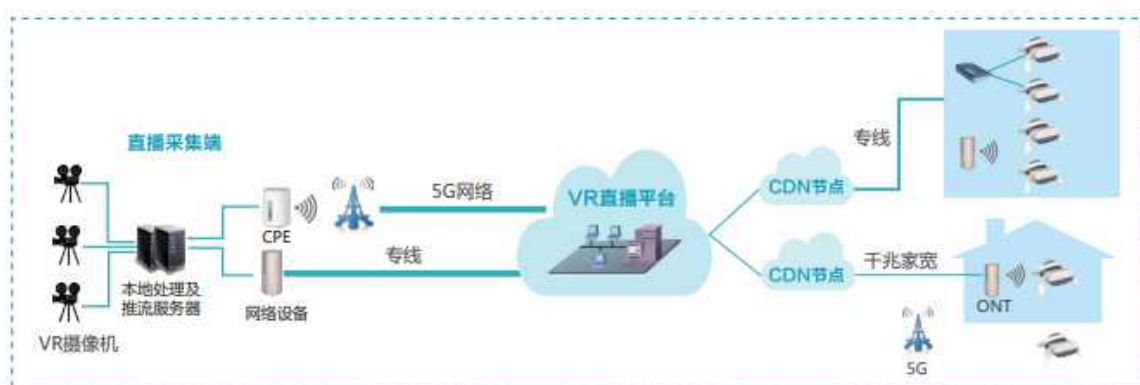
得人与内容场景互动的体验。与传统直播差异在于：1) 沉浸感强：VR 直播提供 180°或 360°全景视角；2) 画面立体，趣味性强：通过近眼 3D 显示让画面更立体且真实，使得观众有“身临其境”的体验，趣味性强；3) 主动性强：可实现更多交互，用户可以自由选择任意角度，跳出了传统 2D 平面视频的视角框定，由体验者主动选择想观看的内容，而非被动接受内容。与传统直播不同，VR 直播对于网络的要求较高，通常要求大带宽上行和下行网络，传统视频承载网络方案难以满足。但随着千兆宽带入户（10G PON 光纤接入技术为基数的千兆接入时代）与 5G 规模化部署，网络传输带宽将优化，使得 VR 直播普及。

图表48： VR 直播主要内容规格的建议码率与带宽需求

VR直播场景	建议码率	建议带宽
8K VR (2D/3D)	80~120 Mbit/s (采用全视角传输)	120~180 Mbit/s
4K VR (2D/3D)	20~40 Mbit/s	30~60 Mbit/s

资料来源: 华为iLab, 中信建投证券研究发展部

图表49： VR 直播网络解决方案



资料来源: 华为iLab, 中信建投证券研究发展部

从生产内容方式来看，VR 直播主要有两大分类，一是 PGC（Professional Generated Content，专业生产内容），如体育赛事、综艺节目、新闻事件、教育培训、产品营销等；二是 UGC（User Generate Content，用户生产内容），如网红直播、户外直播、生活直播等。近年来 VR 在以体育赛事、综艺节目等为主的 PGC 领域不断试水，得到快速发展。

- 在体育赛事领域，NextVR 是全球最早实现高品质 VR 直播的公司，并与 NFL、NBA、PBC 超级拳击冠军赛等众多重量级赛事形成全面合作关系，和福克斯体育（拥有众多体育赛事转播权）建立了长期合作机会；2017 年，微鲸 VR 联合体奥动力、飞猫影视，VR 直播 2017 年中超联赛；2018 年，美国电视网 NBC 与英特尔合作，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。
- 在演唱会/综艺节目领域，2016 年王菲“幻乐一场”演唱会在上海召开，该演唱会现场门票售价约 3000~7800 元，门票售罄，票价被炒作至数十万一张。该演唱会采用了 VR 360°视频进行直播，根据后台统计显示，近 9 万名观众使用 VR 直播方式进行在线观看本次演唱会。用户需要付费 30 元购买兑换码才能观看 VR 直播，为演唱会额外创 264 万。此外，2017 年，中央电视台举办的春节联欢晚会通过兰亭数字首次实现 VR

直播，用户下载央视客户端就可以观看 VR 版春晚，此后 3 年央视连续进行了 VR 直播。

**图表50： VR 直播领域公司梳理**

公司	VR 应用场景	详细案例
微鲸科技	VR 体育赛事直播	中国足球超级联赛
斗鱼	VR 直播	与华为、中国移动合作，率先实现首次 5G+VR 高清直播
医微讯	VR 手术直播	与瑞金医院胃肠科合作全国首例 VR 手术直播
佳创视讯(意景技术)	VR 直播	佳创广电 VR 全景视频直播平台提供晚会、大型活动、体育赛事等的 VR 直播服务
德马吉(岭南股份)	虚拟偶像	MJ 全息演唱会巡演
华闻集团(华闻传媒)	VR 直播	投资兰亭数字
兰亭数字	VR 直播	兰亭数字连续三年助力央视春晚 VR 直播，兰亭数字专业的 VR 直播解决方案，已经成为 VR 产业融合的标杆。2019 年首次运用 5G+VR 春晚直播。
优土视真	VR 直播	
密境和风	VR 直播	花椒直播 VR
看到科技	VR 直播	超高清 8K VR 全景直播
泛课科技	VR 体育赛事直播	
哔哩哔哩	虚拟偶像	增持香港泽立仕的部分股份，成为虚拟偶像“洛天依”及 Vsinger 家族所属母公司的控股股东，加强在虚拟偶像领域的布局。
Facebook	VR 直播	Live360 Ready 计划
SLIVER.tv	VR 电子游戏直播	-
Liveline	VR 体育赛事直播	与 Fox Sports 合作
Digital Domain	VR 体育赛事直播	NBA VR
Melody VR	VR 音乐会	-
Napster	VR 音乐会	-
Virtually LIVE	VR 体育赛事直播	VR 赛车直播
Pulse Evolution	虚拟偶像	通过虚拟现实技术制作出图派克和迈克尔杰克逊的现场秀
Next VR	VR 体育赛事直播	NBA VR、FOX SPORTS VR、温网、美国职业摔跤等
	VR 音乐会	-
韩国通信运营商 SK Telecom	VR 电子游戏直播	与韩国拳头合作为 2019 英雄联盟 LCK 夏季赛提供直播
英国广播公司 BBC	VR 直播	在俄罗斯世界杯提供 VR 直播
Surgevr	VR 手术直播	从外科医生的角度拍摄了骨科手术 VR 影片

资料来源:各公司官网, 中信建投证券研究发展部

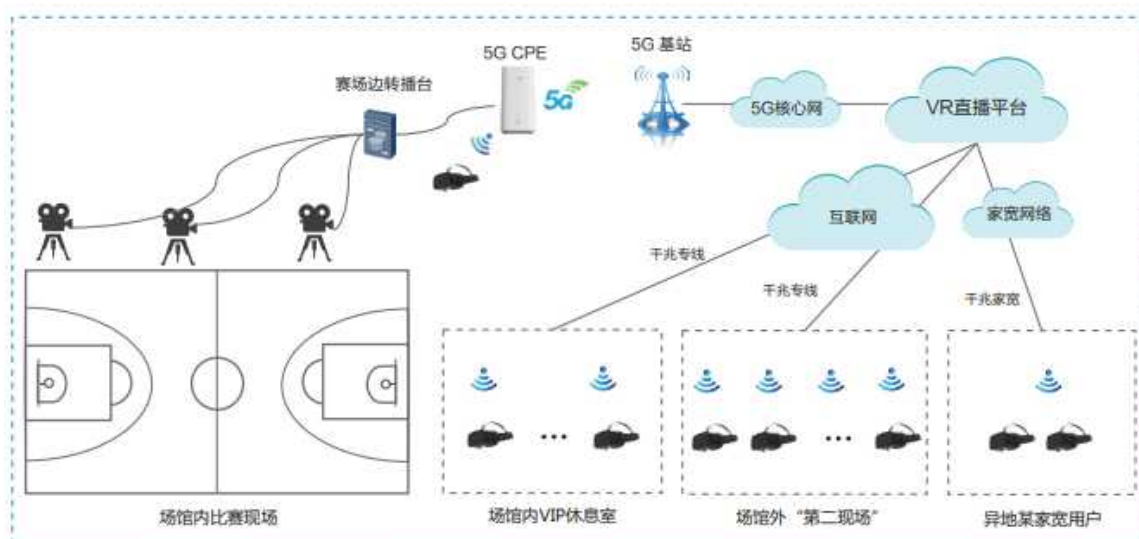


### 案例：银河威尔--CBA VR 直播

2019 年 4 月，CBA 2018-2019 赛季总决赛第二场广东与新疆队的对决在东莞篮球中心举行，此次比赛在“双 G”的支持下实现了 VR 高清直播，让非现场的观众戴上 VR 终端可享受沉浸式的比赛观影。本次直播在比赛现场共架设了 3 个 VR 摄影机（主队视角、客队视角、中立视角），VR 直播拍摄方为银河威尔在东莞比赛场外的嘉年华体验区进行了 VR 直播展示，现场提供了 15 台 VR 眼镜供场外球迷体验。广东移动在广州的全球通大厦也接入了 CBA 赛事的“第二现场”体验区，使得广州的球迷也可以通过 5G+VR 直播观看比赛。

根据《VR 直播白皮书》，此次 VR 直播上行是在东莞篮球中心 CBA 决赛现场通过 5G 基站+5G CPE 保障 30~50Mbit/s 高流 VR 直播信号回传至 VR 直播平台；VR 直播下行是通过将 VR 直播视频分发到边缘 CDN，并以不低于 30Mbit/s 码率视频流传输到通过千兆专线、家宽或 5G CPE 接入 VR 直播平台的 VR 一体机终端。

图表51： VR 直播网络解决方案



资料来源：华为《VR 直播白皮书》，中信建投证券研究发展部

整体而言，我们认为演唱会、体育赛事 VR 直播本身具有将强的“粉丝效应”，可以突破现场座位的限制，解决热门比赛及活动门票供不应求的现象，并可以让用户自由选择视角和回放时机，拓宽收视群体。此外，与 VR 视频制作高成本、长周期相比，体育赛事及演唱会等综艺活动具有定期性，且一般都设置有直播，仅需在现场添置 VR 直播设备，可以有效解决内容不足和成本过高（相对 VR 视频）的难题。

### VR 游戏：追求“沉浸感”、庞大的用户基数、较强用户粘性等特点推动 VR 游戏落地

VR 内容中游戏一直是备受用户青睐的重要领域，VR 游戏按照使用设备的不同大致可以划分为 VR 线上游戏和 VR 场地游戏。VR 线上游戏需要用户使用 PC 端或者主机端配套 VR 头显等设备来获得出色的沉浸式体验，目前的客户群体主要面向重度玩家或专业游戏爱好者，而 VR 场地游戏提供商需要搭建 VR 展台等体验设施供用户游玩，而用户无需自己额外配套相应 VR 设备，主打广阔的大众需求，因此对用户硬件需求并不高。

根据赛迪《2018 年 VR/AR 市场数据》研究成果，中国 VR/AR 行业应用中游戏领域占比始终领跑整个应用环节。2018 年中国游戏领域市场规模为 28.6 亿元，占比达到 35.7%，赛迪预测 2021 年市场规模增长至 206.4 亿元，

该占比将会扩大至 37.9%。同时游戏领域市场增速不容小觑，2018 年全球 VR 游戏市场的价值为 103 亿美元，展望未来，IMARC Group 预测该市场到 2024 年将达到 402 亿美元，在 2019-2024 年期间的复合年增长率为 25.5%。目前涉足 VR 游戏领域的公司既有创业型公司，传统游戏转型 VR 游戏的厂商，也有各大游戏巨头的积极参与。

**图表52： VR 游戏公司**

公司	VR 应用场景	详细案例
赛欧必弗	VR 游戏平台	移动端的 VR 平台--奇幻云，聚集了 VR 视频和游戏资源的平台
泛美视界	VR 场地游戏	VR 翼装飞行
黑晶科技	VR 场地游戏	VR 加特林、VR 四管炮、VR360° 飞船、VR 跳伞等
全影汇	VR 场地游戏	VR 赛车、VR 射击、VR 滑雪等
当红齐天	VR 场地游戏	
健石智能	VR 场地游戏	VR 飞行影院、VR 飞行舱、VR 动感赛车等一系列旅游游戏产品
东方明珠	VR 大型游戏	《人类拯救计划》、《奇境守卫》等
腾讯	VR 大型游戏	《猎影计划 (Shadow Tracker)》、《幸运之夜 (Lucky Night VR)》等
网易	VR 大型游戏	《荒野潜伏者》、《故土》等
完美世界	VR 大型游戏	《深海迷航》海洋探险类第一人称单机游戏等
恺英网络	VR 大型游戏	
三七互娱	VR 大型游戏	投资 VR 游戏内容商 Archiact Interactive Ltd、天舍文化
触控科技	VR 大型游戏	基于 CocosVR 开发 VR 游戏
英雄互娱	VR 大型游戏	基于 Ominiverse 开发 VR 游戏
游族网络	VR 大型游戏	投资大量 VR 游戏公司，Wakingapp、Directive、雪宝
魔视互动 (顽石互动)	VR 大型游戏	《罪与罚:末日机甲》等
天舍文化	VR 大型游戏	
时光梦幻	VR 大型游戏	TVR 时光机，《再现甲午》、《追寻》等
奥飞娱乐	VR 大型游戏	投资 TVR 时光机
VR Education Holdings	VR 大型游戏	Titanic VR 见证泰坦尼克号的故事
谷歌	VR 游戏平台	Daydream 平台
Force Field	VR 大型游戏	《Landfall》、《Coaster Combat》和《Pet Lab》等

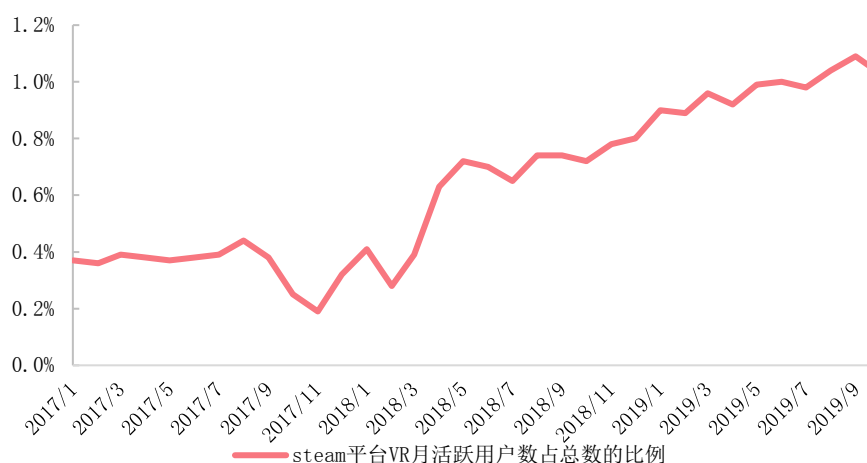
韩国通信运营商 SK Telecom	VR 大型游戏	与韩国最大的游戏公司 Nexon 合作
Tekken Team	VR 大型游戏	《铁拳》、《夏日课堂 (Summer Lesson)》等
索尼	VR 游戏平台	索尼旗下 playstation VR 头显，基于索尼的 UE4 引擎开发 VR 游戏
美国有线电视网 HBO	VR 大型游戏	与 Survios 合作开发《西部世界：觉醒》
HTC (HTC VIVE)	VR 游戏平台	HTC VIVE，基于 HTC 的 U3D 引擎开发 VR 游戏
Value	VR 游戏平台	Valve index
	VR 大型游戏	《Half-Life: Alyx》（半条命 VR）
Bethesda	VR 大型游戏	《辐射 4 VR》、《上古卷轴 5：天际 VR》等
育碧	VR 大型游戏	《Transference》第一人称冒险游戏等
SEGA	VR 大型游戏	《Tower Tag》第一人称射击游戏等
EA	VR 大型游戏	《Medal Of Honor: Above and Beyond》第一人称射击游戏等
Innerspace VR	VR 大型游戏	《渔夫的故事》第一人称冒险解密游戏等
Epic Games	VR 大型游戏	《机械重装》第一人称射击游戏等
Oculus	VR 游戏平台	Oculus Rift
Archiact	VR 大型游戏	《Lamper VR: Firefly Rescue》、《The Forgotten Chamber》等

资料来源：公开资料，中信建投证券研究发展部

目前 PC 端主流 VR 线上游戏搭配使用的头显来自 Oculus Rift (Rift CV1、Rift S)、HTC Vive (Vive Pro)、Valve Index 和 WMR，主机端 VR 线上游戏头显主要使用索尼的 PSVR，这些 VR 设备价格最便宜的是平价版 WMR 299 美元，除此之外，高端 PC、PS4 平台以及其他 VR 游戏配套设备如控制器、追踪基站等也价格不菲。

Steam 平台作为 PC 端目前 VR 内容最多，且最为优质的国际性内容平台，截止 2019 年 10 月共有 VR 独占应用数 3804 个，相比 2018 年 1 月 2285 个增长了 66.15%，VR 游戏在所有 VR 应用中保持在 80% 以上，因此其 VR 月活跃用户数可以作为 VR 线上游戏人数的缩影。根据 steamspy 的数据，除了 2017 年 11 月和 2018 年 2 月两次月活跃数明显下滑外，VR 月活跃用户数所占比例整体呈现稳定上升格局，在 2019 年 6 月突破 1% 大关后增长势头不减，于 9 月创造历史最高纪录 1.09%。

图表53： 2017年1月至2019年10月 steam 平台 VR 月活跃用户数占总用户数比例



资料来源: steamspy, 中信建投证券研究发展部

### 案例：Improbable 公司

VR 线上游戏架构和开发公司 Improbable 成立于 2012 年，总部位于伦敦，在旧金山设有办事处。Improbable 属于游戏架构公司和游戏开发公司，其开发的云计算平台 Spatial OS 允许第三方通过它建立大规模的虚拟世界，或者模拟真实世界。Spatial OS 兼容性强，可以在 PC 端、移动端（IOS、安卓）、主机端（Xbox One、PS4）运行，因此旗下客户涵盖了多个领域。到目前为止，已经有很多工作室在开发基于 Spatial OS 的游戏，包括 Bossa Studios（Worlds Adrift），Spilled Milk Studios（Lazarus），HelloVR（MetaWorld），Entrada Interactive（Rebel Horizons）和 Soulbound Studios（Chronicles of Elyria）等。在网易与 Improbable 合作后，网易自主研发的首款 VR 多人在线开放世界游戏《Nostos 故土》有望更加完善。Improbable 公司同样有涉足 VR 游戏开发，公司在今年开设了两家工作室，致力于游戏开发，其第一款 RPG 游戏正在由加拿大埃德蒙顿工作室制作。

图表54： Improbable 公司发展历程

时间	事件
2012	计算机科学家 Herman Narula 和 Rob Whitehead 在剑桥大学成立 Improbable 公司
2014. 12	在种子轮获得由 Amadeus Capital Partners 领投的共计 4 位投资者的投资
2015. 03	在 A 轮获得硅谷风投 Andreessen Horowitz 的 2210 万美金投资
2015. 07	在 A 轮获得李嘉诚维港投资 Horizons Ventures 的 3000 万美金投资
2015. 11	推出用于进行大规模数据模拟的操作系统 Spatial OS 系统，该系统可被用于构建虚拟世界
2016. 01	在创投轮获得英国伦敦科技投资公司 Upscale 青睐
2016. 12	与谷歌建立战略合作伙伴关系，联手推出 Spatial OS Alpha 用于虚拟现实世界建设

2017.03	在 B 轮获得由日本巨头公司软银 SoftBank Vision Fund 领投的 5.02 亿美元，之前参与 A 轮投资的 Andreessen Horowitz 和 Horizons Ventures 也参与其中
2017.09	由 Cambridge Venture Partners 领投，Improbable 跟投，投资 1000 万美金给在剑桥成立的游戏公司 Automaton Games
2018.07	获得网易公司直接 5000 万美金战略投资，除此以外，网易还将从该公司员工手中收购 5000 美金的股份
2018.10	将其 Spatial OS 多人游戏平台的游戏开发套件带到 Unity
2019.01	在和 Unity 协议终止后，和 Epic Games 建立了 2500 万美金的基金，旨在帮助游戏开发人员转向“更加开放的引擎”
2019.09	收购英国 The Multiplayer Guys 和美国 Midwinter Entertainment 游戏公司

资料来源：公开资料，中信建投证券研究发展部

## 2B 市场：教育、培训类场景市场潜力大，有望最先落地

在 2B 市场，VR/AR 存在高度定制化的特点，使其一方面存在需求较为稳定且可较早实现盈利的特性，另一方面存在难以规模化推广的难题。和 2C 场景不同，2B 应用的规模普及最重要的因素是“商业价值可衡量”，即要让客户看得到清晰的“商业价值”，如可否降低运作成本、提高工作效率，或是具有良好的投资回报率。我们认为在 B 端市场，教育、培训、营销类领域具有较大的市场空间及目标用户，VR/AR 技术与垂直行业的结合能够解决目前存在的一部分痛点，商业模式相对清晰，将首先落地；另一方面，受客流量、内容、整体体验水平、民众对 VR 认知等多因素影响，VR 线下体验店盈利情况并不乐观。

### VR 教育/培训：高成本、高风险、传统方式无法呈现领域有望首先普及

教育是 VR B 端市场最先落地的应用领域之一，市场潜力大、目标用户多、政策支持力度大的特点驱动资本密集投向教育培训领域。整体而言，VR 在教育培训领域的应用可以分为 K-12 基础教育、高等教育和企业培训：

#### 1) 基础教育/高等教育

VR 在 K-12 基础教育的应用有利于结合虚拟现实沉浸式教学的体验，解决课堂教学中的抽象、困难的知识点，让学生有“身临其境”的体验，有效改善传统教育存在学生主动性、积极性不足等问题，充分结合 VR 沉浸性、交互性、空间性的特点，可以提高学生兴趣，通过直观的画面了解抽象知识并加以记忆。在高等教育领域，VR 教育在医学、化学等需要重复进行实验，以及考古、设计等需将抽象知识具体场景化的学科领域将发挥价值，VR 实验室、VR 设计工坊等方面部署能够打破实验教学的场地、费用等限制，积极推动 VR 在科研创新中应用。

目前国内外在 VR 教育领域布局的厂商较多，其中布局 K-12 基础教育的商家最多，且多数拥有小规模试用案例，具体如下：



**图表55： VR 教育公司梳理**

公司	VR 应用场景	详细案例
网龙华渔	VR 基础教育	理化生 VR 实验操作训练，应用于福州市第十中学
	VR 基础教育	101VR 沉浸教室，应用于三明梅列小学、福州钱塘小学
赛欧必弗	VR 基础教育	趣上课，以七到十二年级的地理、化学、生物等学科为重点内容
微视酷	VR 基础教育	IES 沉浸式课堂系统，应用于基础教育 K-12 和职业教育
幻鲸 VR	VR 基础教育	K12 VR 未来课堂，以初高中的物理、化学、生物、地理、立体几何等大纲中抽象而难以理解的知识点为 VR 课程
	VR 大学教育	医疗教育、工程教育、建筑教育、金融教育
百度	VR 基础教育	VR K12 教育，提供匹配中小学教材大纲的多学科 VR 课程
	VR 大学教育	VR 教学实验室
江西科骏	VR 基础教育	应用于南师附小、南昌二十七中、新建二中等
	VR 大学教育	VR 大学实验室，如：VR 轨道交通实训实验室、航空发动机虚拟仿真实验室、汽车虚拟仿真实验室、地下高放射性物质处置仿真实验室等
	VR 大学教育	中草药枳壳炮制学习系统、一井几何定向模拟实验学习系统等
中视典	VR 大学教育	VR 大学教学与科研的综合实训室，适用于旅游、计算机科学与技术、冶金工程、采煤工程、水工、工艺流程、刑侦、军事等实训费用高或接触危险性高的专业
曼恒数字	VR 大学教育	VRBOX 虚拟现实内容平台，主要用户群体是本科院校、职业院校等，内容分类包括机械制造、能源勘探、医疗医学、教育认知、交通运输、城乡规划、土木建筑、化工化学、展览展示、旅游休闲等诸多领域。
维拓网络	VR 教育	摩尔空间 VR 教育，课件内容覆盖 12 个学科，近 60 个专业，摩尔空间 VR 教育教学产品目前合作院校已达到 50 多家
医微讯	VR 大学教育	VR 医学教育云教室
全影汇	VR 基础教育	应用于恒大皇马足球学校
威爱教育	VR 大学教育	VR 设计中心、VR 金工实训中心等
	VR 基础教育	STEM VR 实验室，针对 K12 教育推出了综合科学、技术、工程、数学、艺术多门学科
黑晶科技	VR 基础教育	VR 超级教室
讯飞幻境	VR 基础教育	专注于为 K-12 学校市场提供 VR 教学教室
IDEALENS 虚拟世界	VR 基础教育	IDEALENS VR 教育方案已在华北、华中、华西等近百所学校落地 VR 课堂
Labster	VR 基础教育	VR 实验室

Zspace	VR 教育	涵盖 K12 到大学的课程
IBM	VR 基础教育	开发了 AWEDU (Active Worlds Educational Universe) 系统, 专门用于开发教育虚拟环境
谷歌	VR 基础教育	Expeditions 应用, 适用于中小学, 历史、自然科学等学科
微软	VR 基础教育	Garage 项目“VR 微重力实验室”, 使用 VR 帮助学生感受月球上的微重力
Tactic	VR 基础教育	隐藏的危险 VR 教育游戏, 帮助小朋友认识水里潜在的危险
VRE	VR 教育	ENGAGE 平台的开发和面向教育的市场的 Apollo 11 和 Titanic VR 两款探索应用等

资料来源: 公开资料, 中信建投证券研究发展部

### 案例 1: 百度 VR 教室

百度 VR 教育布局主要由百度制作 VR 内容, 和爱奇艺合作, 用爱奇艺的硬件 VR 一体机, 形成软硬件结合的解决方案, 出售给学校。百度 VR 教室整个系统架构在百度云服务上, 拥有语音识别、图像识别、AR 算法等 AI 技术, 通过自研的全景图片、全景视频、3D 模型交互等渲染技术提供沉浸式内容。目前百度 VR 教室针对 PC VR 和一体机两种 VR 设备, 提供两套硬件解决方案, 同时提供软件解决方案 (教学管理系统、体系化 VR 课程), 以及配套服务 (安装部署、教师培训和售后咨询服务, 为部分学校及企业提供课程定制与合作挂牌服务)。

- **硬件解决方案: PC VR 解决方案**沉浸感和互动性较强, 教师可通过显示器观察学生的 VR 学习情况, 学生则分为小组, 教师通过使用搭载教学管理系统的安卓 pad 对学生 VR 设备进行控制。根据我们在 2019 年世界 VR 大会百度 VR 馆的体验和了解, 以一个班 45 人为例, 一个百度 VR 教室需要布置 9 组 VR 课桌, 每组约 5 人, 需要一个 VR 软件管理系统+9 套 VR 设备, 费用约几十万到百万不等。**一体机 VR 解决方案**教学方式相对更加灵活, 对教学场地要求小, 可使用独立教室或在普通教室授课, 每个学生一套 VR 设备。

图表56: 百度 PC VR 解决方案



资料来源: 百度官网, 中信建投证券研究发展部

图表57： 百度一体机 VR 解决方案



资料来源: 百度官网, 中信建投证券研究发展部

- 软件解决方案：**软件解决方案包括教学管理软件以及 VR 课程，教学管理软件能够兼容各类 VR 硬件设备，支持各学龄段的 VR 教育资源管理、学校及教师权限控制、教师及学生端教学互动。VR 课程则依据教纲教材进行设计，提供标准教材课程、实验课程。例如，小学《科学》标准教材课程覆盖 3-6 年级教学计划，包含 50 个 VR 片段和 380 个知识点；初中《生物》课程包含 10+ 节 VR 课程和 150+ 知识点，支持 45 分钟授课。目前百度 VR 课程覆盖小学、初中、高中各年级，涵盖了科学、生物、物理、化学和安全培训等学科，拥有超 500 节 VR 课程内容，已编辑完整套教材。

图表58： 百度 VR 教学管理软件



资料来源: 百度官网, 中信建投证券研究发展部

图表59： 百度 VR 课程



资料来源: 百度官网, 中信建投证券研究发展部

- 配套服务：**百度提供一站式部署安装、账号管理、课程升级及平台维护服务，并且针对部分学校提供定制化课程、合作挂牌服务，同时提供教学和项目支持。

目前，百度 VR 教室已经在上海、北京、安徽、浙江等省区多所中小学落地。我们认为 VR+K12 教育的优势在于基础教育的教材一致，制作完内容后可以实现规模化的推广，内容可以得到广泛传播。另一方面，内容仍存在可改善之处，我们团队在 VR 产业大会体验后认为目前内容的交互性可进一步加强，此外 VR 教育方案的价格较高，未来价格能否下降以及政府在 VR 基础教育的支持力度是其今后能够得到规模化落地的重要因素。

## 2) 企业实训

- VR 在企业实训/职业教育领域的应用通常需要定制化的方案，我们认为其在高成本、高风险领域将首先落地。首先，在石油、电力等领域，员工培训经常需要重大且昂贵的硬件设备、较大的场地，造成员工的培训费用高，VR 则可帮助企业解决硬件设备及场地问题，有效提高培训效率；其次，在消防、化工、医疗、航空航天等领域，员工在真实环境下实训存在较高危险系数，而 VR 可有效在虚拟环境下通过沉浸式的教学让学员能够有“身临其境”的感觉，同时避免实训风险、降低操作成本，提高教学质量。目前 VR 在航空航天、安防教育培训领域已有落地应用；以航空航天为例，目前空军已有小范围试用针对战术飞行训练系统，主要是将学员的初步（基础）的培训会通过 VR 模拟机运行，以节省成本。该类方案通常为定制化，价格在百万区间，可有效解决教师人力成本和实训的成本，避免实训风险。**我们认为企业**在高成本、高风险领域实训成本及风险过高，可以先让学员在 VR 中熟练操作，反复不断练习，以降低成本。此外，对于火灾演练、紧急情况应对演练等培训，出于安全的原因无法还原真实场景，学员训练一般缺乏真实感和紧张感。在虚拟的世界中可以营造真实的灾难现场。

**图表60： VR 教育公司梳理**

公司	VR 应用场景	详细案例
网龙华渔	VR 消防安全教育	参展日本第 8 届教育 IT 解决方案展，参加 2018 年厦门 110 宣传日宣传活动
	VR 红色教育	福建省红色文化 VR/AR 体验馆、参展纪念红军长征胜利 80 周年展
	VR 禁毒教育	福建省禁毒培训 IM 平台
	VR 操作培训	101VR 高空实训，参展龙岩市科技馆
	VR 操作培训	与南昌铁路局合作的中国高铁司机 VR 训练系统
	VR 设计培训	101VR 室内设计教学（室内设计），应用于大田职业中专学校、泉州华侨职业中专学校、嘉兴市建筑工业学校
黑晶科技	VR 工业培训	生产研发、检修培训、特情处理、考核评估
	VR 公安武警培训	宣传教育、在职培训、装备训练、演习实训
	VR 医疗培训	人体结构认知、药理沉浸学习、临床全景录播、手术实训模拟、心理定制辅导
	VR 高铁及重工培训	流程观看、实训体验、特情处置、模拟考核
	VR 电力行业培训	场景熟悉、设备清点、巡线行进、故障排查、检修维护
	VR 海工装备制造培训	海港工程仿真、海洋浮式结构仿真、遥控的海底采矿仿真石油勘探开采平台仿真、海上疏浚工程仿真
泛美视界	VR 乘务训练	飞机舱门出口模拟器 VR 辅助教学系统
	VR 操作培训	VR 无人机拆装虚拟教学系统
百度	VR 仿真实训	



京东	VR 物流培训	员工可以借助 VR 的方式学习分拣技能
中视典	VR 操作培训	工程机械设备仿真培训软件，基于 3D 图形引擎 VRP 的基础上来模拟机械设备使用
	VR 安全培训	煤炭安全与技能虚拟仿真实训系统，在模拟仿真投影环境上再现各种灾害（事故）发生及救援的过程
全影汇	VR 安全培训	VR 生产事故情境体验、VR 工程事故模拟、VR 消防安全培训、VR 火灾逃生模拟系统、VR 消防装备操作
曼恒数字	VR 医疗培训	VR-Human VR 人体解剖教学系统软件
深圳前沿科技	VR 党建培训	智慧党建 VR 系统，通过 VR 技术虚拟出来的占地面积 20000 平方米的学习资源库
众绘科技	VR 医疗培训	虚拟仿真医疗实验教学项目开发，口腔医学牙周操作实验教学、牙拔除术实验教学
	VR 医疗培训	医学综合临床思维训练系统，模拟病人看病，完成完整诊断流程：问诊，体格检查，实验室检查，辅助检查，诊断，处置
	VR 医疗培训	医学技能在线虚拟训练系统
天堰科技	VR 医疗培训	急救训练系统，院前急救综合模拟训练系统等
	VR 医疗培训	中医训练系统，VR 中药鉴别训练系统、经穴学虚拟仿真训练系统等
	VR 医疗培训	医学综合临床思维训练系统，如中医临床思维训练系统、临床护理思维训练系统
望里科技	VR 心理健康培训	VR 心理健康教育课程，小初高乃至大学、成人多方面的心理知识和提升训练，如：VR 脑认知课程、VR 冥想课程、VR 沟通心理学课程、VR 注意力训练课程
妙智科技	VR 医疗培训	mAnatomy 虚拟现实全息解剖教学系统
医微讯	VR 医疗培训	Surgeek 柳叶刀客外科手术学习训练系统，涵盖骨科、普外科、神经外科、泌尿外科、胸外科等多种手术
Unimersiv	VR 操作培训	VR 叉车培训
VR Education Holdings	VR 医疗培训	RCSI Medical Training Sim，与爱尔兰皇家外科医学院合作模拟道路交通事故后急救
Innoactive	VR 地勤培训	VR 机场地面管理，应用于慕尼黑机场和法兰克福机场
	VR 操作培训	如车辆组装培训，应用于大众和奥迪的培训中心来训练员工
Eon Reality	VR 工业培训	如 VR 林业服务培训，VR 废物管理设施培训等
	VR 航空航天培训	如 VR 地勤培训，VR 航空维修培训等
	VR 安全培训	如 VR 机场安保培训，VR 灾难准备培训等
	VR 操作培训	如 VR 石油、炼油厂设备操作培训等



资料来源：公开资料，中信建投证券研究发展部

### 案例：上海航空电器有限公司（以下简称航空工业上电）

航空工业上电隶属于中国航空工业集团有限公司，公司具有军用航空、民用航空、非航防务等业务。公司拥有战术飞行训练系统，由 VR 头盔、三联屏、主机还有飞行摇杆和油门台为硬件基础，融合 VR 技术、高空仿真飞控模拟技术及 5G 网络通信技术，支持多种飞行任务（空中加油、陆地起降等）的 5G 联网模拟器协同作战系统。支持复杂地貌、复杂天气等特殊环境，具有较强的交互性、实时性和沉浸感。

该战术飞行训练系统选用两种地形：1）比卡兹大峡谷：世界最大的峡谷之一，地形险峻，适合进行作战训练的航路点部署，作战路线图设计；2）张家界天门洞：该地形对于飞行员锻炼飞行技巧、体验极限飞行具有帮助。该系统构建地形最高精度为 30m\*30m，并同时配备专用的飞行摇杆、油门台等操控硬件，能使飞行模拟训练人员达到较好的人机交互效果。其结构复杂度低、成本低、功能聚焦、仿真程度高等特性帮助缩短飞行训练的训练周期，降低飞行训练的成本，目前该系统已经在军方使用。

### VR 营销：弥补传统媒体被动营销模式，引导用户消费

VR 营销可弥补传统媒体被动的形式，让用户从被动接受到主动体验，以更清晰地了解产品，让用户切身感受产品优势。同时对于商家而言，VR 营销能够获取客户的数据（通过合法的途径），有助于进行更进一步的用戶分析。目前，VR 在房地产、汽车、网上购物等领域已经展现出独特价值。目前最为大众熟知的 VR 看房，已经被大多数第三方平台采用，如安居客和贝壳网等，能够用较好的沉浸感展示出房屋各个方位的细节，具有 3D 空间结构图和平面户型图，还具有标尺功能，大大减少了租户或买主的看房成本，用户好评度较高。

**图表61： VR 营销公司梳理**

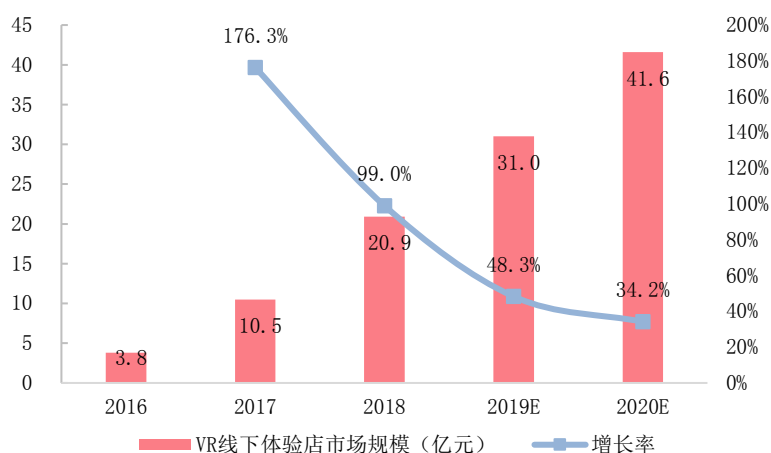
公司	VR 应用场景	详细案例
黑晶科技	VR 家电	家电产品 VR 互动展示
	VR 汽车	VR 汽车模拟驾驶体验
百度	VR 汽车	VR 看车
亚马逊	VR 营销	利用 Amazon Sumerian 平台创建和运行基于浏览器的 VR 应用程序
猫眼视觉	VR 营销	品牌营销、商品说明、活动营销、场景营销、虚拟试用
维拓网络	VR 汽车	VR 汽车展示
	VR 电梯	VR 电梯销售系统
	VR 汽车	东风风神 VR 驾驶体验
	VR 营销	利用 Mol3d Web VR 引擎，上传 3D 模型，即可在线一键生成基于 Web 端的产品 3d 交互展示及 VR 展示内容
医微讯	VR 医疗	医疗产品宣传片，帮助史赛克、强生、乐普、迈瑞生物等系列公司产品宣传
焦点科技	VR 营销	360 度产品智能展示（Focus 3D 平台）

Youtube	VR 广告	YouTube 上推出了 360 度 VR 视频广告
Vertebrae	VR 广告	VR 广告投放商
Admix	VR 广告	VR 广告投放商
Omnivirt	VR 广告	VR 广告平台
VirtualSKY	VR 广告	VR 广告平台
Innoactive	VR 营销	VR Showroom 展览柜, 3D 展示产品
Marxent	VR 营销	为电子商务和店内家具零售提供全方位服务的 3D 产品可视化平台
ObsessVR	VR 时装秀	与三星 Gear VR 合作打造 VR 时装秀用于营销
Zerolight	VR 广告	VR 汽车广告投放商, 投放在户外广告、网站在线广告还有社交媒体广告等, 应用于亚马逊汽车展示柜和奥迪 E-TRON 和 FACEBOOK 交互等
	VR 汽车	提供汽车虚拟现实驾驶体验, 应用于奥迪、保时捷 Mission E、丰田 C-HR、日产 LEAF 以及宝马 BMW M Drive Tour 活动等
InVRsion	VR 营销	构建 VR 展示柜
Mure VR	VR 工业设备	使重型机械能够在室内展示, 客户无需去现场实际体验

资料来源: 公开资料, 中信建投证券研究发展部

## VR/AR 体验店: “赚钱”不易, 存在不确定性

娱乐类的 2B 场景主要为各类 VR/AR 主题体验店或者电子竞技馆。2018 年全国 VR 线下体验店规模达到 20.9 亿元, 同比上涨 99.0%, 预计未来增速会显著下降。但是目前看来, 受客流量、内容、整体体验水平、民众对 VR 认知等多因素影响, 很多虚拟现实线下体验店盈利情况并不乐观。另一方面是消费者在体验 VR 的过程中, 缺少类似于电影或网吧等的社交互动性, 难以与共同来体验的好友交流, 进一步影响了体验店和竞技馆的接受度和盈利能力。

**图表62： 2019-2020 年中国 VR 线下体验店市场规模**


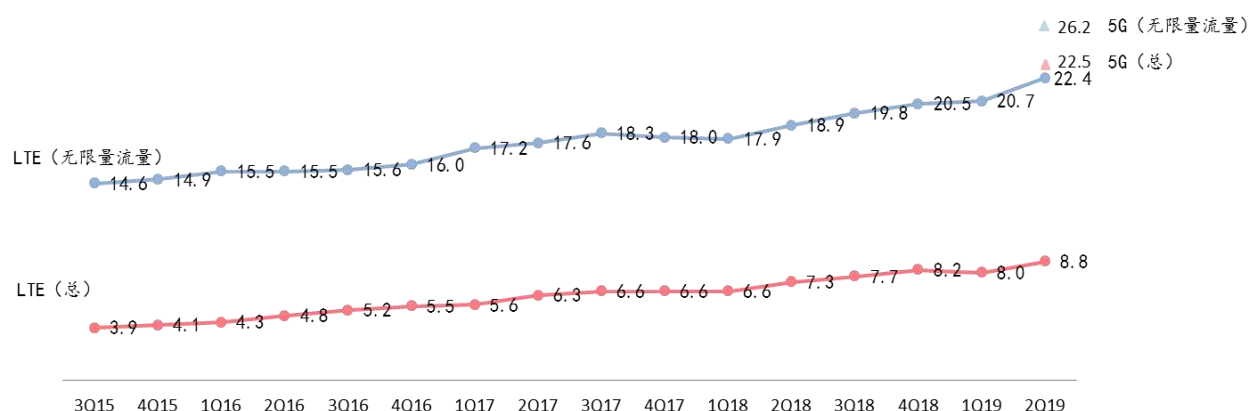
资料来源：智研咨询，中信建投证券研究发展部

## 韩国运营商的尝试

韩国 5G 推出半年以来的情况表明，依靠 AR/VR、高清视频等业务，实现了近 3 倍流量增长，我们认为随着 5G 用户渗透率的提高，有望驱动更多的内容制作厂商创新 5G 新内容，流量有望进一步提升，驱动运营商利润提升。从用户数据流量使用的具体情况来看，根据 KT 披露的行业数据，韩国 2Q 5G 用户平均月移动数据使用量达到 22.5GB，是 4G 用户平均月移动数据使用量 8.8GB 的 2.6 倍，流量的增加主要由 VR/AR、高清视频等推动；5G 无限套餐用户消耗 26.2GB/月，4G 无限套餐用户为 22.4GB/月，增长趋势并不显著，我们认为在一定程度上是由于 4G 无限套餐的高价值用户升级 5G 带动 DOU 增长，5G 流量提升缺乏长期动力。由于 5G 个人套餐推出仅 5 个月的时间，现在的流量使用情况并不完全代表未来，但随着 VR/AR 内容的进一步丰富、多款云游戏的陆续推出，5G 用户 DOU 有望实现进一步增长。

- **SKT**：从 LTE 时期的用户平均月移动数据使用量 9.2GB 上升到 5G 时期的 24GB；
- **KT**：根据 19 年 5 月的数据，LTE 用户平均月移动数据使用量为 9.5GB，5G 用户平均月移动数据使用量为 22.3GB，是 LTE 的 2.3 倍；
- **LGU+**：2Q LTE 用户月均移动数据使用量为 9.9GB，高于行业平均值，5G 用户月均移动数据使用量为 31GB，是 LTE 用户的 3 倍。根据调研了解，主要由于体育赛事直播、VR/AR、云游戏等应用推动流量的增长，棒球比赛每小时消耗流量可达 4GB，云游戏每小时可达 8GB，VR/AR 每小时流量消耗可达 30GB。

图表63： 韩国 LTE 和 5G 用户月平均流量使用情况（GB）



资料来源：KT，中信建投证券研究发展部

目前韩国在 5G 商用初期，三大运营商就 5G 套餐资费、网络质量而言并非有较大的差异（U+ 的下载速度和时延略微优于竞争对手），三家运营商拟在年底前建设的 5G 基站数量、拟覆盖人口（90% 以上）及地区的目标都基本相似，难以体现差异化的竞争优势。此外，由于韩国 4G 速度较快、用户体验好，我们认为目前 5G 对于速度和时延的优化尚不能对于用户体验引起质的改变，为吸引更多用户升级 5G，需要让其认识到升级到 5G 带来的不仅是更快的速度，更为关键的是带给用户全新的体验。我们认为前期 5G 用户渗透率的提高较多程度上依赖于激烈的市场竞争导致的补贴恶战以及亲民价位的 5G 套餐，未来能够提供差异化 5G 应用内容的运营商将在下一阶段的市场份额拓展中具备优势。

就三家运营商而言，我们认为 LG U+ 目前提供的以 VR/AR 为核心的 5G 应用内容最为丰富，在一定程度上驱动其迅速拓展 5G 市场。5G 网络开通前，LG U+ 占据韩国移动通信市场份额的 20%，在 4 月实现 5G 商用后，其 5G 用户市场份额增至 29%，我们认为 LG U+ 能够在三大运营商套餐资费无太大差异、在相对稳定的市场结构中实现市场份额逆袭的原因在于其丰富的内容增值服务。LG U+ 在 5G 标准套餐中捆绑了五大新业务，包括 U+ 职业棒球、U+ 高尔夫、U+ 偶像直播、U+ VR、U+ AR，并提供独家内容。此外，在 5G 套餐推出初期，为吸引用户体验 VR/AR 内容服务，LG U+ 曾在套餐中捆绑 VR 头盔，购置最高价值 5G 套餐的用户甚至可以免费获得 VR 设备，其余中高档套餐则提供一定程度的折扣（套餐价值越高，折扣越高），以吸引用户体验沉浸式的媒体服务（注：目前官网所显示的 5G 套餐中不包含对于 VR 头戴式显示器的折扣或免费赠送的内容）。我们将以 LG U+ 为重点，分析韩国运营商提供的 5G 应用内容服务，重点分析其 VR/AR 相关应用。

图表64: LG U+ VR 头戴显示器初期折扣情况（目前官网相关套餐无显示相关折扣）

VR 头戴式显示器 (HMD)	Pico							Samsung Gear VR										
套 餐 （ 千 元,KRW）	115	105	95	85	75	55	45	115	105	95	85	75	55	45				
5G 套餐初期	/（初期无此套餐）		免费			折扣		/（初期无此套餐）		/（初期无此套餐）		免费		折扣		/（初期无此套餐）		
5G 套餐调整后(8月23日)	免费		折扣				标价 (40k KRW)		免费				折扣				标价 (149k KRW)	

资料来源: 公司官网, Strategy Analytics, 中信建投证券研究发展部

LG U+在 5G 标准套餐中捆绑了五大新业务, 包括 U+ VR、U+ AR、U+职业棒球、U+高尔夫、U+偶像直播, 并提供独家内容。近期, LG U+在首尔龙山总部举行了新闻发布会, 发布两项新的 5G 服务 “Smart home Training 智能网上培训” 和 “U+ AR 购物”, 将 5G 融入健康和购物等日常生活型领域, 促进 5G 向多年龄层发展普及。至此, LG U+将四月发布的五种服务 U+ VR、U+ AR、U+职业棒球、U+高尔夫、U+ Idol Live 作为第一代 5G 服务, 8 月份发布的云游戏 U+Game Live 和 “Smart home Training 智能网上培训” 和 “U+ AR 购物” 作为第二代 5G 服务, 并计划在明年上半年推出一种新型的第三代 VR • AR 服务, 目标是开创一个让 5G 服务真正覆盖全年龄段和日常生活的 5G 时代。

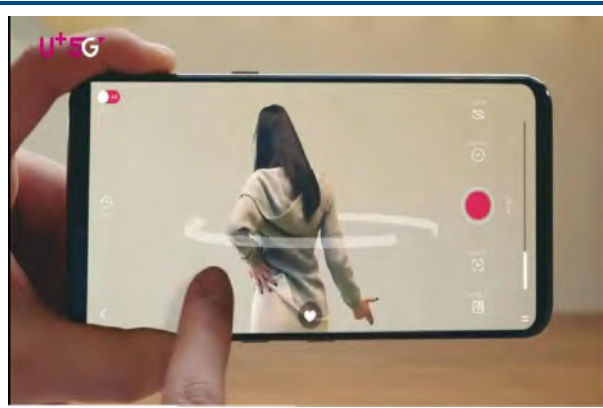
- **U+AR:** 该应用提供一系列的 AR 内容, 用户通过手机能看到特定韩流明星的真人全息影像在用户所处空间里活动。LG U+在其位于首尔的 U+AR 工作室中录制真人的实时自由视角视频, 积累了大量独家内容, 包括韩国女歌手金请夏、AOA、车银优等 KPOP 内容, 用户可以通过 AR 和明星近距离接触, 通过 AR 的 3D 效果打造亲眼见到偶像的效果, 并且可以拍摄他们自己或朋友在特定明星身边跳舞的视频, 且能实现自由旋转 360 度欣赏艺人不同的角度。截至 9 月 19 日, U+AR 已有 1400 个 AR 全息影像可供观看, 这些内容在 U+AR 平台独家供应。管理层称该工作室为第一个可以制作 4K 高清 AR 视频的录影棚。

图表65: U+AR 工作室录制真人视频



资料来源: LG U+ 官网, 中信建投证券研究发展部

图表66: U+AR 明星视频, 可转换不同角度



资料来源: LG U+ 官网, 中信建投证券研究发展部



- U+VR:** LG U+的VR视频应用内容丰富,截至19年9月30日,包含950多条视频,其中700余个为独家视频。应用中有韩流明星独家内容,以及太阳马戏团的表演视频O Show和Kurios。除此之外,还有纪录片、旅游、网络漫画、喜剧和“明星约会”等各类内容。其中,虚拟约会是在亚洲市场越来越流行的一类VR视频,通过U+VR应用中的一些独家视频,用户就能和他们最喜爱的明星进行虚拟约会。若不想佩戴VR头盔,用户也可以在智能手机屏幕上通过Magic Window观看360°画面的2D VR内容(部分视频要求佩戴VR眼镜,其余可自行选择)。LG U+着重打造独特的VR内容,投资VENTA VR公司并共同制作VR内容。VR内容并不局限于视频,LG U+也打算利用3D特殊效果制作VR网络漫画,并和韩国网络漫画制作工作室Horang Studio签订独家合约。此外,LG U+近期也投资了美国AmazeVR公司,未来将独家提供AmazeVR的3D VR内容。在VR游戏方面,计划上半年开始提供VR云端游戏,使用者能直接通过5G网络运行游戏,体验云端游戏服务。VR内容目前可以在LG V50,三星Galaxy S10 5G, Galaxy Note 10和Galaxy A90 5G中使用(已预装至手机),未来将进一步拓展。我们在调研时获悉,因自己制作VR视频的成本较高,U+也在积极探索将制造的内容卖给其他运营商等模式,目前在与国内运营商及欧洲运营商洽谈合作事宜,同时U+已经与华为形成此方面的合作,即将内容出售给华为,用户可在华为视频上观看。

图表67: U+VR: 与明星虚拟约会



资料来源: LG U+官网, 中信建投证券研究发展部

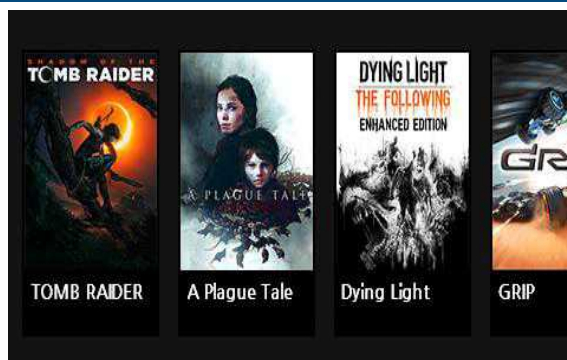
图表68: U+VR: 与明星虚拟约会



资料来源: LG U+官网, 中信建投证券研究发展部

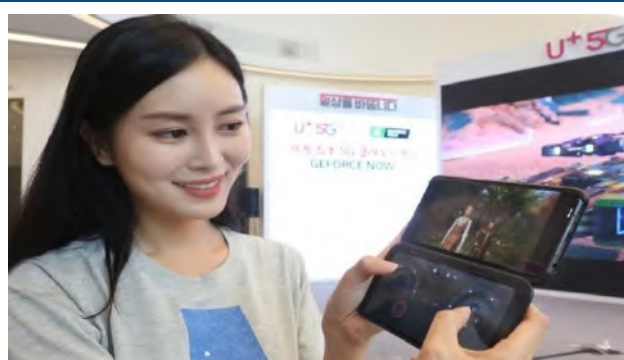
- 云游戏:** LG U+与英伟达合作,从9月4日起U+的5G用户可以下载GeForce NOW并免费试用,免费试用期有效至2019年10月31日(针对5G Premium或以上计划的用户),用户可以直接通过网络访问游戏,从超过100种游戏中选择在5G手机或是PC上体验云游戏。

图表69: LG U+云游戏



资料来源: LG U+官网, 中信建投证券研究发展部

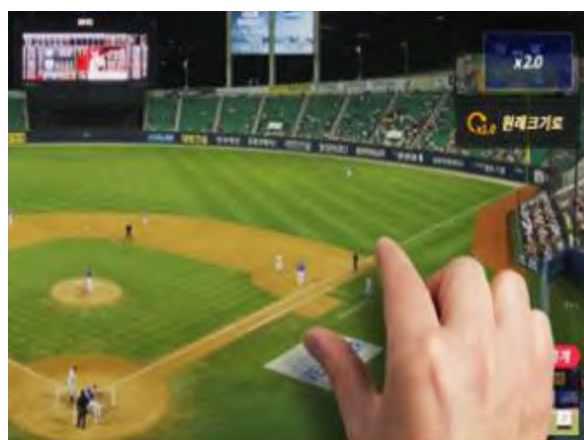
图表70: 可通过双屏手机玩游戏



资料来源: LG U+官网, 中信建投证券研究发展部

- U+职业棒球/U+高尔夫：**棒球及高尔夫两项体育赛事应用均提供赛事直播和精彩回放服务，用户可选择从球场的多个位置、放大角度观看比赛，并支持多屏播放和实时图形叠置“AR 立体转播”，同时用户可以在电视上观看。应用的亮点在于可以实现比赛选手的击球动作回放，通过在特定位置，如棒球场的本垒板或高尔夫发球台周围设置多台摄像机，用户可自由调整球员周围的视角，从任意角度观看球员的击球动作，可具体观察球员的击球技巧。该内容的实现需要改造棒球场及高尔夫球场以设置多个机位，改造费用较高，因此 U+选择合作模式。以棒球场为例，U+与棒球联盟（独家合作）、转播商一起合作，LG U+与转播合作伙伴共同呈现与实时自由视角视频相同的观赛体验。该内容用 5G 播放，每小时约消耗 4.1GB。

图表71： U+棒球：可放大各角度（仅支持 5G）



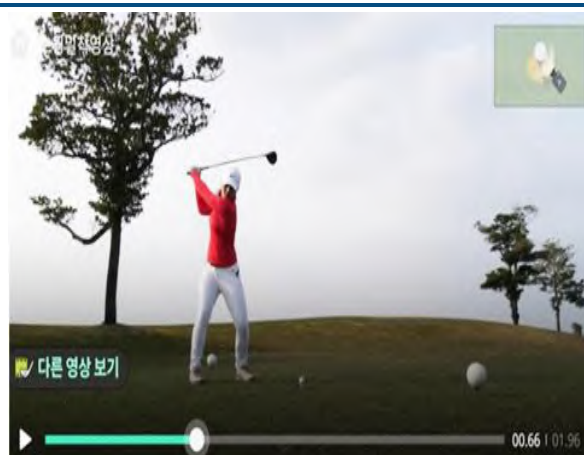
资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表72： U+棒球：可选主场、一垒、二垒、外场等（仅支持 5G）



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表73： U+Golf：可选择速度和角度精确观看



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表74： U+Golf：可通过三维图形观看比赛场景



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

- U+偶像直播：**该业务充分利用 KPOP 韩流明星在韩国的热度，提供著名韩流偶像团体演出的视频直播和录播，在女性用户和年轻用户中最受欢迎。用户可通过 360 度 VR 视频观看演唱会，并且可以实现选择最喜爱的艺人观看他们演出的特写视频，同一时间可以选择至多 3 个艺人特写在同一屏幕观看。此外，用户通



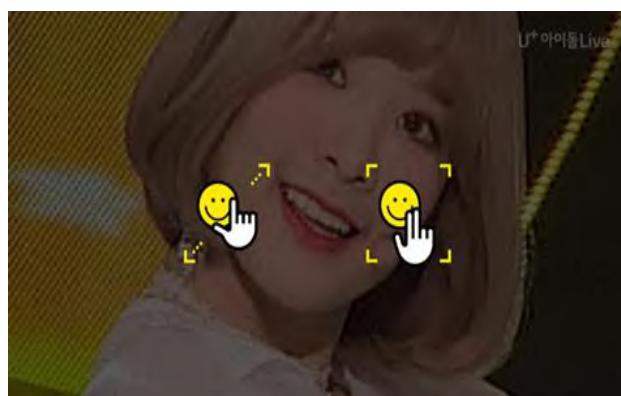
过简单的界面操作就能选择同时观看不同视角（舞台正面、侧面、背面，由 LG U+独家拍摄，只能在 U+Idol live 上观看）或不同艺人，还可在不同视角和艺人之间实时切换。并且可以在现场直播期间，返回错过或希望重复观看的部分。此外，可以设置特定艺人的闹钟提醒，将在该艺人表演时闹钟提醒，以避免错过表演。虽然 U+提供的是 2D 的视频，但是可多视角观看及选择自己喜欢的艺人（可选择不同速度和角度）的创新特点吸引了女性及年轻客户。

图表75：偶像直播：360 度 VR 视角



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表76：偶像直播：偶像特写



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表77：偶像直播：选择特定艺人的画面



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表78：偶像直播：选择不同的拍摄角度



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表79：偶像直播：现场直播可返回前面的视频



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表80：偶像直播：有特定艺人表演时闹钟提醒



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

- AI 健身：**LG U+与 Kakao VX 合作，为 U+提供独家免费访问 AI 健身内容，用户可跟随 AI 教练以正确的姿势锻炼。目前带有 3D AR 的四个不同的家庭培训视频和 360 度运动录像，用户可从多个角度查看和学习姿势。AI 健身提供的家庭计划包括重量练习、瑜伽、普拉提、舞蹈等多项运动，以让用户实现健身和缓解压力的目的。

图表81：AI 健身：一个屏幕中可观看 4 个角度拍摄



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表82：AI 健身：可实时分析用户的动作是否准确



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

- Smart home Training 智能网上培训：**该培训是由 Kakao VX 专门开发旨在进入基于 5G 的家庭培训市场的服务，提供 200 多种健康内容，融合了 AI 和 AR 等各种技术。AI 教练不仅可以像传统的家庭训练内容那样执行动作，还可以实时纠正姿势。锻炼完成后将自动分析时间、燃烧的卡路里和每个动作的准确性。LG U+ 计划将“Smart home Training 智能网上培训”发展成为一个开放平台，可以从上面购买相关视频内容及家庭培训相关的产品和食品，计划到今年年底将平台内容数量增加到现在的两倍约为 400 余项。
- U+AR 购物：**这是一项将 AR 添加到家庭购物的服务，当用户使用智能手机相机播放家庭购物频道时，用户可以 360 度 3D AR 方式查看产品信息，并可以使用 Video AR 功能来更详细地了解更多信息。此项服务适用于所有移动运营商客户和 IPTV 用户，享受与现有家庭购物相同折扣，LG U+5G 用户在年底前能够获得



额外 5% 的折扣。

虽然 SKT 和 KT 也提供类似的沉浸式媒体 C 端应用，但我们认为 LG U+ 的应用更为丰富且具有独特优势：1) U+ 将 AR、VR 等媒体服务捆绑到标准 5G 套餐中来实现套餐差异化，且大部分应用可免费使用，用户无需为内容支付额外的费用，而 SKT 和 KT 的类似内容较多需额外支付费用；2) U+ 以投资合作的方式与诸多 VR/AR 内容制作商共同制作内容，其 AR 内容是自己拍摄的真正独一无二的视频，可以与其他运营商形成差异化的战略；3) 根据 U+ 管理层的介绍，公司 AR/VR 业务相比竞争对手目标受众更广，U+ 偶像直播应用针对的是 10-20 岁的用户群，棒球应用针对的是 30-40 岁的用户群，而高尔夫应用针对的是 50-60 岁的用户群，U+ 提供多元化的应用以覆盖不同年龄的目标客户；4) 只有 LG U+ 的高尔夫和棒球应用提供多屏观看业务。LG 今年推出的 V50 ThinQ 5G 手机配备外挂式双屏配件，搭载一块 6.2 英寸、OLED 材质、分辨率为 2160\*1080 的屏幕，带上手机壳后，该手机化身“双屏手机”，双屏可运行不同的任务。我们认为双屏带来的以不同视角观看体育赛事及演唱会、玩游戏时可以将一个屏化身虚拟手柄使用等功能可有效升级用户体验。

图表83： LG V50S ThinQ 5G “双屏手机” 看电影



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

图表84： LG V50 ThinQ5G “双屏手机” 看棒球赛



资料来源：LG U+ 官网，中信建投证券研究发展部

## 韩国经验对中国的启示：运营商注重内容领域布局，VR 有望成为 5G 最先落地的应用场景

### 5G 商用进程加速，解决部分 VR 痛点

- 全球 5G 商用进程加速，韩国 5G 部署及 5G 用户渗透率在运营商的推动及政策支持下超预期发展，国内于今年 6 月提前发放 5G 牌照，10 月 5G 手机销售 249 万部，环比增加 402%，预计 11 月销量可观。2020 年中国三大运营商表示拟在 2020 年实现 5G 覆盖所有地级市。5G 网络高速率、低时延的特性适合承载 VR/AR 业务，并大幅提高用户体验，可以有效解决 VR/AR 目前所存在的渲染能力不足、终端移动性等痛点。

### 运营商在内容端的参与度有望加深，推动 VR/AR 落地

- 在提速降费持续推进、4G 投资成本未完全收回、5G 盈利模式尚不清晰的情况下，运营商对于 5G 的巨额资金投入面临压力。我们预计未来 5 年中国市场 5G 的投资将达 1.2 万亿，全球投资总额有望达 3-4 万亿水平，为此运营商需寻找新的盈利模式，有效提高 ARPU 值。



- 在 3G/4G 时代，运营商主要扮演管道角色，主要提供网络；5G 时代，我们认为三大运营商逐步将在内容领域布局，例如中国移动入股芒果超媒，成为其第二大股东，并自建咪咕影视等内容；中国电信通过控股子公司积极布局以 VR 内容为重要组成部分的 5G 内容领域，并与 LG U+ 签订 VR 内容引入和 VR 直播合作协议；中国联通自建沃视频，并与爱奇艺等在 MR/VR/AR、超高清视频等领域达成合作。放眼海外，以 LG U+、KT、SKT 为代表的韩国运营商极其重视 VR/AR 及云游戏等 5G 应用内容并纷纷布局，且 VR/AR 应用均为其 5G 套餐中的重点。我们认为运营商有望进一步参与 5G 场景/应用领域，有效推动以 VR/AR 为核心应用的 5G 内容领域落地。
- 自从韩国 4 月推出面向个人消费者的 5G 套餐以来，月均用户流量提升约 3 倍，其中超过一半的应用由 VR/AR 视频贡献。我们认为在中国市场，VR/AR 应用同样能够撬动运营商 ARPU 值的提升，无论是消费市场或是 B2B/B2G 市场，围绕 VR/AR 的内容有望为运营商带来新的商业机会，因此运营商也会积极的推动 VR/AR 应用的发展以吸引用户。

#### 提供差异化 5G 内容的运营商将具备优势

- 中韩市场同样存在一个有所区别的特征：韩国运营商为了能够迅速吸引 5G 用户，为消费者提供了不同方式的购机补贴。补贴方式包括设备补贴，以及给零售商和代理商的佣金。在一些零售店中，运营商补贴加上运营商给渠道商的 600,000 韩元（折合 3600 人民币）的返利，用户甚至可以几乎免费获得 5G 手机。同时运营商在套餐中捆绑 VR 头盔，购置最高价值 5G 套餐的用户甚至可以免费获得 VR 设备，以吸引用户体验沉浸式的媒体服务。高额的补贴费用是韩国 5G 用户渗透率迅速提高的原因之一，而目前中国三大运营商推出的 5G 个人套餐资费在 128-599 区间，尚不包含大幅度的终端补贴，套餐之间价格无明显差异，我们认为未来能够提供差异化 5G 应用内容的运营商将在下一阶段的市场份额拓展中具备优势。

## VR/AR 产业未来前景展望

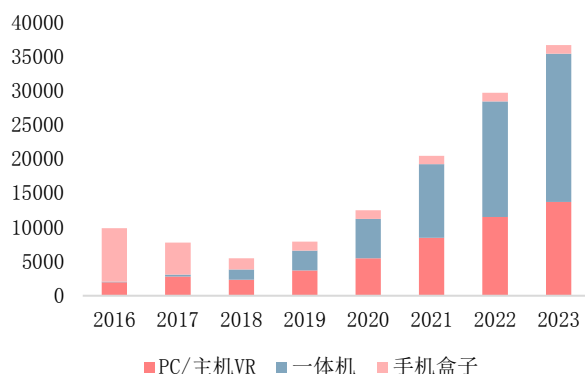
### VR/AR 市场规模和空间：2023 年全球 VR 设备超过 3500 万，AR 设备超过 3000 万

经过低谷期的一系列洗牌和调整，VR/AR 行业将迎来平稳增长期。IDC 数据显示，到 2023 年，全球 VR 设备年出货量超过 3500 万，AR 进展将慢于 VR，到 2023 年全球出货量也将超过 3000 万。

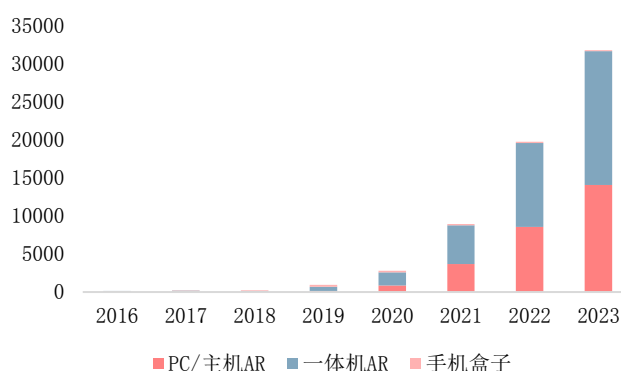
从中国市场来看，2019 年 VR/AR 头显设备出货量强劲增长。据 IDC 数据，2018 年全年中国虚拟现实设备出货量为 120 万台，其中 VR 头显出货量为 116.8 万台，AR 头显出货量 3.2 万台。2019 年第一季度，中国 AR/VR 头显设备出货量接近 27.5 万台，同比增长 15.1%。5G 商用化带来运营商渠道对头显设备的需求大幅上升。预计 2023 年，中国 VR 头显设备出货量将突破 1000 万台，AR 设备出货量将超过 800 万台。

VR/AR 市场增长的推动力包括：5G 和千兆带宽网络建设的推进，硬件技术的突破，以及越来越丰富的内容和场景。

图表85： 全球 VR 设备出货量预测（千台）



图表86： 全球 AR 设备出货量预测（千台）



资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

### VR/AR 的终端形态展望：一体机 VR 将逐步超过 PC VR 成为最大的市场

从终端形态来看，目前 VR 头显目前主要分为主机式（PC VR），手机式（手机盒子），一体式三类。

2016 年以前，主要以手机盒子形态为主，例如 Pico1，三星的 Gear VR 等。这类产品成本较低，使用简单，普及较快。手机盒子的问题在于对手机屏幕的分辨率要求较高，也对不同手机的兼容性要求较高，没有互动性，受限于手机的处理能力，也难以做进一步的开发和升级。因此手机盒子 VR 只是一个过渡，不会成为 VR 的主流形态。

2017 年，PC VR 开始兴起，第一代 PC VR 包括 Oculus Rift、HTC Vive、PS VR 等。PC VR 能实现的功能强大许多，如位置追踪、无线控制等等，搭配丰富的遥控套件，在游戏体验方面更为出色。但是这些设备并没

能培养出一个积极活跃的消费生态。一方面是高昂的价格，另一方面是由于系统适配问题，需要复杂的安装、调试并处理兼容性，因此买来往往被长期闲置。

目前，以 Facebook 的 Oculus Quest 为代表的一体机 VR 开始被越来越多人认为是 VR 设备的未来主流形态。一体机 VR 本身内置处理器，并集成屏幕，意味着没有线缆，没有外部传感器，无需 PC 和智能手机，只要戴上 VR，启动系统，马上步入虚拟世界。目前 VR 一体机的问题在于技术门槛过高、成本过高，目前的技术水平下，体验比主机式 VR 要弱一些。

图表87：手机式 VR 三星 Gear VR



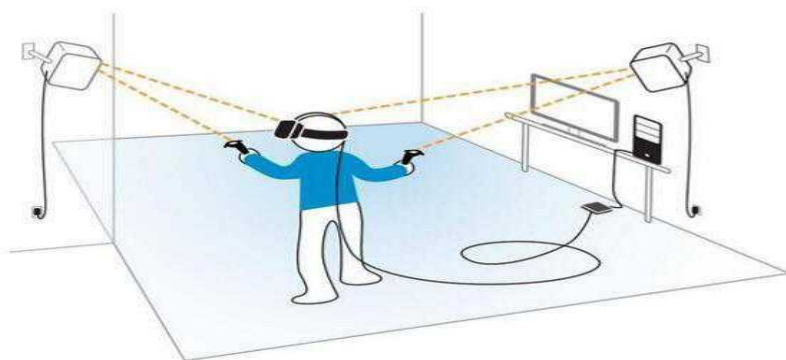
资料来源:GearVR，中信建投证券研究发展部

图表88：一体机 VR Oculus Quest



资料来源:Facebook，中信建投证券研究发展部

图表89：主机式 VR HTC Vive



资料来源:公开资料，中信建投证券研究发展部

未来五年，PC VR 和一体机 VR 将作为 VR 主要的两条产品线并行发展，一体机 VR 或将逐渐超过 PC VR 成为最大的市场。

一体机 VR 逐渐配备上 PC VR 已具备的先进技术特性，比如的头手双 6DoF 等。一体机 VR 在未来的技术迭代还包括全身动捕技术、眼动追踪技术、面部捕捉技术、变焦显示技术等前沿技术的集成（这些技术或将分批次集成），以及产品的简易轻便小型化。

PC VR 依然代表着最高端的性能和最优秀的体验，应用于高性能需求的场景中。同时，PC VR 的另一个非

常重要的角色是——探索最前沿技术的可能性，然后再将技术成果移植到一体机 VR 上。现在我们已经看到的有：Facebook 在 Oculus Rift 上探索的消费级低成本全身动捕技术、面部捕捉技术等等。**未来，PC VR 和一体机 VR 的发展过程很可能会类似于服务器和个人电脑。**

## VR/AR 产业链机遇展望：终端+网络+内容

VR/AR 产业链条长，参与主体多，主要分为内容应用、终端器件、网络平台和内容生产。

图表90： Cloud VR 应用方案架构



资料来源：信通院，中信建投证券研究发展部

终端器件方面，主要涉及头显整机、感知交互和关键器件。头显整机中，我国聚集了全球主要的头显硬件制造商歌尔股份，成为全球的硬件采购和组装中心，以大朋、Pico 为代表的终端企业发展迅速，成为我国一体机市场的主要力量，华为、小米、爱奇艺等陆续进入。在感知交互方面，涌现出七鑫易维、诺亦腾、NOLO、瑞立视等一批在追踪定位多通道交互领域的特色企业。在屏幕、芯片、传感器等关键器件中，京东方凭借 AMOLED 屏幕、快速响应液晶屏与 OLED-on Si 在虚拟现实近眼显示领域实现突破。

网络通信/云控平台方面，虚拟现实为 5G 网络的市场经营和业务发展探索新的机会，此外，华为、兰亭数字、7663、视博云等在福建移动开通全球首个运营商云控平台，通过 Cloud VR 连接电信网络与 VR 产业链，助推虚拟现实加速普及。

内容应用方面，VR 的解决方案聚焦在文化娱乐、教育培训、工业生产、医疗健康和商贸创意方面。教育培训内容企业成为行业应用中的主要力量，以百度 VR、威爱教育、幻鲸 VR、网龙华渔等为代表的企业纷纷布局；在文化娱乐方面，爱奇艺、斗鱼、完美世界、赛欧必弗等公司陆续在 VR 视频、VR 直播、VR 游戏等领域布局。

内容生产系统方面，主要涉及操作系统、开发引擎和 SDK 等开发环境和全景相机、拼接缝合、三维重建等采集系统，目前我国涌现出睿悦、微鲸、Insta 360、川大智胜、通甲优博等一批代表性企业。

## 建议重点关注公司

### 硬件公司

#### 瑞声科技

- 公司在声光电磁等领域持续技术创新。公司在声学领域继续围绕 SLS、屏幕发声及 MEMS 推广升级，其中 SLS 应用进一步拓展至 TWS 耳机、AR/VR 眼镜等新业务中，屏幕发声方案牵手立体声解决方案龙头 Cirrus Logic 合力推广，在 MEMS 领域持续扩张产能适应市场需求，有望至 2020 年末产能翻倍。光学方面，公司已具备 40M+像素及 F1.4 光圈的主摄镜头产品，以及超大广角、3-6 倍长焦的副摄镜头产品，并将光学能力延伸至解决方案，布局小头部前摄、升降式方案及潜望式方案等，技术能力进一步升级。触觉反馈上，公司 Haptics 产品持续升级，实现振动量、驱动力和失真率等参数的全面升级。结构件产品方面，在 5G 趋势下公司重点布局 3D 玻璃及射频一体化方案。
- 公司核心技术对应的产品在手机领域之外仍有广阔发展空间。目前公司已布局车载光学/声学/触控、TWS 耳机、ARVR 智能眼镜、无线充电等市场，其中车载领域可提供光/声/触控综合 多方案产品，TWS 方面已出货带来更高效能、更大振幅及更优低频体验的声学解决方案，ARVR 智能眼镜方面的高性能 SLS 声学方案可解放双耳，提升舒适度。此外，公司在无线充电产品上已推出发射与接收模组解决方案；在智能家居端卡位音频入口，可提供具有随时唤醒/反应/交互、随地唤醒功能、及可融入多种智慧终端的完整声学解决方案，未来有望打开更大的市场。

#### 水晶光电

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

#### 歌尔股份

- 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。
- 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。



## 京东方

- 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，在 VR 显示屏领域具有先发优势。为布局 VR/AR 行业投资 OLED 微显示器件生产线项目，京东方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。公司具有较高的技术积累和经验，在 VR/AR 显示领域具有较大优势。
- 从市场需求看，IHS 预计 2019 年全球面板需求 2.27 亿平方米，同比增长 3%，预计 2020 年的平面显示需求将同比增长 9%。从行业供给看，IHS 数据显示，2019 年第三季度显示器工厂的整体产能利用率达到 84%，高于第二季度的 83%。虽然 2019 年前三季度利用率均落后于 2018 年的水平，但是行业整体产能利用率逐季度回升，持续性的边际向好。

## 内容公司

### 号百控股

- 公司成立于 1992 年，是中国电信旗下唯一 A 股上市公司，主要业务为 5G 商用产品的开发运营、互联网视频内容应用、游戏、数字阅读、数字动漫新媒体、应用分发、积分运营、商旅预订、酒店运营管理等。随着中国电信加速布局 5G 商业化领域，号百控股逐渐向中国电信的“内容集约运营中心”转型。结合 5G 发展趋势，号百控股从场景、内容、合作三个角度寻求突破。结合 5G 主要商业化场景超高清视频、云游戏和云 VR 的特性，号百主打移动场景和家庭场景；内容方面，基于 eMBB 场景，公司主打“4K+HDR+H.265”的高清技术；合作方面，依托中国电信巨大优势接连与相关产业链厂商合作，如与 LG U+在云 VR 领域进行深度合作。背靠中国电信，公司拥有强大的用户资源、网络资源和渠道资源，积极布局内容运营，有望受益于 5G 加速落地。
- 天翼超高清视频：凭借中国电信 5G+4K 技术优势，号百控股致力于聚合优质视频内容，打造 5G 时代全新的会员制视频综合平台。天翼超高清 APP 内容上包括电视剧、电影、综艺、体育、动漫等，内设芒果专区和腾讯专区，由芒果 TV 和腾讯视频提供优质内容。产品首页上导航搭建 4K 专区，通过高清视频内容提升自身竞争力，抬高用户活跃度与留存数据。其付费模式包括会员付费和点播付费。
- 天翼云 VR：公司通过“3 个 100”VR 内容合作计划，“5G+云 XR”联合实验室计划和资本合作计划打造高质量发展的 VR 产业创新联盟，目前已引入一系列在 4K 超高清视频、VR 视频、VR 游戏以及云游戏领域排名靠前的优质精品内容，并积极策划 5G+4K+VR 超高清直播的尽快落地。此外，公司携手韩国 LG U+，打造内容端差异化竞争优势。今年 10 月 17 日，中国电信与韩国 LG U+在京签署战略合作协议，这也是国内首家电信运营商以 5G 为中心、多领域、多方位的跨国合作。公司也于同日与 LG U+签订了 VR 内容引入和 VR 直播合作协议，将独家引入 LG U+的超高清 VR 内容，首批内容将与天翼云 VR 应用同步上线；在 VR 直播方面，将开展体育赛事及文艺演出等领域的拍摄合作，借助 LGU+领先的 VR 直播技术，呈现 3D+180 度+多机位的超高清视界。
- 天翼云游戏：天翼云游戏打造包括手机、PC、智能电视在内的多终端云游戏平台，可提供 1080p60 帧以上画质。天翼云游戏的付费模式为会员及增值服务付费和时长包付费两种。当前云游戏领域呈现互联网/软硬件巨头实力逐渐显现+平台创业公司聚集产业中游的市场结构。中国电信、中国移动等运营商有望通过在 5G 套餐中添加云游戏服务的产品组合的形式逆流而上。预计号百控股的天翼云游戏将受益于运营商自有渠

道入口。

## 芒果超媒

- 芒果超媒业务涵盖影视剧及综艺内容制作、艺人经纪、音乐版权及 IP 内容多场景互动体验营销、媒体零售等在内的全产业链，形成了媒体融合下一体共生的独具特色的广告全产业链整合优势。公司拥有 IPTV 与 OTT 双牌照，依托湖南广电强大的品牌优势、内容制作实力及营销优势，并以视频内容产品为发力点，目前已发展成为日活数仅次于 BAT 的第四大媒体平台。
- 前瞻性布局 5G/VR/AR 领域，加强芒果生态的业务拓展与转型升级。2019 年中移资本成为芒果超媒的第二大股东，持股比例为 4.37%，公司与中国移动在流量经营、家庭宽带、内容运营方面合作。中国移动截至 2018 年拥有 9.25 亿移动用户，双方合作可进一步加强芒果超媒渠道能力，使得公司优质内容借助移动渠道优势获得价值更大化变现，具有业务互补和战略协同价值。公司与上海科技大学合作建立多学科人工现实工作室(MARS)，围绕智能影像视觉、光场技术、AR/VR、5G 全息等领域的研究展开合作，开拓“新内容=新拍摄+新制作+新观看”全新创作展现。与华为围绕视频内容、会员及联合营销、大数据推荐、应用推广、IPTV 产品和华为云 CDN 服务等六大板块展开深度紧密合作，开创共享收益的内容生态合作模式。随着 5G 大规模部署，5G 应用有望为视频商业变现带来新模式，为公司中长期贡献业绩增量。

## 恒信东方

- 公司在 CG/VR 数字影像产品成果颇丰，紧密合作紫水鸟、维塔工作室、美国 VRC 等国际顶级制作公司，借助其成熟 IP 资源及其强大的创意设计能力，持续创制 IP 内容产品。代表作 VR 影片《本色中国》是东方梦幻与中国国家地理杂志合作的中宣部重点外宣项目。除此之外，公司与新西兰紫水鸟联合出品的《KIDDETS》以及与环球影业合作开发的《侏罗纪世界 VR 远征》等均取得较好成绩，在 VR 内容的探索和应用能力上具备较强的基础。
- 布局儿童产业链，拥有 IP 内容和 AI 合家欢平台两大核心产品。公司为儿童量身打造多个品牌儿童 IP，同时积极发挥国际战略合作伙伴在儿童内容产品创制方面的优势，与 BBC 合拍的动画片《皮皮克的恐龙大冒险》及《皮皮克的野外大冒险》已进入后期制作阶段；与美国维亚康姆公司合作的《海绵宝宝》VR 系列已完成 3 分钟 VR 短片预演及数字资产建立工作；VR 动画片《忍者神龟》已完成内容规划，正在进行数字资产建立。除利用传统渠道发行外，公司还以线下儿童主题乐园、线下嘉年华活动和线上 AI 合家欢平台为主要媒介，进行渠道发行、平台播放、场馆发布、衍生产品开发授权。公司推出的合家欢平台是符合先进教育理念，能提供智能陪伴、亲子教育、互动娱乐的综合性服务平台，随着产品不断完善，未来有望形成以 AI 合家欢平台为核心的涵盖儿童 IP 内容制作、渠道宣发、衍生品授权、线下主题乐园运营的全产业链。
- LBE 城市新娱乐项目为公司发展注入新的活力。LBE 是面向未来的城市新型的娱乐和商业形态，是青年人实现超现实体验的娱乐空间。珠海横琴中医药科技创意博物馆项目是公司的主打项目，是以中医诊疗技术及中医药植物为主题的沉浸式叙事体验馆，通过 CG/VR 和全息技术实现感官的沉浸使游客体会中药世界。

## 风险提示

虚拟现实技术及增强现实技术发展不及预期、国内运营商 5G 布局不及预期。

## 分析师介绍

**武超则：**中信建投证券研究发展部行政负责人，董事总经理，TMT 行业首席分析师，专注于 TMT 行业研究，包括云计算、在线教育、物联网等。2013-2017 年连续五年《新财富》通信行业最佳分析师评选第一名。2018 年保险业 IAMAC 最受欢迎卖方分析师通信行业第一名，2018《水晶球》最佳分析师通信行业第一名。

**杨艾莉：**中国人民大学传播学硕士，曾任职于百度、新浪，担任商业分析师、战略分析师。2015 年起，分别任职于中银国际证券、广发证券，担任传媒与互联网分析师、资深分析师。2019 年 4 月加入中信建投证券研究发展部担任传媒互联网首席分析师。

## 研究助理

**刘双锋：**TMT 海外牵头人及港深研究组长。3 年深南电路，5 年华为工作经验，从事市场洞察、战略规划工作，涉及通信服务、云计算及终端领域，专注于通信服务领域，2018 年加入中信建投通信团队。2018 年 IAMAC 最受欢迎卖方分析师通信行业第一名团队成员，2018《水晶球》最佳分析师通信行业第一名团队成员。

## 报告贡献人

**王天乐 15201521940 wangtianle@csc.com.cn**

**艾柯达 15101538049 aikedaaierken@csc.com.cn**

## 研究服务

### 保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn

郭洁 010-85130212 guojie@csc.com.cn

郭畅 010-65608482 guochang@csc.com.cn

张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn

高思雨 010-8513 gaosiyu@csc.com.cn

张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

### 北京公募组

朱燕 85156403- zhuyan@csc.com.cn

任师惠 010-85159274 renshihui@csc.com.cn

黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn

杨济谦 010-86451442 yangjiqian@csc.com.cn

杨洁 010-86451428 yangjiezs@csc.com.cn

### 社保组

吴桑 010-85159204 wusang@csc.com.cn

### 创新业务组

高雪 010-86451347 gaoxue@csc.com.cn

杨曦 -85130968 yangxi@csc.com.cn

李静 010-85130595 lijing@csc.com.cn

廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

黄谦 010-86451493 huangqian@csc.com.cn

王罡 021-68821600-11 wanggangbj@csc.com.cn

诺敏 010-85130616 nuomin@csc.com.cn

### 上海销售组

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn

黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

沈晓瑜 shenxiaoyu@csc.com.cn

翁起帆 021-68821600 wengqifan@csc.com.cn

章政 zhangzheng@csc.com.cn

李星星 021-68821600 lixingxing@csc.com.cn

范亚楠 021-68821600 fanyanan@csc.com.cn

李绮琦 021-68821867 liqiqi@csc.com.cn

薛皎 021-68821600 xuejiao@csc.com.cn

王定润 021-68801600 wangdingrun@csc.com.cn

### 深广销售组

曹莹 0755-82521369 caoyingzgs@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn

XU SHUFENG 0755-23953843

xushufeng@csc.com.cn

程一天 0755-82521369 chengyitian@csc.com.cn

陈培楷 020-38381989 chenpeikai@csc.com.cn

## 评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5%之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

## 重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

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

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

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

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

## 中信建投证券研究发展部

### 北京

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

### 上海

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

### 深圳

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