

2021 年 11 月 17 日

元宇宙：全球巨头入局，下一代互联网启程

——元宇宙系列深度报告之一

看好

相关研究

"从英伟达看元宇宙+互联互通-互联网传媒周报 20211108-20211113" 2021 年 11 月 13 日
"电竞、元宇宙持续发酵，坚实基本面支撑下配置价值突出-游戏行业点评" 2021 年 11 月 7 日

证券分析师

林起贤 A0230519060002
linqx@swsresearch.com
朱型樁 A0230519060004
zhuxl@swsresearch.com
杨海燕 A0230518070003
yanghy@swsresearch.com
袁伟嘉 A0230519080013
yuanwj@swsresearch.com
刘洋 A0230513050006
liuyang2@swsresearch.com
周海晨 A0230511040036
zhouhc@swsresearch.com

研究支持

赵航 A0230120090005
zhaohang@swsresearch.com
朱锟旭 A0230120070007
zhukx@swsresearch.com

联系人

赵航
(8621)23297818×转
zhaohang@swsresearch.com

本期投资提示：

- **元宇宙：下一代互联网革命性交互形式。**元宇宙是一个与现实世界平行的，可提供游戏、购物、社交等沉浸体验的开放虚拟世界。我们认为元宇宙的核心特征：社交、内容丰富性、沉浸体验、经济系统。**移动互联网流量红利接近尾声，在用户数增长乏力的阶段，追求更高时长以及更高的 ARPU 成为重点突破指标，元宇宙即为科技公司当前重点布局的方向。**梳理各厂商在元宇宙上的布局，主要集中在 3 个方向：**1) VR/AR 技术和产品开发（对应沉浸感）；2) UGC 技术和产品的打造（对应经济系统和内容丰富性）；3) 社交元宇宙构建（对应社交）。**
- **区块链、交互技术、网络及运算技术和物联网技术等构成元宇宙技术底座。****1) 元宇宙是一个追求去中心化模式的平行世界，因此区块链技术可看作元宇宙运行的核心，重点完成生态的搭建和运行以及内部经济系统的重塑；2) 交互技术：具备 3D 显示、大视角高分辨率的 AR/VR 有望成为元宇宙世界的重要接入方式之一，当前 AR/VR 发展进入提速阶段，2021 有望成为出货量拐点。3) 算力：元宇宙的并行计算与渲染需要大量 AI 处理器投入。AI 处理器分为“云-边缘-端”，各自形成生态，探索更为成熟应用模式；4) 网络以及物联网技术：支撑大规模用户在线，降低终端门槛，同时物联网下游行业成熟应用不断增多，有望经验复用在元宇宙类似场景内，加速元宇宙发展进程。**
- **元宇宙应用层：C 端提升体验，B 端提升效率。其中游戏是最接近元宇宙的内容形态尤其是 UGC 游戏平台；虚拟人是现实世界与虚拟世界的连接点，产业互联网，提升商务沟通体验，提升制造业的效率。**
- **海外巨头布局：硬件流量入口起步，应用及底层技术逐级深入。****1) Roblox：全球元宇宙 UGC 平台龙头，通用性及经济系统赋能平台多元生态。2) Meta (Facebook)：布局贯穿硬件、应用层、底层技术等各方向，聚合构成全面的元宇宙布局。3) 微软：企业元宇宙战略，发力 B 端应用。硬件端 Hololens 布局 AR 设备；应用端试水游戏，深入办公、制造等产业场景。4) Unity：加强通用性特点，广泛赋能开发者。5) 英伟达：Omniverse 加速构筑元宇宙软件生态基石。6) 腾讯：社交生态导流，内容技术拓展，通过内生外延布局元宇宙生态建设。7) 字节跳动：积极布局硬件、内容及底层技术，收购国内 VR 厂商 Pico，加速产品布局。**
- **投资分析意见：**当前元宇宙发展处于探索阶段，技术奇点形成的跃变仍需等待。元宇宙存在两类投资机会，(1) 基础设施：从产业发展顺序来看，元宇宙有赖于基础设施的完善，VR/AR/XR 交互设备、网络建设以及 AI 算力、引擎及 NFT 等技术底座有望率先爆发。(2) 完全符合元宇宙设定的应用仍有距离，但 UGC 游戏平台最为接近元宇宙的雏形，此外拥有社交和娱乐内容入口的互联网巨头也有望抢占先机。
- **风险提示：1) 5G 基建不及预期和算力资源供给不足的风险；2) 过度沉迷元宇宙世界的风险；3) 伦理和道德风险；4) 政策不确定性风险；5) 数据安全和隐私风险；6) 知识产权纠纷风险。**



投资案件

结论和投资分析意见

投资机会展望：当前元宇宙发展处于探索阶段，技术奇点形成的跃变仍需等待。元宇宙存在两类投资机会，（1）基础设施：从产业发展顺序来看，元宇宙有赖于基础设施的完善，因此 XR 交互设备（如 Facebook，苹果，PICO 等），网络建设以及 AI 算力（如英伟达、高通等）和引擎（如 Unity、Epic 等）NFT 等技术底座率先爆发。（2）完全符合元宇宙设定（社交体系+沉浸体验+内容丰富性+经济系统）的应用仍有距离，但是 UGC 游戏平台最为接近元宇宙的雏形（如 Roblox），此外拥有社交和娱乐内容入口的互联网巨头（如 Meta、Epic、腾讯控股、字节跳动、米哈游等）也有望抢占先机。

原因及逻辑

一、元宇宙技术底座：区块链、交互技术、网络及运算技术和物联网技术等为核心要素。1）元宇宙是一个追求去中心化模式的平行世界，因此区块链技术可看作元宇宙运行的核心，重点完成生态的搭建及经济系统的重塑；2）交互技术：具备 3D 显示、大视角高分辨率的 VR/AR 或是元宇宙世界的重要接入方式之一，当前 VR/AR 发展进入提速阶段，2021 有望成为出货量拐点。3）算力：元宇宙的并行计算与渲染需要大量 AI 处理器投入。AI 处理器分为“云-边缘-端”，各自形成生态，探索更为成熟应用模式；4）网络以及物联网技术：元宇宙需要具备实时、低延迟、高承载等特性，5G 网络、云计算和边缘计算等网络及运算技术的持续升级，有望加速产业落地。

二、元宇宙应用层：C 端提升体验，B 端提升效率。元宇宙是下一代互联网，C 端层面，强调沉浸感、通过二维到三维的空间化升级，带来较强的交互体验。目前游戏是最接近元宇宙的内容形态，虚拟人产业也逐步发展升级。B 端层面，巨头持续布局企业级应用，产业、办公、消费等各场景有望持续推动效率升级。

三、复盘海外巨头布局：硬件流量入口起步，应用及底层技术逐级深入。1）Roblox：全球元宇宙 UGC 平台龙头，引领全球元宇宙概念。2）Meta（Facebook）：布局贯穿硬件、应用层、底层技术等各个方向。3）微软：企业元宇宙战略，发力 B 端应用。4）Unity：加强通用性特点，广泛赋能开发者。5）英伟达：着重布局 AI 相关底层软件生态，加速数字孪生等方向推进。5）腾讯：社交生态导流，内容技术拓展，内生外延布局。6）字节跳动：积极布局硬件、内容及底层技术，收购国内 VR 厂商 Pico，加速产品布局。

有别于大众的认识

1）我们认为元宇宙仍处于早期阶段，发展尚不明朗；全球科技巨头通过投资布局，引领长期发展方向。长期来看，元宇宙产业有望贯穿硬件、应用、底层技术多元发展；

2）市场对元宇宙相关内容应用较为乐观，我们认为当前时点完全符合元宇宙设定的应用仍有差距。立足中长期，具备 UGC 内容的游戏平台型公司及兼具社交及娱乐的互联网巨头有望占据先机。

目录

1. 元宇宙：下一代互联网革命性交互形式	8
1.1 元宇宙特征：社交体系+沉浸体验+内容丰富性+经济系统	8
1.2 互联网巨头入局元宇宙，旨在寻求新入口	10
2. 元宇宙的技术底座	11
2.1 区块链技术：元宇宙运行之核心	12
2.2 交互技术：VR/AR 作为入口或将明显加速	16
2.3 物联网技术：元宇宙连接核心工具	22
2.4 网络及运算技术：元宇宙运行底层基础	24
2.5 算力（含配套软件）：元宇宙的引擎	26
3. 元宇宙应用层：C 端提升体验，B 端提升效率	32
3.1 元宇宙应用概括	32
3.2 游戏：最接近元宇宙的内容形态	32
3.3 虚拟人：现实世界与虚拟世界的连接点	33
4. 海外巨头布局：硬件流量入口起步，应用及底层技术逐级深入	34
4.1 Roblox Meta: 游戏 UGC 平台，引领元宇宙风潮	34
4.2 Meta (Facebook)：更名 Meta 押注元宇宙，硬件内容均有突破	37
4.3 微软：企业元宇宙战略，赋能产业	42
4.4 Unity：通用性广泛适配，赋能元宇宙开发者	44
4.5 英伟达：Omniverse 加速构筑元宇宙软件生态基石	46
4.6 腾讯：社交流量为基，内容技术持续拓展	49
4.7 字节跳动：积极布局硬件、内容及底层技术	52
5. 投资展望和风险提示	53
5.1 投资机会展望	53
5.2 风险提示	54

图表目录

图 1 : Roblox 定义的元宇宙	9
图 2 : 元宇宙产业链图谱	9
图 3 : 元宇宙六大支撑技术 (BIGANT)	11
图 4 : 城市人口数量和所需加油站数量呈现超线性变化 (单位 : 人 ; 个)	12
图 5 : 区块链架构和基本特征	13
图 6 : 区块链账本 “不能修改、只能修正”	14
图 7 : CryptoKitties 游戏是第一个实现 NFT 技术标准 (ERC271) 的项目	14
图 8 : 区块链的去中心化特点有效平台垄断问题	16
图 9 : Oculus 发布 Oculus Rift.....	17
图 10 : 三星发布 Samsung Gear VR.....	17
图 11 : 2018-2025 年 VR 出货量及预测.....	17
图 12 : 2018-2025 年 AR 出货量及预测	18
图 13 : VR 设备分品牌全球出货量 (万台)	18
图 14 : Steam 玩家使用的 VR 设备占比变化.....	18
图 15 : 苹果手机出货量与活跃应用数量	19
图 16 : 苹果手机出货量与活跃应用增速	19
图 17 : VR/AR 产业链	21
图 18 : 物联网接入技术梳理	22
图 19 : 移远 Cat.1 模组 EC600X 系列.....	22
图 20 : 广和通 Cat.1 模组 L610	22
图 21 : 2019-2024 年全球 5G 连接数 CAGR 预计 166.1% (单位 : 百万)	23
图 22 : 物联网应用热点迭起 , 从单车向车联网等领域不断延伸	23
图 23 : 5G 的切片技术可提供给元宇宙更实时、流畅的体验	24
图 24 : 高通发布 XR2 5G 平台	25
图 25 : 云游戏运行示意图	26
图 26 : 在主流的芯片设计中 , 随工艺节点的演进 , 设计成本变化的趋势和分布 (不包括生产成本)	28
图 27 : 智能计算系统体系结构层次	28

图 28 : “Wintel” 封闭 PC+手机时代, 而 AI 时代的格局会更加复杂	28
图 29 : 商业驱动阶段, 算法远非解决问题的完整答案	29
图 30 : 智能系统落地是一项系统工程.....	31
图 31 : 智能应用系统研发的期望曲线.....	31
图 32 : 元宇宙生态版图	33
图 33 : Roblox 季度收入及同比 (百万美元)	35
图 34 : Roblox 季度流水及同比 (百万美元)	35
图 35 : Roblox 全球 DAU 及同比 (百万人)	35
图 36 : Roblox 全球 DAU 分地区占比 (%)	35
图 37 : Roblox 全球 DAU 构成 (按年龄段)	35
图 38 : 不同年龄段 DAU 增速	35
图 39 : 单季度使用时长 (百万小时)	36
图 40 : 活跃用户日均使用时长 (小时)	36
图 41 : Roblox 平台日活用户人均的季度消费及同比增速 (美元, %)	36
图 42 : Facebook 元宇宙布局时间线.....	37
图 43 : Facebook 各头显设备终端价格 (美元)	39
图 44 : VR 头显设备销量 (百万台)	39
图 45 : VR 高端产品 Project Cambria.....	40
图 46 : AR 眼镜 Project Nazare	40
图 47 : Steam 平台 vs Oculus 平台	40
图 48 : Oculus 内容占比.....	40
图 49 : Quest 平台内容评论数	40
图 50 : Facebook Connect 推出《剑与魔法》	41
图 51 : Facebook Connect 宣布 GTA 将发布	41
图 52 : 虚拟现实社交 VRCHAT	41
图 53 : Horizon Workrooms.....	41
图 54 : 微软元宇宙布局.....	42
图 55 : HoloLens 与 Dynamics 365 应用.....	44
图 56 : 微软 Mesh 应用	44
图 57 : 2010 年游戏引擎市占率	45

图 58 : 2021 年游戏引擎市占率	45
图 59 : Unity 模块化 workflow 简介	45
图 60 : 英伟达 Omniverse 技术布局	46
图 61 : Omniverse Avatar	46
图 62 : Omniverse 四大功能更新	46
图 63 : 大型 3D 内容创作的一般流程: 逐步进行, 且无法多个流程同时进行操作, 费时费力	47
图 64 : 使用 NVIDIA Omniverse 之后的工作流程: 流程里的不同团队都可以同时访问同一个内容创作项目, 且互不干扰	47
图 65 : 加速计算、AI、数据规模	47
图 66 : NLP 模型每年以 1-2 个数量级的速度提升	47
图 67 : 英伟达占全球独立显卡出货量份额保持领先 (百万个)	48
图 68 : Omniverse	48
图 69 : 腾讯元宇宙布局	49
图 70 : 微信和 QQ 两大社交平台已具备元宇宙生态	49
图 71 : 天美工作室引擎技术储备	51
表 1 : 业界对元宇宙的观点	8
表 2 : 各厂商元宇宙相关布局梳理	10
表 3 : NFT 部分热门交易平台情况	15
表 4 : 国内外 VR 产品一览	18
表 5 : 2021 全球 VR 游戏储备及其厂商	20
表 6 : 边缘和端侧应用的成熟 AI 芯片方案已经大量涌现	27
表 7 : 2020 年部分 AI 芯片量产落地情况	27
表 8 : 工业领域各细分行业的特点、痛点和应用场景均有明显差异	30
表 9 : Facebook 元宇宙相关投资	38
表 10 : 表 Facebook 各 VR 头显设备参数	39
表 11 : 微软 AR 眼镜产品参数对比	43
表 12 : Unity 各产品情况	44
表 13 : 英伟达 RTX 系列各产品简介	48
表 14 : 腾讯软件/硬件布局	50

表 15 : Epic 产品简介.....	51
表 16 : 腾讯元宇宙投资梳理.....	52
表 17 : 字节跳动元宇宙相关投资	52
表 18 : Pico 产品对比其他产品具备低价基础	53

1. 元宇宙：下一代互联网革命性交互形式

元宇宙 (Metaverse) 出自于 1992 年出版的科幻小说作家尼尔·斯蒂芬森的《雪崩》，书中构思了一个脱胎于现实世界并与之平行的元宇宙。现实世界中的人们可以打破时空界限，以数字化身 (avatar) 的形式在其中生活，且永不下线。1999 年的《黑客帝国》、2018 年的《头号玩家》将对于元宇宙解读和想象搬到了大银幕上。2020 年，疫情加速了线上数字化活动的趋势。

1.1 元宇宙特征：社交体系+沉浸体验+内容丰富性+经济系统

元宇宙是一个与现实世界平行的，可提供游戏、购物、社交等沉浸体验的开放虚拟世界。当前元宇宙概念仍在探索当中，不同人对其有不一样的解读。参照 Roblox 对元宇宙八大元素的概括，我们认为元宇宙的核心特征：**社交、内容丰富性、沉浸体验、经济系统。**

- 社交：社交关系突破了物理局限，隐含了大规模用户基础（社交天然集中）和虚拟身份，是社会连接的基础；
- 内容丰富性：开放自由创作、持续产生内容，提供丰富的工具（引擎等）降低 UGC 门槛，推动自我进化。
- 沉浸体验：需要建立在 VR/AR/MR 成熟的基础上；
- 经济系统：去中心化，本质上是虚拟与现实的连接、是跨平台、创造性以及持续性的来源。经济系统在虚拟世界中并非新鲜事物，如 MMORPG 游戏大多有自己的经济系统，玩家可以在游戏中通过做任务/卖道具等方式，利用玩家间交易系统将虚拟物品间接转化为现实货币。当前 UGC 社区的用户激励体系也较为成熟，如公众号打赏、直播间礼物、带货、网赚等均是虚拟世界变现的方式，UGC 内容形式涵盖图文、视频、应用（Roblox）。此外 NFT（非同质化代币）等区块链技术亦将在经济系统中扮演重要角色。

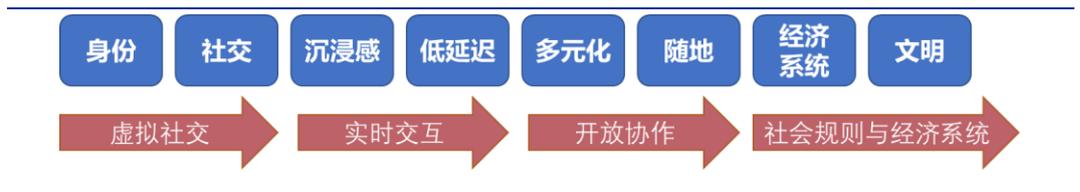
表 1：业界对元宇宙的观点

人物	观点
Roblox CEO David Baszucki	元宇宙是一个将所有人相互关联起来的 3D 虚拟世界，人们在元宇宙拥有自己的数字身份，可以在这个世界里尽情互动，并创造任何他们想要的东西。Roblox 只是创造元宇宙的用户的‘牧羊人’，我们不制作也不控制任何内容。元宇宙有八大特征，分别是：身份、朋友、沉浸感、低延迟、多元化、随时随地、经济系统和文明。
分析师 Matthew Ball	Metaverse 应具有以下六个特征：永续性、实时性、无准入限制、经济功能、可连接性、可创造性。Metaverse 不等同于“虚拟空间”“虚拟经济”，或仅仅是一种游戏亦或 UGC 平台。在元宇宙里将有一个始终在线的实时世界，有无限量的人们可以同时参与其中。它将有完整运行的经济、跨越实体和数字世界。
腾讯 CEO 马化腾	全真互联网。互联网要全面地、无所不包地融入并与现实结合，而这种结合的趋势则是，让曾经被认为虚拟的互联网越来越逼真与实在。
米哈游 总裁 蔡浩宇	希望在 2030 年做出“全球十亿人愿意生活在其中的虚拟世界”。

人物	观点
英伟达 CEO 黄仁勋	云原生平台 Omniverse 是面向工程师的 Metaverse。会让游戏开发者轻松应对复杂的流水线工作，并使每个人都能看到别人在做什么，保证人们眼见为实。一旦游戏开发完成，他们就能从 Unreal、Unity 引擎中导出直接运行，未来游戏开发会呈现出上述演变趋势。
Epic Game CEO Tim Sweeney	这将是一种前所未有的大规模参与式媒介，带有公平的经济系统，所有创作者都可以参与、赚钱并获得奖励。

资料来源：竞核，申万宏源研究整理

图 1：Roblox 定义的元宇宙



资料来源：Roblox 招股书，申万宏源研究

根据 Medium，元宇宙产业链图谱可以拆解为 7 层：

- 1) 体验：用户实际参与的生活场景，包括游戏、社交、娱乐、商务等，包括腾讯、奈飞、Facebook 等。
- 2) 曝光 解决触达用户的方式，包括广告系统、应用商店、游戏渠道等，如 Epic Games、Stadia 云游戏等。
- 3) 创造者经济：帮助创作者持续更新、降低门槛的智能开发工具和变现手段。
- 4) 空间计算：混合数字世界和现实世界，包括数字孪生、语音与手势识别、空间映射、等。
- 5) 去中心化：区块链、边缘计算、AI 实现去中心化。
- 6) 人机交互：VR/AR 是用户到访虚拟世界主要的终端，此外还包括可穿戴设备、脑机接口等。
- 7) 基础设施：网络、云计算和半导体等基础设施支撑大规模用户同时在线，保证较低延迟，更强的沉浸感。

图 2：元宇宙产业链图谱



资料来源：Medium，申万宏源研究

1.2 互联网巨头入局元宇宙，旨在寻求新入口

新的内容消费场景革命有望开启互联网新的红利期。移动互联网流量红利接近尾声，深挖用户价值以及寻找新的入口是新的增长驱动。截至 2020 年底，全球移动互联网人口规模为 44.6 亿，渗透率约 59%，全球游戏用户近 27 亿，渗透率约 35.5%。移动互联网较为发达的中国，网民渗透率达到约 70%，移动互联网日均时长约 6 小时，但已经有明显的放缓迹象。在用户数增长乏力的阶段，追求更高时长以及更高的 ARPU 成为重点突破指标，元宇宙即为科技公司当前重点布局的方向。元宇宙作为一个现实世界和虚拟世界的结合体，虽然初期会从线上起步，但未来一定会通过创造各种线下沉浸式的体验把线上和线下的世界逐渐从局部打通转变为全面连通。这种无处不在的沉浸感会从游戏、社交等泛娱乐体验逐步延伸到各种现实场景的线上线下一体化，满足人们对极致娱乐体验和效率提升的需求。

巨头争相入局，意图抢占先机，点燃市场对元宇宙热情。海外市场，3 月元宇宙第一股游戏 UGC 平台 Roblox 上市，10 月，Facebook 不仅发力 VR 社交平台，甚至直接更名为 Meta；11 月初微软 Ignite 大会上，公司宣布正式入局元宇宙，同步公布元宇宙办公场景解决方案 MeshforTeams。英伟达推出了 NVIDIA Omniverse。国内，社交巨头腾讯提出“全真互联网”，并通过投资 Epic Games、Roblox 等公司布局元宇宙赛道；在 AI 领域素有丰富几点的字节跳动，入股 UGC 游戏社交平台代码乾坤、投资 PICO。梳理各厂商在元宇宙上的布局，主要集中在 3 个方向：1) VR/AR 技术和产品开发（对应沉浸感）；2) UGC 技术和产品的打造（对应经济系统和内容丰富性）；3) 社交元宇宙构建（对应社交）。

表 2：各厂商元宇宙相关布局梳理

	公司	Metaverse 相关布局
互联网巨头	Facebook	1. VR 布局持续推进，开发更先进的腕带式神经接口 AR 眼镜。 2. 启动 Facebook Horizon 大型社交元宇宙项目，赋能玩家创造虚拟世界。
	腾讯	1. 广泛投资，参股元宇宙概念公司 Roblox、Epic Game、迷你玩科技等。 2. 天美姚晓光兼管 QQ，打造社交元宇宙。

		3. 发布腾讯扣叮、罗布乐思 (Roblox 国服)。 4. 云游戏布局持续推进。
	字节跳动	1. 投资 UGC 创作平台代码乾坤 2. 内部游戏团队搭建、外部投资持续推进。
游戏厂商	米哈游	1. 组建米哈游研究中心 (逆熵工作室)，负责人刑骏博士，截至 2020 年年底规模大概在 10 人左右。 2. 提供技术工具“鹿鸣”，助力内容创业者搭建 UGC 社区。 3. 建立“瑞金医院脑病中心米哈游联合实验室”，探索脑机接口。
	莉莉丝	1. 研发对标 Roblox 的 UGC 创作平台——达芬奇，团队规模在 100-200 人左右。 2. 投资 AI 智能技术研发商启元世界。 3. 投资云游戏技术平台念力科技，提供云游戏解决方案，致力于移动端游戏云化
	网易	投资 VR/AR 游戏厂商 Netvios、Nitantic 等。
硬件厂商	HTC	1. VR 布局持续推进 2. 通过 VIVEPORT 为 Metaverse 提供三大基础服务：打通入口，一致性交易平台；易上手的场景开发工具；易上手的虚拟形象制作工具。
	华为	推出 HUAWEI VR Glass，发布自主研发的华为海思 XR 芯片，推出华为 AR 地图
	苹果	研发 AR 技术，准备推出 VR/AR 产品
	英伟达	推出 NVIDIA Omniverse
引擎厂商	Epic Games	1. 加速《堡垒之夜》《火箭联盟》《糖豆人：终极淘汰赛》社交体验打造。 2. 赋能游戏开发者使用虚幻引擎、Epic 在线服务和 Epic Games Store
	代码乾坤	推出 UGC 3D 沉浸式内容社区《重启世界》，对标 Roblox。

资料来源：竞核，申万宏源研究整理

2. 元宇宙的技术底座

当前元宇宙走向成熟所需六大支撑技术为 **BIGANT**，即区块链技术 (Blockchain)、交互技术 (Interactivity)、电子游戏技术 (Game)、人工智能技术 (AI)、网络及运算技术 (Network) 和 物联网技术 (Internet of Things)。

其中区块链技术看作是元宇宙运行的核心，完成生态的搭建和运行并实现经济系统的重塑；交互技术通过提供更好的沉浸感帮助用户在元宇宙内进行探索；虽然元宇宙不仅仅是游戏，但当前其重点落地方向和形式就是游戏，因此需要电子游戏技术为元宇宙各类素材和场景提供技术支撑；AI 能够通过优化流程和方式，降低用户创作门槛，提升元宇宙的可延展性；网络支撑技术以及物联网技术能够支撑大规模用户在线，提升游戏可进入性。

图 3：元宇宙六大支撑技术 (BIGANT)



资料来源：《元宇宙通行证》，申万宏源研究

2.1 区块链技术：元宇宙运行之核心

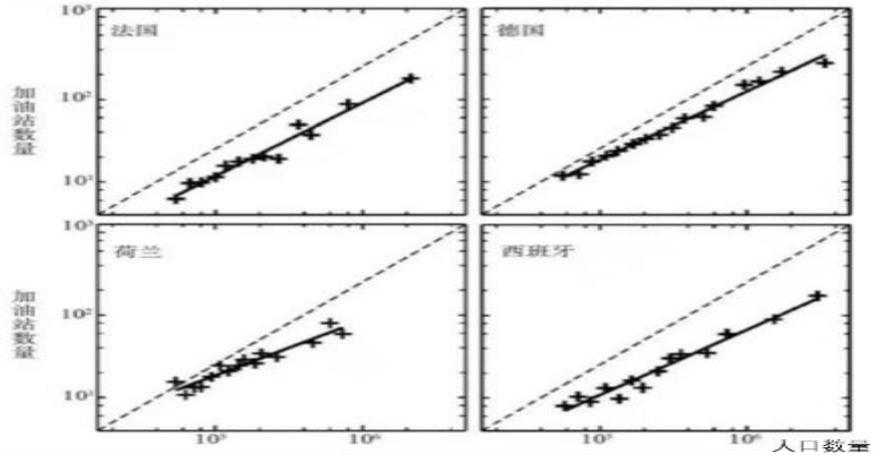
区块链技术：元宇宙运行的核心技术，并塑造元宇宙内部经济系统。

“共建、共享、共治”是元宇宙的价值观。元宇宙作为平行于现实世界的虚拟世界，强调“共创、共享、共治”的价值观，其中“共创”是指UGC（用户创造内容）是元宇宙的主流方向，这确保了元宇宙具备持续生产创新的能力；“共享”建立在“共创”之上，持续创造的能力使得元宇宙内部不断创新，进而形成各类不同产品，而产品的产生激发了交换的诉求，进而形成“共享”；“共治”是通过去中心化的模式实现元宇宙的繁荣。

当前大部分成熟的企业或者游戏，都具备共建和共享的特性，但并不具备共治的属性。共创和共享方面，例如苹果给开发者分成、抖音让用户创造内容并进行收入激励、Roblox让用户创建游戏并给予激励，但这些平台或者游戏的背后仍是一个中心化的公司机制，并未完全体现“共治”。

去中心化是元宇宙持续存在并实现繁荣的前提，而区块链技术是必备技术基础。借鉴杰弗里·韦斯特著作的《规模》一书，城市的寿命可长达百年千年，但企业往往寿命很难超过50年（根据书中统计结果，1950年以来的美国上市公司，能存活超过30年的已经不足5%。而50年死亡的，接近100%。），本质原因在于企业是一个自上而下、中心化的封闭系统，这样的系统活力会随着规模呈现亚线性比例变化（即边际成本增加，边际收益递减），但是城市相反，城市是开放、去中心化的系统，这样的系统下，人口每增加一倍，其底层基础设施只需要增加0.85倍，即城市活力随着规模呈现超线性变化。

图4：城市人口数量和所需加油站数量呈现超线性变化（单位：人；个）

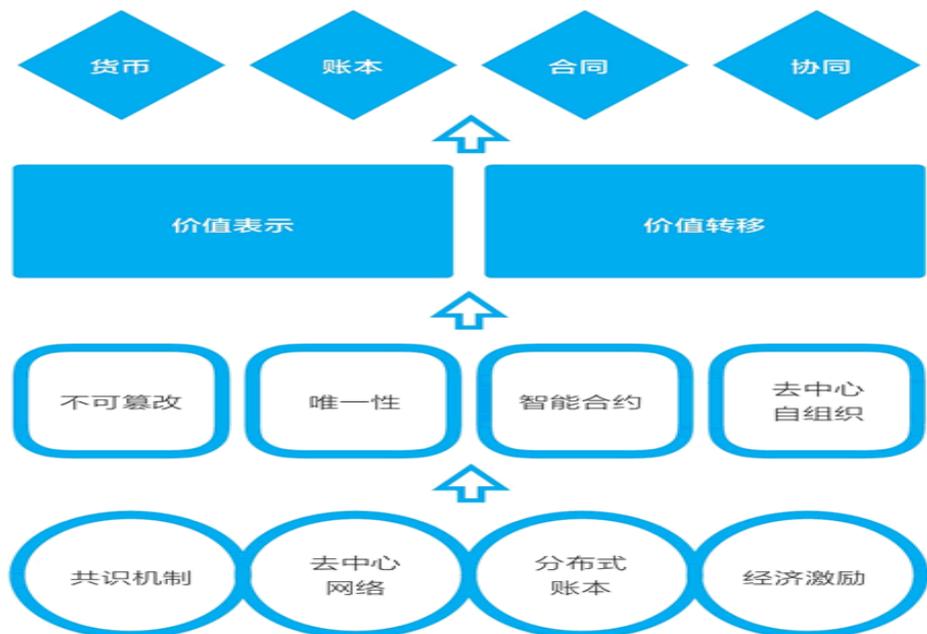


资料来源：《规模》，申万宏源研究

元宇宙的“共治”就是类似城市的模式，通过让每个用户参与到系统的治理、维护、运行等，确保了系统的长期稳定性和成长性，而“共治”的核心在于去中心化，这恰恰是需要通过区块链技术来解决。

不可篡改、不可复制的唯一性、智能合约、去中心化作为区块链的四大基本特征，有效助力元宇宙内部经济系统搭建。元宇宙不是简单的虚拟世界，而是类现实的平行世界，这意味着元宇宙内部需要一套完整并可独立运行的经济系统，且元宇宙内部产生的数字资产能在现实世界自由流通，而区块链的不可篡改、不可复制、智能合约、去中心化的特点能让这种想法真正落地。

图 5：区块链架构和基本特征

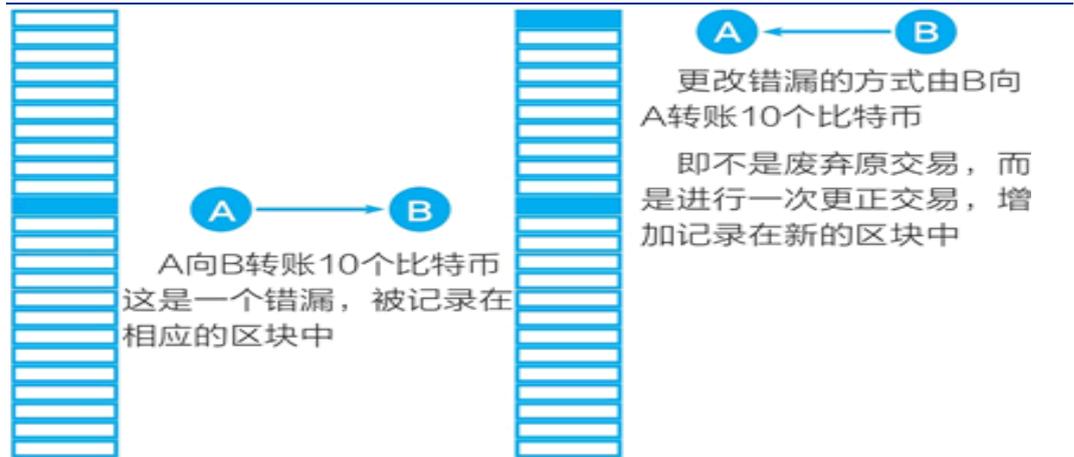


资料来源：CSDN，申万宏源研究

区块链在元宇宙的价值具体体现如下：

1) 不可篡改 :可有效提供支付和清算系统。区块链的不可篡改特性通过共识机制实现, 共识机制能够解决并保证每一笔交易在所有记帐节点上的一致性和正确性问题, 并使得修改交易数据的成本极高。以采用工作量证明的区块链网络(比如比特币、以太坊)为例, 只有拥有 51%的算力才可能重新生成所有区块以篡改数据, 因此一般情况下旧的交易数据只能通过被认可的新交易来修正, 且修正过程会留痕。这种不可篡改的特性解决支付和清算所需的信任问题, 保证了交易过程的公平有效。

图 6 : 区块链账本“不能修改、只能修正”



资料来源：CSDN，申万宏源研究

2) 唯一性：NFT 实现数字资产的自由流通。以太坊提出的通证（也称代币，是“可流通的加密数字权益证明”）可生成唯一可识别令牌，首次实现了数字资产的价值表示唯一性和价值转移。当前在区块链领域，代币分为同质化币（如比特币、以太坊等）和非同质化币（如 NFT）两类，元宇宙内采用 NFT 进行流通。NFT 和同质化币的区别在于：1) 每个 NFT 都拥有独特且唯一的标识，不可两两互换，而常见的代币可以互换；2) NFT 的非同质化和唯一性确保了 NFT 的不可分割性（最小单位是 1），而常见的代币可分割。

因此，NFT 的优点体现在：1) 每个 NFT 可绑定持有者的收藏品（包括数字资产）且无法被复制；2) NFT 相当于一个公共账本，可验证资产的真实性和所有权。

结合上述分析可知，NFT 提供了一种标记原生数字资产所有权的方法，且该所有权可以存在于中心化服务之外，从而确保元宇宙中基础资产的有效确权和自由买卖。

图 7 : CryptoKitties 游戏是第一个实现 NFT 技术标准 (ERC271) 的项目



资料来源：CryptoKitties，申万宏源研究

NFT 交易市场 2021 年迎来爆发。根据 Nonfungible 数据 2020 年 NFT 市场值为 3.38 亿美元，同比增长 138.8%。2020 年，全球 NFT 市场前三大应用领域分别为为虚拟世界、艺术品及游戏，市场规模占比分别为 25%、24%与 23%。21 年 3 月，数字艺术家 Beeple 的 NFT 作品《Everydays: The First 5000 Days》在佳士得拍卖行以 6900 万美元成交，引爆 NFT 收藏品交易市场。2021Q2，NFT 交易市场中，收藏品占比迅速增加至 66%，艺术占比 14%，体育占比 7%。

根据 Dune Analytics 数据，截至目前，全球最大 NFT 交易平台 OpenSea 总交易额约 70 亿美元，用户数超 64.6 万，平台在售 NFT 数量逾 2000 万个。从 OpenSea 上线 2 余年期间的规模增速也足以看出 NFT 的强劲增长力及活跃度。OpenSea 在 NFT 交易平台中处于绝对领先，其统治地位来自简易的入驻方式以及相较竞争对手而言更低的费用。OpenSea 的创作者入驻方式未设限制，创作者可以简单地在 OpenSea 上申请账号并发布自己创作的 NFT 产品，接入门槛低，而 OpenSea 的竞争对手均需要申请或定向邀请才能参与发布 NFT 产品或交易；抽佣方面，OpenSea 的手续费为 2.5%，在行业内最低的水平，且 OpenSea 对创作者版税的收取也较低。

表 3：NFT 部分热门交易平台情况

平台名称	成立时间	创作者入驻方式	首次销售服务费	二次销售服务费	创作者版税	Gas 费用
OpenSea	2018	未设限制	2.50%	2.50%	最高 10%	铸币无需，首次出售需要
NiftyGateway	2018	申请制	5%	5%+0.3 美元	自行设定	无
SuperRare	2018	申请制	15%	3%	10%	创作者承担
Rarible	2019	申请制	2.50%	2.50%	创作者自行设定	创作者承担
Foundation	2020	申请制	15%	5%	10%	创作者承担

资料来源：链闻，申万宏源研究

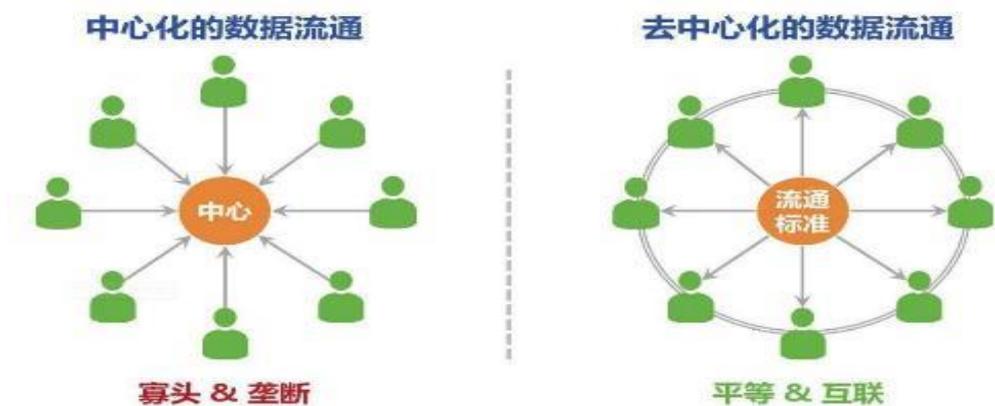
3) 智能合约：确保系统规则透明执行，降低金融系统风险。基于区块链技术的智能合约，具备公开透明、不可篡改、可验证、永久运行等特点，无需第三方验证平台即可完成。建立在智能合约之上的元宇宙内部经济系统可以将契约以程序化、非托管、可验证、可追

溯、可信任的方式进行去中心化运转，从而大幅降低金融系统中可能存在的寻租、腐败和暗箱操作等有害行为。

4) 去中心化：实现元宇宙共治属性，避免平台垄断。区块链技术通过采用分布式储存与算力，使得整个网络节点的权利与义务相同，系统中数据由全网节点共同维护，从而不再依赖于中央处理节点，实现数据的分布式存储、记录与更新，即去中心化。

元宇宙作为承载上亿用户的大型平台，在流量上具备自然垄断性，若采用中心化平台模式，则会导致更大规模的垄断，不利于元宇宙的长期发展且无法契合元宇宙共治的价值观。而区块链技术能解决平台的去中心化价值传输与协作问题，解决中心化平台的垄断问题。

图 8：区块链的去中心化特点有效平台垄断问题



资料来源：博客园，申万宏源研究

基于上述四个特点的区块链技术可以提供去中心化的平台、公开透明的智能合约等多重保护机制，有效保证用户的虚拟资产、虚拟身份的安全，并确保系统规则的透明执行，实现元宇宙运行的稳定、高效。

2.2 交互技术：VR/AR 作为入口或将明显加速

沉浸感是元宇宙强调的特点之一，而沉浸感的实现需要依托于一个终端设备接口来实现，当前大部分游戏需要借用手机、PC、键盘、手柄等外设进行操作，但无法实现元宇宙所需的拟真与沉浸，而具备 3D 显示、大视角高分辨率的 AR/VR 有望成为元宇宙世界的重要接入方式之一。

AR/VR 的发展历程大体可分为以下三个阶段：

1) 萌芽阶段 (1960-1989)：1960 年莫顿·海里格 (被称为虚拟现实之父) 发明了 Telesphere Mask，这是有史以来第一台头戴式显示设备，为佩戴者提供了 3D 立体图像和完整的立体声，此后 AR/VR 的思想开始逐步形成。

2) 初步发展阶段 (1989-2012) : 该阶段 VR/AR 开始引起行业的广发关注, 1990 年, 乔纳森·瓦尔登博士开发了第一个公共 VR 游戏系统, 多人虚拟现实街机问世。此后 VR 街机得到规模生产, VR/AR 的应用范围也从最初的游戏领域扩展到医疗、公共事业等方面。

3) 高速发展阶段 (2012-至今) : 2012 年 Oculus 发布了 Oculus Rift, 引起市场广泛关注, 该公司在 2014 年被 Facebook 收购。2012 年之后游戏和互联网巨头公司以及初创公司都陆续发布 VR/AR 新品, 出货量出现快速提升, 行业进入到快速发展阶段。

图 9 : Oculus 发布 Oculus Rift



资料来源：凤凰游戏，申万宏源研究

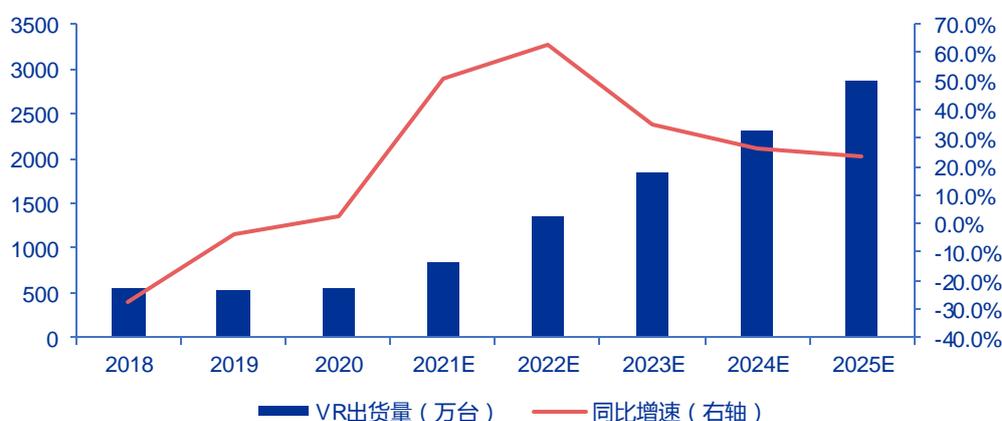
图 10 : 三星发布 Samsung Gear VR



资料来源：百度，申万宏源研究

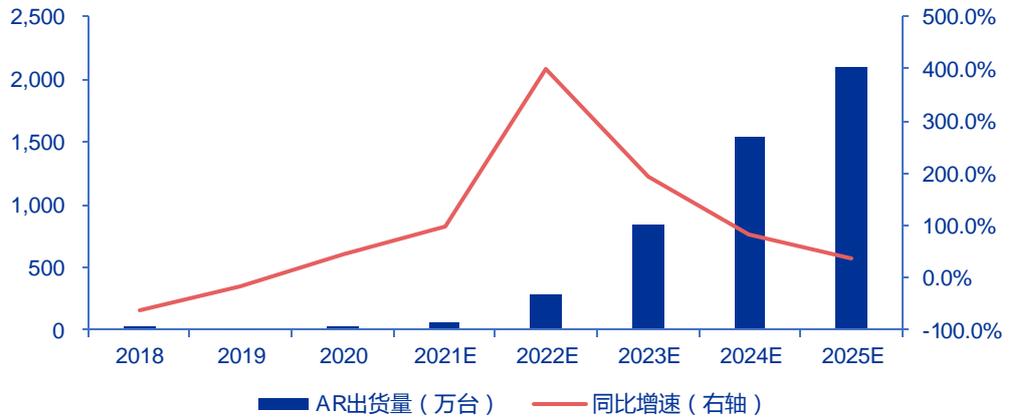
AR/VR 发展提速, 2021 有望成为出货量拐点。从 2019 年起, 随着光学技术的迭代、网络环境升级、产品体验升级同时性价比提升以及热门 VR 内容的推出, 驱动 VR/AR 行业重新实现增长。受益于宅经济、产品生态逐步完善和产品价格的降低, AR/VR 出货量在 2021 年有望实现高速增长。根据 IDC 预测, 2021 年全球 VR 出货量达到 837 万台, 同比增速达到 50.8%; AR 出货量达到 58 万台, 同比增长 99.9%。同时根据 BCG 和 Mordor Intelligence 预测, 2024 年全球 AR 和 VR 市场规模有望扩张至 2969 亿美元, 2021-2024 年 CAGR 可达 113%。

图 11 : 2018-2025 年 VR 出货量及预测



资料来源：IDC，申万宏源研究

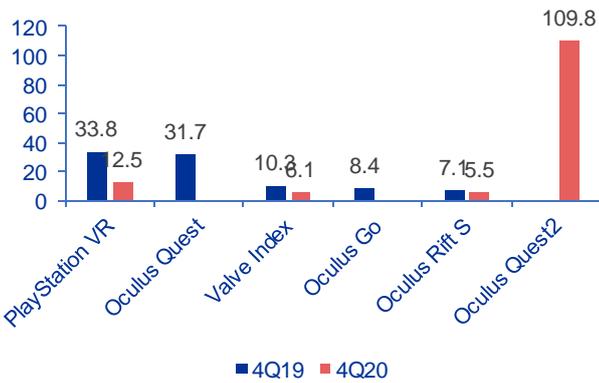
图 12 : 2018-2025 年 AR 出货量及预测



资料来源：IDC，申万宏源研究

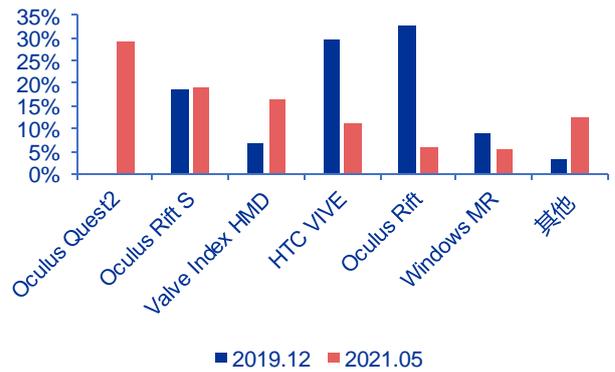
新一代 VR 设备 Oculus Quest2 销量火爆。2020 年 10 月 Facebook 发布了一体式 VR 设备 Oculus Quest2，预售量是初代 Quest 5 倍。Superdata 统计的 4Q20 Quest2 销量超 100 万台，远高于竞品。2021 年 3 月底，官方表示 Quest2 累计销量已超过所有 Facebook 此前 VR 产品总和。根据映维网预测，Quest2 2021 全年销量有望达到 700-800 万。Oculus Quest2 在玩家群体中的渗透率显著提升。截至 2021 年 5 月，Quest2 以 29.3% 的占比一跃成为 Steam 玩家 VR 渗透率最高的设备。VR 设备渗透率 CR5 达到 81%。

图 13 : VR 设备分品牌全球出货量 (万台)



资料来源：Superdata，申万宏源研究

图 14 : Steam 玩家使用的 VR 设备占比变化



资料来源：Steam，申万宏源研究

表 4 : 国内外 VR 产品一览

品牌	Oculus Quest 2	HTC Vive Focus 3	HTC Vive Flow	DPVR P1 Ultra 4K	Pico Neo3 & Pico Neo3 Pro	Arpara VR 头显 5K
产品图片						

品牌	Oculus Quest 2	HTC Vive Focus 3	HTC Vive Flow	DPVR P1 Ultra 4K	Pico Neo3 & Pico Neo3 Pro	Arpara VR 头显 5K
价格	299/399 美元	1300 美元，两年质保	499 美元	599 美元	2499 元人民币 (含控制器)	3999 元人民币 (含控制器)
发布时间	2020/10/30	2021/6/27	2021/10/14	2021/8/25	2021/5/6	2021/5/31
重量	503g	785g	189g	410g	395g	200g
闪存	128GB/256GB	128 GB	4GB+64GB	4GB+64GB/6GB+128GB	128G/256G	-
屏幕	1832×1920 (4K)	2448×2448 (5K)	1600×1600	2160×3840 (4K)	1832 × 1920 (4K)	1205120 x 2560 (5K)
屏幕刷新率	120Hz	90Hz	75Hz	90Hz	90Hz(支持 120Hz)	120Hz
镜片/FOV	LCD 89°	LCD 120°	100°	LCD 100°	菲涅尔 98° FOV	Micro-OLED 屏幕 /95° FOV
IPD 调整	支持 3 个, 55.5MM-70.55MM	支持 57MM-72MM	不支持	支持 54MM-74MM	支持 (3 个)	支持 56MM-72MM
CPU	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	-	高通骁龙 845	高通骁龙 XR2	-
追踪技术	6DoF	追踪摄像头/ G-sensor 校正/ 陀螺仪/距离传感器	双摄像头 6DoF	重力传感器/ 指南针/陀螺仪	头手 6DoF	6DoF
控制器	2*6DoF	2*6DoF	连接手机作为控制器	6DoF	2*6DoF	2*6DoF
音响	内置	内置	内置	内置	内置	内置
电池容量	3640mAh	7000mAh	外接电源	4000mAh 或直接供电	5300mAh	-
续航	2-3 小时	2 小时	-	-	2.5-3 小时	-

资料来源：VR 陀螺，申万宏源研究

移动互联网时代，标志性硬件放量可先导内容端放量；对标元宇宙，ARVR 硬件先行，内容端创新爆发会有一定滞后性。回顾苹果手机发展历史，出货量高增趋势下应用爆发有一定滞后性。2007 年苹果手机出货量为 140 万台，应用生态还未开启；2008 年，苹果手机出货量超过 1000 万台，同比增长超 730%，Appstore 活跃应用仅 5000 个；而到 2009 年，活跃应用数爆发，同比增长 720%至 4.1 万个，而当年苹果手机出货量同比增长 78%。应用爆发的拐点显示出一定滞后性。

图 15：苹果手机出货量与活跃应用数量

图 16：苹果手机出货量与活跃应用增速



资料来源：IDC，SensorTower，申万宏源研究



资料来源：IDC，SensorTower，申万宏源研究

Quest2 爆发只是开始，内容爆发后有望形成强烈正反馈。2021 年核心平台 VR 应用仍在万款以内，以游戏为主：1) 截至 2021 年 4 月，Steam 平台应用总量达 93804 款，其中支持 VR 的内容为 5857 款，占比约 6.2%。VR 内容中游戏占到 8 成左右。2) 截至 4 月底 Oculus Rift 平台应用数量为 1779 款；Oculus Quest 平台应用数量为 268 款(内容多元，游戏占比 35%为第一大类)。此外第三方应用平台 SideQuest 应用数量达到 1378 款。根据 IDC，2020 全球 VR 出货量在 600 万台左右，21 年 VR 内容不超过 1 万款。根据苹果应用生态扩张路径，若 2021 年出货量超过 1000 万台，2022 年有望看到 VR 内容爆发，加速元宇宙世界的拼图布局。

表 5：2021 全球 VR 游戏储备及其厂商

游戏名称	发行平台	首发时间	开发商	类型
狙击精英 VR	SteamVR, PSVR, Quest, Rift	2021/7/8	Just Add Water	射击
星球大战弹珠	Quest, PSVR, Steam	2021/4/29	Zen Studios	休闲
杀手 3	PSVR	2021/1/20	IO Interactive	动作
After the Fall	PSVR,Oculus,Steam	2021	Vertigo Games	射击
The Climb 2	Oculus	2021	Crytek	体育
Wraith:The Oblivion - Afterlife	Steam VR,PSVR,Quest,Rift	2021	Fast Travel Games	恐怖
Sam & Max: This Time It's Virtual!	Quest,PC VR	2021	Happy Giant	动作/冒险
孤独回声 II	Rift,Rift S	2021	Ready at Dawn	冒险
LOW-FI	Steam VR	2021	IRIS VR	开放世界
Vertigo 2	Steam VR	2021	Zach Tsiakalis-Brown, Errol Bucy	冒险
Panzer Dragon Voyage Record	PC VR, " Console VR", "Standalone VR"	2021	Wildman Inc.	射击
Zenith : The Last City	PC VR,PSVR,Quest	2021	Ramen VR	MMORPG
Baba Yaga	Quest	2021	Baobab Studios	冒险/剧情
GangV Civil Battle Royale	PC VR, Steam VR	2021	Raptor Lab	MMO
Alvo	PSVR	2021-01	Mardonpol Inc.	射击
Area Man Lives	PC VR, Quest	2021	Numinous Games	冒险
Assassin's Creed VR	Oculus	2021	Ubisoft	动作

游戏名称	发行平台	首发时间	开发商	类型
A Wake Inn	PC VR	2021/2/25	VR Bros	冒险
Blunt Force	PC VR	2021	Monad Rock	射击
Cooking Simulator VR	PC VR	2021	GameBoom VR	模拟
Cosmophobia	PC VR, Quest	2021	Dreadhalls	动作
DeMagnet VR	PC VR	2021	BitCake Studio	益智
Demeo	Quest, PC VR	2021/6/6	Resolution Games	棋牌
Eye of the Temple	PC VR	2021	Rune Skovbo Johansen	冒险
Green Hell VR	PC VR, Quest	2021	Creepy Jar	生存
Humanity	PSVR	2021	Enhance Games, THA	-
Ilysia	Quest, PC VR	2021	Team 21 Studio	MMO
Lone Echo 2	Rift	2021	Ready at Dawn	冒险
Maskmaker	Quest, PC VR, PSVR	2021	Innerspace VR	益智
Rhythm of the Universe: Ionia	PC VR, Quest	2021	ROTU Entertainment Media, Ltd.	& 音乐/冒险

资料来源：VR 陀螺，申万宏源研究

VR/AR 后续快速发展带动产业链相关机会。VR/AR 产业链主要包括硬件、软件、内容制作与分发以及网络服务四个环节。

硬件：主要包括上游核心器件、终端设备相关厂商，其中上游核心器件包括光学镜头、显示面板（LCD、OLED、微显示器等）、主控芯片（CPU、GPU、移动 SOC 等）、传感器（图像、声音等）等；终端设备包括各类生产 VR/AR 设备厂商（PC 端设备、移动端设备和一体机三种）。

软件：主要包括系统平台和信息处理相关厂商，其中系统平台涉及安卓、windows 等，信息处理包括相关软件开发工具（如 SDK、3D 引擎等）。

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）。

网络服务：主要包括提供基础通信网络（运营商）和网络设备的厂商。

图 17：VR/AR 产业链



资料来源：IDC，申万宏源研究

2.3 物联网技术：元宇宙连接核心工具

元宇宙强调实时互动，信息互联互通，主要靠物联网提供技术支持。物联网是指通过信息传感设备，按约定的协议，将任何物体与网络相连接，物体通过信息传播媒介进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监管等功能，核心在于传感技术和嵌入式技术。考虑到元宇宙本身作为一个数字平行世界，通过庞大用户进行参与、制作、分享以及实时交互等完成日常运行，因而需要保持各种物理实体的连接和感知，以及数据信息的传递，而这部分功能的实现需要依靠物联网技术。

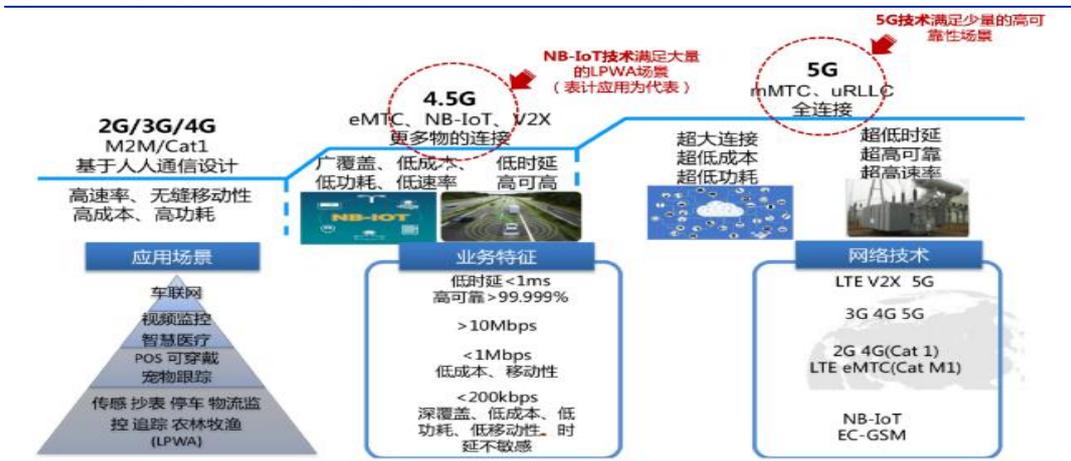
物联网产业发展至今，技术路径已逐步走向成熟。随着 2G、3G 逐渐退网，移动物联网演进主要体现为以下两大路径：

(1) 2G/3G 转向 NB-IoT/Cat1，该路径主要服务于中低速率业务场景。其中低速率场景主要由 NB-IoT 承载，低速率场景约占所有物联网场景的 60%；中速率场景主要由 4G Cat1 承载，中速率场景约占所有物联网场景的 30%。

(2) 4G 等转向 5G，该路径服务于高速率低时延的特定场景，比如车联网、智慧医疗等，该类要求高可靠性的业务将主要由 5G 承载，这部分场景约占所有物联网场景的 10%。

由此，确立了移动物联网技术的三角格局，即“NB-IoT+4G+5G”。

图 18：物联网接入技术梳理



资料来源：电信研究院、申万宏源研究

我们认为：当前较为成熟的物联网技术路径和陆续完备的产业链生态能够全面覆盖各类速率场景的需求，可针对元宇宙所需的场景连接要求给出灵活的技术方案。

图 19：移远 Cat.1 模组 EC600X 系列

图 20：广和通 Cat.1 模组 L610

LTE Cat.1明星模组



EC600X系列

- 芯片平台：
ASR1601/UIS8910/ASR1603
- 超小封装，尺寸：22.9x23.9x2.4mm
- FDD-LTE/TDD-LTE/GSM
- SMS、Voice、Audio、FOTA
- TCP/UDP/SSL/MQTT/PPP/FTP/
- HTTP/NITZ/NTP/MMS/PING
- WiFi Scan、QuecLocator
- EC600S：LCC封装，设计、加工简单
- EC600U：LCC+LGA全功能小封装

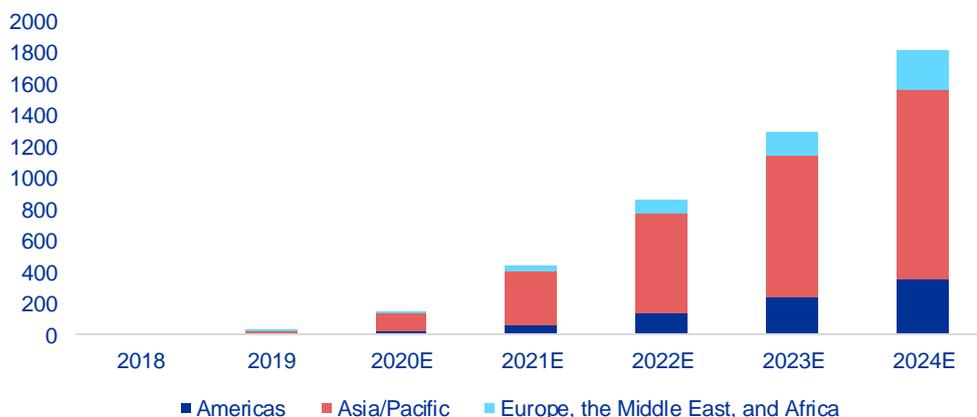


资料来源：移远通信、申万宏源研究

资料来源：广和通公众号、申万宏源研究

5G 连接数有望未来几年实现快速增长，加快实现万物互联。据 IDC，5G 连接数在未来几年预计将会有快速增长，**全球 5G 连接数将从 2019 年的 1360 万攀升至 2024 年的 18 亿，复合增速高达 166.1%**。根据区域划分来看，2020 年，亚太地区将占到 81.8% 的全球 5G 连接数，发展的速度较为领先。至 2024 年，亚太地区的连接数占比将有所下降至 67.0%，连接数增速相对其他地区较为缓慢。

图 21 : 2019-2024 年全球 5G 连接数 CAGR 预计 166.1% (单位：百万)



资料来源：IDC，申万宏源研究

物联网下游成熟应用行业不断增多，丰富经验有望较快复用在元宇宙类似场景。由于物联网对接下游较为广泛，当前热点应用从早期的共享单车、移动支付到远程抄表、POS 机等行业，在 5G 网络加持下，开始延伸至车联网和智慧安防等领域。

元宇宙作为现实世界的平行世界，其在运行过程中很多场景和现实世界重叠度较高，尤其是纯数字化场景，因此在现实世界中已有的成功案例能够提供丰富经验，加速元宇宙搭建进程。

图 22 : 物联网应用热点迭起，从单车向车联网等领域不断延伸



资料来源：Techno Systems Research、中国信息通信研究院、申万宏源研究

2.4 网络及运算技术：元宇宙运行底层基础

实时、低延迟、高承载属性是元宇宙运行要求。当前大部分大型在线游戏的运行过程都在本地完成，其运行速度和画面效果受到用户终端性能的限制，因此影响了游戏可触达用户范围，另外终端服务器的承载能力也限制了游戏可支撑的在线用户人数。而元宇宙是一个大型在线交互平台，需要支撑的用户达到上亿量级，元宇宙内部需要保持用户数据的实时更新，同时为了实现现实世界和虚拟世界的自由切换，需要保持系统的低时延达到两个世界时间同步的目的。**因此元宇宙需要具备实时、低延迟、高承载等特性，而这些特性需要5G网络、云计算和边缘计算等网络及运算技术来解决。**

1) 5G网络：解决网络通信问题，降低用户数量限制。5G网络具备高速率、低延迟、大带宽等特点，且5G网络独有的三大切片技术中的eMBB，能够有效解决当前游戏面临的画质低、时延高等问题。在eMBB场景下，5G网络支持Gbps级别的网络传输且能够有效满足游戏的时延要求，因此5G网络能够给元宇宙提供高速、低延时、规模化的接入通道，降低用户数量限制，提高元宇宙的可进入性。

图 23：5G 的切片技术可提供给元宇宙更实时、流畅的体验



资料来源：ITU，申万宏源研究

高通发布 XR2 5G 平台，释放 5G 网络优异特性。2020 年 2 月高通发布骁龙 XR2 5G 平台，是全球首个支持 5G 的拓展平台。该平台实现了优异的 5G 连接能力，使得 XR 设备的延时和眩晕问题得以更好的解决。而且 5G 网络的超大容量，也让满足亿万级规模用户的同时接入。目前，市场上已经有超过 40 款基于骁龙 XR 平台的设备发布，包括 VR 集成设备、AR 设备和连接到 5G 智能手机的 XR 查看器等，骁龙 XR 平台的出色性能已得到业界认可。

图 24：高通发布 XR2 5G 平台



资料来源：快科技，申万宏源研究

XR2 5G 平台性能全部提升，且在多方面进行定制优化，优化 XR 体验。骁龙 XR2 针对顶级 XR 体验，相比上代 CPU 和 GPU 性能提升 2 倍、视频带宽提升 4 倍、分辨率提升 6 倍、AI 性能提升 11 倍，并针对视觉、显示、交互进行定制优化。具体表现在：

视觉方面：骁龙 XR2 采用 1.5 倍的像素着色率、1.5 倍的像素填充率、3 倍的纹理填充率，支持眼球追踪的视觉聚焦渲染，支持更流畅刷新率的增强等 XR 专属特性，渲染重负载工作的同时可保持低功耗。

显示方面：骁龙 XR2 的显示单元支持高达 90fps 帧率的 3Kx3K 单眼分辨率，并首次支持流传输和本地播放 8K/60fps 360 度视频，以及 4K/120Hz 视频等，同时针对 AR 显示特别开发的定制芯片可帮助减少整体系统时延。

交互方面：骁龙 XR2 提供 3d 空间音效，通过清晰的语音交互系统，让用户感觉到更为明显的沉浸感。同时骁龙 XR2 支持七路并行摄像头且具备计算机视觉专用处理器，可以实现高效精准地追踪用户头部、眼球与嘴唇，且支持 26 点手部骨骼追踪。

2) 云计算&边缘计算：保障多用户在线，降低延时和终端限制。

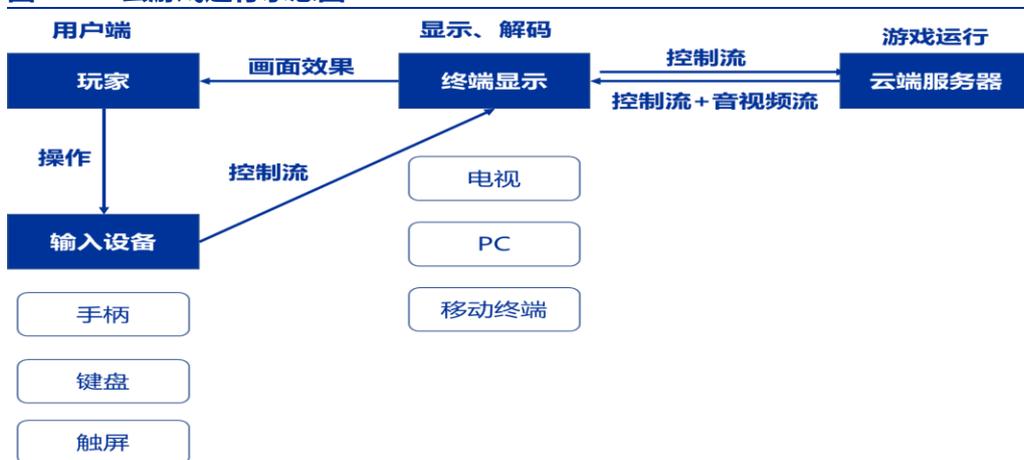
为了保证大规模用户数据的实时更新和系统的低延时，元宇宙需要一个强大的算力系统的同时且需要降低对于用户终端的限制（尽可能扩大用户触达范围，扩大生态），因此需要云计算和边缘计算的介入，即采用云游戏的形式。

云游戏是以“云计算”为基础的游戏方式，在云游戏的运行模式下，所有游戏都在云端服务器运行，并将渲染完毕后的游戏画面压缩后通过网络传送给用户。在客户端，用户的游戏设备不需要任何高端处理器和显卡，只需要基本的视频解码能力即可，降低了游戏终端设备门槛。

传统云计算（中央模式）由于受到服务器本身带宽等条件限制，仍存在高延迟、网络不稳定和低带宽的问题，但边缘计算通过将部分处理程序转移至靠近用户的数据收集点进行处理，有效减少了上传至中央服务器的数据量，实现了网络的稳定、高速、低时延。

通过结合 5G、云计算和边缘计算技术，元宇宙一方面能够承载更多用户在线，并提供给用户低时延、流畅的使用体验；另一方面能够降低对于用户终端的要求，不断扩大用户规模，加快元宇宙生态建设。

图 25：云游戏运行示意图



资料来源：大麦数据，前瞻产业研究院，申万宏源研究

2.5 算力（含配套软件）：元宇宙的引擎

算力领军不约而同的成为元宇宙焦点。英伟达 nVidia 于 2020 年 12 月发布了其 Omniverse 平台的公开测试版。作为一个开放的虚拟平台，该平台允许创造者在物理精确模拟或 3D 渲染中进行实时协作。2021 年 11 月 8 日召开的 GTC 大会专注于讨论人工智能相关的各种问题。根据其历代产品发布表，我们推测后续可能推出其 Omniverse Enterprise 平台的通用版本，寻求抓住“元宇宙”的机会。处理器巨头英特尔 Intel 尽管尚未大规模宣布元宇宙业务，但在资本市场已有动作：元宇宙公司 Avegant，其第二大股东是全球知名芯片制造商 Intel。

算力刺激 AI 处理器大量投入。元宇宙的并行计算与渲染，不可避免需要大量 AI 处理器投入。AI 处理器分为“云-边缘-端”，各自又形成生态，与 2021 年开始上行的 AI 算力周期契合。

下面从 AI 处理器、软件生态、应用三个方面解释其空间与成长性。

第一方面 AI 处理器的种类逐渐丰富,主要是下游多元化应用刺激了不同的方案组合。而专用处理器(算力)在细分领域的应用增加刺激了其持续投入,即算力逐渐多元化,而不是统一为 X86 处理器或单一 GPU/ASIC。

AI 芯片选择面大幅拓宽。2019 为国产 AI 芯片发布大年,科技巨头和 AI 初创公司均有显著进展。国产替代加速的背景下,叠加国产 AI 芯片更好的性价比,预计下游应用厂商导入更为迅速,我们认为 2021 年国产 AI 芯片将大量成熟并批量出货。在中国人工智能产业发展联盟发布的《AI 芯片技术选型目录(2020)》中,已经收录了 3 款云端训练芯片、6 款云端推断芯片、6 款边缘计算芯片、22 款终端芯片,均为成熟可用的 AI 芯片方案。且目前已有多款国产 AI 芯片实现了十万级以上的出货量验证。对下游应用厂商而言,选择面极大丰富。

表 6: 边缘和端侧应用的成熟 AI 芯片方案已经大量涌现

应用领域	公司名称	芯片名称	上市时间	功耗	深度学习计算能力	
					INT8	FP16
通用	NVIDIA	Jetson Nano	2019 年 3 月	5W 10W		0.5 TFLOPS
		Jetson TX2	2017 年 3 月	7.5W 15W		1.3TFLOPS
		Jetson Xavier NX	2019 年 11 月	10W 15W	14 21TOPS	
		Jetson AGX Xavier	2018 年 12 月	10W 15W 30W	32TOPS	16TFLOPS
		Jetson AGX Xavier	2019 年	10W 20W	19.3TOPS	9.6TFLOPS
	华为	昇腾 310AI 处理器	2019 年	8Tops @4W 16 Tops @8W	16TOPS	8T
	瑞芯微	RK1808	2019 年 6 月	3W	3TOPS	100GFLOPS
		RK3399Pro	2018 年 1 月	10W	3TOPS	0.3T
天数智芯	lluvatar CoreX1	2019 年 10 月	峰值 5W	NA	4.8T	
安防、机器人、车载	云天励飞	DeepEye1000	2019 年 9 月	典型功耗 2W	支持	支持
	紫光展锐	虎贲 T710	2019 年 8 月	<2.3W	3.2TOPS	0.5TOPS
	海思	Hi3516D V300	2018 年 10 月	典型 1.0W	1TOPS	
		Hi3519AV100	2018 年 7 月	典型 1.9W	2TOPS	
		Hi3559AV100	2018 年 1 月	典型 3W	4TOPS	
		Hi3562 V100	2020 年 3 月	典型 0.6W	0.5TOPS	
		Hi3566 V100	2020 年 3 月	典型 <1W	1TOPS	
Hi3568 V100	2020 年 6 月	典型 1.9W	1.5TOPS			
Hi3569 V100	2020 年 6 月	典型 3W	4TOPS			
语音	启英泰伦	CI1103	2019 年 9 月	工作功耗: 100mW	√	√
	深聪半导体	TH1520	2019 年 1 月	200mW	16GOPS	2GOPS
	清微智能	TX210	2019 年 6 月	工作模式 450uW	12.8GOPS	

资料来源: AI 芯片技术选型目录(2020), 申万宏源研究

表 7: 2020 年部分 AI 芯片量产落地情况

芯片厂商	芯片型号	芯片类型	量产落地情况
百度	昆仑 1	云端 AI 芯片	2020 年底已经量产 2 万片,性能相比 T4 GPU 提升 1.5-3 倍。百度昆仑 2 预计在 2021 年上半年量产,性能将比昆仑 1 提升 3 倍
地平线	征程 2	自动驾驶 AI 芯片	2020 年 12 月出货量已超 10 万 搭载此款芯片的汽车实现了 L2+

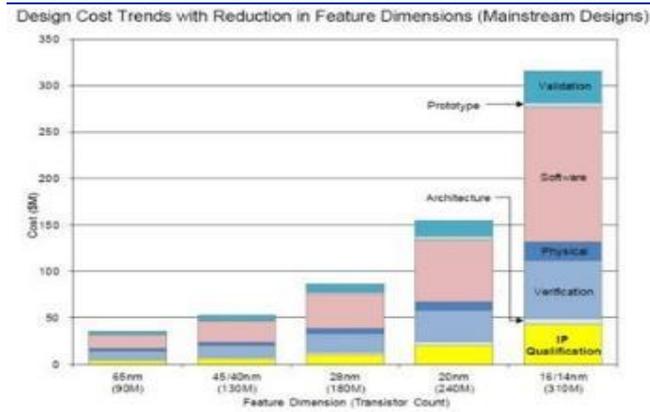
芯片厂商	芯片型号	芯片类型	量产落地情况
SigmaStar 星辰科技	降龙系列	AI 视觉芯片	级自动驾驶，预计 2022 年前装装车量将超百万 在安防领域，为海康威视、大华、宇视等企业提供全系列 IPC 处理芯片；希望成为全球最大的 AI Camera 系统芯片供应商
比特大陆	算丰系列	云端/终端 AI 芯片	基于最新款自研 AI 芯片 BM1684，比特大陆 AI 超算中心助力北京、福州、安徽等地的智慧城市项目
鲲云科技	CAISA	数据流 AI 芯片	2020 年 6 月完成量产，相较于英伟达边缘端旗舰产品 Xavier，鲲云的星空加速卡 X3 可实现 1.48-4.12 倍的实测性能提升
亿智电子	SV/SA/SH 系列	端侧视觉 AI 芯片	2020 年底已有超百万颗芯片量产落地，落地的场景以人脸设备为主

资料来源：电子发烧友，申万宏源研究

第二方面，软件生态才是 AI 算力真正的竞争力。

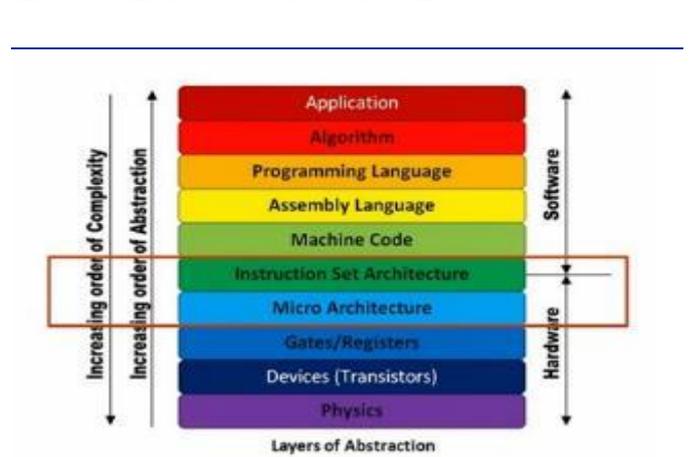
上述 AI 芯片算力只是支点，软件生态已经成为 AI 芯片公司 IC 设计成本中最“重”的投入。根据 IBS 的数据，随着工艺制程的演进，主流芯片设计成本中软件将成为占比最大的投入，而 Verification、Validation、IP Qualification 相较于软件投入占比依次往下。

图 26：在主流的芯片设计中，随工艺节点的演进，设计成本变化的趋势和分布（不包括生产成本）



资料来源：StarryHeavensAbove 公众号，IBS，申万宏源研究

图 27：智能计算系统体系结构层次



资料来源：《智能计算系统》，申万宏源研究

在当前 2021 年，AI 生态至少包括下图所示阵营。

图 28：“Wintel” 封闭 PC+手机时代，而 AI 时代的格局会更加复杂

PC+手机时代						
端	硬件芯片	Intel X86	AMD X86	ARM/MIPS/POWER等		
	软件生态	微软 Windows	微软 Windows			
云	硬件芯片	Intel X86	AMD X86			
	软件生态	微软 Windows	微软 Windows			
AI时代						
端 (AI算力少)	硬件芯片	ARM	NPU	AMD APU	华为 3559A等	AI芯片创业公司
	软件生态					
边缘(汽车为主, 未来智造)	硬件芯片	Tesla FSD	nVidia Orin	高通+维宁尔		
	软件生态	Tesla	含CUDA			
云 (AI算力复杂)	硬件芯片	nVidia (含CUDA)	nVidia (含CUDA)	华为昇腾	Google TPU (自用为主 Tesla Dojo)	
包含超算做特殊云	软件生态	Google Tensorflow	Facebook pyTorch	mindSpore	Google Tensorflow	

注1: 边缘计算, 目前我们主要指代汽车ADAS, 未来可能包括智能制造
注2: 超算, 我们目前归结到特殊的云, 暂时纳入云

资料来源：申万宏源研究

第三方面，AI 应用在 2021 年开始更加成熟，刺激了更多的算力。

AI 商业化落地需要算法/产品/系统/解决方案的整体交付。四个层级具体定义见下图。我们发现，在先前的技术驱动阶段被过分强调的 AI 算法，实际上很难直接解决现实中的问题。部分简单业务应用中，方案或系统的重要性或降低，算法+产品即可满足需求；但越复杂的应用，系统平台和整体解决方案对最终效果的影响越大。且相比于标准化和数量有限的算法，越到上层，定制化和复杂程度就越高，也越需要 AI 厂商具备更深入的行业 Know-How、更丰富的系统设计开发经验。在这一方面，AI 领军公司（如海康）具备明显的先发优势，而机器视觉四小龙等年轻的 AI 公司则急需补上短板。**因此算法远非解决问题的完整答案，所谓“软件定义一切”的思路将不可避免被证伪。**

图 29：商业驱动阶段，算法远非解决问题的完整答案



资料来源：海康威视，申万宏源研究

产品/方案设计需要大量行业 Know-How，这是 AI 公司商业落地能力分化的关键。

如煤炭领域的痛点是控制生产风险、降低环境破坏；石化领域痛点是工艺传承、安全生产；电子领域痛点是产品迭代快、劳动力密集。需要 AI 企业针对每个行业深入分析痛点和应用场景，并给出相应的 AI 落地方案。若要成为覆盖多领域的 AI 领军，需要足够的人员深入一线，通过多个案例积累经验。在这个过程中，如果以中台形式将行业 Know-How 沉淀为可复用的软件模块，则能够大幅降低后续类似项目的落地成本。

表 8：工业领域各细分行业的特点、痛点和应用场景均有明显差异

行业	行业特点	行业痛点	典型应用场景
钢铁	生产流程长/生产工艺复杂/供应链冗长	设备维护低效化/生产过程黑箱化/下游需求碎片化/环保压力加剧化	设备全生命周期管理/智能化生产/供应链协同/绿色化生产
石化	设备价值高/工艺复杂/产业链长/危险性强/环保压力大	设备管理不透明/工艺知识传承难/产业链上下游协同水平不高/安全生产压力大	设备健康管理/智能炼化生产/供应链协同/安全监控
煤炭	工艺流程复杂/风险故障频发/资本设备密集/生产条件多变	生产风险高/设备管理难/物流成本高/环境污染大	智能安全开采/矿山综合管理/煤炭智慧运输/生态资源保护
航空航天	研发周期长/产品种类多、规模小/产业链特别长	数据源不统一/模型适配性不足/故障预测水平有待提升	基于 MBD 的研发设计/基于 CPS 的智能制造/基于大数据分析的供应链管理/基于 PHM 的运营维护
船舶	零件数量级大/生命周期长/资本投入大/技术要求高等	接单难/交船难/融资难	基于三维模型的协同设计/基于 CPS 的智能制造/供应链协同/服务化延伸
汽车	产品精密复杂/生产工艺复杂/技术门槛高/供应链分散	研发设计周期长/下游需求碎片化/供应链管理困难/售后服务低效化	研发设计协同/规模化定制生产/产供销协同/服务化延伸
轨道交通	集约化管理/系统相对封闭/运量大、要求高	资源调配效率低下/车辆运维困难/客户需求不断提高	研发仿真/协同制造/产业链管理/设备健康管理
工程机械	设备产品多样化/生产过程离散化/供应链复杂	资源调配效率低下/机械设备运维困难/金融生态不完善	设备预测性维护/备品备件管理/智慧施工/互联网金融
家电	技术更新速度快/产品研发周期短/产品同质化程度高	生产智能化水平低/供应链协同效率低/行业营收增速放缓	柔性化生产/供应链协同/智能家居解决方案
电子	产品附加值高/技术迭代快/产品质量要求高	新产品生产周期长/设备管理精度不够/劳动力较为密集	设备健康管理/智能化生产/产品质量检测/供应链协同
风电	地理位置偏僻/资本技术密集/发电波动性大	风场设计周期长/设备维护成本高/并网协调效率低/弃风漏风较严重	虚拟风场设计/设备预测维护/智慧风场管理/精准柔性供电

资料来源：《重点行业数字化转型方法论白皮书》，申万宏源研究

AI 商业化落地是系统性工程，从需求分析到方案设计，再到软硬件开发和方案闭环，各环节都对 AI 的实际应用效果产生重要影响。

1) 需求分析阶段，需要辨伪存真，分析商业价值和市场竞争等，并对业务流程重新梳理、全方位信息收集；2) 方案设计阶段，算法、硬件、平台设计三者之间相互影响，是影响落地效果的核心因素；3) 软硬件集成开发阶段，若 AI 厂商同时具备较强的软件和硬件开发能力，会对落地成本、效果有很大帮助；4) 方案闭环打通了用户侧的新老系统和数据，保证智能系统正常运转。**由此可见，工程化能力实际上是对 AI 厂商综合能力的全面考验，并且不能有明显短板。AI 领军在这方面有明显优势。**

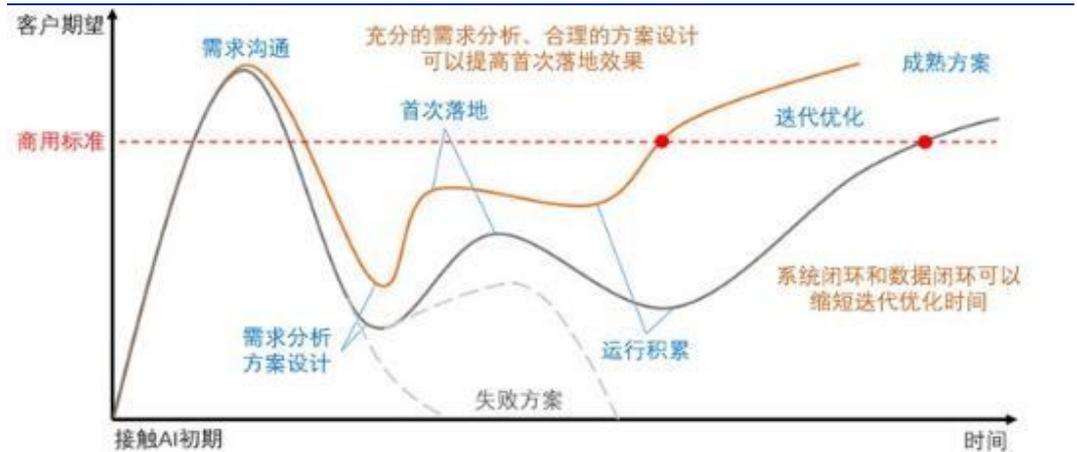
图 30：智能系统落地是一项系统工程



资料来源：海康威视，申万宏源研究

AI 创新业务的落地通常难以一蹴而就，工程化能力决定项目成败。下图展示了客户从接触 AI 初期开始对智能应用的期待值：初期的高预期来自客户对 AI 算法的期待，但算法远非解决问题的完整答案；在各种约束下，通过需求分析和方案设计，完成智能系统的首次落地，并在不断迭代优化后达到商用标准。在这一过程中，经验丰富的 AI 厂商会通过充分的需求分析、合理的方案设计可以提到首次落地效果，并且利用业务闭环缩短迭代优化时间。而缺乏工程化能力的 AI 厂商则可能出现：1) 首次落地效果不佳，导致客户放弃整个方案；2) 迭代优化缓慢，需要长时间才能达到商用标准；3) 项目实施成本大幅超支。

图 31：智能应用系统研发的期望曲线



资料来源：海康威视，申万宏源研究

综上，元宇宙的一大引擎是算力，即 AI 化的计算。但是由于 AI 算力与软件生态有关，也与下游行业应用有关。实际空间和方案差异化情况往往大幅超过开始的市场预期。

3. 元宇宙应用层：C端提升体验，B端提升效率

3.1 元宇宙应用概括

相比于移动互联网时代，元宇宙时代可以超越二维的限制，不仅可以在C端娱乐社交场景实现更强的沉浸感，还在更多虚拟化的现实场景中推广应用，如B端的企业办公、生产等。

社交：探索游戏类交互场景、商业会议等事件类交互场景、跨物理限制的现实世界场景孪生等。

娱乐：个人娱乐的极致沉浸式体验，模糊传统线上线下娱乐的界限。如演唱会等。

消费：提升沉浸感，继而提升购买体验；同时NFT为代表的加密资产，元宇宙世代的主要资产。目前NFT已经在海外数字收藏品、区块链游戏等领域得到开始应用。

企业级应用：提升精密机械制造业的生产监控能力，如宝马基于数字孪生在英伟达Omniverse打造数字工厂，提高规划阶段、组装阶段、整车制造阶段的效率；提升商务和医疗场景沟通效率，建立共情连接等，Facebook推出VR会议APP Horizon Workrooms。

3.2 游戏：最接近元宇宙的内容形态

1.作为元宇宙雏形的游戏内容产品有四个特征：可编辑性、社交和经济系统、去中心化。

- 可编辑性：编辑器的推出为玩家提供更多创作空间。
- 社交：玩家与玩家之间建立各种不同的人际关系，如朋友、师徒、夫妻、仇人等。
- 经济系统：包括生产、积累、交易和消耗等，实现与现实货币交换。
- 去中心化：内容不服务于统一目标，所有用户既是参与者也是创造者。

2.开放世界MMORPG、沙盒游戏、UGC游戏平台都是元宇宙的雏形，UGC最为接近。

- 开放世界MMORPG：相比于单机游戏，MMORPG具有一个持续的虚拟世界；玩家离开游戏之后，这个虚拟世界在网路游戏运营商提供的主机式服务器里继续存在，并且不断演进。MMORPG为提高玩家的互动性，建立玩家与玩家之间各种不同的人际关系。如GTA。开放世界MMORPG一般有较高画面质量，但和VR沉浸感仍有差距，且内容由官方生产，但玩法受限于官方游戏开发者且仅支持虚拟货币的内部流转；社交互动主要是加好友和在线联机。
- 沙盒游戏：把玩家化身入游戏中以自身的力量改变世界，沙盒游戏大多无主线剧情，普遍以玩家生存为第一目标，探索和建设为第二目标，最后改变世界达成某项成就为最终目标。如《我的世界》。沙盒游戏具备UGC特征，和开放世界的探索功能，

但沉浸感较弱，社交互动也还停留在加好友和在线联机。经济系统方面，可以向玩家收取入场费、接受玩家捐赠或广告赞助，但虚拟货币和现实货币不能兑换。

- UGC 游戏平台：Roblox 内容创作高度自由，Roblox 平台通过提供平台基础设施和技术支持赋能开发者输出更多内容，进而吸引更多用户为内容付费，进而吸引更多开发者入驻，从而构成正循环。且经济系统形成闭环，玩家可用货币在游戏内消费内容，也能兑换现实货币，拥有线上会议、Party Place、虚拟音乐会等多种社交互动方式但沉浸感较弱。

3.未来 XR+引擎+AI+UGC 等助力游戏向元宇宙不断升级。UGC 游戏平台是目前最接近元宇宙的内容产品，但在沉浸感方面有所欠缺。XR 技术提升沉浸感，设备的清晰度、沉浸感、流畅性、交互感、舒适度等决定了普及程度。AI、引擎升级助力 UGC：AI 可自动生成并编辑补充相关的内容，引擎为内容生产者提供各种编写内容所需的各种工具，大幅压缩了未来内容的生产周期和成本。

3.3 虚拟人：现实世界与虚拟世界的连接点

近年来，随着动态捕捉、建模等技术的发展，一定程度上降低了虚拟人的生产门槛，并由此推动了虚拟人的类型细分和应用场景上的探索。

当前多数虚拟人使用了 3D 技术和全息技术并已经有了变现途径：抖音虚拟美妆达人柳夜熙近期霸屏，小红书虚拟人 AYAYI，B 站 CEO 陈睿在今年 12 周年庆上表示，过去一年共有超过 32000 名虚拟主播在 B 站开播，同比增长 40%，虚拟主播已成为 B 站直播领域增长最快的品类。**从传统动画片相比，主要适用了 3D 渲染技术和全息技术实现裸眼 3D。**目前虚拟人主要变现方式包括视频 KOL、虚拟偶像、品牌代言等。

英伟达演示的黄仁勋虚拟人更接近于数字人（Digital human）的概念。基于 Omniverse，Omniverse 作为一个技术平台底座，集合了英伟达过去二十多年在 AI、HPC 和图形各方面的技术、算法、标准。

- 通过 GPU 来渲染，以实现皮肤、毛发、衣物、配饰符合自然界物理定律。
- 通过 RTX Render，即实时光线追踪技术。
- 通过基于 AI 深度神经网络感知能力的英伟达会话式人工智能系统，把文字变成丰富面部表情，再基于 AI 实时渲染系统叠加到虚拟人上。

展望未来，随着技术进步，虚拟人有望走向保真度高、智能化及工具化的发展趋势，并应用在多种场景中。

图 32：元宇宙生态版图



资料来源：申万宏源研究整理绘制

4. 海外巨头布局：硬件流量入口起步，应用及底层技术逐级深入

4.1 Roblox Meta: 游戏 UGC 平台，引领元宇宙风潮

Roblox 成立于 2004 年，是集合娱乐、学习等不同类型内容于一体的全球化跨平台虚拟社区，用户可以使用移动终端、PC 电脑、游戏主机以及 VR 设备登录 Roblox 平台。平台应用均由来自全球各地的用户通过 Roblox 自有开发引擎自主开发生成，全平台统一上线，目前有超过 800 万活跃开发人员在为社区提供源源不断的内容，截至 21 年 9 月底，Roblox 全球 DAU 为 4730 万，平均每人使用时长超过 2.6 小时。公司平台主要由以下三部分组成：

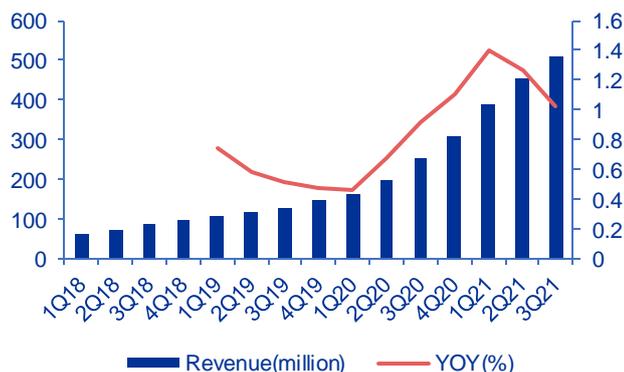
1) **Roblox Studio**：面向开发者的 Roblox 自研 3D 内容引擎，使用 Lua 语言，是供用户开发、发布、运行自主设计内容，强调易用性与便捷性，低龄（10 岁+）零基础开发者即可使用该引擎开发内容，是一款上手门槛较低的引擎。

2) **Roblox Cloud**：Roblox 自 2017 年开始自建数据中心，并向容器化储存方案进行转换。目前 Roblox 所有游戏均在自有服务器运行。Roblox 的基于自有基建的混合云服务器架构，为用户提供稳定、高速的连接，使其可结合 Studio 提供“即点击玩”、“全球同服”等游戏体验，为塑造虚拟世界打下了坚实的基础。Studio 和 Cloud 共同为开发者提供了便捷的开发环境，使开发者可专注于内容生产，因此吸引了众多开发者。

3) Roblox Client：面向玩家，是供玩家体验 Roblox 上 3D 世界内容的平台，该平台支持移动、PC、主机、VR 等多端互通，可以适配多类型终端和系统的接入；玩家在多平台端、内容上亦可使用相同的角色。

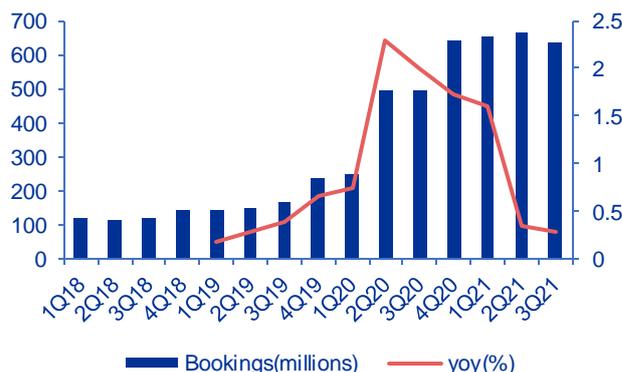
凭借目前同类沙盒类游戏中的最佳体验以及开放世界的创作驱动，公司营收和流水持续高增，Roblox 平台长期维持在美国 iOS（游戏）畅销榜前 5 的位置。

图 33：Roblox 季度收入及同比（百万美元）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

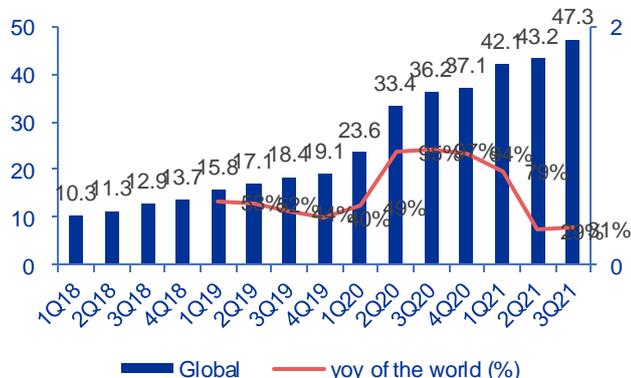
图 34：Roblox 季度流水及同比（百万美元）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

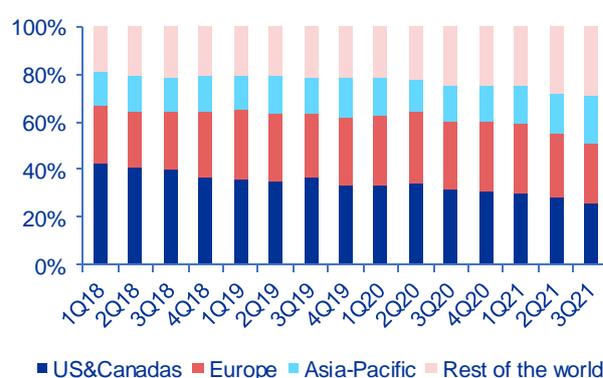
用户数高增及单用户 Booking 收入高增，受众偏向 Z 世代但逐渐拓宽。截至 21Q3，公司全球 DAU 为 4730 万，延续了高增长的趋势；截至 2021Q3，Roblox 平台用户中 13 岁及以下用户占比为 48.9%，根据公司招股书披露 2020 年底用户结构中，仅有 15% 的用户年龄超过 25 岁，9 岁以下用户占比达到 25%，整体用户年龄结构偏低，以 Z 世代为主。高年龄层用户占比正在逐步提升。随着平台内容不断丰富，受众面逐步拓宽，2021Q3 13 岁及以下日活跃用户占比低于 50% 为 2310 万 相较于 2020Q3 同期的 53%，下降了 4pct，13 岁以上用户为 2380 万，相较于 2020Q3 同期的 1610 万增长明显。

图 35：Roblox 全球 DAU 及同比（百万人）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

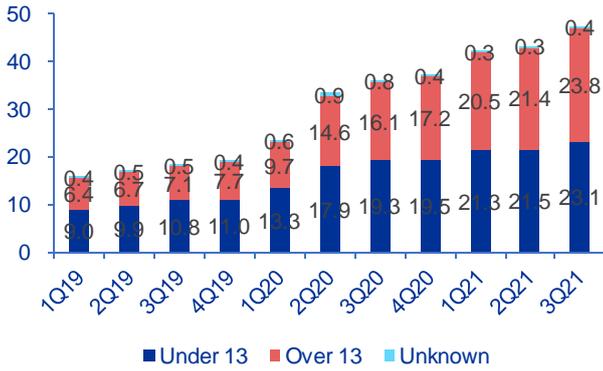
图 36：Roblox 全球 DAU 分地区占比（%）



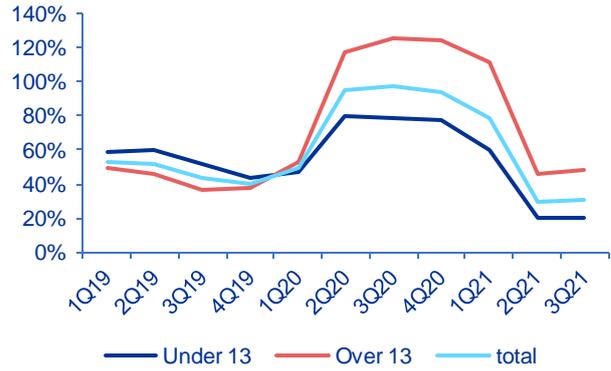
资料来源：公司财报，申万宏源研究

图 37：Roblox 全球 DAU 构成（按年龄段）

图 38：不同年龄段 DAU 增速



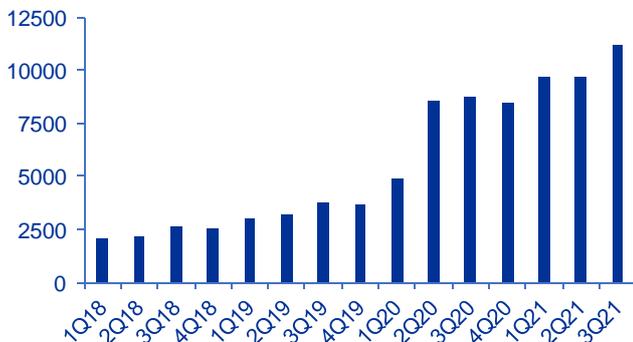
资料来源：公司财报，申万宏源研究



资料来源：公司财报，申万宏源研究

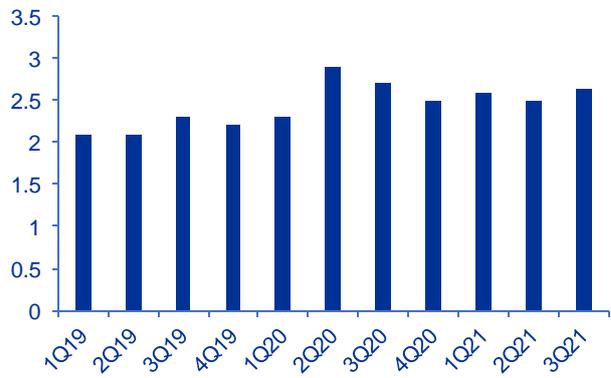
Roblox 活跃用户日均使用时长较长，用户粘性突出。 根据公司财报，Roblox 全球用户 2021Q2 消费总时长达到 97.38 亿小时，活跃用户日均使用时长达到 2.5 小时，用户粘性强。由于疫情影响，Roblox 平台自 2020Q2 开始，用户使用时长大幅增长，达到 85.86 亿小时，2021Q2 进一步提升至 97.38 亿小时，同比增长 13.4%，主要受益新市场的开拓（亚太地区以及南美洲地区市场）。从人均日使用时长看，2020Q2 在疫情拉动下，平均达到了 2.9 小时的峰值，之后逐步下降至 2021Q2 的 2.5 小时，用户粘性突出。

图 39：单季度使用时长（百万小时）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

图 40：活跃用户日均使用时长（小时）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

2021Q3 Roblox 平台日活用户人均的季度消费支出达到 13.49 美元，同比下滑 2%，主要系去年疫情高基数影响，同时用户向亚太地区和南美洲地区不断扩展，消费能力较北美和欧洲地区有一定差距，因此拉低了人均支出水平。

图 41：Roblox 平台日活用户人均的季度消费及同比增速（美元，%）



资料来源：公司财报，申万宏源研究

总结 Roblox 的成功，我们认为主要归结于 1) Roblox 以 Robux 为基础构建出了一套连接虚拟世界和现实世界的合理商业闭环；2) 开发者和用户共同构成的元宇宙世界的身份归属感。

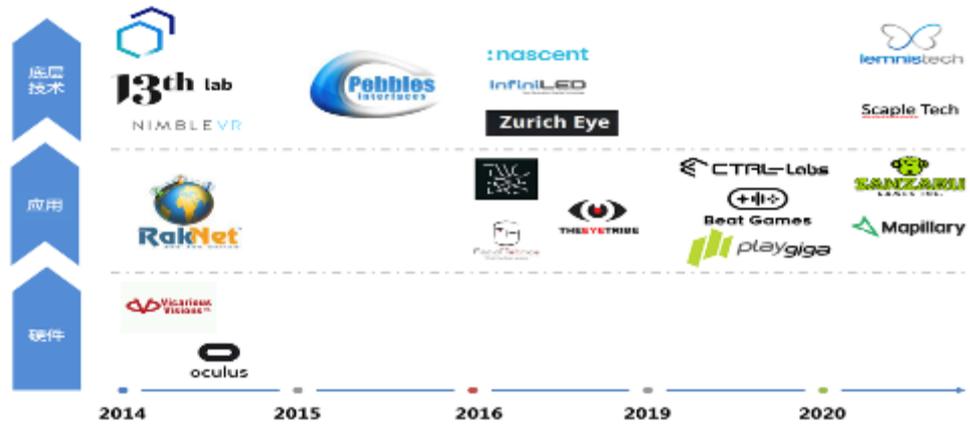
1) **用户端**：Robux 为 Roblox 平台统一流通虚拟币，用户注册后购买 Robux，可以体验平台各式各样的内容（部分为免费体验），付费模式包括一次性充值 Robux，也可按月订阅。

2) **开发者端**：开发内容，赚取 Robux 实现变现或者购买其他服务（广告位推广、开发工具等）。赚取 Robux 的方式有 4 种：1、出售内容体验或增强内容体验，用户打赏；2、基于参与度的支出，平台根据高级订阅者在体验中花费的时间来奖励开发者；3、在开发者之间销售内容和工具；4、通过 Avatar Marketplace（头像、服装等装饰）向用户销售商品。

4.2 Meta (Facebook)：更名 Meta 押注元宇宙，硬件内容均有突破

10 月 29 日，Facebook 正式宣布改名 Meta，继续加大元宇宙相关投入，战略发展重心由广告向更多维度拓展。我们梳理了 Facebook 元宇宙相关布局，贯穿硬件、应用层、底层技术等各个方向，聚合构成下一代互联网形态的元宇宙世界。

图 42：Facebook 元宇宙布局时间线



资料来源：Facebook 财报，映维网，青亭网，申万宏源研究

表 9：Facebook 元宇宙相关投资

时间	企业名称	融资轮数/金额	领域	公司业务简介
2014/2/20	Vicarious	B 轮 4000 万美元	智能硬件	人工智能公司，将大脑皮层存储为计算机代码形式
2014/3/26	Oculus VR	并购 20 亿美元	智能硬件	虚拟显示技术公司
2014/6/25	Carbon Design	并购 (Oculus)	设计	产品设计
2014/7/8	RakNet	并购 (Oculus)	软件工具	研究通过网络连接游戏的软件开发引擎
2014/12/12	13th Lab	并购 (Oculus)	技术服务	计算机视觉技术
2014/12/12	Nimble VR	并购 (Oculus)	技术服务	计算机视觉及动作追踪
2015/7/16	Pepples Interfaces	并购 (Oculus)	技术服务	手势识别
2016/5/23	Two Big Ears	并购	软件工具	空间音频公司
2016/9/20	Nascent Objects	并购	技术服务	原型制作公司
2016/10/14	InfiniLED	并购 (Oculus)	技术服务	减少能耗的技术
2016/11/1	Zurich Eye	并购 (Oculus)	技术服务	计算机视觉公司
2016/11/16	FacioMetrics	并购	软件工具	面部识别技术公司
2016/12/28	The Eye Tribe	并购 (Oculus 名义)	软件工具	眼动追踪公司
2019/9/24	CTRL-Labs	并购 10 亿美元	软件技术	脑计算研发
2019/11/27	Beat Games	并购	游戏	游戏工作室
2019/12/19	Play Giga	并购 7800 万美元	游戏	云游戏业务
2020/2/9	Scaple Technology	并购 4000 万美元	技术服务	计算机视觉公司
2020/2/26	Sanzaru Games	并购	游戏	VR 游戏
2020/6/19	Mapillary	并购	软件技术	街道级图像平台
2020/9/21	Lemnis	并购	技术服务	VR/AR 变焦技术公司

资料来源：鲸准，申万宏源研究

● 硬件：从 VR 设备起步，布局元宇宙流量入口。

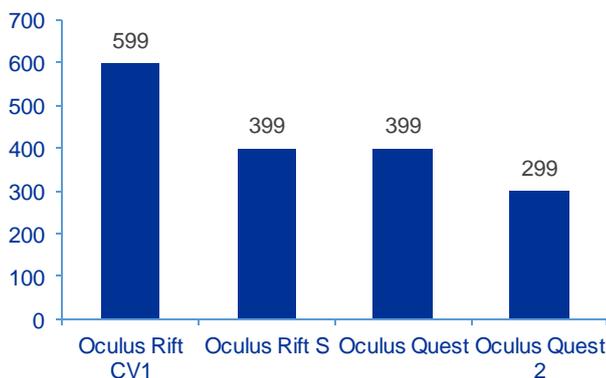
逐步完善显示技术，低价终端促进消费普及。2014 年，Facebook 以 20 亿美元收购 VR 设备厂商 Oculus VR 开启 VR 新媒介渠道布局。此后陆续推出 Oculus Rift、Oculus Rift S、Oculus Quest 等产品，但由于 VR 头显设备动态时延、分辨率、刷新率不够高等问题，

同时，400 美金以上昂贵的价格导致终端市场销量有限。2020 年 Oculus Quest2 上市，售价仅 299 美金，显示技术的完善及价格优势促进 VR 头显设备显著普及，推动了全球 VR 设备出货量增长，2021 年全球 VR 出货量有望接近 1000 万。据 IDC 数据，2Q21 Facebook VR 设备市占率达 75%，同比增长 351.4%。

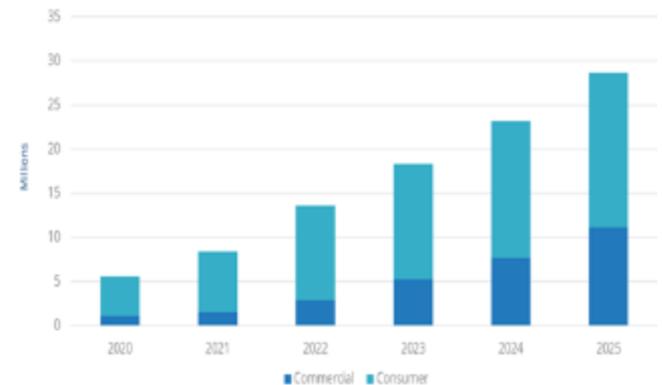
表 10 : 表 Facebook 各 VR 头显设备参数

VR 产品	价格	发布时间	重量	刷新率	显示面板	分辨率	视场角	芯片	内存	追踪技术	声音
Oculus Rift DK2	350 美元	2014/7	440g	75 Hz	OLED	单眼 960×1080	94°	-	-	6 DoF	-
Oculus Rift CV1	599 美元	2015/7	380g	90 Hz	OLED	2160x1200	88°	-	-	6 DoF	自带耳机
Oculus Go	199 美元	2017/10	468g	60Hz/72Hz	LCD	1280× 1440	89°	高通骁龙 821	32GB	3 DoF	环绕立体声
Oculus Rift S	199 美元	2019/5	487g	80Hz	LCD	单眼 2560× 1440	88°	-	-	6 DoF	内路定位音频
Oculus Quest	399 美元	2018/9	571g	72Hz	OLED	单眼 1440× 1600	94°	高通骁龙 835	128G	6 DoF	内路定位音频
Oculus Quest 2	299 美元 (128G) /399 美元 (256G)	2020/9 256G, 2021/9 128G	503g	120 Hz	LCD	单眼 1832× 1920	89°	高通骁龙 XR2	256GB	6 DoF	内路定位音频

资料来源：VR 陀螺，申万宏源研究

图 43 : Facebook 各头显设备终端价格 (美元)


资料来源：Oculus 官网，申万宏源研究

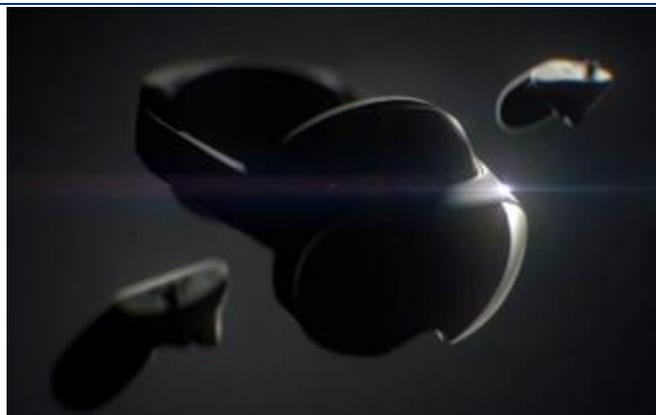
图 44 : VR 头显设备销量 (百万台)


资料来源：IDC，申万宏源研究

高端 VR/AR 产品持续研发，致力于极致沉浸式体验。 Facebook Connect 大会上，公司仍持续研发高端 VR/AR 产品研发。VR 头显 Project Cambria 预计将于明年发布，具备更纤薄的光学器件以及更智能的传感器和重建算法，能够让虚拟分身与元宇宙中的其他

用户保持自然的眼神交流，准确地反映佩戴者的面部表情、拥有全彩色混合现实能力等。同时，公司介绍了 AR 眼镜原型机 Project Nazare，镜片不超过 5mm，或会涉及全息技术、光波导等光学突破，但具体技术路径及发布时间仍未确定。

图 45 : VR 高端产品 Project Cambria



资料来源：Facebook Connect，申万宏源研究

图 46 : AR 眼镜 Project Nazare

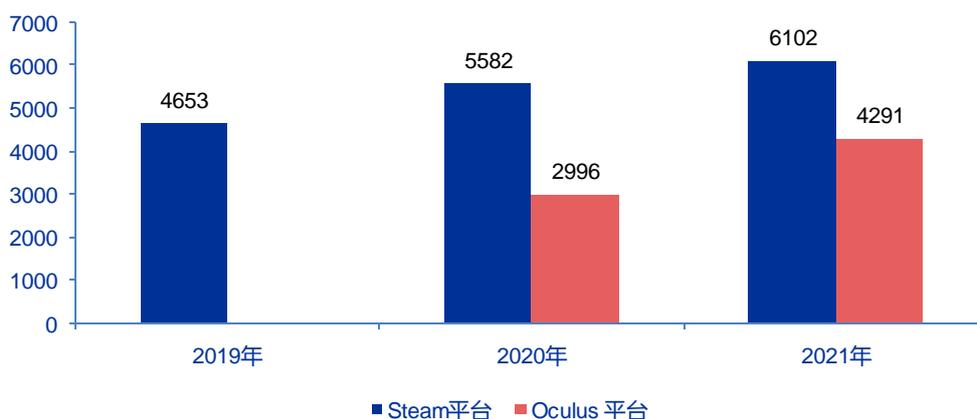


资料来源：Facebook Connect，申万宏源研究

- 应用：游戏、教育、办公多端发力，链接真实与虚拟世界。

游戏：VR 应用数量不断增长，动作游戏占比最高，游戏互动持续提升。据青亭网统计，2021 年 10 月份，Steam 平台 VR 应用内容为 6102 款。截止 2021 年 8 月底，Oculus Rift 应用数量为 1785 个，Oculus Quest 应用数量为 302 个，综合第三方应用，Oculus 各平台 VR 应用数目总和约为 4300 个，应用数量快速增长，规模角度接近 Steam 平台。据 VR 陀螺，对 Quest 平台所有内容分类后，目前 Quest 平台占比最高的作品类型为动作类 35%、休闲类 19%、影视 12%、故事 9%。

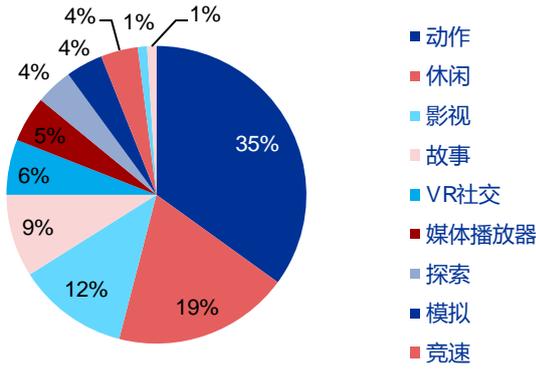
图 47 : Steam 平台 vs Oculus 平台



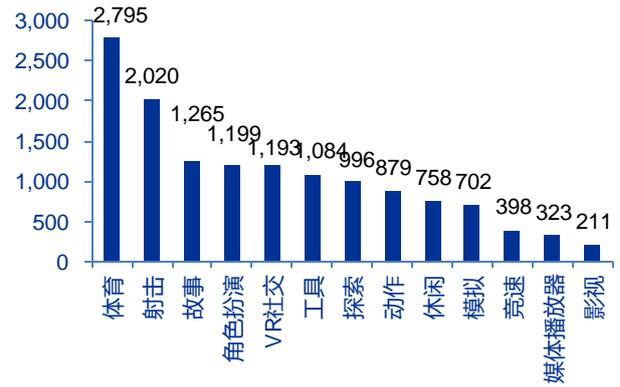
资料来源：青亭网，申万宏源研究

图 48 : Oculus 内容占比

图 49 : Quest 平台内容评论数



资料来源：VR 陀螺，申万宏源研究



资料来源：VR 陀螺，申万宏源研究

游戏沉浸感有望进一步提升,商业化能力持续释放。10月29日的Facebook Connect大会上,Facebook宣布《GTA》VR版本,该VR版本将发布于Quest 2平台。同时,推出《剑与魔法》。至今,Oculus 共计收购了5家VR游戏的独立工作室用于建设VR内容生态。目前Facebook好评率及评论数最高的游戏为《Beat Saber》,5分好评率高达82%,累计收入已超过1亿美元。我们认为,随着VR应用设备的低价普及以及内容质量的不断提升,应用层的商业化能力仍有广阔空间。

图 50 : Facebook Connect 推出《剑与魔法》



资料来源：Roblox 招股书，申万宏源研究

图 51 : Facebook Connect 宣布 GTA 将发布



资料来源：Roblox 招股书，申万宏源研究

教育及办公：完善现实生活和虚拟世界的连接,提供沉浸式的教学和办公体验。Facebook 希望在元宇宙中建立一个强大的学习生态系统,并为此设立了一个1.5亿美元的专项基金。2020年Horizon Beta测试版上线,将涉及VR社交、VR游戏、VR会议等工作场景的应用,2021年8月推出VR会议平台Horizon workrooms。根据businesswire,VRChat为Steam和Oculus Rift商店中排名前列的免费VR应用程序,拥有数百万用户、几十万个虚拟世界和超过1000万个独特的虚拟角色,2020年11月同时在线人数超2.4万人,52%是VR用户。

图 52 : 虚拟现实社交 VRCHAT

图 53 : Horizon Workrooms



资料来源：VRchat，申万宏源研究



资料来源：Horizon，申万宏源研究

- **底层技术：加大交互层技术研发投入。**

公司持续加大底层系统及交互层动捕技术投资。 Facebook 早期在社交网站时期即逐步完成人工智能、网络运算等技术积累，在推进 Lydia 进程中积累区块链技术，Facebook 操作系统以及交互层投资。Facebook Connect 大会上推出的 Presence 平台，旨在帮助开发人员在 Quest 平台上构建混合现实。Presence Platform 包含三个产品：用于开发混合现实体验的 Insight SDK：帮助开发者构建混合现实体验，创造临场感；Interaction SDK：可以向应用程序添加手部交互动作；Voice SDK：可以帮助构建语音输入体验的 SDK。同时，Facebook 密集投资，包括计算机视觉、面部视觉、眼动追踪、VR/AR 变焦技术等。同时，Facebook Quest 等产品主要依赖于安卓系统，公司正自主开发操作系统，旨在消除对安卓的依赖。

4.3 微软：企业元宇宙战略，赋能产业

2021 年 7 月，Microsoft Inspire 中明确提出“企业元宇宙”的概念，试图通过构建资产、产品的数字模型，实现物联网、混合现实的整合。核心技术包括 Azure 云、Dynamic 365、Windows Holographic 等。2021 年 11 月 2 日微软 Ignite 大会上，微软 CEO 宣布正式驱动元宇宙计划。公布混合现实平台 Mesh for Teams，预计将于 2022 年上半年推出。微软已与埃森哲合作开发虚拟空间，围绕线上培训场景布局。微软将通过 HoloLens、Azure、Mesh、Dynamics 等工具结合为企业客户提供现实和虚拟世界的交互。

图 54：微软元宇宙布局



资料来源：微软官网，申万宏源研究

- **硬件：布局 AR 显示设备，率先切入 B 端产业。**

HoloLens 主打 B 端产品，交互技术不断迭代。微软至今共推出两代产品 HoloLens 及 HoloLens2，延续微软 Xbox 360 的 Kinect 技术，使用自主研发的 Holographic Processing Unit 提升计算能力。HoloLens 一代融合了切削边缘光纤和传感器，HoloLens 2 将混合现实和 Dynamics 365 配合使用，增强了眼部追踪、手动追踪、手势识别等功能。目前 HoloLens 的主要客户为制造业、医疗保健业及教育行业，主要客户包括梅赛德斯-奔驰、帝国理工学院、NHS 信托医生、凯斯西储大学、美国东北大学等。

表 11：微软 AR 眼镜产品参数对比

AR 产品	HoloLens 1	HoloLens 2
价格	3000 美元	3500 美元（仅头盔）
发布时间	2016/3/30	2019/11/7
重量	579g	566g
刷新率	60 Hz	60 Hz
摄像头	200 万像素，720p 视频	800 万像素，1080p 视频
分辨率	单眼 1268x720；16:9 光引擎	单眼 1440x936；3:2 光引擎
视场角	34°	52°
芯片	Intel Atom x5-Z8100	高通骁龙 850
内存	2GB RAM, 64 GB 闪存	4GB LPDDR4x 系统 DRAM, 64GB/128GB 闪存
追踪技术	6 DoF，单手识别与追踪	6DoF，双手全关节+眼球实时追踪
声音	集成立体声扬声器	集成立体声扬声器
续航	2-3 小时	2-4 小时
HPU	HPU1.0	HPU2.0
蓝牙	4.1	5
OS	Windows 10	Windows Holographic

资料来源：AR 开发者社区，申万宏源研究

- **技术及应用：以 AR 游戏试水，深入办公及工业场景**

技术：布局企业云平台，推出开发者通用工具。 Azure 云为企业级公有云平台，可将实有物理资产连接到云，并创建数字模型及定位，提供数据分析，Azure 云还拥有人工智能及自动化等功能。Windows Holographic 能够提供全息影像框架、交互模型、感知 API 的服务。此外，微软联合 Unity 推出面向混合现实的开源开发工具包 MRTK，便于 MR 及 HoloLens 方面应用的开发及交互技术拓展。

应用：游戏应用试水，深入办公、制造等产业场景。 2015 年，HoloLens 将沙盒游戏《我的世界》映射在现实，并推出《光晕》、《模拟飞行》等游戏。2016 年，微软推出 Dynamics 365，作为 ERP 及 CRM 解决方案，帮助企业提高经营效率。2021 年 3 月，微软推出了混合现实会议平台 Mesh，旨在打造通过 AR/VR 技术进行远程协作的应用。目前 Teams 在全球有超过 2.2 亿用户以及超过 1300 万的日活用户。近期 Ignite 大会上，微软宣布推出 Dynamics 365 Connected Spaces 允许用户造访虚拟重现的现实商店与场景。如医院的新冠病房、丰田汽车工厂以及国际空间站等地。

图 55：HoloLens 与 Dynamics 365 应用



资料来源：微软官网，申万宏源研究

图 56：微软 Mesh 应用



资料来源：微软官网，申万宏源研究

4.4 Unity：通用性广泛适配，赋能元宇宙开发者

Unity 具备通用性，60%的 VR/AR 产品由 Unity 创作。 目前 Unity 开发者遍布全球 90 多个国家，所涉及产品月活用户数超过 27 亿。60%的 VR/AR 产品由 Unity 创作，91% 的 HoloLens 平台内容由 Unity 创作。Unity 抓住手游时代机遇，迅速占领移动互联网引擎市场，市占率从 2010 年的 2.55% 提升至 2021 年的 49.48%。Unity 是可以面向数据的技术站，其具备多人联网、拓展服务器、3D 物理渲染等技术。元宇宙时代，设备及应用强调连接和现实感。Unity 支持几乎所有的 XR 设备，对全景生态支持，产品价格从免费到 200 美元/月不等，目标客户包括个人开发者、中小客户及专业大型企业。

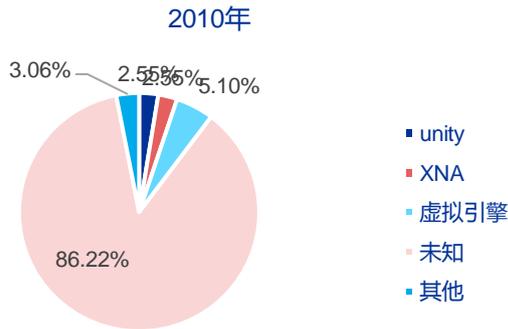
表 12：Unity 各产品情况

Create solutions plan	价格	功能	目标客户
Unity Plus	40 美元/每客户/每月	分析能力、诊断工具、培训和支持等平台功能使用权	中小型企业，个人用户
Unity Pro	150 美元/每客户/每月	优先客户支持，协作工具，专业服务，额外支持，访问 Unity 源代码的许可	年收入高于 20 万美元的用户

Create solutions plan	价格	功能	目标客户
Unity Enterprise	200 美元/每客户/每月	包含 Unity Pro 各项功能，以及 PiXYZ, HMI 工具包，设计协作工具集	需要额外定制和灵活性的大型团队和组织
Unity Personal / Unity Student	免费	具备基本特征的入门版 Unity	年收入低于 10 万美元的用户以及验证通过的学生用户

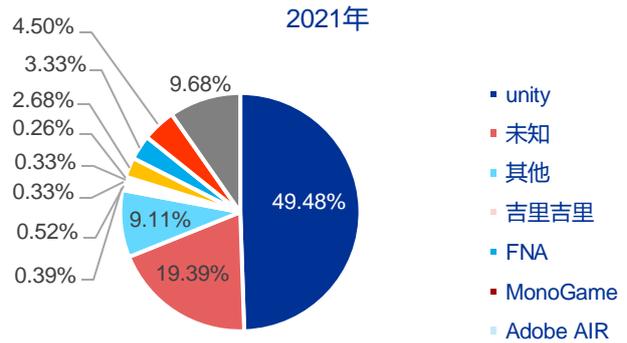
资料来源：Unity 官网，申万宏源研究

图 57：2010 年游戏引擎市占率



资料来源：Medium，竞核，申万宏源研究

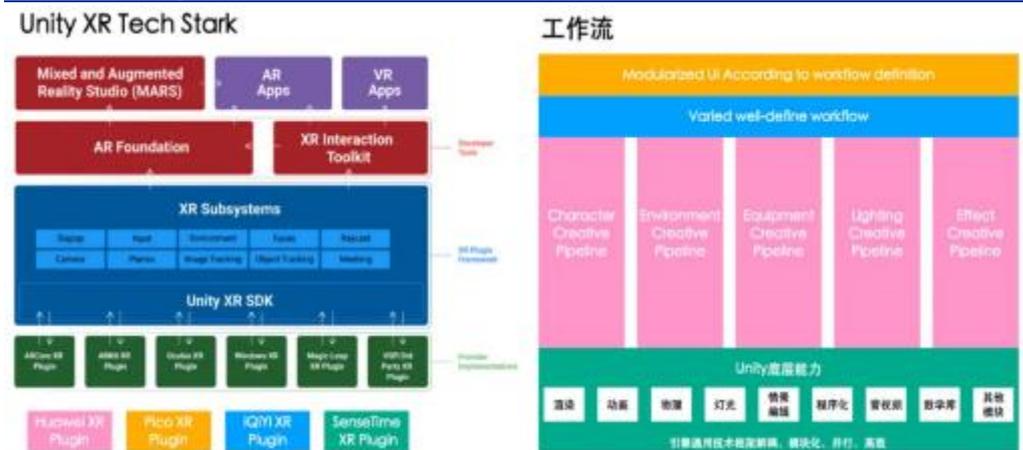
图 58：2021 年游戏引擎市占率



资料来源：Medium，竞核，申万宏源研究

模块化、分布式、及云化，多重赋能开发者。 Unity 具备高度模块化的工作流，同时，Unity 产品采用完全解耦合的架构，并且高度模块化也适合分布式的架构。Unity 不但基于数据做了一系列的技术，还储备 ECS 开发框架。目前 Unity 储备面向数据的物理引擎，采取分布式的确定性架构；基于 DOTS 的渲染工具，以及分布式的 GPU 渲染管线，为未来撬动更多的算力。同时 Unity 产品具备云化、高度模块化特征，多重赋能开发者。

图 59：Unity 模块化工作流简介



资料来源：竞核，申万宏源研究

4.5 英伟达：Omniverse 加速构筑元宇宙软件生态基石

11月9日，英伟达GTC大会上，英伟达发布Omniverse新功能及底层技术更新，其中涵盖机器学习、图形处理、语音及自然语言处理，核心是通过技术迭代，创造可适配于AI的数字孪生世界的底层平台，促进元宇宙软件底层生态持续完善。

图 60：英伟达 Omniverse 技术布局



资料来源：GTC，申万宏源研究

GTC 大会上，英伟达发布了两项新功能 Omniverse Avatar 和 Omniverse Replicator。（1）Omniverse Avatar：连接了NVIDIA的语音AI、计算机视觉、自然语言理解、推荐引擎和模拟方面技术。（2）Omniverse Replicator：能够生成用于深度神经网络的合成数据的强大引擎。

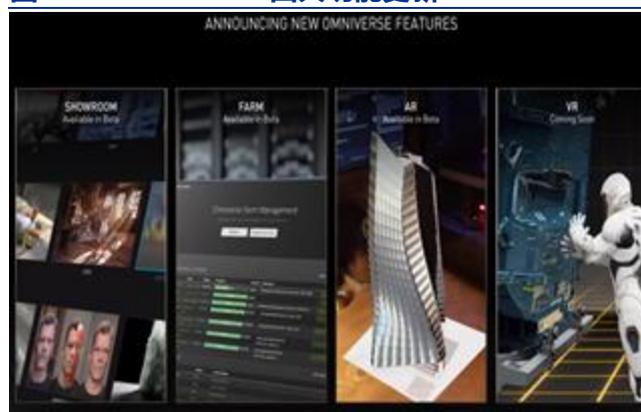
应用层、系统层、显示技术层全方位推进构筑元宇宙基础。Omniverse Avatar 可助于元宇宙虚拟身份构建，运用自然语言处理、角色动画及实时光线追踪追踪技术等，补充数字世界人物建模能力。此外，Omniverse 更新的 showroom、FARM、AR、VR，分别从应用层、底层系统、图形串联AR、光追VR等层面全方位推进元宇宙软件生态构筑。

图 61：Omniverse Avatar



资料来源：GTC，申万宏源研究

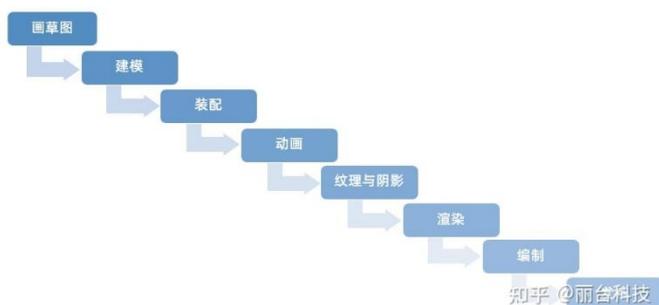
图 62：Omniverse 四大功能更新



资料来源：GTC，申万宏源研究

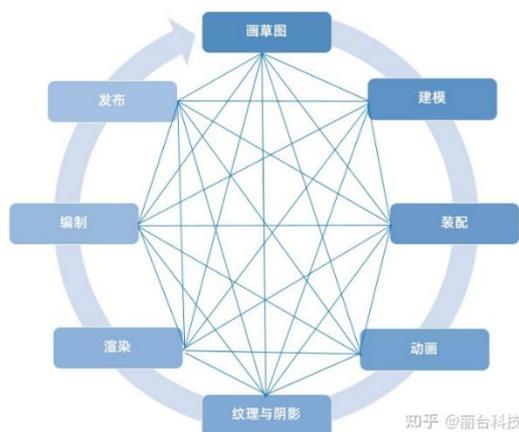
软件：Omniverse 具备通用性，可实现跨平台供应商交互。 Omniverse 实现了跨不同应用和 3D 生态系统供应商实现通用互操作性，该平台充当枢纽的角色，使新功能作为服务开放给所有连接的客户端和应用。Omniverse 包含 5 个重要组件，分别是 Omniverse Connect 连接器、Nucleus 核心、Kit 套件、Simulation 仿真和 RTX 渲染。

图 63：大型 3D 内容创作的一般流程：逐步进行，且无法多个流程同时进行操作，费时费力



资料来源：知乎，丽台科技，申万宏源研究

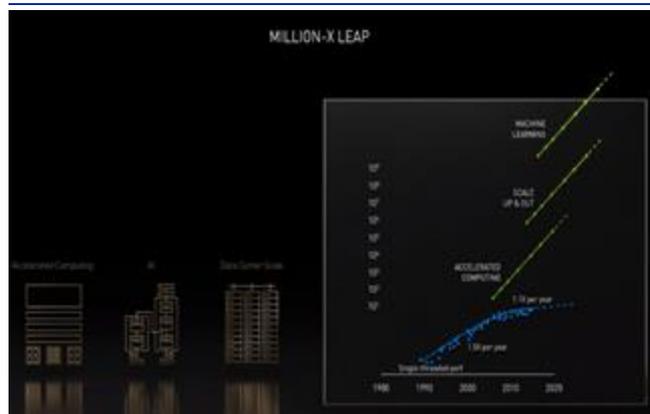
图 64：使用 NVIDIA Omniverse 之后的工作流程：流程里的不同团队都可以同时访问同一个内容创作项目，且互不干扰



资料来源：知乎，丽台科技，申万宏源研究

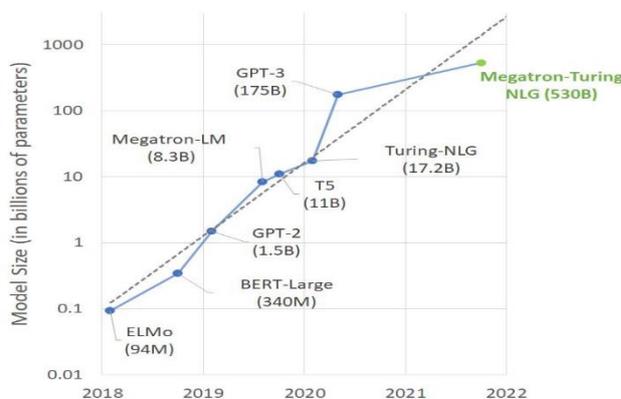
AI 赋能自动化加速，边缘计算支撑 3D 应用实现。 加速计算正在重塑从芯片、系统和加速库到应用的全栈式计算，带来 50 倍算力提升。此外，深度学习框架具备高度并行性，有助于 GPU 加速，及节点扩张，带来 5000 倍提速，AI 编写软件可提速 1000 倍。大多数 NLP 模型对于计算有较高要求，英伟达 Megatron Turing 可部分解决相应问题，提升计算速度，综合边缘计算带来的更新迭代，可推进实时 3D 应用，进一步推动元宇宙虚拟架构实现。

图 65：加速计算、AI、数据规模



资料来源：GTC，申万宏源研究

图 66：NLP 模型每年以 1-2 个数量级的速度提升

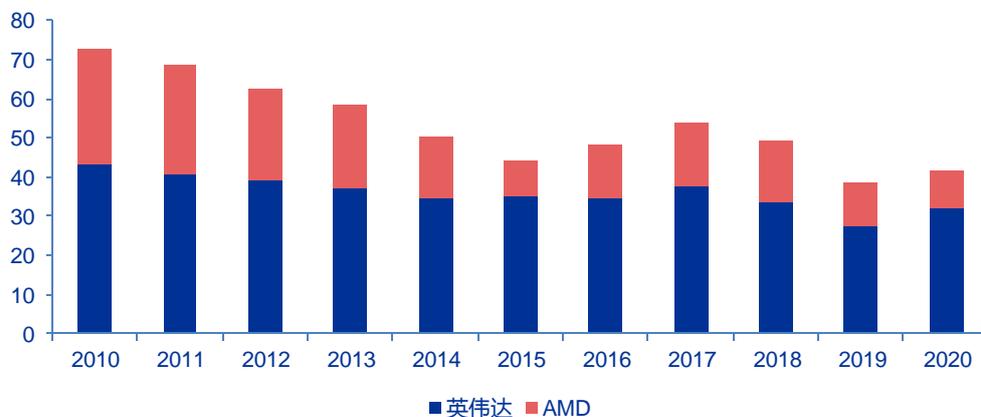


资料来源：英伟达，知乎，申万宏源研究

硬件：英伟达全球独立显卡出货量保持领先，元宇宙时代长期确定性需求。 英伟达在独立显卡市场份额长期领先。据 Joe Research，2020 年全年出货量约 3200 万个，占据

头部地位。元宇宙时代，VR 设备是有可能最先落地的硬件入口。以 VR 头显设备为例，至少 90Hz 刷新率以及 4K 以上的分辨率才可保持较好的用户体验，降低眩晕感。英伟达 RTX 系列产品性能匹配各级渲染要求，未来虚拟世界依然把握确定性需求。

图 67：英伟达占全球独立显卡出货量份额保持领先（百万个）



资料来源：Jon Research，申万宏源研究

表 13：英伟达 RTX 系列各产品简介

	RTX 3090	RTX 3080	RTX 3070	RTX 2080T
CUDA Cores 核心数量	10496	8704	5888	4352
加速频率	1.7GHz	1.71GHz	1.73GHz	1545 MHz
标准显存配置	19.5Gbps GDDR6X	19Gbps GDDR6X	16Gbps GDDR6	14Gbps GDDR6
显存位宽	384 位	320 位	256 位	352 位
VRAM	24 GB	10 GB	8GB	11 GB
单精度 Perf.	35.7 TFLOPs	29.8 TFLOPs	20.4 TFLOPs	13.4 TFLOPs
Tensor Perf.(FP16)	285 TFLOPs	238 TFLOPs	163 TFLOPs	114 TFLOPs
Ray Pref.	69 TFLOPs	58 TFLOPs	40 TFLOPs	-
TDP	350W	320 W	220 W	250 W
GPU	GA 102	GA 102	GA 104	TU 102
晶体管数量	28B	28B	-	18.6B
架构名称	Ampere	Ampere	Ampere	Turing
制造工艺	三星 8nm	三星 8nm	三星 8nm	台积电 12 nm
发布日期	2020 年 9 月 24 日	2020 年 9 月 17 日	2020 年 10 月 1 日	2018 年 9 月 20 日
发布价格	1499 美元	699 美元	499 美元	999/1199 美元

资料来源：英伟达，申万宏源研究

致力底层技术构建虚拟世界，为元宇宙构筑软件基础。综合而言，英伟达很早即提出“数字孪生”概念，Omniverse 被描述为“数字虫洞”，核心展望为将现实物理世界连接至 3D 虚拟数字世界。公司专注于人工智能、边缘计算、显存技术等各方面基础技术的更新迭代。相较于其他平台化、内容化的元宇宙发展方向，英伟达定位技术基石，奠定元宇宙软件基础。

图 68：Omniverse

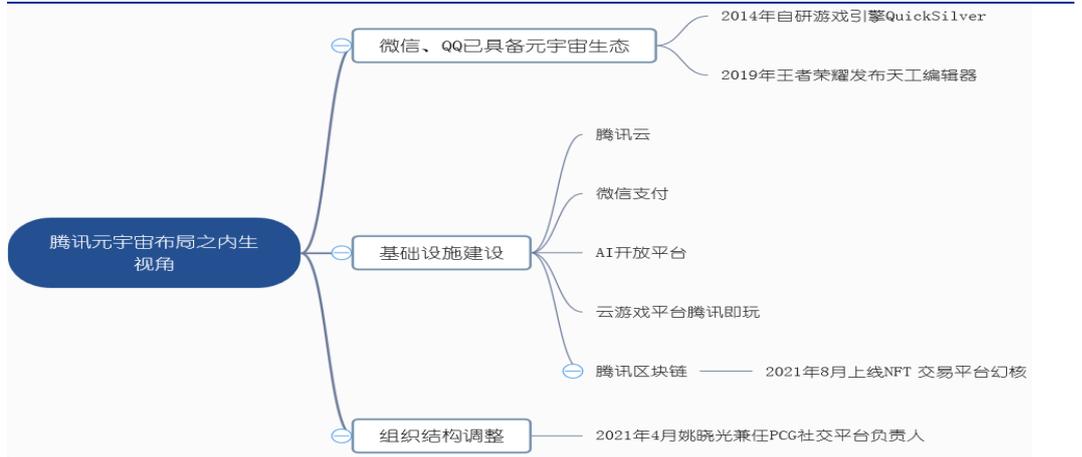


资料来源：GTC，申万宏源研究

4.6 腾讯：社交流量为基，内容技术持续拓展

腾讯拥有中国最大社交平台，同时 QQ 和微信已经具备元宇宙生态。腾讯现有庞大社交流量，目前微信用户规模为 12.5 亿，在社交、游戏、企业服务等领域已有国内强大基础。虚拟身份方面，最早做到 Avatar（虚拟化身）的国内应用是 QQ 秀。QQ 秀具有成长为 Metaverse 门票的潜质，QQ 空间则是这个远大目标的突破点。虽然目前只可供 QQ 用户 DIY 设计的“迷你个人网站”，但是却已经具备基础的个性化 UGC 自定义的部分。

图 69：腾讯元宇宙布局



资料来源：申万宏源研究

图 70：微信和 QQ 两大社交平台已具备元宇宙生态



资料来源：微信，申万宏源研究

云与金融方面，腾讯已构筑元宇宙底层基础设施。腾讯云、微信支付、AI 开放平台、云游戏平台腾讯即玩以及区块链构成了腾讯在元宇宙方面的基础设施布局。云计算可以降低设备成本，云游戏跨终端、免配置致力于高品质游戏内容推广，AI 开放平台赋能内容创作，区块链推动元宇宙构建全新的经济体系和社会规则，促进更广泛人群参与。

硬件布局 AR 设备与感知交互技术，软件重点投资 Epic 和 Roblox。1) **硬件布局：**2016-2017 年腾讯投资了两家 AR 眼镜公司，Meta 和 Innovega；2021 年 6 月腾讯投资 Ultraleap 布局感知交互技术。2) **软件布局** 腾讯在 2012 年以 3.3 亿美元买入 Epic Games 48.4% 的股权，在 2020 年 2 月投资元宇宙第一股 Roblox，在 2021 年 1 月投资元象唯思（致力于打造互联网与现实世界相融合的无缝生态）。

表 14：腾讯软件/硬件布局

腾讯在硬件层布局						
公司名称	投资时间	企业性质	地点	轮次	金额	其他投资方
Meta	2016/6/14	VR/AR 硬件-AR 眼镜	北美洲	B 轮	5000 万美元	高榕资本、Horizons、Ventures 维港投资、Comcast Ventures、联想集团、GQY 视讯
Innovega	2017/2/21	VR/AR 硬件 -AR 眼镜	北美洲	A 轮	300 万美元	
Ultraleap	2021/6/18	感知交互技术-手势识别公司	欧洲	D 轮	5000 万美元	
腾讯在软件层布局						
Epic Games	2012/7/25	虚幻引擎	北美洲	战略投资	3.3 亿美元	
Roblox	2020/2/27	在线游戏平台	北美洲	G 轮	1.5 亿美元	淡马锡 Temasek、Andreessen、Horowitz's Late Stage、Venture fund
元象唯思	2021/1/21	全真互联网	广东	天使轮	4000 万美元	高榕资本、五源资本、高瓴创投

资料来源：投融界，爱企查，申万宏源研究

技术层进行虚幻引擎投资，天美自研持续推动引擎底层架构。腾讯早在 Epic Games 首轮融资轮次进入，持有 Epic Games 42% 股份。目前 Epic 的 Unreal 引擎具备强大的实时 3D 内容创作能力，而天美 F1 工作室自身目前也已储备引擎技术，并处于不断优化过程中。天美 F1 工作室对标顶级 3A 公司，支持开放世界 PCG 工业化游戏内容生产，通过超拟真载具物理仿真技术、光学动捕技术及 FACS 写实面部系统，在建设开放世界游戏的过程中，持续推进底层架构能力。

表 15 : Epic 产品简介

Epic 产品	价格	功能	目标客户
虚幻引擎	营收超过 100 万美元需支付 5% 分成，其他情况免费	一套完整的开发工具，从设计可视化和电影式体验，到制作 PC、主机、移动设备、VR 和 AR 平台上的高品质游戏，虚幻引擎能为你提供起步、交付、成长和脱颖而出所需的一切。	面向任何使用实时技术工作的用户
MetaHuman Creator	在虚幻引擎项目中免费使用	一款基于云服务的应用，能帮助任何人在几分钟内创建照片级逼真的数字人类，包含完整的绑定，可在虚幻引擎项目中用于制作动画。	面向任何使用实时技术工作的用户
Twinmotion	试用版、学生版免费，商业版固定席位永久许可证 499 美元	用更短的时间完成更多的设计。用一款能够当场实现所有灵光一闪的工具，将 BIM 和 CAD 数据转化成动态体验。	商业用户、学生、其他用户
Game services	免费	获取包括语音聊天、成就、配对、有效操作在内的各种免费服务。游戏服务支持你选择的任意引擎、所有平台以及所有的身份验证服务——包括你自研的系统或 Epic 提供的现成服务。	游戏玩家、其他用户
Account services	免费	使用 Epic 免费、共享的账户服务，将各平台、各商店上的玩家与他们的好友聚集在一起。玩家可以使用 PlayStation、Xbox、Switch、Facebook、Google、苹果、Steam 和 Epic 账户登录。	游戏玩家、其他用户
Epic 游戏商城发布工具	收取 12% 分成	将游戏自助发布至 Epic 游戏商城。	游戏创作者

资料来源：公司官网，申万宏源研究

图 71 : 天美工作室引擎技术储备



资料来源：竞核，申万宏源研究

表 16：腾讯元宇宙投资梳理

时间	企业名称	投资轮数/金额	领域	公司业务简介
2021/5/1	十字星工作室	B 轮/过亿人民币	游戏	服务于动漫、游戏开发行业的内容供应商，可以提供从上游到下游，从世界观、小说、到漫画、游戏落地的一站式内容服务，本轮融资的主要目的为搭建面向未来的次时代引擎工作流程、组建大型 3D 项目研发团队。
2021/4/22	WakeData 惟客数据	B+轮/2500 万美元	人工智能	一家基于大数据和 AI 技术的数字化转型服务商。
2021/3/30	万像文化	A 轮/数百万美元	文娱	瞄准高潜的虚拟偶像市场，依托自主研发的数字人技术和快速落地的产品解决方案为市场提供优质服务。
2021/3/18	Ubitus 优必达	战略融资/4000 万美元	游戏	一家多媒体云端游戏服务解决方案提供商，致力于以先进科技提供 3A 级的游戏体验。
2021/2/22	贝锐科技	未知轮次/4000 万美元	云计算	致力于 SaaS 远程连接解决方案。目前已经建立了基于 SNP (SaaS、NaaS、PaaS) 模型，形成了由向日葵 (远程控制)、花生壳 (远程访问) 和蒲公英 (异地组网) 组成的产品矩阵。
2020/2	Roblox	G 轮/1.5 亿美元	游戏	元宇宙概念第一股。
2018/6/22	迷你玩科技	战略融资/金额未知	游戏	《迷你世界》游戏制作商。
2017/2	Innovega	A 轮/300 万美元	AR	增强现实眼镜和隐形眼镜系统 eMacula 制造商。
2016/6/13	Meta	B 轮/5000 万美元	AR	增强现实眼镜,领先的光学解决方案和基于神经科学原理设计的交互系统。
2012/7	Epic Games	收购/3.3 亿美元	游戏	近十年来最负盛名的游戏制作团队之一，研发的虚幻引擎为无数的游戏制作团队所采用,代表作《堡垒之夜》。

资料来源：投融界，爱企查，申万宏源研究

4.7 字节跳动：积极布局硬件、内容及底层技术

早期布局人工智能,近期布局 VR 硬件。字节跳动从 2019 年开始,先后投资深极智能、机器人 3D 视觉技术服务商、视觉及人工智能服务商等多家元宇宙相关技术公司。2021 年 4 月字节跳动投资 1 亿人民币给主打元宇宙概念的游戏公司代码乾坤，并于 8 月正式上线《重启世界》。字节跳动于 2021 年 8 月收购 Pico，收购金额为 90 亿元人民币。Pico VR 产品走低价路线，Pico G2 及 Pico Neo3 仅售价 2499 元，低价头显具备普及潜力。

表 17：字节跳动元宇宙相关投资

时间	企业名称	投资轮数/金额	领域	公司业务简介
2021/10/12	光舟半导体	Pre-A 轮/金额未知	芯片	产品用于半导体 AR 眼镜，为光波导行业领航者
2021/10/14	云脉芯联	天使轮/数亿元	芯片	专注于数据中心网络芯片研发的创新企业
2021/8/29	Pico	并购/90 亿	智能硬件	VR 一体机品牌商
2021/9/8	睿思芯科	A 轮/数千万美元	智能硬件	RISC - V 公司，为物联网提供核心处理器，主打产品适用于可穿戴设备、智能家居、智能安防等多种场景
2021/7/19	乐华娱乐	战略融资/持股 4.99%	唱片经纪	旗下拥有高人气虚拟偶像 A-SOUL
2021/7/12	黑帕云	A 轮/数千万美元	企业服务	无代码搭建企业应用平台
2021/6/21	迦智科技	B+轮/亿元人民币	人工智能	人工智能系统与模块研发商
2021/5/27	悠米互娱	战略融资/持股 36%	游戏	游戏开发

时间	企业名称	投资轮数/金额	领域	公司业务简介
2021/5/7	迦智科技	B 轮/亿元人民币	人工智能	人工智能系统与模块研发商
2021/4/20	代码乾坤	战略投资/1 亿元	游戏	青少年创造社交平台
2021/4/16	润石科技	A 轮/数千万元	泛半导体	智能制造一站式解决方案提供商
2021/4/9	林子互娱	并购/金额未知	游戏	手游研发
2021/3/22	沐瞳科技	40 亿/并购	游戏	手游研发，代表作《无极对决》
2021/2/22	摩尔线程	pre-A 轮/数千万人民币	人工智能	GPU 芯片设计，致力于构建中国视觉计算以及人工智能领域计算平台
2021/1/21	奇点云	B+轮/8000 万人民币	人工智能	AI 驱动的数据中台的创导者
2021/1/15	百炼智能	A 轮/一亿人民币	人工智能	AI 自动化知识内容创作商
2020/9/29	至善科技	全资控股/金额未知	游戏	该公司全资子公司有爱互娱的代表产品是《红警 OL》手游和长居日本畅销榜头部的《放置少女》
2020/7/31	熠智科技	A 轮/金额未知	人工智能	机器人 3D 视觉技术服务商,核心技术是机器人的 3D 视觉与自主路径规划，典型应用场景是机器人的视觉分拣
2020/1/8	盖姆艾尔	战略投资/1.9 亿元	游戏	《仙境传说 RO：新世代的诞生》的开发商
2019/12/22	深极智能	全资收购/金额未知	人工智能	AI 游戏技术研发商,专注机器学习在游戏业应用

资料来源：投融界、爱企查，申万宏源研究

表 18：Pico 产品对比其他产品具备低价基础

品牌	Pico		Oculus	DPVR	HTC Vive
型号	Pico G2 4K	Pico Neo3	Quest 2	P1 Ultra 4K	Focus 3
价格	2499 元	2499 元 128G 基础版 /2699 元 256G 先锋版 /3999 元 256G 至尊版	299/399 美元	3899 元	9888 元
屏幕	3840×2160	3664×1920	1832×1920	2160×3840	4896×2448
屏幕刷新率	75Hz	90Hz(支持 120Hz)	120Hz	90Hz	90Hz
镜片/FOV	菲涅尔 101°	菲涅尔 98°	LCD 89°	LCD 94°	LCD 120°
CPU	高通骁龙 835	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 845	高通骁龙 XR2
内存	4GB	6GB/8GB	6GB/8GB	6GB	8GB
闪存	32GB	128G/256G	128GB/256GB	64GB/128GB	128 GB
传感器	九轴传感器	头手 6DoF	6DoF	重力传感器/ 指南针/陀螺仪	追踪摄像头/ G-sensor 校正/ 陀螺仪/距离传感器
电池/续航	3500mAh	5300mAh	3640mAh	4000mAh	7000mAh
重量	278g	395g	503g	450g	785g

资料来源：Pico，HTC，Oculus，申万宏源研究

5. 投资展望和风险提示

5.1 投资机会展望

当前元宇宙发展处于探索阶段。元宇宙的实现依赖多项基础设施和技术的升级完善，包括通信、芯片、算力、XR、AI、区块链等，同时需搭建 UGC 平台并提供引擎等工具降低用户创作门槛。以硬件入口为例，随着 Facebook 等多个大厂投资布局，渗透率有望快

速提升。当前 VR 设备的清晰度、沉浸感、流畅性、交互感、舒适度虽有明显提升，但尚未达到大规模应用并长时间佩戴的程度，当前各巨头推出的解决方案也离 VR 的广泛应用图景仍存在距离。我们仍需耐心等待未来相关技术逐步接近奇点形成跃变效应。我们认为元宇宙存在两类投资机会：

1) 基础设施：从产业发展顺序来看，元宇宙有赖于基础设施的完善，因此 XR 交互设备（Facebook，苹果，PICO 等），网络建设以及 AI 算力（如英伟达、高通）和引擎（如 Unity）等技术底座的发展创造第一轮投资机会；

2) 完全符合元宇宙设定（社交体系+沉浸体验+内容丰富性+经济系统）的应用仍有距离，但是 UGC 游戏平台最为接近元宇宙的雏形（如 Roblox），此外拥有社交和娱乐内容入口的互联网巨头（如 Meta、Epic、腾讯控股、字节跳动、米哈游等）也有望抢占先机。

5.2 风险提示

1) 5G 基建不及预期和算力资源供给不足的风险，如何保障云计算稳定性、低成本算力资源等诸多问题仍有待解决。

2) 过度沉迷元宇宙世界的风险，过度沉浸元宇宙有可能加剧社交恐惧，造成社会疏离等心理问题。

3) 伦理和道德风险：如何在去中心化的框架中构建元宇宙的伦理框架共识，仍需从多视角去进行探索。

4) 政策不确定性风险：元宇宙中的经济体系能否与现实的经济体系打通，国内政策和监管保持密切关注。

5) 数据安全和隐私风险：当前进入元宇宙产业的公司和主题较多，如何保证用户的数据和隐私安全是重要事项。

6) 知识产权纠纷风险：多主体协作与跨越虚实边界的改编应用有可能会引发产权纠纷。

表 19：传媒行业重点公司估值表

证券代码	证券简称	投资评级	2021-11-16		PB		申万预测 EPS			PE		
			收盘价(元)	总市值(亿元)	2020A	2020A	2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E
002027	分众传媒	买入	7.62	1,100	6.6	0.27	0.42	0.49	0.57	18	16	13
002555	三七互娱	买入	27.48	609	9.6	1.31	1.19	1.54	1.81	23	18	15
002624	完美世界	买入	21.28	413	3.8	0.80	0.67	1.19	1.30	32	18	16
002841	视源股份	买入	76.45	510	7.1	2.85	2.33	3.20	3.88	33	24	20
300251	光线传媒	增持	10.13	297	3.3	0.10	0.23	0.36	0.44	44	28	23
300413	芒果超媒	买入	49.05	918	8.3	1.11	1.31	1.63	1.95	37	30	25
300770	新媒股份	买入	62.35	144	5.4	2.49	3.04	3.44	3.81	21	18	16
603444	吉比特	买入	387.15	278	7.3	14.56	21.16	23.80	25.69	18	16	15
603613	国联股份	买入	123.76	426	7.8	1.28	1.56	2.59	4.38	79	48	28

资料来源：Wind 资讯、申万宏源研究

信息披露

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，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。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过 compliance@swsresearch.com 索取有关披露资料或登录 www.swsresearch.com 信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东 A 组	陈陶	021-33388362	chentao1@swhysc.com
华东 B 组	谢文霓	021-33388300	xiewenni@swhysc.com
华北组	李丹	010-66500631	lidan4@swhysc.com
华南组	陈左茜	0755-23832751	chenzuoxi@swhysc.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (Buy)	：相对强于市场表现 20% 以上；
增持 (Outperform)	：相对强于市场表现 5% ~ 20%；
中性 (Neutral)	：相对市场表现在 - 5% ~ + 5% 之间波动；
减持 (Underperform)	：相对弱于市场表现 5% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	：行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	：行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	：行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数：沪深 300 指数

法律声明

本报告仅供上海申银万国证券研究所有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司 <http://www.swsresearch.com> 网站刊载的完整报告为准，本公司并接受客户的后续问询。本报告首页列示的联系人，除非另有说明，仅作为本公司就本报告与客户的联络人，承担联络工作，不从事任何证券投资咨询服务业务。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。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。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示，本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。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。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。