

行业研究

通往真实的虚拟：道阻且长，为什么行则将至？

——元宇宙行业深度报告

要点

元宇宙为什么是下一代互联网？人类文明的承载形势来看：虚构一直是人类文明的底层冲动。元宇宙将真正改变我们与时空互动的方式，以虚实融合的方式深刻改变现有社会的组织与运作，从而催生线上线下一体的新型社会关系，从虚拟维度赋予实体经济新的活力。人类对于元宇宙的需求场景会真实存在：C端用户以前所未有的沉浸方式体验虚拟人生，形成虚实二维的新型生活方式，而游戏是元宇宙发展初期的主要C端形态和场景；B端应用方面，虚拟化推动制造业效率提升，如数字汽车工厂能大幅提高厂商在设计、生产、测试中的效率。

人类虚拟化的临界点什么时候到来？当下大背景是疫情加速线上迁移，虚拟和现实逐渐深度融合。所谓不问来处，何知前路？不理解科技产生的历史路径与推动因素，就难以对科技未来发展做出前瞻和“模糊的正确”的判断。我们尝试探寻历史上电力革命、移动互联网革命这两波重要浪潮的“发起-高潮-平稳”历程，推断出：**人类通往虚拟世界的节奏仍然遵从技术成熟、商业可行、市场增量空间三个维度。按现在的底层技术、商业可行性，元宇宙革命的全面突破仍较为久远。**

实现元宇宙的核心框架包含：硬件、网络层、算力、虚拟平台、协议和标准、支付方式、内容、服务和资产、消费者行为。元宇宙的技术架构并不复杂，但实现需要通信技术、计算架构、算法等技术共同配合，遵循木桶理论，长期以来停留在概念阶段；**随着各领域的科技突破，元宇宙最终将从概念走向现实。**

早期商业可行性：VR、AR设备C端接受度高，降成本路径被探明，元宇宙接入设备商业可行性即将验证。商业可行性两个核心要素：一、需求真实存在；二、产品的收入成本结构能带来商业利益并支持迭代升级；在供给驱动需求的高科技行业，两个要素互为因果。1) 需求侧：facebook的oculus定价方案已出，消费者接受度高；苹果入局有望创造爆款产品；2) 供给侧：短焦技术路径及各自的降成本路径已被探明；商业可行性已被产业基本验证。

市场空间：元宇宙2025年国内市场空间在3,400-6,400亿元量级。加总元宇宙各细分领域（社交、游戏、短视频、电商等），测算得元宇宙市场空间3,400亿元。通过梅特卡夫定律对元宇宙网络效应的测算，市场空间约6,400亿元。

投资建议：关于元宇宙的投资机会，长期不应低估宏大的叙事，短期也不应高估技术进步的节奏。1) VR、AR产业有望迎来拐点。推荐舜宇光学科技、歌尔股份，Facebook (Meta)；2) 游戏作为C端杀手级应用带来利润。推荐腾讯控股、网易-S、Roblox；3) 关注算力、AI等元宇宙基础设施发展，推荐英伟达。

风险分析：数据隐私监管；未成年人保护；区块链监管；VRAR商业化不及预期

重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			20A	21E	22E	20A	21E	22E	
0700.HK	腾讯控股	447.8	12.66	14.05	17.72	29	26	21	买入
9999.HK	网易-S	161.2	3.65	4.46	5.36	36	29	24	买入
NVDA.O	英伟达	308.0	1.73	3.69	4.70	177	83	65	买入
2382.HK	舜宇光学科技	228.6	4.46	5.69	7.10	42	33	26	买入
002241.SZ	歌尔股份	51.95	0.87	1.21	1.56	60	43	33	买入
RBLX.N	Roblox	113.79	-0.44	-0.75	-0.65	-	-	-	买入
FB.O	Meta	306.84	10.48	13.74	16.84	29	22	18	买入

资料来源：Wind, Bloomberg, 光大证券研究所预测，股价时间 2021-12-6，按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算；美股股价、eps 单位为美元；港股股价单位为港元、eps 单位为人民币元

互联网与传媒
买入（维持）

作者

分析师：付天姿

执业证书编号：S0930517040002

021-52523692

futz@ebsecn.com

分析师：刘凯

执业证书编号：S0930517100002

021-52523849

kailiu@ebsecn.com

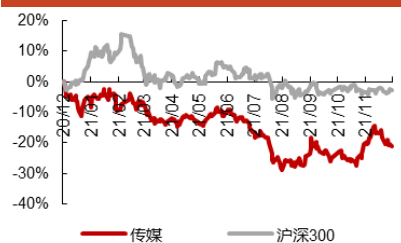
联系人：王凯

wangkai8@ebsecn.com

联系人：王贇

yunwang@ebsecn.com

行业与沪深300指数对比图



资料来源：Wind

投资聚焦

从历史上来看，每一轮科技革命都带来了社会组织以及人类生活的变革，驱动了巨大的市场机会。当下，海内外科技巨头纷纷加速布局元宇宙，无论是产业还是资本市场都在积极探索和密切关注元宇宙新场景带来的巨大机遇。

我们的创新之处

- 1) 我们认为，在历史上，科技应用场景的快速铺开凭借其巨大的需求和丰厚的利润，推动了电力、互联网、新能源等大规模应用；元宇宙杀手级应用场景对硬件性能提出严苛且日益增长的需求，而硬件算力的提升最终将外溢至生产力领域；
- 2) 我们应用了分析科技创新的一般框架，从技术成熟度、商业可行性、市场增量空间三个方面，从元宇宙的底层逻辑的八个框架对其进行了全面、详尽的分析；
- 3) 我们创造性的使用了梅特卡夫定律的研究方法，从下一代互联网的底层逻辑出发，估算元宇宙的网络效应价值。

股价上涨的催化因素

- 1、VR、AR 产品迭代，实现优秀的用户体验以及成本的重大突破，C 端用户接受度突破临界点；
- 2、爆款内容的出现将推动元宇宙硬件进步以及大规模普及，从而带来行业加速发展；
- 3、先发应用场景的示范效应下，导致新场景大量涌现，形成基于元宇宙的新生态。

投资观点

我们认为关于元宇宙的投资机会，长期不应低估宏大的叙事，而短期也不应高估技术进步的节奏。

- 1) 首先需要卡位下一代沉浸式互联网入口，VRAR 产业有望迎来边际变化和拐点。重点推荐舜宇光学科技、歌尔股份、Facebook (Meta)；
- 2) 游戏作为 C 端用户的杀手级应用带来利润，能支持支持网络、算力等其他领域拓展所需的巨额投入。重点推荐腾讯控股、网易-S、Roblox；
- 3) 算力将一直保持稀缺，基础设施元宇宙发展的必要条件。关注算力、AI 等元宇宙基础设施发展，重点推荐英伟达。

目 录

1、什么是元宇宙？为什么元宇宙是下一代互联网	9
1.1、元宇宙：下一代沉浸式互联网	9
1.1.1、超越虚拟与现实的科幻畅想：元宇宙概念来源	9
1.1.2、新技术由点突破连接成面，移动互联网继承者的孕育	10
1.1.3、元宇宙的五大要素：永久沉浸的社交生态，广阔开放的平行宇宙	12
1.2、元宇宙不是遥不可及，已有率先涉足元宇宙的应用场景	13
1.2.1、元宇宙深刻改变现有生活生产方式，带来广阔价值空间	13
1.2.2、为什么云游戏将是人类通往元宇宙的合理路线图？	14
1.2.3、制造业虚拟化应用，推动 B 端效率提升	15
1.2.4、元宇宙的经济支持，数字资产 NFT 或将“破圈”	16
1.3、元宇宙革命将何时到来？	17
1.3.1、时代变革往往会经历技术变革、工业和过程变革两个独立的浪潮	18
1.3.2、时代变革由多项发明和贡献共同成就，需要不断迭代自驱实现正向循环	19
1.3.3、元宇宙开启正向循环，进入技术变革期，距离工业变革浪潮尚有较远距离	20
2、产业链进展：元宇宙从技术变革走向商业落地	21
2.1、元宇宙研究，从八大核心框架入手	21
2.2、VRAR 市场快速复苏，跨时代元宇宙终端或将到来	22
2.2.1、VRAR：低谷后快速复苏，元宇宙接入终端有望铺开	22
2.2.2、VRAR 产品未达理想型，元宇宙等候消费级商业爆款	25
2.2.3、全新交互技术提升元宇宙体验，脑机接口是未来交互黑科技	27
2.3、关键基础设施建设稳步推进，元宇宙的将至未至	29
2.3.1、元宇宙数据传输需求高，6G 的商用可能是关键节点	29
2.3.2、算力将一直保持稀缺，边缘端算力进步是更值得期待的方向	30
2.3.3、虚拟元宇宙平台形成创作者经济产出良性循环，短期内仍将以游戏平台为主	32
2.3.4、元宇宙不是移动互联网叠加虚拟现实的版本，互联互通的交换协议和标准是必须	32
2.3.5、经济繁荣尚待中长期各独立平台的打通，元宇宙“play-to-earn”模式有望快速发展	33
3、市场空间：元宇宙将带来五千亿级增量空间	34
3.1、元宇宙从 0 到 1，为移动互联网所不能为	34
3.2、元宇宙的深度链接，网络效应创造巨大价值	39
4、投资建议与行业内主要公司分析	41
4.1、腾讯：国内元宇宙领航者，强社交型元宇宙新品 Z-plan 值得期待	42
4.1.1、腾讯元宇宙：社交为基，广泛布局	42
4.1.2、掌握 Epic Games 核心虚幻引擎，虚拟化创作世界领先	43
4.1.3、业绩预测和估值分析	44
4.2、Roblox：元宇宙第一股，用户与营收仍处于上升期	45
4.2.1、从模拟物理实验室到“元宇宙第一股”，正向网络效益促进 Roblox 持续增长	45
4.2.2、三大核心产品支撑数字世界，日活与 Booking 仍在上升期	46
4.3、Facebook (Meta)：最坚定的元宇宙探索者，看好保持 VR 一体机龙头地位	50
4.3.1、从社交媒体公司向元宇宙，元宇宙战略重要性节节攀升	50
4.3.2、Oculus，一马当先的 VR 主机商，引领 VR 步入现象级	51
4.3.3、最全面的元宇宙布局，Facebook 有望维持龙头地位	53
4.4、网易：游戏巨头切入元宇宙，新游上线打开增长空间	56
4.4.1、网易影核：国内 VR 内容先驱，打通 VR 游戏“最后一公里”	56
4.4.2、网易游戏：旗舰游戏贡献稳定输出，新爆款打开增长空间	57
4.4.3、业绩预测与估值分析	58
4.5、英伟达：市值最高半导体公司助力元宇宙，看好 Omniverse、A100 芯片发展	61

4.5.1、 Omniverse：技术加持解锁工程师的元宇宙.....	61
4.5.2、 云端 AI 芯片 A100：强大的算力支持	63
4.5.3、 英伟达（NVDA.O）：从图像处理出发，于数据中心绽放.....	66
4.5.4、 业绩预测和估值分析	69
4.6、 舜宇光学科技：光学龙头，前瞻布局 VR/AR.....	72
4.7、 歌尔股份：FB&PS VR 产品出货量高增长，代工龙头有望深度受益	75
5、 风险分析：数据隐私、未成年人保护、监管风险	76

图目录

图 1: 元宇宙, 超越虚拟与现实的终极愿景	9
图 2: 《雪崩》: 左为《snow crash》1992 年原版, 右为 2018 年中文版	9
图 3: 《头号玩家》中的虚拟世界: 绿洲	9
图 4: 元宇宙发展前史 (1986-2021M10), Roblox 上市将元宇宙概念重新带回公众视野, 热度开始攀升	10
图 5: 元宇宙雏形发展成熟度雷达图	11
图 6: 元宇宙六大支撑技术	11
图 7: 元宇宙五大必要要素	13
图 8: 元宇宙带来广阔价值空间	14
图 9: 20-23 中国与海外云游戏市场规模及预测图 (单位: 亿美元)	15
图 10: 云游戏原理概述图	15
图 11: 云游戏平台腾讯即玩实机画面	15
图 12: iTwin: 剑桥西区建筑模型	16
图 13: 宝马数字工厂生产线的数字孪生	16
图 14: FT 和 NFT 对比示意	17
图 15: NFT 的主要特征	17
图 16: NFT 月活跃开发者数保持增长 (单位: 个)	17
图 17: NFT 二级市场销售额保持增长 (单位: 百万美元)	17
图 18: 第一次浪潮: 蒸汽齿轮组并未被电力基础设施所取代	18
图 19: 第二波浪潮: 电力基础设施促进了流水线的产生	18
图 20: iphone 集合了整个移动互联网时代的技术突破	19
图 21: 元宇宙的发展展望	20
图 22: 元宇宙的核心框架, 硬件、网络层、算力、虚拟平台、协议和标准、支付方式、内容、服务和资产、消费者行为	22
图 23: AR 游戏《宝可梦 go》中, “宝可梦”被投射到现实场景	23
图 24: VR 游戏《节奏光剑》中, 切割“迎面而来”的方块	23
图 25: VR/AR 发展历程, 已经迎来复苏阶段的新拐点	23
图 26: AR/VR 市场规模增长迅速	24
图 27: AR/VR 设备出货量激增 (单位: 万台)	24
图 28: 2020 年 AR/VR 市场竞争格局 (按出货量计)	25
图 29: 目前的 VR 文字输入需要逐个按键输入, 较为繁琐	26
图 30: 下一代 VR 头显有望支持投射于任意表面的虚拟键盘	26
图 31: 连接设备与用户的交互式技术逐渐进步	27
图 32: VRAR 交互设备技术分为外置激光图像定位和内置图像处理定位	28
图 33: 脑机接口原理图示意	29
图 34: 我国脑机接口市场规模	29
图 35: 从 4G 到 5G, 为实现虚拟与现实的融合提供支撑	30
图 36: Wi-Fi 网络持续升级, 应对不断扩大的客户端设备数量以及不同应用的用户体验需求	30
图 37: Wi-Fi6 通过 OFDMA、MU-MIMO 提供可靠服务	30
图 38: 元宇宙对强大算力的需求主要集中在视觉、交互和 AI 技术	31

图 39: 算力发展的解决方案将是云端和边缘端同时发展	31
图 40: 各虚拟平台的 MAU (单位: 百万人)	32
图 41: Roblox 每月游玩时间 (单位: 十亿小时)	32
图 42: Unity 分发平台 (UDP): 一次创建, 随地发布	33
图 43: Omniverse Connector 工具支持大量应用程序间的协作	33
图 44: Roblox 经济结构	34
图 45: 网络效应定律图示	40
图 46: Roblox 季度价值曲线	41
图 47: 元宇宙的演进路线推演	41
图 48: 腾讯元宇宙布局	43
图 49: 腾讯产品与服务布局	43
图 50: 虚幻引擎 5 EA 版: 世界建构功能	44
图 51: Epic 游戏商城采取定期发送免费游戏策略吸引玩家入驻	44
图 52: Roblox 发展历程	46
图 53: Roblox Client 游戏界面	46
图 54: Roblox Studio 模版界面	46
图 55: 19Q1-21Q3 Roblox 全球日活用户增长情况	47
图 56: 19Q1-21Q3 Roblox 用户投入时间	47
图 57: 19Q1-21Q3 Roblox Booking 收入	47
图 58: 19Q1-21Q3 Roblox 每日活用户的平均 Booking (ABPDAU)	47
图 59: Facebook 元宇宙布局	51
图 60: Facebook 路线图	51
图 61: 21Q1 VR 出货量市场份额	52
图 62: Oculus Quest 2 出货量 (单位: 台)	52
图 63: Workplace 付费用户数 (单位: 百万人)	53
图 64: 扎克伯格于 21 年 8 月 20 日在虚拟场景 Workroom 中进行的线上 VR 会议	53
图 65: Spark AR 产品示意	54
图 66: Spark AR Studio 自主创建 AR 特效	54
图 67: Diem 原理示意	54
图 68: Diem 协会成员	54
图 69: 20M10,《节奏空间》电竞挑战赛全国总决赛现场	57
图 70: VR 自助机: 影核 MINI	57
图 71: 网易部分在线游戏	57
图 72:《永劫无间》IP 授权的《NARAKAHERO》NFT	57
图 73:《梦幻西游》iphone 免费榜 20M10-21M10 排名趋势	58
图 74:《哈利波特》iphone 免费榜 21M9-21M10 排名趋势	58
图 75: Omniverse 工作流程	62
图 76: Omniverse 帮助解决四大核心痛点	62
图 77: Omniverse 物理模拟示意	63
图 78: 利用 Omniverse RTX 进行材质渲染	63
图 79: Omniverse 已应用于多个领域	63

图 80: 在大型模型上将 AI 训练的速度提升高达 3 倍.....	64
图 81: 与 CPU 相比, AI 推理性能提升高达 249 倍.....	65
图 82: 与 A100 40GB 相比, AI 推理性能提升 1.25 倍	65
图 83: 在四年内将高性能计算性能提升 11 倍.....	65
图 84: 高性能计算应用程序的性能提升高达 1.8 倍.....	65
图 85: 大数据分析基准测试与 CPU 相比, 速度提升高达 83 倍.....	66
图 86: 借助多实例 GPU (MIG), 推理吞吐量可提升高达 7 倍.....	66
图 87: 2020 年 7 月, 英伟达市值超过英特尔 (单位: 百万美元)	66
图 88: 英伟达总营收及各业务营收变化 (百万美元)	67
图 89: 数据中心营收占比不断提升, 20 年创下新高达到 40%	67
图 90: 英伟达与 AMD 数据中心 GPU 性能比较.....	68
图 91: CPU+GPU+DPU 的组合硬件战略规划	68
图 92: 英伟达占据独立显卡销售量领先地位 (20Q4 达 83%)	68
图 93: 英伟达光追技术已演进至二代.....	68
图 94: 英伟达 RTX 仍存在 70% 以上使用用户渗透空间 (按存量统计)	69
图 95: 游戏显卡需求旺盛.....	69
图 96: 英伟达 ASP 随着架构升级提升	69
图 97: 英伟达游戏业务营收持续创下新高 (单位: 百万美元)	69
图 98: VR/AR 的产业链包括硬件、软件、内容 (制作与分发)、应用服务四大部分	72
图 99: 菲涅尔透镜的轮廓和功能.....	73
图 100: 菲涅尔透镜比传统非球面透镜轻薄很多	73
图 101: AR 光波导方案一般可以分为几何光波导和衍射光波导	73
图 102: FB 分季度非广告收入 (18Q4-20Q4, 单位: 百万美元)	75
图 103: 索尼 PS4 全生命周期各类产品出货量	75

表目录

表 1: 不同人士对元宇宙的观点集锦	12
表 2: 历次变革汇集的多项发明、贡献及自驱动逻辑.....	19
表 3: 三种头显各有优劣, 一体式头显灵活性、独立性优势逐渐凸显	25
表 4: 目前主流 VR 一体机距离理想的元宇宙接入终端尚有 3-5 年的差距	26
表 5: 目前国内主流云计算服务商相比于 PS5 游戏机成本不占优	31
表 6: 各元宇宙早期细分市场空间测算.....	35
表 7: 社交元宇宙国内市场空间测算	36
表 8: 游戏元宇宙国内市场空间测算	37
表 9: 在线视频元宇宙国内市场空间测算.....	37
表 10: 短视频元宇宙国内市场空间测算.....	38
表 11: 电商元宇宙国内市场空间测算.....	38
表 12: 办公元宇宙国内市场空间测算.....	39
表 13: 网络效应定律简介.....	39
表 14: Roblox 季度价值曲线数据集	40

表 15: 梅特卡夫定律测算过程	40
表 16: 腾讯组织架构五个阶段	42
表 17: 腾讯投资元宇宙事件	43
表 18: 腾讯盈利预测与估值简表	44
表 19: 腾讯控股 SOTP 估值表	45
表 20: Roblox 收入预测	48
表 21: Roblox 成本费用预测 (单位: 百万美元)	49
表 22: Roblox 可比公司估值比较	50
表 23: Roblox 盈利预测与估值简表	50
表 24: Facebook VR 发展历程	51
表 25: Quest 2 与 Quest1 参数对比	52
表 26: 2021 年 9 月 Steam 平台 VR 活跃用户占比	53
表 27: Facebook 收入预测	55
表 28: Facebook 成本费用预测 (单位: 百万美元)	55
表 29: Facebook 可比公司估值比较	56
表 30: Facebook (Meta) 盈利预测与估值简表	56
表 31: 网易-S 分项收入预测 (单位: 百万元人民币)	59
表 32: 网易在线游戏业务 PE 估值	59
表 33: 网易有道业务 PS 估值	59
表 34: 网易云音乐业务 PS 估值	59
表 35: 网易电商、直播及其他业务 PS 估值	60
表 36: 网易-S SOTP 估值表	60
表 37: 网易-S 盈利预测与估值简表	61
表 38: NVIDIA A100 TENSOR CORE GPU 规格汇总	64
表 39: 英伟达盈利拆分预测 (分业务) (单位: 百万美元)	70
表 40: 英伟达成本费用预测 (单位: 百万美元)	70
表 41: 英伟达可比公司估值比较	71
表 42: 英伟达盈利预测与估值简表	71
表 43: VR 头显产品视场角在 90°~120° 范围内, 以菲涅尔透镜为主流光学方案	73
表 44: 舜宇光学在 VR/AR 持续研发创新, VR/AR 前沿领域均有布局	74
表 45: 舜宇光学科技盈利预测与估值简表	74
表 46: 歌尔股份盈利预测与估值简表	76
表 47: 元宇宙产业生态系统健康度/风险度评估	77

1、什么是元宇宙？为什么元宇宙是下一代互联网

1.1、元宇宙：下一代沉浸式互联网

1.1.1、超越虚拟与现实的科幻畅想：元宇宙概念来源

元宇宙，超越虚拟与现实的终极愿景。元宇宙（Metaverse）这个单词拆解后由 Meta 和 Verse 组成，其中 Meta 表示超越，verse 表示宇宙（universe），合起来可以理解为创造一个平行于现实世界的人造虚拟空间，承载用户社交娱乐、创作展示、经济交易等一切活动，因其高沉浸感和完全的同步性，逐步与现实世界融合、互相延伸拓展，最终达成“超越”虚拟与现实的“元宇宙”，为人类社会拓宽无限的生活空间。

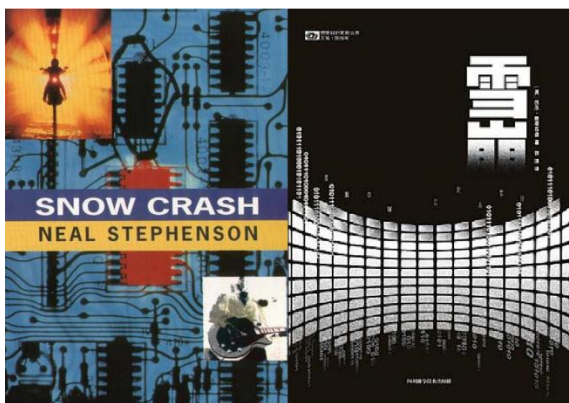
图 1：元宇宙，超越虚拟与现实的终极愿景



资料来源：gamezonehub, pexels, 光大证券研究所制图

科幻小说《雪崩》推开了元宇宙想象力的大门。1992 年，著名科幻作家尼尔·斯蒂芬森在科幻小说《雪崩》中提出“Metaverse(元宇宙)”和“Avatar(化身)”两个概念。人们在一个与现实世界平行的虚拟空间（元宇宙）中以声像综合体（化身）进行交流互动。斯蒂芬森畅想在未来世界之上，还存在着另一个无比广阔自由的国度：由电脑网络构成的虚拟空间。

图 2：《雪崩》：左为《snow crash》1992 年原版，右为 2018 年中文版



资料来源：amazon, 光大证券研究所

图 3：《头号玩家》中的虚拟世界：绿洲



资料来源：《头号玩家》，光大证券研究所

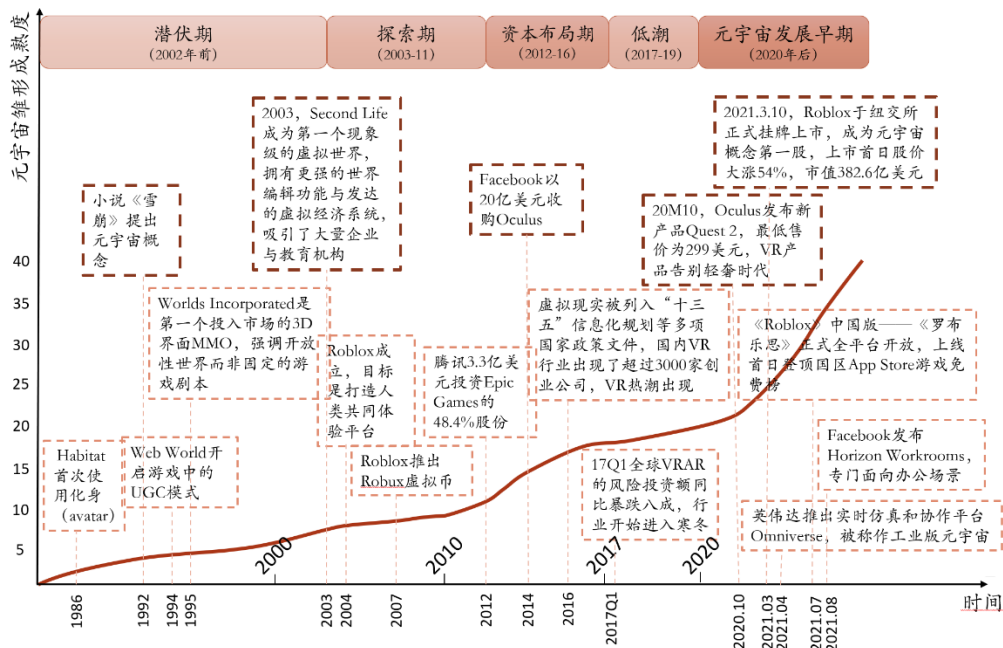
未来人类数字化生活方式，元宇宙从科幻照向现实。正如电影《头号玩家》的场景，未来的某一天，人们可以随时随地切换身份，自由穿梭于物理世界和数字世界，在虚拟空间和时间所构成的“元宇宙”中学习、工作、交友、购物、旅游等。去中心化平台让玩家享有所有权和自治权，通过沉浸式的体验，让虚拟进一步接近现实。

1.1.2、新技术由点突破连接成面，移动互联网继承者的孕育

2021年 Roblox 上市将元宇宙概念重新带回公众视野，热度不断攀升。1980-2000年，“化身”等元宇宙相关的概念出现，并自小说《雪崩》正式提出；2000-2010年，元宇宙雏形的实现形式逐步被探索，《Second Life》成为第一个现象级的虚拟世界，之后的“元宇宙第一股”Roblox 也在该阶段创立；2010-2017年，互联网巨头开始布局元宇宙相关概念，关键的交互硬件之一VR设备掀起第一波投资热潮；2017-2020年，虚拟现实产业落地进展未达预期，投资遇冷，行业进入技术积累与蛰伏期；2020年后至今，Oculus 发布划时代的Quest2一体机，压低的成本、售价有望助力VR设备出货量跨越“拐点”。

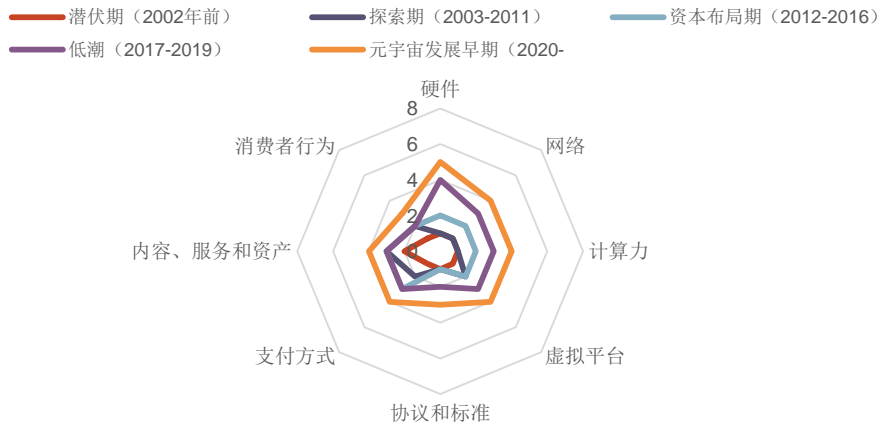
复盘元宇宙的发展历程，我们将元宇宙发展前史划分为潜伏期（2002年前）、探索期（2003-2011）、资本布局期（2012-2016）、低潮（2017-2019）、元宇宙发展早期（2020年后），并对各发展阶段元宇宙及其雏形产品的成熟度从以下八个维度进行量化：硬件，网络层，计算力，虚拟平台，协议和标准，支付方式，内容、服务和资产，消费者行为。以8分为满分，给出我们的评价标准：1分：元宇宙暂时只有概念被提出；2分：元宇宙相关概念被应用于产品；3分：以元宇宙概念为核心的产品；4分：得以商业化推广的产品；5分：较完善的元宇宙雏形产品；6分：部分满足元宇宙标准的产品；7分：满足元宇宙标准的产品；8分：未来元宇宙产品，可能突破现有研究者的想象。将八个维度的分值相加总和即为我们标准下的元宇宙雏形成熟度。我们认为，目前元宇宙在VR/AR为首的硬件端已经有比较完善的产品放量，但在协议与标准的开放共通、消费者行为的培养方面，还需要较长的发展期。

图4：元宇宙发展前史（1986-2021M10），Roblox上市将元宇宙概念重新带回公众视野，热度开始攀升



资料来源：光大证券研究所根据 Facebook 公告、腾讯公告、搜狐新闻、清华大学《2020-2021 年元宇宙发展研究报告》整理

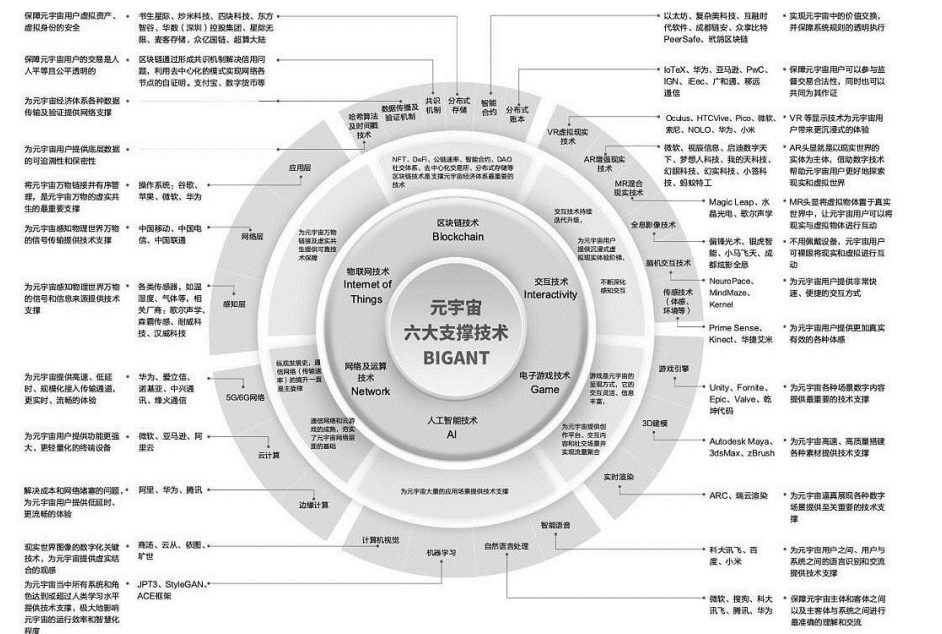
图 5：元宇宙雏形发展成熟度雷达图



资料来源：光大证券研究所

元宇宙是无数技术与应用落地节点的集合。在移动互联网的基础上，元宇宙对沉浸感、参与度、永续性等多方面将提出更高的要求，因此会由许多独立工具、平台、基础设施、协议等来支持其运行。我们认为，随着 AR、VR、5G、云计算等技术成熟度的提升，元宇宙有望从概念走向现实。元宇宙的正向循环将逐步打通，即底层技术推动应用迭代，然后市场需求提升反哺底层技术持续进步迭代。

图 6：元宇宙六大支撑技术



资料来源：邢杰、赵国栋等著《元宇宙通证》

元宇宙的火热是近十年来整个科技界突出成果产出的集中汇合和展现，是所有面向具象化、虚拟世界的技术进步由点及面的总和，其潜力可能超越所有研究者的想象。元宇宙在资本市场和网络社群都引发广泛热议，然而一千名观众心目中有一千个元宇宙，移动互联网之后的下一个时代该如何定义，尚处在不断发展中。

表 1: 不同人士对元宇宙的观点集锦

来源	简介	观点
Tim Sweeney	Epic Games CEO	元宇宙将是一场前所未有的大规模参与的实时 3D 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
Dave Baszucki	Roblox CEO	元宇宙是持久的、共享的 3D 虚拟空间, 人们在元宇宙拥有自己的虚拟身份的形象, 可以进行娱乐、工作和创造。未来的元宇宙应该是由用户创造的, Roblox 公司则是工具、技术和平台的提供者
Mark Zuckerberg	Facebook CEO	元宇宙是继移动互联网之后的计算平台, 可以把其看作是实体化的互联网。在这里, 用户不再浏览内容, 而是在内容之中
Matthew Ball	VC 分析师	元宇宙不仅仅单纯作为“虚拟空间”、“虚拟经济”或一个游戏、应用商店、UGC 平台, 而是一个持久稳定且实时性的, 可以容纳大量参与者的横跨虚拟和现实世界的存在, 并拥有闭环经济系统和数据、资产互操作性以及持续生产内容的用户
胡厚崑	华为轮值董事长	元宇宙代表了我们整个人类社会对于虚拟与现实进一步融合的一种期待和向往
Satya Nadella	微软 CEO	随着虚拟世界和物理世界的融合, 由数字孪生、模拟环境和混合现实组成的元宇宙正在成为一流的平台。使用 Metaverse, 整个世界都将成为您的应用画布
黄仁勋	英伟达 CEO	随着科技不断发展, 虚拟世界与现实世界将产生交叉融合, 现在正是元宇宙世界的风口浪尖, 而 NFT 也将其中扮演重要角色
汪丛青	HTC 中国区总裁	元宇宙就是三维的互联网, 用 VR 或 AR 的设备来使用, 通过沉浸式的方法来进入不同的世界
马化腾	腾讯 CEO	虚拟世界和真实世界的大门已经打开, 无论是从虚到实, 还是由实入虚, 都在致力于帮助用户实现更真实的体验

资料来源: 光大证券研究所根据 Gamelook、Matthew Ball.vc、36kr、新浪 VR、搜狐财经、新浪财经整理

1.1.3、元宇宙的五大要素: 永久沉浸的社交生态, 广阔开放的平行宇宙

在市场对元宇宙广泛讨论的基础上, 我们进一步提炼出元宇宙的五大必要要素:

元宇宙将是大规模的。一方面, 元宇宙的 DAU、MAU、同时在线用户数将超过现有的所有移动互联网应用及平台; 另一方面, 元宇宙不仅包括游戏、还包括社交、教育、移动办公、数字工业等边界广阔的丰富内容, 可探索空间的大小、体验的丰富程度甚至有望超过现实世界。

元宇宙将具有沉浸感。随着技术进步, 这种沉浸感可以通过 VR/AR 设备乃至脑机接口达到, VR 眼镜等元宇宙端口在未来都会成为像蓝牙耳机一样的标配。同时, 虚拟世界和真实世界相互交汇融合, 线上+线下的沉浸式场景将成为元宇宙的重要组成。

元宇宙将是强社交性的。超越现实世界和虚拟世界的元宇宙, 社交是一个必备功能。用户在元宇宙可以扮演他们在真实世界中可能无法扮演的角色, 并以这个身份同元宇宙中的其他人交互交往, 产生协作, 创造价值。

元宇宙将是持续存在的。元宇宙并非某组织某公司运营的平台, 它的运营将持续存在、没有间断; 作为用户, 元宇宙不论其在线与否, 都将持续保持运行并对用户的元宇宙角色产生影响; 作为创作者, 其在元宇宙中创作的价值, 持有的资产将不会因为平台停运而消失。

元宇宙将是开放的。一方面, 元宇宙需要打通各个独立的游戏、应用、社交, 实现标准、协议、货币体系的互认、互换; 另一方面, 元宇宙向所有第三方开放技术接口, 让它们可以自由地添加内容。

图 7：元宇宙五大必要要素



资料来源：光大证券研究所

1.2、元宇宙不是遥不可及，已有率先涉足元宇宙的应用场景

元宇宙将以虚实融合的方式深刻改变现有社会的组织与运作，不是虚拟生活替代现实生活，而会形成虚实二维的新型生活方式，从而催生线上线下一体的新型社会关系，从虚拟维度赋予实体经济新的活力。人类文明的承载形势来看：虚构一直是人类文明的底层冲动。

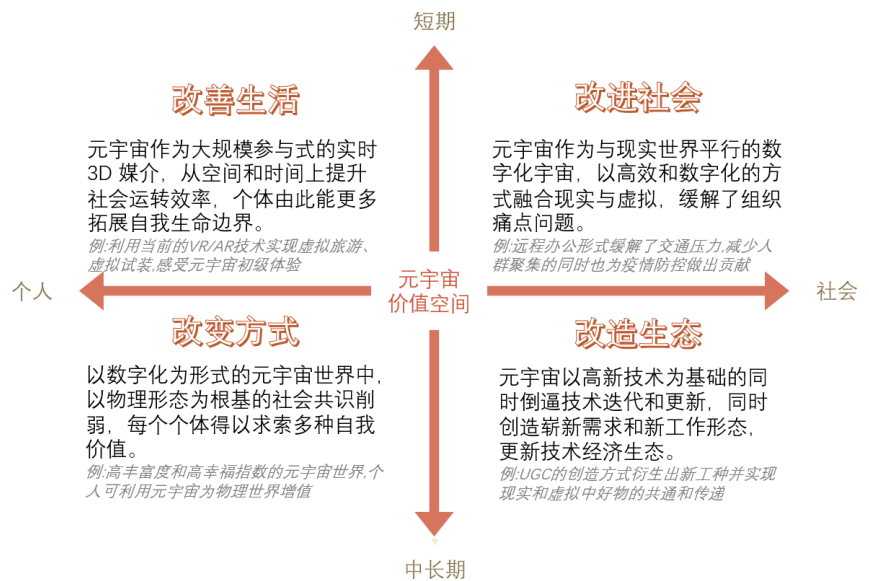
科技进步核心驱动力在于商业场景的快速铺开，而对于元宇宙的商业场景问题，到底是否可行？商业场景可行性两个核心要素来看，元宇宙终究会到来。在供给驱动需求的高科技行业，两个要素互为因果：1) 需求真实存在，为人类创造价值；2) 产品的收入成本结构能带来商业利益并支持迭代升级。

为什么人类对于元宇宙的需求场景会存在？ C 端用户提升用户体验，沉浸式体验第二人生，B 端应用：虚拟化推动制造业效率提升英伟达数字汽车工厂能够大幅提高汽车厂商在设计规划、组装生产、整车测试中的效率。

1.2.1、元宇宙深刻改变现有生活生产方式，带来广阔价值空间

元宇宙将真正改变我们与时空互动的方式，对社会和个人带来广阔价值空间。 1) 元宇宙包括能承载人类现实活动的虚拟世界，基于元宇宙本身的沉浸化、实时性和多元化的特征，个体在短期内能够利用元宇宙增加多元化的人生体验；2) 元宇宙的虚拟数字化减少了物理距离的隔阂和通勤的时间成本，降低了交通堵塞等传统城市痛点问题对社会整体幸福感的削弱。3) 元宇宙扫清了物理距离、社会地位等因素造成的社交障碍，为个体实现自我价值提供了更多的手段；4) 元宇宙是对现实中的社交、生活以及经济社会系统的重构和融合，对硬件、运算等核心能力和内容创造、服务提升等方面提出更高要求，基于此将改造当前的社会经济生态。

图 8：元宇宙带来广阔价值空间



资料来源：光大证券研究所整理

1.2.2、为什么云游戏将是人类通往元宇宙的合理路线图？

游戏将成为杀手级应用场景，推动实现元宇宙的早期形态。随着行业不断发展，游戏将越来越多地促进技术普及，降低行业准入门槛，使大规模、实时内容制作在未来成为可能。也可能会引发新的游戏叙述、游戏框架和制作方式的产生。游戏作为一种超级数字场景，将不断地推动它背后的技术发展。随着问题不断优化改善，玩家可以体验高质量的主机体验。相应地，参与其中的创造者也会获得相匹配的收益，进而推动技术创新。

云游戏是一种网络游戏运行的技术解决方案：将游戏的运行与画面渲染等对硬件算力要求较高的部分从玩家端转移至云服务器端，用户端只保留操作信号输入和画面解码显示。1) 云游戏构想提出的初衷就是降低玩家的硬件投入成本，“用带宽换算力”，从而尽可能提高潜在玩家的转化率。2) 云游戏本身的技术架构并不复杂，但它的实现需要通信技术、计算架构（云计算、边缘计算）、算法（AI、音视频解码）的共同配合。

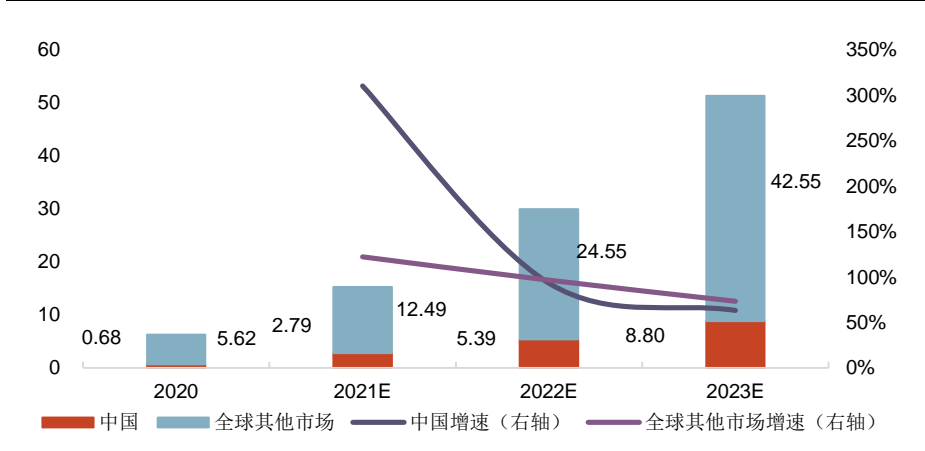
云游戏是脱离终端限制，直接在云端服务器运行的游戏形式。元宇宙所包含的元素更加丰富，依靠设备自身性能进行运算渲染，对设备性能要求过高，演出效果也难达预期，上云几乎是唯一可选项。另外，云游戏需要不断扩展的特性也与元宇宙较为相近。**这两个因素使得具备云端+扩展特性的云游戏，可以逐渐在体量上接近元宇宙。**而拥有了体量就意味着，元宇宙中能够容纳更丰富的玩法，保证在体验感上有足够吸引力。在信息革命的历史上，游戏对两项发明的大规模普及起到至关重要的作用：第一个是 CPU；第二个是 GPU。

中国云游戏市场增速显著高于全球平均增速，中国将成为最具潜力的云游戏先行市场之一。根据 Newzoo 和腾讯研究院联合发布的《2021 中国云游戏市场趋势报告》数据显示，2020-2023 年中国云游戏市场规模的 CAGR 将达到 135%。全球云游戏市场规模的 CAGR 将达到 101%。其原因主要为，预计至 2023 年中国将有 9.13 亿部活跃智能手机支持 5G，进一步扩展全球最大 5G 网络，5G 网络的延迟更低、带宽更高、同时连接设备数更多，这些在改善移动网络连接下云游戏的体验时均将发挥重要作用。

世界游戏产业巨头已在云游戏领域探索十年，2018-2019 年是云游戏从概念走向落地的标志性节点，世界顶尖的 IT 技术公司纷纷入局。微软于 2018 年推出基

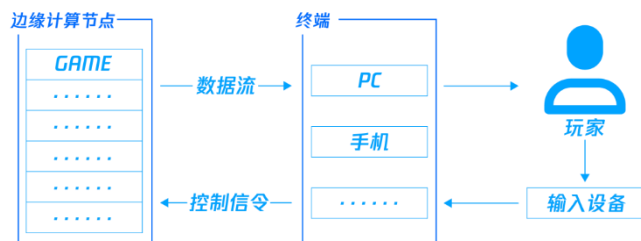
于 Azure 的 Xbox 云游戏服务 Project xCloud, 使得玩家可以在各种设备上游玩 Xbox 游戏; 谷歌于 2019 年 GDC(谷歌开发者大会) 正式公布云游戏平台 Stadia。

图 9: 20-23 中国与海外云游戏市场规模及预测图 (单位: 亿美元)



资料来源: Newzoo 预测, 腾讯研究院, 光大证券研究所

图 10: 云游戏原理概述图



资料来源: 腾讯云社区

图 11: 云游戏平台腾讯即玩实机画面



资料来源: 腾讯即玩, 光大证券研究所

用户期待新体验, 元宇宙 C 端想象空间远不仅是游戏。用户期待通过孪生拟真世界、体感设备等具身交互方式摆脱“拇指党”, 而元宇宙正能为用户提供虚拟视觉、听觉、触觉等综合体验, 实现人类感官维度的全面拓展, 创造巨大的 C 端需求。根据 VR 陀螺, 20 年 Quest 平台影视内容占比 12%, 排名第三, 仅次于动作、休闲类游戏内容, Netflix、Youtube 等知名网站纷纷入局, VR 观影是元宇宙除游戏外的重要突破口, 未来有望对线下影院、线上平面观影实现体验升级。

1.2.3、制造业虚拟化应用, 推动 B 端效率提升

相较于 C 端元宇宙目前仍有数据隐私、硬件设备发展不足等问题, B 端元宇宙的落地铺开可能会到来得更快。B 端与 C 端不同, 主要聚焦在解决现实问题、降低沟通成本、加速项目落地。对于工程级 AR 智能眼镜, 其具备能够为制造业提供更好的技能训练、维修操作工作的简化、品质控制的改善等三大优势, 同时无需过多考虑 C 端需求的美观度、舒适度等问题, 部分产品已在加速落地。

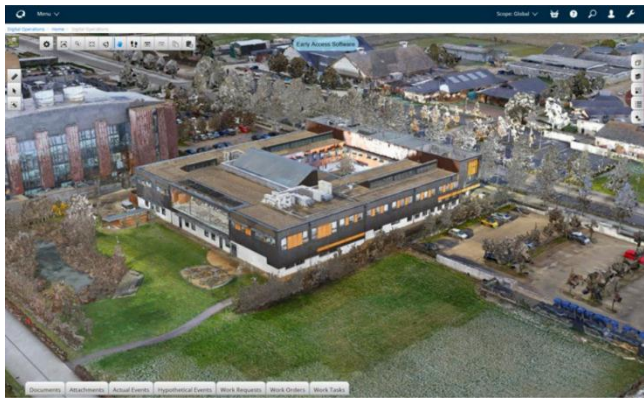
Nvidia 是元宇宙 B 端应用的先驱, 已经开始逐步连接制造和虚拟化。英伟达旗下 Omniverse 可译为全能宇宙, 主要面向 B 端客户端开发者, 是帮助其将现实变为虚拟的开发平台。Omniverse 最重要的特性之一是它遵循物理定律, 可以

模拟粒子、液体、材料、弹簧和电缆。英伟达的目标是首先将物理世界中的一切设计为虚拟产品并进行测试，将以前仅用于游戏的虚拟渲染应用到所有物理施工环节，最终打造一个工业级 B 端的全能元宇宙。

英伟达已经率先布局模拟建筑的构建，实现减少能耗、优化性能。 CEO 黄仁勋表示，在现实世界中构建物理建筑之前，可以先设计一个虚拟世界中物理建筑的数据模型，在完全数字化的世界中训练机器人，模拟照明条件，并模拟如何分配空调以减少能源消耗。美国著名建筑公司 Bentley 搭建一个名为 iTwin 的新平台，可用于使用 3D 模型在施工完成后的整个生命周期中监控和优化性能。Bentley 是 Omniverse 的合作伙伴，这个新平台也是 Omniverse 在模拟桥梁上的应用。

英伟达数字汽车工厂能够大幅提高汽车厂商在设计规划、组装生产、整车测试中的效率。在 Omniverse 基于物理自然的虚拟汽车工厂世界中，机器人可以不断接受训练和学习，它们有各种尺寸和形状，可以模拟手提袋、取放臂、叉车、汽车或卡车。宝马于 21 年初和 Omniverse 合作打造数字工厂，在 Omniverse 中全程进行模拟，创建数字孪生，并以允许机器人和人类协同工作的方式进行操作。这将生产一辆完全定制的宝马汽车的时间压缩到了一分钟以内。

图 12: iTwin: 剑桥西区建筑模型



资料来源: Bentley 官网, 光大证券研究所

图 13: 宝马数字工厂生产线的数字孪生



资料来源: 英伟达官网, 光大证券研究所

1.2.4、元宇宙的经济支持，数字资产 NFT 或将“破圈”

NFT 全称 Non Fungible token，即非同质化代币，是基于区块链的特殊数字资产。与 BTC（比特币）、ETH（以太币）等传统虚拟加密货币和美元、人民币等传统意义上货币一类的同质化代币相比具有不可替代、不可分割等特点。NFT 的独特信息会被存储在其智能合约中，并记录在代币的区块链上。

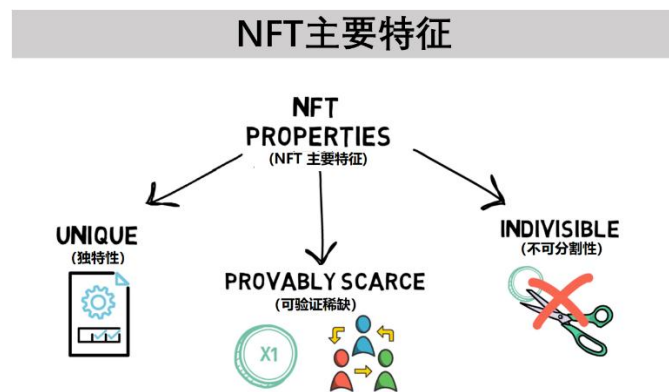
NFT 具备独特性、稀缺性、不可分割性，使得创作者创造出的资产具备在元宇宙中收藏、保值、流通等属性，可能成为建立元宇宙经济系统的有力支持。以游戏《The Sandbox》为例，游戏中每一块地对应一个 NFT，每一块地的主人保有对地块进行创作和改造的权利，独特的地块造型使得用户的创意具备稀缺性。NFT 能够更有效地提高开发者的利润，进而促进元宇宙经济的发展。

图 14: FT 和 NFT 对比示意



资料来源: NFT Labs, 光大证券研究所

图 15: NFT 的主要特征

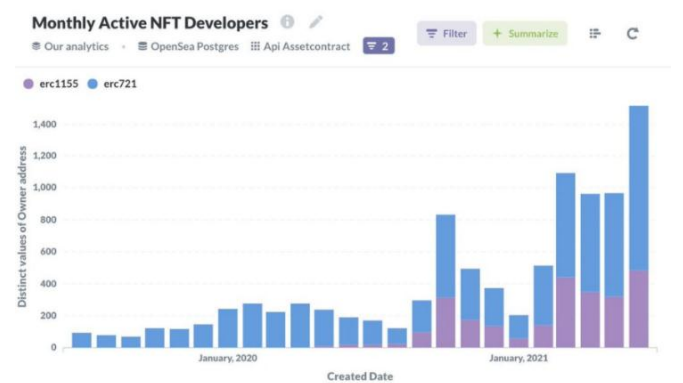


资料来源: finematics, 光大证券研究所

NFT 等虚拟资产逐渐成为游戏、UGC 支付等领域中应用的支付方式之一，具备较大发展潜力。1) 与当今的游戏生态系统（即 V-Bucks、COD 积分、Robux 等）相比，NFT 遭受的货币碎片化程度要低得多，支持双向兑换（NFT 兑换为 USD，USD 兑换为 NFT），且在不同平台（如 Axie Infinity Decentraland）中可以使用相同的 NFT。2) NFT 的特性，包括不可撤销的所有权、开放互通的经济模式以及无限重新利用虚拟资产的能力，有望促进消费者支出。

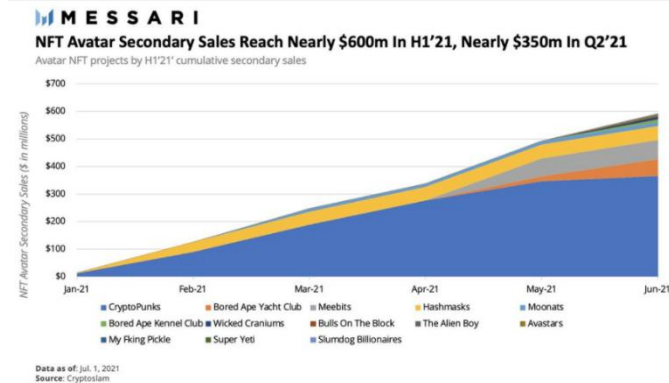
NFT 的各运营数据，包括开发者数量、日交易额、开发者收入等保持增长趋势，未来可能面临各国监管对虚拟货币潜在的限制风险。OpenSea 是目前世界上最大的 NFT 交易平台，支持艺术品、收藏品、游戏资产、虚拟土地、域名等多种 NFT 交易。截至 2020 年底，OpenSea 在售商品类型 700 多种，包括 Gods Unchained 等交易卡牌游戏和 Axie Infinity 和加密猫（CryptoKitties）等收藏游戏。根据 Dune Analytics 的数据，2021 年 8 月份该平台以太坊的交易额达到 34 亿美元，是 7 月份的 10 倍多。

图 16: NFT 月活跃开发者数保持增长 (单位: 个)



资料来源: matthewball.vc, 光大证券研究所

图 17: NFT 二级市场销售额保持增长 (单位: 百万美元)



资料来源: Crptoslam, 光大证券研究所

1.3、元宇宙革命将何时到来?

我们当下所处的大的背景是疫情加速线上迁移，虚拟和现实逐渐深度融合。元宇宙人类虚拟化的临界点什么时候到来？所谓不问来处，何知前路，不理解科技产生的历史路径与推动因素，就难以对科技未来的发展做出前瞻和“模糊的正确”

的判断。我们尝试探寻历史上电力革命、移动互联网革命这两波重要浪潮的“发起-高潮-平稳”历程，从而推断出：以现在的底层技术而言，元宇宙革命的全面突破仍较为久远。我们在短期不应该高估元宇宙的演进，但长期不应该低估其产生的深远影响。

历史往往压着相似的韵脚，每一次科技飞跃都是无数技术与应用落地节点的集合。以移动互联网为例，iPhone 可被认为是移动互联网的开始，因为它将我们现在认为是“移动互联”的所有要素整合并提炼成一个我们可以触摸、持有和应用的 MVP。但移动互联网的产生以及驱动是由包括 3G、App Store、Java 和 Html 程序设计标准及芯片等大量创新所共同造就的。

1.3.1、时代变革往往会经历技术变革、工业和过程变革两个独立的浪潮

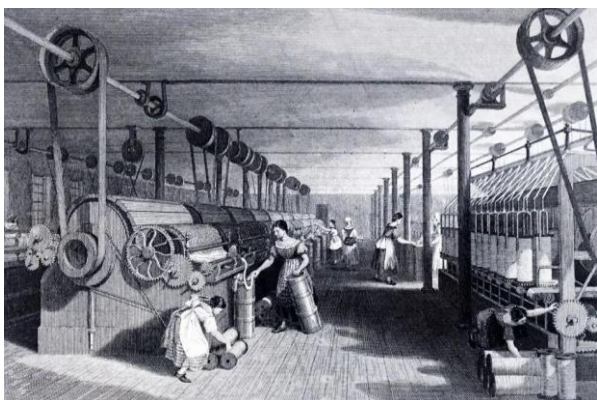
电力革命并不是在一个浪潮内稳定增长的。相反，电力革命经历了技术、工业和过程相关变革的两个独立的浪潮。

第一波浪潮（1881-1909）：电力快速实现商业化，但仍主要用于照明。 1880 年，白炽灯泡仅在发明后一年就实现商业化，1881 年，爱迪生在曼哈顿和伦敦建立起发电站。但近 30 年后，电力普及程度仍较低：美国只有不到 10% 的机械驱动力来自电力，工厂们仍使用嘈杂笨重的蒸汽机组，产业基础设施没有被电力替代。

第一波浪潮和第二波浪潮的区别不在于美国工业使用多少电力，而重点在于使用电力的深度——以及围绕电力设计的程度。新的技术和认知使得工厂逐步采用电线取代齿轮传动传递动能，并安装定制的专用电动机来完成缝纫、切割、冲压和焊接等工作。使同样的工厂能拥有更多的空间、更好的采光、更佳空气和更少的危险设备。工厂可以围绕生产流程的逻辑配置他们的生产区域，定期重新配置工作区，从而通过布置装配线，大幅提高生产效率。

第二波浪潮（1910-1929）：以电力为基础的基础设施、设备和工艺开始收获大量投资和创新，劳动和资本生产效率创造百年来最大年均增长。 1913 年，亨利福特创建第一条流水线，可使用电力和传送带将每辆车的生产时间从 12.5 小时减少到 93 分钟；投产一年内，公司生产的汽车超过行业内其他家总和。

图 18：第一次浪潮：蒸汽齿轮组并未被电力基础设施所取代



资料来源：matthewball.vc，光大证券研究所

图 19：第二波浪潮：电力基础设施促进了流水线的产生



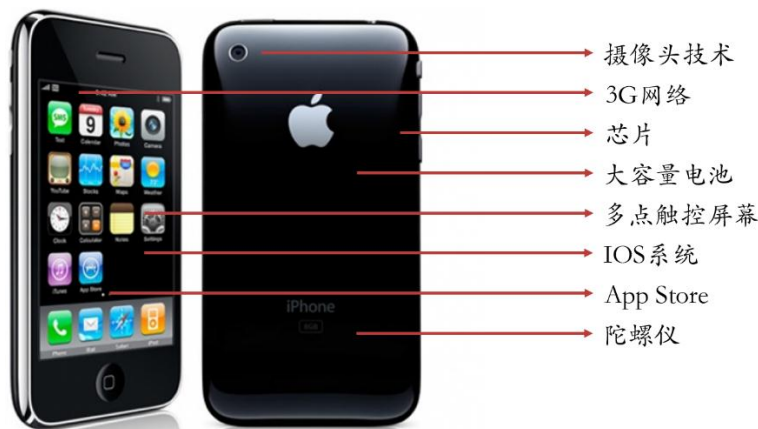
资料来源：matthewball.vc，光大证券研究所

1.3.2、时代变革由多项发明和贡献共同成就，需要不断迭代自驱实现正向循环

以移动互联网为例，移动互联网由多项发明和贡献的集合共同成就。iPhone 可被认为是移动互联网的开始，因为它将我们现在认为是“移动互联”的所有要素整合并提炼成一个我们可以触摸、持有和应用的最小可行产品。但移动互联网的产生以及驱动是由包括 3G、App Store、Java 和 Html 程序设计标准及芯片等大量创新所共同造就的。

iphone 硬件的改善为全新的用户体验带来可能，用户的高活跃又推高整个产业链上各公司的业绩，从而打通正向循环。改善的硬件驱动用户活跃度达到高速增长，并且给参与的公司们带来更高的营收和利润增长，从而推动更优质的产品、应用和服务产出。比如质量更高的游戏用上更好的 GPU 性能，图片社交 App 如 Instagram 也使得更好的相机变得有用。iPhone 的发展需要整个生态系统的创新和投资，而其中大部分其实不在 Apple 的管辖范畴之内。

图 20: iphone 集合了整个移动互联网时代的技术突破



资料来源: iphone, 光大证券研究所

我们认为，能带动整个市场的变革一定是自驱动的，需求、技术、产品互为推力、螺旋上升。用户对新体验、新产品的需求，给新技术发展指明方向；多项技术的进步是各重要环节降低成本、从而铺开应用的重要推力；大规模应用为企业和整个带来的收益，又给技术潜力的挖掘、全方位的技术突破带来可能。例如，公众对低噪声、高舒适的新能源车的需求，光伏、风电发电的度电成本下探，储能、充电等技术的持续迭代正逐渐形成我们可预见的自驱动循环。

表 2: 历次变革汇集的多项发明、贡献及自驱动逻辑

主要变革	电力革命	PC 互联网	移动互联网	新能源
集中变革时间	1881-1929	1995-2008	2009-	2014-
所汇集发明创造	发电站、电网、电线、电动机、流水线生产模式	互联网协议、带宽、路由器、操作系统、搜索引擎	摄像头、3G 网络、芯片、大容量电池、多点触控屏幕、ios/安卓系统、陀螺仪、人脸识别、数字支付系统	三元锂电池和磷酸铁锂电池、燃料电池、储能技术、能源互联网技术、电机、充电桩、互动调控电网系统、电控技术、整车管理系统
变革自驱动逻辑	电网落地驱动电源管理、制造硬件、生产方式创新，优化工厂作业条件，提高生产率，降低生产成本，反过来推动对电网的需求	发明创造刺激用户需求，促进个人电脑销售的新商业模式诞生，个人终端渗透率提高，对互联网的参与度随之提高	改善的硬件驱动用户活跃度达到高速增长，并且给参与的公司们带来了更高的营收和利润增长，从而推动了更优质的产品、应用和服务	技术突破提供更大范围使用新能源的可能性，气候环境和产业补贴促使厂商和用户选择新能源

资料来源: 光大证券研究所根据 matthewball.vc、网易新闻、36Kr《互联网研究的第一部分: PC 互联网时代的崛起和泡沫破灭》整理

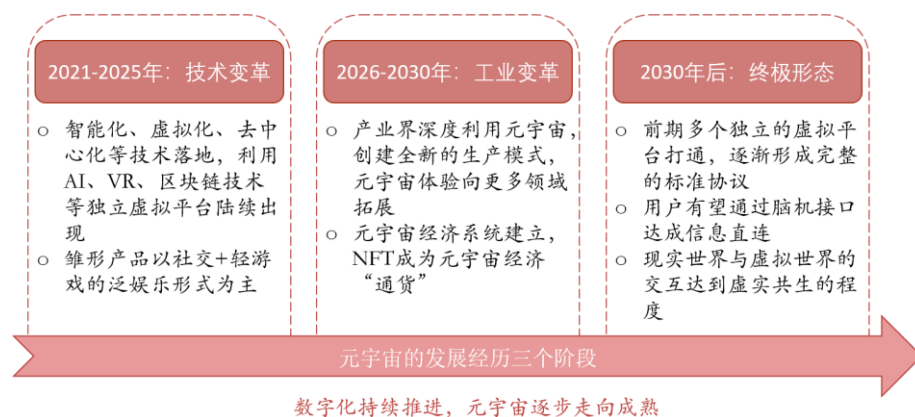
1.3.3、元宇宙开启正向循环，进入技术变革期，距离工业变革浪潮尚有较远距离

参照电力革命时代的两波浪潮，我们认为，元宇宙已处于第一波技术变革浪潮的早期，离第二波工业变革尚有较远距离。目前元宇宙的相关应用包括云游戏、NFT、数字工厂等，都停留在对元宇宙相关技术的利用阶段，并未将元宇宙应用为产业的基础设施。若能在元宇宙所带来的虚拟世界中，随着现实世界各类型客观条件限制减弱或消失，新的行业、产业运转模式等得以产生，才能够突破第二波工业变革，为人类的总量经济带来全新的增长。

参照无数技术与应用落地集体造就的移动互联网时代，我们认为，元宇宙已处于需求、科技互相推动的市场自趋循环之中。区块链、VRAR、5G 等科技对元宇宙持续赋能，Roblox、VR 游戏、数字工厂等元宇宙应用带来盈利和需求的提升，又反哺科技应用的持续推进。同时，元宇宙各项科技尚未能完成像 iPhone 那样完全集大成的跨时代产品，已达成成本、体验双突破的 VR 一体机可能是未来 3-5 年内元宇宙 C 端代表性产品之一。

综合上述讨论，我们认为元宇宙的发展展望将分为三个阶段，从“技术变革”到“工业变革”再到“终极形态”，元宇宙将逐步走向成熟。第一阶段为技术变革阶段，主要以 3-5 年内消费级 VRAR 硬件逐步铺开为发展主线。随着智能化、虚拟化、去中心化等技术落地的不断推进，多个利用 AI、VR、区块链技术的独立虚拟平台陆续出现，为用户提供更高技术含量、更新奇、丰富、多元的体验，这一阶段雏形产品主要为社交+轻游戏的泛娱乐形式为主。第二阶段为工业变革阶段，主要以 10 年内算力、AI、通讯技术等元宇宙基础设施逐渐完善为发展主线。产业界将深度利用元宇宙以达到创建全新的生产模式，提高生产效率，元宇宙经济系统也在此建立，凝聚“共识”的 NFT 有望成为元宇宙经济“通货”。第三阶段为终极形态阶段，主要展望未来 10-20 年脑机接口的可能应用和元宇宙平台的互相打通。前期多个独立的虚拟平台开始聚合打通，完成的标准、协议形成，用户有望通过脑机接口达成信息直连，与虚拟世界的交互达到虚实共生的程度，真正的元宇宙时代将到来。

图 21：元宇宙的发展展望



资料来源：光大证券研究所

2、产业链进展：元宇宙从技术变革走向商业落地

2.1、元宇宙研究，从八大核心框架入手

元宇宙本身的技术架构并不复杂，但它的实现需要通信技术、计算架构（云计算、边缘计算）、算法（AI、音视频解码）等技术的共同配合，遵循木桶理论，因此长期以来一直停留在概念阶段；但随着各领域的科技突破，元宇宙终将从概念走向现实。我们认为实现元宇宙的核心框架分别为：硬件、网络层、算力、虚拟平台、协议和标准、支付方式、内容、服务和资产、消费者行为。

1. 硬件：用于访问、交互或开发元宇宙的物理技术和设备。包括但不限于 C 端消费级硬件（VR 一体机、手机 AR 和触觉手套等新交互手段）以及 B 端硬件（如用于 3D 扫描实物并创建虚拟数字实体的硬件，工业辅助现实硬件等）。特定用于计算的硬件，如 GPU、ASIC 芯片和服务器，以及特定用于网络的硬件（如光纤电缆或无线芯片组）将被归类在下面两个类别。

2. 网络层：5G、wifi 等网络，提供永续的、实时的连接。元宇宙对带宽的要求很高，数据传输的网络提供商、交换中心和服务器之间的路由、以及管理消费者面前“最后一公里”数据的下一代 WIFI 等，都是元宇宙的重要支撑。

3. 算力：支持元宇宙的计算能力，包括物理计算、渲染、人工智能、投影、动作捕捉和翻译等多样化和高要求的功能。我们认为，AI 技术可能是元宇宙发展中的难点，能实现多功能、类人化思考的强人工智能是元宇宙实现的条件之一，但目前由弱人工智能发展到强人工智能的技术路径何时探明尚存疑问。

4. 虚拟平台：沉浸式数字模拟（通常是三维模拟）、环境和世界的开发和操作，用户和企业可以在其中参与探索、创造、社交等各种各样的体验（如赛车、绘画、上课、听音乐），并从事经济活动。这些业务不同于传统的在线体验和多人视频游戏，因为存在一个由开发者和内容创作者组成的大型生态系统，在底层平台上产生大部分内容并获得大部分收入。

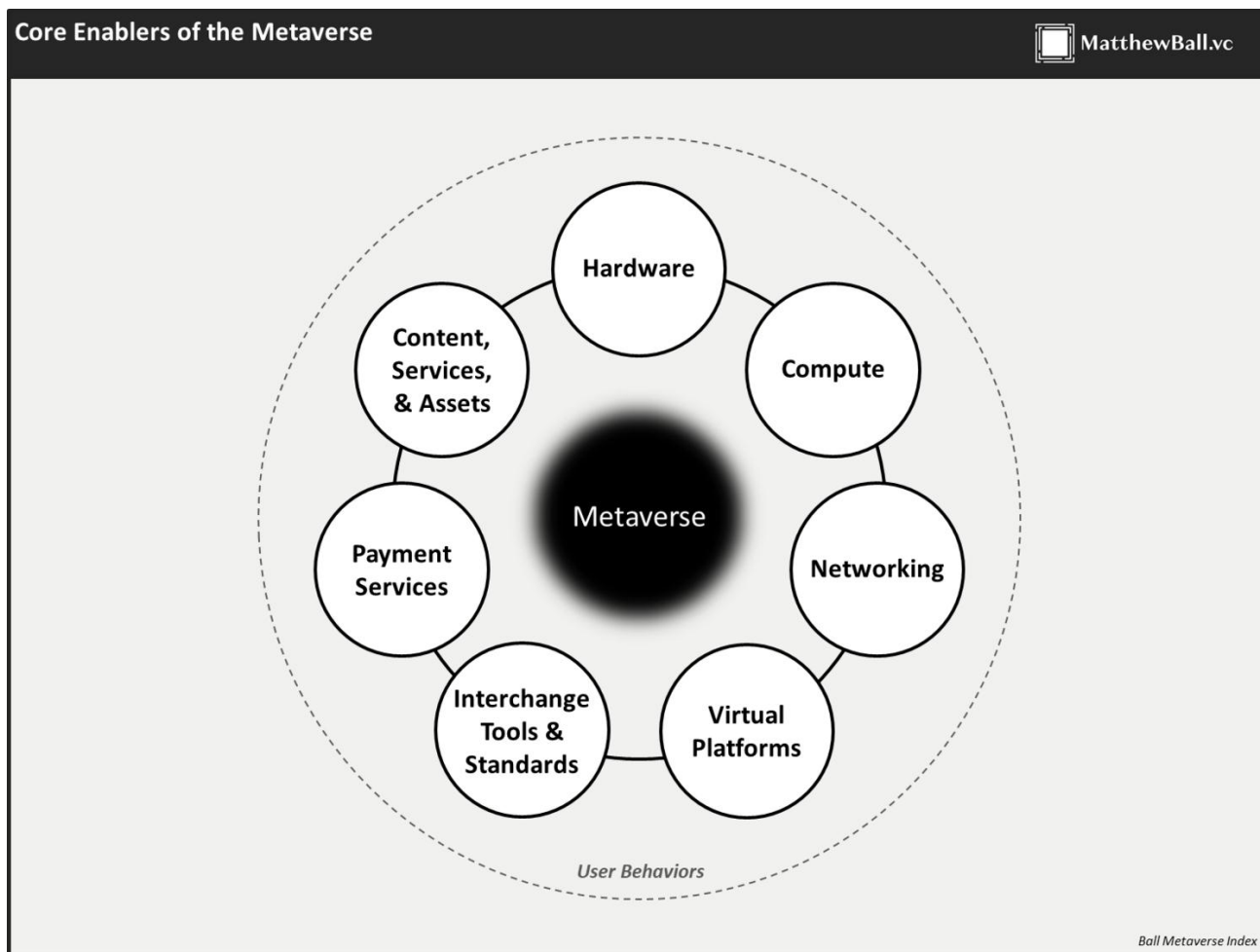
5. 协议和标准：支持元宇宙整体互操作性（不同计算机系统、网络、应用程序间一起工作并共享信息的能力）的工具、协议和引擎等，使得元宇宙能够完成创建、操作和持续改进。这些标准包括资产格式及其导入导出、兼容性管理和更新、创作工具以及信息管理等。

6. 支付方式：数字支付流程、平台和运营的支持。包括数字货币及其相关的金融服务，比如加密货币：比特币和以太坊，以及其他区块链技术。

7. 元宇宙内容、服务和资产：设计或创建、销售、存储、安全保护和财务管理数字资产。包含建立在和服务于元宇宙的所有业务和服务，并且没有被平台所有者垂直整合到虚拟平台，包括独立于虚拟平台专门为元宇宙所构建的内容。

8. 消费者行为：消费者和商业行为（包括时间和注意力的投入、消费决策和能力）的可观察变化。这些变化要么与元宇宙直接相关，要么由元宇宙的产生使其变为现实。当它们最初出现时，这些行为看起来更接近于“趋势”或“时尚”，但后来将表现出持久的全球社会意义。

图 22：元宇宙的核心框架，硬件、网络层、计算力、虚拟平台、协议和标准、支付方式、内容、服务和资产、消费者行为



资料来源：matthewball.vc，光大证券研究所

2.2、VRAR 市场快速复苏，跨时代元宇宙终端或将到来

VR、AR 设备 C 端接受度高，降成本路径被探明，元宇宙接入设备商业可行性即将验证。商业可行性两个核心要素：一、需求真实存在；二、产品的收入成本结构能带来商业利益并支持迭代升级；在供给驱动需求的高科技行业，两个要素互为因果。1) 需求侧：facebook 的 oculus 定价方案已出，消费者接受度高；苹果入局有望创造爆款产品；2) 供给侧：短焦技术路径及各自的降成本路径已被探明；商业可行性已被产业基本验证。

2.2.1、VRAR：低谷后快速复苏，元宇宙接入终端有望铺开

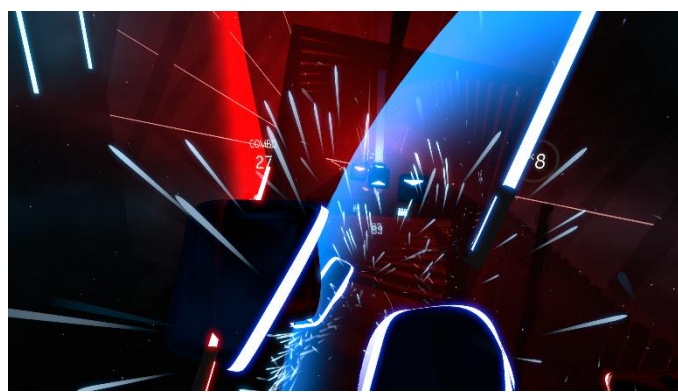
2D 的电脑屏幕无法实现真正的沉浸感，AR（增强现实）、VR（虚拟现实）技术的成熟让虚拟体验越来越引人入胜，逐渐达到与现实世界难以区分，实现“永久沉浸”，是元宇宙的第一入口。1) AR 指用户直接或间接观察真实场景，将数字元素叠加到现实世界的对象和背景上。AR 游戏《宝可梦 go》将捕捉“宝可梦”的游玩过程投射到现实场景，极富代入感和互动性，上线五年热度不衰。2) VR 指计算机生成的虚拟环境全面接管用户的五感，提供隔离其物理环境的封闭式体验，并通过动作捕捉来实现信息输入输出。比如在 VR 游戏《节奏光剑》中，伴随动感的节奏，斩切“迎面而来”的红蓝方块。也有观点提出 MR 混合现实、XR 扩展现实的概念，将真实场景和虚拟场景融合在一起，类似于 AR 和 VR 的升级版结合。

图 23: AR 游戏《宝可梦 go》中,“宝可梦”被投射到现实场景



资料来源: The New York Times, 光大证券研究所

图 24: VR 游戏《节奏光剑》中,切割“迎面而来”的方块



资料来源: IGN, 光大证券研究所

经历初次热炒后的低谷期,VRAR 技术已经迎来复苏阶段的新拐点。根据 Gartner 2021 年报告,VRAR 技术已经不再出现在代表着“未来”的新兴技术成熟度曲线上,VRAR 行业发展明显提速,VRAR 已是“现在”。

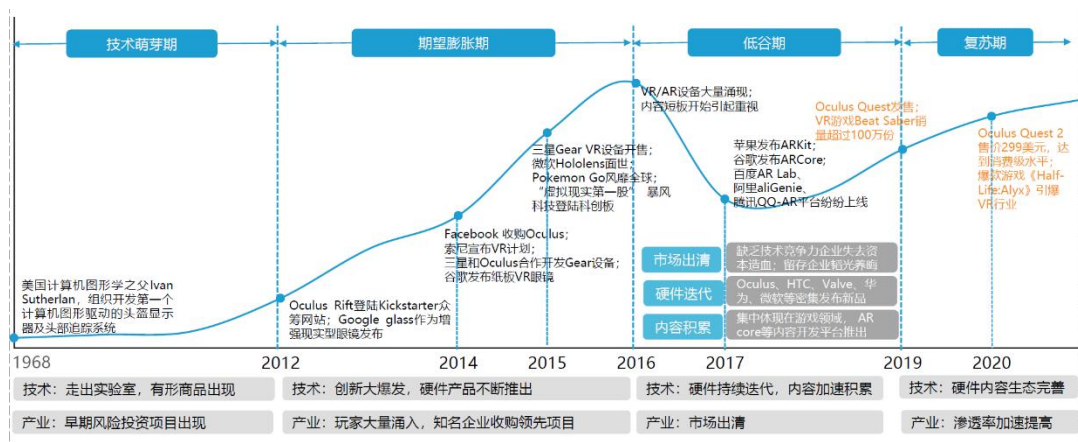
1) 技术萌芽期 (1968-2012)。美国计算机图形学之父 Ivan Sutherlan 最早组织开发计算机图形驱动的头盔显示器及头部追踪系统,技术开始走出实验室。

2) 期望膨胀期 (2012-2016)。VRAR 产品创新集中涌现,大量游戏开始应用 VRAR 技术,玩家涌入体验。2012 年 Oculus Rift 登陆 Kickstarter 众筹网站,Google Glass 作为 AR 眼镜发布。2014 年 Facebook 收购 Oculus, Sony 宣布 PS VR 计划。2015 年,硬件方面,三星推出了 Gear VR 设备,微软 HoloLens 面世;软件方面,Pokemon Go 风靡全球,热度达到高点。

3) 低谷期 (2016-2019)。硬件持续迭代,市场出清。Oculus、HTC、Valve、华为、微软等公司密集发布新的 VRAR 硬件产品,缺乏技术竞争力的中小企业失去资本。VRAR 内容逐渐受到重视,AR Core、AR Lab 等平台推出。

4) 复苏期 (2019-2021)。2019 年 VR 游戏《节奏光剑》销量超过 100 万份,内容生态完善,渗透率加速提高。Oculus Quest 发售,VR 游戏中第一款 3A 大作《Half Life: Alyx》推出,激发 VR 行业加速发展。

图 25: VR/AR 发展历程,已经迎来复苏阶段的新拐点

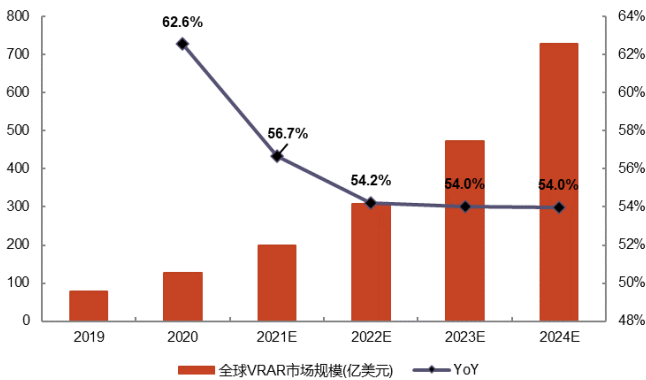


资料来源: 亿欧智库, 光大证券研究所

技术累积沉淀逐步下压成本、VRAR 应用场景的拓宽、疫情下宅经济的发酵共同推动 VRAR 市场升温,虚拟现实的商业价值被发掘,市场规模增长迅速。根据 IDC 数据,2020 年全球 VRAR 市场规模约为 127 亿美元。故 IDC 预计 VRAR 市场将在 2024 年达到 728 亿美元的规模,CAGR 高达 54.7%。中国已成长为全球 AR/VR 最重要的市场之一。根据 IDC 数据,2020 年中国 VRAR 市场规模达 66 亿美元,同比增长 72.1%,占全球 55%,在规模及涨幅方面均超越美国和日本,列全球首位。预计中国市场 2020-2024 年 CAGR 大约 47.1%,保持高速增长,2024 年市场规模将超过 250 亿美元。

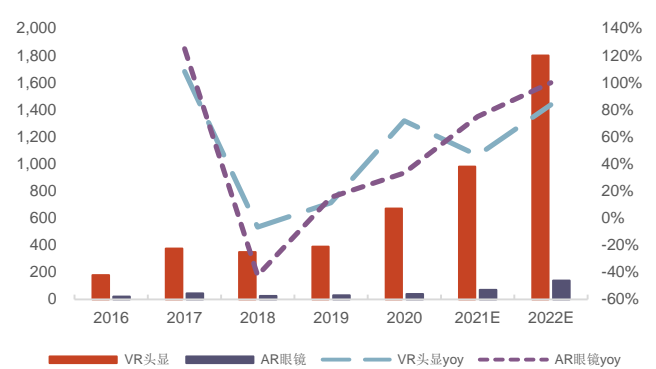
VRAR 设备出货量激增,元宇宙接入终端铺开,助力元宇宙版图逐渐渗透。2020 年 VRAR 设备出货量共 706 万台,其中 VR 设备 637 万台,占比 90.23%;VR 一体机出货量最大,为 309 万台;AR 设备 69 万台,占比 9.77%。根据 IDC 预计,到 2024 年,VRAR 设备出货量将激增至 7671 万台,其中 VR 设备 3561 万台,占比 46.41%,VR 一体机出货量最大,为 2525 万台;AR 设备 4111 万台,超过 VR 设备,占比 53.59%,AR 一体机出货量最大,为 2400 万台。

图 26: AR/VR 市场规模增长迅速



资料来源: IDC 预测,光大证券研究所

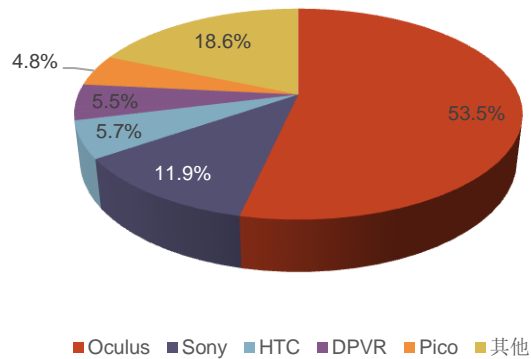
图 27: AR/VR 设备出货量激增 (单位:万台)



资料来源: VR 陀螺预测,光大证券研究所

技术壁垒推高行业集中度, Oculus 地位稳固, Facebook 占得元宇宙先机。根据 Counterpoint 数据,2020 年全球 VRAR 主流厂商出货量市占率排名中, Oculus 拔得头筹,占比 53.5%;索尼 11.9%,紧随其后;第 3-5 名分别为 HTC (5.7%)、DPVR (5.5%) 和 Pico (4.8%),前 5 名合计占比 81.4%,集中度较高。同时,2020 年销量最高的前 5 款设备中, Oculus 独占 3 席,行业地位可见一斑。其中 Oculus Quest2 占比大约 35%,销量第一;索尼 PlayStation VR 和 Oculus Quest 分列 2-3 名,占比 10-15%; Oculus Rift S 和 Valve Index 分列 4-5 名,占比 5%左右。国内方面,目前主流的 VR 厂商有 Pico、爱奇艺、NOLO、酷睿视、千幻魔镜、大朋等,目前 PICO、大朋 (DPVR) 的份额相对领先,行业仍然呈现多元化的发展格局。

图 28：2020 年 AR/VR 市场竞争格局（按出货量计）



资料来源：Counterpoint，光大证券研究所

2.2.2、VRAR 产品未达理想型，元宇宙等候消费级商业爆款

VR 一体机符合消费电子产品长期的发展趋势，长期渗透率可期。目前的 VR 产品主要分为外接式头显、移动式头显、一体式头显三类。随着算力提升，内容生态逐渐丰富，成本降低，VR 一体机摆脱外部设备限制、可以独立使用的优点越来越突出。根据 IDC 估计，VR 一体机出货量占 VR 设备总出货比例将由 2020 年的 48.5% 提升至 2024 年的 70.9%。

表 3：三种头显各有优劣，一体式头显灵活性、独立性优势逐渐凸显

	外接式头显	移动式头显	一体式头显
示意图			
是否需要外接设备	需要	不需要	不需要
机能	外接设备进行运算，头显负责姿态检测、显示	嵌入手机，由手机进行运算、姿态检测和显示，VR 设备只提供镜片	本身集成处理器、显示器、透镜和陀螺仪为一体
算力	依赖于外接电脑 CPU，算力强	依赖于手机	集成于设备内部，算力逐渐加强
应用	一般应用于 VR 游戏	初级 VR 体验	VR 游戏、VR 观影
优点	画面清晰，高流畅度	便携，价格低	便携，画面清晰
缺点	外接式线缆限制行动，价格昂贵	较为初级，用户体验感不佳	算力低于外接头显，有电池续航限制
主要产品	HTC vive (799 美元)、Oculus Rift (599 美元)、华为 VR 眼镜 (2799 人民币)	Googel Cardboard、三星 Gear	Oculus Quest、Pico G2 4KS 小怪兽二代、VALUE Index
价格	2000 元以上，均价 5000 左右	均价 1000 元以下	价格 2000-10000+ 元不等

资料来源：光大证券研究所根据 Amazon，新浪 VR、PCinvasion 整理

目前主流 VR 一体机仍在技术参数、应用场景、成本售价等方面和理想的元宇宙接入终端尚有差距，预计离商业化爆款还需要 3-5 年时间发育。

1) 以 Quest 2 为代表的主流 VR 设备需要 3-5 年的技术迭代降低成本，使得各项技术参数达到理想的元宇宙体验所需标准。要达到元宇宙所需的沉浸式体验，同时解决使用 VR 设备的晕眩问题，需要画面显示尽可能接近现实世界，这就要求 VR 设备有尽量宽的视野范围、高更新速度和分辨率。目前最为大众的 Quest 2 为了降低成本从而打开市场，在技术方面并非行业最领先，如 Valve Index 头显已达 120Hz 更新速度、130° 视野范围，arpara 已达 5K 分辨率、200g 重量，

但他们售价位于 4000-7000 元区间。我们认为，目前最先进的技术已经很接近元宇宙理想要求，参考 Oculus 从 Quest 到 Quest2 的性能提升、成本降低幅度，仍需继续压低成本以将高端机的性能“降维”到“千元机”，这个过程可能需要 3-5 年。

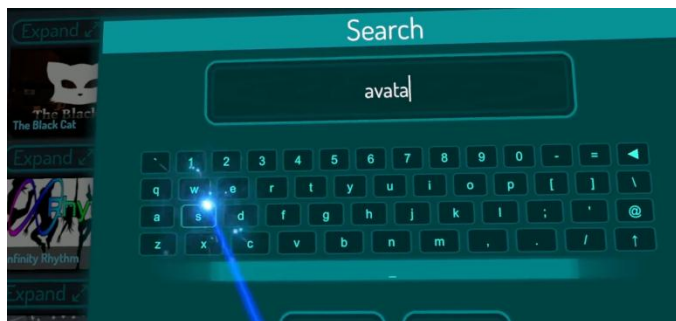
表 4：目前主流 VR 一体机距离理想的元宇宙接入终端尚有 3-5 年的差距

	理想元宇宙终端	Oculus Quest 2	Oculus Quest 1
视野范围	150°	100°	110°
更新速度	120Hz	90Hz (最高 120Hz)	72Hz
分辨率	8K	3664 x 1920px (接近 4K)	2880 x 1600px
重量	100-150g	507g	571g
最低价格	¥1500-2000	¥2,228	¥3,400
上线时间	尚需 3-5 年	2020 年 9 月	2019 年 5 月

资料来源：光大证券研究所根据 versus、Amazon 整理

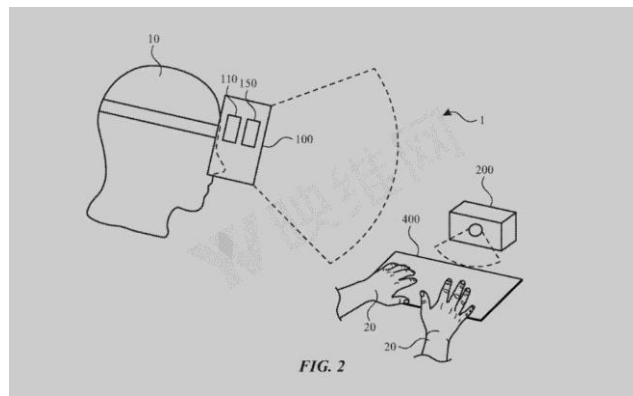
2) 目前 VR 一体机的定位接近于家用游戏机，由部分追求高新游戏体验人群率先尝试，距离走向大众、成为生产力工具尚需等待虚拟键盘等方向的突破。1) Oculus Quest2 的出货量（21 年预计 700 万台级别）、售价（2400 元左右）都与任天堂家用机 NS 较为接近（22 财年上半年 828 万台，2500 元左右），尝试 Quest2 的用户大多被 VR 游戏的新奇体验所吸引。2) 目前 VR 一体机需要使用手柄对准屏幕上的虚拟键盘逐个按键输入，文字输入比较繁琐，不利于办公。微软和苹果已分别在 19、20 年申请触控检测等相关专利，可以通过投影键盘、手部追踪，实现高效的文本输入，但距离商业化尚未有明确时间表。

图 29：目前的 VR 文字输入需要逐个按键输入，较为繁琐



资料来源：《VRchat》游戏截图，光大证券研究所

图 30：下一代 VR 头显有望支持投射于任意表面的虚拟键盘



资料来源：映维网

目前的 AR 产品从形式上划分，主要分为眼镜类产品和面板类产品。

1) AR 眼镜类产品通过在用户眼镜镜片上叠加光场，实现用户视野范围内虚拟物体的叠加，本质上提供的是真实的三维增强现实空间。AR 眼镜类产品相对来讲技术含量更高，对定位、重构等要求更苛刻，故而往往价格高昂，相关产品售价在 20000 元以上。目前流行的产品包括微软的 HoloLens、谷歌的 Magic Leap 等，主要应用在 2B 场景。

2) 面板类 AR 产品主要通过移动端面板摄像头拍摄内容上叠加附加视觉效果，实现用户在面板的真实视野内的视觉增强，本质上提供的是二维增强现实空间。目前，2C 类手机端 AR 产品往往采用免费定价策略，而 2B 类产品则根据附加值定价。手机端 AR 产品最为知名的就是苹果手机 AR，国内的百度、中科创达、

四维图新、虹软科技等公司也在 2B 类产品广泛涉猎。手机端 AR 产品主要应用包括《宝可梦 go》等手机游戏，面板 AR 产品包括各类 AR 辅助驾驶产品。

我们认为，AR 眼镜目前在 B 端已有明确可预见的需求，有成为下一代大规模终端的潜质。对于工业公司，给一线工人配备 AR 眼镜，工人在操作时，有任何需求的数据、说明、专家远程支持，包括危险提示等信息辅助，都可以在眼前直接浮现。工人从而变得更智能，工作更高效更安全，从而推动企业降本增效。

C 端用户对 AR 眼镜的舒适度、美观度都有更高的要求，市场全面打开或在苹果消费级 AR 上线之后 2-3 年。目前 AR 眼镜主流技术需要将多张波导片叠加在一起，以达到多种颜色显示的效果，导致目前产品较为笨重，微软 HoloLens 2 尝试将多片光栅合而为一，但良品率及成本尚未达到商业化程度。消费版苹果眼镜预计将于 2023 年投入量产，再经过 2-3 年的市场培育期，AR 眼镜有望成为和手机、笔记本电脑同量级的必备生产力工具。

2.2.3、全新交互技术提升元宇宙体验，脑机接口是未来交互黑科技

交互技术是使得设备与用户连接的桥梁，ARVR 通过空间定位、动作捕捉实现体验升级。根据清华大学人机交互报告，过去几十年人机交互实现从命令行界面到图形用户界面的演变，再到目前的触摸交互界面和三维交互界面。在触摸交互界面上，用户通过手指在屏幕上直接操作交互内容，主要存在于智能手机和可穿戴设备；在三维交互界面中，用户一般通过身体做出特定动作，与三维空间中的界面元素进行交互，主要运用于 VRAR 场景中。元宇宙的搭建和发展，竞争力就是全新的用户机器交互模式，VRAR 搭载交互技术的发展能够提升元宇宙的体验感。

图 31：连接设备与用户的交互式技术逐渐进步



资料来源：光大证券研究所根据 VR 之家整理

目前 VRAR 交互设备技术主要分为外置激光图像定位、外置图像定位和内置图像处理定位，外置激光图像或外置图像定位精准，但降低成本尚需迭代。1) 外置激光图像或图像定位即通过外置的基站或摄像头与手柄、头盔之间的通信互动确定玩家的运动轨迹和位移，速度快、位置准但成本高。主要方案有 Kinect 体感，PS Move，Light House 等。2) 内置图像处理定位使用头盔的摄像头拍摄画面的变化，结合定制算法估计运动轨迹，不需要额外的设备，更便携，是目前主流新品的选择，如 Oculus Quest2、Pico Neo2、爱奇艺奇遇 2、华为 VR Glass 都使用其中的 InsideOut 定位方案。InsideOut 目前有多摄像头、红外摄像头以及激光雷达等多种传感器方案，通常需要在头盔内匹配协处理器，未来主要方向是在提高定位精度的同时降低功耗。

图 32: VRAR 交互设备技术分为外置激光图像定位和内置图像处理定位

	外置激光图像定位	外置图像处理定位	内置图像处理定位												
技术原理	通过外置的激光发射器对设备进行定位 	通过外部放置摄像头, 拍摄头盔或手柄的光电来进行定位 	通过头盔上的摄像头拍摄画面的变化来估计头盔运动 												
产品应用	 HTC vive 用了此种方式 (Lighthouse 技术)	 Oculus利用红外线进行外置图像处理定位	 微软HoloLens, 采用内置图像处理定位												
优劣比较	<table border="1"> <tr> <th>优点</th> <th>缺点</th> </tr> <tr> <td>速度快 位置准</td> <td>成本高</td> </tr> </table>	优点	缺点	速度快 位置准	成本高	<table border="1"> <tr> <th>优点</th> <th>缺点</th> </tr> <tr> <td>速度快 位置准</td> <td>成本高</td> </tr> </table>	优点	缺点	速度快 位置准	成本高	<table border="1"> <tr> <th>优点</th> <th>缺点</th> </tr> <tr> <td>不需要额外设备, 便携</td> <td>定位精度差</td> </tr> </table>	优点	缺点	不需要额外设备, 便携	定位精度差
优点	缺点														
速度快 位置准	成本高														
优点	缺点														
速度快 位置准	成本高														
优点	缺点														
不需要额外设备, 便携	定位精度差														

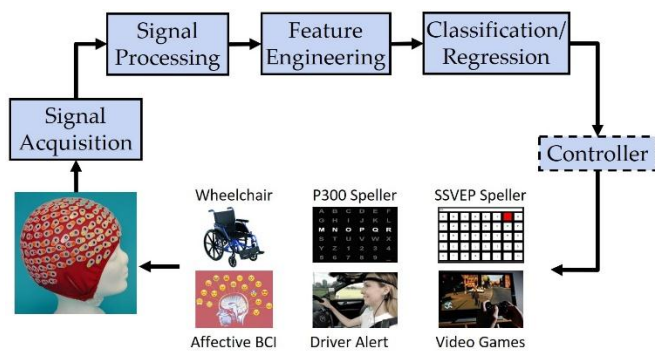
资料来源: 光大证券研究所根据逐鹿 VR 整理

在脑科学基础上诞生的黑科技“脑机接口”,是元宇宙远期未来交互的主要入口。随着移动互联网红利的逐渐消退,远期终局取而代之的将是更多界面、全感官的人机自然交互方式。脑机接口将帮助人类直接跳过物理硬件载体,摆脱肉体束缚,进入人机共生时代,可能是元宇宙远期的核心交互系统。

脑机接口能够完美契合元宇宙的场景需求和描述,其终极目的将是意识上传,人类完全融入元宇宙。通过脑机接口直接将用户的脑信号感知,从而沉浸式地去做硬件的交互和操控。这能够较大地避免信号在各交互介质中的浪费,让用户可以更多关注创造和交互的有效性。未来,脑机接口的终极目的,是希望硬件可以通过信号的精细传输和解析,把用户的意识提取出来,去做编码甚至是重塑,进而直接传输到终极元宇宙上,能够实现意识一直存在,达成意识在元宇宙永生。

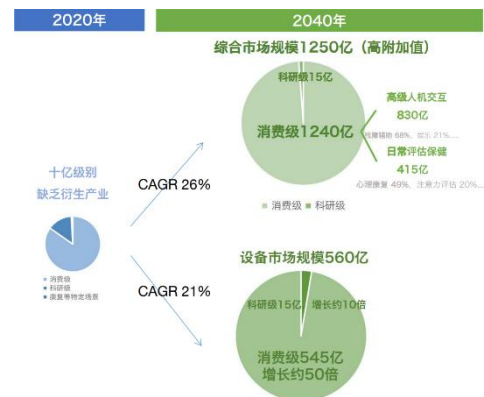
目前,脑机接口已在信息采集、信息分析、反馈等细分领域实现部分突破。20年7月,埃隆·马斯克旗下成立两年的脑机接口(BCI)公司Neuralink的脑机接口技术获突破,通过植入专有技术芯片和信息条,可以直接通过USB-C读取大脑信号。同月,“非潜入式”脑机接口技术也迎来进展,UCSF团队首次证明可以从大脑活动中提取人类说出某个词汇的深层含义,并将提取内容迅速转换成文本。

图 33：脑机接口原理图示意



资料来源：科学网，光大证券研究所

图 34：我国脑机接口市场规模



资料来源：量子位智库预测，光大证券研究所

2.3、 关键基础设施建设稳步推进，元宇宙的将至未至

2.3.1、 元宇宙数据传输需求高，6G 的商用可能是关键节点

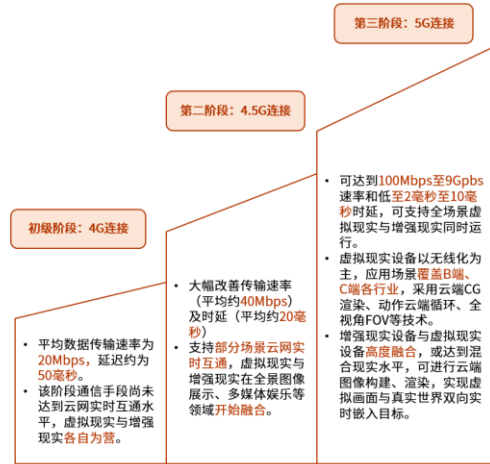
通讯技术的进步和普及，是元宇宙能否实现大规模扩张的关键。元宇宙的显著特点即为大规模的参与感，数以亿计的交互用户量级将对终端服务器的性能和承载能力提出更高要求。5G/6G 具备高带宽、低延迟、海量连接的特点，因此底层通讯技术的成熟程度将极大程度影响同时在线的用户量，进而成为元宇宙能否实现规模扩张的关键。从 4G 到 5G 甚至 6G 的通讯技术的进步和普及，将提升传输速率并且降低时延，促进虚拟与现实的融合。

5G 技术从解决大带宽+降低时延+设备轻量化三管齐下，为 VRAR 产业的发展提供动力引擎。

- 1) 满足 VRAR 带宽需求：5G 毫米波的速度可达 5G Sub-6GHz 的十倍或以上，是 4G LTE 网络的几十倍，可以很好的满足 VRAR 内容流量巨大的应用需求。
- 2) 满足 VRAR 低时延需求：为用户之间、用户与虚拟世界的超大型高质量（低延迟、低丢包率）交互的实现提供可能。
- 3) 满足 VRAR 设备无线化、轻量化需求：通过 5G/6G 通讯技术，未来 VRAR 设备的大计算需求将被转移到云端完成，客户端仅需完成显示、操纵，将极大降低操作门槛并有效控制 VRAR 设备的体积和重量。

元宇宙将产生人类历史上最大的数据量，同时产生极高的数据传输需求，十年后的投入商用的 6G 可能是关键节点。每时每刻都有更多的传感器、摄像机和物联网芯片加入未来的元宇宙中，同时元宇宙需要保持永久在线，这就意味着元宇宙将面对极大的数据量，《微软飞行模拟器》模拟了真实的山脉、道路、云朵，需要超过 2.5PB (2.5 x 10⁶ GB) 的数据，终极的元宇宙所需数据量至少比此高出多个数量级。要完成此级别数据的传输，只有峰值传输速度达 100Gbps-1Tbps 的 6G 才可能实现。

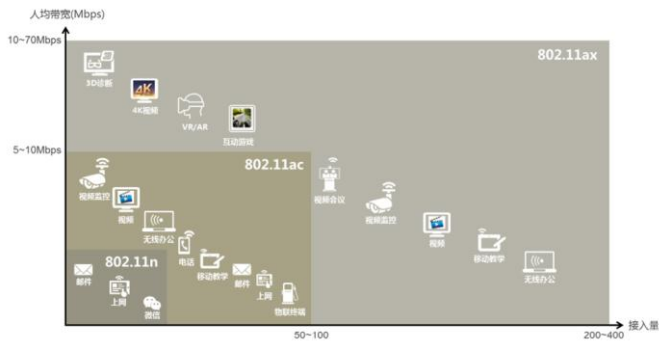
图 35：从 4G 到 5G，为实现虚拟与现实的融合提供支撑



资料来源：头豹研究院，光大证券研究所

元宇宙所处的万物互联时代，需要多种通信技术的融合。由于各自的技术特点，Wi-Fi 6 将作为移动 5G/6G 的有效互补，与 5G/6G 叠加并存，分别主导室内和室外场景。伴随元宇宙的发展，对于家庭 Wi-Fi 网络的性能需求也将随着越来越多的智能设备的接入而提出更高的要求，Wi-Fi 6（802.11ax）网络通过 OFDMA、UL MU-MIMO、1024-QAM 等技术，不但支持接入更多的客户端，同时还能均衡每用户带宽，从而提供更可靠的服务质量。

图 36：Wi-Fi 网络持续升级，应对不断扩大的客户端设备数量以及不同应用的用户体验需求



资料来源：《华为 Wi-Fi 6 (802.11ax)技术白皮书》，光大证券研究所

图 37：Wi-Fi6 通过 OFDMA、MU-MIMO 提供可靠服务



资料来源：锐捷网络，光大证券研究所

2.3.2、算力将一直保持稀缺，边缘端算力进步是更值得期待的方向

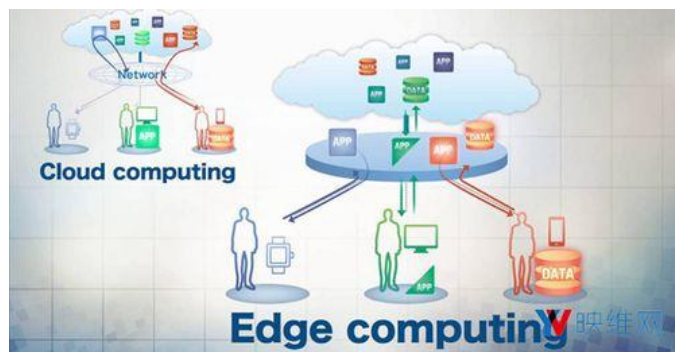
元宇宙的创建和运行离不开算力的支撑，为了对史诗级的数据量、强人工智能进行即时演算且全程在线，元宇宙所需的算力也是前所未有的。我们认为，作为一个承载活动的虚拟世界，一方面，元宇宙虚拟内容和画面的创建均是基于图形渲染和算力支撑，另一方面，在元宇宙中的用户能否进行沉浸式地交互与体验更需要建立在真实的建模和强大算力的基础上。

图 38：元宇宙对强大算力的需求主要集中在视觉、交互和 AI 技术



资料来源：光大证券研究所

图 39：算力发展的解决方案将是云端和边缘端同时发展



资料来源：映维网

复盘算力发展，算力在过去、现在、未来，都将是稀缺资源，对算力的需求总是超过其供应。直到 2015 年，消费者设备才能实时运算一场包含 100 名真实玩家的游戏，传统单机游戏也因此很快被“百人同服”的大型游戏所取代(如 PUBG)。而其实《PUBG》、《堡垒之夜》这样的游戏，直到现在大多数玩家事实上很少同时出现在同一场景，而是分散在一张大地图上，这种游玩方式所需要的算力相比全体在线、实时互动的元宇宙，还相差至少数个数量级。

算力发展的解决方案将是云端和边缘端同时发展，其中边缘端算力的发展更值得期待。1) 目前高算力设备仍占比较低，例如只有不到 1% 的电脑或主机可以在最低画质下玩《微软飞行模拟器》。而对算力要求更高的元宇宙，如果希望能纳入尽可能多的终端和用户，需要降低对设备配置的要求，云端渲染和视频流是一个必然的思路。2) 但云计算也大大增加需要低延迟传输的数据量，同时，需要针对峰值需求进行规划，云端服务器通常会面临利用率低的问题。3) 消费级处理器的改进速度远快于网络提升速度，其更换频率要高得多。而且云端传输的速度有光速作为上限，边缘端并没有这个限制。我们认为，未来真正的边缘计算模式将是用户口袋里功能越来越强大的手机，它们将为用户周围的其他设备，如手表和 AR 眼镜，承担大部分运算。

目前云计算成本相比于边缘端较高，边缘计算具备相对优势。1) **云计算配套费用可能较高。**除了 GPU 计算本身的费用外，云计算还需支付带宽费用、云硬盘数据盘、系统盘等其他费用。以腾讯云 GPU 计算型 GN6 为例，带宽费用会随着带宽使用而增长，若使用 40Mbps 以上带宽，带宽费甚至超过 GPU 计算本身费用。2) **边缘端计算因其为不同场景所专门设计，能够有效压低成本。**以主流家用游戏机 PS5 为例，通过舍弃运行游戏不必要的功能，且将主要获利点放在后续发售游戏内容上，使得其购置成本仅需 4000-6000 元/台。而国内主流云计算服务商在内置 GPU 算力更低的情况下，订阅费仍达到每月 2600-3200 元。

表 5：目前国内主流云计算服务商相比于 PS5 游戏机成本不占优

	PS5	阿里云 GPU 计算型 gn6i	华为云 GPU 加速型 G6	腾讯云 GPU 计算型 GN6
内置 GPU	AMD Radeon RDNA 2	NVIDIA Tesla T4	NVIDIA Tesla T4	NVIDIA Tesla T4
算力 (TFLOPS)	10.3	8.1	8.1	8.1
价格 (人民币元)	4000-6000/台	3000/月	3200/月	2600/月

资料来源：光大证券研究所根据各云计算公司官网（最新价格为最低带宽下），Amazon 整理，价格数据截至 2021-11-15

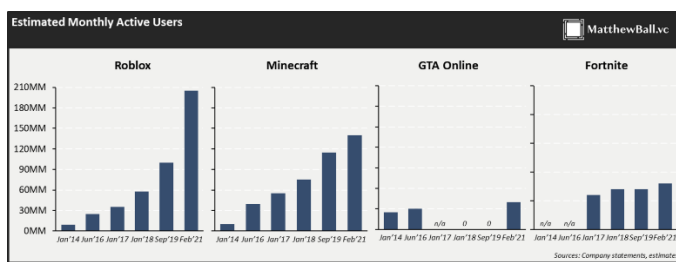
2.3.3、虚拟元宇宙平台形成创作者经济产出良性循环,短期内仍将以游戏平台为主

虚拟平台是对环境和世界的开发运营,用户和企业可以在其中探索、创造、社交和参与各种各样的体验(例如赛车,画画,上课,听音乐等),并从事经济活动。这些业务有别于传统的在线体验和多人视频游戏,因为它们存在一个庞大的开发者和内容创建者生态系统,这些生态系统在底层平台上生成大部分内容并收集大部分收入。在可预见的未来,大多数用户将通过面向消费者、交互式 and 沉浸式的虚拟平台与处在萌芽阶段的元宇宙进行交互。

当下领先的虚拟平台的 MAU 保持高增长趋势,近期暂时以脱胎于游戏的平台为主。当下,最流行的虚拟平台是 Roblox 和 Minecraft,跟随在其后的是 GTA online 和 Fortnite Creative Mode(此二者只是其主游戏的一个子集)。这些领先的虚拟平台都起源于游戏,因为游戏是目前最复杂、最大规模、最多样化的模拟,我们认为,其他消费级体验短时间内还没有对类似计算能力的需求。

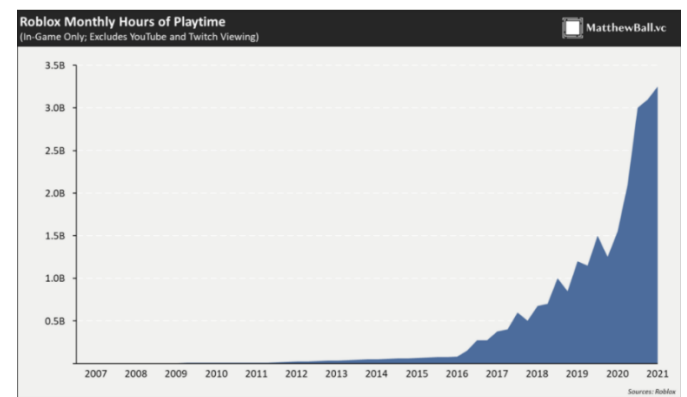
虚拟平台建成后,能推动生产者、用户、内容间的良性循环。虚拟平台提供创作(包括引擎+工作室+工具)的技术基础设施、支持创作的服务(语音通话、玩家账户、支付等服务),并与平台上的创作者、开发者共享的消费者支出。更好的技术和工具会带来更好的体验,从而带来更多用户和更多的每用户支出,这意味着可以产生更多平台利润,从而可以产生更好的技术和工具,吸引更多的开发者和更多的用户。

图 40: 各虚拟平台的 MAU (单位: 百万人)



资料来源: matthewball.vc, 光大证券研究所

图 41: Roblox 每月游玩时间 (单位: 十亿小时)



资料来源: matthewball.vc, 数据截至 2021 年 2 季度, 光大证券研究所

在游戏之外,其他类型的元宇宙虚拟平台在中长期也将获得更多发展。1) Matterport 使房地产所有者能够创建其财产的数字复制品,集成实时数据,代表动态房产设施或社区系统。模拟电力、安全、暖通空调、天气等要素进行视觉上的交互式叠加。2) Niantic 在开发适用于当前和未来几代 AR 硬件的增强现实平台,可能仍会集成到《宝可梦 go》游戏中,但将持续向节目活动、户外郊游等领域拓展。

2.3.4、元宇宙不是移动互联网叠加虚拟现实的版本,互联互通的交换协议和标准是必须

互联互通的交换协议和标准,包括各种互通的技术解决方案、协议、格式和相关服务,可能是元宇宙最重要的方面。没有它们,就不会有真正的元宇宙,只有当今移动互联网和应用商店的更加虚拟和身临其境的版本。更重要的是,这种苍白的模仿和升级将远达不到元宇宙巨大的利润空间,也不会充满活力和保持健康生

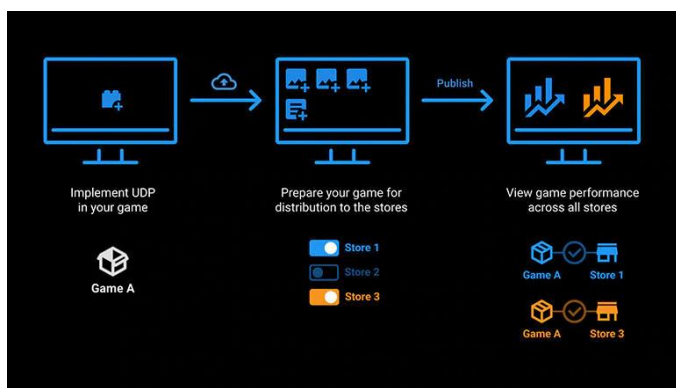
态。玩家目前仍无法将自己在 Roblox 体验到的游戏内容或资产导入《堡垒之夜》或《我的世界》，这些产品目前还未成为真正的元宇宙。

如果互联网并非是开放的，互联网普及率可能会远低于目前。如果互联网是由某一家特定的公司发明，他们可能会以此销售商品、投放广告、收集用户数据以获取利润，比如下载 jpg 文件可能需要按次收费，使用 IE 或 Chrome 浏览器也需要交年费。在此情景下，互联网普及率可能会远低于现在，整个移动互联网的商业价值也会更低。

目前元宇宙的初步实现之一：游戏，尚不支持开放交换。在游戏开发中，Microsoft Xbox 专门使用 Microsoft 的 DirectX 编程接口，而 Sony 将其 GNMx 用于 PlayStation，Nintendo Switch 则需要使用 Nvidia 的 NVN。各自不同的 API 可能会更适合各平台专有的操作系统和硬件，但会造成网络效应的缺失和内容上投入的增大。

随着对交换解决方案需求的增长，部分元宇宙的交换解决方案有望逐步开始建立。例如 Nvidia 的 Omniverse 平台使用 Connector 工具将来自 Maya、Ps、Unreal、AutoCAD 等的数字信息连贯地整合到一个共享的虚拟环境中。2020 年，Unity 推出 Unity 分发平台，使开发人员能够创建其应用的单一版本，然后在所有移动应用商店（包括 App Store 和 Google Play）中分发和管理它。

图 42：Unity 分发平台（UDP）：一次创建，随地发布



资料来源：Unity，光大证券研究所

图 43：Omniverse Connector 工具支持大量应用程序间的协作

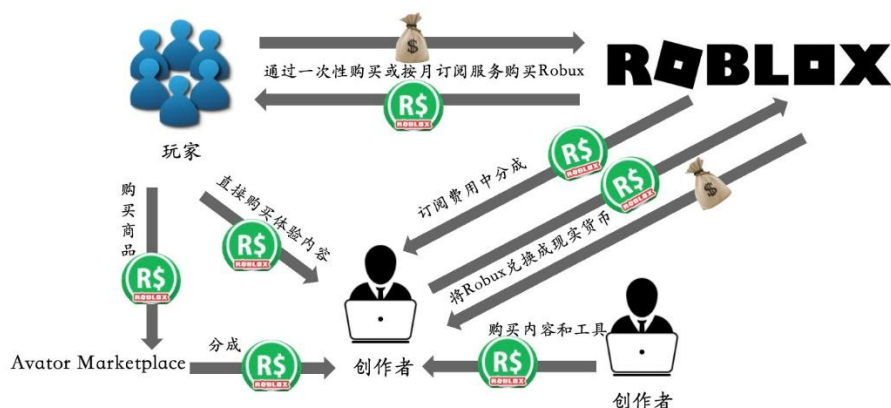


资料来源：Omniverse Connector，光大证券研究所

2.3.5、经济繁荣尚待中长期各独立平台的打通，元宇宙“play-to-earn”模式有望快速发展

元宇宙的数字价值主要通过虚拟世界中的虚拟创作驱动，最大的利润理应流向虚拟平台内容的生产者，但目前硬件商、平台分走大部分收益。Roblox 的开发者很难增加收入，因为 Roblox 只向开发者支付用户在游戏、资产或虚拟物品上消费总投入的 25%，有 30% 被支付给 Apple，从长远来看，Roblox 的经济会受到损害。当下主要的 NFT 和区块链平台都是基于浏览器，尽量绕开 App Store 等平台的限制。

图 44: Roblox 经济结构



资料来源：光大证券研究所根据 Roblox 招股书整理

中长期各独立元宇宙平台将互相打通，元宇宙的用户能够在各种平台和游戏间互通虚拟商品，从而有效促进消费，抬升元宇宙经济价值。各平台打通后，虚拟商品使用范围的扩大能够有效促进消费者的消费，如果玩家的装备、道具不仅限于单个游戏中，用户在游戏上的支出有望得到大量提升。另外，消费者认为没有游戏能永远持续下去，其支出可能受限，真正的元宇宙将改变这一限制，极大地促进元宇宙消费经济的繁荣。

元宇宙有望带来新的游戏商业模式，以“play-to-earn”为中心，超越传统的游戏玩法。我们认为，正如“free-to-play”曾经被认为是一种激进的商业模式，不仅会导致特定游戏的收入降低，甚至可能会损害整个行业，但最终它被证明是优秀的货币化方式，元宇宙开放的经济和虚拟商业物品价值的增加将促进用户发展“play-to-earn”的机制，元宇宙游戏也将带来游戏商业模式的革命。

3、市场空间：元宇宙将带来五千亿级增量空间

综合两种测算方法，我们认为，元宇宙在 2025 年国内的市场空间区间在 3,400-6,400 亿元量级。通过类比移动互联网各部门，加总元宇宙各细分领域（社交、游戏、短视频、在线视频、电商、移动办公）的方法，我们测算得到元宇宙在 2025 年的国内市场空间区间下限为 3,400 亿元。通过梅特卡夫定律对元宇宙网络效应的估计，我们测算得到元宇宙在 2025 年国内的市场空间为 6,400 亿元。

3.1、元宇宙从 0 到 1，为移动互联网所不能为

我们认为，元宇宙将通过其更丰富的功能和体验，逐步替代移动互联网的部分功能，我们采用对社交、游戏、移动办公等细分领域内，元宇宙对移动互联网的渗透率，来测算元宇宙在未来 5-10 年国内的市场空间。公式：元宇宙国内市场空间=国内移动互联网用户数*元宇宙渗透率*元宇宙单用户 ARPU。我们认为，参考移动互联网 ARPU 对 PC 互联网时代 ARPU 的提升，元宇宙的单用户 ARPU 要高于移动互联网。根据游戏公司世纪华通公告计算，18 年同 IP、同研发商的《热血传奇》、《传奇世界》手游 ARPPU 分别是对应端游 ARPPU 的约 1.2、2 倍，平均约为 1.6 倍。我们假设元宇宙由于其高沉浸感、高用户时长、多变现渠道，元宇宙 ARPU 将是移动互联网时代的约 1.5 倍。

在 2025 年前，我们认为，元宇宙主要以社交+游戏体验为前期主要布局方向，辅以部分 VR 观影、VR 购物体验、线上办公等突破口；到 2030 年，元宇宙将开

始全面替代移动互联网乃至现实世界大部分功能，元宇宙将为全社会带来广阔增长空间。

根据我们的测算，到 2025 年，元宇宙在社交、游戏、短视频、在线视频、电商、移动办公等领域的合计的国内市场空间约为 3,400 亿元，我们将这一数据理解为不完全统计下的元宇宙市场价值区间下限。早期元宇宙主要依靠移动社交和游戏增加用户渗透率，并进行用户教育。就市场规模潜力来看，若商业化级元宇宙终端在 2025 年得以铺开，元宇宙电商有更大的商业化潜力。

表 6：各元宇宙早期细分市场空间测算

	市场空间 (亿元)	市场规模占比	用户渗透率
移动社交	538	15.8%	13.5%
移动游戏	1,397	41.1%	25%
短视频	208	6.1%	3%
在线视频	148	4.4%	4%
在线电商	1,080	31.8%	0.5%
移动办公	28	0.8%	3%
合计	3,400	100%	

资料来源：光大证券研究所测算

1) 移动社交：

国内移动社交趋于成熟，增长空间已经有限，元宇宙将带来下一代社交，逐步拓展用户时长。根据 CNNIC 数据，我国即时通信用户于 20 年 12 月已达 9.81 亿人，占全体网民的 99.2%，渗透率相比于 20 年 3 月没有提升，移动社交流量增长将保持缓慢。互联网巨头已经开始布局下一代社交，Facebook 的 Horizon 于 21 年 10 月改名 Horizon Worlds，打造创作者友好的社交空间。腾讯天美总裁姚晓光亲自挂帅 Z-plan，以 3D 全面升级版 QQ 为下一代社交元宇宙产品。

目前传统社交产品仍强势，社交元宇宙渗透率很低，看好 Z-plan 成为由 0 到 1 的突破产品，2025 年渗透率有望达到 13.5%。Z-plan 是腾讯天美工作室+QQ 团队重点打造的下一代社交+游戏产品，兼具腾讯社交产品基因和游戏自研能力，我们认为 Z-plan 的产品形态可能类似于具有个人 3D 虚拟形象的全面升级版 QQ，看好其能够通过更高清、更具代入感和互动性的元宇宙特质，占据下一代社交产品的生态位。参考天美王牌产品《王者荣耀》，其脱胎于 2012 年的《霸三国 OL》，到 2015 年正式上线，用了三年的研发时间。我们认为，Z-plan 目前是腾讯重点元宇宙项目，但研发经验相比于 Moba 类游戏较为缺乏，预计 Z-plan 产品将于 2024-25 年上线。参考微信上线初的渗透率 13.3%左右（2012 年微信突破 1 亿用户数，同年移动互联网用户数 7.5 亿），我们认为，2025 年社交元宇宙（包含 Z-plan、VR chat 等新一代社交产品）渗透率有望达到 13.5%。

社交元宇宙相比于移动社交，用户使用时长更长，将具有更强的变现能力，我们测算社交元宇宙国内的市场空间将达 538 亿元。1) 根据前瞻研究院预测，2021 年我国移动社交市场规模约 1,438 亿元，17-21E 的 4 年 CAGR 为 33%。我们认为未来增速会自然回落，同时，24-25 年腾讯 Z-plan 的上线会对社交市场有促进作用，我们假设到 2025 年的 4 年 CAGR 为 16.6%，则 2025 年预计我国移动社交市场规模为 2,659 亿元；2) 根据艾媒咨询，2020 年我国移动社交用户规模 9.2 亿人，17-20 年的 3 年 CAGR 为 8.5%。我们认为社交用户数增长空间较小，假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 3.0%，则 2025 年预计我国移动社交用户规模 10.7 亿人；3) 根据极光数据，21 年 9 月抖音人均日使用时长达 138 分钟，仍

小于日均使用时长 2.5 小时以上的 Roblox，元宇宙的“沉浸感”显著，能占用更高的用户时长，我们假设，社交元宇宙的单用户 ARPU 将是移动社交单用户 ARPU 的 1.5 倍。

表 7：社交元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
移动社交市场规模 (a)	1,162	2,659	单位：亿元
移动社交用户规模 (b)	9.2	10.7	单位：亿人
单用户 ARPU (c)	126	249	单位：元/人； $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	13.5%	看好 Z-plan 达到微信上线初渗透率
社交元宇宙用户规模 (e)		1.4	单位：亿人； $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	用户使用时长更长，变现能力更强
社交元宇宙空间 (g)		538	单位：亿元； $g = c * f * e$

资料来源：艾媒咨询，前瞻研究院、光大证券研究所预测，光大证券研究所测算

2) 移动游戏：

主流 VR 游戏平台游戏内容数量、质量成长明显，游戏为元宇宙早期最佳载体。根据青亭网统计，2021 年 9 月 Steam VR 内容总数达 6051 个，Oculus Quest 平台应用数量为 308 个，环比提升明显。VR 游戏《半衰期：爱莉克斯》成为杀手级产品，多次登上 Steam 游戏平台周销量榜第三，其大体量、高质量证明了 3A 级别的 VR 游戏已经成熟，看好未来有更多叫好叫座的 3A 级 VR 游戏问世。

国内厂商布局元宇宙游戏，长期看好用户群培育。1) 21 年 4 月，字节跳动 1 亿元战略投资代码乾坤，其主力产品《重启世界》为 Roblox 本土化改良。2) 网易类《糖豆人》游戏《动物派对》已获发版号。3) 腾讯引进国内版 Roblox《罗布乐思》上线遇冷，但《罗布乐思》更多是面向中小用户，目的在于为培养下一代用户群，目前不急于变现。长期来看，国内元宇宙游戏若能持续推进 UGC 内容引进与培育，我们依旧看好其发展潜力。

我们预计 2025 年国内游戏元宇宙渗透率将达 25%，测算得游戏元宇宙国内的市场空间为 1,397 亿元。1) **海外 VRAR 渗透率已较高，我国 VRAR 有望加速渗透。**根据 Thrive Analytics 数据，全美成年人中，已有 23% 曾拥有或使用过 VR 头显；Snap 认为，2021 年已使用过 AR 的用户数接近 30%；我国 VR 市场渗透率目前仍处于较低水平，有望在海外优质 VR 游戏引进的驱动下，市场渗透率加速增长。同时我们看好元宇宙沙盒游戏的未来国内用户培育，假设 2025 年国内元宇宙游戏（包括 VR 游戏和类 Roblox 的沙盒游戏等）渗透率将达 25%。2) **元宇宙用户价值相比传统游戏更高**，元宇宙游戏中，用户将可以自己创作游戏地图、游戏模型等虚拟资产，并通过将其出售获得经济效益，这将有力促进元宇宙游戏经济系统的活跃，带来更高的单用户 ARPU。3) 根据前瞻研究院，2020 年我国移动游戏市场规模约 2,097 亿元，17-20 的 3 年 CAGR 为 21.8%。考虑 20 年疫情下宅经济抬高移动游戏增速，后续增长将有所放缓，假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 12.2%，则 2025 年预计我国移动游戏市场规模约 3,725 亿元；4) 根据音数协游戏工委，2020 年我国移动游戏用户规模 6.5 亿人，17-20 年 3 年 CAGR 为 5.7%。考虑未成年人保护等监管影响，假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 0.6%，则 2025 年预计我国移动游戏用户规模 6.7 亿人。

表 8：游戏元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
移动游戏市场规模 (a)	2,097	3,725	单位: 亿元
移动游戏用户规模 (b)	6.5	6.7	单位: 亿人
单用户 ARPU (c)	320	553	单位: 元/人; $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	25%	参考北美 VR 渗透率
游戏元宇宙用户规模 (e)		1.7	单位: 亿人; $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	“play-to-earn” 模式, 变现能力更强
游戏元宇宙空间 (g)		1,397	单位: 亿元; $g = c * f * e$

资料来源: 前瞻研究院, 中国音数协游戏工委, 光大证券研究所预测及测算

3) 短视频和在线视频:

观影类 VR 已得到广泛布局, 元宇宙在线视频可能带来划时代变革。根据华为 VR 网络白皮书, 预计在 2025 年 VR 观影渗透率为 3%。爱奇艺内容制作助力奇遇 3 VR 头显提升竞争力, 奇遇 3 VR 沉浸式 4K 高清影片带来的身临其境感, 可以和电影院 IMAX 影厅媲美, 我们看好奇遇 3 VR 等 VR 头显的观影潜力, 假设未来国内元宇宙观影类渗透率能达到 4%。

我们测算得在线视频元宇宙国内的市场空间为 148 亿元。1) 根据前瞻研究院预测, 2022 年我国在线视频市场规模约 1,962 亿元, 17-22E 的 5 年 CAGR 为 22.8%。考虑 VR 观影为在线视频带来增量, 假设到 2025 年的 3 年 CAGR 为 8.0%, 则 2025 年预计我国在线视频市场规模约 2,470 亿元; 2) 根据前瞻研究院, 2020 年我国在线视频用户规模 8.7 亿人, 17-20 年的 3 年 CAGR 为 16.6%。我们认为在线视频用户基数已经较大, 假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 1.4%, 则 2025 年预计我国在线视频用户规模 9.3 亿人。

表 9：在线视频元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
在线视频市场规模 (a)	1,444	2,470	单位: 亿元
在线视频用户规模 (b)	8.7	9.3	单位: 亿人
单用户 ARPU (c)	166	265	单位: 元/人; $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	4%	元宇宙助力 VR 视频发展, 预计渗透率将高于华为 18 年预测渗透率 3%
在线视频元宇宙用户规模 (e)		0.4	单位: 亿人; $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	更沉浸, ARPPU 更高
在线视频元宇宙空间 (g)		148	单位: 亿元; $g = c * f * e$

资料来源: 前瞻研究院, 光大证券研究所预测, 光大证券研究所测算

短视频可能同样适合元宇宙内容形态, 有望登陆消费级 VRAR 产品。根据 sensor tower, Facebook Lasso 上线 4 个月, 美国下载量仅近 7 万, 已于 20 年 7 月下线。Facebook 在短视频领域不敌 Tik Tok, 可能通过 VR 短视频弯道超车。3-5 年后, VRAR 消费级商业爆款通过逐步降低售价得以铺开, 自制 VRAR 内容的门槛逐渐降低, 国内短视频领军人抖音、快手也有望制作 VRAR 形态的短视频应用, 2025 年渗透率可能接近抖音早期渗透率量级。VRAR 内容更容易沉浸, 广告变现效率更高, 看好短视频成为元宇宙内容的增长点。

我们测算得短视频元宇宙国内的市场空间为 208 亿元。1) 根据艾媒咨询预测, 2021 年我国短视频市场规模约 1,945 亿元, 17-21E 的 4 年 CAGR 为 143%。考虑短视频的广告、直播电商等业务仍处于快速发展阶段, 假设到 2025 年的 4 年 CAGR 为 24.2%, 则 2025 年预计我国短视频市场规模约 4,626 亿元; 2) 根据艾媒咨询预测, 2021 年我国短视频用户规模 8.1 亿人, 17-21E 的 4 年 CAGR 为

35.2%。我们认为短视频用户基数已经较大,假设到 2025 年的 4 年 CAGR 为 3.6%, 则 2025 年预计我国短视频用户规模 9.3 亿人。

表 10: 短视频元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
短视频市场规模 (a)	1,408	4,626	单位: 亿元
短视频用户规模 (b)	7.2	9.3	单位: 亿人
单用户 ARPU (c)	195	496	单位: 元/人; $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	3%	参考抖音 17Q2 渗透率 1.5%
短视频元宇宙用户规模 (e)		0.3	单位: 亿人; $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	更沉浸, 广告变现效率更高
短视频元宇宙空间 (g)		208	单位: 亿元; $g = c * f * e$

资料来源: 艾媒咨询、光大证券研究所预测, 光大证券研究所测算

4) 在线电商:

元宇宙为电商赋能, 3D 虚拟建模、虚拟试用提升购物者体验, 高效促成交易。拿化妆品举例, 化妆品在每个人身上的效果会有所不同, 而且需要在众多颜色中挑选适合自己的, 所以如果能虚拟试妆, 那就要比模特试色效果好得多, 而这正是元宇宙所能提供的。

参考直播电商早期渗透率, 我们假设 2025 年元宇宙电商能达到 0.5% 渗透率, 测算得到电商元宇宙国内的市场空间 1,080 亿元。1) VR 购物早有阿里、亚马逊等主流产商尝试, 但元宇宙全面赋能直播电商需要等待苹果 AR 眼镜、Oculus 新款更轻盈、更低价格的 VR 一体机问世, 并得到 2-3 年的市场培育。根据巨量算数数据, 2017 年 (直播电商发展第二年) 直播电商渗透率为 0.5%, 我们认为, 到 2025 年, 元宇宙电商渗透率有望达到 0.5% 水平。2) 根据前瞻研究院, 2020 年我国电商市场规模约 80,892 亿元, 17-20 年的 3 年 CAGR 为 20.4%。考虑电商行业中的直播电商业务仍处于快速发展阶段, 假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 12.2%, 则 2025 年预计我国在线电商市场规模约 143,944 亿元; 3) 根据艾媒咨询, 2020 年我国电商用户规模 7.9 亿人, 17-20 年 3 年 CAGR 为 18.6%。我们认为电商用户基数已经较大, 假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 4%, 则 2025 年预计我国在线电商用户规模 9.6 亿人。

表 11: 电商元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
在线电商市场规模 (a)	80,892	143,944	单位: 亿元
在线电商用户规模 (b)	7.9	9.6	单位: 亿人
单用户 ARPU (c)	10,265	15,028	单位: 元/人; $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	0.5%	参考直播电商 2017 年渗透率 0.5%
电商元宇宙用户规模 (e)		0.05	单位: 亿人; $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	“虚拟试用”, 达成交易可能性更高
电商元宇宙空间 (g)		1,080	单位: 亿元; $g = c * f * e$

资料来源: 前瞻研究院, 艾媒咨询, 光大证券研究所预测及测算

5) 在线办公:

办公元宇宙需求明显, 静待消费级商业化终端出炉。以白领用户为例, 同时处理较多工作时, 可以通过 AR 眼镜快速收发信息和接听电话, 相比于拿起手机可以跳过多个步骤, 提高大量工作效率。Facebook 虚拟会议应用 Horizon Work 不仅提供虚拟会议场景和人物形象, 还可以进行在虚拟白板书写、进行虚拟演示等活动, 沉浸感远高于 Zoom 等 2D 会议应用。

疫情下远程办公渗透率仍仅为 1%，办公元宇宙仍为一片蓝海，我们测算 2025 年办公元宇宙国内的市场空间为 28 亿元。1) 根据 Mob 研究院，我国在 20 年疫情期间，远程办公渗透率仍仅为 1%，相较于欧美同期的 10%+，处于起步阶段，发展前景巨大。我们假设到 2025 年，元宇宙远程办公渗透率能达到 3%。2) 根据前瞻研究院，2021 年我国远程办公规模约 469 亿元，17-21E 的 4 年 CAGR 为 24.5%。考虑后续 AR 眼镜、虚拟会议加速铺开，假设到 2025 年的 4 年 CAGR 为 7.7%，则 2025 年预计我国远程办公市场规模约 630 亿元；3) 根据 CNNIC，2020 年我国移动办公用户规模 3.5 亿人，20H2 相比 20H1 增长 42.5%。我们认为远程办公具备真实需求，用户数仍在扩张之中，但移动办公用户数上限应小于电商、社交等全民级应用场景。假设到 2025 年的 5 年 CAGR 为 6.2%，则 2025 年预计我国远程办公用户规模 4.7 亿人。

表 12：办公元宇宙国内市场空间测算

	2020	2025E	说明
移动办公市场规模 (a)	375	630	单位: 亿元
移动办公用户规模 (b)	3.5	4.7	单位: 亿人
单用户 ARPU (c)	108	135	单位: 元/人; $c = a / b$
元宇宙渗透率 (d)	-	3%	参考 2020 年远程办公渗透率 1%
办公元宇宙用户规模 (e)		0.1	单位: 亿人; $e = b * d$
单用户 ARPU 倍数 (f)		1.5	更沉浸, 变现能力更高
办公元宇宙空间 (g)		28	单位: 亿元; $g = c * f * e$

资料来源: CNNIC, 艾媒咨询、光大证券研究所预测, 光大证券研究所测算

3.2、 元宇宙的深度链接，网络效应创造巨大价值

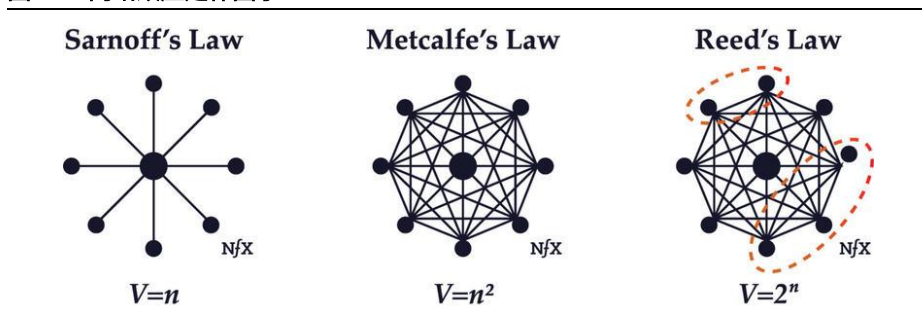
梅特卡夫定律认为网络价值随网络中结点数目增多呈非线性的快速增长。电视电话时代，萨尔诺夫定律表明广播媒体的价值与用户数量成正比，用户越多、价值越大。进入互联网时代后，梅特卡夫认为萨尔诺夫定律低估了网络的价值，多对多的互联网网络的价值应该与网络中连接节点的平方成正比，意味着一个网络的价值伴随结点数增多呈非线性的高速增长。学术研究和历史数据验证了梅特卡夫定律的有效性。2013 年，梅特卡夫在《IEEE 计算机》上发表了一篇文章，用 Facebook 十年的实际数据证明了其现实中的成长轨迹符合梅特卡夫定律。

表 13：网络效应定律简介

定律名称	基本简介	公式
萨尔诺夫定律 (Sarnoff's Law)	<ul style="list-style-type: none"> 电视、电话、广播等早期媒介，其价值与用户数量成正比 以电视先锋大卫·萨尔诺夫 (David Sarnoff) 命名 	$V=K*n$
梅特卡夫定律 (Metcalfe's Law)	<ul style="list-style-type: none"> 1980 年代，以太网的发明者之一罗伯特·梅特卡夫 (Robert Metcalfe) 率先提出此概念，乔治·吉尔德于 1993 年系统阐释 在以太网和互联网等多对多网络结构里，价值增长的速度比一对多的广播网络要快，因为增加节点将大大增加整个网络系统的连接数。当每个节点都有可能连到任意节点时，每增加一个节点，就不只增加一个单位价值，而是节点数的平方 	$V=K*n^2$
里德定律 (Reed's law)	<ul style="list-style-type: none"> 麻省理工学院大卫·里德 (David P. Reed) 于 1999 年提出此概念 能够让个人构成群体的多对多网络，其价值增长的速度应远超梅特卡夫定律的预测，因为每个节点的价值不仅需要乘以其连接的节点数，还要乘以可能联系到的潜在群体数目，即网络的价值不是随着用户平方增长，而是呈指数增长趋势 	$V=K*2^n$
齐普夫定律 (Zipf's Law) /Odlyzko's Law	<ul style="list-style-type: none"> 2006 年 7 月鲍勃·布里斯科指出梅特卡夫定律隐含假设的缺陷：对网络中的所有连接都赋予了相同的价值。他认为网络中连接的价值并不是同等重要的，连接也分强连接和弱连接，弱连接的价值低于强连接，并提出了一个新的描述网络价值的法则——齐普夫定律 齐普夫定律同样认可网络连接规模的提升带来的回报是超预期的，认为网络价值和节点数量及节点数量的对数的乘积成正比，即用户节点的增长带来网络价值的增长大于节点数量的一次方但低于二次方，网络价值和用户节点数目之间的关系大于萨尔诺夫的假设，但小于梅特卡夫的假设 	$V=K*n \log(n)$

资料来源: 光大证券研究所根据 csdn、卫夕指北整理

图 45: 网络效应定律图示



资料来源: NFX, 光大证券研究所

元宇宙本质上仍是一种深度链接, 是比移动互联网更好的交互方式, 网络效应最强, 很可能符合梅特卡夫定律, 创造巨大商业价值。以 Roblox 为例, 我们用 DAU 代表用户数量, 用公司营收代表网络价值, 从而将 19Q1-21Q2 期间 Roblox 季度平均 DAU 与 Roblox 季度营收拟合, 得到 Roblox 的季度价值曲线。统计上, 这条曲线的拟合优度为 0.98, 反应出曲线对数据的拟合程度良好, Roblox 符合梅特卡夫定律。因此, 我们认为比 Roblox 更沉浸、更交互方式更多元的元宇宙, 很可能同样符合梅特卡夫定律。

表 14: Roblox 季度价值曲线数据集

季度	19Q1	19Q2	19Q3	19Q4	20Q1	20Q2	20Q3	20Q4	21Q1	21Q2
Roblox DAU (百万人)	15.8	17.1	18.4	19.1	23.6	33.4	36.2	37.1	42.1	43.2
Roblox Booking 营收 (百万美元)	142.3	150.3	165.4	236.3	249.6	494.2	496.5	642.3	652.3	665.5

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所

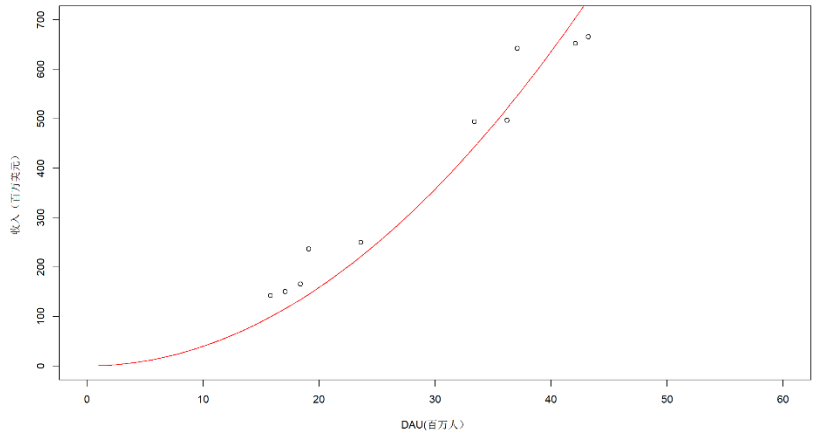
根据梅特卡夫定律, 我们估计到 2025 年, 元宇宙的网络效应价值约为 6,400 亿元人民币。拟合后, Roblox 季度价值曲线的公式为: 营业收入=0.4*DAU², 我们假设元宇宙在早期, 网络效应和 Roblox 接近, 假设元宇宙季度价值曲线的系数同样为 0.4。假设 2025 年, 消费级 VRAR 设备已经开始铺开, 腾讯 Z-plan 等社交+游戏的应用也已得到市场认可, 元宇宙逐步成为全民级应用。参考上一次互联网革命——移动互联网, 根据 CNNIC 数据, 2014 年我国移动互联网用户为 5.6 亿, 保守起见, 我们对元宇宙用户的增长速率、用户活跃度给予一定的折扣, 假设到 25 年 DAU 将有望达到 2.5 亿。根据梅特卡夫公式计算后得, 到 2025 年元宇宙网络效应的市场规模有望达到约 6,400 亿元人民币。我们将这一数值理解为包含社交、游戏、VRAR 内容生态的元宇宙早期网络效应价值理想上限。

表 15: 梅特卡夫定律测算过程

参数	数值	说明
DAU (a)	250 (百万人)	元宇宙 25 年预计 DAU
梅特卡夫系数 (b)	0.4	参考 Roblox 19Q1-21Q2 季度价值曲线的系数
季度市场规模 (c)	25,000 (百万美元)	$c = a * a * b$
汇率 (d)	6.4	1USD 约合 6.4RMB
年度市场规模 (e)	6,400 (亿人民币元)	$e = c * d * 4$

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所计算

图 46: Roblox 季度价值曲线



资料来源: 公司公告, 光大证券研究所计算

4、投资建议与行业内主要公司分析

元宇宙蓝图宽广无限, 它的成长与成熟将明确技术进步的路径, 促进硬件、服务、内容打通正向循环。我们认为关于元宇宙的投资机会, 长期不应低估宏大的叙事, 而短期也不应高估技术进步的节奏。从蒸汽机车到高铁, 没有任何一项技术是刚问世时就尽善尽美的, 技术的迭代与进步最终会回应一切萌芽时的挑剔与贬低。技术的演进与合力不过是元宇宙时代的序章。

从历史经验来看, C 端杀手级应用场景——游戏、视频不断对硬件性能提出严苛且日益增长的需求; 而硬件算力的提升最终将外溢至生产力领域; 我们认为相似的逻辑将在元宇宙上重演。云游戏是目前可见的对于算力基础设施、互联网传输带宽和时延要求最为苛刻的应用形式, 一旦云游戏将产业链各环节打通, 后续向生产力迁移将水到渠成。

图 47: 元宇宙的演进路线推演



资料来源: 光大证券研究所

1) 首先需要卡位下一代沉浸式互联网入口, VRAR 产业有望迎来边际变化和拐点。扎克伯格认为, 一旦 VRAR 平台跨越 1000 万人同时使用、购买内容这个门

槛,VRAR 内容生态将会出现跨越式发展。根据 Steam20 年度报告,Steam VR20 年月活约 205 万人,我们认为,随着 VR 头显的售价降低、VR 内容的不断丰富,跨越千万人同时使用 VRAR 内容平台的时间节点将在 23 年左右到来。届时 VRAR 内容可能会出现类似《PUBG》、《英雄联盟》这样的杀手级应用,推动 VRAR 硬件及内容高速增长。**重点推荐舜宇光学科技,公司已在 VR/AR 视觉模组实现批量生产,是 Oculus 核心供应商;歌尔股份,公司是全球 VR 一体机代工龙头;Facebook (Meta),公司是全球 VR 一体机制造龙头。**

2) 没有内容产业的爆款,就没有赖以全产业发展的庞大需求。游戏作为 C 端用户的杀手级应用带来利润,能支持在网络、算力等其他领域拓展所需的巨额投入。同时需要关注在游戏内容行业已有较深积淀的公司,游戏是元宇宙早期最佳载体,沙盒游戏、开放世界游戏等元宇宙雏形有望开发 C 端用户需求,从而促进硬件持续进步,推动 C 端体验提升,进而培育庞大的用户群体,建立丰富的内容生态,元宇宙游戏质量在迭代中逐步提高,打通元宇宙内容端正向循环。**重点推荐国内游戏龙头腾讯控股,网易-S,公司在自研游戏领域投入最大,基础设施实力最为雄厚,且已经开始通过《罗布乐思》、《动物派对》等产品率先探索元宇宙游戏内容,有望在元宇宙游戏开发中保持领先;推荐 Roblox,公司通过虚拟社交属性加强双边网络效应,用户和内容生态处于上升期。**

3) 需要关注算力、AI 等元宇宙基础设施发展,强 AI、高算力是元宇宙得以从雏形成长成熟的必要条件。元宇宙需要强 AI 提供不重复、自由探索的游玩体验,需要高算力支持元宇宙的大量应用创新,满足元宇宙高需求的高性能 AI 芯片可能是 5-10 年的科技发展主线。**重点推荐英伟达,公司是世界领先的 GPU 设计和人工智能芯片与解决方案提供商,旗下代表芯片 A100 是目前最领先的云端 AI 芯片,AI 技术将保持强劲。**

4.1、腾讯：国内元宇宙领航者，强社交型元宇宙新品 Z-plan 值得期待

4.1.1、腾讯元宇宙：社交为基，广泛布局

腾讯提出移动互联网的下一波升级——全真互联网。腾讯自成立 23 年以来,组织架构经五个阶段,大致上分为 PC 互联网(1998-2012)、移动互联网(2012-2021)(上半场消费互联网-下半场产业互联网)、全真互联网(2021-?)五个阶段。2020 年底,马化腾在腾讯内部特刊中首次提出“全真互联网”的概念,主张发展“虚实结合”,线上、线下社会之间的界限将越来越模糊。

表 16: 腾讯组织架构五个阶段

阶段	时间	事件
PC 互联网	1998-2012	引入高管刘积平、任宇昕等
移动互联网	2012-2021	成立 IEG、MIG、SNG 七大事业群
消费互联网	移动互联网上半场	成立微信事业群,任宇昕扩权
产业互联网	移动互联网下半场	新成立云与智慧产业、PCG 事业群
全真互联网	2021-?	IEG 天美工作室群总裁姚晓光主管 QQ, 游戏+社交探索元宇宙

资料来源:光大证券研究所根据腾讯科技、36Kr 整理

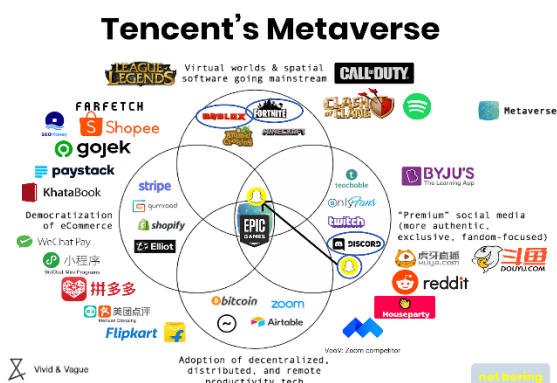
腾讯在国内企业元宇宙布局处于领先位置,以流量生态为核心护城河。腾讯旗下社交生态(微信+QQ)、游戏(《王者荣耀》等传统游戏、腾讯即玩等云游戏平台)、视频(腾讯视频)、直播(虎牙+斗鱼)已形成内部良性循环与迭代的经济系统,为用户提供高质高量的沉浸式内容。

天美总裁亲自挂帅开发游戏新品 Z-plan, 游戏+社交探索元宇宙。21 年,天美工作室群总裁姚晓光主管 QQ, 带队开发 Z-plan 项目,探索将 QQ 社区和游戏

打通的模式。Z-plan 产品可能会将 QQ 进行 3D 升级，再加入天美积累的社交小游戏，同时借助腾讯在游戏、社交方面的开发能力，有望打造第三代社交模式。

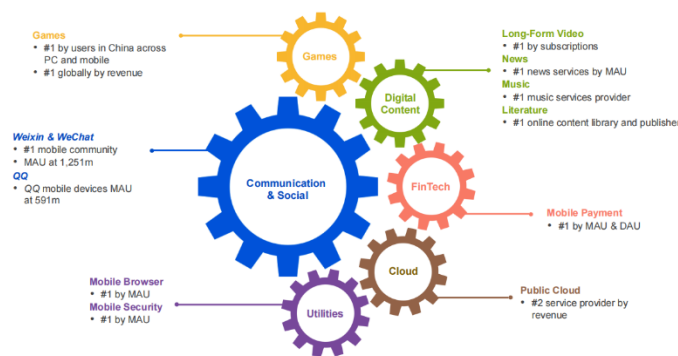
腾讯投资覆盖元宇宙的全环节，前瞻布局跨越 AR 硬件开发、平台、元宇宙内容和服务等方面。如 Roblox（拿到 Roblox 中国版《罗布乐思》发行的独家代理权）、Nreal（AR 科技公司）、Awakin Life（类似第二人生的 3D 虚拟世界）、spotify（音频流媒体服务平台）、wave（虚拟演出服务）、discord（专为游戏社区设计的网络通话软件和数字发行平台）、soul（社交）、EPIC games（行业标准的游戏制作引擎）、威魔纪元（VR 游戏内容商）、灵犀科技（开放世界游戏制作商）等。

图 48：腾讯元宇宙布局



资料来源：not boring，光大证券研究所

图 49：腾讯产品与服务布局



资料来源：腾讯公告，光大证券研究所

表 17：腾讯投资元宇宙事件

事件	时间	代表作	效果
3.3 亿买入 Epic Games 48.4% 股权	2012	堡垒之夜	Epic 首席执行官 Tim Sweeney 是近年来元宇宙最大倡导者之一，《堡垒之夜》被认为是最接近元宇宙雏形的产品之一
迷你玩战略投资	2018.6.22	迷你世界	与《我的世界》相似的国内开放世界 3D 沙盒游戏，可以充分构建属于自己的世界和独特体验。
自研沙盒类 MMO《我的起源》	2018.8.2	《我的起源》	沙盒+MMORPG 两大品类玩法的融合创新，采用世界进化简史题材，为玩家提供多人在线交互、合力创造世界的新奇体验。
与乐高合作手游《乐高无限》	2018.9.19	《乐高无限》	对沙盒类手游投资，最接近 Metaverse 雏形的游戏类型。
代理《艾兰岛》	2019.12.13	《艾兰岛》	《艾兰岛》在创新教育领域模块已作出诸多大胆的实践，收获颇丰。
投资 Roblox 1.3% 股权	2020	多人在线创作平台《Roblox》	相对平民化的游戏引擎，更具个性化、社交化、平台化的《Roblox》赢得了市场的青睐，成为有史以来收入最高的沙盒手游。
推出智慧城市底层平台 CityBase	2020.4	CityBase	腾讯云在 CIM 领域推出的首个平台，为新型智慧城市建设做出重要贡献。
2500 万美元投资《Avakin Life》	2020.11	《Avakin Life》	3D 虚拟社交游戏，采用了写实风格的沙盒手游。
利用城市级三维重建技术，构建出深圳南山区科技园的数字孪生环境	2020.12	腾讯数字孪生平台	利用灯光动态还原真实世界夜晚信息，未来腾讯数字孪生平台将全面应用于智慧交通建设、管理、营运、服务四个环节。
腾讯集团副总裁、AI LAB 院长姚星离职创业，腾讯参与 4000 万美元天使轮投资	2021.1.21	元象唯思控股（深圳）有限公司	经营范围：VR/AR 硬件、内容制作、影视制作等方面，瞄准全真互联网领域。
天美准备做“跨平台 3A”大作，对标《头号玩家》中绿洲式虚拟社区	2021.2.28	-	天美工作室群刚立项不久的这款 3A 大作的定位为战略级 3A 开放世界大作，包含射击在内的众多玩法元素。
投资游戏开发商威魔纪元	2021.9.1	《永恒战士 VR》	自 18 年退出首款 VR 游戏《猎影计划》后，腾讯重新开始布局 VR 游戏内容。

资料来源：光大证券研究所根据腾讯新闻、36Kr、Gamelook 等整理

4.1.2、掌握 Epic Games 核心虚幻引擎，虚拟化创作世界领先

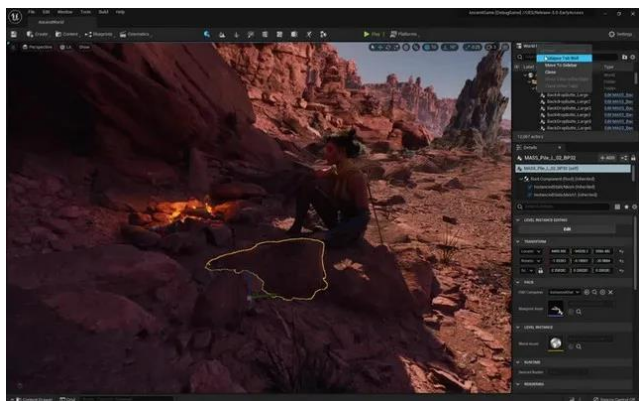
Epic Games 创立于 1991 年，目前有三块主营业务：自研游戏、游戏平台、游戏引擎，腾讯控股 Epic Games 48.4%，是其第一大股东。1) 旗下游戏《堡垒之夜》广受欢迎，拥有超过 3.5 亿个注册账号和 25 亿关联好友。2) 虚幻引擎为

全球的优秀游戏提供支持,同时也广泛应用于其它各个行业,如电影电视、建筑、汽车和模拟领域。Epic 通过虚幻引擎、Epic 商城和 Epic 在线服务打造端对端的数字化生态系统,供开发者和创作者构建、分销和运营游戏及其它内容。2012 年,腾讯以 3.3 亿美元的价格,购入 Epic Games 48.4%的股份。

虚幻引擎帮助各行业的创作者高效交付尖端内容、交互式体验和沉浸式虚拟世界,有潜力为元宇宙提供细节极致丰富的拟真环境。2021 年 8 月,虚幻引擎 4.27 发布。从电影制作人、广播从业者,到建筑、汽车和产品设计领域的可视化专家,再到游戏开发者甚至其他行业的人员,都能利用最新虚幻引擎,制作各个行业的数字化生态。

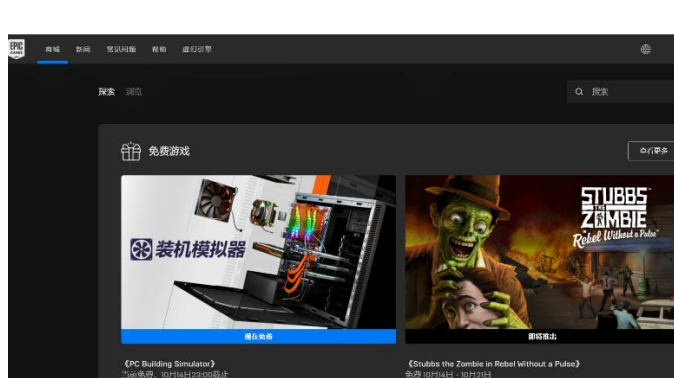
UGC 创作者可以通过为《堡垒之夜》、《火箭联盟》和 Epic games Store 中的许多游戏创造内容获取收入,符合元宇宙经济的一种雏形。1) 在《堡垒之夜》中,被认可的创作者将获得使用他们的创作者代码所创造的游戏内购买价值的 5%。2) 对于 Epic Games Store 的游戏,创作者可以在他们的渠道上分享推荐链接,从而获得游戏销售的奖励。每款游戏都有不同的销售分成,但所有游戏都有 5%的最低分成比例。3) 在《Rocket League》中,被认可的创作者将在使用他们的 Creator Code 时获得游戏内消费 Credits 的 5%。

图 50: 虚幻引擎 5 EA 版: 世界建构功能



资料来源: Epic games, 光大证券研究所

图 51: Epic 游戏商城采取定期发送免费游戏策略吸引玩家入驻



资料来源: Epic 商城, 光大证券研究所

4.1.3、业绩预测和估值分析

腾讯为国内元宇宙领航者,在游戏、社交以及虚拟引擎等方面都有深厚布局,我们看好 Z-plan 新品在社交+游戏元宇宙的探索。高基数下头部游戏筑牢基本盘,《英雄联盟手游》表现亮眼驱动 21Q4 业绩增长;微信生态有望驱动网络广告及支付业务增长超预期;金融科技与企业服务中长期成长性明确。腾讯元宇宙新品 Z-plan 上线预计在 2025 年,因此我们维持公司 21-23 年 non-IFRS 归母净利润预测为 1,367.1/ 1,727.6/ 2,072.6 亿元。各业务相对估值倍数为网络游戏/数字内容/网络广告 22x/29.5x/20x PE, 金融科技/云服务 11x/10x PS, 维持目标价 715 港元,维持“买入”评级。

表 18: 腾讯盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (亿人民币元)	3,772.89	4,820.64	5,812.23	6,905.68	8,133.18
营业收入增长率	21%	28%	21%	19%	18%
Non-IFRS 净利润 (亿人民币元)	943.51	1,227.42	1,367.12	1,727.58	2,072.58
净利润增长率	22%	30%	11%	26%	20%
EPS (元)	9.77	12.66	14.05	17.72	21.22
P/E	37	29	26	21	17

资料来源: Wind, 光大证券研究所预测, 股价时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1HKD=0.8118CNY 换算

表 19：腾讯控股 SOTP 估值表

	估值方法	2021E 收入 (RMB 百万)	估值倍数	分部估值 (HKD bn)	对应每股价值 (HKD)
网络游戏	PE	214,740	22.0x	2,270	236
数字内容	PE	85,669	29.5x	607	63
网络广告	PE	100,831	20.0x	775	81
金融科技	PS	125,980	11.0x	1,664	173
云服务	PS	45,660	10.0x	548	57
投资				998	104
合计				6,862	715

资料来源：光大证券研究所预测，汇率：1 港元=0.8118 人民币

风险提示：Z-plan 进展不及预期风险；游戏监管趋严风险

4.2、Roblox：元宇宙第一股，用户与营收仍处于上升期

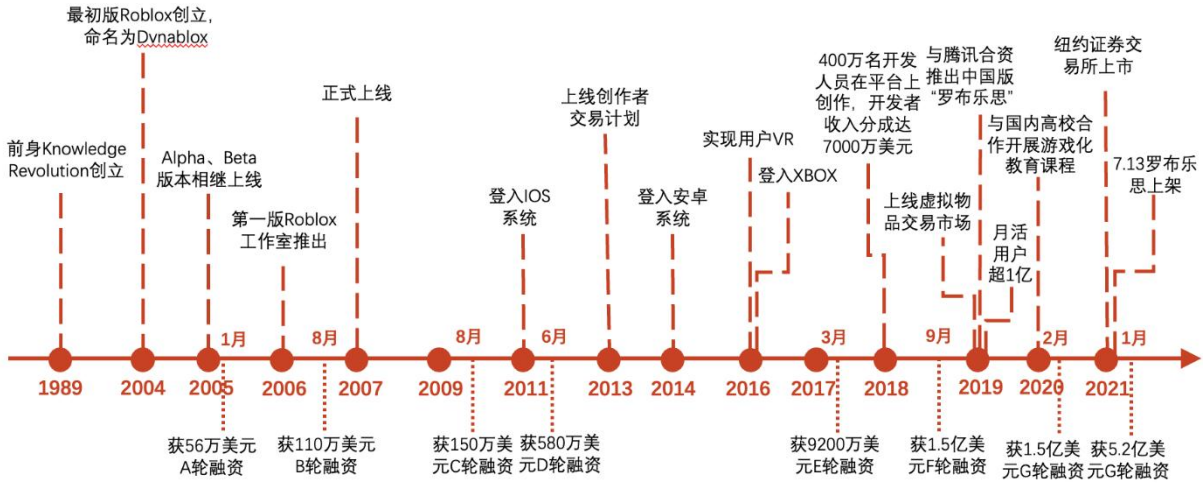
4.2.1、从模拟物理实验室到“元宇宙第一股”，正向网络效益促进 Roblox 持续增长

Roblox 于 2004 年成立，旗下的 Roblox 平台是目前世界最大的多人在线创作游戏平台，2021 年 Q2，日活用户已达到 4,320 万。用户可以通过多种途径登入平台，如 XBOX、手机、PC 等，目标打造全民共同体验平台。公司集中投资培养开发者和创造者社区，以及不断完善 Roblox 平台所需的人员、技术和基础设施。

发展历程：从模拟物理实验室到“元宇宙第一股”。1989 年，创始人 David Baszucki 和 Erik Cassel 编写出一个 2D 模拟物理实验室；2004 年 Roblox 创立，以更大的规模复制该实验室中展现的想象力和创造力的灵感。Roblox 陆续接入 iOS、安卓、XBOX，服务遍布全球的用户，2019 年，月活用户超 1 亿。同年与腾讯合资成立子公司，进入中国市场。2021 年 3 月 10 日公司于纽交所正式挂牌上市，股价大涨 54%，市值 383 亿美元。

技术投资、内容和社交相互促进的网络效应促进 Roblox 持续增长。1) 内容上，开发者和创作者创造出越来越高质量的内容，吸引越来越多的用户。用户越多，用户粘性就越高，Roblox 对开发者和创造者的吸引力也就越大。随着更多用户的加入，平台上也会有更多的 Roblox 币收入，这将激励开发者和创造者去设计更有吸引力的内容。2) 其次，Roblox 具有社交性。Roblox 中用户具有分享自己的化身形象、分享新探索的游戏的倾向。当用户加入游戏时，他们通常会邀请好友，而后者也会邀请自己的好友，从而推动用户数增长。进一步说，用户在 Roblox 有越多的好友，这个平台就会变得越有价值，越有吸引力。

图 52: Roblox 发展历程



资料来源: Roblox 招股书, 光大证券研究所整理

4.2.2、三大核心产品支撑数字世界，日活与 Booking 仍在上升期

Roblox 平台由三大产品 Roblox Client, Roblox Studio 和 Roblox Cloud 组成。

Roblox Client 是一个允许用户探索 3D 数字世界的应用程序。1) 用户可借助其中搭载的编辑器决定自己角色的大小和体型, 为角色配备服装、装备、动画、模拟手势或表情、以及 Avatar 市场上的其他配件。角色的显示方式与编辑器中的配置完全一致, 为角色创造持久的身份感。2) 用户可借助 Roblox Client 通过检测附近的玩家各种方式和其他玩家进行连接, 实现社交功能。

Roblox Studio 是一个工具集, 允许开发者和创造者创建、发行和运营 3D 场景和其他可通过 Roblox Client 访问的内容。从新手到专业人士都可以使用 Roblox Studio 轻松创建 3D 模型, 在 Roblox 平台上渲染和模拟场景, 一旦内容建立起来, 它就可以在多个场景中复制和共享。Roblox 为开发者提供充足参考资料、教程、社区论坛和分析来创作他们的作品。

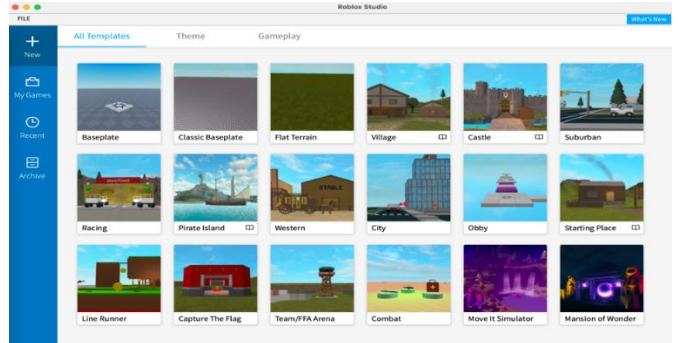
Roblox Cloud 包括为平台提供动力的服务和基础设施, 是实现低时延的核心。Roblox Cloud 运营的大部分服务都托管在 Roblox 管理的数据中心中。如用户的社交图谱就存储在 Roblox Cloud 中, 用户需要相互选择才能进行交流, 从而避免不必要的交流造成通讯延迟; 当用户选择进入某一场景中时, Roblox Cloud 将该用户置于与其他用户相同的虚拟环境中。

图 53: Roblox Client 游戏界面



资料来源: Roblox Client

图 54: Roblox Studio 模版界面

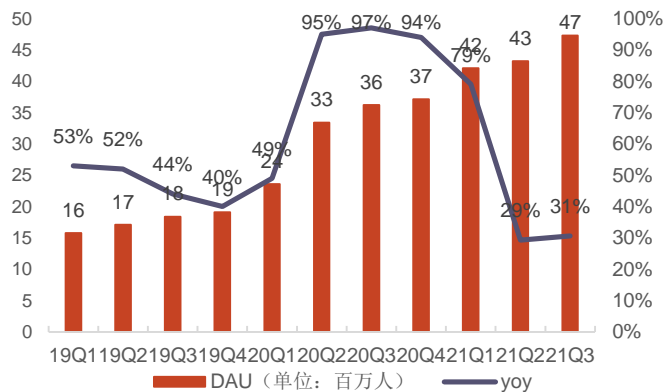


资料来源: Roblox Studio

18Q1 以来, Roblox 全球 DAU 逐步上升, 21Q2 增速放缓因 20 年疫情造成的高基数, 21Q3 开始略有回暖。21Q1 DAU 突破 4000 万, 从增速上看, 2020 年除第一季度以外, 同比增速均为 90% 以上; 第二季度增速放缓至 29%, 可能是由于 20Q2 基数较高, 21Q3 略有回升至 31%。

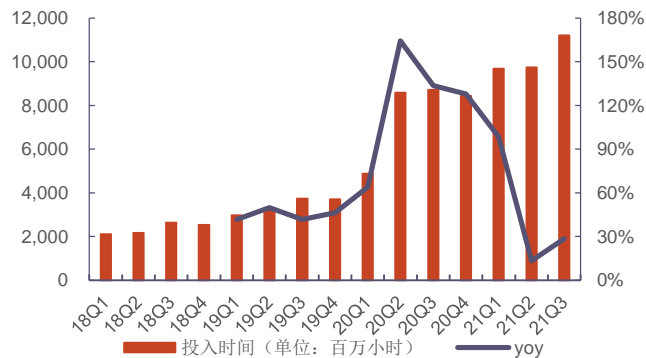
20Q2 至 Q4, 用户投入时间增长迅速; 18 年以来, 呈现一定季节性。20Q2 至 21Q1 同比增长迅猛。20Q2 用户投入时间达 86 亿小时, 同比增长 164%, 环比增长 76%。连续三年的第四季度投入时间均略低于第三季度, 可能是由于 Roblox 的用户多为青少年, 第三季度假期较多。

图 55: 19Q1-21Q3 Roblox 全球日活用户增长情况



资料来源: 公司财报, 光大证券研究所

图 56: 19Q1-21Q3 Roblox 用户投入时间

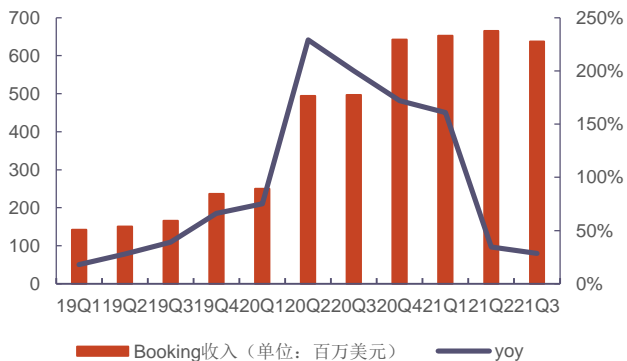


资料来源: 公司财报, 光大证券研究所

Booking 收入增长迅猛, 屡创新高。Roblox 主要通过在上平台销售虚拟商品获得收入, 即 Booking 收入。自 20Q2, Booking 连续四个季度同比增速在 150% 以上。其中, 20Q2 Booking 收入突破同比增速达 229%, 环比增速达 98%。21Q3 增速放缓至 28%, 可能是由于 20Q3 基数较高。

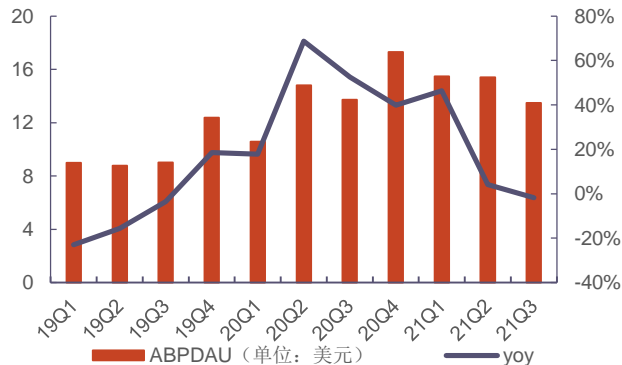
Roblox 每日活用户的平均 Booking 收入 (ABPDAU) 增长较总 Booking 收入增长略显逊色, 日活用户变现能力仍有提升空间。ABPDAU 在 20Q2 达到最高同比增速, 为 69%; 于 2020 年第四季度达到峰值, 为 17.3 美元。2021 年以来 ABPDAU 略有下降, 21Q3 同比下滑 2%。

图 57: 19Q1-21Q3 Roblox Booking 收入



资料来源: 公司财报, 光大证券研究所

图 58: 19Q1-21Q3 Roblox 每日活用户的平均 Booking (ABPDAU)



资料来源: 公司财报, 光大证券研究所

基于以下主要假设:

- 1) Roblox 经济系统中, 玩家的一部分消费会在早期用于充值 Robux 虚拟代币, 再在后期逐次向为玩家提供虚拟物品和虚拟游戏体验的生产者付费, 部分玩家消费不能立刻确认收入, 而需要在较长的时间内递延确认。因此, 我们采用 $DAU \times ABPDAU$ (单日活动用户平均贡献流水) = Booking (流水) 的公式, 先预测 Booking, 再调整递延收入变动和其他收入。
- 2) 考虑 Roblox 逐步开始对 Z 世代等较高年龄段玩家的渗透, 单用户付费能力有望得到提升; 同时随着虚拟资产消费理念进一步被认可, 参考 21Q1-Q3 实际情况, 我们预测 21-23 年 Roblox 的 ABPDAU 增长率分别为 4%、3.7%、3.5%。
- 3) 考虑 Roblox 对拉美、非洲等发展中国家的快速渗透, 以及游戏内容生态丰富吸引更多玩家参与, 打通正向循环, 参考 21Q1-Q3 实际情况, 我们预测 21-23 年 Roblox 的 DAU 增长率分别为 45%、28%、14%。
- 4) 考虑随着 Roblox 用户粘性增强, 用户在 Roblox 里的使用周期也将增长, 越来越多玩家愿意购买更多虚拟耐用品而不是一次性的虚拟物品, 因此, 有更多的收入需要被递延确认。我们认为递延收入相对于流水占比会保持提升, 参考 21Q1-Q3 实际情况, 我们预测 21-23 年 Roblox 的递延收入相对 Booking 比例分别为 84.5%、87%、94%。

表 20: Roblox 收入预测

	2020	2021E	2022E	2023E
主营收入 (百万美元)	924	2,009	2,913	3,578
yoy	81.7%	117.5%	45.0%	22.8%
Booking (百万美元)	1,883	2,839	3,769	4,447
yoy	171.2%	50.8%	32.7%	18.0%
DAU (百万人)	33	47	61	69
yoy	85.2%	45.0%	28.0%	14.0%
ABPDAU (美元)	58	60	62	64
yoy	46.4%	4.0%	3.7%	3.5%
其他 (百万美元)	7	14	24	32
yoy	250.0%	100.0%	70.0%	35.0%
减: 递延收入变动 (百万美元)	966	844	880	901
yoy	414.0%	-12.6%	4.2%	2.4%
递延收入 (百万美元)	1,555	2,399	3,279	4,180
递延收入相对 Booking 比例	82.6%	84.5%	87.0%	94.0%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

参考 21Q1-Q3 实际情况, 成本与费用预测假设为:

- 1) Roblox 的收入成本主要是包含 ios 和安卓各端的渠道流水分成, 我们认为 Roblox 的毛利未来将基本保持稳定。
- 2) 20 年 Roblox 的开发者分成因疫情期间 Roblox 流水的大幅增加而快速增加, 而这部分流水并未全部于当期确认, 这推动了 Roblox 在 20 年的开发者分成费率较高, 我们认为, 随着后续 Roblox 的流水逐步确认, 开发者分成费率将有所降低, 我们预测 21-23 年 Roblox 的开发者分成费率分别为 26%、24.5%、23%。
- 3) Roblox 的基础设施与安全费用主要是包括数据中心、服务器购置及其相关工作人员的薪酬投入, 这部分受益于业务发展的规模效应, 未来基础设施与

安全费用率将有所降低，我们预测 21-23 年 Roblox 的基础设施与安全费用率分别为 23.5%、22%、20%。

- 4) 我们认为，Roblox 更多依靠双边网络效应带来的自然增长获取新用户，销售费用率在未来将保持较低，我们预测 21-23 年 Roblox 的销售费用率分别为 4.3%、4%、3%。
- 5) Roblox 在 21 年因为上市融资等相关费用，行政费用率较高，后续将逐渐有所降低，我们预测 21-23 年 Roblox 的行政费用率分别为 18%、14%、13%。
- 6) 我们认为，Roblox 后续将持续在数据科学、产品设计与平台管理上加强人员配置，以维持自身技术能力优势，研发费用投入将维持高位。我们预测 21-23 年 Roblox 的研发费用率分别为 26%、25%、25%。

表 21: Roblox 成本费用预测 (单位: 百万美元)

	2020	2021E	2022E	2023E
毛利	684	1,497	2,185	2,683
毛利率	74.0%	74.5%	75.0%	75.0%
开发者分成	329	522	714	823
开发者分成费率	35.6%	26.0%	24.5%	23.0%
基础设施与安全	264	472	641	716
基础设施与安全费率	28.6%	23.5%	22.0%	20.0%
销售费用	58	86	117	107
销售费率	6.3%	4.3%	4.0%	3.0%
行政费用	97	362	408	465
行政费率	10.5%	18.0%	14.0%	13.0%
研发费用	201	522	728	894
研发费率	21.8%	26.0%	25.0%	25.0%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

盈利预测与估值分析: Roblox 为全球领先的 UGC 游戏创作与社交平台，旗下 Roblox 平台具备目前元宇宙雏形游戏中最稳定成熟的经济系统、最高的活跃用户渗透率。我们认为，随着 NFT 技术和消费理念更广泛地被大众接受，Roblox 的变现潜力将得到释放，净亏损将有所收窄。

我们预测公司 21-23 年营业收入为 20.1/29.1/35.8 亿美元，净利润为-4.29/-3.75/-2.75 亿美元，当前股价对应 21 年预测 PS 为 32.6x。Snap 与 Roblox 同为提供丰富 UGC 内容生态和社交体验的互联网公司，Unity 和 Roblox 同为提供游戏制作平台的游戏公司，因此我们选择 Snap、Unity 为可比公司，可比公司 21 年平均预测 PS 为 28.9x，公司估值略高于可比公司平均 PS。我们认为公司目前较高的股价是由其整体用户规模增速、欧美外新市场拓展的良好表现所支撑，后续我们长期看好随着 Roblox 开发者生态更加成熟，内容与用户间的正向循环持续打通，Roblox 用户粘性将保持提升，商业化持续加速。在元宇宙概念助推下，“元宇宙第一股”Roblox 的估值相对可比公司具备一定溢价空间，给予 Roblox “买入”评级。

表 22: Roblox 可比公司估值比较

证券代码	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 营收 (百万人民币)	PS
SNAP.N	Snap Inc.	480,369	25,665	18.7x
U.N	Unity	267,633	6,834	39.2x
平均值				28.9X
RBLX.N	Roblox		2,009 (百万美元)	32.6X

资料来源: 可比公司预测来源于 bloomberg 一致预期, Roblox 预测来源于光大证券研究所预测
注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1USD=6.3775CNY 换算

表 23: Roblox 盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (百万美元)	508	924	2,009	2,913	3,578
营业收入增长率	56.4%	81.7%	117.5%	45.0%	22.8%
净利润 (百万美元)	-71	-253	-429	-375	-275
净利润增长率	NA	NA	NA	NA	NA
SPS (美元)	0.88	1.61	3.49	5.07	6.22
P/S	129	71	33	22	18

资料来源: Wind, Bloomberg, 光大证券研究所预测, 股价时间为 2021-12-6

风险提示: 商业化进展不及预期风险; DAU 增长不及预期风险; 新市场拓展不及预期风险

4.3、Facebook (Meta) : 最坚定的元宇宙探索者, 看好保持 VR 一体机龙头地位

4.3.1、从社交媒体公司向元宇宙, 元宇宙战略重要性节节攀升

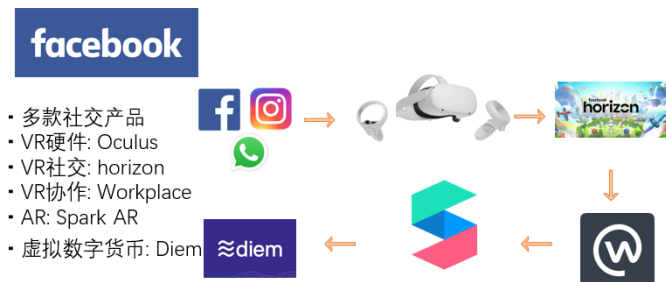
21 年 9 月, Facebook 更换 CTO, 元宇宙重要性持续攀升。 Facebook Reality Labs 的长期负责人 Bosworth 将接替 Facebook CTO 一职。Bosworth 于 06 年 1 月加入 Facebook, 他此前曾领导公司的硬件部门和广告部门, 最近负责 AR/VR 运营, 接任 CTO 后, 他将继续负责 VR/AR 运营, 体现出元宇宙正成为 Facebook 最重要的关注点。

21 年 10 月, 改名 META, 坚定的元宇宙探索者。 Facebook 在于 10 月 28 日的 Facebook Connect 发布会上正式宣布, 由于元宇宙业务扩张, 正式将集团名改名 Meta, 以突显多元业务结构。马克·扎克伯格重申通过发展 AR、VR 软硬件及生态, 最终将其公司打造成 Metaverse (元宇宙) 企业的愿景。扎克伯格表示, 在未来五年左右的时间里, 能让人们对 Facebook 的认知从社交媒体公司转变为元宇宙公司。

开启新的平台模式, 广告业务也将会继续成为公司的主营业务。 Facebook 是全球最大的社交平台, 也是全球最大的互联网广告公司之一; 2020 年公司的广告收入达 842 亿美元, 占整体收入比高达 98%。关于元宇宙, Facebook 致力打造一个虚拟的全系社交平台, 用户可以在那里聊天并建立社交网络, 并可以将老用户都带到这个新的平台。在元宇宙中人们可以通过广告商随时随地购买虚拟服装或者虚拟物品, 我们认为, 广告仍将保持为 Facebook 主营业务之一。

Facebook 重点是建立完善的用户社区, 帮助他们去了解元宇宙和新的平台技术, 比如虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 等。从长期看, 我们认为, Facebook 有机会建立起一个元宇宙社区和虚拟经济体。元宇宙的商业模式不会围绕着卖硬件设备, 相反的, Facebook 可以服务尽量多的用户, 其在元宇宙中的角色是开发基础技术架构、社交平台 and 开发工具, 类似移动时代的苹果和谷歌。

图 59: Facebook 元宇宙布局



资料来源: 公司公告, 光大证券研究所

图 60: Facebook 路线图



资料来源: Facebook

4.3.2、Oculus，一马当先的 VR 主机商，引领 VR 步入现象级

Oculus 不断迭代技术与压低成本，Quest 的诞生标志着 Facebook VR 进入 2.0 时代。Oculus 前身为 Oculus VR，于 12 年创立，主要产品为 VR 头戴显示器，14 年 3 月 Facebook 以 20 亿美元现金及股票将其收购。19 年前，由于底层技术与应用场景均不完善，且正逢苹果引领的智能手机崛起，Oculus 并没有杀出一条血路。19 年 5 月，Oculus 发布新一代产品 Quest，这也标志着 Facebook VR 战略的重大转变——由 PC 平台全面转型 VR 一体机。

表 24: Facebook VR 发展历程

时间	VR/AR 事迹
2014 年 3 月	以 20 亿美元收购 Oculus
2016 年 3 月	启动 Oculus Launch Pad (提升和学习 VR 技术的训练营)
2016 年 10 月	Facebook 发布 Santa Cruz, 高端的 VR 一体机, 不需要借助电脑和手机等设备, 并且增加追踪功能
2016 年 12 月	Oculus Touch 控制器开始售卖, 让带上 VR 头显的用户, 在玩 VR 游戏的时候可以感受到冷和热
2017 年 4 月	推出 AR 平台 Camera Effects
2018 年 1 月	发布 Oculus start 计划, 其目的是扶持新手 VR 开发者
2018 年 5 月	Oculus Research 正式更名为 Facebook Reality Labs
2019 年 1 月	成立 AR 业务部门
2019 年 5 月	Oculus 推出新一代的 PC 版 VR 头显 “Oculus Rift S”
2018 年 9 月	发布 Oculus Quest
2019 年 9 月	10 亿美元收购 CTRL-labs
2020 年 9 月	发布 AR 眼镜研究项目 Project Aria (非消费品)
2020 年 10 月	发布 Oculus Quest 2

资料来源: 光大证券研究所根据 Quest 官网、VRPinea 整理

Oculus Quest 2 更低价格助力商业化推广，硬件多方面提升。Oculus Quest 2 于 2020 年 9 月 16 日正式发布。相较于上一代 Oculus Quest，Quest2 定价更低，容量更大。Quest2 处理器性能提升显著，搭载高通 XR2，是一款专为 XR 设备打造的芯片，其 CPU 和 GPU 性能较 Quest 采用的高通 835 实现翻番。屏幕画面更清晰，较 Quest 增加 50%像素，分辨率除 Quest 支持的 72Hz 以外，

也支持 60Hz 和 90Hz，画面更细腻。Quest2 续航能力与 Quest 接近；在未做人体工学上的大改变的前提下，重量降低约 12%。

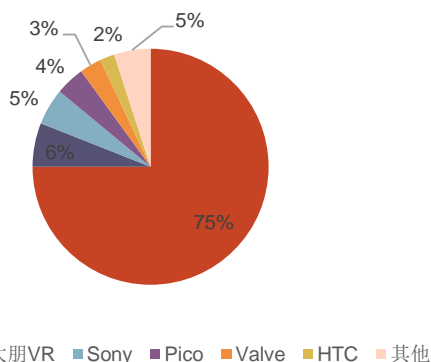
表 25: Quest 2 与 Quest1 参数对比

	Quest2	Quest
屏幕	LCD	OLED
单眼分辨率	1832*1920	1440*1660
分辨率	支持 60、72、90Hz，超频情况下 120Hz	72Hz
芯片	高通 XR2	高通 835
RAM	6G	4G
电池续航	2-3 小时	2-3 小时
IPD (物理调节)	68mm, 63mm, 68mm	58-72mm
重量 (实测)	507g	571g
存储	128GB 和 256GB	64GB 和 128GB
佩戴	布质软头戴	硅胶倒三角半硬头戴
佩戴	尾部拉伸捆绑 (环绕式头戴可另外购买 49 美元)	侧边魔力贴
价格	128GB299 美元; 256GB399 美元	64GB399 美元; 128GB499 美元
Wi-Fi 支持	Wi-Fi5 和 Wi-Fi6	Wi-Fi5
耳机插孔	1 个	2 个
Touch 控制器	经过升级, 改进了人体工学设计。可在需要时使用新增的拇指托, 以增加稳定性。	

资料来源: 光大证券研究所根据 Quest 官网、格隆汇整理

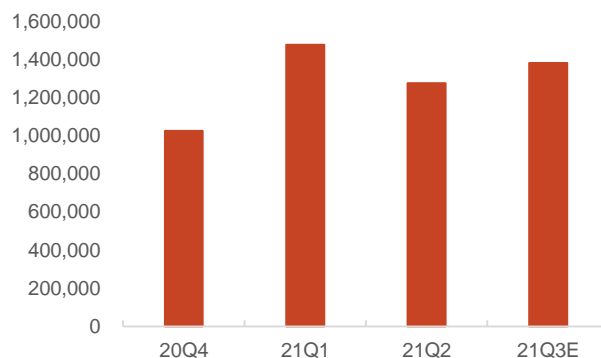
市场份额大幅领先，成为 Facebook 元宇宙布局重要一环，出货量提升可期。20 年 10 月，Oculus 发布新产品 Quest 2，从数据追踪来看，这很可能是 VR 步入现象级的开始。根据 IDC 数据，21Q1 VR 出货量中，Oculus 份额达到 75%，2-4 名的竞争对手皆为 4-6% 档次，Oculus 是行业唯一龙头。根据 statista 和 XR Today 的数据，Quest2 出货量自发售以来保持稳定，根据映维网预测，21 年 Quest2 出货量将超过 700 万台，随着系统更新、内容库的逐渐丰富以及新型号的持续迭代，我们认为 Oculus 将保持 VR 龙头地位，出货量将持续保持提升。

图 61: 21Q1 VR 出货量市场份额



资料来源: VR 陀螺, IDC, 光大证券研究所

图 62: Oculus Quest 2 出货量 (单位: 台)



资料来源: statista, XR Today 预测, 光大证券研究所

表 26: 2021 年 9 月 Steam 平台 VR 活跃用户占比

头显名称	占比	较上月变动
Oculus Quest 2	33.19%	1.04pcts
Valve Index HMD	17.50%	1.51 pcts
Oculus Rift S	17.21%	-0.87 pcts
HTC Vive	9.70%	-0.32 pcts
Windows Mixed Reality	5.48%	-0.31 pcts
Oculus Rift	5.29%	0.11 pcts
Oculus Quest	5.02%	-0.68 pcts
HTC Vive Pro	1.98%	-0.18 pcts
HTC Vive Cosmos	1.85%	-0.06 pcts
Pico Neo 3	0.19%	0.00 pcts
Pico Neo 2	0.04%	-0.02 pcts
其他	2.55%	-0.22 pcts

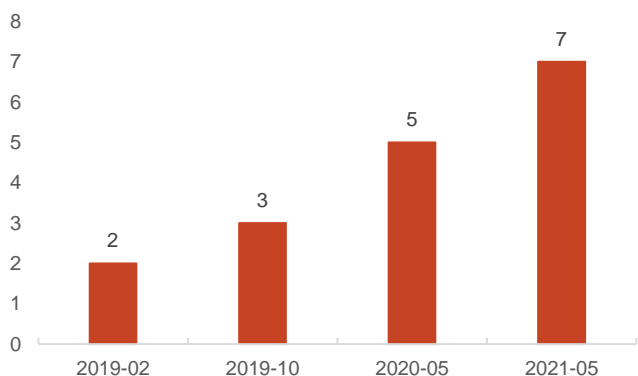
资料来源: VR 陀螺, 光大证券研究所

4.3.3、最全面的元宇宙布局, Facebook 有望维持龙头地位

Facebook 于 21M5 宣布, 其 Workplace 企业通信软件的付费用户现已达到 700 万, 比去年 5 月的数字 500 万增长了 40%, 自 19M2 以来保持稳定增长。Workplace 是一种企业软件, 公司可以将其作为内部社交网络, 与员工进行沟通。该服务于 2016 年推出, 它的客户包括 Spotify 和星巴克等公司。

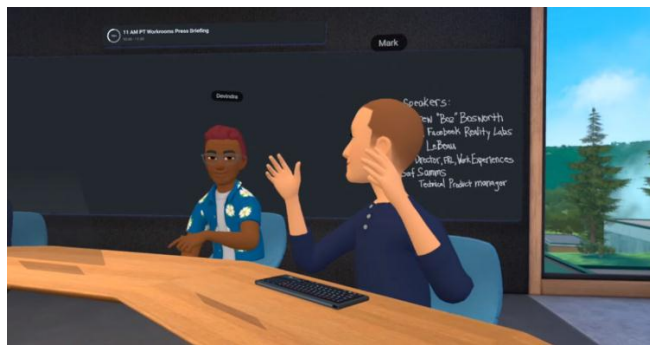
“身临其境”的“Zoom”, 开启 VR 办公新模式。Workrooms 是扎克伯格实现元宇宙愿景的重要一步, 其中包括功能齐全的虚拟桌面、化身聚集、屏幕共享、头部/手势追踪、空间音频处理等功能, 沉浸感远高于 2D 的 Zoom, 并且可以进行其他感觉的交互, 如可以用手和其他参会者握手, 触感接近于现实世界。

图 63: Workplace 付费用户数 (单位: 百万人)



资料来源: Workplace, 光大证券研究所

图 64: 扎克伯格于 21 年 8 月 20 日在虚拟场景 Workroom 中进行的线上 VR 会议



资料来源: Facebook, 光大证券研究所

Spark AR 提供趣味性的 AR 内容, 对于 Facebook 社交内容的丰富很重要。Facebook 于 2017 年发布名为 AR Studio 的 AR 套件, 并一直培育 Spark AR 社区生态。Spark AR 的重点是建立人与人之间的联系, 帮助用户用更多彩的方式表达自己、寻找乐趣、分享笑话、产品品牌等喜欢的东西。我们认为, 随着技术越来越高, 内容也会更加多样化, Spark AR 将持续受年轻受众欢迎。

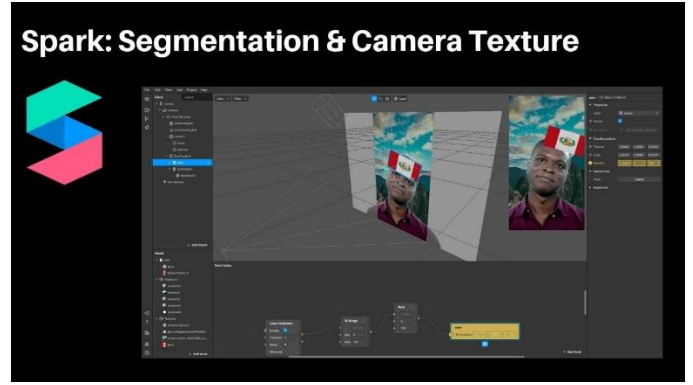
我们看好 Spark AR 在购物和广告的应用前景。1) 广告商和品牌看好 AR 广告的交互性，用户通过用摄像头扫描 Facebook 上的 AR 标识，来预览产品的 3D 模型等，让消费者花更多时间去了解产品的细节，还能根据自身来个性化产品。2) AR 的可视化预览功能有助于提高用户满意度，用户在购买之前便可对产品颜色、纹理、样式等细节有足够了解，还能试穿鞋、试穿衣服、试摆放家具等。

图 65: Spark AR 产品示意



资料来源: Spark AR, 光大证券研究所

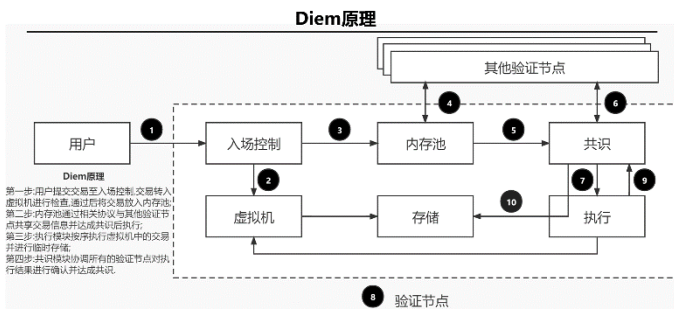
图 66: Spark AR Studio 自主创建 AR 特效



资料来源: Spark AR Studio, 光大证券研究所

虚拟货币 Diem 计划已经历多次调整, Facebook 计划 21 年内重启。19 年 6 月, Facebook 启动 Libra 项目, 这是 Diem 计划的前身。Facebook 的设想是建立由一篮子法定货币支撑的稳定货币, 可在全球交换使用, 但监管机构担心它可能会破坏全球金融体系的稳定。20 年 12 月, Facebook 将发起的加密货币 Libra 更名为 Diem, 希望通过强调项目的独立性, 努力寻求监管部门的批准。Diem 目前仍在与瑞士、美国等地的金融监管机构进行谈判, 试点时间尚未确定。

图 67: Diem 原理示意



资料来源: csdn 《blockchain 专栏》, 光大证券研究所

图 68: Diem 协会成员



资料来源: diem 协会, 光大证券研究所

基于以下主要假设:

- 1) 考虑 21 年 Facebook 通过加速 Instagram Reels 等短视频新功能渗透率提升, 广告单价增速也有所上升, 商业广告变现能力得到强化; 但同时受 IDFA 隐私政策升级影响, Facebook “精准投放” 能力受限, 未来推送广告效率可能下降。参考 21 年前三季度实际情况, 我们预测 21-23 年 Facebook 的 ARPU 增长率分别为 17.5%、11.5%、7%。
- 2) 考虑 Facebook 旗下 Instagram、Facebook、WhatsApp 等社交应用矩阵仍在扩张阶段, 其中主要在亚太地区开展全生态平台流量扩张, 欧洲、北美

地区 DAU 增长已放缓。我们预测 21-23 年 Facebook 的 DAU 增长率分别为 13%、10.5%、7.5%。

- 3) 考虑 Facebook 旗下 VR 一体机 Quest 2 在 21 年出货量创新高，推动非广告业务高速增长，后续 Quest 3 新品有望在 22 年上市，期待其在性能提升的同时，售价能继续压低，从而刺激新品置换及尝鲜人群增长。我们预测 21-23 年 Facebook 其他业务收入增长率分别为 65%、45%、30%。
- 4) 随着 Facebook 营收中 Quest2 一体机等其他收入的快速增长，高毛利率的广告收入占比有所下降，毛利率未来可能将略有下降。随着 Facebook 未来对元宇宙的加大投入，我们预测 21-23 年 Facebook 的研发费用率分别为 21.5%、22%、23%。

表 27: Facebook 收入预测

	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (百万美元)	85,965	114,719	141,988	163,965
yoy	21.6%	33.4%	23.8%	15.5%
广告收入 (百万美元)	84,169	111,755	137,691	158,379
yoy	20.8%	32.8%	23.2%	15.0%
全应用 DAU (百万人)	2,600	2,938	3,246	3,490
yoy	15.0%	13.0%	10.5%	7.5%
ARPU (美元)	32	38	42	45
yoy	5.0%	17.5%	11.5%	7.0%
其他 (百万美元)	1,796	2,963	4,297	5,586
yoy	72.4%	65.0%	45.0%	30.0%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

表 28: Facebook 成本费用预测 (单位: 百万美元)

	2020	2021E	2022E	2023E
毛利	69,273	92,349	113,590	130,352
毛利率	80.6%	80.5%	80.0%	79.5%
销售费用	11,591	13,766	17,039	19,676
销售费率	13%	12.0%	12.0%	12.0%
行政费用	6,564	9,178	11,359	13,937
行政费率	8%	8.0%	8.0%	8.5%
研发费用	18,447	24,665	31,237	37,712
研发费率	21%	21.5%	22.0%	23.0%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

盈利预测与估值简表: Facebook (Meta) 为全球元宇宙领航者, 在 VR 一体机硬件、AR 内容、社交以及虚拟办公等方面都有深厚布局, 短期内由于加大对元宇宙投入, 净利润增长可能面临压力。我们预测公司 21-23 年营业收入为 1147.2/1419.9/1639.7 亿美元, 净利润为 382.4/ 468.5/ 542.5 亿美元, 目前股价对应 21 年 22.3x 预测 PE。我们选取以广告为主营业务之一的中美互联网公司作为 Facebook (Meta) 的可比公司, 可比公司 21 年平均预测 PE 为 23.5x, 公司估值低于可比公司平均估值倍数。我们看好中长期 Facebook (Meta) 持续迭代 Quest 头显, 探索下一代社交应用, 维持元宇宙龙头地位, 给予 Facebook (Meta) “买入” 评级。

表 29: Facebook 可比公司估值比较

证券代码	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 净利 (百万人民币)	PE
WB.O	微博	48,145	2,450	19.6X
PINS.N	Pinterest	149,072	4,928	30.3X
0700.HK	腾讯控股	3,491,214	160,676	21.7X
GOOGL.O	谷歌	12,036,981	538,364	22.4X
平均值				23.5X
FB.O	Facebook	38,236 (百万美元)		22.3X

资料来源: 可比公司预测来源于 wind 一致预期和 bloomberg 一致预期, Facebook 预测来源于光大证券研究所预测
注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算

表 30: Facebook (Meta) 盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (百万美元)	70,697	85,965	114,719	141,988	163,965
营业收入增长率	26.6%	21.6%	33.4%	23.8%	15.5%
净利润 (百万美元)	18,485	29,146	38,236	46,851	54,246
净利润增长率	-16.4%	57.7%	31.2%	22.5%	15.8%
EPS (美元)	6.64	10.48	13.74	16.84	19.50
ROE (归属母公司) (摊薄)	18.29%	22.72%	22.96%	21.96%	20.27%
P/E	46	29	22	18	16
P/B	8	7	5	4	3

资料来源: Wind, Bloomberg, 光大证券研究所预测, 股价时间为 2021-12-6

风险提示: Quest 头显迭代不及预期风险; 个人信息监管风险; 虚拟货币监管风险

4.4、 网易：游戏巨头切入元宇宙，新游上线打开增长空间

4.4.1、 网易影核：国内 VR 内容先驱，打通 VR 游戏“最后一公里”

网易影核，国内游戏大厂的 VR 内容先驱。网易影核于 2018 年由网易游戏投资数百万美元和美国顶级 VR 内容开发商 Survios 合资成立，于 2020 年 12 月从网易游戏分拆。影核曾在国内发行网易、Survios 及其他优秀海外开发商所研发的多款 VR 游戏，并通过对这些游戏进行本地化及运营，为中国玩家提供优质的虚拟现实游戏内容。发行有：《节奏空间》（Steam VR 首周营收超百万美元）、《荒野潜伏者》（网易 Viva 工作室自研）等 VR 游戏。

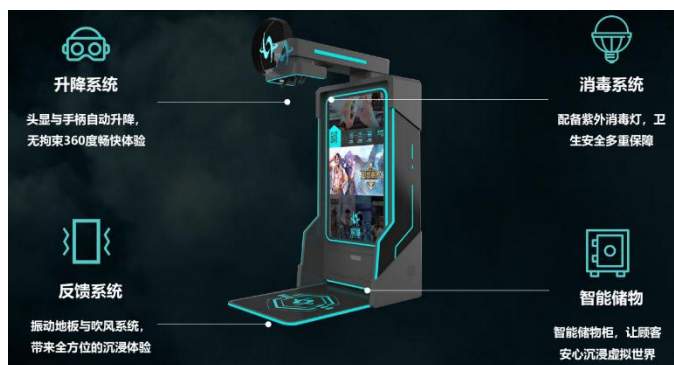
从 VR 自助机到电竞，“网易影核”将打造软硬一体 VR 内容生态。网易影核打通其发行游戏各平台间的数据体系，玩家能够使用自有的 VR 头显或通过 LBS 小程序定位到最近的 VR 线下站点进行游玩并加入竞技排行机制。除了搭建电竞赛事体系来提高 VR 内容的复购和用户参与感，影核还针对线下市场，推出具备一体化分账与运营系统的 VR 自助机，以低成本、低占地面积及无人值守的特点铺设线下业态，降低商家运营成本。

图 69: 20M10,《节奏空间》电竞挑战赛全国总决赛现场



资料来源: 网易影核, 光大证券研究所

图 70: VR 自助机: 影核 MINI



资料来源: 网易影核, 光大证券研究所

4.4.2、网易游戏：旗舰游戏贡献稳定输出，新爆款打开增长空间

网易 2001 年正式成立在线游戏事业部，经过近 20 年的快速发展，网易已跻身全球七大游戏公司之一。网易目前提供超过 140 款手机和 PC 游戏。包括网易内部开发的手机和 PC 游戏，以及全球知名开发商授权的游戏。手机游戏收入主要来自游戏内虚拟物品的销售，这类收入占网易 2020 年在线游戏服务净利润的 71.9%。PC 游戏玩家可以通过购买点数来支付游戏时间、虚拟物品和其他收费服务，可以增强游戏体验，比如特殊能力、服装、武器和其他配件。在全球市场，网易自 2015 年以来，发行超过 50 款手机游戏。

网易与一些世界著名的游戏工作室和内容所有者建立了战略合作伙伴关系，如暴雪、漫威、微软和华纳兄弟。自 2008 年以来，网易一直与暴雪合作，独家运营其在中国的部分游戏，包括魔兽世界等。

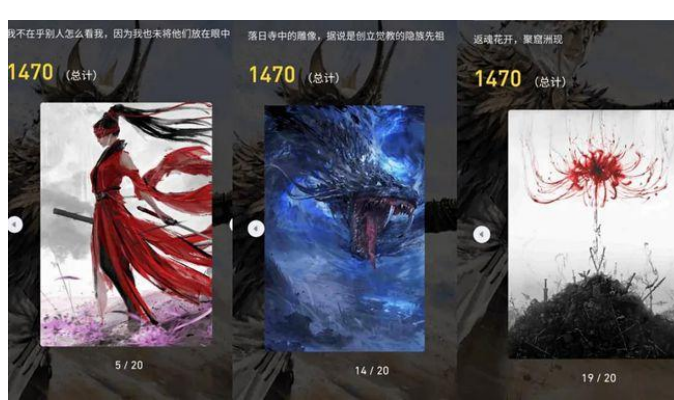
网易积极开发衍生 NFT 产品，“NFT+游戏”或有作为。网易旗下游戏《永劫无间》IP 授权发行的《NARAKAHERO》系列 NFT 盲盒于 21 年 7 月 12 日 20:00 上线，并于 15 分钟内售罄。《永劫无间》是一款由网易旗下“24 Entertainment 工作室”开发的一款多人动作竞技游戏，在全球拥有 100 多万玩家。

图 71: 网易部分在线游戏



资料来源: 网易招股说明书, 光大证券研究所

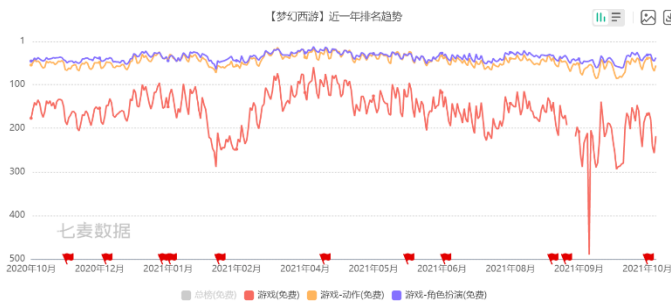
图 72: 《永劫无间》IP 授权的《NARAKAHERO》NFT



资料来源: 《永劫无间》, 光大证券研究所

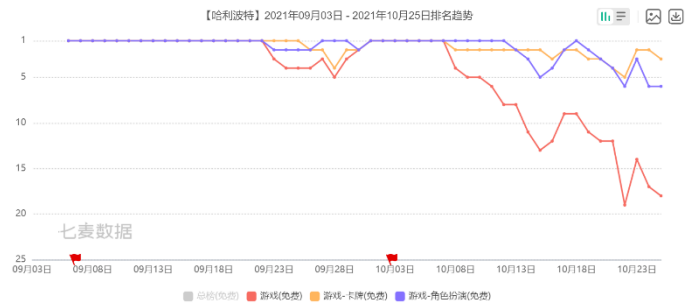
王牌游戏长线运营夯实基础，创新爆款引领增量。1) 网易代表作《梦幻西游》自 2003 年 12 月端游公测以来，已经成功运营超 17 年，仍保持稳定且较高的热度，并且产出《梦幻西游 3D》、《梦幻西游口袋版》等 IP 衍生作。根据七麦数据，20 年 10 月以来，《梦幻西游》只有两天跌出 iPhone 角色扮演榜前 60 名。根据 sensor tower 数据，21 年 9 月《梦幻西游》手游在 ios 中国区收入榜排名第 3。2) 21 年 9 月 9 日正式上线以来，《哈利波特》借助国民化 IP、低门槛卡牌策略玩法、魔法世界精美美术效果的优势，快速占据七麦数据 iPhone 免费榜首位，并长期维持热度。根据伽马数据，《哈利波特》上线首月流水超 11 亿元。同时，《哈利波特》国际化程度高，全球覆盖面广，有望成为网易国际化战略的突破口。

图 73:《梦幻西游》iphone 免费榜 20M10-21M10 排名趋势



资料来源：七麦数据，光大证券研究所

图 74:《哈利波特》iphone 免费榜 21M9-21M10 排名趋势



资料来源：七麦数据，光大证券研究所

4.4.3、业绩预测与估值分析

基于以下主要假设：

- 1) 在线游戏业务：考虑到网易旗舰产品《梦幻西游》、《率土之滨》、《阴阳师》等人气不减、保持稳定流水贡献；在研产品线储备丰富，《暗黑破坏神》等重磅新作带来手游收入增量；全球级大 IP《哈利波特》上线高热度推动 21Q3-Q4 手游收入超预期。我们预计网易在线游戏业务 21-23 年收入增速分别为 13.5%、16.1%、13.3%，毛利率分别为 64.8%、65%、66%。
- 2) 有道业务：考虑 K-12 教育面临较强监管压力，“双减政策”预计对有道业务造成负面影响。21Q2，K-12 教育业务营收占比为 41%，短期内有道的“学习服务收入”将面临下滑，长期来看，随着有道不断加码成人教育、智能硬件，有道业务的增长有望延续。我们预计网易有道业务 21-23 年收入增速分别为 63.4%、14.0%、20.5%，毛利率分别为 55.0%、54%、53%。
- 3) 创新及其他业务：此业务由网易云音乐、严选、CC 直播及网易邮箱等业务构成。考虑音乐版权开放，网易云社区建设不断完善的影响，网易云音乐的 MAU、单用户广告价值等将增长，驱动网易创新及其他业务增长。我们预计网易创新及其他业务 21-23 年收入增速分别为 28.1%、16.7%、14.8%，毛利率维持 17%。

表 31: 网易-S 分项收入预测 (单位: 百万元人民币)

	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入	73,667	87,498	101,582	115,849
在线游戏服务	54,609	61,970	71,940	81,479
有道	3,168	5,175	5,899	7,111
创新业务及其他	15,891	20,353	23,744	27,259
营业收入增长率	24.4%	18.8%	16.1%	14.0%
在线游戏服务	17.6%	13.5%	16.1%	13.3%
有道	142.7%	63.4%	14.0%	20.5%
创新业务及其他	38.0%	28.1%	16.7%	14.8%
毛利率	53%	53%	53%	54%
在线游戏服务	63.7%	64.8%	65%	66%
有道	45.9%	55.0%	54%	53%
创新业务及其他	18.5%	17%	17%	17%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

我们采用分部估值法测算网易 2021 年的估值水平: 对于在线游戏服务, 业务已相对成熟, 业绩能见度和盈利能力较为稳定, 采用 PE 估值法进行估值; 基于有道, 云音乐, 电商、直播及其他远期的高成长性, 采用 PS 估值法对这三个业务进行估值。

表 32: 网易在线游戏业务 PE 估值

	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 净利 (百万人民币)	PE
002624.SZ	完美世界	37,461	1,795	20.9X
002555.SZ	三七互娱	51,432	2,903	17.7X
TTWO.O	TAKE-TWO	121,902	4,655	26.2X
00700.HK	腾讯控股	3,491,214	160,676	21.7X
EA.O	EA	225,938	10,580	21.4X
3659.T	Nexon	110,864	5,601	19.8X
	平均值			21.3X
	网易-S	431,310	17,971	24.0X

资料来源: 可比公司预测来源于 wind 一致预期和 bloomberg 一致预期, 网易-S 预测来源于光大证券研究所预测
注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算

表 33: 网易有道业务 PS 估值

证券代码	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 营收 (百万人民币)	PS
EDU.N	新东方	20,238	4,203	4.8X
TAL.N	好未来	18,793	6,315	3.0X
002607.SZ	中公教育	56,370	14,150	4.0X
	平均值			3.9X
	网易-S	20,700	5,175	4.0X

资料来源: 可比公司预测来源于 wind 一致预期和 bloomberg 一致预期, 网易-S 预测来源于光大证券研究所预测
注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算

表 34: 网易云音乐业务 PS 估值

证券代码	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 营收 (百万人民币)	PS
TME.N	腾讯音乐	63,306	32,817	2.0X
	网易-S	18,924	7,570	2.5X

资料来源: 可比公司预测来源于 bloomberg 一致预期, 网易-S 预测来源于光大证券研究所预测
注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算

表 35：网易电商、直播及其他业务 PS 估值

证券代码	可比公司	市值 (百万人民币)	2021E 营收 (百万人民币)	PS
HUYA.N	虎牙	9,732	11,861	0.8X
MOMO.O	陌陌	11,468	14,674	0.8X
YY.O	欢聚集团	20,404	13,241	1.5X
9988.HK	阿里巴巴	1,935,660	717,289	2.7X
JD.O	京东	772,171	745,802	1.0X
平均值				1.4X
网易-S		19,175	10,995	1.5X

资料来源：可比公司预测来源于 wind 一致预期和 bloomberg 一致预期，网易-S 预测来源于光大证券研究所预测注：市值时间为 2021-12-6；汇率：按 1HKD=0.8118CNY、1USD=6.3775CNY 换算

我们选取互联网行业中，业务协同的四类公司，分别作为网易在线游戏服务、有道、云音乐和电商、直播及其他业务的可比公司。

- 1) 游戏：考虑网易游戏已深入完成海外布局，选取国内外知名上市游戏公司作为网易游戏业务的可比公司。考虑《哈利波特》爆火证明网易自研龙头地位稳固，元宇宙概念助推有望推高游戏龙头网易估值，给予网易在线游戏高于可比公司平均的估值倍数；
- 2) 有道：选取新东方、好未来等 K-12 教育公司和成人教育公司中公教育，为公司有道业务的可比公司。有道教育工具、智能硬件布局领先同业，因较早布局成人教育，所以受 K-12 政策影响相对较小，给予有道接近可比公司平均的估值倍数；
- 3) 直播、电商及其他：选取虎牙、陌陌、欢聚等国内上市直播公司和阿里、京东等国内上市电商公司为可比公司，考虑 CC 直播、严选自成一派，生态逐渐完善，给予电商、直播及其他业务接近可比公司平均的估值倍数；
- 4) 云音乐：根据比达咨询数据，以国内音乐下载量计，20H1 网易云音乐和 TME 的市场份额之和为 84%，因此选取 TME 作为可比公司。考虑网易云音乐在年轻人社区的独特“云村生态”具备高用户粘性，给予云音乐略高于可比公司 TME 的估值倍数。

综上，各业务的相对估值倍数为在线游戏服务的 24.0x PE，有道/云音乐/电商、直播及其他业务的 4.0x/2.5x/1.5xPS，首次覆盖，给予目标价 183 港元（其中在线游戏服务/有道/云音乐/电商、直播及其他业务分别贡献 161/8/7/7 港元）。

表 36：网易-S SOTP 估值表

	估值方法	2021E 收入 (RMB 百万)	估值倍数	分部估值 (RMB 百万)	分部估值 (HKD 百万)	对应每股价值 (HKD)
在线游戏服务	PE	61,970	24.0x	431,310	531,300	161
有道	PS	5,175	4.0x	20,700	25,499	8
云音乐	PS	7,570	2.5x	18,924	23,311	7
电商、直播及其他	PS	12,784	1.5x	19,175	23,621	7
合计				490,109	603,731	183

资料来源：光大证券研究所预测，汇率：1 港元=0.8118 人民币

盈利预测与估值评级：网易-S 为中国领先互联网科技公司，聚焦游戏业务，经典旗舰游戏有较长生命周期和收入贡献能力，新品《哈利波特》优秀表现证明了公司较强的自研原创能力和游戏运营能力。我们看好中长期网易-S 的主营业务成长性。同时网易-S 通过网易影核的 VR 游戏内容、元宇宙雏形游戏《蛋仔派对》初步探索元宇宙，公司有望借力元宇宙浪潮，推动游戏业务稳中有升。预测公司

21-23 年营业收入为 875.0/1015.8/1158.5 亿元人民币。首次覆盖，给予“买入”评级。

表 37：网易-S 盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万元人民币）	59,241.15	73,667.13	87,497.97	101,582.38	115,849.20
营业收入增长率	15.75%	24.35%	18.77%	16.10%	14.04%
净利润（百万元人民币）	21,237.52	12,062.75	14,755.41	17,724.36	20,789.63
净利润增长率	245.19%	-43.20%	22.32%	20.12%	17.29%
EPS（人民币元）	6.43	3.65	4.46	5.36	6.29
ROE（归属母公司）（摊薄）	34.56%	14.69%	15.23%	15.47%	15.35%
P/E	20.4	35.9	29.3	24.4	20.8
P/B	7.0	5.3	4.5	3.8	3.2

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2021-12-6，汇率：1 港元=0.8118 人民币

风险提示：游戏监管政策趋严风险；新游研发进度不及预期；有道职业教育进展不及预期；云音乐用户付费率提升不及预期。

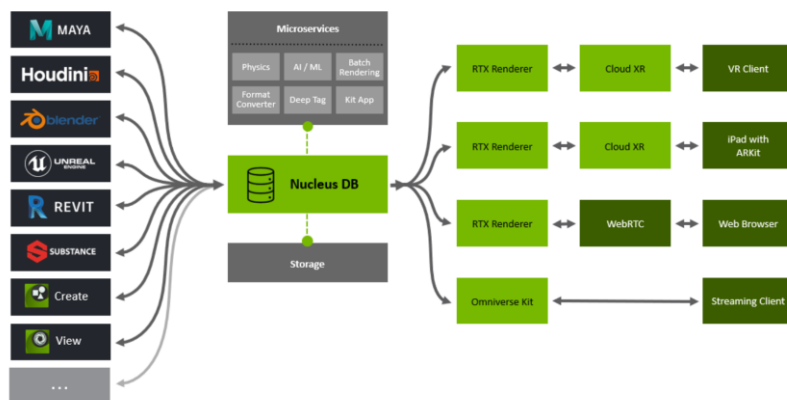
4.5、 英伟达：市值最高半导体公司助力元宇宙，看好 Omniverse、A100 芯片发展

4.5.1、Omniverse：技术加持解锁工程师的元宇宙

五大核心部件，构建面向设计与工程的元宇宙。2021 年 8 月 11 日，英伟达宣布将向数百万用户开放全球首个为元宇宙建立提供基础的模拟和协作平台 Omniverse。NVIDIA Omniverse 由 Nucleus、Connect、Kit、RTX Render、Simulation 等五大核心部件组成，是一个为设计师、工程师等创造共享虚拟空间，以进行实时协作的云原生技术平台，最大的优势在于能够实现互联互通。

Omniverse 平台充当枢纽的角色，使新功能作为微服务开放给所有连接的客户端和应用。其工作流程可以简单描述为：众多热门的 DCC 应用以及使用 Kit 为 Omniverse 专门创建的新应用，都能被导出 USD 文件格式，并支持 MDL，进而通过 Omniverse Connector 插件创建的 Omniverse 门户实现与 Nucleus 数据库的连接（具体包括几何图形、灯光、材质、纹理，以及描述虚拟世界及其演变的其他数据，最终可以实现众多内容创作应用的使用和连接）。NVIDIA 更是创建了 Apps 来展示它不同工作流程中的功能，Apps 不仅本身是一款实用工具，还可作为起点，使开发者在其基础上构建、扩展或创建自己的应用。

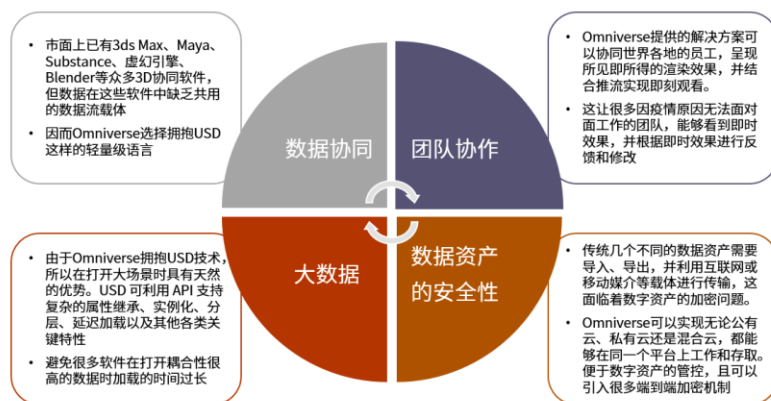
图 75: Omniverse 工作流程



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

Omniverse 能帮助解决数据协同、团队协作、大数据、数据资产的安全性四大方面的核心痛点。Omniverse 通过通用 3D 格式 USD 打通了各个软件工具, 并通过自己在图形渲染等方面的技术优势, 为这些软件工具的使用与互通提供算力支持, 加快数据传输与转换的速度, 减少软件使用时的卡顿、延迟等问题, 进一步提高了实时协同的工作效率。

图 76: Omniverse 帮助解决四大核心痛点



资料来源: 光大证券研究所整理

Omniverse 能够实现高度逼真的物理模拟引擎和高性能渲染。

1) **高度逼真物理模拟:** Omniverse 中的模拟功能由一系列 NVIDIA 技术以插件或微服务形式向 Omniverse Kit 提供。作为 Omniverse 提供的首批模拟工具之一, NVIDIA 开源物理模拟器 PhysX 广泛应用于电脑游戏中, 参与模拟的物体、它们的属性、任何约束条件和任何求解器参数都在自定义 USD 架构中指定; Kit 提供编辑模拟设置、启动和停止模拟以及调整所有参数等功能。Omniverse 物理模拟目前包括刚体动力、破坏和断裂、汽车动力以及流体动力 (Flow) 等效果模拟。

2) **可视化和渲染精美世界:** Omniverse 支持多种可兼容 Pixar Hydra 架构的渲染器, 其中之一便是全新 Omniverse RTX 渲染器, 它充分利用 NVIDIA Turing 及 Ampere 架构中的硬件 RT Core, 实现实时的硬件加速光线追踪和路径追踪。Omniverse RTX 渲染器在实现光线追踪之前无光栅化处理, 因此可以实时处理大型场景。它包含两种模式, 一种是提供快速性能的传统光线追踪, 另一种是提

供高质量结果的路径追踪。目前，Omniverse RTX 渲染器在一个系统内原生支持多个 GPU，不久后将支持多个系统的交互式渲染。

图 77: Omniverse 物理模拟示意



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

图 78: 利用 Omniverse RTX 进行材质渲染



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

Omniverse 已应用在建筑工程、游戏开发、制造业、海内外媒体及娱乐、科学运动和仿真等五大领域。Omniverse 自 2020 年 10 月推出测试版, 超过 17,000 名客户进行了测试体验, 包括宝马、爱立信、沃尔沃、Adobe、Epic Games 在内的众多公司都正在与 Omniverse 合作。

图 79: Omniverse 已应用于多个领域



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

4.5.2、云端 AI 芯片 A100: 强大的算力支持

元宇宙的底层基础是算力, 英伟达的实力当仁不让。在 GTC 2020 “厨房演讲”中, 英伟达推出了全新 Ampere GPU A100, 其性能算力实现了跨越式升级, 被称为数据中心级别计算中的“怪兽”。NVIDIA A100 可针对 AI、数据分析和高性能计算 (HPC) 应用, 在各个规模下实现出色加速, 有效助力全球高性能弹性数据中心。作为 NVIDIA 数据中心平台的引擎相较于前一代 NVIDIA Volta™, A100 可提供高达 20 倍的性能, 并可划分为七个 GPU 实例, 以根据变化的需求进行动态调整。A100 80GB 将 GPU 内存增加了一倍, 提供超快速的内存带宽 (每秒超过 2TB), 可处理超大模型和非常庞大的数据集。

表 38: NVIDIA A100 TENSOR CORE GPU 规格汇总

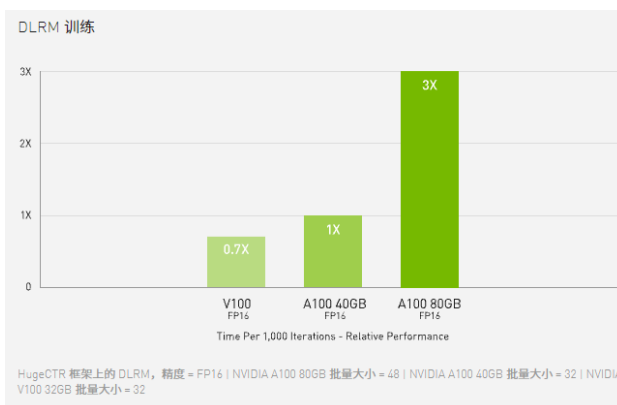
规格	A100 40GB PCIe	A100 80GB PCIe	A100 40GB SXM	A100 80GB SXM
FP64	9.7 TFLOPS			
FP64 Tensor Core	19.5 TFLOPS			
FP32	19.5 TFLOPS			
Tensor Float 32 (TF32)	156 TFLOPS 312 TFLOPS*			
BFLOAT16 Tensor Core	312 TFLOPS 624 TFLOPS*			
FP16 Tensor Core	312 TFLOPS 624 TFLOPS*			
INT8 Tensor Core	624 TOPS 1248 TOPS*			
GPU 显存	40GB HBM2	80GB HBM2e	40GB HBM2	80GB HBM2e
GPU 显存带宽	1,555GB/s	1,935GB/s	1,555GB/s	2,039GB/s
最大热设计功耗 (TDP)	250W	300W	400W	400W
多实例 GPU	最大为 7 MIG @ 5GB	最大为 7 MIG @ 10GB	最大为 7 MIG @ 5GB	最大为 7 MIG @ 10GB
外形规格	PCIe		SXM	
互联	NVIDIA® NVLink® 桥接器 (可桥接 2 个 GPU): 600GB/s **		NVLink: 600GB/s	
	PCIe 4.0: 64GB/s		PCIe Gen4: 64GB/s	
服务器选项	合作伙伴及配备 1 至 8 个 GPU 的 NVIDIA 认证系统™		NVIDIA HGX™ A100 合作伙伴和配备 4、8 或 16 个 GPU 的 NVIDIA 认证系统 配备 8 个 GPU 的 NVIDIA DGX™ A100	

资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

强大的端到端 AI 和 HPC 数据中心平台。 A100 是完整 NVIDIA 数据中心解决方案的一部分, 该解决方案结合了跨硬件、网络、软件、库以及 NGC™ 的经过优化的 AI 模型和应用程序的构建块。它代表了强大的数据中心端到端 AI 和 HPC 平台, 使研究人员可以提供真实的结果并将解决方案大规模部署到生产中。

1) AI 训练: 训练速度的大幅提升。 NVIDIA A100 的 Tensor Core 借助 Tensor 浮点运算 (TF32) 精度, 可提供比上一代 NVIDIA Volta 高 20 倍的性能, 并且无需更改代码。对于具有庞大数据表的超大型模型 (例如用于推荐系统的 DLRM), A100 80GB 可为每个节点提供高达 1.3 TB 的统一显存, 而且速度比 A100 40GB 快高达 3 倍。

图 80: 在大型模型上将 AI 训练的速度提升高达 3 倍



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所整理

2) AI 推理: 持续优化推理工作负载。 多实例 GPU (MIG) 技术允许多个网络同时基于单个 A100 运行, 从而优化计算资源的利用率。在 A100 其他推理性能增益的基础之上, 仅结构化稀疏支持一项就能带来高达两倍的性能提升。在 BERT

等先进的对话式 AI 模型上，A100 可将推理吞吐量提升到高达 CPU 的 249 倍。在受到批量大小限制的极复杂模型（例如用于先进自动语音识别用途的 RNN-T）上，显存容量有所增加的 A100 80GB 能使每个 MIG 的大小增加一倍（达到 10GB），并提供比 A100 40GB 高 1.25 倍的吞吐量。

图 81：与 CPU 相比，AI 推理性能提升高达 249 倍

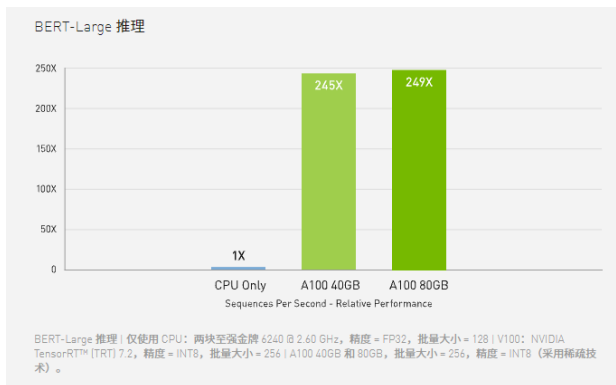
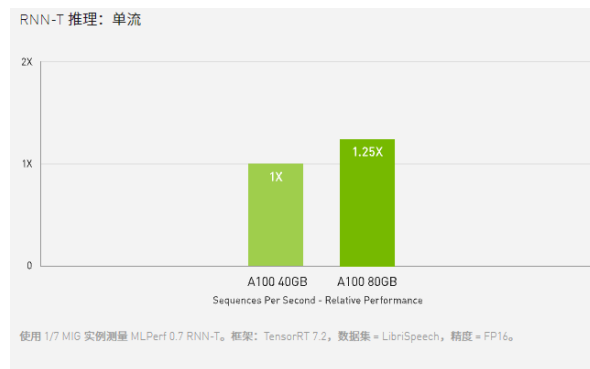


图 82：与 A100 40GB 相比，AI 推理性能提升 1.25 倍



3) 高性能计算：极大的内存容量/超快速的内存带宽。借助 HBM2e 每秒超过 2 TB 的带宽和大容量内存，科研人员可以在 A100 上将原本要花费 10 小时的双精度模拟过程缩短到 4 小时之内。HPC 应用程序还可以利用 TF32 将单精度、密集矩阵乘法运算的吞吐量提高高达 10 倍。对于具有超大型数据集的 HPC 应用程序，内存容量增加的 A100 80GB 可在运行材料模拟 Quantum Espresso 时将速度提升高达两倍。极大的内存容量和超快速的内存带宽使 A100 80GB 非常适合作为新一代工作负载的平台。

图 83：在四年内将高性能计算性能提升 11 倍

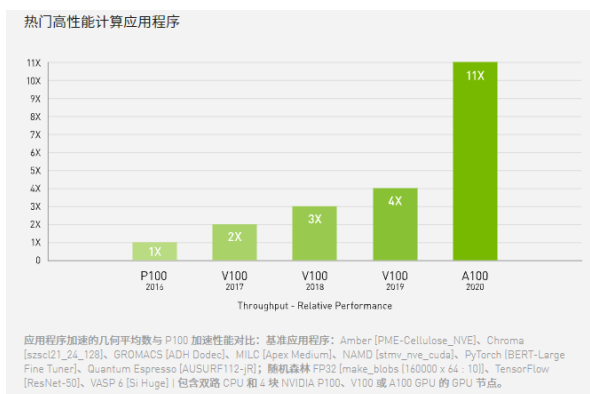
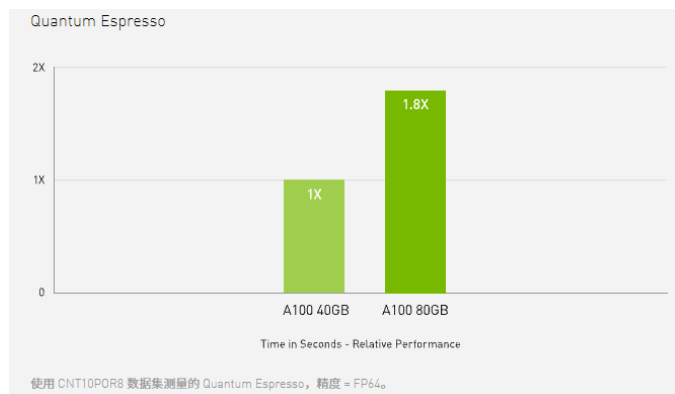


图 84：高性能计算应用程序的性能提升高达 1.8 倍

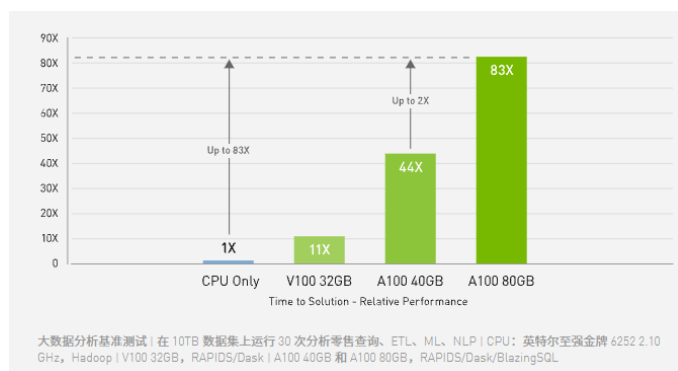


4) 高性能数据分析：应对数据集大小激增的新型负载。搭载 A100 的加速服务器可以提供必要的计算能力，并能利用大容量内存以及通过 NVIDIA® NVLink® and NVSwitch™实现的超快速内存带宽（超过每秒 2TB）和可扩展性妥善处理工作负载。在大数据分析基准测试中，A100 80GB 的速度比 CPU 快 83 倍，并且比 A100 40GB 快两倍，因此非常适合处理数据集大小激增的新型工作负载。

5) 高效利用率：更大限度地提高 GPU 加速的基础设施的利用率。借助 MIG，A100 GPU 可划分为多达 7 个独立实例，让多个用户都能使用 GPU 加速功能。

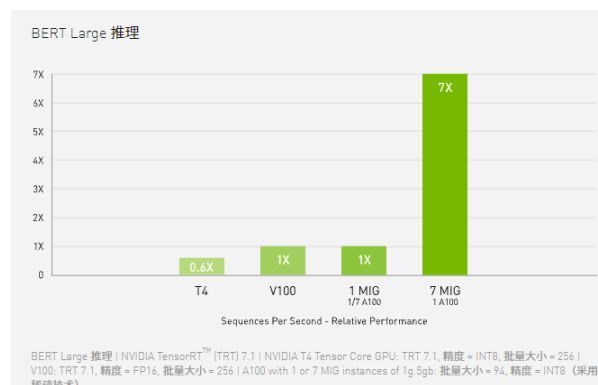
使用 A100 40GB GPU,每个 MIG 实例最多可以分配 5GB,而随着 A100 80GB 增加的 GPU 内存容量,每个实例将增加一倍达到 10GB。

图 85: 大数据分析基准测试与 CPU 相比,速度提升高达 83 倍



资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所

图 86: 借助多实例 GPU (MIG), 推理吞吐量可提升高达 7 倍

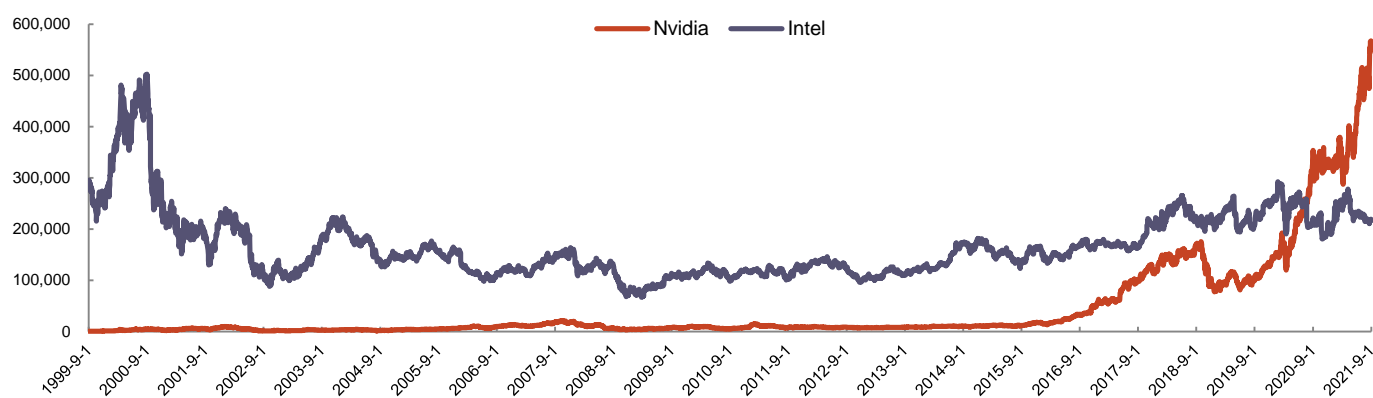


资料来源: NVIDIA 官网, 光大证券研究所

4.5.3、英伟达 (NVDA.O) : 从图像处理出发, 于数据中心绽放

英伟达是世界领先的 GPU 设计和人工智能芯片与解决方案提供商。英伟达是 GPU (图像处理器) 的发明者, 其硬件性能与配套软件环境建设都处于市场领先水平, 目前市值位列全球半导体企业第一。

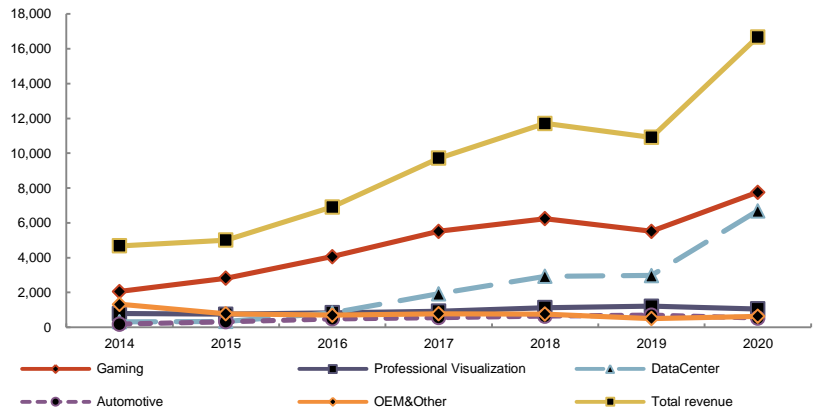
图 87: 2020 年 7 月, 英伟达市值超过英特尔 (单位: 百万美元)



资料来源: Bloomberg, IC insights, 光大证券研究所

英伟达收入三大驱动因素来自游戏、数据中心与汽车。其中游戏业务仍然是公司收入第一大支柱, 游戏显卡领先于竞争对手 AMD。数据中心业务增长明显, 成为收入增长主要引擎, 在 AI 加速以及超算加速方面具有明显优势。自动驾驶业务通过提前布局 L4-L5 级自动驾驶, 虽然目前未体现较明显的收入规模, 但是看好公司提前布局的发展潜力, 在未来有望实现弯道超车。

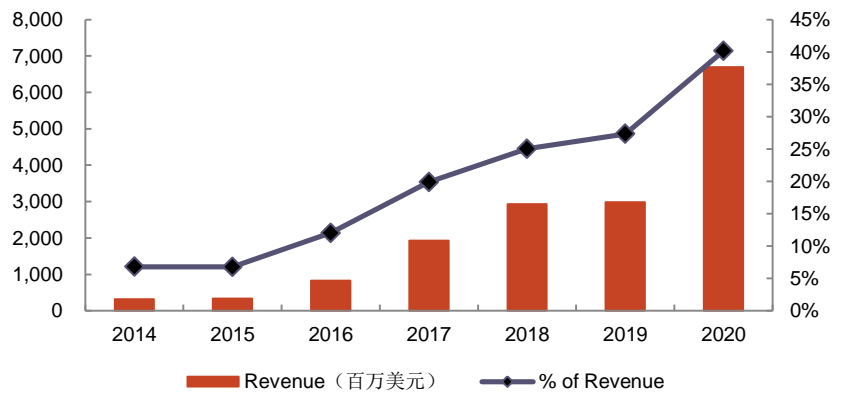
图 88：英伟达总营收及各业务营收变化（百万美元）



资料来源：Nvidia 年报，光大证券研究所

(1) 数据中心业务：营收增速最快，数据中心加速卡与 AI 加速占据绝对优势。收入规模方面：数据中心作为公司营收增速最快的业务，2014-2020 年营收 CAGR 达到 67%，未来随着 AI 加速和数据中心芯片需求的增长，预计数据中心业务营收 2020-2023 年有望保持较高增速。营收占比方面：数据中心营收在公司总营收中的占比不断提升，自 2006 年的 7% 一路升高，于 2020 年创下新高达到 40%，为公司仅次于游戏业务，营收第二多的业务。

图 89：数据中心营收占比不断提升，20 年创下新高达到 40%



资料来源：Nvidia 年报，光大证券研究所

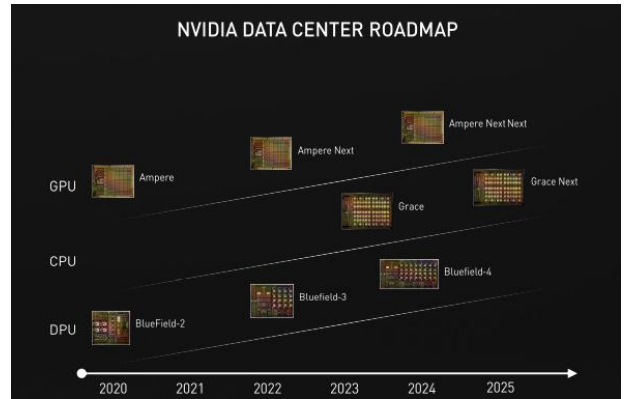
数据中心未来有望凭借硬件组合与 AI 技术提升竞争力。一方面，英伟达 GPU 在张量计算（关系到 AI 的训练推理能力）能力上领先 AMD，虽然其 GPU 定价高于 AMD，但是对于重视发展 AI 技术的公司，英伟达的 GPU 更有优势。而在未来 AI 加速领域，英伟达芯片也会凭借着高张量计算能力保持领先。另一方面，公司在收购 Mellanox 后，成功加强其网络技术以及端到端储存技术，于 2Q21 推出了新一代数据中心 DPU 产品 Bluefield-3，预计在 1Q22 提供样品。在 CPU 方面，英伟达发布首个 Arm 架构的数据中心 CPU，预计将于 2022 年出样，2023 年投入市场。未来英伟达有望凭借 CPU+GPU+DPU 的组合硬件，继续扩大其市场份额，提升自身竞争力。

图 90：英伟达与 AMD 数据中心 GPU 性能比较

	Tesla P4	Tesla P100	Tesla V100	Tesla T4	Tesla A100	Instinct MI25	Instinct MI50	Instinct MI100
架构名称	Pascal	Pascal	Volta	Turing	Ampere	Vega	Vega20	CNDA
发行时间	2016	2016	2017	2018	2020	2017	2018	2020
制程				12 nm	7 nm	14 nm	7 nm	7 nm
流处理器数量	2560	3584	5120	2560	6912	4096	3840	7,680
张量核心数量	/	/	640	320	432	/	/	/
单精度算力	5.5 TFLOPS	10.6 TFLOPS	15.7 TFLOPS	8.1 TFLOPS	19.5 TFLOPS	12.29 TFLOPS	13.3 TFLOPS	23.3 TFLOPS
张量算力	/	/	112 TFLOPS	/	156 TFLOPS/312 TFLOPS	/	/	46.1 TFLOPS
显存容量	8 GB	16 GB	32 GB/16 GB	16 GB	40 GB/80 GB	16 GB	32 GB	32 GB
显存带宽	192 GB/s	732 GB/s	900 GB/s	320 GB/s	1555 GB/s	484 GB/s	1024 GB/s	1229 GB/s
功耗	75 W	300 W	300 W	70 W	300 W	300 W	300 W	300 W
售价 (美元)	2500	7500	11500	2500	~15000	898	4850	6400

资料来源：Nvidia 官网，光大证券研究所

图 91：CPU+GPU+DPU 的组合硬件战略规划

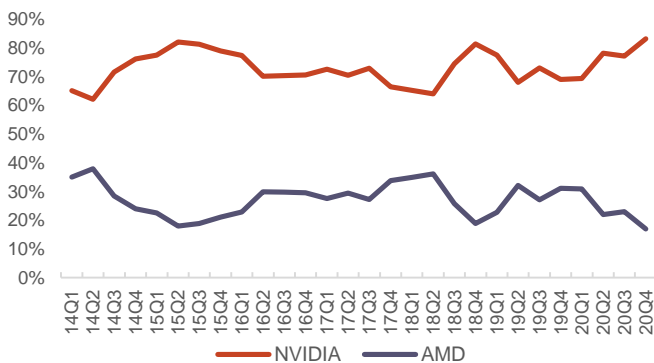


资料来源：英伟达 2021GTC 大会，光大证券研究所

(2) 游戏业务：显卡市场与技术领导者。根据 Jon Peddie Research 数据，在 PC 独立显卡领域，截至 4Q20，英伟达占据了显卡销售量 83% 的市场份额，占据绝对领先地位，随着 2020 年新一代安培架构游戏显卡发布，结合 RTX 和 DLSS 技术升级到第二代，英伟达有望保持其统治地位。同时，公司是光追技术的开创者，于 2018 年就将图灵架构第一次引入光追单元，较对手 AMD 领先了 2 年，AMD 与 2020 年首次推出支持光追的显卡时，英伟达的光追技术已经演进至第二代。同时，其 DLSS 技术也进化至第二代，有利于降低延迟、提高帧数，更好满足 AAA 级游戏需求。

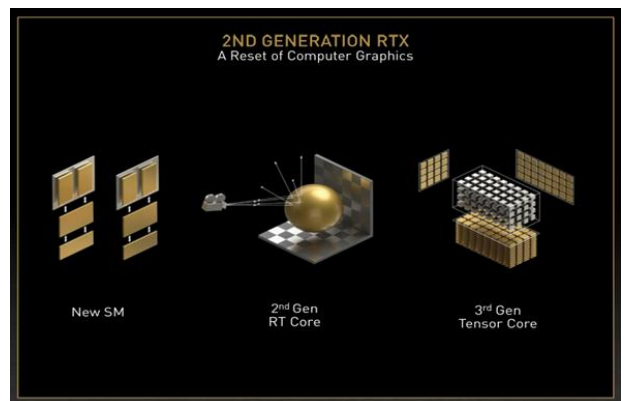
- **英伟达在游戏显卡市场形成品牌效应。**英伟达游戏显卡凭借较强的品牌效应，定价一直高于 AMD，且相较 AMD 保持着较高的毛利率。我们认为，在游戏显卡领域，AMD 与英伟达仍存在技术以及品牌效应上的差距，目前英伟达在游戏显卡方面占据优势地位。
- **游戏市场需求旺盛，云游戏或成潜在长期增长点。**在需求端，设备升级（至 RTX）、游戏用户数保持增加、AAA 级游戏对显卡性能要求持续提升，三方因素驱动之下，旺盛的游戏市场需求将带动英伟达显卡需求量的上升。云游戏方面，newzoo 预估全球云游戏市场 2023 年将达到 48 亿美元，英伟达布局的 GeForce Now 2Q21 注册人数已达 1000 万，目前虽未体现其营收能力，但未来随着云游戏的发展，GeForce Now 平台可能成为英伟达游戏业务增长的新动力。

图 92：英伟达占据独立显卡销售量领先地位（20Q4 达 83%）



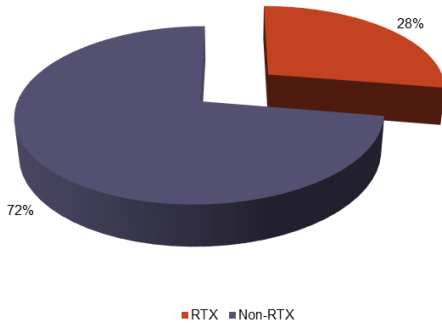
资料来源：Jon Peddie Research，光大证券研究所

图 93：英伟达光追技术已演进至二代



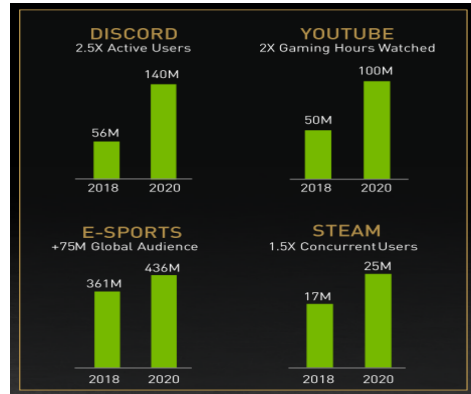
资料来源：Nvidia 官网，光大证券研究所

图 94：英伟达 RTX 仍存在 70% 以上使用用户渗透空间（按存量统计）



资料来源：Steam（截至 21 年 10 月统计），光大证券研究所

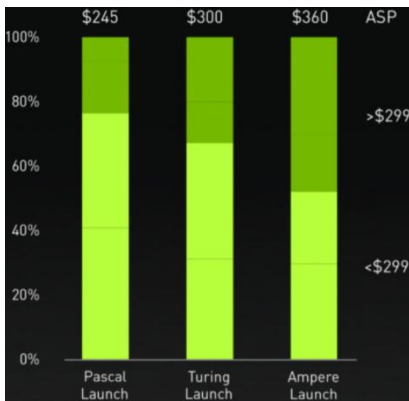
图 95：游戏显卡需求旺盛



资料来源：Nvidia 官网，光大证券研究所

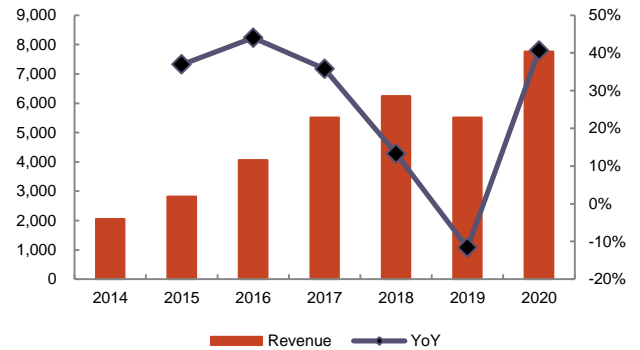
游戏处于新产品周期，业务短期高速增长可期。公司游戏业务营收不断创下新高，2020 年游戏业务营业收入达到 77.59 亿美元，同比增加 41%，占公司整体营收 47%。2021 年以来，随着：①新一代安培架构产品线的丰富以及随着架构升级 ASP 的提升；②支持光追和 DLSS 技术游戏数量的增加；③疫情期间游戏用户数量的大幅增加与居家办公和线上习惯的延续。我们认为，未来随着英伟达积极的架构升级与技术革新，其在游戏市场的领先地位将保持，游戏业务营收有望创新高。

图 96：英伟达 ASP 随着架构升级提升



资料来源：Nvidia Invest Day 2021，光大证券研究所

图 97：英伟达游戏业务营收持续创下新高（单位：百万美元）



资料来源：Nvidia 年报，光大证券研究所

4.5.4、业绩预测和估值分析

基于以下主要假设：

- 1) 英伟达下一代显卡“40 系列”有望在 22 年内上市，且 RTX 显卡技术仍有较高渗透空间，参考 21Q1-21Q3 实际游戏业务表现，我们认为游戏业务营收短期高速增长，长期可以保持稳定增长能力。
- 2) 数据中心 2022-2023E 预期实现硬件组合量产，同时英伟达受益于各个实体行业的数字化转型趋势带来的 AI 芯片等数据运算方面需求增长，我们看好公司数据中心业务保持较高增速。

- 3) 汽车 2022E Orin 芯片量产上车, 预计短期将拉动营收明显上涨; 考虑其在手 80 亿美元订单预计将于 2023/2024 年起规模转化为收入, 给与汽车业务后续较高增速。
- 4) 21 年英伟达推出 Omniverse 平台, 为企业提供数字孪生等服务, 同时该平台集合了英伟达在语音 AI、计算机视觉、NLP 等多个领域的软件积累, 推动 21 年专业可视化业务高速增长。
- 5) 考虑 21 年比特币等数字货币带来 CMP 型硬件需求增长, 我们预计 21-22 年 OEM 及其他业务增长较快, 后续比特币“挖矿”可能在多个国家逐步受到限制, 我们预计 23 年起 OEM 及其他业务将有所回落。
- 6) 考虑 A100、“40 系”显卡等高价的主力产品逐步上市, 参考 21Q1-Q3 实际情况, 我们认为英伟达毛利率有望维持上升趋势。费用端未来将整体保持稳定。我们预计英伟达 21-23 年毛利率分别为 65.5%、65.7%、66%, 营销&管理费用率分别为 8.6%、8.7%、8.8%, 研发费用率分别为 20%、20%、19.5%。

表 39: 英伟达盈利拆分预测 (分业务) (单位: 百万美元)

	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入	10,918	16,675	26,631	32,365	37,825
YoY	-7%	53%	60%	22%	17%
游戏	5,518	7,759	12,453	14,010	15,481
YoY	-12%	41%	61%	13%	11%
专业可视化	1,212	1,053	2,043	2,347	2,542
YoY	7%	-13%	94%	15%	8%
数据中心	2,983	6,696	10,443	13,796	17,631
YoY	2%	124%	56%	32%	28%
汽车	700	536	619	743	1,105
YoY	9%	-23%	16%	20%	49%
OEM 及其他	505	631	1,073	1,470	1,067
YoY	-34%	25%	70%	37%	-27%

资料来源: 英伟达财报, 光大证券研究所预测

表 40: 英伟达成本费用预测 (单位: 百万美元)

	2020	2021E	2022E	2023E
毛利	10,396	17,443	21,264	24,965
毛利率	62.3%	65.5%	65.7%	66.0%
营销&管理费用	1,940	2,290	2,816	3,329
营销&管理费	11.6%	8.6%	8.7%	8.8%
研发费用	3,924	5,326	6,473	7,376
研发费率	23.5%	20.0%	20.0%	19.5%

资料来源: 公司公告, 光大证券研究所预测

我们采取 PE 估值法将英伟达和可比公司估值进行对比, 选取的可比公司均为世界范围内半导体行业的龙头企业, 其中超威半导体 (AMD) 为 GPU 领域世界上另一家龙头厂商、英特尔为全球个人计算机零件和 CPU 龙头制造商、高通为全球通信芯片龙头、迈威尔科技是全球最大的 Fabless 模式半导体供应商之一、博通是全球领先的有线和无线通信半导体公司、德州仪器则在信号处理领域提供数字信号处理(DSP)及模拟器件技术。

与可比公司的业务对比: 1) 英伟达是图形处理器的发明者, 也是人工智能计算的引领者, 占据显卡销售量近 80% 市场份额, 并且英伟达 GPU 在张量计算 (关

系到 AI 的训练推理能力) 方面遥遥领先 AMD; 2) 英伟达已发布首个 Arm 架构的数据中心 CPU, 并且未来英伟达有望凭借 CPU+GPU+DPU 的组合硬件, 继续扩大其市场份额, 中长期增长空间高于英特尔; 3) 英伟达数据中心加速卡与 AI 加速占据领先优势, 近年来增长明显成为收入增长第一大引擎, 我们预期公司 2020-2023E 收入 CAGR 31.4%; 净利润 CAGR 50.0%, 未来业绩增长能力高于高通、迈威尔科技、博通、德州仪器等同业公司。基于上述原因, 我们认为公司相比可比公司具备一定溢价空间。

表 41: 英伟达可比公司估值比较

证券代码	证券名称	市值 (亿元 RMB)	营收 (亿元 RMB)				净利润 (亿元 RMB)				P/E			
			2020	2021E	2022E	2023E	2020	2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E	2021EPEG
AMD US Equity	超威半导体	11,091	674.1	1,029.2	1,228.5	1,429.1	171.9	193.9	242.5	304.5	57.2	45.7	36.4	2.7
INTC US Equity	英特尔	12,774	5,376.5	4,698.8	4,711.8	4,957.6	1443.1	1193.5	890.3	892.4	10.7	14.3	14.3	-0.7
QCOM US Equity	高通	12,608	2,184.7	2,526.0	2,730.7	2,941.2	588.6	709.2	769.7	810.9	17.8	16.4	15.5	1.6
MRVL US Equity	迈威尔科技	4,498	203.7	272.8	332.4	387.0	43.05	74.59	104.4	131.2	60.3	43.1	34.3	1.3
AVGO US Equity	博通	14,651	1,666.7	1,751.6	1,882.7	1,963.0	644.8	813.3	903.2	951.5	18.0	16.2	15.4	1.3
txn US Equity	德州仪器	11,390	997.5	1,146.6	1,194.7	1,258.0	374.5	486.5	493.7	542.8	23.4	23.1	21.0	1.8
	平均										31.2	26.5	22.8	1.3
NVDA US Equity	英伟达	49,735	1,081.0	1,726.5	2,098.2	2,452.2	280.8	598.5	761.6	917.5	83.1	65.3	54.2	1.7

资料来源: 可比公司预测来源于 wind 一致预期和 bloomberg 一致预期, 英伟达预测来源于光大证券研究所预测

注: 市值时间为 2021-12-6; 汇率: 按 1USD=6.3775CNY 换算

盈利预测、估值与评级: 英伟达为全球领先的 GPU 设计和人工智能芯片与解决方案提供商, 业务涉及游戏、专业可视化、数据中心、汽车多项业务且在各领域表现优异, 近期公司加速布局元宇宙领域, 成立 Omniverse 助力公司布局游戏业务新生态。我们预测公司 21-23 年营业收入为 266.3/323.7/378.3 亿美元, 净利润为 92.3/117.5/141.5 亿美元, 对应 21 年预测 PE 为 83.1x, 21 年 EPEG 为 1.7。可比公司平均 21 年 EPEG 为 1.4, 平均 21 年预测 PE 为 31.2x。公司目前的高估值是源于 1) 市场对公司高端显卡业务的坚实壁垒, 数字孪生、虚拟现实业务的高速增长给予较高期望水平, 而英伟达在 2015-2020 年 27.2% 的营收 CAGR 也持续支撑了市场的高预期; 2) 21 年 10 月以来, 元宇宙概念助推公司估值更上一个台阶, 公司旗下 Omniverse 是目前元宇宙 B 端应用的先驱。我们认为, 目前元宇宙尚处于雏形阶段, 随着 3-5 年内消费级 VRAR 的成本降低、出货量高速增长, 以及元宇宙社交+游戏应用的落地, 将带来更大规模的算力、AI 需求, 英伟达深度布局 AI 计算芯片, 将在元宇宙的深度推进中占据领先地位, 未来元宇宙逐步落地也有望进一步推高英伟达估值, 我们看好英伟达中长期的投资价值, 首次覆盖, 给予“买入”评级。

表 42: 英伟达盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入 (百万美元)	10,918.00	16,675.00	26,631.06	32,365.07	37,825.21
营业收入增长率	-6.81%	52.73%	59.71%	21.53%	16.87%
净利润 (百万美元)	2,796.00	4,332.00	9,232.51	11,748.35	14,153.05
净利润增长率	-32.48%	54.94%	113.12%	27.25%	20.47%
EPS (美元)	1.12	1.73	3.69	4.70	5.66
ROE (归属母公司) (摊薄)	22.91%	25.64%	25.32%	24.80%	23.41%
P/E	274	177	83.1	65.3	54.2
P/B	63	45	21	16	13

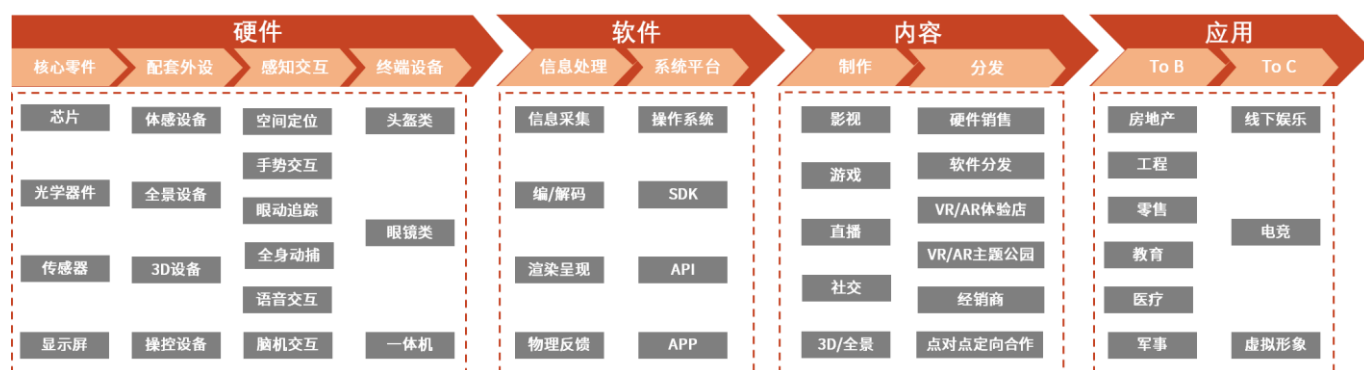
资料来源: Wind, Bloomberg, 光大证券研究所预测, 股价时间为 2021-12-6

风险提示：公司核心技术演进不及预期、显卡性能不及预期；AI 市场扩张与高等级自动驾驶落地进程不及预期；公司核心研发人员流失。

4.6、 舜宇光学科技：光学龙头，前瞻布局 VR/AR

VR/AR 等智能终端市场前景广阔，光学感知硬件先行。VR/AR 的产业链包括硬件、软件、内容（制作与分发）、应用服务四大部分，其中硬件是软件的载体，更是一切应用服务的基础。其中，硬件的核心部件性能将在极大程度上影响客户体验，而多元化的感知交互方式将助力 AR/VR 开拓更广阔的应用市场。

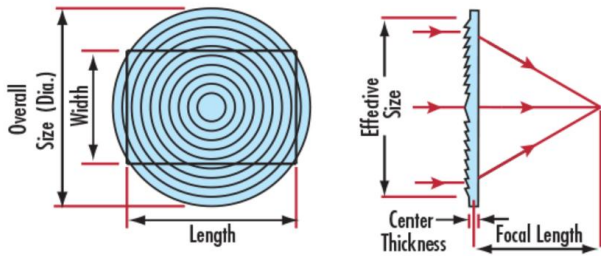
图 98：VR/AR 的产业链包括硬件、软件、内容（制作与分发）、应用服务四大部分



资料来源：LEK、VR 陀螺，光大证券研究所整理

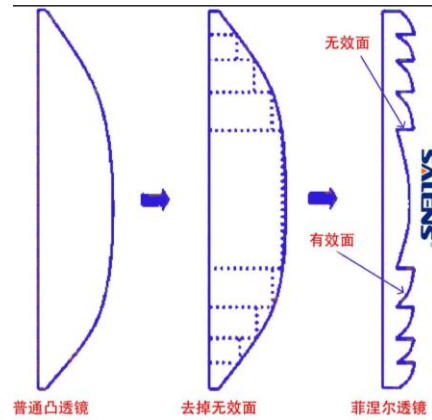
在 VR 光学器件中，菲涅尔透镜是目前 VR 光学部件的主流之选。通常，VR 头显依靠一系列透镜组来让用户看到虚拟世界，使用透镜后，视觉效果不仅十分清晰，而且即使是通过离眼睛非常近的屏幕但是视野仍然宽广，但是为了看到不同角度的画面，需要多组球面透镜，这会显著增加头显设计的重量。菲涅尔透镜是一种透明镜片，它采用楔形、凹槽和环的形态来调整不同区域通过的光线，该设计不仅可以大幅减少透镜重量和厚度，而且可以在不过度增大透镜尺寸的情况下实现更大的 FOV，同时菲涅尔透镜制作工艺较为成熟，因此成为目前 VR 头显中透镜光学部件的主流，Oculus，HTC Vive 都选择了菲涅尔透镜。但是菲涅尔透镜的缺点是会使显示器件的成像清晰度受损、曲率出现偏差，因此主流厂商一般会选择提升屏幕色彩或者软件升级的方式解决成像素质不佳的问题。例如 Oculus 和 HTC 使用的都是 OLED 屏幕，通过更艳丽的色彩减少光线损失的影响；HTC Vive 还在软件版本中加入了 Mura correction 来矫正因为透镜造成的图像损失。

图 99：菲涅尔透镜的轮廓和功能



资料来源：edmundoptics，光大证券研究所整理

图 100：菲涅尔透镜比传统非球面透镜轻薄很多



资料来源：普恩科技，光大证券研究所整理

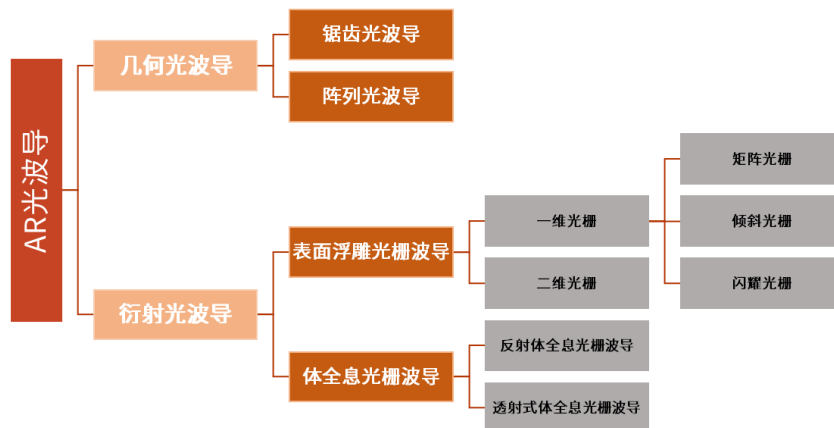
表 43：VR 头显产品视场角在 90°~120°范围内，以菲涅尔透镜为主流光学方案

产品名称	NOLO NOLO x1	Lonovo Mirage VR S3	Oculus Quest 2	华为 VR Glass 6DOF	创维 S6	Vajro VR-3	Vajro XR-3	爱奇艺奇遇 2Pro	Pico Neo2	3Glasses X1S	电信天翼小 V 一体机	Xspace Manova	惠曾 Reverb G2
产品形态	一体机	一体机	一体机	分体式	分体式	PC VR	PC VR	一体机	一体机	分体式	一体机	一体机	PC VR
光学方案	菲涅尔透镜	/	菲涅尔透镜	短焦	短焦	/	非球面镜片	菲涅尔透镜	超短焦	非球面镜片	菲涅尔透镜	/	/
视场角	96°	101°	100°	90°	94°	115°	110°	101°	92°	100°	110°	114°	114°

资料来源：光大证券研究所根据陀螺研究院、电科技 VR、versus 整理

光波导方案或为最终发展方向。目前比较成熟的 AR 光学技术主要分为棱镜方案、birdbath 方案、自由曲面方案、离轴全息透镜方案和波导 (Lightguide) 方案，前三种方案体积较大，限制了其在智能穿戴即 AR 眼镜方面的应用。全息透镜方案使用全息片独一无二的光学特性，具有大 FOV 和小体积的优势，但是受限于眼动范围比较小。因此，光波导是目前最佳的 AR 眼镜方案。

图 101：AR 光波导方案一般可以分为几何光波导和衍射光波导



资料来源：VR 陀螺网，光大证券研究所整理

舜宇光学领域积累深厚，积极布局 AR/VR 新兴业务，有望凭借技术持续取胜。舜宇光学科技作为光学行业龙头厂商，凭借其在光学领域的技术领先优势和深厚积累，早在 2015 年就成立舜宇智能光学技术有限公司，前瞻性布局新兴领域，

持续深入 AR/VR、无人机、智能家居等光学零件的研发，构筑高科技壁垒。目前公司在 VR/AR 光学技术最前沿领域均有布局，并持续取得研发突破，与客户进展顺利。截至 1H21，公司已完成彩色 AR 波导片和 VR 显示模块（改善畸变和色差）的研发，VR/AR 视觉模组实现批量生产，是 Oculus 核心供应商，市场占有率行业领先。我们认为，舜宇有望在深耕手机/汽车优势业务的同时，凭借技术积累快速发展新的业务增长点，进一步提升市场竞争力。

表 44：舜宇光学在 VR/AR 持续研发创新，VR/AR 前沿领域均有布局

时间	VR/AR 等新兴领域进展
2015 年	成立舜宇智能光学技术有限公司，面向全球提供领先的光学影像产品及专业的行业解决方案，定位为“机器人视觉系统方案解决商”
2016 年	(1) VR/AR 的镜片和镜头已实现量产 (2) “微型广角成像镜头”、“3D 交互式镜头”“一种新型长波红外消热差镜头”获得国家发明专利
2017 年	(1) VR 菲涅尔镜片实现量产 (2) 基于 AI 技术的 IR（蓝玻璃）中片及组件检测设备实现量产
2018 年	用于 3D 的准直镜头已成功实现量产
2019 年	着力于 VR/AR、3D 感应、智能家居、无人机和光通讯等镜头与光学零部件的开发。新兴领域镜头的销售取得突破。
2020 年	(1) DOE 产品突破 6 英寸、8 英寸晶圆的纳米压印技术 (2) AR 衍射光波导单色波导片完成研发 (3) Diffuser 实现量产出货
2020 年 H1	(1) 已完成 VR 显示模块及 AR 彩色波导片的研发 (2) VR/AR 视觉模组市场占有率行业领先，并作为核心供应商服务知名客户 (3) 3D ToF 模组 + SDK 的新业务模式已通过验证，导入扫地机主要客户，且部分项目已实现批量生产

资料来源：舜宇光学官网，光大证券研究所整理

业绩预测和估值分析：舜宇光学科技（2382.HK）深耕光学赛道三十余年，由手机镜头及模组逐渐扩展业务领域至车载、安防、AR/VR 领域。目前，公司将 AR/VR 等新兴领域产品归入了光学零件分部的其他镜头类别，根据公司逐月披露的出货数据显示，2021 年 1-9 月该类别出货量同比增速达到 66%，反映 AR/VR 产品需求持续旺盛；1H21 该类别毛利率由 25%提升至 38.9%，我们认为，公司将受益于 AR/VR+元宇宙行业趋势，维持预测舜宇光学 21-23 年营业收入 420.8/496.8/583.7 亿元，净利润 62.2/77.6/96.0 亿元，维持“买入”评级。

表 45：舜宇光学科技盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万人民币元）	37,848.70	38,001.77	42,084.43	49,680.59	58,370.47
营业收入增长率（%）	45.95	0.40	10.74	18.05	17.49
净利润（百万人民币元）	3,991.30	4,871.79	6,216.81	7,760.44	9,602.06
EPS（元）	3.65	4.46	5.69	7.10	8.78
EPS 增长率（%）	60.1	22.2	27.6	24.8	23.7
P/E	51	42	33	26	21

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截止 2021-12-6；按照 1HKD=0.8118RMB 换算

风险提示：镜头行业竞争加剧风险；产品结构升级不及预期；ARVR 需求不及预期。

4.7、歌尔股份：FB&PS VR 产品出货量高增长，代工龙头有望深度受益

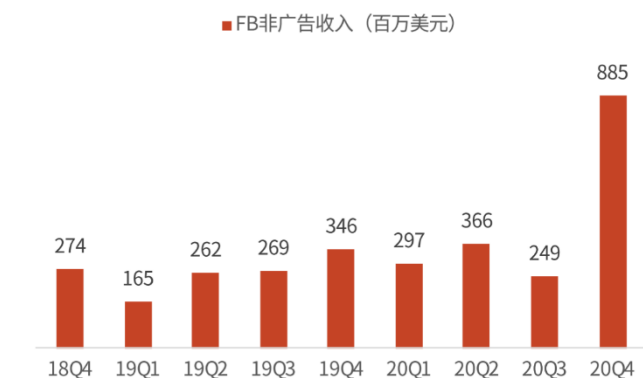
Facebook: Oculus 产品线不断降价, Quest 2 定价 299 美元已成爆款。 Facebook 的 Oculus 产品系列一直以来是 VR 一体机出货量最大的产品线, 而 FB 也致力于在保证产品质量的基础上, 不断降价出货打造 VR 用户生态, 纵观整个 Oculus 1 代产品生命周期, 我们可以看到降价幅度超过 50%:

- 2016 年最初上市时售价 599 美元, Touch 手柄 16 年底发布, 单独售价 199 美元, 两者共需 798 美元;
- 17 年 3 月, Rift 头显降至 499 美元, Touch 手柄降至 99 美元, 套装售价降低至 598 美元;
- 17 年夏季, Oculus 推出带有 Touch 手柄的套装, 售价 499 美元。
- 17 年 10 月, OC4 大会上, 套装价格正式调低为 399 美元;
- 19 年 1 月, Oculus Rift 套装再降 50 美元, 到 349 美元。这一价格维持到 19 年 5 月 Rift S 发售 (399 美元)。

在不断的降价过程中, Oculus 产品不断向真正意义上的主流 VR 头显定位进发, 19 年 5 月开始在 Steam VR 机型中占比接近 50%, PC 平台份额一家独大。2020 年 10 月, 公司发布新一代产品 Quest 2, 配备高通 XR2 芯片, 6GB 内存, 屏幕由 OLED 改为 LCD, 分辨率、刷新率更高, 透镜有所变化, 售价再度下降至 299 美元, 一经发布便全平台断货, 成为爆款产品。

根据 RecRoom 统计, 2020Q4 Oculus Quest 出货量可能已经达到 200-300 万部, 助推 Facebook FY20Q4 非广告收入达到 8.85 亿美元, 同比大幅增长 256%。Quest 2 的推出有助于 Facebook 打开 C 端 VR 市场, 也是 Quest 1 发售 1 年多之后, 首次让 VR 产品步入主流消费电子市场。参照 IDC、Recroom 的预计, Quest 2 产品 2021 年出货量有望达到 700-900 万台, 将有望带动 Oculus VR 生态用户数量超过千万级。

图 102: FB 分季度非广告收入 (18Q4-20Q4, 单位: 百万美元)



资料来源: 公司财报, 光大证券研究所

图 103: 索尼 PS4 全生命周期各类产品出货量



资料来源: CES2020, Sony

索尼 PS VR: 3 年出货 500 万台, 下一代产品 22 年推出。 截止 2020 年, 索尼伴随 PS4 发售的 PS VR 产品全周期出货量为 500 万台, 而由于硬件相对较为落后, 2020 年销量有所放缓, 年出货量超过 100 万台。2022 年, Quest 产品有望成为首款主流 VR 一体头显设备, 而索尼、华为、PICO 等厂商也将陆续推出自己的成熟产品, VR 产品出货量有望迎来进一步高速增长。

歌尔股份：全球 VR 一体机代工龙头，深度受益市场成长。歌尔股份是全球中高端 VR 产品的主要代工厂商，占据 Facebook Oculus 产品以及 PS VR 等主流 VR 头显的绝大部分代工份额。展望 2021 年，受益 Quest 2 爆款单品带来下游出货量的高增长，全年 VR 头显出货量有望快速增长，且为公司智能硬件业务贡献主要营收，叠加原有游戏主机、安卓可穿戴设备等代工业务，智能硬件有望继续保持成长动能，为公司贡献可观业绩增量。

盈利预测、估值与评级：歌尔股份未来将坚持“零件+成品”的发展战略，在半导体国产零部件自给率提升的背景下，TWS 下游市场稳定成长、VRAR 出货量快速提升将推动公司智能声学整机、智能硬件业务高速发展，驱动歌尔步入快速成长通道。我们维持公司 21/22/23 年营业收入预期为 788.27 亿元、983.60 亿元、1374.00 亿元，21/22/23 年净利润预期为 41.30 亿元、53.14 亿元、68.34 亿元，维持“买入”评级。

表 46：歌尔股份盈利预测与估值简表

指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万人民币元）	35,148	57,743	78,827	98,360	137,400
营业收入增长率	47.99%	64.29%	36.51%	24.78%	39.69%
净利润（百万人民币元）	1,281	2,848	4,130	5,314	6,834
净利润增长率	47.58%	122.41%	45.02%	28.67%	28.60%
EPS（元）	0.39	0.87	1.21	1.56	2.00
ROE（归属母公司）（摊薄）	7.95%	14.49%	17.74%	19.20%	20.51%
P/E	132	60	43	33	26
P/B	10.5	8.7	7.6	6.4	5.3

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2021-12-6

风险提示：下游需求不及预期风险；行业竞争加剧风险

5、风险分析：数据隐私、未成年人保护、监管风险

元宇宙涉及收集的个人数据的数量和种类丰富度将会是前所未有的，对用户数据的高度掌握，可能造成元宇宙面临高度的数据保护责任和数据监管风险。在元宇宙中，组织将能够收集有关个人的生理反应、运动，甚至可能是脑波模式的信息，从而更深入地了解其客户的思维过程和行为。同时，元宇宙用户的登陆时长也会大幅度增加。用户的行为模式将被持续监控，使元宇宙和参与元宇宙的企业（商品和服务的供应商）对用户的掌握程度远超移动互联网，这些用户数据的收集、储存、管理规则，避免被盗取滥用的安全防范，都是可能受重点监管的领域。

元宇宙掌握的各类敏感信息，可能会被监管层要求在任何使用目的下，都需经过用户明确同意，但这在去中心化的元宇宙网络下有较大的实现难度。为了实现互操作性，元宇宙中一个实体收集的数据将需要在不同运营商甚至平台之间无缝流动。许多国家数据保护法的要求是，数据接收方需要在第一时间向个人提供隐私通知，这一点在数据交换迅速且涉及众多参与者的元宇宙中将难以满足。

更长使用时长、更高沉浸度的元宇宙，可能会面临和游戏类似的未成年人保护监管。元宇宙因具身交互、沉浸体验及其对现实的“补偿效应”而具备天然的“成瘾性”，虽然元宇宙的愿景是让人们在虚实之间自如切换，但沉迷风险必然存在，这与近期国家对游戏等产业的监管加码也相呼应。复杂的年龄验证技术、执行年龄限制和实施阻止未成年人提供其个人数据的措施，将是提高元宇宙中未成年人保护合规性的重要组成部分。

元宇宙产业仍处于“亚健康”状态，产业生态系统仍面临发展风险，过度受追捧可能会受到监管层“降温”。元宇宙产业目前尚在初期发展，具有新兴产业的不成熟、不稳定特征，未来发展要靠技术创新引领和制度创新共同作用。21M9，证券时报刊发文章《投资不是虚拟游戏，盲目追捧元宇宙不可取》，点明元宇宙的投资足够有“噱头”，但离真正的宇宙距离仍很远，给过度追捧元宇宙“降温”。

表 47：元宇宙产业生态系统健康度/风险度评估

自然生态系统 健康度影响因素	产业生态系统 健康度影响因素	元宇宙产业生态系统特征及分析
活力	生产力	①市场规模小，只有少量领先型用户，难以产生大规模经济效益；②相关新兴技术的基础研究投入多，但技术成果转化能力不高，即基础创新尚可，落地应用不够；③产业成长能力较强，具有一定发展潜力。
恢复力	稳健性	①潜在主导设计相互竞争，不确定性高；②核心产品种类少、性能不稳定；③缺乏统一的标准体系，潜在标准相互竞争；④舆论泡沫仍然存在。
组织结构	组织结构	①核心企业尚未明确；②配套投入企业数量少，与核心企业处于搜寻、协调过程；③中介组织数量少，水平较低。
维持生态系统服务	服务功能	①技术、资金、创业等相关支撑要素短缺；②政策缺位，监管体系不完善。
对相邻系统的危害	适应性	①产品具有独特价值，但价格较高或产品适用性受限，若发展完善，对社会贡献程度较高；②对其他产业生态系统发展具有促进作用，但也可能对一些传统产业造成冲击；③元宇宙产业发展伴随着大规模数据中心和超算中心的建立，可能会带来能耗问题。
人类健康影响	公平性	①公平性理念还需要加强，亟需打造公平的竞争环境；②元宇宙产业发展必须依赖于产业生态系统中各主体的相互配合与共同支撑，需要构建系统主体间合理的利益分配机制。

资料来源：清华大学新媒体研究中心，光大证券研究所

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

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。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

光大新鸿基有限公司和 Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。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。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

光大新鸿基有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE