

中信证券研究部

核心观点

许英博
首席科技产业
分析师

S1010510120041

陈俊云
首席前瞻研究
分析师

S1010517080001

联系人：李雷
互联网科技
融合首席

联系人：廖原



联系人：贾凯方

我们认为，元宇宙将是继移动互联网之后下一次 20 年量级的创新巨浪，但目前仍处于早期概念和营销阶段。回望过去十几年，智能手机的普及掀起移动互联网浪潮，全球用户数激增，带来了 ToC 互联网成长和 ToB 产业数字化萌芽；展望未来，下一代智能终端和元宇宙将进一步拓展人类的数字化能力，带来用户时长的持续提升，驱动产业数字化的蓬勃发展，最终实现人类的数字化生存。元宇宙不是对现实生活的替代，而是现实世界的映射和补充，有机会成为提升生产力的效率工具。元宇宙是不能被低估的未来趋势，对于 iPhone 和移动互联网的复盘将有助于寻找元宇宙的主题投资机会和长期投资机遇。

■ **元宇宙为什么在 2021 年破圈？** 资本市场对元宇宙概念的关注源于 Roblox 和 Meta。Roblox 是第一家把元宇宙写入招股书的公司，2021 年 3 月登陆纽交所，上市首日市值大涨 54%。2021 年 10 月 Facebook 正式更名为 Meta，掀起全球关注高潮。微软、英伟达、腾讯、百度、网易等公司跟进。自元宇宙 1992 年在《雪崩》中首次被提及，近 30 年后，资本市场再度集中关注的原因到底是什么？

我们认为，AI 和视觉技术持续进步、成本下行是最核心的原因。2016 年至今，全球算力总规模复合增速约 32%，中国算力复合增速约 44%，中国智能算力占比从 3% 提升至 41%，全球单 AI 芯片算力提升 182 倍，部分领域 AI 训练成本下降 90% 以上，模型训练时间显著下降，AI 在机器视觉和 NLP 领域的表现接近或超过人类水平。**人工智能技术的发展，使得人们对于元宇宙的期待成为可能。**

■ **元宇宙到底解决什么问题？** 我们认为**元宇宙是互联网的延伸，将提升人类的数字化水平，提升认知和决策的效率，从而提升生产力。** 智能手机降低用户上网的硬件门槛，移动互联网显著提升用户规模；下一代科技硬件将使得人们更便利地穿梭于网络和现实世界，预计元宇宙将显著提升用户的在线时长，提升工作效率和娱乐体验。2007 年苹果 iPhone 拉开移动互联网大幕，当前智能手机已成长为年销 13.5 亿部的市场，全球互联网人口高达 46 亿；中国互联网人口超 10 亿，普及率达 71.6%。2020 年，中国数字经济核心产业增加值占 GDP 比重 7.8%，预计 2025 年占比将达 10%。当前，中国互联网用户日均上网时长约 5 小时，互联网行为涵盖社交、视频和直播、网购等，预计未来元宇宙将通过 AI 和视觉技术，帮助提升工作效率、改善体验，使得用户在网时长持续提升，影响更广泛的工作和娱乐领域。**元宇宙将引领未来 20 年的全球科技浪潮，成为人类数字化生存的路上最重要的工具，也是科技系统化创新的载体和前沿。**

■ **元宇宙会如何发展？** 我们判断，**元宇宙的终局是人类基于下一代科技硬件的数字化生存，3D 数字世界对物理世界的复刻和相互影响。** 在终局图景下，下一代科技硬件可以类比 iPhone，元宇宙平台公司可以类比当前的互联网巨头，但规模和外延更大。受制于当前的技术进展，元宇宙的终局距离我们依然遥远，可能需要 20-30 年，甚至更久的时间。**未来 3-5 年，预计元宇宙发展将沿着三条主线展开：1) 基于手机和 PC 的内容创新：**游戏公司、视频公司以及新业态公司将是创新主力，探索数字孪生、开放世界游戏、虚拟人、3D 社交、3D 会议等领域；**2) VR/AR 等下一代科技硬件渐进式成长：**VR 年销量从 1100 万台（2021）向 5000 万台（2025）跨越，游戏、影视等应用和内容进入发展初期，但 VR 年销量能否过亿，还需要看光学、显示、交互、数据传输、电池储能等硬件技术领域是否有显著突破；**3) 元宇宙与智能汽车等计算平台融合：**自动驾驶需求驱动智能汽车算力显著提升，车上空间提供良好的封闭应用场景，蔚小理等造车新势力开始在产品中融合 VR 和元宇宙应用。我们判断未来 2-3 年是元宇宙上车的探

索期。

■ 元宇宙带来的投资机遇？长期推荐高壁垒领域，重视 VR 硬件产业链，关注应用和内容端。
1) 高壁垒龙头公司：在高性能 GPU 领域，英伟达等公司具有较强竞争优势，国产 GPU 公司值得关注；在图形渲染领域，Epic Games 的 Unreal 虚幻引擎具有显著的先发和领先优势，Unity 亦不可小视。
2) VR/AR 硬件及产业链：未来 5 年，VR/AR 硬件年销量有望成长至 5000 万台，如果硬件技术进一步突破，中长期销量规模上亿可期，目前仍处于硬件和内容探索期。Meta 的 Quest 产品具有先发优势，索尼、字节跳动 Pico、NOLO、苹果拟上市 VR 产品等亦值得关注。
3) ToC 端内容先行：基于现有硬件载体，利用 AI+视觉技术，实现内容和服务突破，互联网巨头和传统内容公司探索游戏、视频、直播、客服等领域的内容和服务升级，数字人、动作捕捉等技术开始应用，Meta、Roblox、腾讯、字节跳动、百度等公司值得关注。
4) ToB 端数字孪生技术发展：传统千行百业的数字化，以数字孪生为基础，进行模拟以降低成本，提升研发和管理效率。

■ 风险因素：VR 硬件和基础技术进展显著低于预期的风险；下一代硬件平台爆款出现的进程低于预期的风险；元宇宙早期产品盈利能力和长期竞争力的不确定性；技术创新和新技术路线可能带来的行业变革；各国对元宇宙政策和监管的不确定性等。

■ 投资建议：我们判断，元宇宙将引领未来 20 年的科技浪潮，带来中长期持续且广泛的投资机会，但受制于技术和硬件进展，中短期仍以主题性投资机会为主。我们建议在全球范围长期关注真正具有核心竞争优势的龙头公司，如：英伟达、腾讯、Unity、Roblox、Meta、苹果、微软、百度等。另一方面，在 A 股和港股市场上亦有多家公司宣布涉足元宇宙领域，这些公司中可能成长出未来的新龙头，但亦需要经历时间和周期的考验。在一级市场上，与元宇宙高度相关的公司亦值得重点关注。我们梳理了**美股、A 股、港股和一级市场相关公司**，供投资人参考。

重点关注公司（二级市场）

公司	市值	PE			PS			PB	2021-2023 净		2021-2023 营
		2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E	2021E	利润 CAGR		收 CAGR
英伟达	5,987	53	44	38	22.6	18.9	16.2	23	18.8%		18.2%
Unity	325	-	-	-	31.1	23.9	19.1	17	-		27.7%
Roblox	387	-	-	-	19.9	13.0	10.0	99	-		40.8%
Meta	5,976	15	15	13	8.0	4.0	4.0	7	5.7%		14.6%
苹果	27,521	29	26	24	7.5	6.9	6.5	44	10.5%		7.5%
微软	22,119	36	31	28	13.2	11.2	9.8	14	14.1%		16.0%
腾讯控股	5,871	30	26	22	6.6	5.6	4.7	4	18.1%		19.1%
阿里巴巴	3,314	16	13	11	2.5	2.1	1.8	2	18.7%		16.9%
百度	559	21	23	15	2.9	2.7	2.5	2	19.7%		7.7%
网易	665	24	20	17	5.0	4.3	3.7	4	18.9%		15.3%
蔚来汽车	390	-	-	117	6.9	3.7	2.2	12	-		76.4%
理想汽车	291	406	-	99	7.2	4.0	2.4	4	-		73.4%
小鹏汽车	319	-	-	-	9.8	4.5	2.6	5	-		93.6%

资料来源：微软为路透一致预期，其余为中信证券研究部预测 注：1) 股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价；2) 市值单位为亿美元，人民币美元汇率采用 6.35，港币美元汇率采用 7.8；3) 根据财年情况，阿里巴巴、英伟达使用 FY2022-FY2024 数据，苹果、微软使用 FY2021-FY2023 数据；4) 英伟达、百度、网易、理想汽车、阿里巴巴为 Non-GAAP 净利润，腾讯为 Non-IFRS 净利润。

重点关注公司（一级市场）

公司	业务情况	公司名	业务情况
字节跳动	互联网，VR 终端	摩尔线程	GPU
Epic Games	3D 引擎	51WORLD	数字孪生
米哈游	游戏，虚拟偶像	蔚领时代	云游戏
FunPlus	游戏	NOLO	VR

资料来源：中信证券研究部

涉足/宣布元宇宙的相关公司（二级市场）

公司	股票代码	市值	元宇宙相关点
歌尔股份	002241.SZ	1,405	中高端 VR 头显出货龙头，主营业务中精密零部件、智能硬件的业务产品可广泛应用于 VR 虚拟现实、AR 增强现实、智能可穿戴等终端产品中
哔哩哔哩	09626.HK/ BILI.O	895	入局 NFT，推出虚拟主播，构建自循环内容生态
小米集团	01810.HK	3,379	在手机、视频、显示等方面进行相关技术储备，宣布 AR 智能眼镜
韦尔股份	603501.SH	1,993	半导体图像传感器芯片研发制造企业，有产品应用在 AR/VR 领域
水晶光电	002273.SZ	196	关注新型显示产业发展，在衍射波导、反射波导、Birdbath 等多种 AR、VR 显示技术上均有研发布局
美迪凯	688079.SH	56	在光学、模组组合及光学半导体方面有一定工艺技术储备
立讯精密	002475.SZ	2,903	AR/MR 头戴装置供应商的能力占位逻辑
TCL 科技	000100.SZ	819	扩建第 6 代 LTPSLCD 显示面板生产线（t5），应用 VR、触摸屏、MiniLED 背光显示和 LTPO 等技术，生产 VR 显示面板等中小尺寸高端显示产品
京东方	000725.SZ	1,922	为 VR/AR/MR 智慧终端提供包括高 PPI、高刷新率的 Fast LCD 和超高分辨率、超高对比度的硅基 OLED 等技术的显示解决方案
蓝思科技	300433.SZ	737	基本掌握 VR/AR 生产所需的工业设计、传感器、光学设计、系统集成、大规模量产等底层核心技术能力，能提供一站式 ODM/OEM 量产服务
长信科技	300088.SZ	231	为 Facebook 提供最新款 VR Quest2 显示模组，也为国内 VR 巨头提供 VR 头显模组
杰普特	688025.SH	47	业务线包含激光器和激光/光学智能设备，为特定客户研制供货 VR/AR 的视觉成像检测设备
利亚德	300296.SZ	227	主业持续研发 MicroLED，旗下子公司在动作捕捉、虚拟人等方面落地应用
芒果超媒	300413.SZ	675	推出虚拟主持人“YAORYAO”、AR 明星合拍互动系统、互动视频平台、IMGO 超高清视频修复、增强平台等技术创新成果，并通过“互动+虚拟+云渲染”三个方面构建芒果元宇宙的基础架构
新国脉	600640.SH	92	开放融媒体云平台，丰富元宇宙产品与内容矩阵，包括虚拟人、云 VR/AR、云游戏、XR 数字文博、XR 娱乐空间站、元宇宙音乐等
三七互娱	002555.SZ	548	已投资优质的 VR 内容研发商 Archiact 布局内容生态，完善 VR/AR 领域整体布局
巨人网络	002558.SZ	199	宣布已部署团队对元宇宙开展预研工作
昆仑万维	300418.SZ	221	面向游戏玩家的 Opera GX 浏览器、面向开发者的游戏引擎 GameMaker Studio，以及完成两者闭环的游戏社区平台 GXC
完美世界	002624.SZ	267	公司自研的 ERA 引擎将携手 HarmonyOS，在 5G 游戏领域进行更深层次的探索
游族网络	002174.SZ	114	与商汤科技合作，布局 AI+游戏，落实现有及待研发游戏项目的深度合作，并探索游戏与人工智能方面的合作
祖龙娱乐	09990.HK	56	宣布致力于元宇宙平台建设的服务器标准化方向，在游戏创新和研发上不断开拓
吉比特	603444.SH	263	宣布持续关注云游戏、VR 等前沿技术，也会投入资源做一定尝试
视觉中国	000681.SH	114	宣布布局 NFT 及 NFT 数字艺术交易平台
风语筑	603466.SH	104	对 VR/AR/XR、数字虚拟人、3D 渲染、沉浸式交互、数字孪生等技术进行研发与应用
阅文集团	00772.HK	398	推出国内首个网文 IP 数字藏品

请务必阅读正文之后的免责条款部分

公司	股票代码	市值	元宇宙相关点
中文在线	300364.SH	77	宣布借助 5G、AI、AR/VR 等技术发展推动沉浸式互动阅读
蓝色光标	300058.SZ	200	宣布投入超 10 亿资金布局元宇宙赛道，全面构建公司自有 IP、技术和内容核心能力
中国移动	600941.SH/ 00941.HK	14,240	推出元宇宙 MIGU 演进路线图以及增强现实眼镜 Nreal Air 产品，将在 MSC、视频彩铃、云游戏、XR 四大领域构成基于中国移动的元宇宙
中国电信	601728.SH/ 00728.HK	3,944	加大 5G 业务和终端创新，推进天翼超高清、云 VR、云 AR、云游戏等生态合作，助力元宇宙场景快速落地
中国联通	600050.SH/ 00762.HK	1,240	主要瞄准数字人产业的开发与制作、虚拟偶像的孵化、打造轻量化元宇宙社区平台
科大讯飞	002230.SZ	1,097	虚拟人相关技术布局：最先发起虚拟人交互平台 1.0，实现多模感知、情感贯穿、多维表达、自主定制
商汤	00020.HK	1,830	发布元宇宙赋能平台 SenseMARS，软件平台内含 3500 个人工智能模型，支持感知智能及混合与增强现实系统（MARS）

资料来源：Wind，中信证券研究部

注：1）股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价；2）港币人民币汇率采用 0.814，市值单位为亿元。

目录

技术进步推动元宇宙概念在 2021 年全面爆发	1
事件回顾：2021 年，元宇宙概念受到广泛关注	1
主题行情回顾：中美二级市场差异显著	3
算力供应快速增长	5
云计算价格持续下降	6
人工智能行业：软硬件过去几年发展迅速	7
VR 技术日趋成熟，具备逐步落地预期	11
元宇宙：下一代互联网和更广义数字化的总和	12
元宇宙：下一代互联网和更广义数字化的总和	12
元宇宙初期以概念和营销为主，中长期将带来广阔市场空间	18
从移动互联网发展探寻元宇宙可能路径	21
回顾：iPhone 串联起时代技术，引领移动互联网发展	21
回顾：智能手机相关技术逐步从诞生到汇总爆发	25
回顾：移动互联网机遇与科技巨头市值变化	35
展望：元宇宙开启探索下一代新生态	38
展望：元宇宙发展路径判断	41
元宇宙发展路径中的机遇	44
GPU：算力基础，英伟达全球领先、国产 GPU 起步	44
XR 产业：科技巨头持续投入，中长期机遇的竞争者	49
UGC 发展：数字内容生产方式转向，带来变革与机遇	57
数字孪生：产业数字化转型，连接数字与现实	60
虚拟数字人：落地较快的元宇宙基础应用方向	71
智能汽车：新势力入局元宇宙	75
通信：十年一代际的变革正在推进	78
风险因素	82
投资建议	83
投资地图	83

投资策略.....	83
元宇宙重点关注公司及相关公司梳理	85
附录：全球重点科技公司在元宇宙的布局情况	88
Meta (FACEBOOK)：以 VR 为基础，全面布局元宇宙	88
英伟达：算力为基础，Omniverse 打造开放式云平台	90
苹果：全面布局 AR 技术，市场预期 AR/MR 产品可能性	93
微软：收购动视暴雪，MR 终端、企业元宇宙、游戏齐发力	96
高通：XR 芯片切入元宇宙终端设备	99
腾讯：社交+内容，布局全真互联网.....	101
Roblox：打造良性经济循环的 UGC 平台	103
网易：游戏和自研引擎为根基	106
百度：“希壤”产品试水	108
索尼：布局游戏与 VR 硬件，显示面板能力突出	109
Unity：全球领先的 3D 游戏引擎厂商	112
字节跳动：从内容出发，补全硬件.....	114
Epic Games：迈向元宇宙的 3D 引擎独角兽	116

插图目录

图 1：Roblox 提出的元宇宙 8 大要素	1
图 2：2021 年 10 月，Facebook 改名 Meta，明确转向元宇宙	1
图 3：Roblox 与 Meta（右）的股价走势（美元）	2
图 4：百度搜索指数	2
图 5：Google 搜索指数.....	3
图 6：YouTube 搜索指数	3
图 7：Roblox，Unity，英伟达（右）股价走势（美元）	4
图 8：Meta、微软、苹果、高通、谷歌（右）股价走势（美元）	4
图 9：中信媒体指数走势.....	5
图 10：中信文化娱乐指数走势.....	5
图 11：全球及我国近年算力发展规模及增速	5
图 12：近年我国算力内部结构.....	6
图 13：预计 2030 年人工智能算力需求（EFlops）.....	6
图 14：AWS EC2 历史标准化价格（美元/小时）	7
图 15：具体云计算产品算力成本（美元/小时）	7
图 16：人工智能发展历史	7
图 17：全球 AI 芯片市场主要参与企业（按主要场景划分）	8
图 18：英伟达单芯片推理性能（Int8 Tops）	8
图 19：ImageNet 训练成本（准确率达到 93%，美元）	9
图 20：ImageNet 训练时间分布（分钟）	9
图 21：TOP-1 准确率变化	10
图 22：TOP-5 准确率变化	10
图 23：Super GLUE 基准	11
图 24：Meta 在发布会中的演示展示了 Video See-through 的情景	12
图 25：Meta 公布的 Panckae 光学示意图	12
图 26：互联网演变：万维网-PC 互联网-移动互联网兴起与全面繁荣-元宇宙	12
图 27：数字与物理的沉浸式结合将带来更大的想象力	13

图 28: Meta 研究中的气动触觉手套模拟用户之间的握手感	13
图 29: 中国网民每周上网时间 (小时)	14
图 30: 2001 年中国互联用户上网目的	14
图 31: 2021Q2 中国互联用户上网时长结构	14
图 32: 全球十大科技公司市值变化 (亿美元)	15
图 33: 消费互联网时代, 中国互联网巨头市值变化 (亿美元)	15
图 34: 短视频时长占比持续提升, UGC 内容影响力强劲	16
图 35: 以 UGC 内容为主的 Roblox, 持续位居美国 iOS 游戏畅销榜前列	17
图 36: NFT 因其可溯、防伪、确权的技术属性受到关注	18
图 37: NBA 球星库里带动 NFT 受到市场进一步关注	18
图 38: 全球 PC 及智能手机出货量情况 (亿台)	19
图 39: 全球智能手机平均售价 (美元)	20
图 40: iPhone 是技术创新的集大成产品	22
图 41: iPhone 史上标志性产品	22
图 42: iPhone 重大产品推出对苹果市值 (亿美元) 的催化	23
图 43: iPhone 电池容量 (mAh) 持续提升, 最高突破 4000mAh	23
图 44: PC 互联网时代与移动互联网时代	25
图 45: 高通骁龙 800 SoC 架构	26
图 46: 手机 SoC 天梯图 (部分)	27
图 47: IBM 的 Simon 通信设备	28
图 48: 苹果公司的 MessagePad 100	28
图 49: 历代 iPhone 电池容量变迁图, 单位: 毫安	28
图 50: 使用圆柱形镍镉电池的第一款手机摩托罗拉 DynaTAC 8000X	29
图 51: 摩托罗拉 StarTAC 所采用的小型镍氢电池模块	29
图 52: 微软在 PC 上的 Windows XP 操作系统	32
图 53: 最后一款塞班系统手机诺基亚 808	33
图 54: 2021.06 全球智能手机操作系统市场份额	33
图 55: 苹果的诞生与发展, 不断连点成线融合新技术	35
图 56: 2000-2006 主要科技公司股价涨跌幅 (%)	35
图 57: 2006 年科技公司市值 (亿美元)	35
图 58: 2007-2014 主要科技公司股价涨跌幅 (%)	36
图 59: 2014 年科技公司市值 (亿美元)	36
图 60: 智能手机售价变化	37
图 61: iPhone 销售量增长在 2015 年后停滞 (百万台)	38
图 62: 2015-2019 主要科技公司股价涨跌幅 (%)	38
图 63: 2019 年科技公司市值 (亿美元)	38
图 64: 全球科技周期演变	39
图 65: 2020-2021 主要科技公司股价涨跌幅 (%)	39
图 66: iPhone 为苹果创造了超 1.4 万亿美元的营收	39
图 67: 元宇宙将开启下一代的连点成线新生态	40
图 68: 美国科技巨头市值变化与生态变迁	40
图 69: 苹果、微软、亚马逊、谷歌、Meta 市值变化 (百万美元)	41
图 70: Meta (Facebook) 2020 年营收结构	41
图 71: Apple 2020 年营收结构	41
图 72: Amazon 2020 年营收结构	42
图 73: Microsoft 2020 年营收结构	42

图 74：2007 年第一代 iPhone 发布时强调的是革命性交互	43
图 75：2019 年苹果发布会重点突出软件、硬件、服务三大支撑	43
图 76：传统 PC 中 GPU 的位置	44
图 77：GPU 的架构带来其处理大规模并行计算的优势	44
图 78：自动驾驶的发展对算力的高需求已经十分明确	45
图 79：英伟达 DRIVE Orin SoC 能够实现 254 TOPS	45
图 80：2021H1 中国人工智能服务器 GPU 占据加速卡绝对主导地位	45
图 81：全球 GPU 市场规模（亿美元）	46
图 82：2019 年 GPU 市场领先供应商的市场份额	46
图 83：英伟达的 CUDA 已经成为最广泛使用的计算设备架构	46
图 84：英伟达产品及主要应用场景	47
图 85：英伟达在全球 PC 独立显卡市场中处于绝对领先地位	47
图 86：英伟达在全球云厂商市场 AI 加速器市占率大幅领先（2021Q1）	48
图 87：英伟达 GPU 产品在全球 Top 500 超算中心渗透率高达 90%	48
图 88：燧原科技发布的云燧 i20 加速卡	49
图 89：摩尔线程宣布其全功能 GPU 研制成功	49
图 90：VR、AR、MR 内涵有所不同	49
图 91：Meta 下一代 VR 头显 Project Cambria	50
图 92：Oculus 应用在圣诞季位居美国 iPhone 免费榜前列(2021.12.26)	50
图 93：ARKit 的叠加现实显示星空星座的示意	51
图 94：苹果申请的 See-through 专利图，有望落地为产品	51
图 95：基于 HoloLens 2 的医疗保健业 MR 解决方案	51
图 96：供货美军的 IVAS 原型机	51
图 97：虚拟现实技术成熟度曲线（2020）	54
图 98：全球 VR 出货量预测	56
图 99：全球 AR 出货量预测	56
图 100：2021 年 9 月中国网民人均使用时长同比增长 Top 10 行业（分钟）	58
图 101：Roblox 打造的创作者 - 用户 - 社交生态	58
图 102：Roblox 围绕用户行为打造的经济良性循环	59
图 103：元宇宙中，互联网平台的角色将发生转变	60
图 104：数字孪生历史发展阶段	61
图 105：数字孪生概念图	62
图 106：全球数字孪生市场规模（单位：亿美元）	63
图 107：数字孪生技术架构	64
图 108：数字孪生技术的三个维度	65
图 109：数字孪生助力企业	65
图 110：数字孪生应用行业	66
图 111：数字孪生城市架构	67
图 112：2020 年全球区域智慧城市市场规模占比	67
图 113：中国智慧城市市场规模（单位：万亿元）	67
图 114：科大讯飞铜陵城市超脑	68
图 115：51World 安徽合肥天鹅湖智慧政务系统	68
图 116：工业设备数字孪生系统总体框架	69
图 117：中国工业互联网规模（亿元）	69
图 118：西门子自动化产线服务	70
图 119：通用电气数字孪生实例	70

图 120: 数字孪生有望发挥更大影响力.....	71
图 121: 近年较为受欢迎的虚拟主播“绊爱”形象	72
图 122: 在抖音迅速获得大量关注的虚拟人柳夜熙.....	72
图 123: 全球首个“ai 合成主播”在新华社上岗.....	72
图 124: 中国移动数字虚拟客服.....	72
图 125: 虚拟人产业链部分公司梳理	73
图 126: 保时捷广告采用了虚拟人 AYAYI	73
图 127: 字节跳动旗下虚拟偶像团体 ASoul 已经开始探索商业合作.....	73
图 128: 大连税务局的税务数字人“塔可思”.....	74
图 129: 央视新闻的虚拟记者“通通”	74
图 130: 2030 年中国虚拟数字人市场规模	75
图 131: 2030 年功能性虚拟人市场规模.....	75
图 132: 2030 年人格型虚拟人市场规模.....	75
图 133: 苹果车载 VR 专利图: 车载 VR 提供虚拟乘客体验.....	76
图 134: 苹果车载 VR 专利图: 配合座椅的沉浸式体验.....	76
图 135: NIO Day 发布会宣布 ET5 为 AR/VR 体验原生设计车型.....	77
图 136: NIO VR Glass 宣传图	77
图 137: 移动通信自 1980 年起的发展路径, 十年一代际.....	78
图 138: 通信网络演变与主要生态 (1G-5G)	79
图 139: 中国各制式移动用户发展情况 (2014-2020)	79
图 140: 中国移动互联网接入流量与月户均移动互联网接入流量 (2010-2020)	80
图 141: 话音收入与非话音收入占比统计 (2010-2019)	80
图 142: 微信、新浪微博、优酷土豆 MAU 变化趋势图 (2013Q3-2014Q2)	81
图 143: 三大运营商 4G 用户数	81
图 144: 三大运营商 5G 用户数	81
图 145: 全球 5G 专网市场规模预测 (2019-2024, \$M)	82
图 146: 元宇宙投资地图	83
图 147: 虚拟现实社交平台 Horizon Home.....	89
图 148: 办公协作应用 Quest for business.....	89
图 149: Meta 的下一代 VR 头显 Project Cambria	90
图 150: Meta 气动触觉手套模拟用户之间握手的手感	90
图 151: 英伟达元宇宙“三步走”发展战略	91
图 152: 英伟达元宇宙产品网络.....	91
图 153: Omniverse 平台架构.....	92
图 154: Omniverse 下游用户	93
图 155: 增强视觉功能专利示意图.....	95
图 156: 在 2D 屏幕上操纵 3D 对象设备、方法和图形用户界面	95
图 157: 自 2015 年 1 月发布第一代 HoloLens 以来, 公司已推出三款 MR 应用及第二代 HoloLens.....	96
图 158: 基于 HoloLens 2 的医疗保健业 MR 解决方案.....	97
图 159: 与美国陆军签署价值 219 亿美元的协议.....	97
图 160: 微软下一代产品 HoloLens 3 后续的研发计划.....	97
图 161: 微软元宇宙解决方案	98
图 162: 动视暴雪旗下诸多世界级 IP 有望与微软游戏部门产生良好的协同效应	98
图 163: 高通 XR 相关产品历史	99
图 164: 骁龙 Spaces XR 演示的手部追踪应用场景.....	100

图 165: 骁龙 Spaces XR 演示的平面探测应用场景	100
图 166: 腾讯虚实集成世界示意图	101
图 167: 腾讯研究院预测的全真互联网实现路径	101
图 168: 腾讯以社交为核心外延其他产品	102
图 169: 腾讯以 IP 为核心的元宇宙内容布局	102
图 170: 腾讯游戏产品矩阵	103
图 171: Roblox 打造的创作者-用户-社交生态	104
图 172: Roblox 生态系统包含 Roblox 平台、开发者经济、用户以及安全和保障系统	104
图 173: Roblox 强调打造丰富、便捷、易用的开发者生态	105
图 174: 网易游戏产品阵列丰富	106
图 175: 2016 年爆款手游《阴阳师》使用网易自研的 NeoX 引擎	107
图 176: 《一梦江湖》使用网易自研的 Messiah 引擎	107
图 177: 网易云音乐 IPO 虚拟敲钟仪式	107
图 178: 2021Q3 网易投资者沟通会在瑶台中进行	107
图 179: 百度希壤产品截图	108
图 180: 索尼 PlayStation VR	109
图 181: 戴上 PlayStation VR 虚拟现实头盔, 扮演铠甲复仇者	110
图 182: 音乐与节拍游戏 Beat Saber	110
图 183: PlayStation VR 主要技术规格	110
图 184: PlayStation VR2 的独占 VR 游戏《地平线: 山的呼唤》	111
图 185: 索尼推出的 0.5 英寸 OLED 微型显示器	111
图 186: 基于 Unity 开发的知名游戏	112
图 187: 基于 Unity 打造的人机界面(HMI)解决方案	113
图 188: 智能 AR 创意应用程序“Unity MARS”	113
图 189: Operate solution 产品矩阵	113
图 190: 字节跳动产品矩阵	114
图 191: 抖音内容创作生态体系	115
图 192: 字节跳动内容创作生态	115
图 193: Pico 产品发展	115
图 194: Unreal Engine 工作界面	116
图 195: 兼具高保真度和可运行性的 MetaHuman	117
图 196: Demo《黑客帝国觉醒》构建了庞大逼真的可运行虚拟世界	117
图 197:《堡垒之夜》与《复仇者联盟》联动的“灭霸模式”	117
图 198: 在《堡垒之夜》中举办的虚拟演唱会	117

表格目录

表 1: 元宇宙 2021 年中外市场热点	3
表 2: VR 关键技术出现成熟解决方案	11
表 3: 苹果手表医疗相关功能时间表	16
表 4: 三大运营商移动互联网用户数 (亿)	19
表 5: 元宇宙有望带来新的增量用户空间	19
表 6: 具有代表性的互联用户侧消费口径 (单用户消费部分单位为美元, 其余为亿美元)	20
表 7: 全球互联网用户预测 (亿人)	20

表 8：远期 XR 终端市场规模预测.....	21
表 9：远期用户消费市场空间预测（总量和增量空间单位为亿美元，其余为美元）.....	21
表 10：iPhone 迭代历程.....	24
表 11：手机摄像头发展历史.....	30
表 12：历代 iPhone 摄像头发展情况.....	31
表 13：iOS 平台上部分主流开发工具.....	33
表 14：App Store 各类 APP 代表应用.....	34
表 15：2010-2020 年三星、华为、苹果代表性智能手机产品功能变迁.....	36
表 16：理想的 XR 终端包含代际性升级的特点.....	43
表 17：以网购服装的微观体验举例我们对元宇宙中远期体验升级的理解.....	44
表 18：国内部分 GPU 行业公司情况.....	48
表 19：Oculus 出货量全球显著领先.....	50
表 20：苹果在 AR 相关核心环节投资/并购.....	51
表 21：2021 年国内 XR 终端主要融资情况.....	52
表 22：光波导主要方案.....	52
表 23：AR 显示屏方案对比.....	52
表 24：科技巨头持续投入光波导领域.....	53
表 25：科技巨头持续投入 MicroLED 领域.....	53
表 26：手机各阶段具有代表性的产品.....	55
表 27：VR/AR 市场规模量级计算.....	56
表 28：VR/AR 终端硬件产业链相关公司.....	57
表 29：国内数字孪生相关政策沿革.....	62
表 30：数字孪生应用价值.....	65
表 31：数字孪生与其他技术的结合.....	66
表 32：重点公司在数字孪生城市的布局.....	68
表 33：重点公司在工业数字孪生的布局.....	70
表 34：国外厂商在车载 VR 的布局情况.....	76
表 35：蔚小理元宇宙相关商标申请情况.....	76
表 36：蔚来汽车对 NREAL 和 NOLO 的投资.....	77
表 37：重点关注公司（二级市场）.....	85
表 38：重点关注公司（一级市场）.....	86
表 39：涉及/宣布元宇宙的相关公司（二级市场）.....	86
表 40：Meta 五年 VR 发展史.....	88
表 41：新版 Oculus Quest 2 和旧版 Oculus Quest 参数对比.....	88
表 42：Oculus 出货量全球显著领先.....	89
表 43：Meta Platform (FB.O) 财务数据及预测.....	90
表 44：RTX 系列显卡性能参数对比.....	92
表 45：HGX 超算平台性能对比.....	92
表 46：英伟达 (NVDA.O) 财务数据及预测.....	93
表 47：苹果移动端开发工具 ARKit.....	94
表 48：苹果近年来在 AR/VR 领域主要并购列表.....	94
表 49：苹果 (AAPL.O) 财务数据及预测.....	96
表 50：微软 (MSFT.O) 财务数据及预测.....	99
表 51：市场主流 XR 一体机均采用高通骁龙芯片.....	100
表 52：高通 (QCOM.O) 财务数据及预测.....	100
表 53：腾讯控股 (00700.HK) 财务数据及预测.....	103

表 54: Roblox (RBLX.N) 财务数据及预测	105
表 55: 网易 (NTES.O/09999.HK) 财务数据及预测	107
表 56: 百度 (09888.HK, BIDU.OQ) 财务数据及预测	108
表 57: 索尼 (SONY.N) 财务数据及预测	111
表 58: Unity (U.N) 财务数据及预测	114
表 59: Pico 是国内出货量领先的 VR 设备厂商 (台, 市场份额为中国)	115

■ 技术进步推动元宇宙概念在 2021 年全面爆发

通常认为，元宇宙（Metaverse）在 1992 年的科幻小说《雪崩》中被首次提出，而这一概念于 2021 年重回人们视野，成为全球热点，受到产业和资本市场的高度关注。探寻原因，我们认为，背后的推动力是近年相关技术出现创新和突破，逐渐进入落地阶段。算力供应快速增长、云计算价格持续下降、人工智能软硬件持续发展、VR 技术逐渐成熟等一系列的技术进步让人们重燃对未来数字化发展的展望，推动元宇宙重新进入视野。

事件回顾：2021 年，元宇宙概念受到广泛关注

2021 年 3 月，Roblox 在美股上市，招股书中大量描述元宇宙概念和理解，并表示公司目标打造元宇宙。Roblox 上市当天股价大涨 54%且后续表现稳定，引起资本市场对元宇宙概念的关注。

作为被资本市场认为和元宇宙高度相关的公司，Roblox 分别于 2021 年 5 月和 11 月出现了约 50%和约 90%的涨幅，但在阶段性行情后股价均已回落。2022 年 2 月 11 日，Roblox 收盘价为 66.81 美元，相较于 2021 年 3 月的直接发行价 45 美元上涨 48.5%，亦能看到资本市场对元宇宙概念的关注度。

Meta 对元宇宙概念的热度上涨起到了重要推动作用。2021 年上半年，扎克伯格在接受 The Information、CNET 等媒体的采访中频繁表示看好 AR/VR 领域和重视虚拟世界应用 Facebook Horizon 的建设，并在 Facebook 的 Workrooms 中接受虚拟采访，引发关注。2021 年 7 月，扎克伯格表示 Facebook 将用五年左右的时间，从一家社交媒体公司过渡到一家元宇宙公司，继续引发市场热度。2021 年 10 月，扎克伯格宣布 Facebook 改名 Meta，公司未来将以元宇宙为先，而不是以 Facebook 为先，推动元宇宙概念进入热度高点。

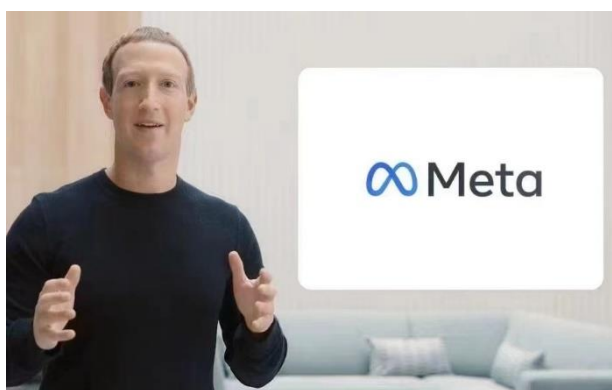
虽然 Meta 在元宇宙上频繁表态、转型决心坚定，但股价并未因此出现显著的行情。

图 1：Roblox 提出的元宇宙 8 大要素



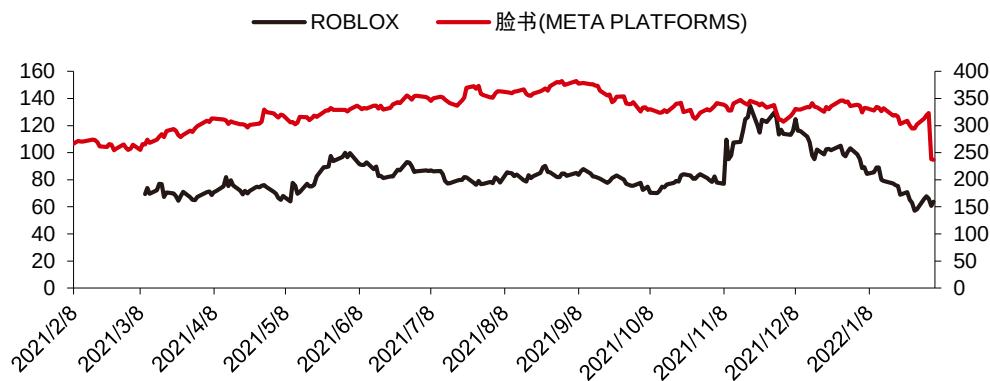
资料来源：Roblox 投资者日大会

图 2：2021 年 10 月，Facebook 改名 Meta，明确转向元宇宙



资料来源：Facebook Connect 大会

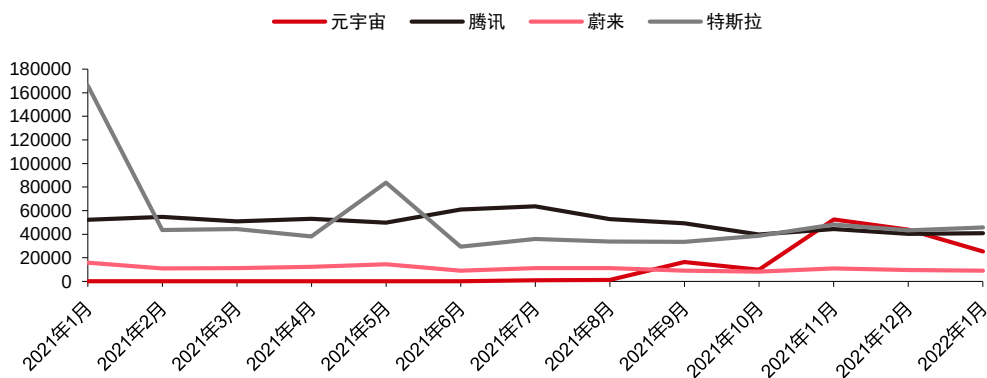
图 3: Roblox 与 Meta (右) 的股价走势 (美元)



资料来源: Wind, 中信证券研究部

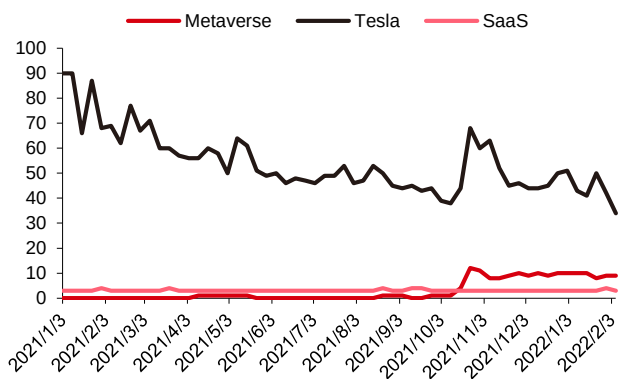
2021 年内, 字节跳动以 90 亿人民币的高价收购 Pico、英伟达发布会虚拟黄仁勋、微软宣布进军企业元宇宙等高热度事件推动概念热度持续上涨, 中美科技巨头陆续表态元宇宙想法或计划, 并伴随 NFT 破圈、苹果 AR 产品推出的预期等, 元宇宙概念在全球范围持续成为科技产业热点话题, 并引发了社会层面的关注度。

图 4: 百度搜索指数



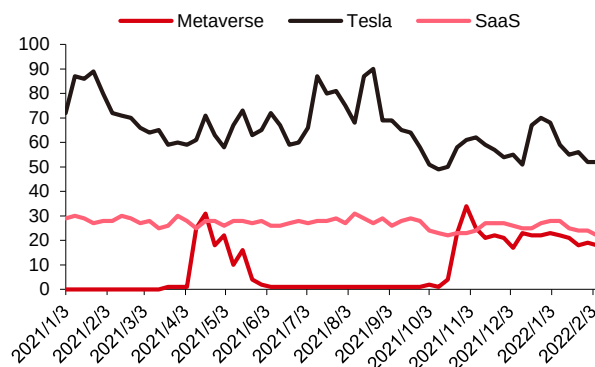
资料来源: 百度, 中信证券研究部

图 5: Google 搜索指数



资料来源：Google，中信证券研究部

图 6: YouTube 搜索指数



资料来源：YouTube，中信证券研究部

表 1: 元宇宙 2021 年中外市场热点

时间	事件
2021.03	Roblox 于纽交所挂牌上市，首日股价大涨 54%
2021.04	NVIDIA 发布面向企业的 Omniverse 设计协作和模拟平台，被称为工业版元宇宙
2021.04	全球领先的 3D 引擎技术商 Epic Games 完成 10 亿美元融资，投后估值 287 亿美元，公司宣布融资将主要用于公司发展及元宇宙相关的开发
2021.04	微软宣布其 MR 设备 HoloLens 获得美军 12 万套设备订单，未来 10 年合同额高达 219 亿美元
2021.08	Facebook 发布 Horizon Workrooms，面向 VR 会议等办公场景
2021.08	BAYC、Axie Infinity 等 NFT 领域的事件开始破圈，市场开始关注 NFT 相关的应用
2021.08	字节跳动以 90 亿人民币收购国内领先的 VR 设备厂商 Pico
2021.08	英伟达自爆 4 月份 NVIDIA 发布会上的黄仁勋演讲中有 15 秒是虚拟形象，引发市场讨论
2021.09	微软 CEO 宣布进军企业元宇宙
2021.09	库克在接受采访时表示“AR 让我感觉特别兴奋。我认为，当我们将来回顾 AR 技术演变时，会发现它是为数不多的深奥技术之一”
2021.09	国内科技企业开始陆续注册元宇宙相关商标，引发市场关注
2021.10	Facebook 宣布改名 Meta，全面转向元宇宙
2021.10	阿里成立 XR 实验室，探索下一代云网端融合架构下的未来操作系统以及着力于新一代移动计算平台的研究
2021.11	张正友在腾讯生态大会上提出虚实集成世界概念，连接一切，打通虚实，向全真互联网迈进
2021.11	网易 CEO 丁磊在财报电话会议上表示，网易已做好元宇宙的技术和规划准备，等到时机成熟的一刻，“网易可能跑得比谁都快”
2021.11	谷歌重组 Google Labs，将专注于发展 AR/VR 等高潜力的长期项目
2021.11	高通 CEO 称 Oculus Quest 2 的销量突破 1000 万台
2021.11	中国移动通信联合会元宇宙产业委员会正式揭牌成立
2021.11	据彭博社报道，苹果计划于 2022 年推出首款 AR 头显
2021.11	英伟达提出元宇宙三步走战略，持续加码布局元宇宙
2021.12	百度元宇宙产品“希壤”发布
2021.12	《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》提出，加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发，推进深化感知交互的新型终端研制和系统化的虚拟内容建设，探索行业应用

资料来源：彭博，新华网，腾讯新闻，天眼查，英伟达，网易，字节跳动，谷歌，中信证券研究部

主题行情回顾：中美二级市场差异显著

伴随元宇宙热点事件的不断出现，中美二级市场表现出了不同的元宇宙行情走势。

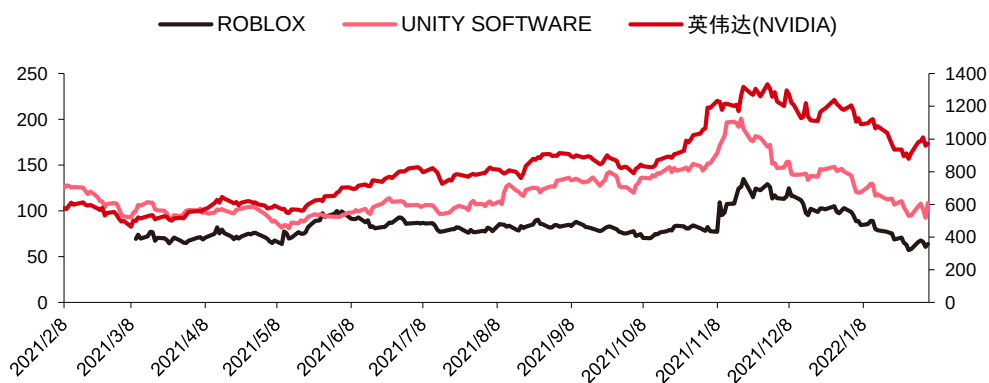
美股二级市场在元宇宙的行情走势主要集中在三只个股上，英伟达、Roblox、Unity，所在领域分别是 GPU 及元宇宙开发者平台、UGC 游戏平台、3D 引擎，和元宇宙契合度均较高，具备显著的关键行业占位逻辑。

受益于主题行情推动，三只个股都出现了一波明显上涨，但截至 2022 年 1 月 31 日，Roblox 和 Unity 均已回落至上涨前区间，英伟达已从高点下行。

同时，我们看到在元宇宙概念上表态最频繁、动作最大的 Meta 并未出现大的主题行情走势，微软、苹果等有相应布局的科技巨头亦未受到元宇宙概念的显著影响。

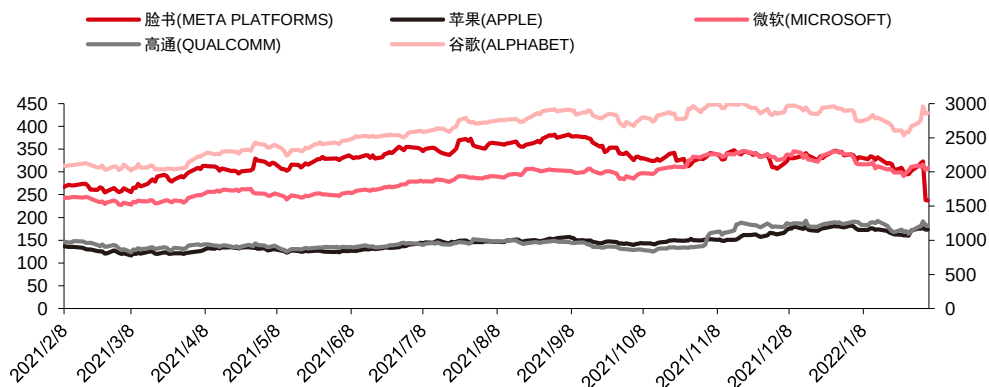
从实际情况来看，基本面还是美股投资的核心。

图 7：Roblox, Unity, 英伟达（右）股价走势（美元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 8：Meta、微软、苹果、高通、谷歌（右）股价走势（美元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

A 股在 2021 年则出现了较为明显的元宇宙主题行情，相应个股在不同阶段上涨：

约 8 月底到 9 月底，以元宇宙概念表态、元宇宙游戏为主题点，主要动作为宣布布局元宇宙、宣布制作元宇宙游戏；

约 10 月底到 11 月，以虚拟社区、NFT 为主题点，主要动作同样是宣布布局；

约 12 月初开始，以虚拟人为主题点，推动关注营销影视、虚拟人制作等领域。

期间，歌尔股份等布局领先的 VR/AR 电子产业链个股，也有一定的涨幅，但整体来说，相关电子产业链个股的涨幅未形成主题行情。

总的来说，A 股元宇宙主题行情热度较高，也在市场上引起了一定的关注度。主题行情行业集中在应用端，以主题轮动的方式在市场上产生交易热度。

图 9：中信媒体指数走势



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 10：中信文化娱乐指数走势

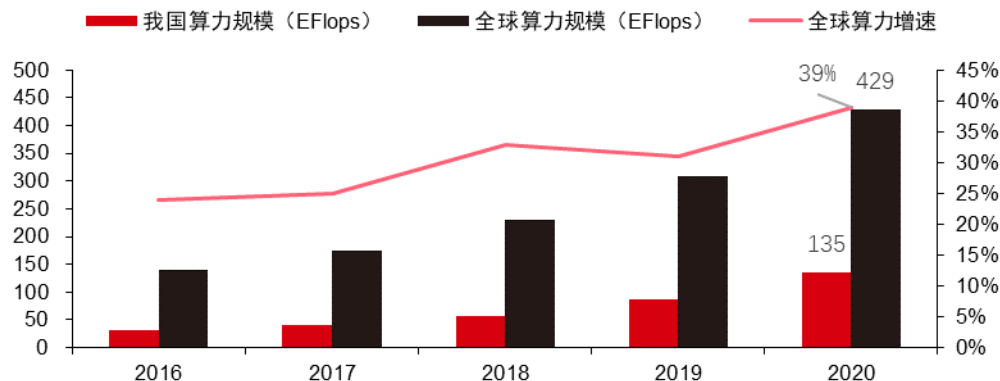


资料来源：Wind，中信证券研究部

算力供应快速增长

2020 年全球算力总规模同比增长 39%，算力规模连续三年增速超过 30%。根据中国信通院 2021 年发布的《中国算力发展指数白皮书》，2020 年全球算力总规模依旧保持增长态势，总规模达 429EFlops，同比增长 39%，其中基础算力规模 313EFlops，智能算力规模 107EFlops，超算算力规模 9EFlops，智能算力占比有所提高。我国算力发展节奏与全球相似，2020 年我国算力总规模达到 135EFlops，占全球算力规模的 39%，实现 55% 的高位增长，并实现连续三年增速保持 40% 以上。

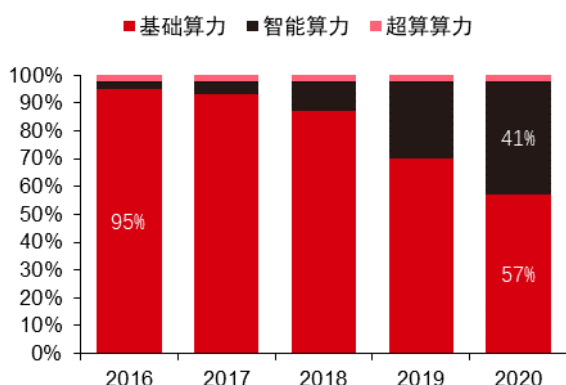
图 11：全球及我国近年算力发展规模及增速



资料来源：中国信通院，中信证券研究部

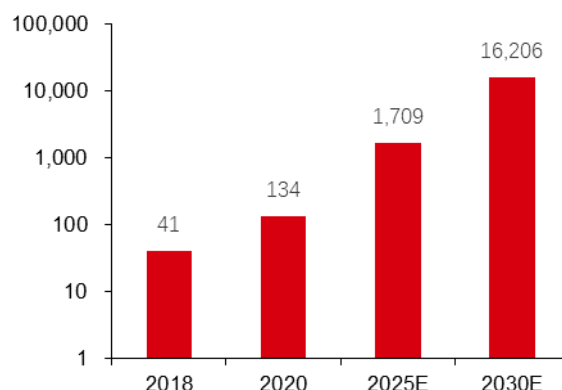
在算力规模增长中，人工智能受益最大，智能算力占比增长迅速。算力结构上，我国与全球发展情况相似，智能算力增长迅速，占比从 2016 年的 3% 提升至 2020 年的 41%。而基础算力占比由 2016 年的 95% 下降至 2020 年的 57%，在下游需求驱动下，以智能计算中心为代表的人工智能算力基础设施发展迅猛。同时在未来需求方面，根据华为 2020 年发布的《泛在算力：智能社会的基石》报告，随着人工智能的普及，预计到 2030 年，人工智能算力的需求将相当于 1600 亿颗高通骁龙 855 内置 AI 芯片，相当于 2018 年的约 390 倍，2020 年的约 120 倍。

图 12：近年我国算力内部结构



资料来源：中国信通院，中信证券研究部

图 13：预计 2030 年人工智能算力需求 (EFlops)



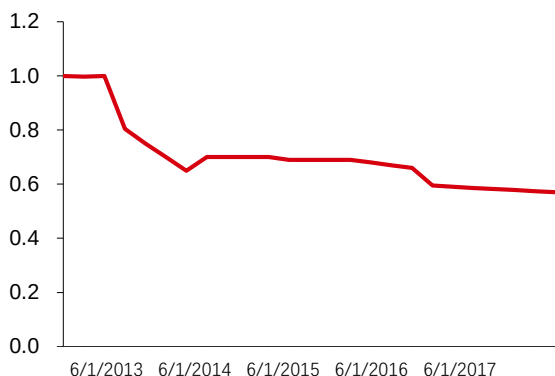
资料来源：华为《泛在算力：智能社会的基石》（含预测），中信证券研究部

云计算价格持续下降

整体上看，AWS EC2 各个产品的标准化价格下降明显。根据 ICEAA 数据，对 Linux 和 RHEL 多个产品的价格进行标准化处理后，发现标准化价格从 2013 年到 2018 年下降了 44%，平均每年降价 8.5%，其中曲线向下倾斜表示新一代产品比上一代价格更低。虽然在一段时间内价格小幅上涨，但又降回原来的价格，说明尽管有市场波动，EC2 价格依旧保持长期下降。

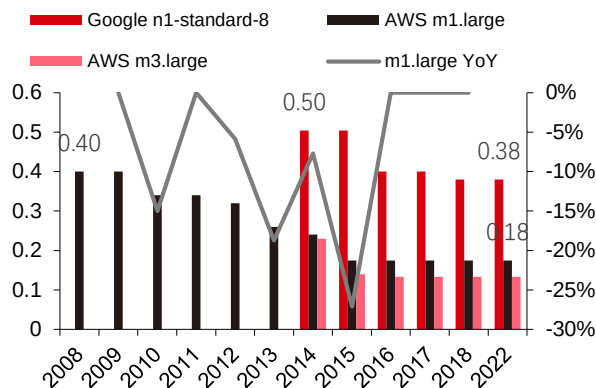
细分产品上看，标准性能算力与中高性能算力产品价格皆呈阶梯式下降。从过去云厂商各类产品的报价中可以发现，以 AWS 与 Google 产品为例，美国东部地区的 Linux 按需使用价格正在阶梯式降低。从图中可以看到，具有 2 个 vCPU，2 个 ECU 和 7.5GiB 的 m1.large 产品价格从 2008 年的约 0.4 美元/小时，持续下降到了目前的约 0.18 美元/小时，而 Google Cloud 具有 8 个 vCPU 与 30GB 内存的 n1-standard-8 产品的按需使用价格也从 2014 年的 0.5 美元/小时下降到目前的 0.38 美元/小时，可见云计算价格呈全面下降趋势。

图 14: AWS EC2 历史标准化价格（美元/小时）



资料来源：ICEAA，中信证券研究部

图 15: 具体云计算产品算力成本（美元/小时）

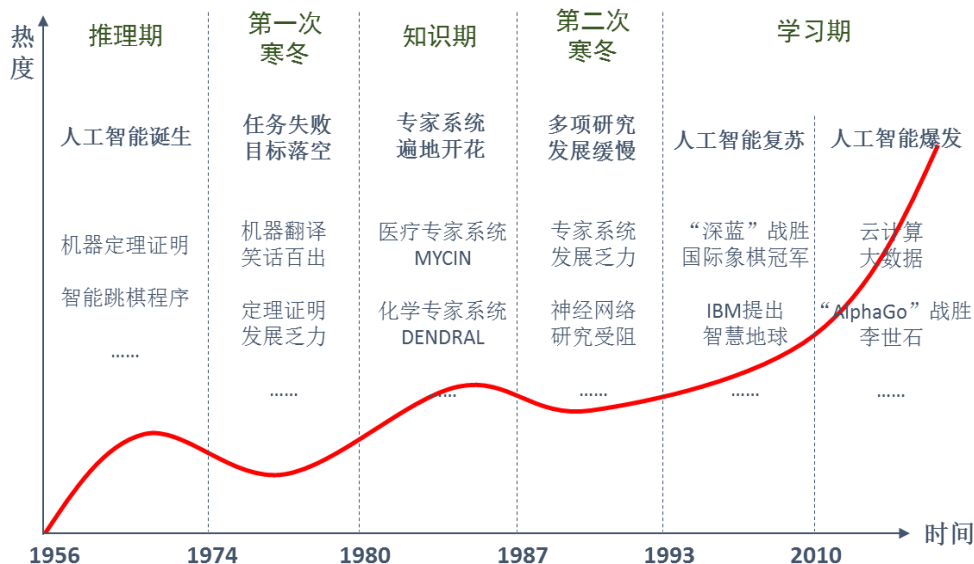


资料来源：AWS，Google Cloud，中信证券研究部 注：2022 年数据为 2022 年 1 月价格

人工智能行业：软硬件过去几年发展迅速

人工智能（AI）指利用技术学习人、模拟人，乃至超越人类智能的综合学科。人工智能技术可以显著提升人类效率，在图像识别、语音识别等领域快速完成识别和复杂运算。此外，面对开放性问题，人工智能技术亦可通过穷举计算找到人类预料之外的规律和关联。自 1956 年“人工智能”概念首次被提出，AI 技术“三起两落”。本轮人工智能腾飞受益于持续提升的 AI 算力、神经网络算法的优化，有望在图像识别、语音识别、训练和推理领域领域进一步提升效率。

图 16: 人工智能发展历史



资料来源：中信证券研究部

硬件：得益于 AI 芯片算力的提升，全球 AI 训练的成本、时间相比过去得到大幅降低。

- **AI 芯片算力过去 9 年提升约 315 倍。**目前，AI 芯片主要应用于数据中心、边缘计算等领域，按照功能的划分，可以分为训练和推理两种应用场景。以全球 AI

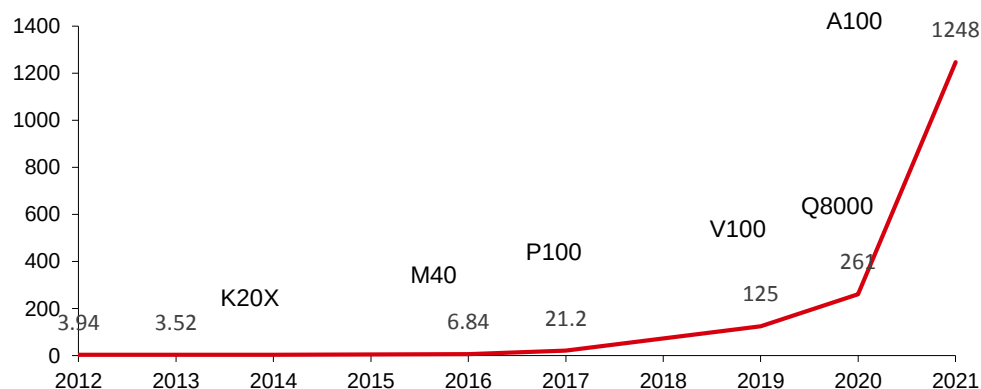
芯片领军者英伟达的发展状况来看,公司 AI 芯片算力由 2012 年的 4Tops 提升至 2021 年的 1248Tops, 9 年时间提升了约 315 倍。

图 17：全球 AI 芯片市场主要参与企业（按主要场景划分）

训练	高通 苹果 英伟达	英伟达 谷歌 Intel 百度 华为	Cerebras Groq Graphcore
	英伟达 英特尔 Xilinx 高通 苹果 谷歌 特斯拉	寒武纪 地平线	英伟达 谷歌 Intel Xilinx 高通 Habana Labs FlexLogix Cerebras Graphcore ~所有云提供商 Groq Wave AMD
推理	边缘计算		数据中心

资料来源：中信证券研究部绘制

图 18：英伟达单芯片推理性能（Int8 Tops）

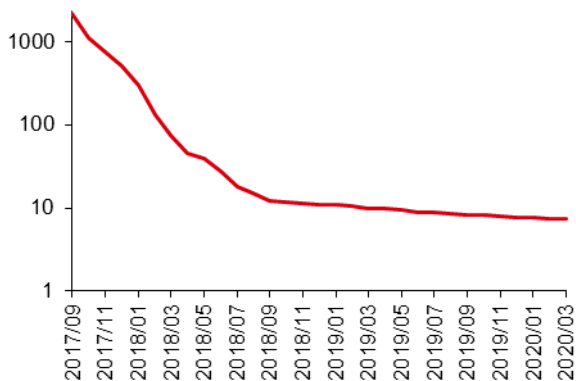


资料来源：英伟达官网，中信证券研究部

- **AI 硬件训练成本近 5 年降幅约 55%。** ImageNet 是一个包含超过 1400 万张图像的数据集,用于训练人工智能算法。根据斯坦福 DAWNBench 团队的测试,2020 年训练一个现代的图像识别系统仅需约 7.5 美元,比 2017 年的 1100 美元下降了 99%以上,主要受益于算法设计的优化、算力成本的下降,以及大规模人工智能训练基础设施的进步。训练系统的速度越快,评估并用新数据更新系统的速度就越快,这将进一步加快 ImageNet 系统的训练速度,提高开发和部署人工智能系统的生产力。
- **训练时间分布上看,训练所需时间全面降低。** 斯坦福大学 AI 年度报告显示,Imagnet 训练时间,在过去 3 年时间大幅降低。其中模型训练时间的最高值,由 2018 年的 1 万分钟降低至 2020 年的 1 分钟;模型训练时间的最小值,由 2018

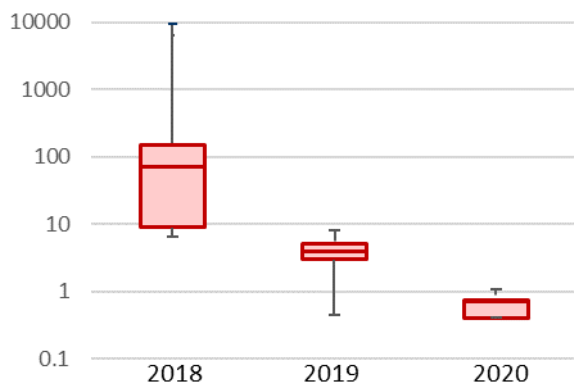
年的 9 分钟降低至 2020 年的 0.6 分钟。训练时间大大缩短，且训练时间的分布更加集中，主要受益于加速器芯片的广泛使用。

图 19: ImageNet 训练成本（准确率达到 93%，美元）



资料来源：斯坦福大学 AI 年度报告，中信证券研究部

图 20: ImageNet 训练时间分布（分钟）

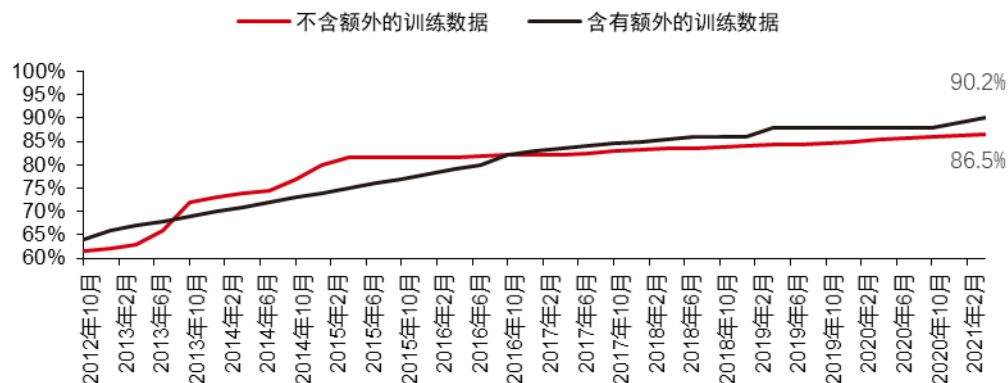


资料来源：斯坦福大学 AI 年度报告，中信证券研究部

软件算法：从 CV 向 NLP 延伸。由于底层算力的提高，以往算力无法支持的算法得以实现，尤其是深度学习方面，正在向神经网络过渡。计算机视觉通过机器学习取得巨大突破，这一方法正逐渐向自然语言处理（NLP: Natural Language Processing）延伸，可处理数据类型也从图像延伸至文本，使得计算机有处理人类自然语言的能力，并因此催生出搜索引擎优化、推荐算法等实际应用场景。

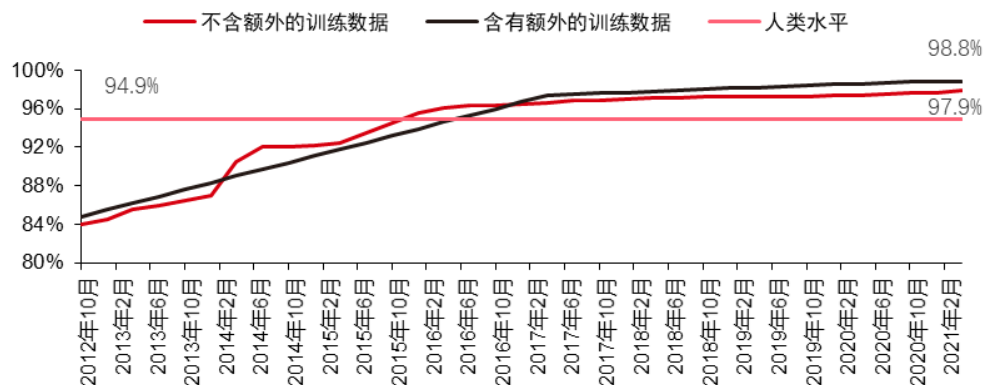
- **计算机视觉准确率测试成绩明显提升，正处于产业化阶段。**计算机视觉在过去的十年里取得了巨大的进步，这主要归功于机器学习技术（特别是深度学习）的应用。Top-1 准确度测试可测试 AI 系统为图像分配正确标签的能力，尤其用于测试单次预测是否与目标标签相同。近年来，研究人员开始专注于通过额外的训练数据（例如来自社交媒体的照片）对他们的系统进行预训练来提高性能，根据斯坦福大学 AI 年度报告，2021 年 1 月在 Top-1 准确度测试上每 10 次尝试中会出现 1 次错误，而 2012 年 12 月每 10 次尝试中会出现 4 次错误。而另一项精确率测试 Top-5 会让计算机回答目标标签是否在提供的 5 个预测中，其准确率从 2013 年的 85% 提高到 2021 年的 99%，近乎接近零误差。

图 21：TOP-1 准确率变化



资料来源：斯坦福大学 AI 年度报告，中信证券研究部

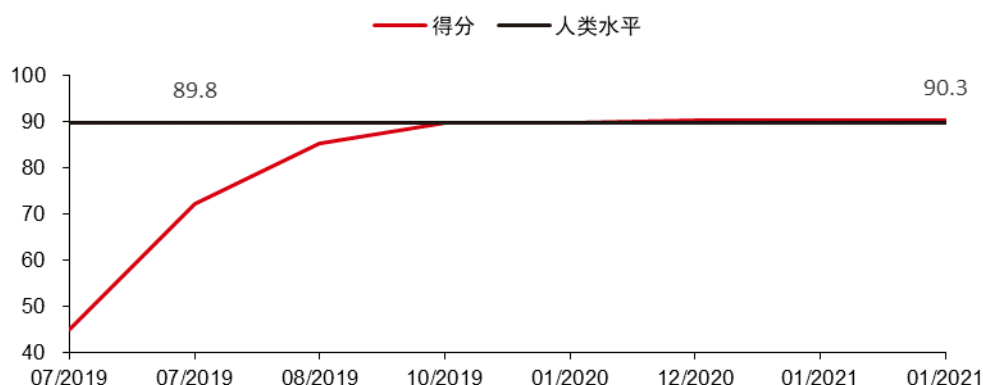
图 22：TOP-5 准确率变化



资料来源：斯坦福大学 AI 年度报告，中信证券研究部

- **NLP 语言测试任务中，人工智能表现超过“人类基线”。**近年 NLP 技术的进步导致数十亿人访问的大规模系统发生了重大变化，并已开始对世界产生有意义的经济影响。谷歌和微软都在他们的搜索引擎中部署了 BERT 语言模型，而 OpenAI 等公司也开发了其他大型语言模型。此外，NLP 的性能也得到了极大提升，在任务测试表现上达到甚至超过人类水平。SuperGLUE 是 2019 年推出的单指标基准，用于评估模型在已建立数据集上的完成语言理解任务的性能。SuperGLUE 标定的“人类基线”的平均得分为 89.8，而微软的 DeBERTa 模型目前得分为 90.3，这意味着 AI 系统在整个套件的平均性能超过了人类基线的表现。

图 23：Super GLUE 基准



资料来源：斯坦福大学 AI 年度报告，中信证券研究部

VR 技术日趋成熟，具备逐步落地预期

经过多年发展，VR 设备所需的显示、光学、定位等关键技术逐步完善，电子产业链可以供应稳定成熟的解决方案，同时，在软硬件结合上，出现了 Video See-through 解决方案，结合摄像头和实时渲染，打破 VR 使用者对于周围区域未知的体验限制，带来 VR 显示内容与环境渲染的结合，整体推动 VR 终端设备开始走向下一阶段。

表 2：VR 关键技术出现成熟解决方案

VR 相关技术	解决方案
芯片	当前市场主流产品均采用高通 XR2 芯片，预计高通将持续迭代 XR 芯片产品线，加大与主流 XR 终端设备厂商的合作 预计 Apple 的相关产品会采用自研芯片
光学	稳定方案：菲涅尔透镜方案已经进入成熟阶段，供货稳定，当前市场 VR 产品普遍采用 进步性方案：Pancake 光学方案，显著减少 VR 设备的重量和体积，带来更高的佩戴舒适性，预计下一代 VR 旗舰产品将普遍采用此方案
显示	稳定方案：Fast-LCD 屏，工艺成熟、产量稳定、性价比较高，当前主流 VR 设备采用此方案 进步性方案：OLED-on-Silicon，屏幕刷新率显著提升，响应时间的减少将带来用户眩晕感的下降，电子产业链已经可以供应解决方案，预计将在下一代 VR 旗舰产品采用
追踪定位	6DOF 成为主流技术：6DOF 是指 VR 头显可以检测到头部的上下、左右、平面转动，以及身体的上下、前后、左右的位移变化，相较于之前的 3DOF 技术，在用户定位追踪上能力上有质的提升 Inside-out 逐渐落地：通过 VR 摄像头结合计算机视觉技术进行位置追踪，不再像 Outside-in 方案依赖于外部布置的定位点设备等，极大程度上降低了环境配置难度和空间要求
Video See-through	VR 设备由于头显的特质，使得用户佩戴后无法得知周围物理环境的情况，带来使用上的局限性。Video See-through 技术方案是利用 VR 头显的摄像头，检测周围环境、识别物体并实时更新到屏幕上，同时与 VR 本身的内容相结合，是一套硬件与软件高度结合、高算法要求的解决方案，将打破 VR 头显与物理世界隔绝的体验壁垒，预计 Video See-through 方案将在下一代旗舰产品上进入实际应用

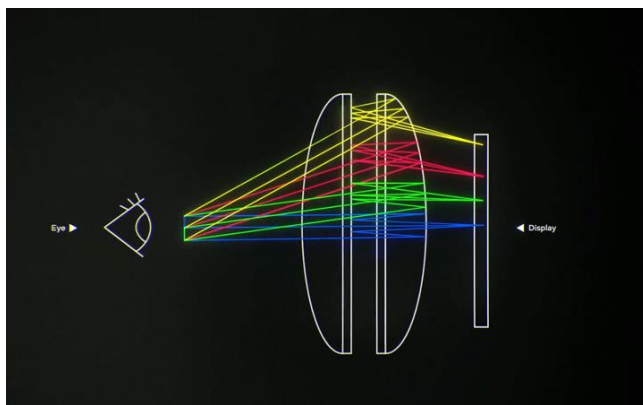
资料来源：中信证券研究部

图 24：Meta 在发布会中的演示展示了 Video See-through 的情景



资料来源：Meta Connect 大会

图 25：Meta 公布的 Pancake 光学示意图



资料来源：Meta Connect 大会

■ 元宇宙：下一代互联网和更广义数字化的总和

元宇宙：下一代互联网和更广义数字化的总和

从缘起思考，全球科技巨头布局元宇宙的本质是去探寻未来信息技术的发展方向和市場机遇。回顾过去 20 年，信息技术和互联网将社会中和人的关系大量在线化、数字化，已经深刻改变了人类生活和社会经济。信息技术将继续发展，其社会中的形态也将进一步演进，在科技巨头寻找未来数字生活形态时，元宇宙作为一个具有吸引力的愿景被发掘、进而受到市场关注。

我们认为，元宇宙是下一代互联网和更广义数字化的总和，以 3D 化、UGC、更长在线时间为突出特点，包含 XR、AI、5G 等技术在 C 端和 B 端的全面应用，最终指向人类未来数字化生存。元宇宙内涵极为丰富，包含互联网、产业数字化、智能化、物联网、高算力设备、高速无线通信等领域和技术。

图 26：互联网演变：万维网-PC 互联网-移动互联网兴起与全面繁荣-元宇宙



图片来源：东方 IC，Dell 官网，中关村在线，Apple 官网，Epic Games 官网，中信证券研究部

我们认为元宇宙将有以下几个突出特点：

1. 元宇宙的呈现方式将从 2D 向 3D 演进，从平面视觉向更丰富的感官体验发展，带来沉浸式体验，同时虚拟与现实的结合也将更为紧密。

过去 20 年，无论 PC 还是手机，互联网呈现方式都是依托于屏幕，提供 2D 平面视觉体验。我们认为，未来互联网将出现升维的过程，呈现的方式将从 2D 向 3D 发展，元宇宙有望通过 VR/AR 设备，以及目前仍存在于概念阶段的触感设备，甚至脑机接口等，来提供 3D 视觉，甚至触觉、嗅觉等更丰富的体验，核心是用户在使用体验上的全面升级。

元宇宙所带来的沉浸式体验，包含完全虚拟、数字现实结合等多种内涵。以 VR 为代表的沉浸式完全虚拟世界是对元宇宙的重要愿景，同时，通过 AR/MR 等设备，虚拟与现实的结合也有望更加紧密，带来数字世界与物理世界的融合，在生活、生产等各方面发挥更重要的作用，带来更大的想象力。

图 27：数字与物理的沉浸式结合将带来更大的想象力



资料来源：微软官网

图 28：Meta 研究中的气动触觉手套模拟用户之间的握手感

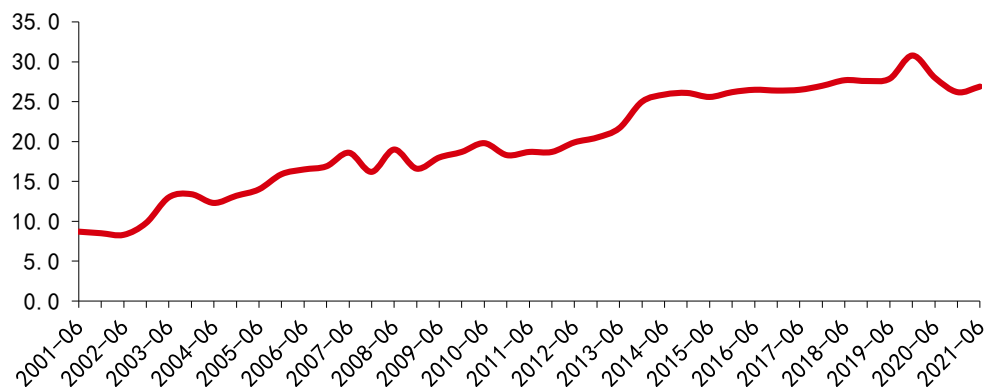


资料来源：Meta 官网

2. 人类在线时间的极大拉长，伴随千行百业的数字化变革。

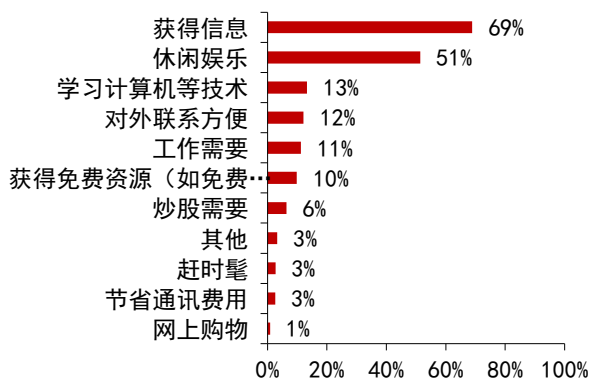
由互联网继续发展、下一代智能交互终端、智能可穿戴设备（如带有血氧、血压、心电图等健康功能的可穿戴设备）、沉浸式体验等众多因素催化，我们认为往元宇宙发展的过程中，人类的在线时间会极大拉长、直到接近每日 24 小时在线。物理世界和数字世界的界限将会模糊，人类大部分时间将同时存在于物理世界和数字世界中。（注：在线时间是指人类与互联网的连接时间，不等于主动上网时间）

图 29：中国网民每周上网时间（小时）



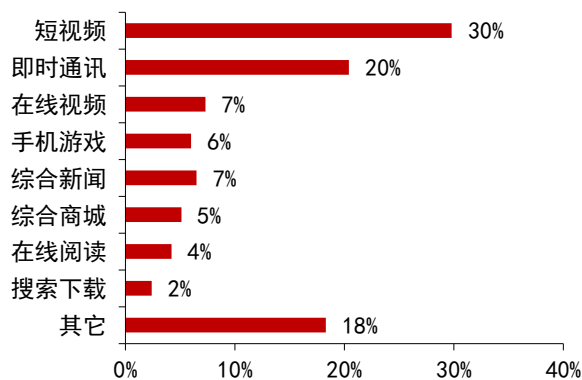
资料来源：CNNIC，中信证券研究部

图 30：2001 年中国互联用户上网目的



资料来源：CNNIC，中信证券研究部

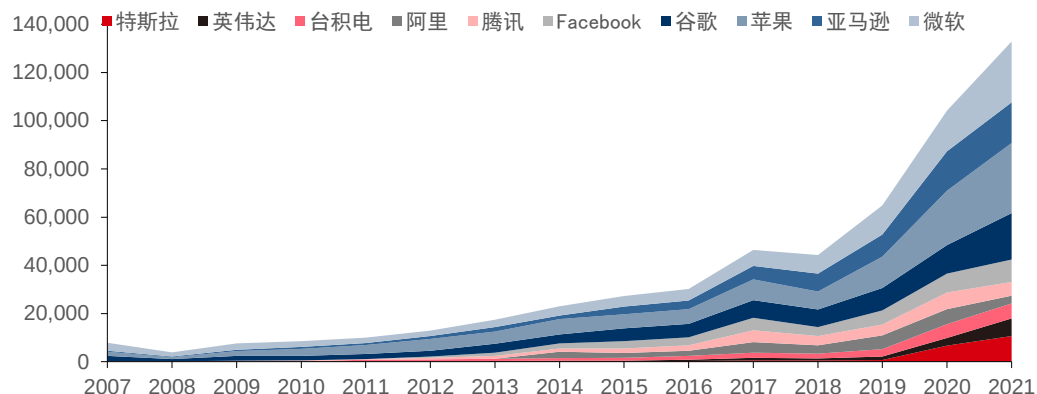
图 31：2021Q2 中国互联用户上网时长结构



资料来源：CNNIC，中信证券研究部

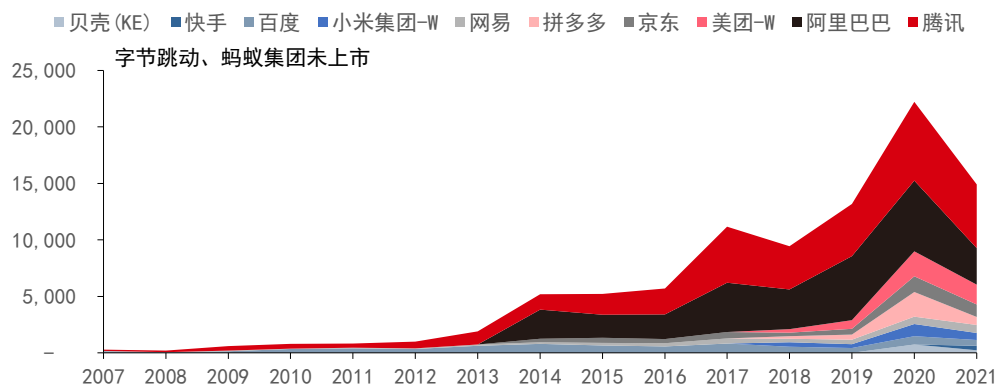
回顾互联网发展，用户在线时长的提升会持续带来行业的发展机遇，同时伴随各行各业的数字化变革。在过去 20 年，消费互联网巨头对我们日常生活和娱乐进行了大量的数字化改造，出现了电商、社交软件、在线游戏、短视频等众多大赛道，生活和娱乐的在线化已经造就了中国顶级互联网公司。当前时间点，人类的工作时间在线化、数字化发展正在进行中，产业互联网、产业数字化的机遇被不断提及，云计算、IDC、工业软件、数字孪生等行业持续受到关注。

图 32：全球十大科技公司市值变化（亿美元）



资料来源：彭博，中信证券研究部

图 33：消费互联网时代，中国互联网巨头市值变化（亿美元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

往元宇宙发展的过程中，我们认为人类在线时间进一步拉长将成为突出特点，时间拉长将是多方面共同作用的结果：

- 1) 沉浸式体验带来的感官体验升级，会让人们愿意在虚拟世界中停留更长的时间；
- 2) 工作时间的在线化和数字化，使得人类在线时间拉长；
- 3) 智能汽车、物联网等陆续落地，中远期 AR/MR、智能可穿戴设备等有望带来数字世界与现实世界融合，使得人类长时间保持在线状态等。

在线时间不断拉长的过程中，我们认为将伴随千行百业的数字化变革，对多行业产生挑战和机遇。我们已经看到数字化变革对于诸如零售、广告、音乐等行业的结构性重塑，伴随人类在线时间的拉长，这一过程也将在更多行业中出现。

例如我们看到，智能可穿戴设备在持续发展，以 Apple Watch 为例，经过多年的迭代升级，其医疗健康相关的功能开始逐步出现，血氧检测、ECG 等功能在中美得到主管部门审批后开始应用。2021 年 12 月，华为发布智能手表华为 WATCH D，支持腕部的血压测量与心电采集，设备已经国家药监局批准为二类医疗器械。未来，智能可穿戴设备的医疗

健康功能有望进一步拓展，带来对家庭保健，甚至是医疗检测行业的数字化变革的想象力。

表 3：苹果手表医疗相关功能时间表

时间	事件
2015.03	第一代苹果手表推出
2018.09	第四代苹果手表宣布支持心电图功能，并宣布已获美国 FDA 批准
2018.12	苹果手表心电图功能在美国本土及美国海外领地上线
2020.09	第六代苹果手表宣布新增血氧饱和度检测
2021.06	苹果手表获中国国家药品监督管理局医疗器械审批
2021.12	移动心电图功能正式在中国大陆地区上线

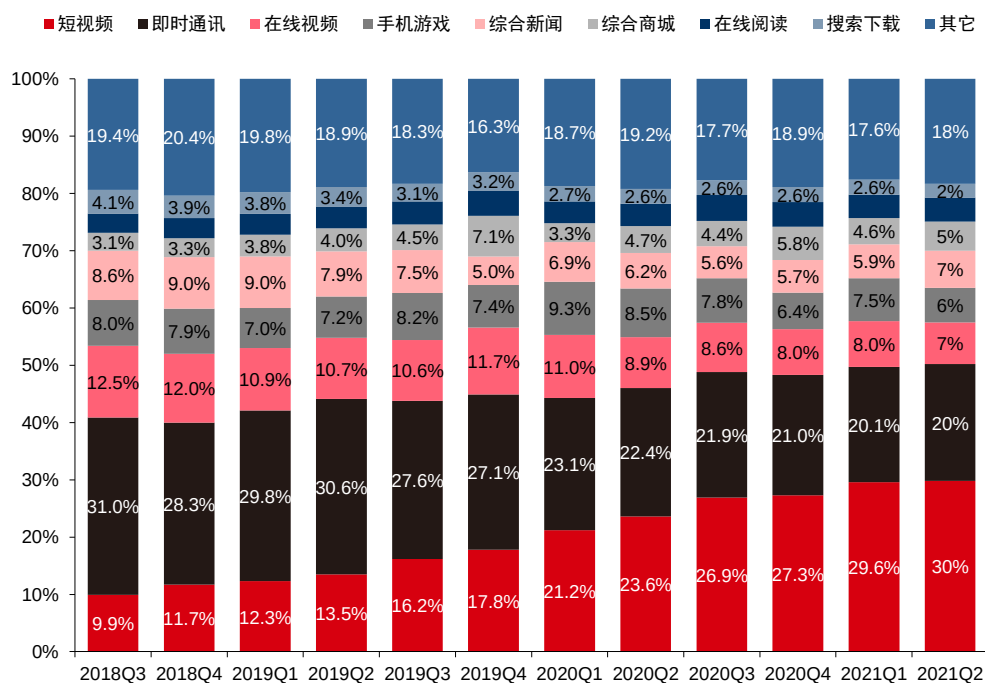
资料来源：Apple 官网，中信证券研究部

3. 互联网内容从 PGC 到 UGC，互联网公司从平台向基础设施发展，用户既是消费者也能成为生产者。

我们认为，在元宇宙中，内容的生产模式将更多向 UGC 转移，互联网平台公司扮演的角色也将从内容提供商向内容创作消费平台转变，用户既是内容消费者也能成为内容的生产者。

目前，在短视频和音乐领域，专业制作人创作的 PGC（Professional Generated Content），半专业创作者 PUGC（Professional User Generated Content）以及纯素人制作 UGC（User Generated Content）的出现，配合颗粒度细腻的内容标签和 AI 推荐算法，已然让我们看到了来自 PUGC 和 UGC 的创作能力和传播影响力。

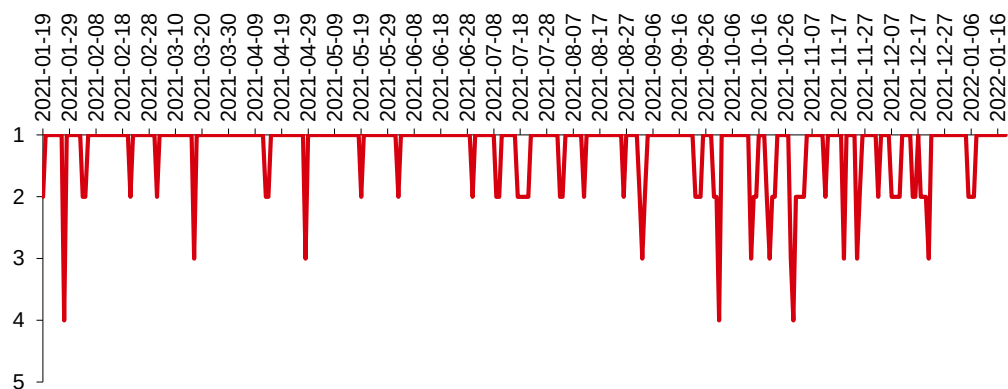
图 34：短视频时长占比持续提升，UGC 内容影响力强劲



资料来源：极光大数据，中信证券研究部

在向元宇宙发展的过程中，我们认为，UGC 将逐渐成为互联网内容的重要组成部分，未来，用户既是内容消费者，同样也可以是内容的生产者；互联网平台类公司的角色，将从现在的内容提供商向内容创作消费平台演进，更可能像是元宇宙时代的基础设施。

图 35：以 UGC 内容为主的 Roblox，持续位居美国 iOS 游戏畅销榜前列



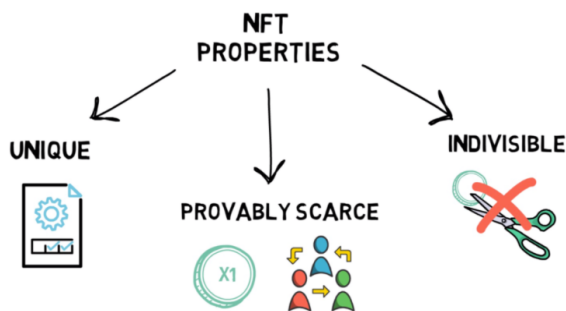
资料来源：七麦数据，中信证券研究部绘制 注：已手动去除 2021 年 10 月 30 及 31 日受问题影响的两天数据

另一方面，当 UGC 成为数字世界中的重要部分，也就意味着海量数字资产将被持续创造。在当前的互联网中，数字资产有一定经济规模，但大部分数字资产的价值来源都是其锚定的某个现实资产的价值。在未来，原生数字资产价值有望进一步发展扩大，产生更大的规模。现在互联网中，例如游戏中售卖的道具，是典型的原生数字资产，但现在规模还较小，且基本由公司生产后、售卖给用户，即以 PGC 为主。

预计在未来的数字生活中，原生数字资产的交易会成为重要的一部分，互联网用户之间可以交易包括自己创造的在内的绝大部分数字资产，即 UGC 的交易。但当前的互联网中，数字资产的交易、防伪、确权、溯源等关键问题都还没有很好地解决，伪造数字资产，例如虚拟世界中的画作，门槛和难度都较低，直接阻碍了后续发展。

这些虚拟数字资产凝聚了创作者的工作和灵感，具有使用和交易价值。未来，在元宇宙的世界中，会产生更宏大的数字经济规模，同时，数字资产如何保护和监管，也就成了科技创新所面临的新的法律和社会课题。

图 36：NFT 因其可溯、防伪、确权的技术属性受到关注



资料来源：Finematics

图 37：NBA 球星库里带动 NFT 受到市场进一步关注



资料来源：库里的 Twitter 的账号

元宇宙初期以概念和营销为主，中长期将带来广阔市场空间

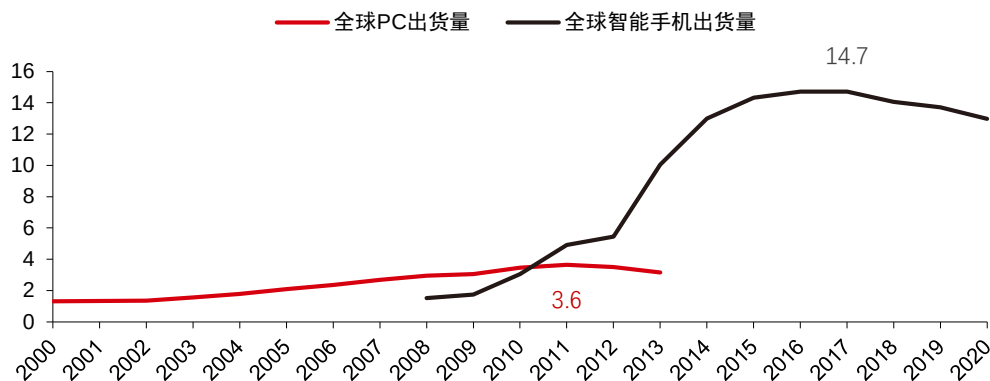
元宇宙是下一代科技发展的重要方向，有望带来极大的终极产业机遇，我们将看到企业陆续进场。但现阶段，我们距离终极元宇宙还有较长的距离，目前的底层技术还不能够支持想象中的各类体验，需要多行业的持续创新和突破，在技术路线、所需时间、商业化效果等多方面都还具有诸多不确定性。

在初期阶段，元宇宙以概念探索和营销手段为主，但仍将受到市场关注。相关公司有望在游戏、NFT、终端设备、虚拟人、社交应用等元宇宙细分赛道陆续发声，持续引发市场关注，但业绩兑现尚需要时间。

中长期来看，我们认为元宇宙是重要的发展方向，将带来新的市场空间和企业价值的重新切割。

在移动互联网发展上，全球智能手机出货量于 2017 年达到高点后开始下降、中国移动互联网用户占国内总体用户规模的比例接近 100%、三大运营商移动互联网用户数总和增长停滞，结合多因素，我们认为，在经历近 10 年的高速发展后，移动互联网、特别是中国移动互联网用户红利逐渐接近尾声。

图 38：全球 PC 及智能手机出货量情况（亿台）



资料来源：IDC，中信证券研究部

表 4：三大运营商移动互联网用户数（亿）

公司	2016	2017	2018	2019	2020
中国移动	8.49	8.87	9.25	9.5	9.42
中国电信	2.15	2.5	3.03	3.35	3.51
中国联通	2.64	2.84	3.15	3.2	3.06
合计	13.28	14.21	15.43	16.05	15.99

资料来源：各公司财报，中信证券研究部

随着信息技术的继续发展和在元宇宙上的持续布局，我们看好科技公司向元宇宙的沉浸式体验、在线时间增长、UGC 等突出特点不断探索，陆续落地成更多的用户端产品，并催动全球互联网渗透率的继续提升。

综合考虑过去增速情况以及疫情客观催化的在线化需求，我们预计互联网渗透率有望以约每年 1.5 个百分点的速度继续增长，在 2025 年超过 65%，并叠加全球人口的增长预期，带来约 7.8 亿的新增互联网用户。

表 5：元宇宙有望带来新的增量用户空间

时间	全球人口（亿）	全球互联网用户（亿）	渗透率	互联网用户增量（亿）
2015	73.8	30.6	41.46%	-
2016	74.64	33.2	44.48%	2.6
2017	75.48	37.3	49.24%	4.1
2018	76.31	38.9	50.98%	1.6
2019	77.13	43.9	56.92%	5
2020	77.94	45.4	58.25%	1.5
2025	81.84	53.2	65%	7.8

资料来源：联合国（含人口预测），IWS，IDC，中信证券研究部

远期维度，我们认为，AR/MR 设备有望继续迭代升级，将在穿戴性、应用、电池、算力等多方面持续进步，以增强现实/混合现实的呈现方式与日常生活、工作、娱乐等各方面高度融合，并最终呈现对智能手机的替代趋势。

综合考虑远期维度下：

1) 互联网渗透率有望进一步增长，叠加世界人口的预期增长，带来更大互联网用户体量；

2) 受益于代表性行业的继续发展、用户在线时间增长、元宇宙应用逐渐落地等因素，单用户消费额有望继续增长；

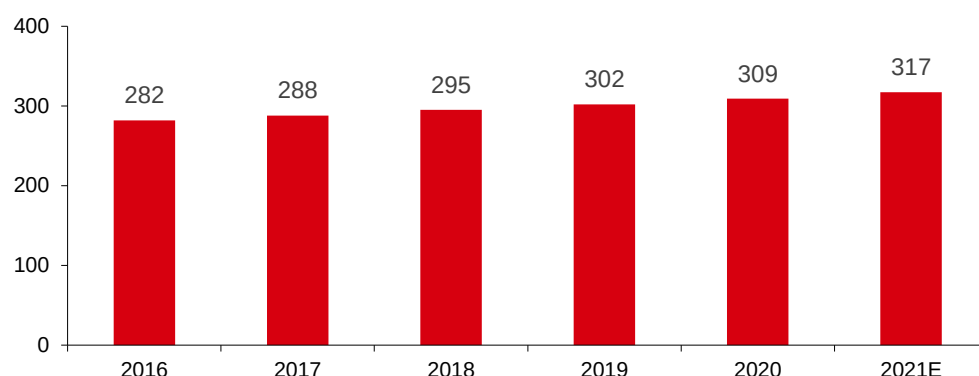
3) AR/MR 出货量有望放量增长，呈现对智能手机的替代趋势。

表 6：具有代表性的互联网用户侧消费口径（单用户消费部分单位为美元，其余为亿美元）

时间	全球游戏市场规模	中国网上商品和服务零售额	美国电子商务零售额	全球数字影视娱乐市场规模	合计	合计增量	单用户代表性消费额	单用户消费额增长
2015	919	5965	3417	166	10467	-	342	-
2016	1010	7932	3949	236	13127	2660	395	53
2017	1217	11039	4415	301	16972	3845	455	60
2018	1387	13856	5052	394	20689	3717	532	77
2019	1444	16358	5765	472	24039	3350	548	16
2020	1778	18092	7595	618	28083	4044	619	71
单用户消费额年增长口径					55	单用户消费年增长率口径		12.6%

资料来源：Newzoo，国家统计局，美国商务部，美国电影协会，中信证券研究部 注：人民币美元汇率按 6.5 计算

图 39：全球智能手机平均售价（美元）



资料来源：Statista（含预测），中信证券研究部

我们把对元宇宙远期维度（2040 年）的市场空间预测拆分为两部分：1) XR 终端的市场规模；2) 单用户消费额增长带来的市场空间。

首先，虽然当前全球互联网渗透率已经超过 58%，且我们上文预测将于 2025 年达到 65%，但考虑到婴幼儿和大龄老年人的渗透难度、全球部分欠发达地区互联网长期发展情况不确定等因素，我们中性假设全球互联网渗透率将在 2040 年达到 75%。

表 7：全球互联网用户预测（亿人）

时间	人口	全球互联网用户	互联网渗透率
2020	77.94	45.4	58.25%
2025E	81.84	53.2	65%
2040E	91.36	68.5	75%

资料来源：联合国（含人口预测），中信证券研究部预测

对于 XR 终端的市场规模，我们假设 2040 年 XR 终端已经完成对智能手机的替代趋势，呈现市场结构稳定的态势，综合考虑全球互联网用户规模的增长、当前全球智能手机出货量、当前全球智能手机平均售价，我们对 XR 终端市场规模远期预测使用当前智能手机的大致基准，预测 2040 年 XR 终端年出货量为 14 亿台、ASP 为 300 美元，市场规模为 4200 亿美元。

表 8：远期 XR 终端市场规模预测

时间	年出货量（亿台）	ASP（美元）	市场规模（亿美元）
2040	14	300	4200

资料来源：中信证券研究部预测

对于单用户消费，我们采用单用户消费额年增长和单用户消费年增长率两个口径进行计算，分别得到 20 年维度，单用户互联网消费额增长约 1.7 倍和 9.7 倍的结果，叠加全球互联网用户数增长的预期，带来约 9 万亿和 42 万亿美元的增量空间。对于计算结果，我们认为以 20 年的角度去看，单用户消费额增长的数字均处于可理解范围内。

表 9：远期用户消费市场空间预测（总量和增量空间单位为亿美元，其余为美元）

计算方式	2020 年基数	年增长值	2040 年单用户消费额	2040 年用户消费总量	增量空间
单用户消费额增长	619	55	1719	117825	89741
单用户消费增长率	619	12.6%	6644	455396	427313

资料来源：中信证券研究部预测

综合我们对于 XR 终端和用户消费市场空间的预测，我们认为，远期维度，元宇宙将带来超十万亿美元的市场空间。

从移动互联网发展探寻元宇宙可能路径

回顾：iPhone 串联起时代技术，引领移动互联网发展

iPhone 连点创新，开启移动互联网行业红利。iPhone 作为连点成线的集大成产品，将多点触控屏幕、操作系统、应用开发平台、SoC 芯片、电池、云储存等关键技术串联起来，无论是真正开启智能手机时代的第一代 iPhone，还是奠定苹果在智能手机领先地位的划时代产品 iPhone 4，亦或是引领全面屏时代的 iPhone X，苹果的每一次创新革命都引领着全行业的进步，智能终端产品的持续迭代亦拉开了整个移动互联网浪潮的大幕。

图 40：iPhone 是技术创新的集大成产品



资料来源：苹果官网，App Store，iCloud，中信证券研究部

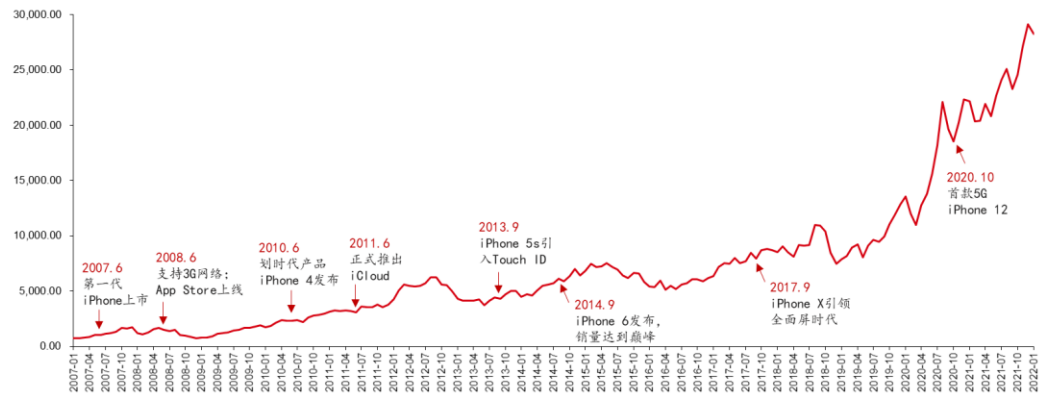
图 41：iPhone 史上标志性产品



资料来源：苹果官网，中关村在线，中信证券研究部

产品持续创新，独特生态闭环支撑长期增长。自 2007 年第一代 iPhone 推出以来，凭借拥有庞大用户规模的独特生态体系，以及对智能手机交互、内容、场景、算力的不断革新，苹果 15 年间市值累计上涨超 37 倍。

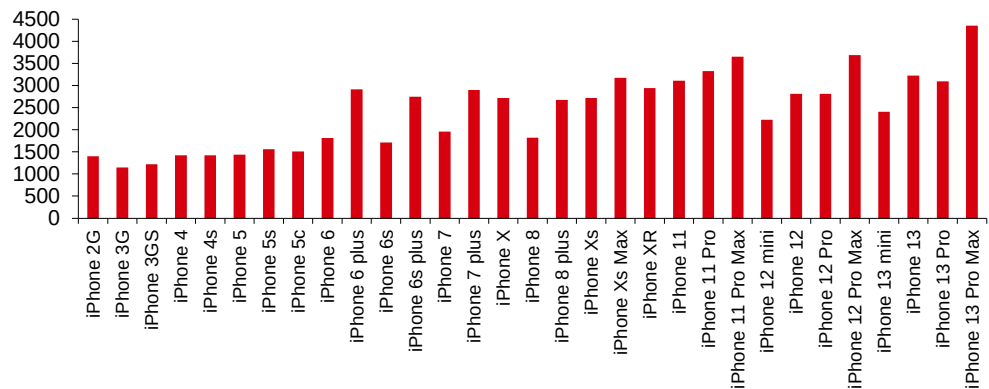
图 42：iPhone 重大产品推出对苹果市值（亿美元）的催化



资料来源：Wind（市值截至 2022 年 1 月 7 日收盘价），苹果发布会，中信证券研究部

- 交互：1) 多点触控：第一代 iPhone 推出以多点触控为基础的交互方式，对机械键盘和单点操控进行完全革新，开启了智能手机的触屏时代。2) 大容量电池：通过电池容量的不断扩大提升续航能力，以支持更长的使用时间和更加丰富的用户体验。

图 43：iPhone 电池容量（mAh）持续提升，最高突破 4000mAh



资料来源：苹果发布会，中信证券研究部

- 内容：1) 操作系统：苹果自 2013 年 9 月推出 iOS 7 后建立真正的智能操作系统，持续稳定的操作体验和独特封闭的生态不断强化用户粘性和心智。2) 应用开发平台：2008 年 7 月，苹果推出 App Store，使应用发布从以往传统的零售店拷贝方式变为网络在线销售，为 App 开发者提供了高效便捷的软件销售平台，开创了移动应用开发生态，同时成为后期公司重要的收入来源。同时我们从中国市场看，随着操作系统、开发方式的大幅改善，移动互联网浪潮席卷而来。
- 场景：2011 年 6 月，苹果正式发布针对云储存与计算业务 iCloud，可实现苹果所有设备之间内容的无缝衔接。
- 算力：自 iPhone 4 搭载首款自研 A4 处理器后，每一代 iPhone 的推出都配备着算力更强、性能更好的 SoC 芯片。例如，最新推出的 iPhone 13 系列搭载的 A15

仿生芯片采用 5nm 工艺技术，有 150 亿颗晶体管，AI 算力达 15.8TOPS（A14 芯片为 110 亿晶体管，算力为 11TOPS）。同时，A15 芯片搭载全新 6 核 CPU，包括 2 颗性能核心和 4 颗能效核心，CPU 性能提升 50%。每一代 iPhone 更好的功能创新、使用体验和续航能力都离不开底层芯片的坚实支撑。

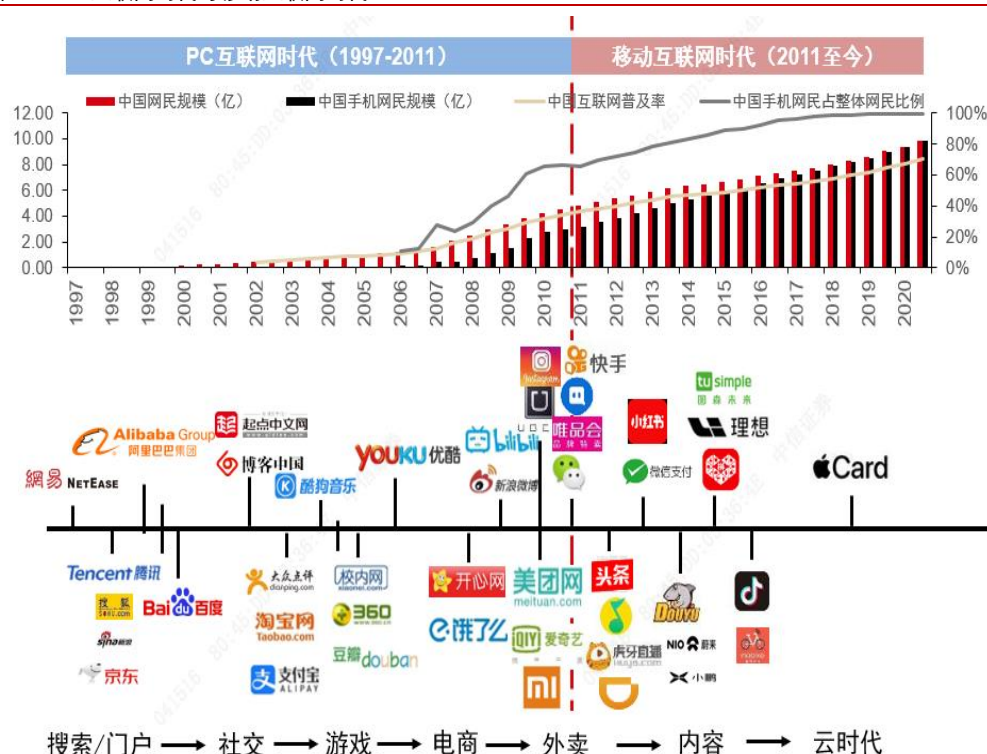
表 10：iPhone 迭代历程

发布时间	产品	技术革新	功能迭代	产生影响
2007.01.09	第一代 iPhone (2G)	3.5 英寸 320×480 分辨率显示屏； 支持多点触控、可完全用手指操作的 iOS 系统； 200 万像素摄像头（不支持视频拍摄）； 内置环境光传感器、距离传感器； 虚拟输入法； 提供 4GB/8GB/16GB 三种容量	通过网络处理电子邮件和 Web 浏览器支持； 内置 YouTube、谷歌地图和谷歌搜索； 支持 iTunes 的 iPod 音乐播放器和视频播放器	真正开启智能手机时代
2008.06.09	iPhone 3G	支持 3G 网络连接 ，兼容 HSDPA 网络； 首次内置 GPS 功能； 提供 8GB/16GB 两种容量	推出 App Store； 地图导航服务	App Store 的上线对移动生态产生颠覆性影响
2009.06.08	iPhone 3GS	300 万像素摄像头可拍摄 VGA 分辨率视频； 首次内置数字指南针	首次支持拍摄视频； 支持复制粘贴、推送通知、横向输入法	
2010.06.08	iPhone 4	首款配备 Retina 视网膜显示屏 的 iPhone，屏幕分辨率达 640×960 像素； 搭载首款自研 A4 处理器； 首次配备前置摄像头； 500 万像素摄像头，支持 720p 分辨率视频拍摄	全新的金属+玻璃机身； 集成天线的扁平化设计； 推出 Facetime 视频电话； 更小的 micro-SIM 卡槽； 双麦克风消除通话杂音	奠定苹果在智能手机领域的地位
2011.10.04	iPhone 4s	首次推出双天线设计； A5 处理器； 800 万像素摄像头	Siri 语音助手； iCloud 云存储解决方案	
2012.09.12	iPhone 5	4 英寸 Retina16: 9 屏幕； 支持 4G 网络连接	全新铝制设计	
2013.09.11	iPhone 5s/5c	首款 64 位移动芯片 A7 Cyclone 处理器； 引入 Touch ID 指纹识别系统	推出 iOS 7 系统	生物识别模组从此成为高端智能手机的标配
2014.09.09	iPhone 6/6 plus	iPhone6 4.7 英寸， iPhone6 plus 5.5 英寸； A8 处理器； 提供 16GB/64GB/128GB 三种容量	全铝金属机身； 支持 Apple Pay	引领旗舰机型金属机身的风潮； 苹果首次涉足平板手机市场
2015.09.09	iPhone 6s/6s plus	推出 3D Touch； 1200 万摄像头像素； 支持 4K 超高清视频拍摄	Live Photos	
2016.09.07	iPhone 7/7 plus	首次推出双摄像头配置（广角镜头+长焦镜头）， 支持 OIS 光学防抖； 推出宽色域 CDI-P3 模式	取消 3.5 毫米耳机接口； IP67 防水防尘等级； Home 键由机械按键变为力度感应键	
2017.09.12	iPhone X、iPhone 8/8 plus	A11 Bionic 处理器； iPhone X： 首款全面屏产品； 首次配备 OLED 显示屏； 取消 Touch ID， 推出 Face ID 面部识别系统	玻璃材质机身； 无线充电	iPhone X 引领全面屏时代
2018.09.12	iPhone Xs/Xs Max/XR	超级视网膜分辨率的 OLED 显示屏； A12 仿生处理器，每秒可以完成 5 万亿次运算； 提供 64GB/256GB/512GB 三种容量	IP68 防水防尘等级； 首次支持双卡双待	
2019.09.10	iPhone	超视网膜 XDR 显示屏；	双离子交换工艺玻璃材质	

发布时间	产品	技术革新	功能迭代	产生影响
	11/11 Pro/11 Pro Max	A13 仿生处理器，续航时间提升； 1200 万像素前置摄像头，支持慢动作视频拍摄		
2020.10.13	iPhone 12 系列	A14 仿生芯片； 双摄像头系统； 支持 5G 网络 ，超全频段支持	超瓷晶面板； 防水性能升级	首款 5G iPhone
2021.09.15	iPhone 13 系列	A15 芯片； 120Hz 可变刷新率； 位移式光学影像稳定系统； 新增 1TB 的存储版本	刘海面积减少 20%	

资料来源：苹果发布会，中信证券研究部

图 44：PC 互联网时代与移动互联网时代



资料来源：CNNIC，Logo 来自各公司官网，中信证券研究部

回顾：智能手机相关技术逐步从诞生到汇总爆发

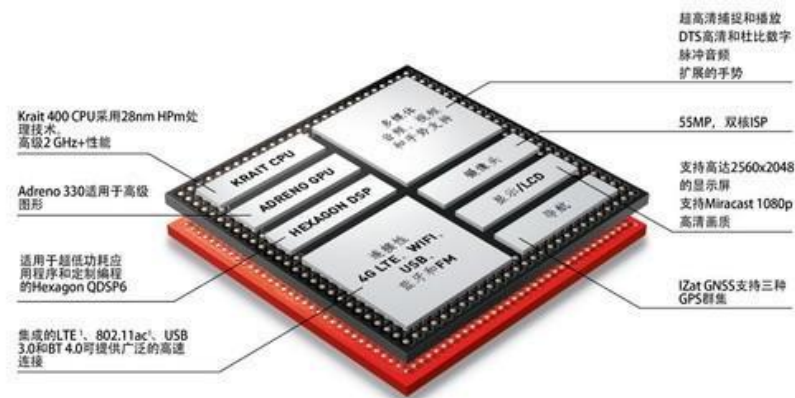
首先是硬件方面，智能手机的革新离不开三大硬件的底层支持：片上系统（SoC）、多点触摸屏和大容量锂电池，同时高分辨率摄像头等硬件进步也极大丰富了智能手机的应用场景。片上系统（SoC）的发展全面提升了智能手机在图形、视频及 3D 处理能力方面的提升；多点触摸屏则取代了键盘开启全新的交互方式；大容量锂电池替代了前几代电池成为智能手机标配，大幅提升续航时间。同时，高分辨率摄像头的加入极大丰富了智能手机的应用场景。

1. 片上系统（SoC）。

片上系统（SoC）高度集成，融合多项核心于一体。SoC 的概念出现在上世纪 90 年

代。SoC 全称为“System on Chip”，即片上系统，是集成于单个芯片上的完整的处理系统。智能手机极致地追求轻、薄、短、小，一般把尽可能多的外围接口电路和中央处理器集成在一颗芯片中。SoC 上集成了 CPU、GPU、SP、ISP、RAM 运行内存、Wi-Fi 控制器、基带芯片以及音频芯片等部件。其中，最核心的部分包括中央处理器（CPU）、图形处理单元（GPU）和 RAM：CPU 影响手机性能和应用，GPU 处理与图形有关的任务，例如可视化应用程序的用户界面和 2D/3D 游戏，RAM 内存决定了手机处理多任务的能力。高度集成化的 SoC 不仅节约空间，还能减低能耗和成本。

图 45：高通骁龙 800 SoC 架构



资料来源：AndroidAuthority

智能手机的发展对 SoC 提出更高的要求。智能手机功能强大，不仅是一部手机，更是装在口袋里智能终端，各项功能的实现都需要强大的 SoC 支持。以 iPhone 为例，初代的 iPhone 3G 用的是三星的 SOC 处理器，S5L8900，采用 90nm 工艺制造，主频在 412—620Mhz，内部采用 ARM11，并集成一个 GPU，PowerVRMBX-lite。随着 iPhone 的逐步升级，功能越来越强大，苹果也走上自研处理器的道路，推出了自己的 A 系列芯片。目前，市面上主要的 SoC 厂商包括苹果、三星、高通、华为、联发科等等。SoC 的不断迭代也引领着智能手机的进步。

- 1) 1958 年，德州仪器发明了全球第一块集成电路；
- 2) 1968 年，Intel 成立，3 年后推出第一颗微处理器（CPU）i4004，并首次应用在日本 Busicom 公司生产的计算器 141-PF 上；
- 3) 1982 年，德州仪器发布了全球第一个数字信号处理器 DSP；
- 4) 2002 年，intel 推出基于 ARM 指令集的手机芯片 PXA210；
- 5) 2005 年，高通发布了首个自主构架 CPU “Scorpion”，次年首个 SoC 发布；
- 6) 2007 年，高通推出第一代骁龙系列 SoC QSD8250，采用 65nm 制程工艺，集成 Adreno200 GPU，搭载机型多达 30 余款。

图 46：手机 SoC 天梯图（部分）



资料来源：驱动之家

2. 多点触摸屏。

多点触摸屏在 iPhone 之后成为智能手机的标配。iPhone 作为智能手机的样本，其令人耳目一新的主要特点之一就是采用多点手指触控屏，淘汰了以前手机翻盖、滑盖的复杂结构和触控笔，极大改善用户体验。从此之后，智能手机都以平板显示+手指多点触控屏的面貌出现。

1) 美国马文镇皇家雷达研究所的 E.A. Johnson 第一个提出触摸屏概念，并试制出第一块电容式触摸屏；

2) 1971 年，美国发明家塞缪尔·赫斯特（Samuel Hurst）发明了电阻式触控屏；

3) 1993 年，美国 IBM 推出全球第一款触屏手机——IBM Simon，它被公认为世界上第一部触屏智能手机。同年，苹果公司也推出可触屏的 Newton 掌上电脑；

4) 1998 年，美国 AuthenTec 公司成立，它是苹果智能手机创新功能的支持者。AuthenTec 是全球感应性指纹识别传感器最大供应商，也是苹果 iPhone 手机上的 Touch ID 的缔造者。

图 47: IBM 的 Simon 通信设备



资料来源: LED-大屏网

图 48: 苹果公司的 MessagePad 100

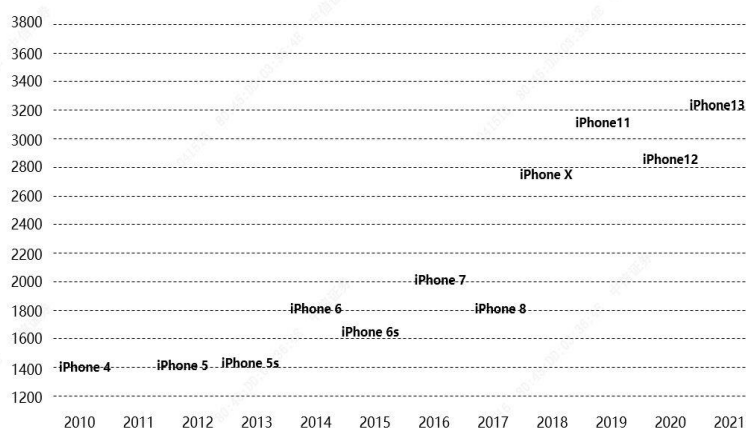


资料来源: LED-大屏网

3. 大容量电池。

大容量电池是智能手机功能释放的保障。强大 SoC 和多点触摸屏的应用在实现智能手机性能释放的同时，也带来了能耗的提升，屏幕背光和 SoC 占据了手机能耗的大部分。性能提升的背后也离不开电池技术发展的支持，智能手机发展的历史也是电池技术的进步史。2010 年发布的 iPhone 4 电池使用了锂电池，电池容量为 1420 毫安。2021 年最新发布的 iPhone13 容量已经达到 3227 毫安。电池技术的进步保障了智能手机的有效续航和功能释放。

图 49: 历代 iPhone 电池容量变迁图，单位：毫安



资料来源: IT 之家，中信证券研究部绘制

第一代手机电池：镍镉电池。1899 年，瑞典科学家琼格纳（Waldemar Jungner）发明出镍镉电池，这也是第一代手机电池。它容量较低，有记忆效应，需要经常放电来维持容量，并且制造材料存在环境污染，目前这种电池已基本淘汰。1983 年，世界上第一款真正意义的手机摩托罗拉 DynaTAC 8000X 上市，使用的就是镍镉电池。

第二代手机电池：镍氢电池。替代镍镉电池的是镍氢电池。1990 年，镍氢电池开始商用。镍氢电池容量较高，无记忆效应，制造材料对环境污染很少。镍氢电池是由氢离子

和金属镍合成，正极为镍，负极为氢，电量储备比镍镉电池多 30%，比镍镉电池更轻，使用寿命也更长。1996 年，摩托罗拉 StarTAC 使用了氢电池，体积大幅减小，一只手便可轻松握持

图 50：使用圆柱形镍镉电池的第一款手机摩托罗拉 DynaTAC 8000X



资料来源：中关村在线

图 51：摩托罗拉 StarTAC 所采用的小型镍氢电池模块



资料来源：中关村在线

第三代手机电池：锂离子电池。手机电池的发展潮流是锂离子电池，也是目前智能手机上最常用的。1970 年，日本松下公司发明了第一个真正意义上商业化的锂电池，锂氟化碳电池。1975 年，日本三洋公司发明了锂锰电池，并将其用在可充电太阳能计算器。1992 年，索尼公司发布首个商用锂离子电池。90 年代末，诺基亚推出 5110 手机，搭载的锂离子电池容量 1250 毫安，一大卖点就是超长续航。锂离子电池革新了消费电子产品的面貌，并一直沿用至今。锂离子电池是目前性能最好的电池。与同样大小的镍镉电池、镍氢电池相比，电量储备最大，重量最轻、寿命最长、充电时间最短，无记忆效应，环保无污染。

4. 高分辨率摄像头。

回顾全球手机摄像头的发展史，可分为五个阶段：1) **技术实现**：世界上第一款拍照手机是夏普在 2000 年推出的 J-SH04，摄像头只有 11 万像素，并在 2003 年夏普推出了首款百万级像素手机（J-SH53），以及 2004 年推出支持光学变焦手机（V602SH）。2) **需求初现**：到 2006 年，手机拍照逐步普及。三星将摄像头再次升级，推出了千万级像素的 B600，拥有 3 倍光学变焦和 5 倍数码变焦功能，具备闪光灯、自动对焦等附加功能。3) **竞争加剧**：2010-2013 年各大厂商之间的战火最为火热，竞争主流在于摄像头像素的提升，最代表性的机型是 2012 年诺基亚推的 808 PureView，搭载 4100 万像素传感器与蔡司镜头，开启了智能手机影像全新时代。4) **多摄时代**：由于手机摄像头尺寸限制，单纯提高像素已不足够，技术需求转向传感器的“成像质量+大像素”，iPhone 7 的双摄像头设计正式把手机带入多摄时代。5) **算法时代**：在成像优化上，苹果公司为行业指明了方向——算法优化，2017 年 iPhone X 发布，搭载的 A11 仿生芯片令其能够率先实现了光照环境侦测等一系列拍照算法。

从此手机摄影能力在多摄像头与算法的双重加持下不断突飞猛进。多摄像头让各个镜头各司其职，广角、长焦、微距都分属不同的摄像头，色彩和明度信息也由不同的摄像头

进行采集。而除了多摄像头之外，更多的手机厂商选择了使用算法优化来对照片进行调整，以期能够抓住更多消费者的眼球。通过算法修改照片的影调，即通过人工智能识别拍照的场景，来自动调整诸如对比度、白平衡等参数，使得输出的照片更讨人眼球或更符合需要的场景。

表 11：手机摄像头发展历史

发布时间	厂商	手机型号	像素级别（万）	附加功能	历史意义
2000	夏普	J-SH04	11	无	全球第一款拍照手机
2003	夏普	J-SH53	100	使用 CCD 摄像头	
2003	松下	P505iS	128	支持自动对焦	首次配备自动对焦
2004	夏普	V602SH	百万级别	支持光学变焦	
2006	三星	B600	千万级别	支持 3 倍光学变焦和 5 倍数码变焦、闪光灯、自动对焦	
2011	LG	P925	500	首次搭载两个摄像头	第一台双摄手机
2012	诺基亚	PureView	4100	卡尔蔡司镜头和像素超采样技术	开启智能手机影像的全新时代
2016	三星	S7	1200	开始出现 1.4 μm 、1.55 μm 甚至更大的单位像素	摄像头尺寸受限，单纯提高像素已不能满足需求，转向“成像质量+大像素”
2016	联想	PHAB2 Pro	1600	后置深感鱼眼三摄	
2016	苹果	iPhone 7 Plus	1200+700	后置双摄	正式进入多摄时代，并指明了通过算法提高成像质量的道路
2017	苹果	iPhone X	1200	摄影优化算法	率先在业界实现光照环境检测等一系列拍照算法
2018	华为	Mate 20	1600+1200+800	莱卡三摄（超广角+广角+变焦）、长焦镜头	
2019	小米	CC9 Pro	10000	1 亿像素超清主摄、超长焦镜头、1200 万人像镜头、2000 万广角镜头、微距镜头	突破一亿像素
2021	苹果	iPhone 13	1200+1200	1200 万像素广角摄像头、1200 万像素超广角摄像头	

资料来源：太平洋电脑网，苹果官网，小米官网，华为官网，中信证券研究部

回看 iPhone 的发展历程，其带动了“单摄-多摄-算法优化”三大阶段：1) 2007 年，苹果发布第一代 iPhone，搭载 200 万像素的单摄像头，当时手机市场还是诺基亚主导，但其 2008 年推出的爆款机型 E71 搭载的摄像头也仅为 320 万像素，iPhone 当时摄像头配置并不落后。2) 2016 年，iPhone 7 Plus 上首次搭载了双摄像头，后置双镜分别为广角镜头 (f/1.8) 与长焦镜头 (f/2.8)，手机行业进入多摄时代。3) 2017 年 iPhone X 面世，与其他选择继续进行像素比拼的手机厂商不同，苹果选择从拍摄算法上提升摄影水平，到如今 iPhone 13 Pro Max 搭载的依然是 1200 万像素的广角镜头、超广角镜头与长焦镜头。

表 12：历代 iPhone 摄像头发展情况

产品代际	发布时间	旗舰机型	像素水平（万）	摄像功能
1	2007	iPhone	200	仅拍照，无法录像
2	2008	iPhone 3G	200	仅拍照，无法录像
3	2009	iPhone 3GS	320	支持自动对焦与 640*480 像素分辨率视频录制
4	2010	iPhone 4	500	自动对焦，5 倍数码变焦
5	2011	iPhone 4S	800	
6	2012	iPhone 5	800	可拍摄全景照片，光圈 f/2.4
7	2013	iPhone 5S	800	可拍摄全景照片，光圈 f/2.2
8	2014	iPhone 6 Plus	800	支持 OIS 光学防抖
9	2015	iPhone 6S Plus	1200	
10	2016	iPhone 7 Plus	1200+1200	广角镜头（光圈 f/1.8）+长焦镜头（光圈 f/2.8）
11	2017	iPhone 8 Plus	1200+1200	广角镜头（光圈 f/1.8）+长焦镜头（光圈 f/2.8）
12	2017	iPhone X	1200+1200	广角镜头（光圈 f/1.8）+长焦镜头（光圈 f/2.4）
13	2018	iPhone XS Max	1200+1200	广角镜头（光圈 f/1.8）+长焦镜头（光圈 f/2.4）
14	2019	iPhone 11 Pro Max	1200+1200+1200	广角镜头+超广角镜头+长焦镜头（f/1.8+f/2.4+f/2.0）
15	2020	iPhone 12 Pro Max	1200+1200+1200	广角镜头+超广角镜头+长焦镜头（f/2.4+f/1.6+f/2.2）
16	2021	iPhone 13 Pro Max	1200+1200+1200	广角镜头+超广角镜头+长焦镜头（f/2.8+f/1.5+f/1.8）

资料来源：苹果官网，太平洋电脑网，中信证券研究部

其次是软件方面，智能手机软件的发展和革新主要分为三大部分：操作系统（OS）、开发工具和应用软件（APP）。操作系统是智能手机实现硬软件资源管理的程序，是硬件基础上的一层扩充，并为应用软件提供了基础、为用户提供了更好的交互体验；开发工具则是智能手机应用功能拓展的关键，可以大幅缩减编码率，释放开发者的产能，开发者可以更多精力集中在用户需求上；应用软件则是智能手机功能的最终呈现方式，决定了智能手机实现的功能。

1. 操作系统。

操作系统是管理设备硬件与软件资源的程序，也提供一个让用户与系统交互的操作界面。操作系统自 PC 时代开始产生，最初是为了实现计算机程序的共用和硬件资源管理，主流 PC 的操作系统如 Unix、Windows 和 Linux 都是家喻户晓。操作系统的几大功能主要包括进程管理、存储管理、设备管理、文件管理和作业管理，显著减少人工资源分配的工作强度，大大提高计算机智能化工作的效率。

图 52：微软在 PC 上的 Windows XP 操作系统



资料来源：XP 系统截图，中信证券研究部

智能手机操作系统也成为移动终端操作系统，是在嵌入式操作系统基础之上发展而来的专门为手机设计的操作系统，为手机功能的扩展、第三方软件的安装与运行提供平台，也给客户提供更好的交互界面。现在主流的智能手机操作系统有 Android 和 iOS 两种，Android 开源、多版本、开放，因此有很好的拓展性和多样性，API 接口也更多，但相对而言安全性、用户体验方面不如 iOS，且因为 iOS 是“沙盒机制”，比“虚拟机机制”的 Android 在程序运行上要流畅很多。iOS 是 Apple 独用，定位中高端市场，而 Android 应用手机品牌繁多，中低端为主打。智能手机操作系统的发展经历了多个阶段，最早要追溯到上世纪 80 年代的 EPOC，后来演化成智能手机的“塞班系统”，统治智能手机市场十余年，最终被 Android 和 iOS 打败，退出历史舞台：

- 1) 1980 年，Psion 公司为其掌上电脑推出 EPOC 系统；
- 2) 1998 年，Psion 联合诺基亚、爱立信、摩托罗拉成立 Symbian 公司，EPOC 更名“塞班系统”；
- 3) 1999 年 3 月，Symbian 5.0 系统发布，首次搭载于爱立信 R380 智能手机上；
- 4) 2002 年，诺基亚基于 Symbian 6.0 打造经典的 S60 系列用户界面，推出 S60v1，搭载于诺基亚 7650 上；
- 6) 2003 年，Android 公司成立，主营手机软件和操作系统业务，后被谷歌以 4000 万美元收购；
- 5) 2007 年 1 月，iPhone OS 1.0 问世，搭载于首款 iPhone 上；
- 6) 2008 年 9 月，基于 Linux 内核开发的 Android 1.0 发布，但只是内测版本，未实际应用到手机上；
- 7) 2009 年 4 月，Android 1.5（纸杯蛋糕）发布，首次搭载于 HTC G1 智能手机上；

8) 2010 年 6 月, iPhone 第四代系统 iOS 4.0 发布, 其名称也正式从 iPhone OS 改为 iOS;

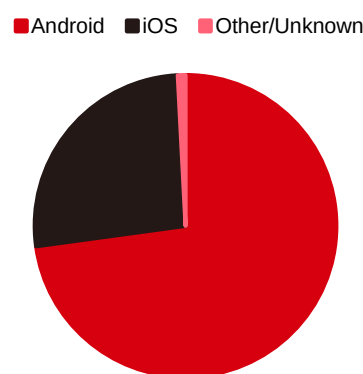
9) 2012 年, 诺基亚将塞班系统更名 Nokia Belle, 并推出最后一款塞班系统手机 Nokia 808, 塞班系统最终告别历史舞台。

图 53: 最后一款塞班系统手机诺基亚 808



资料来源：与非网

图 54: 2021.06 全球智能手机操作系统市场份额



资料来源：Statista, 中信证券研究部

2. 开发工具。

开发工具一般是指一些被软件工程师用于为特定的软件包、软件框架、硬件平台、操作系统等建立应用软件的特殊软件, 开发工具可以大大减少开发者的工作量, 让开发者更关注用户需求本身、项目的设计和部署维护, 大大解放了生产力。目前 iOS 平台上主流的开发工具有 IDE 如 Xcode、AppCode, 编程语言 Swift, 应用程序测试平台 TestFlight, AR 开发平台 ARKit 等。

表 13: iOS 平台上部分主流开发工具

开发工具	时间	事件	影响/应用
Xcode (IDE)	2003	Xcode 1.0 发布	前身是 NeXT 的 Project Builder, 最早是为了支持 OS X 而生的开发工具
	2007.10	Xcode 3.0 发布	著名的 Mac 开发人员 Fritz Anderson 编写了权威指南, 以充分利用 Xcode 3 来构建任何 Macintosh 或 iPhone 应用程序
	2008.07	Xcode 3.1 发布	支持 iPhone OS (iOS) 开发环境, 此后 Xcode 成为 iOS 平台最主流的 IDE
AppCode (IDE)	2011.04	AppCode 发布	捷克软件开发公司 JetBrains 推出了构建于自家 IntelliJ IDEA 平台之上的集成开发环境工具 AppCode, 支持 Swift、Objective-C、C、C++、JavaScript、XML、HTML、CSS 等多种语言
Swift (编程语言)	2014.06	Swift 发布	苹果于 WWDC 开发者大会上发布的新语言, 基于成熟而且倍受喜爱的 Cocoa 和 Cocoa Touch 框架, 结合了 C 和 Objective-C 的优点并且不受 C 兼容性的限制, 用于编写 iOS 和 macOS 应用
	2015.12	Swift 开放源代码	苹果公司宣布其 Swift 编程语言开放源代码, 长 600 多页的 Swift Programming Language 可以在线免费下载, 同时可以在苹果官方 Github 下载
TestFlight (移动应用程序 Beta 测试平台)	2014.02	苹果收购 TestFlight 开发商 Burstly	TestFlight 是一个面向移动应用程序的 Beta 测试平台, 提供简单易用的服务, 为 iOS 和 Android 应用程序的分发和测试过程提供帮助。被苹果收购后, 停止对 Android 应用程序测试的支持
ARKit (AR 开发平台)	2017	ARKit 1.0 发布	苹果在 2017 年 WWDC 上发布的 AR 开发平台, 可以为 iPhone 和 iPad 创建增强现实的应用程序

资料来源：CSDN, Apple Developer 官网, 搜狐 IT, 中信证券研究部

3. 应用软件。

应用软件是为满足用户不同领域、不同问题的应用需求而提供的那部分软件，应用软件是软件开发的目标，也决定着智能手机可以实现的功能，是消费者对智能手机需求的根本动力来源。随着 iOS 平台开发工具的发展，以及人们对智能手机需求的不断更迭，智能手机的应用也层出不穷，从最早一系列满足人们社交需求的社交类 APP，到后来网购逐渐兴起后一系列的电商 APP，再后来移动游戏兴起后大量优质的手机游戏等，移动应用软件不断的更迭，使得智能手机的功能不断丰富，越来越成为人们生活不可替代的伴侣。

表 14：App Store 各类 APP 代表应用

类型	时间	应用名称	开发商
社交软件	2008.07	Facebook	Facebook
	2010.05	Twitter	Twitter
	2011.01	微信	腾讯
	2012.05	腾讯 QQ	腾讯
电商	2010.09	淘宝	阿里巴巴
	2011.02	京东商城	京东
手机游戏	2015.03	梦幻西游手游	网易
	2015.04	炉石传说	暴雪
	2015.11	王者荣耀	腾讯
	2016.09	阴阳师	网易
	2018.02	一梦江湖（原名楚留香）	网易
	2018.02	和平精英（原名绝地求生：刺激战场）	腾讯
	2020.09	原神	米哈游
	2020.12	使命召唤手游	腾讯
	2021.09	哈利波特·魔法觉醒	网易
短视频	2011.03	快手（原名 GIF 快手）	快手科技
	2016.09	抖音	字节跳动

资料来源：App Store，七麦数据，中信证券研究部

综合我们对硬件、软件等层面的回顾，看到从技术的产生到最终聚合产生新的爆款，乃至爆发出新的商业模式，是一个长期发展的历程。硬件的创新带动了算力、交互以及续航等能力的提升，而软件在硬件升级的基础上，不断延续着工具、系统、应用的发展逻辑，逐次递进，最终经过各种交互和筛选之后，形成了 iPhone 的爆发。我们认为，元宇宙亦将经历类似的发展历程，经过技术的产生、迭代升级、融合之后，最终形成类似 iPhone 以及移动互联网的大爆发。

图 55：苹果的诞生与发展，不断连点成线融合新技术

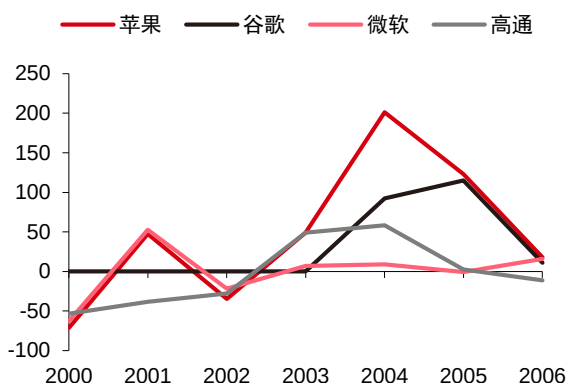


资料来源：苹果官网，中信证券研究部

回顾：移动互联网机遇与科技巨头市值变化

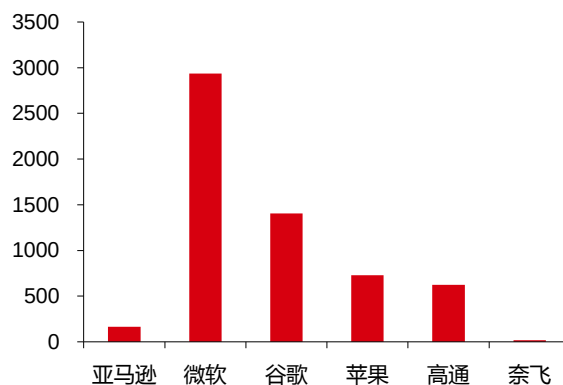
iPhone 爆发前夕：市场一定程度低估了智能手机的机会。2009 年前，全球科技产业仍然围绕 PC，虽然苹果兼具乔布斯的回归和播放器、音乐商店的创新，但主要产品依旧是 PC 产品 MAC，微软依旧依靠操作系统的优势占据 Top1 位置，但在这一阶段，各大科技公司仍在探索下一代的科技周期，并未呈现出明显的方向性趋势，科技巨头对于移动互联网的态度仍然模棱两可。反映在股价层面，苹果虽然股价增长相对较好，但市值与谷歌、微软等巨头相比仍有差距。

图 56：2000-2006 主要科技公司股价涨跌幅（%）



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 57：2006 年科技公司市值（亿美元）

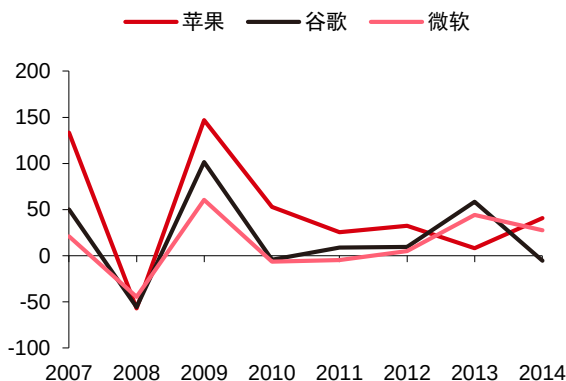


资料来源：Wind，中信证券研究部

移动互联网：iPhone 带来苹果的快速崛起。在 iPhone 诞生之后，毫无疑问苹果依靠出色的产品力、研发能力成为全球科技公司的引领者。虽然其他科技公司纷纷入局智能手机业务，但苹果依靠独特的创新与高效运营基因，长期占据领先地位。与安卓系列手机不同，苹果手机依靠统一品牌的终端、系统、服务体系形成了较为牢固的一体化生态。因此

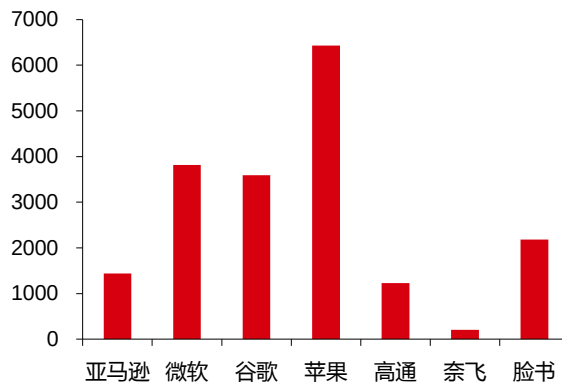
在股价层面，苹果在发布 iPhone 后冠绝全球，迅速超越微软、谷歌，成为全球最大的科技公司。

图 58：2007-2014 主要科技公司股价涨跌幅（%）



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 59：2014 年科技公司市值（亿美元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

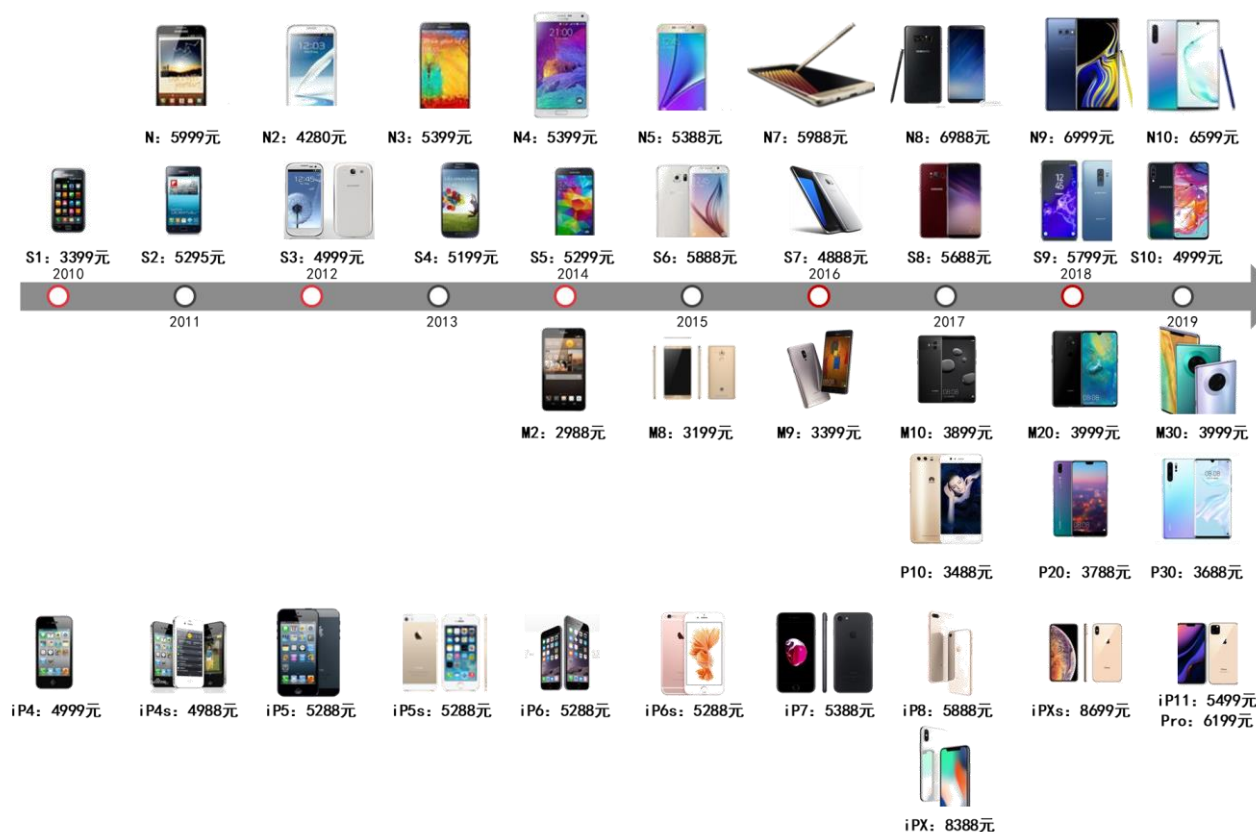
表 15：2010-2020 年三星、华为、苹果代表性智能手机产品功能变迁

	三星		华为		苹果
	S 系列	Note 系列	Mate 系列	P 系列	iPhone
2010	S: 三星 Super AMOLED 屏幕	/	/	/	iPhone4: Retina 屏幕、首用 A 系列芯片
2011	S2: 后置摄像头首次提供了 1080P 摄像功能	Note1: 开启大屏时代，并加入 S pen	/	/	iPhone4s: Siri、iCloud
2012	S3: S Voice 及曲线设计	Note2: 5.5 寸屏幕，手写笔 AirView	/	/	iPhone5: In-Cell 全贴合屏幕、Lightning 双面 8 针接口
2013	S4: 推出了主打三方功能的 S4 Active 和光学变焦的 S4 Zoom	Note3: 5.7 英寸的 Full HD Super AMOLED 屏幕	/	/	iPhone5s: 双色闪光灯、64 位处理器、Touch ID
2014	S5: 持指纹识别，背面加入心率识别功能，实现了 4K 摄像功能	Note4/Edge: 屏幕指纹、5.6 英寸的曲面屏	mate2: 首发麒麟芯片	/	iPhone6: 屏幕超 4 英寸、凸出摄像头
2015	S6: 双曲面屏幕，无线充电	Note5: 3D 曲面玻璃	mate8: 快充、麒麟 950	/	iPhone6s: 3D Touch、Taptic Engine 震动模块
2016	S7: 深度的 UI 设计，Samsung Pay 开始可在中国大陆使用	Note7: 双侧曲面屏幕、虹膜识别、Type-C 接口	mate9: 徕卡双摄	/	iPhone7: 取消 3.5mm 耳机接口、Home 键取消机械力、双摄
2017	S8: 全视曲面屏，虚拟主页键，虹膜识别与人脸识别，人工智能助手 Bixby	Note8: 后置双摄、取消了正面的实体&电容按键	mate10: 人脸解锁、抬手亮屏	P10: 人像摄影	iPhone8/X: 玻璃背板、无线充电、X 系列 Face ID 及刘海屏
2018	S9: 屏下指纹识别	Note9: 硬件更新	mate20: 珍珠屏设计、麒麟 980、徕卡超大广角镜头、AI 算法、超级快充、反向无线充电	P20: 全面屏、自然色彩、徕卡三镜、AI 功能、屏下指纹	iPhoneXs: 异型全面屏、LCD 屏幕、取消 3D touch
2019	S10: 刘海感应器转移至右上，超声波屏下指	Note10: 刘海缩小、5G	mate30: 麒麟 990 的 5G 芯片、AI 隔空操控、	P30: 徕卡四摄、超薄、水滴屏	iPhone11: 三摄、杜比全景声、夜景模式

	三星	华为	苹果
	纹，三摄组合、5G	徕卡三摄、曲面全面屏、5G	
2020	Fold: 折叠屏、5G /	mateX: 折叠屏、5G /	

资料来源：三星官网，华为官网，苹果官网，太平洋电脑网，中信证券研究部

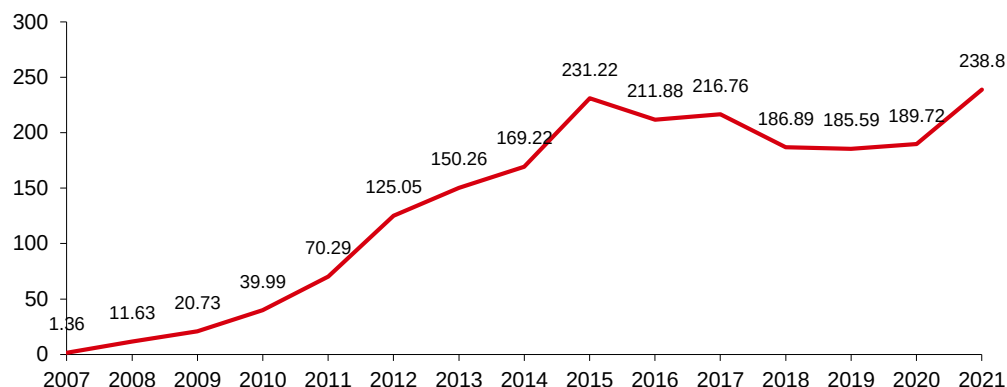
图 60：智能手机售价变化



资料来源：图片来自各公司官网，中关村在线，太平洋电脑网，中信证券研究部

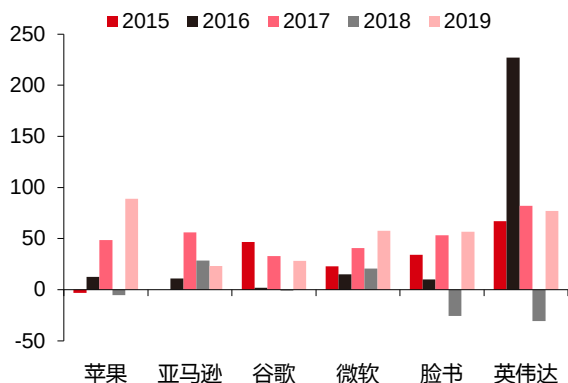
后移动时代：移动应用、云计算兴起，苹果相对较弱。进入 2015 年，随着智能手机的增长到达高峰，基于手机进行的应用创新纷至沓来，社交、电商、游戏、短视频等应用的快速增长，硬件逐步演变为应用的载体与入口，因此资本市场上相关的互联网公司大幅上涨，同时微软亦提出“移动为先、云为先”战略，亚马逊大力进行 AWS 的投入，使得科技板块进入移动生态和云时代，互联网以及英伟达等云 AI 公司高速增长，相较苹果更具备优势。

图 61: iPhone 销售量增长在 2015 年后停滞 (百万台)



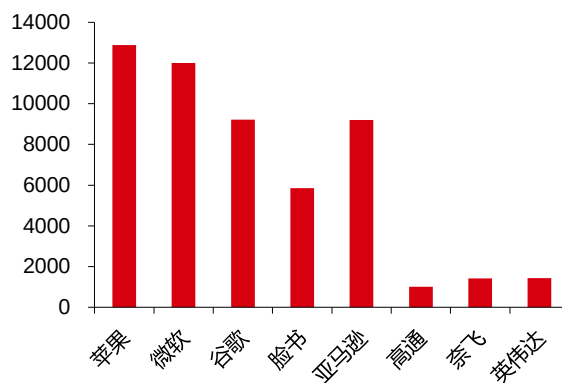
资料来源：苹果财报，IDC，中信证券研究部 注：2018 年 Q4 起，苹果不再公布 iPhone 销量数据，2018Q4 及其后 iPhone 销售量采用 IDC 数据

图 62: 2015-2019 主要科技公司股价涨跌幅 (%)



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 63: 2019 年科技公司市值 (亿美元)



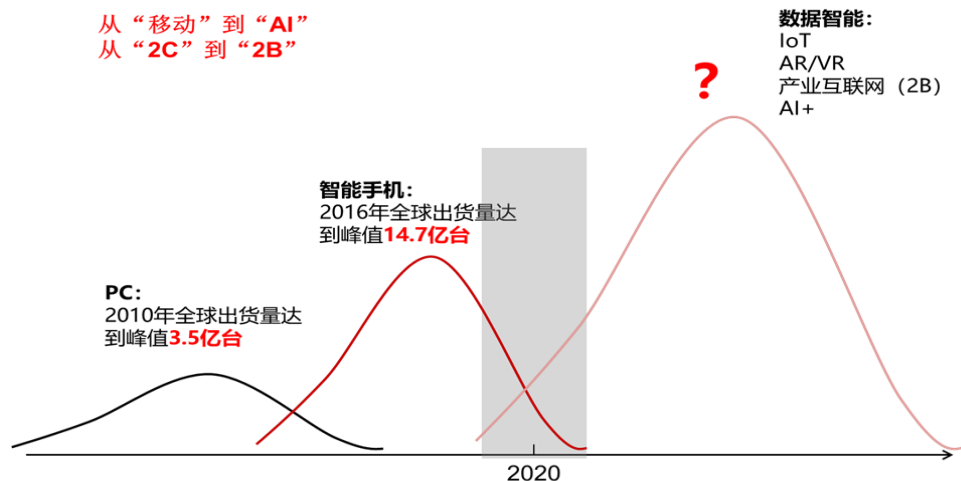
资料来源：Wind，中信证券研究部

展望：元宇宙开启探索下一代新生态

我们认为，向元宇宙发展的过程中，将持续看到各种单点创新和突破，这些单点技术不断融合诞生下一代产品，下一代产品会继续突破、创新、融合，最终能够带来超越想象的潜力，驱动产品创新和商业模式创新。当前我们处于元宇宙早期，终极元宇宙尚需极大的技术进步和产业创新，可能要到 20-30 年之后才有可能实现。而全球科技巨头正在为元宇宙布局，发展过程将呈现渐进式发展，单点技术创新不断出现和融合、“连点成线”，从产业各方面向元宇宙靠近。

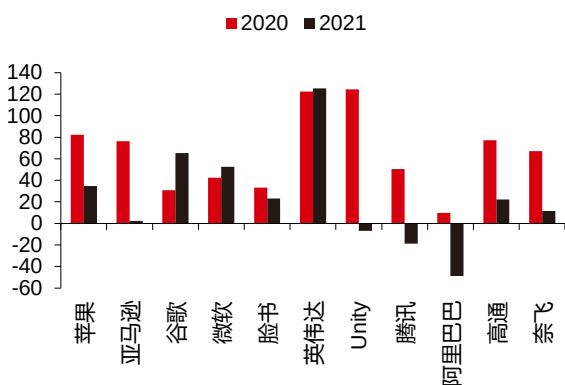
我们乐观看待元宇宙的中长期发展，预计自 2022 年起，元宇宙将推动开启探索下一代新生态，最终有望形成新的科技浪潮。

图 64：全球科技周期演变



资料来源：IDC，中信证券研究部

图 65：2020-2021 主要科技公司股价涨跌幅（%）



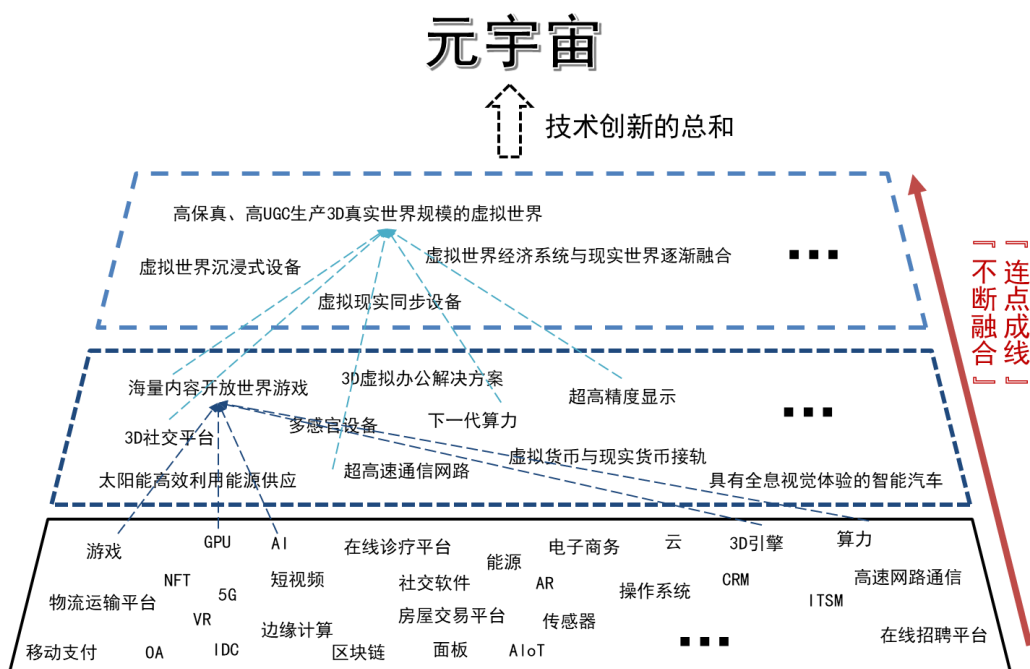
资料来源：彭博，中信证券研究部

图 66：iPhone 为苹果创造了超 1.4 万亿美元营收



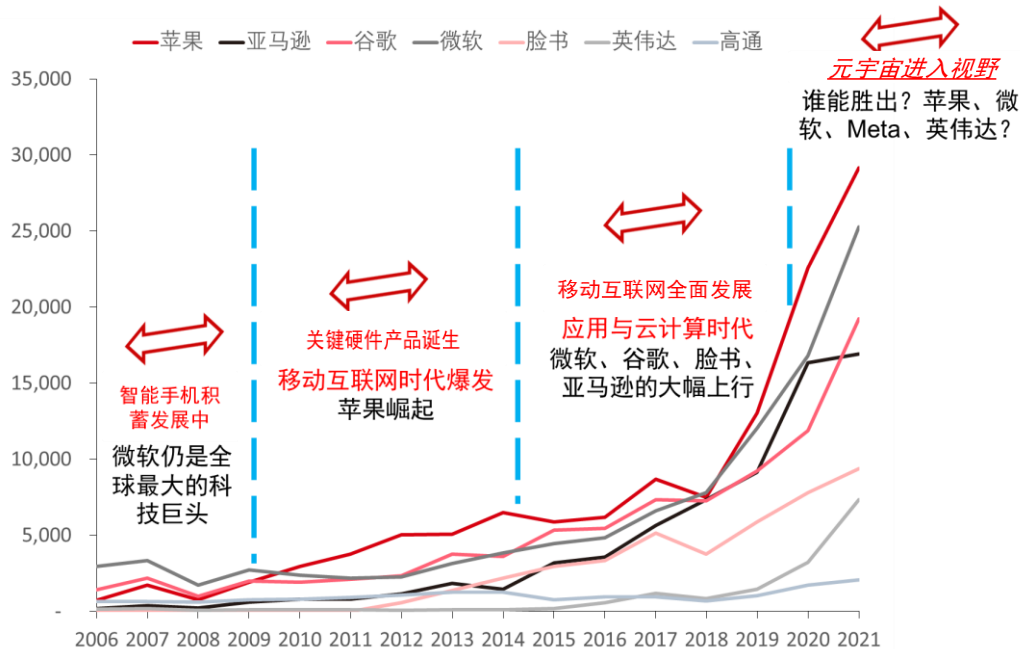
资料来源：苹果财报，中信证券研究部

图 67：元宇宙将开启下一代的连点成线新生态



资料来源：中信证券研究部绘制

图 68：美国科技巨头市值变化与生态变迁



资料来源：Wind，中信证券研究部

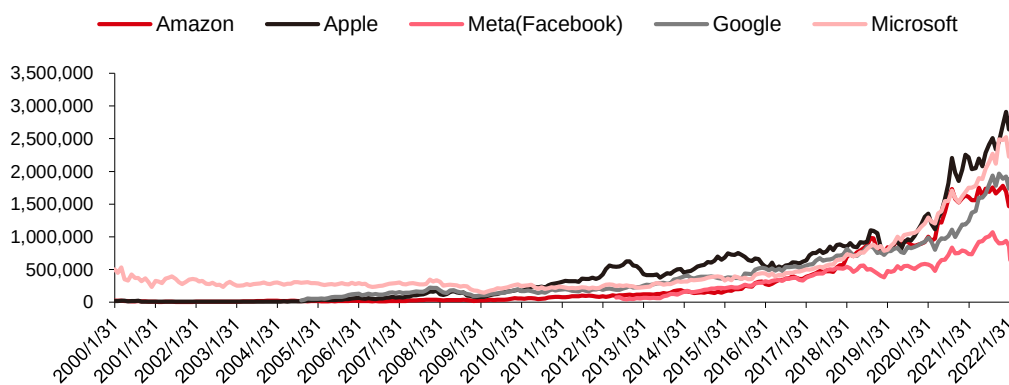
展望：元宇宙发展路径判断

随着概念热度不断提升，陆续有公司对元宇宙发声，短期来看，市场大部分公司更多是将元宇宙作为一种热点概念跟随和营销手段。

对于有实质性布局的科技巨头，我们认为持续投入的本质是去竞争未来信息技术的发展机遇，在移动互联网市场格局逐渐清晰的当下，去尝试寻找和把握下一个科技浪潮的时代机遇。

以 Meta 为代表，其向元宇宙转型坚决，亦是因为在当下的移动互联网中，公司营收高度依赖广告，错失移动时代和云时代的关键机会，导致 Meta 营收、利润的成长性受到限制，市值出现明显掉队。而元宇宙作为下一代科技浪潮的展望，可能带来新的时代机遇，能够改变当前市场格局，最终吸引到科技巨头纷纷入局。

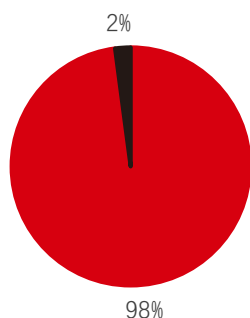
图 69：苹果、微软、亚马逊、谷歌、Meta 市值变化（百万美元）



资料来源：彭博，中信证券研究部

图 70：Meta（Facebook）2020 年营收结构

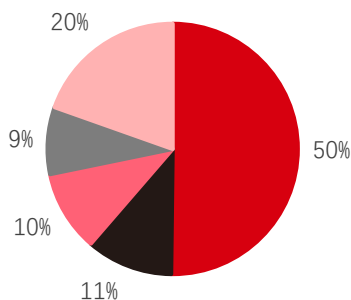
■ 广告业务 ■ 支付及其他业务



资料来源：彭博，中信证券研究部

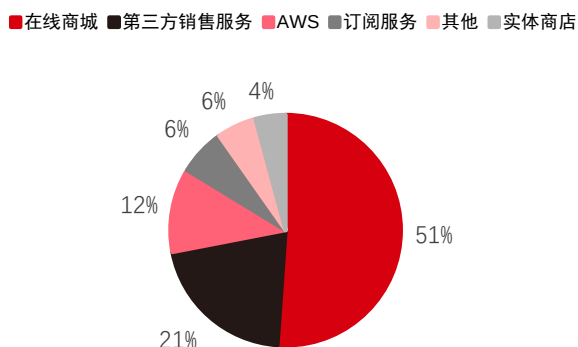
图 71：Apple 2020 年营收结构

■ iPhone ■ 可穿戴设备、家庭和配件 ■ Mac ■ iPad ■ 其他服务



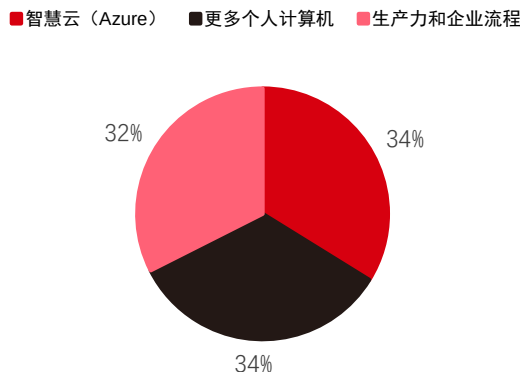
资料来源：彭博，中信证券研究部

图 72: Amazon 2020 年营收结构



资料来源：彭博，中信证券研究部

图 73: Microsoft 2020 年营收结构



资料来源：彭博，中信证券研究部

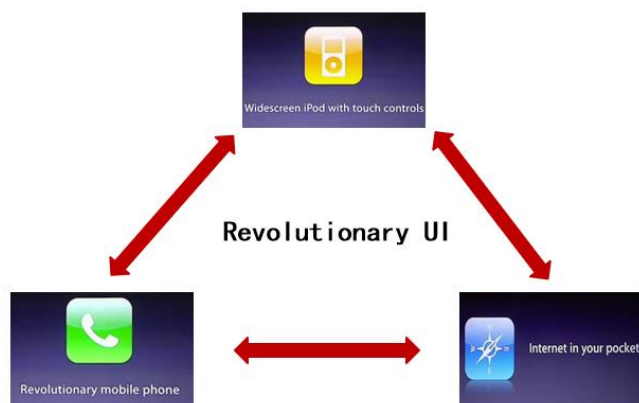
在发展过程中，与移动互联网的发展路径相比，我们认为在元宇宙将看到软件和硬件发展的同与不同。整体来说，我们判断一批和元宇宙相关的软件应用将先行发展、落地，中期下一代智能交互终端的出现将全面开启元宇宙，中远期看，软件应用和下一代智能终端相结合，完成效率和体验的代际性升级。

在时间点上，我们认为一批与元宇宙相关的软件和应用会先行发展，我们将看到数字孪生、开放世界游戏、虚拟数字人、3D 社交、3D 会议等领域在 C 端和 B 端的持续探索，这些应用的落地不依赖于下一代硬件终端，可以在当前的互联网环境中产生较大的价值。同时，这些领域积累的技术储备与元宇宙的特点契合，能够持续在元宇宙发展的过程中迭代和发挥价值，等待下一代硬件落地后，将激发这些领域更大的应用潜力。

从元宇宙特点出发，当前的智能手机、PC 均不具备提供 3D 显示的能力，我们认为会出现下一代智能交互终端，并且同移动互联网兴起相同，**下一代智能交互终端将是元宇宙全面开启的关键**。回顾“PC-手机”、“功能手机-智能手机”的变迁，我们看到分别出现的是便携性的代际进化和显示交互的代际进化，而在第一代 iPhone 的发布会上，乔布斯特别强调的是 iPhone 带来的全新交互形式。从代际更迭的角度来看，理想的 XR 终端在显示、交互两个方面有代际性的突破，2D 视觉升级到 3D，点按、滑动的交互方式升级到动作、语言、眼动，是下一代智能交互终端的有力竞争者。

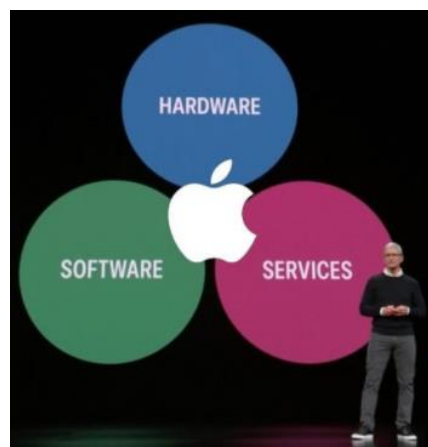
对于 XR 产业，我们认为 VR 将首先落地，虽然看好 VR 终端的出货量持续增长，但预计较难在用户端成为社会主流的消费电子产品。中长期维度，我们更看好 AR/MR 的潜力。预计 2025 年发售的 AR/MR 设备将成为关键的市场节点，如果能验证关键技术和核心用户体验，在 2025-2030 年阶段，AR/MR 设备整体有望看到出货量的显著增长。远期，我们看好 AR/MR 随着技术的突破，带来用户体验的继续升级和更丰富的生态应用，最终呈现对智能手机的替代趋势。

图 74：2007 年第一代 iPhone 发布时强调的是革命性交互



资料来源：iPhone2007 年产品发布会，中信证券研究部

图 75：2019 年苹果发布会重点突出软件、硬件、服务三大支撑



资料来源：2019 年苹果互联网服务发布会，中信证券研究部

表 16：理想的 XR 终端包含代际性升级的特点

	PC	功能手机	智能手机	XR
携带方式	桌面, 无法携带	随身携带	随身携带	佩戴
显示	屏幕	无或小屏幕	多点触控屏幕	镜片
视觉体验	2D 平面	少量 2D 平面	2D 平面	3D
交互媒介	键盘、鼠标	按键	屏幕	无
交互形式	按动	按动	点击、滑动	动作、语音、眼动

资料来源：中信证券研究部

在中远期，等待下一代智能终端落地后，软件和硬件将结合发展、相互促进。我们判断结合发展的逻辑和方向将与移动生态的关键逻辑会有所不同。在移动生态的全面兴盛中，非常关键的是智能手机带来更大规模的用户群体，电商、游戏、IM、生活服务等 PC 互联网已经出现的类型，受益于移动互联网不断增长的用户规模而快速发展，也带来了过去十年互联网企业对网络规模追求。但从个体微观角度出发，在用户体验上，虽有便捷性、算法等诸多显著提升，但本质上仍受限于 PC 屏幕或手机屏幕的范畴，这些应用在跨越互联网代际后，仍然以看文字、看图片、看视频等形式来服务于用户，难以称得上是体验范畴的代际更迭。

在元宇宙的发展中，虽然用户规模仍将是增长点，但我们认为，中远期软件应用和硬件结合发展，核心逻辑是带来效率和体验的代际性升级。用户将以下一代的体验方式，或虚拟、或虚实结合、或我们当前难以预测到的方式，大幅提高各项生产生活活动的效率，同时获得与人类天性结合更加紧密和自然的体验。当然，这个发展过程还需要众多技术积累和时间，同时也需要下一代智能交互终端来全面开启。

表 17：以网购服装的微观体验举例我们对元宇宙中远期体验升级的理解

	PC 时代	移动互联网时代	元宇宙早期	元宇宙中远期
可触及用户规模	小	相较于 PC 时代大幅增长	同移动互联网规模类似	同移动互联网规模相比增长
主要设备	PC	智能手机	智能手机	下一代智能交互终端
便捷性	场景受限	随时随地	随时随地	随时随地
体验描述	看图片、看文字描述，想象穿着效果	看图片、看文字描述、看视频，想象穿着效果	看图片、看文字描述、看视频 在手机查看用户虚拟形象的穿着效果	在三维空间中查看完全写实的用户虚拟形象，预览同实际穿着完全相同的各种动态效果

资料来源：中信证券研究部

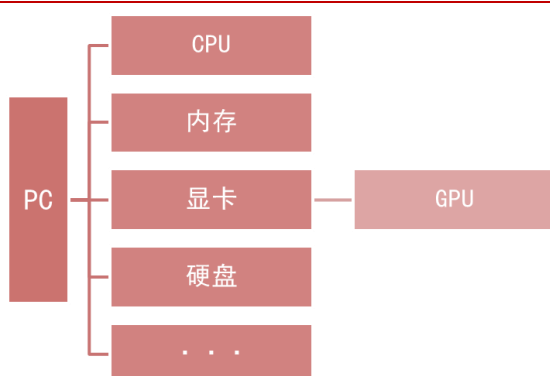
■ 元宇宙发展路径中的机遇

GPU：算力基础，英伟达全球领先、国产 GPU 起步

GPU 全称 Graphics Processing Unit，即图形处理器，是一种应用在 PC、工作站、游戏主机等终端设备上运行绘图运算工作的微处理器。

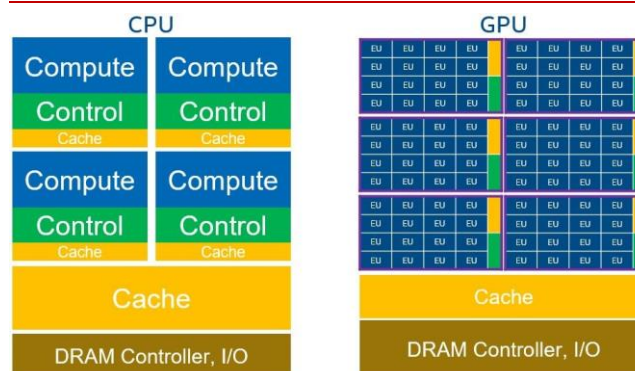
GPU 诞生之初，主要用于视频、2D/3D 游戏等图像领域。在发展中，得益于设计结构带来的特点，GPU 在大规模并行计算和通用计算的能力被逐步发掘，开始拓展应用领域，在服务器、汽车、比特币、人工智能等领域逐步进入应用。

图 76：传统 PC 中 GPU 的位置



资料来源：中信证券研究部

图 77：GPU 的架构带来其处理大规模并行计算的优势



资料来源：Inter OpenAPI，中信证券研究部

近年，在传统的图形应用外，GPU 在加速计算、AI 模型训练和推理、高性能计算、云游戏、数据分析等领域陆续得到关注，并快速占据重要地位。当前，GPU 的下游应用场景主要包括游戏设备、消费电子、AI 服务器、自动驾驶、医疗影像等。

例如，进入云时代后，在 AI 服务器中，利用 CPU 和 GPU 构建的组合可以满足更高的数据吞吐处理需求，在云端为人工智能发展的计算机视觉处理、自然语言处理、机器学习等众多方向提供算力支撑，主要用于 AI 的推理和训练。这个过程中所需要并行处理的大量数据和计算过程，可以由 GPU 来加速完成。

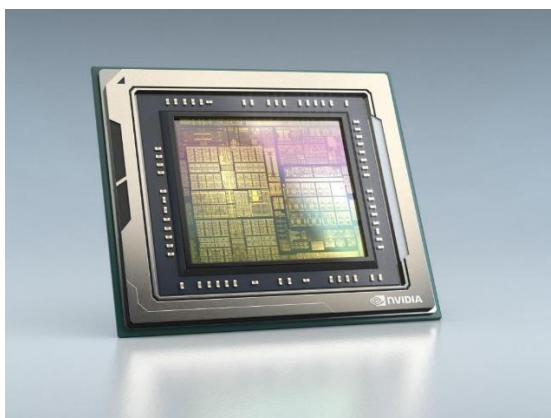
例如，在自动驾驶中，智能汽车需要处理行驶过程中雷达、摄像头等传感器采集的大量信息数据，在短时间内进行快速计算并反馈结果、保障行驶安全，这个过程对处理器的计算量和计算速度都有较高的要求。而 GPU 设计结构带来的大规模并行计算的优势，非常契合自动驾驶需求，已在行业中得到应用。

图 78：自动驾驶的发展对算力的高需求已经十分明确



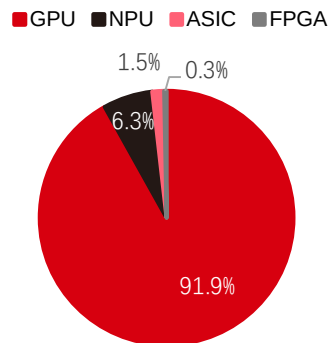
资料来源：Imagination

图 79：英伟达 DRIVE Orin SoC 能够实现 254 TOPS



资料来源：英伟达官网

图 80：2021H1 中国人工智能服务器 GPU 占据加速卡绝对主导地位

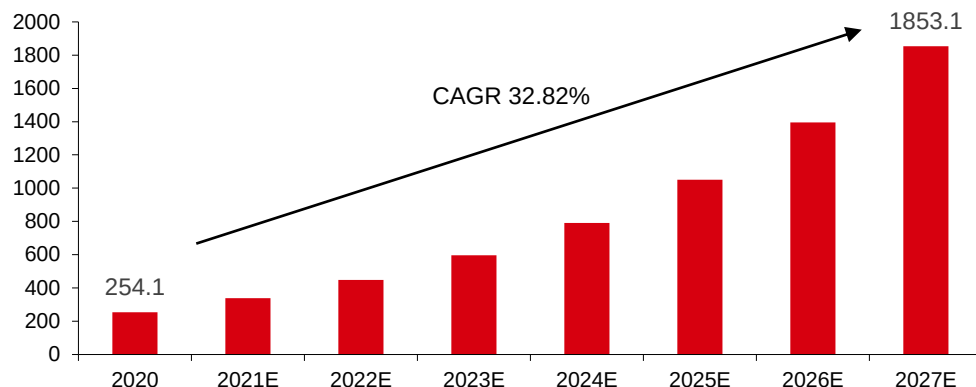


资料来源：IDC，浪潮，中信证券研究部

GPU 全球市场基本情况

根据 Verified Market Research 数据，2020 年全球 GPU 市场规模为 254.1 亿美元，2027 年有望达到 1853.1 亿美元，年平均增速达到 32.82%。在游戏、数据中心、智能汽车、物联网、元宇宙等多方向助力下，行业整体有望持续保持高速发展。

图 81：全球 GPU 市场规模（亿美元）

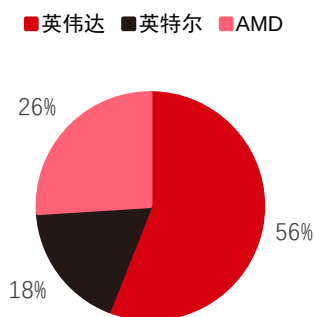


资料来源：Verified Market Research（含预测），中信证券研究部

当前 GPU 硬件结构极为复杂，是半导体产业多年技术积累的结果，并且在不断演进中，自 2008 年以来，英伟达基本实现每两年升级一次 GPU 产品架构，实现了 GPU 性能的不不断提升。同时，GPU 的算法和软件生态的配合也至关重要，GPU 在图形渲染方向的应用涉及到大量的计算机图形学研究，而图形学是一门复杂的学科，涉及到数学、物理、计算机科学的交叉应用，GPU 在 AI 计算方向的技术难度低于图形渲染，也是当前国内 GPU 公司重要的发展方向。同时，软件生态的建立也是 GPU 公司的重要壁垒，英伟达已经完成了与绝大部分产业链生态公司的商业合作或授权，搭建了广为业界使用的运算平台架构 CUDA，引领整个产业的发展方向。

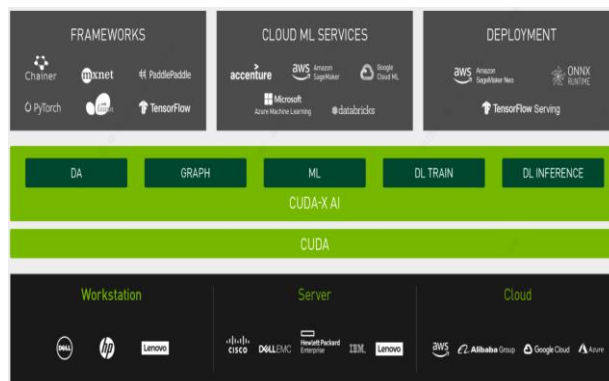
GPU 包含硬件、制造、算法、软件生态等多个高壁垒环节，同时还要求这些高壁垒环节相互高度结合，带来了整个 GPU 行业极高的壁垒。当前，全球 GPU 已经处于寡头垄断的格局，英伟达、AMD、英特尔三家公司基本占据了除去集成式 GPU 的大部分市场，而手机等移动设备的集成式 GPU 由 ARM、高通、苹果等厂商占据。

图 82：2019 年 GPU 市场领先供应商的市场份额



资料来源：T4，中信证券研究部

图 83：英伟达的 CUDA 已经成为最广泛使用的计算设备架构

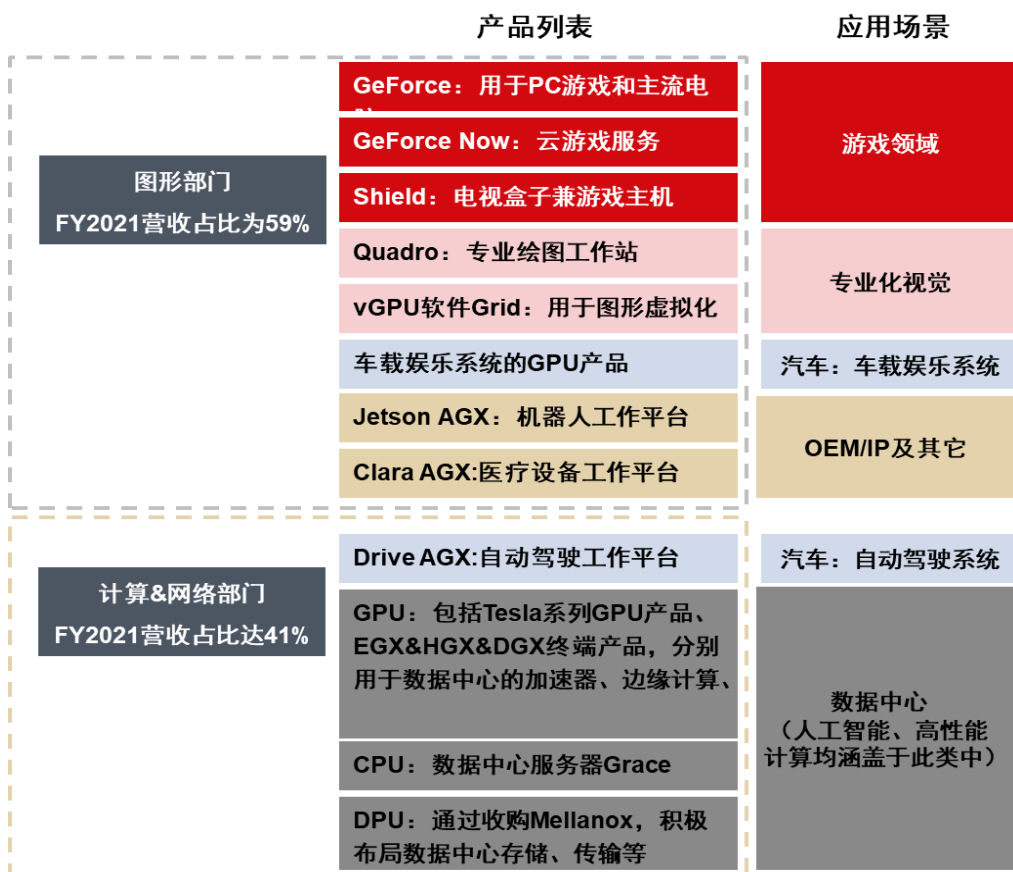


资料来源：英伟达官网

英伟达：多项业务全球领先

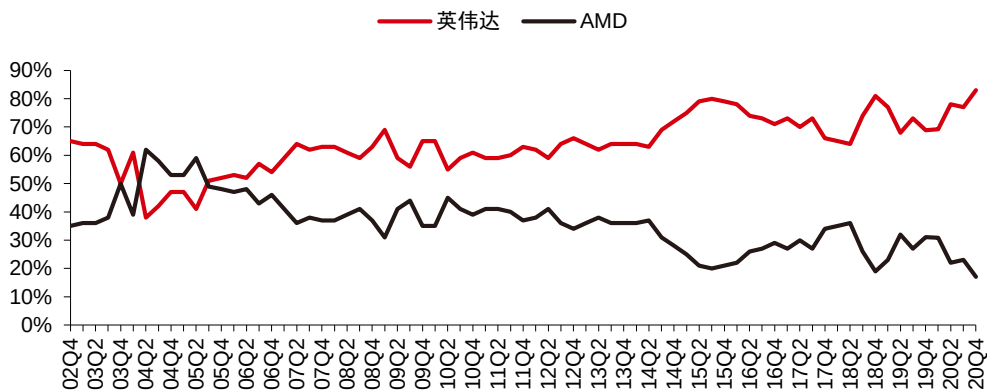
在 GPU 重要性和应用场景不断增加的背景下，英伟达已经成长为市值约 6000 亿美元的科技巨头，旗下多项业务在全球均处于领先地位，是全球最核心、具有稀缺性的 GPU 核心标的。

图 84：英伟达产品及主要应用场景



资料来源：英伟达年报，中信证券研究部绘制

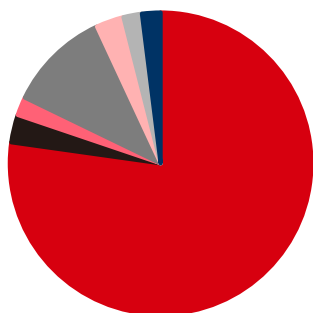
图 85：英伟达在全球 PC 独立显卡市场中处于绝对领先地位



资料来源：Mercury Research，中信证券研究部

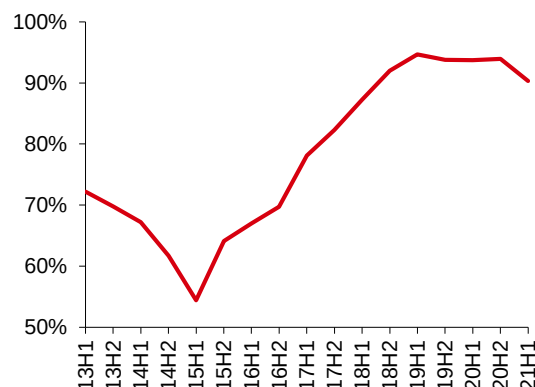
图 86: 英伟达在全球云厂商市场 AI 加速器市占率大幅领先 (2021Q1)

■ 英伟达 ■ 赛灵思 ■ AMD ■ AWS ■ GCP ■ 英特尔 ■ 其他



资料来源: Litr Insights, 中信证券研究部

图 87: 英伟达 GPU 产品在全球 Top 500 超算中心渗透率高达 90%



资料来源: Top 500.Org, 中信证券研究部

国产 GPU：起步追赶

相比于全球领先的 GPU 龙头，国内 GPU 行业处于起步阶段，尚未有能在市场竞争中有一定影响力的公司或产品出现。如上文所述，GPU 行业极高的壁垒也带来了国内企业进行追赶的极高难度。

在缺芯、国产替代、独立自主等词语和发展方向不断成为市场关注点的当下，虽然道阻且长，但行则将至，国内的一批 GPU 企业开始起步追赶。

表 18: 国内部分 GPU 行业公司情况

公司	公司和团队情况	业务情况	融资情况
摩尔线程	成立于 2020 年 10 月，致力于构建领先的中国视觉计算和人工智能领域计算平台，GPU 产品线主要包含通用图形计算和高性能计算。公司有覆盖 GPU 研发设计、生产制造、市场销售、服务支持等完整成熟的团队，团队核心成员主要来自英伟达，创始人、董事长张建中曾担任英伟达全球副总裁、中国区总经理	2021 年 11 月，公司宣布不到 300 天，首款国产全功能 GPU 研制成功，芯片内置自主研发的 3D 图形计算核心、AI 训练与推理计算核心、高性能并行计算核心、超高清视频编解码计算等核心	2021 年 11 月宣布完成 A 轮 20 亿融资，由深创投、红杉资本中国基金、GGV 联合领投，一年内累计融资达 30 亿元
沐曦	成立于 2020 年 9 月，致力于为异构计算提供高性能 GPU 芯片和解决方案。公司核心团队平均具有近 20 年 GPU 领域深耕的实际经验，曾主导过十多款世界主流高性能 GPU 产品研发，拥有十余年从高性能 GPU 设计到量产交付全流程经验	尚未发布相关进展	已完成天使轮、Pre-A、Pre-A+ 及 A 轮融资，其中，2021 年 8 月，沐曦宣布获得中国国有企业结构调整基金股份有限公司和中国互联网投资基金联合领投的 10 亿元 A 轮融资
燧原科技	成立于 2018 年 3 月，专注人工智能领域云端算力平台，硬件产品专注于 AI 加速卡方向。创始团队具有多年半导体行业经验，研发团队涵盖芯片硬件、产品系统、软件研发三个方向	公司在 2021 年 7 月发布第二代云端 AI 训练芯片“邃思 2.0”及训练产品“云燧 T20”，12 月，发布 12nm 工艺打造的第二代云端人工智能推理加速卡“云燧 i20”，实现了与目前业内 7nm GPU 相匹敌的计算能力	迄今为止共完成 5 轮融资，累计融资额超过 31 亿元人民币。最新的 C 轮融资金额约 18 亿元人民币，由中金资本旗下基金等领投
壁仞科技	2019 年 9 月成立于上海，公司将首先聚焦云端通用智能计算，逐步在人工智能训练和推理、图形渲染等多个领域赶超现有解决方案。团队由国内外芯片和云计算领域核心专业人员、研发人员组成	2021 年 10 月，公司宣布其首款高端通用 GPU “BR100” 交付流片，预计 2022 年面向市场发布。该芯片采用 7nm FinFET 工艺，完全依托壁仞科技自主原创的芯片架构	2021 年 3 月完成 B 轮融资，由中国平安、新世界集团、碧桂园创投联合领投，公司总融资额超 47 亿人民币

资料来源: 各公司官网, 中信证券研究部

图 88：燧原科技发布的云燧 i20 加速卡



资料来源：燧原科技官网

图 89：摩尔线程宣布其全功能 GPU 研制成功



资料来源：摩尔线程官网

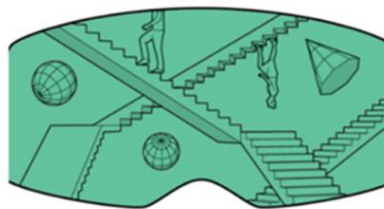
XR 产业：科技巨头持续投入，中长期机遇的竞争者

通常情况下，XR 产业可以分为 VR、AR、MR 三个方向，技术路线各有不同：VR 是指模拟产生一个三维空间的虚拟世界，显示在使用者佩戴在头部的 VR 头显上，提供视觉和听觉感官的模拟；AR 是指在现实世界上叠加生成的数字环境，提供虚拟显示叠加在现实世界之上的体验；MR 是指现实世界和虚拟世界融合后产生的新的可视化环境，显示的数字内容和现实世界内容能够实时交互。但整体来说，现在市场对于 VR 和 AR 区分较为明确，AR 和 MR 常混用或不明确切割。

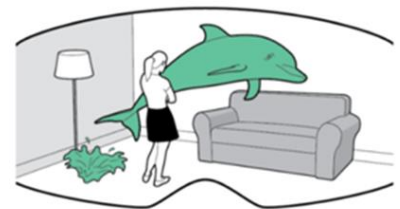
图 90：VR、AR、MR 内涵有所不同



增强现实
(Augmented Reality, AR)
以现实世界为主，叠加数字环境



虚拟现实
(Virtual Reality, VR)
完全的虚拟世界



混合现实
(Mixed Reality, MR)
现实世界与虚拟世界的融合

资料来源：Wired，中信证券研究部

全球科技巨头持续布局 XR 产业

元宇宙受到高度关注，其核心特点指引的 2D 到 3D 的视觉体验升级也逐步得到重视，当前互联网主流的终端设备，智能手机、平板电脑、PC 等，都尚只能提供 2D 平面视觉体验。当前主流设备的能力缺失与未来体验想象出现代际性差异，下一代智能终端的机会似乎已经初露头角，而全球科技巨头亦已进行了深度布局。

当前 XR 终端设备主要由科技巨头在持续布局和投入，当前有较为明确布局的是 Meta、苹果和微软。

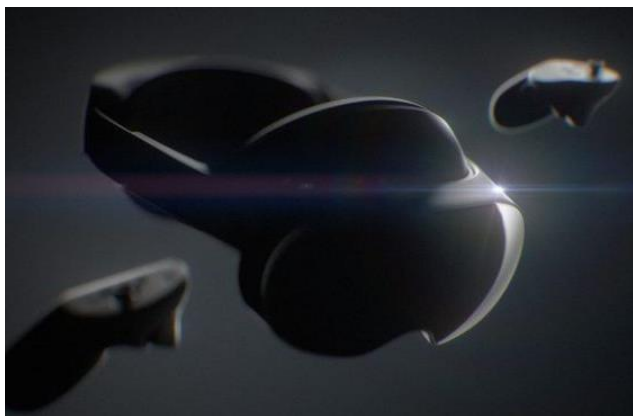
Meta (Facebook) 是当前全球绝对领先的 VR 终端商，根据 IDC 数据，Quest 2 占据全球 VR 出货量 50% 以上。高通 CEO 在 2021 年 11 月表示 Quest 2 已经售出超过 1000 万台，这意味着 2020 年 10 月发布的 Quest 2 年销量接近千万。在硬件设备销量增长的背景下，Meta 发布了一系列面向开发者的平台和工具，包括 Oculus Developer Hub、Presence Platform 等，助力开发者持续打造 VR 相关的软件开发生态。Meta 在 VR 硬软件领域持续投入多年，是当前 VR 终端设备的有力竞争者。

表 19: Oculus 出货量全球显著领先

品牌	2021Q1 出货量	2021Q1 市场份额	2020Q1 出货量	2020Q1 市场份额	同比增幅
Oculus	663,302	60.8%	215,803	28.7%	207.4%
DPVR	125,969	11.5%	60,562	8.1%	108.6%
Pico	97,230	8.9%	67,182	8.9%	44.7%
HTC	18,523	1.7%	37,506	5%	-50.6%
索尼	18,437	1.7%	91,702	12.2%	-79.9%
其它	166,683	15.3%	278,980	37.1%	-40.3%

资料来源：IDC，中信证券研究部

图 91: Meta 下一代 VR 头显 Project Cambria



资料来源：Meta Connect 大会

图 92: Oculus 应用在圣诞季位居美国 iPhone 免费榜前列(2021.12.26)

免费榜		竞争趋势	更多
数据更新时间：2021年12月26日			
1	Oculus	娱乐:1名	Meta Platforms, Inc.
2	YouTube: Watch, Listen, ...	摄影与录像:1名	Google LLC
3	TikTok	娱乐:2名	TikTok Ltd.

资料来源：七麦数据

苹果持续在 AR 领域投入多年，自 2017 年开始苹果就持续发布和更新 AR 的开发工具 ARKit，一方面注重软硬件等底层技术的开发，另一方面积极收购产业链相关公司，完善能力布局。从技术布局来看，苹果同时注重在软件、硬件中的储备和发展，有望在 AR 设备上延续其出众的硬件软结合能力。根据 Digitimes 报道和市场预期，苹果可能将于 2022 年发布第一代 VR/AR 设备、在 2023 年正式上市销售，并于 2024 年发布第二代 AR 眼镜，苹果在智能手机、智能无线耳机、智能手表等领域都展现了定义硬件赛道的能力，市场对苹果的 AR 产品期待度较高。

表 20：苹果在 AR 相关核心环节投资/并购

时间	公司	投资/收购	核心技术领域
2020	JDI	2 亿美元投资	显示 - MicroLED
2018	eMagin	投资	显示 - OLED-on-Silicon
2018	AKONIA	收购	光学 - 光波导
2017	InVisage	收购	传感器 - 图像传感器
2014	LuxVue	收购	显示 - MicroLED
2013	PrimeSense	收购	传感器 - 3D 传感器

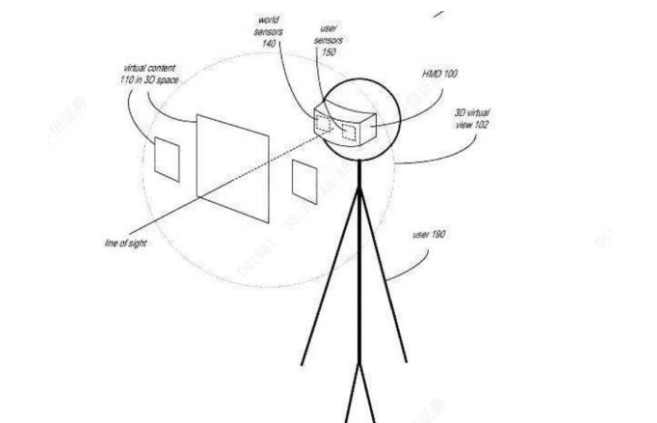
资料来源：VR 陀螺，中信证券研究部

图 93：ARKit 的叠加现实显示星空星座的示意



资料来源：苹果官网

图 94：苹果申请的 See-through 专利图，有望落地为产品



资料来源：美国国家专利局，天眼查，中信证券研究部

微软在 MR 领域投入较多，MR 产品 HoloLens 于 2019 年发售第二代，售价达到 3500 美元的高价，仅面向 B 端客户发售。在 2018 年向美军供货 HoloLens 的改装军用版本 IVAS 后，2021 年 4 月，美军表示 IVAS 已从原型阶段进入生产部署阶段，微软与美军已正式签订供货合同，合同为十年期，价值 219 亿美元。2021 年 5 月，公司确认正在开发下一代产品 HoloLens 3，并预计将有消费者版本。从众多技术发展历史来看，“军用-民用”的发展路线并不罕见，微软有望在 MR 终端设备上走出类似的路径。

图 95：基于 HoloLens 2 的医疗保健业 MR 解决方案



资料来源：微软官网

图 96：供货美军的 IVAS 原型机



资料来源：IT 之家

中国市场上，字节跳动在 2021 年 8 月以 90 亿人民币的高价格收购了国内领先的 VR 厂商 Pico，加强在 VR 终端设备上的布局。国内其余 VR/AR 终端厂商较多处于 B 轮融资

阶段，集中在研发布局上，在市场上进行直接销售的产品较少。整体来看，国内 XR 终端设备厂商在出货量、技术能力、成本等方面，离科技巨头尚有距离。

表 21：2021 年国内 XR 终端主要融资情况

时间	公司	融资情况	主营领域
2021.1	爱奇艺 VR	数亿元	VR 硬件/内容
2021.2	NOLO	2000 万美元 B 轮	VR 终端
2021.3	Pico	2.42 亿元 B+轮	VR 终端
2021.3	Nreal	B2 轮	AR 终端
2021.8	Pico	90 亿元收购	VR 终端
2021.9	Nreal	超 1 亿美元 C 轮	AR 终端

资料来源：天眼查，各公司官网公告，中信证券研究部

关键技术节点临近，与巨头产品线预期吻合

如我们在前文总结，VR 的多项技术已经逐渐进入落地阶段，可以实际应用在产品中。当前节点，AR 光学和显示的相关技术仍处于研发状态中，但随着产业发展，已经逐步看到落地的可能。

对于 AR 终端设备，当前受到行业较为认可的解决方案是“光波导+MicroLED”，其中表面浮雕光栅衍射光波导已经逐步具备初步量产条件，MicroLED 尚处于研发状态中、正处于从样品到商品的过程。根据半导体分析机构 Yole 预测，2022 年至 2023 年，MicroLED 的应用将有望看到较大突破，到 2025 年，Micro LED 能够逐步进入商业化。

表 22：光波导主要方案

光波导	几何光波导	图像质量好，但工艺复杂、制作难度大，量产难度较大	
	衍射光波导	表面浮雕光栅波导	基本具备初步量产条件
		全息体光栅波导	成像质量较好，尚未量产

资料来源：中信证券研究部

表 23：AR 显示屏方案对比

参数	OLED-on-Silicon	DLP	LCOS	MicroLED
像素	中	中	中	高
亮度	低	中	中	高
对比度	高	中	低	高
功耗	低	中	中	低
技术成熟度	中	高	高	低
AR 应用情况	亮度问题无法在户外使用	当前解决方案之一	当前解决方案之一	最佳方案，市场加速研发布局中

资料来源：中信证券研究部

同时，我们也看到包括苹果、微软、谷歌、Meta、索尼、三星等在内的全球科技巨头，近年通过自主研发和投资持续投入光波导和 MicroLED 领域，有望进一步加速相关关键技术的落地。

表 24：科技巨头持续投入光波导领域

公司	时间	事件	投资/自研成果
苹果	2018.10	苹果收购 AR 镜片初创公司 Akonia Holographics，专注于开发 AR 光波导显示技术	收购
	2021.01	苹果申请一篇标题为“在光子集成电路（PIC）上实现像素阵列”的光波导专利，有望降低 AR 头戴式设备的重量	自研成果
微软	2019.02	Hololens 2 发布，凭借微软研发的新光波导显示方案，产品能够实现 52 度视场角	自研成果
	2019.07	微软发布新 HoloLens 专利，用多层光波导实现 140 度 FOV 对角视场	自研成果
谷歌	2014.10	谷歌斥资 10 亿美金投资 Magic Leap，致力于研发全息光栅 AR 光波导	投资
	2020.07	谷歌宣布拟 1.8 亿美元收购 North，开发基于光波导技术的智能眼镜产品	收购
Meta	2019.01	Meta 大视场角光波导 AR 显示屏专利公布，视场角可达 72 度	自研成果
	2021.09	Meta 收购企业级 AR 头显开发商 DAQRI 的 AR 专利组合，包含多项光波导技术专利	收购
三星	2021.11	三星领投 AR 显示器商 DigiLens D 轮融资，并就光波导研发展开合作	投资
索尼	2017.01	索尼投资 AR 显示器商 DigiLens	投资

资料来源：路透社，微软官网，腾讯科技，VR 陀螺，新浪 VR，中信证券研究部

表 25：科技巨头持续投入 MicroLED 领域

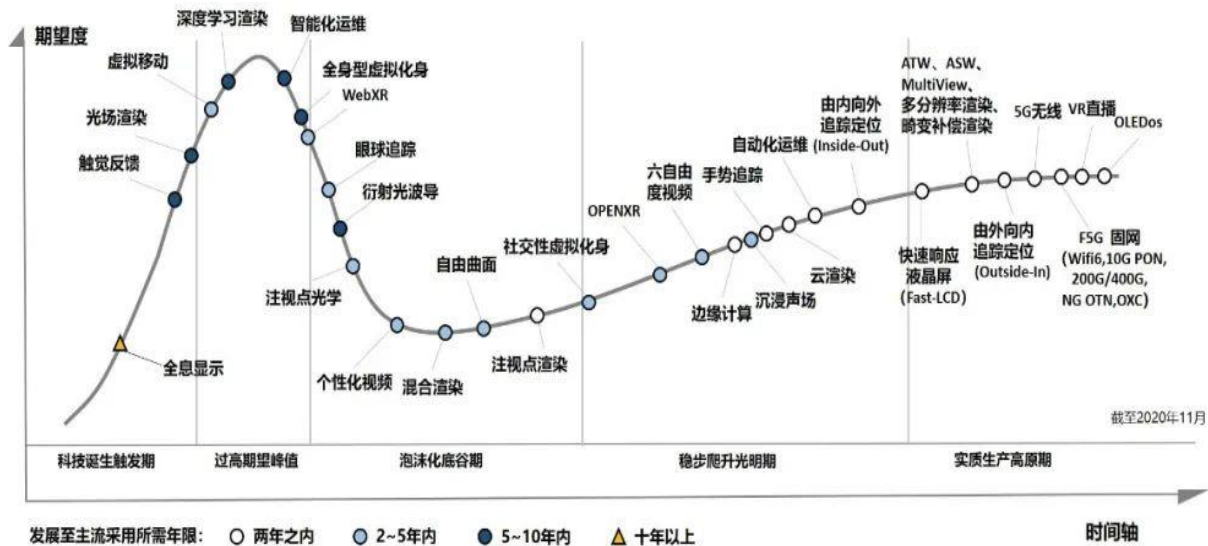
公司	时间	事件	投资/自研成果
苹果	2014.05	苹果收购 MicroLED 初创公司 LuxVue	收购
	2019.05	苹果获得“MicroLED Display”和“Micro-light Emitting Diode with Metal Side Mirror”两项专利，该技术是 MicroLED 的最具挑战性的生产过程之一	自研成果
	2020.06	苹果宣布投资 3.3 亿美元在中国台湾建立 MicroLED 工厂	投资
	2021.02	苹果最新“堆叠混合 MicroLED 像素结构”专利公布	自研成果
微软	2020.09	微软 HoloLens 团队发明基于 MicroLED 的轻便型 AR 光学方案	自研成果
谷歌	2017.08	谷歌以相当于 1.2 亿瑞典克朗注资了 MicroLED 制造商 Glo 公司	投资
Meta	2016.10	Oculus 收购爱尔兰 LED 初创公司 InfiniLED，共同研究低功耗 Micro LED	收购
	2020.03	与英国 AR 显示屏厂商 Plessey 签订了独家协议，合作推出 Micro LED 眼镜	投资
	2021.12	Meta 收购 AR/VR 变焦透镜厂商 Imagine Optix	收购
三星	2018.02	三星电子与厦门三安光电签署长期协议，共同开发 MicroLED 显示器	投资
	2019.10	三星开始在全球销售其基于 MicroLED 的“The Wall”显示系统	自研成果
	2022.01	三星推出 110 英寸、101 英寸和 89 英寸三种规格的 MicroLED 产品	自研成果
索尼	2012	索尼在全球率先展出 55 英寸的 MicroLED 电视，最早将 Micro LED 引入商用	自研成果
	2021.10	索尼与美国 Mechdyne 合作的 8K 曲面 Crystal LED 显示屏落地，核心技术为 MicroLED	自研成果

资料来源：电子说，AppleInsider，LED 在线，青亭网，搜狐网，中信证券研究部

根据中国信通院 2020 年编制的虚拟现实技术成熟度曲线，衍射光波导等关键技术有望在 5 年左右的维度发展至主流；根据半导体分析机构 Yole 预测，2025 年 MicroLED 能够逐步进入商业化。相关关键技术的时间点预测与全球科技巨头在相应产品上的布局较为吻合。

我们认为，2025 年发售的 AR 终端产品将成为较为关键的市场节点，有望看到“光波导+MicroLED”的消费级产品受到市场关注，在使用体验上有极大的提升，并进一步探寻行业的长期发展方向。

图 97：虚拟现实技术成熟度曲线（2020）



资料来源：中国信通院

发展判断：VR 首先落地，AR/MR 远期想象空间巨大

考虑到当前产业和技术的实际情况，我们认为，VR 终端仍将成为 XR 产业中短期落地的主要设备形态，并随着应用生态的丰富，有望进一步满足用户的娱乐需求，并开始尝试探索 3D 社交、办公等领域的应用情景。

中长期维度，我们认为，突破技术创新点后的 AR/MR 产品，将在使用体验上大幅升级，带来的数字与现实结合的用户体验，在日常生活、娱乐、社交、工作应用、工业生产等多方面开始逐步深入应用，并最终完成元宇宙 2D 到 3D 的核心特质，提供全新的终端体验，最终，呈现对智能手机的替代趋势。

回顾手机发展历程，我们总结出了一些看法：

- 1) 在发展早期，售价不是最关键的因素，能够提供更好的用户体验才是核心；
- 2) 一旦进入使用舒适区，重量将不再关键；
- 3) 交互手段将逐渐靠近人类行动本能，注重看、说、动作的表达，而非点击；
- 4) 社会的主流设备需要能够满足生活生产需求，娱乐只是一个分支。

表 26：手机各阶段具有代表性的产品

	手提电话	彩屏手机	摄像头手机	蓝牙手机	iPhone 诞生	3G 手机	4G 手机	面部识别手机	折叠屏手机
诞生年份	1983	1998	2000	2001	2007	2008	2010	2017	2020
代表厂商	摩托罗拉	西门子	夏普	爱立信	Apple	Apple	HTC	Apple	华为
代表产品	DYNATAC 8000X（大哥大）	西门子 S10（三色彩色屏幕）	夏普 J-SH04（11 万像素）	爱立信 T36	第一代 iPhone	iPhone 3G	HTC EVO 4G	iPhone X	华为 Mate Xs
通信频段	1G	2G	2G	2G	2G	3G	4G	4G	5G
重量	约 900 克	185 克	139 克	150 克	135 克	133 克	170 克	174 克	300 克
售价	3995 美元	约 3000 美元	约 2000 美元	约 2000 美元	499-599 美元	199-299 美元	599 美元	999-1149 美元	16999 人民币
交互手段	按键	按键	按键	按键	屏幕	屏幕	屏幕	屏幕、摄像头、语音	屏幕、摄像头、语音
主要用途	通话	通话、通信	通话、通信	通话、通信	通话、通信、网络浏览	通话、通信、网络浏览	通话、通信、更丰富网络功能	通话、通信、应用生态	通话、通信、丰富的应用生态

资料来源：太平洋电脑网，中关村在线，华为官网，苹果官网，中信证券研究部

同时，回顾手机出现爆发性增长的时间点，2007 年 iPhone 问世，并未成为全球爆款，2009 年发布的 iPhone 3GS、2010 年发布的 iPhone 4，带动智能手机进入爆发性增长轨道。

如以 iPhone 的发展节奏类比于 AR/MR 设备可能的节奏，我们认为，当前处于第一代产品将要出现的阶段。同时，由于软硬件等多因素限制，第一代产品将较难直接放量增长，但不断推进的代际更迭将带动 AR/MR 软硬件体验不断升级，并最终成为市场主流。

从时间点上来看，我们综合预测，2025 年发售的 AR/MR 设备将成为关键的市场节点，验证关键技术和核心用户体验，2025-2030 年阶段，AR/MR 设备整体有望看到出货量的显著增长。

VR/AR 出货量及市场空间

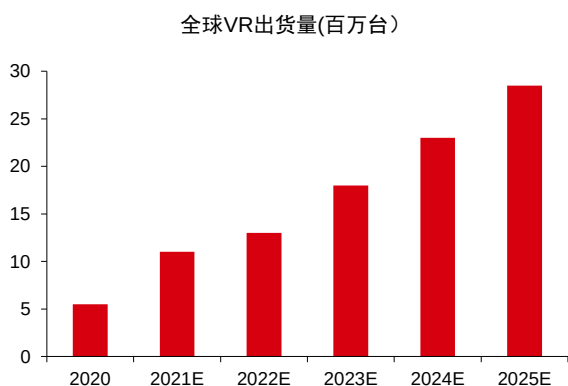
IDC 预测，全球 VR 出货量将于 2021 年超过 700 万台，并于 2025 年达到 2500 万台以上，2021-2025 出货量 CAGR 超过 40%。同时，全球 AR 设备出货量有望从 2020 年不足百万台的量级，到 2025 年增长至超过 2000 万台。考虑到高通 CEO 在 2021 年 11 月投资者日表示 Quest 2 已经售出超过 1000 万台和 Oculus 应用在圣诞季的良好表现，我们在 IDC 数据的基础上，上调 2021 年 VR 出货量估计至 1100 万台。

对于 2025 年的出货量预测，综合考虑 Meta 下一代头显带来的体验升级、转化为出货量增长预期，苹果相关产品的可能性预期，微软的 MR 产品在中期进入消费级市场的可能性，并结合 VR/AR/MR 在游戏、视频、智能汽车等领域扩展应用范围的可能性，我们看好 VR/AR/MR 总计年出货量在 2025 年超过 5 千万台。

ASP 方面，综合考虑当前市场 Quest 2 售价 299 美元起、下一代 VR/AR 产品硬件成本预期大幅超过当前产品、早期产品采用价格补贴的可能性等众多成本和市场销售策略的因素，我们认为当前较难对 ASP 做出比较确定的预测。

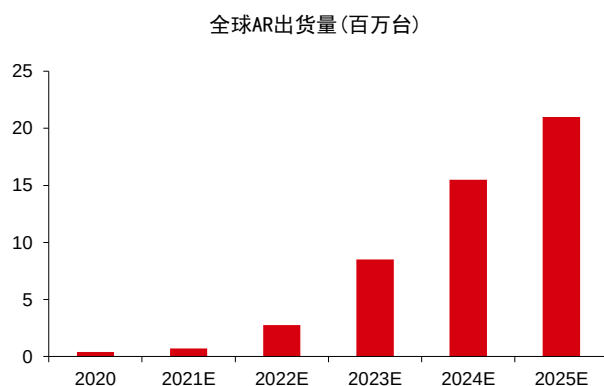
整体看来，2025 年的 VR/AR 终端设备市场有望达到数百亿美元的市场规模。

图 98：全球 VR 出货量预测



资料来源：IDC（含预测），中信证券研究部

图 99：全球 AR 出货量预测



资料来源：IDC（含预测），中信证券研究部

表 27：VR/AR 市场规模量级计算

年份	VR 出货量（百万台）	VR 设备 ASP（美元）	AR 出货量（百万台）	AR 设备 ASP（美元）	VR/AR 终端市场规模（亿美元）
2021E	11	300	0.7	1500	44
2022E	13	300	2.75	1425	78
2023E	18	300	8.5	1354	169
2024E	23	300	15.5	1286	268
2025E	28.5	300	21	1221	342

资料来源：出货量为 IDC 预测，ASP 为中信证券研究部用于计算市场规模量级的假设值、不代表预测，市场规模为中信证券研究部预测 注：为便于计算市场规模量级，假设 VR 设备维持 300 美元的 ASP，AR 设备 2021 年 ASP 为 1500 美元，并以每年 5% 的速度下降

机遇：设备、操作系统及电子产业链

在 XR 产业的发展中，在终端设备层面，我们认为会出现三个方向的机会：

1. 终端设备商

长期看来，VR/AR 终端设备商，特别是能够引领行业发展、定义赛道的终端设备商，将有极大可能在发展中切割高额的终局价值。

考虑到 VR/AR 设备在技术、供应链、应用等各方面要求较高，同时行业发展路径具有不确定性，亦需要有能力持续大量的投入，我们认为中期主要的竞争者将是当前市场上已经有密切布局、有实质性积累的科技公司，中期建议关注苹果、Meta、微软等有相应布局的科技巨头。同时，我们亦对国内 VR/AR 终端行业的发展保持谨慎乐观。

2. 下一代操作系统

VR/AR 终端设备的硬件、平台、交互模式等方面与智能手机有极大区别，如同 PC 到智能手机带来的系统变迁，新一代的智能交互终端也极有可能带来下一代操作系统。操作系统作为软件运行的基础，本身也具有极大的终局价值。

当前 XR 操作系统尚在早期阶段，市场上没有明确的相关系统或产品出现。从发展趋势来看，我们认为，XR 操作系统可能维持移动时代的情况，一方面，销量和体验领先带来的相对封闭的系统，在软硬一体化上深度探索；另一方面，完全开源、开放给全球终端设备商使用的完全开放系统。

3. 电子产业链

伴随终端设备出货量的增长预期和技术研发需求，电子产业链相关公司亦将有望长期受益。自终端设备向上游追溯，我们认为 OEM/ODM、芯片、光学、显示等环节将持续受到关注，建议关注产业链上具有明确能力布局和占位逻辑的标的。

表 28：VR/AR 终端硬件产业链相关公司

	环节/公司
终端品牌	Meta、苹果、索尼、微软、谷歌
	Pico、NOLO、Nreal、华为、Vivo、小米
OED/ODM	歌尔股份、和硕
芯片	高通、苹果
光学	舜宇光学、玉晶光电、歌尔股份、水晶光电
显示	京东方、韦尔股份、TCL、索尼、歌尔股份

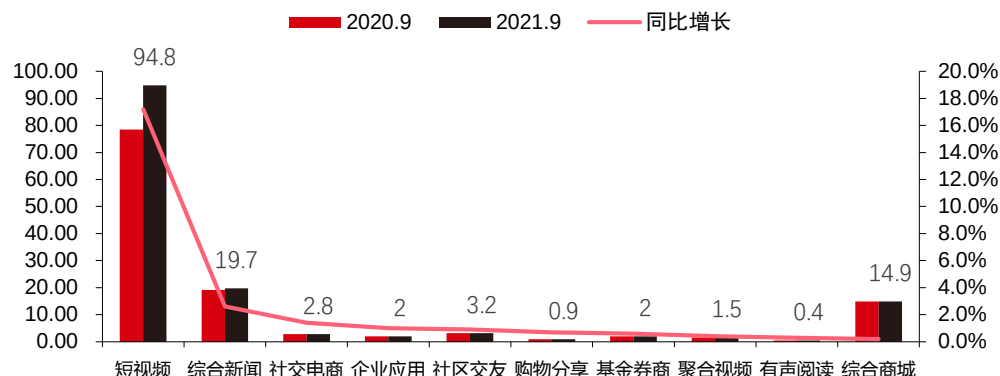
资料来源：中信证券研究部

UGC 发展：数字内容生产方式转向，带来变革与机遇

UGC（User generation content）即用户创作内容，主要指由应用的用户自行创作并发布的文字、图片、音频、视频等内容，与之相呼应的是 PGC（Professional Generated Content）和 PUGC（Professional User Generated Content），分别指由专业创作者创作的内容和专业用户创作的内容。在当前互联网中，例如腾讯视频的电视剧、腾讯游戏产品等就是典型的 PGC 内容；抖音、Bilibili 等平台中带有一定专业能力、拍摄能力、制作能力的专业用户生产的内容是典型的 PUGC 内容；普通用户生产并上传公开的内容，可以理解为 UGC 内容。

在互联网的发展中，长期以来，PGC 内容都占据着主导地位，长视频、音乐、游戏等行业都长期以互联网公司作为内容提供商的模式运行。2017 年开始，短视频行业逐渐发展，丰富的 PUGC 和 UGC 内容，加上算法推荐和内容标签，迅速成为了全球互联网的热门新兴赛道。2020 年 9 月，抖音官方宣布，包括抖音火山版在内，抖音的日活跃用户已经超过了 6 亿；2021 年 9 月，TikTok 首席运营官宣布 TikTok 全球月活跃用户已经超过 10 亿。我们看到，PUGC、UGC 内容与算法结合，在全球范围已经充分展现了影响力和对互联网用户的吸引力。

图 100：2021 年 9 月中国网民人均使用时长同比增长 Top 10 行业（分钟）



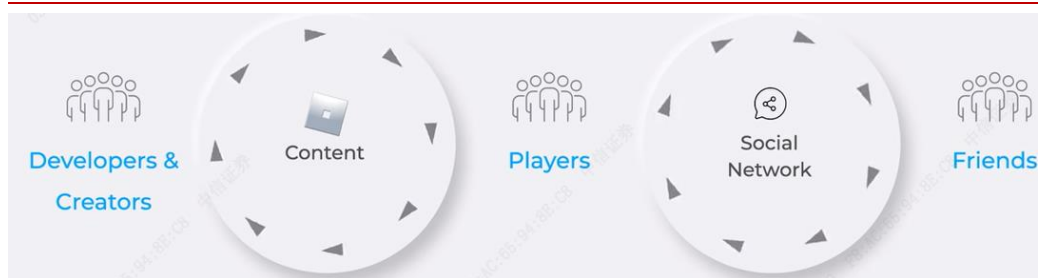
资料来源：极光，中信证券研究部

以 Roblox 为例：UGC 平台+经济系统模式

Roblox 以元宇宙为旗帜上市，同名产品 Roblox 本身是一个提供在线游戏、游戏创作和社交的平台，产品形态以游戏为主，其中大多数作品都是用户自行创作的。在游戏中，用户可以开发各种形式类别的游戏、供其余用户游玩，同时也可以在游戏中进行消费。当前，Roblox 主要面向儿童和青少年群体。

Roblox 受到市场高度关注的重要原因，是其成功打造了一个包含经济系统在内的 UGC 平台，成功构建了一个良性的“用户娱乐/用户社交 – 用户消费 – 创作者获得收入 – 创作者进一步创作更好的内容 – 用户参与度增加”的循环。同时，用户和创作者的身份可以在 Roblox 中同时存在、随时切换。

图 101：Roblox 打造的创作者 – 用户 – 社交生态

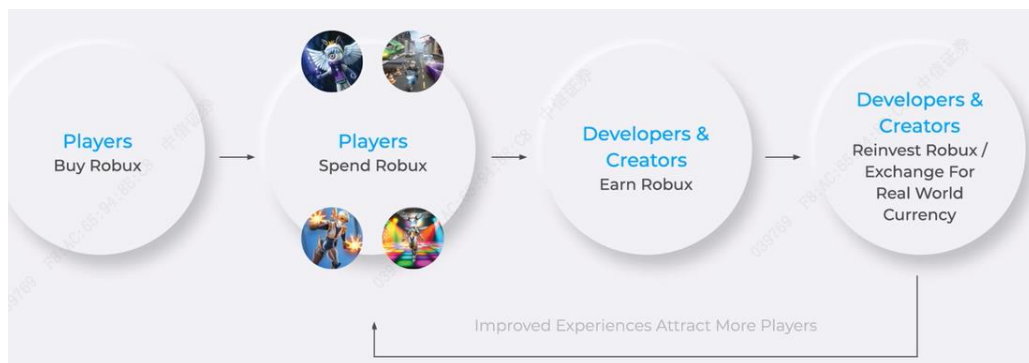


资料来源：Roblox 投资者日大会

在 Roblox 中，配合 UGC 平台的属性，产品成功打造了一个良性的经济系统循环。在用户于 Roblox 中游玩时，可以使用现实货币购买平台虚拟货币 Robux，之后可以使用 Robux 去购买创作者创作的游戏、游戏内虚拟道具、个性化虚拟形象等各种游戏内容。当用户消费行为发生时，Roblox 会按消费内容和金额，将一定比例的 Robux 分成给内容创作者，内容创作者可以将这些 Robux 转化成为现实货币，从而获得现实受益。当然，内容创作者也可以将分成的 Robux 用于游戏内消费。

这一套较为完善的经济系统设计，配合 UGC 平台属性，将创作者的积极性充分调动，为用户提供更有吸引力的内容，好的内容又进一步吸引用户和增加黏性，形成了良好的循环。

图 102: Roblox 围绕用户行为打造的经济良性循环



资料来源：Roblox 投资者日大会

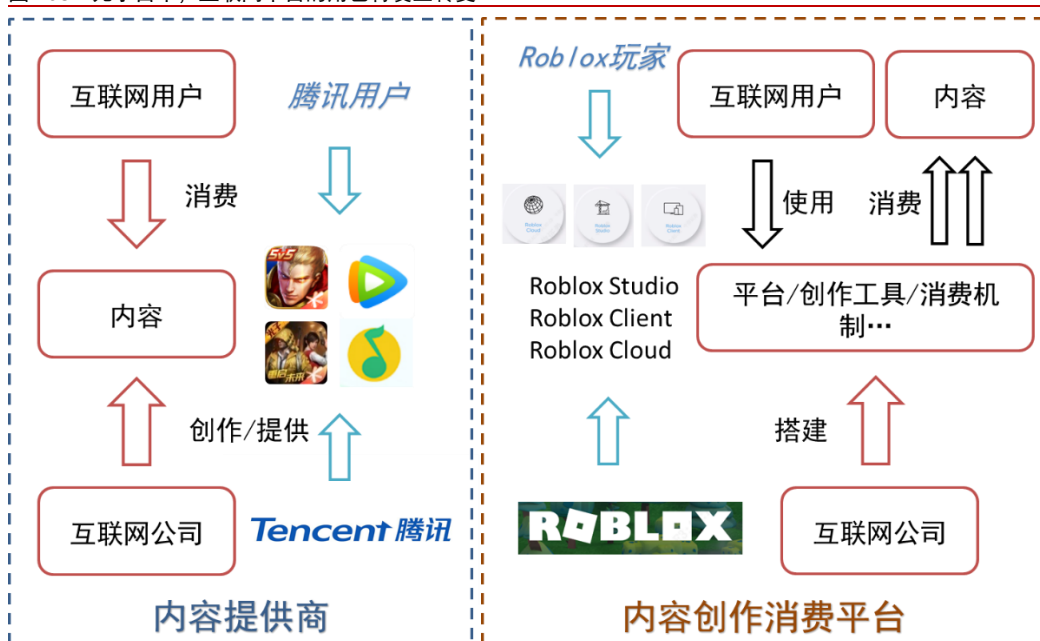
当然，打造能够正向循环的 UGC 平台并非易事，Roblox 自 2006 上线后便一直致力于提供一个有充分创作自由度、适合青少年玩的游戏产品。同时，Roblox 打造了 Roblox 客户端（适配多平台）、Roblox Studio、Roblox Cloud 三大基础设施，来尽量降低 UGC 内容的创作门槛、为创作者提供尽量多的保障：

- Roblox 客户端：支持 PC、手机、主机、VR 的多平台用户终端，提供跨平台同步的用户体验，用户无论在哪个平台登录游戏，都可以同步自己账号的所有体验和设置，也即是当前游戏行业受到较多关注的跨平台游戏的概念；
- Roblox Studio：用于提供给创作者进行内容创作、构建、发行、运营的工具平台，其性质介于游戏引擎和内容编辑器之间。Studio 使用 Lua 语言，学习成本相对较低，并且包含众多较为通用的游戏编程模块，比如背包、聊天等，为内容创作者，特别是 Roblox 面向的青少年群体，提供了较为友好的创作体验。同时，其教程、社区论坛、发布、运营等也是一站式服务，免去通常游戏发行会遇到的许多实际问题。
- Roblox Cloud：由 Roblox 自行开发的云架构，基于其自有基建，具备全球服务能力，为用户提供快速相应的游戏服务。

互联网平台公司角色转变

向元宇宙发展的过程中，我们认为，UGC 将逐渐成为互联网内容的重要组成部分。未来，用户既是内容消费者，同样也可以是内容的生产者；互联网平台类公司的角色，将从现在的内容提供商向内容创作消费平台演进，更可能像是元宇宙时代的基础设施。

图 103：元宇宙中，互联网平台的角色将发生转变



资料来源：Logo 来自各公司官网，中信证券研究部绘制

当前 3D 数字内容的创作门槛极高，3D 模型、贴图、渲染、动作、调试、运行等多环节都还处在需要专业团队合作完成的阶段，离用户创作还有较大的距离。从内容提供商向内容创作消费平台转变，需要平台公司在创作工具、商业模式等多方面进行大量突破。但从终局来看，UGC 所带来的内容生产力、内容丰富度、同用户现实生活的贴切度、及时性、多类型用户的需求匹配性等许多方面，是纯 PGC 难以比拟的。

向元宇宙发展的过程中，我们认为互联网平台公司的属性将随之转变，从内容提供商向内容创作消费平台演进，而终局的元宇宙平台，也将同现在的互联网平台一样，具备极大的价值切割能力，成为投资的核心机遇之一。

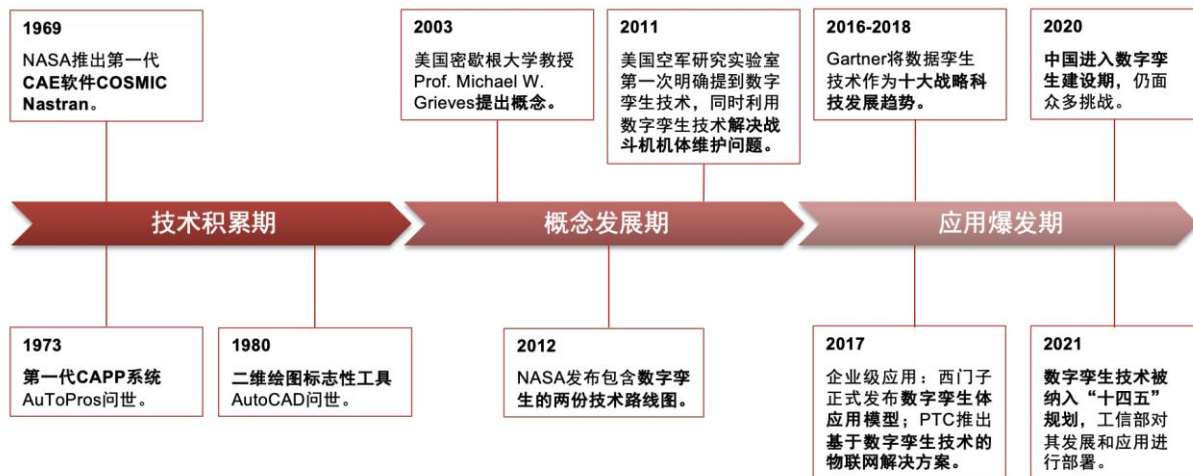
数字孪生：产业数字化转型，连接数字与现实

历史发展：起源于军事和航天领域的数字化技术

数字孪生概念早在 1970 年就已经被用于航空及空军领域。2016 年，Gartner 将数字孪生技术作为十大战略科技发展趋势。众多软件、互联网企业开始将数字孪生技术进行企业级应用。2021 年，数字孪生技术被列入“十四五”规划中，其应用将渗透到各行各业中。

数字孪生的发展历经三个主要阶段。第一阶段为技术积累期，在 21 世纪前，二维绘图工具以及仿真技术的出现成为数字孪生发展的必要条件；第二阶段为概念发展期，2000-2015 年，业界以航空及军事领域为代表提出了一些列数字孪生的基本概念；第三阶段为应用爆发期，数字孪生结合航空航天、工业、医疗等领域拓展更多的应用场景。

图 104：数字孪生历史发展阶段



资料来源：工业 4.0 研究院，中国移动研究院《数字孪生技术应用白皮书 2021》，中信证券研究部

本质内涵：连接数字与现实的桥梁

数字孪生是连接数字与现实的桥梁。数字孪生是将物理实体数字化，通过可视化的方式实现对本体全生命周期的动态映射及交互。通过数字孪生，现实世界中的物理实体可以被完整复刻在虚拟世界中，形成现实与虚拟之间的映射关系。虚拟世界实时且精确地映射物理世界的整个生命周期，以达到模拟、监测、预测和优化等目的。

用户、数字孪生核心、数据采集与控制、跨域四大实体支撑数据孪生架构，目前应用于智慧城市建设、工业设备制造、医疗、交通、房地产等行业。

完整的数字孪生技术一般包括复刻、实时运行和反馈体系三大要素。数字孪生通过建模技术将物理参数数字化、可视化，实现对全局模型的掌握；通过网络传输传感器的实时数据，实现对模型的动态数据管理及全生命周期的把控；通过智能算法，对及时信息产生判断做出决策，对未来的场景提供预测和指导，并反馈到物理实体端实现完整闭环链路。

图 105：数字孪生概念图



资料来源：Kongsberg

发展现状：政策支持数字孪生建设，千亿规模赛道已然开启

欧美全面布局数字孪生，国内政策端积极推动数字孪生发展。在数字孪生领域，欧美发展较早且较快，目前以美国和德国为代表的国家，正全面布局数据孪生产业，并加快建设步伐。我国自 2019 年，发改委、工信部、国资委等陆续出台相关文件，推动数字孪生技术发展。2021 年，我国将数字孪生技术写入“十四五”规划，作为建设数字中国的重要发展方向。工业互联网联盟增设数字孪生特设组，开展数字孪生技术产业研究，推进相关标准制定，加速行业应用推广。

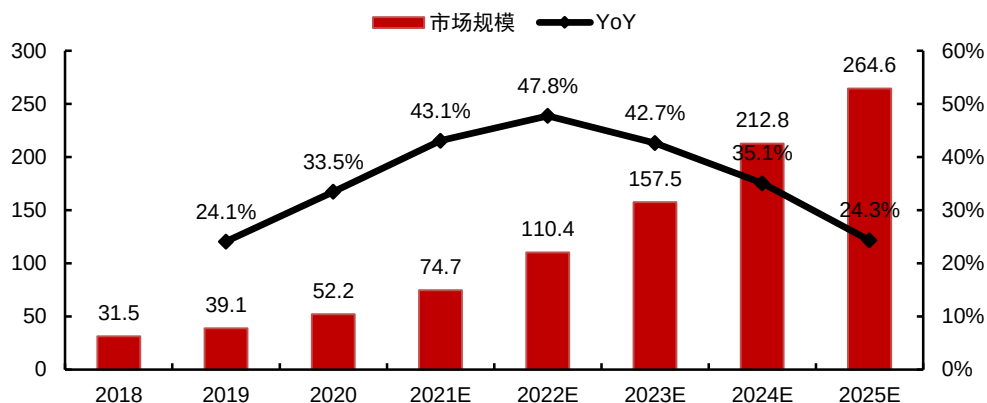
表 29：国内数字孪生相关政策沿革

时间	单位	事件
2019.10	发改委	《产业结构调整指导目录》将物联网、数字孪生、CIM 等设立为鼓励产业
2020.04	住建部	2020 年九大重点任务提出“加快构建部、省、市三级 CIM 平台建设体系”：出台《城市信息模型 CIM 基础平台技术导则》
2020.06	工信部	强调前瞻部署一批数字孪生等新技术应用标准
2020.09	国务院	《国有企业数字化转型工作通知》明确强化数字孪生支撑能力
2020.09	国务院	将数字孪生写入《“十四五”规划》，提出加快数字化发展，建设数字中国，探索建设数字孪生城市
2021.09	工信部、住建部	《物联网新型基础设施建设三年行动计划》指出加快数字孪生技术研发与应用

资料来源：中国移动研究院《数字孪生技术应用白皮书 2021》，中信证券研究部

全球数字孪生市场规模快速增长。根据 IDC 数据，2020 年全球数字孪生市场规模为 52.2 亿美元；预计 2021 年，全球数字孪生市场规模将达到 74.7 亿美元，同比增长 43.1%；预计 2025 年整体市场规模将达到 264 亿美元，2021-2025 年的 CAGR 为 37.19%，行业有望持续良好发展。IDC 预测，2022 年，中国将有 30%的城市开始使用数字孪生的数字空间规划工具，以加快社会经济从疫情中逐步复苏；2024 年，中国约 40%的城市将通过人工智能及数字孪生技术实现现实世界与虚拟世界的融合，提高城市运行效率。

图 106：全球数字孪生市场规模（单位：亿美元）



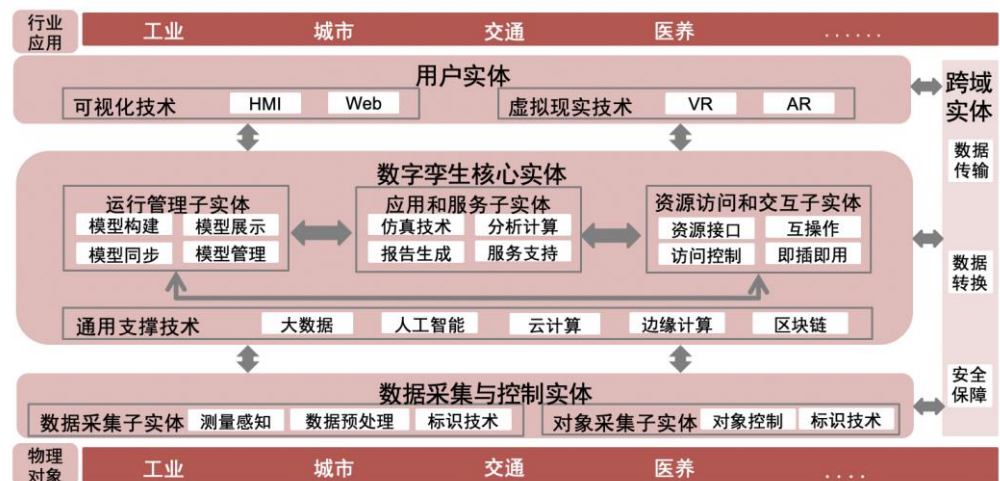
资料来源：IDC（含预测），中信证券研究部

数字孪生底层：四大技术层级与三个发展维度

数字孪生技术架构主要包含四大技术层级。从数字化物理实体到最终的应用分别为数据采集、控制实体、核心实体、用户实体、跨域实体。核心实体和跨域实体构成了数字孪生的核心技术，数据采集与控制实体是数字孪生的基础技术。

1. 数据采集与控制实体：测量技术，对物理实体进行分模块标识，精准测量并形成数字化数据；
2. 核心实体：通用支撑技术与建模仿真技术，其中通用支撑技术包括大数据、云计算、人工智能、区块链等技术内容；
3. 用户实体：HMI、Web 等可视化技术，以及 AR、VR 虚拟现实技术，用以实现人机交互的功能；
4. 跨域实体：数据传输及转换的实时通讯技术，实现多维数据的融合和互通。

图 107：数字孪生技术架构



资料来源：中国移动研究院《数字孪生技术应用白皮书 2021》，中信证券研究部

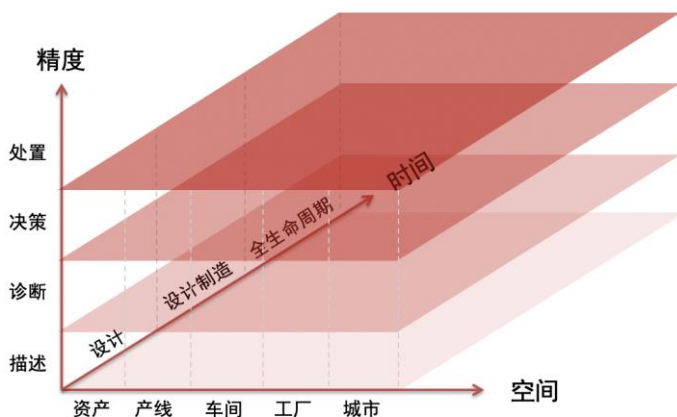
数字孪生基础技术包含数据采集层面的测量技术，以及人机交互层面的可视化、虚拟现实技术。核心技术包含建模、仿真以及多元数据的融合处理。基础技术的不断创新是数字孪生发展的底层源动力，核心技术是数字孪生发展的关键引擎。

测量决定数字孪生的精度。测量技术包含了标识和数字化两部分。首先对物理实体中的各组成要素进行标识，即对各要素进行“身份信息”登记，要求一物一码，从而实现全局的精准化映射关系。接下来通过对传感器获取的各种信息，包括视频、图片、数值数据等进行预处理，提取关键信息，进行数字化处理，实现对物理实体的数字化解析。

建模和可视化技术突破了空间领域的限制。人机交互为人参与决策流程提供便捷方式。与传统二维平面视图不同，虚拟现实技术可以实现三维空间的可视化，进一步提升数字孪生的直观性应用效果。三维建模技术的发展为不同的空间丰富了应用场景的可能性，如城市、机械、人体、车间、产线等。通过提取三维信息，将其使用可视化方式呈现，便于实时观测监察以及做出对未来的预测。

网络和数字孪生仿真技术提供时间维度的输出。数字孪生的核心本质是将物理实体进行数字化映射，对本体进行模型化。建模和仿真是其中的关键环节。传统的仿真技术通过输入信息，调节参数，输出模型测算结果，停留在了静态的调配阶段。而数字孪生仿真技术要求实现动态范围内的实时输入及输出，通过再结合人工智能等技术实现自我控制与调节。网络技术的突破使物理世界产生的信息流及时传输到数字端，从而实现动态观察。

图 108：数字孪生技术的三个维度



资料来源：中国信通院《工业数字孪生白皮书 2021》，中信证券研究部

应用：加快产业数字化转型，多领域融合发展

数字孪生助力产业数字化转型。在以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的宏观背景下，国家强调实体经济的高质量发展。作为企业数字化转型的关键技术，数字孪生在设计、制造、诊断、维护、优化等方面提供全方位解决方案，为企业节约开支，提升生产效率等方面创造价值，实现数字经济与实体经济的融合发展。

表 30：数字孪生应用价值

应用场景	应用价值
设计制造	减少实物实验次数，降低测试成本；改善产品设计，实施高效变更
诊断维护	及时发现问题发生根源，减少诊断维护成本；创建历史档案，掌握全局数据资料
预警预测	实时观测零部件稳定性，提前预测损坏风险，提供决策指导
控制优化	掌握全局发展动态，提供优化方案；节约资源能源，提高运行效率

资料来源：中信证券研究部

根据埃森哲数据，在产品设计研发阶段，数字孪生帮助企业的研发效率提升 10%以上；在生产制造环节，帮助企业减少 30%的生产错误，处理时间减少约 70%；在预防性维护阶段使保修成本减少约 20%-25%。

图 109：数字孪生助力企业

产品设计研发	生产制造过程中的质量控制	预防性维护及售后服务
效率和表现的提升 10%+	错误减少 30%	客户忠诚度增加 5%
上市时间缩短 10-50%	效率提升 30%	服务水平增加 3-5%
工艺设计变更减少 5%	处理时间减少 70%	保修成本减少 20-25%

资料来源：埃森哲，中信证券研究部

此外，数字孪生还能与虚拟现实、云计算、人工智能、区块链等多种数字技术相结合，增强应用场景和输出成果，带动产业数字化进一步发展。

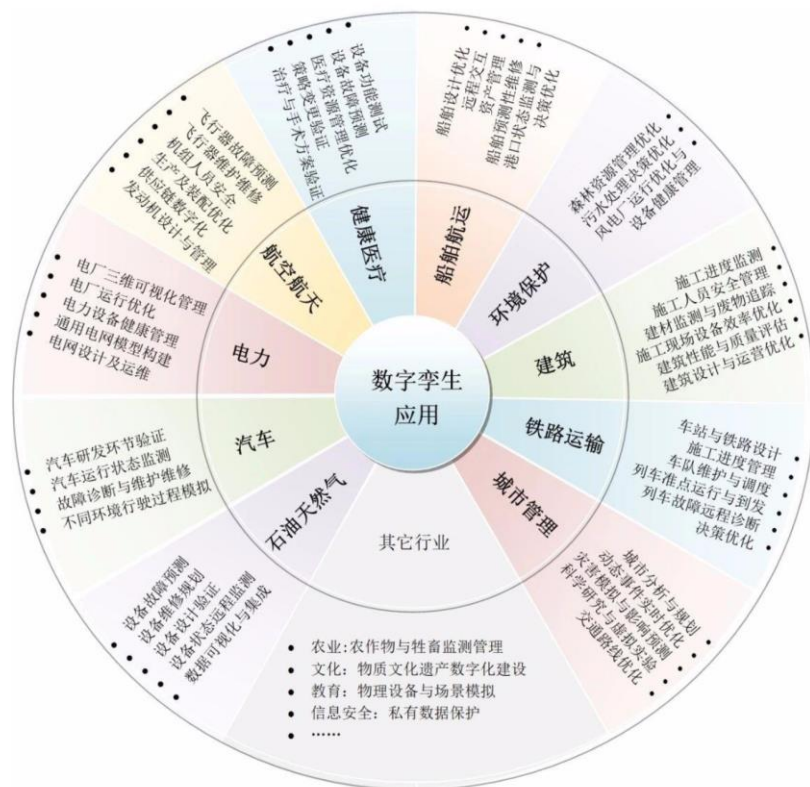
表 31：数字孪生与其他技术的结合

可结合技术	意义
虚拟现实	提供可视化 3D 效果视图，使人机交互更便捷、更直观
云计算	为复杂系统提供解决方案，帮助对更高量级数据进行存储、计算和传输
人工智能	判断现行发展状况，为发展提供优化建议及决策，帮助判断未来趋势
区块链	为数据流转提供不可篡改，可追溯的安全保障，建立可信操作机制

资料来源：中信证券研究部

在应用行业上，数字孪生是构建产业数字化的底层技术，能够在多行业中得到应用。数字孪生在城市治理发挥重要作用，城市设计规划、自然灾害预测、交通路线优化等方面与数字孪生的结合，提供最优解决方案；工业领域与数字孪生技术结合，实现对产品全生命周期的监测与调配；医疗健康领域与数字孪生结合，为重大手术预演、整容手术模拟等提供了重要参考。因此，数字孪生技术未来有机会渗透生活中的方方面面，为现实与数字化世界之间建立桥梁。

图 110：数字孪生应用行业

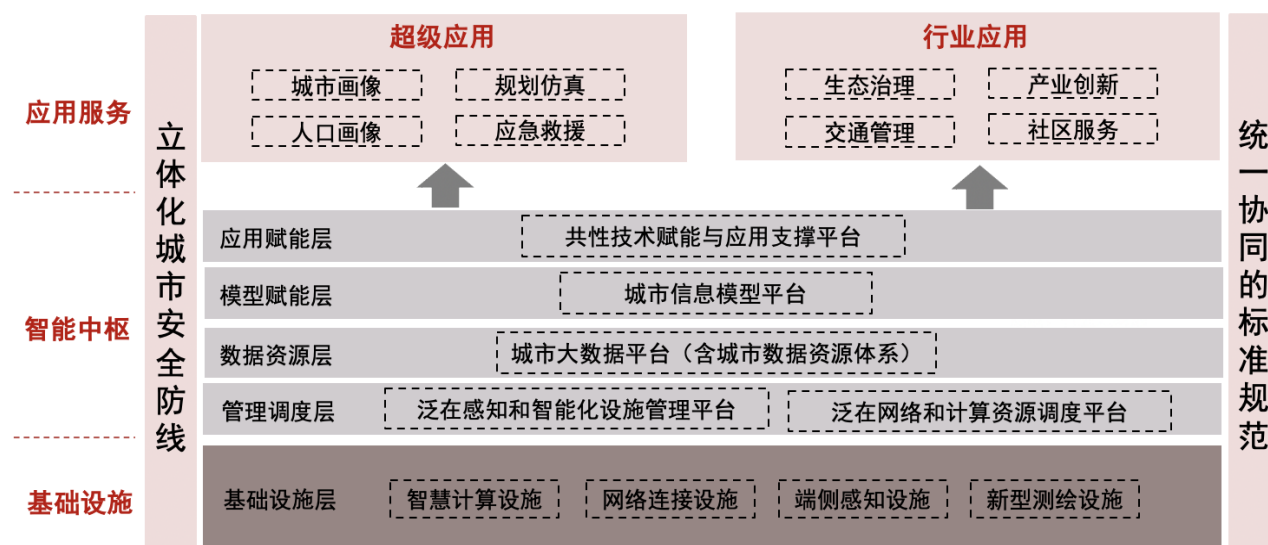


资料来源：中国电子技术标准化研究院《数字孪生应用白皮书 2020》，中信证券研究部

重点应用方向：数字孪生城市

数字孪生城市是面向新型智慧城市的一套复杂技术和应用体系。基于新型测绘、标识感知、三维建模、仿真模拟等技术，通过智能中枢，在城市治理中实现精准映射、虚实交互、智能分析、应用创新等功能。

图 111：数字孪生城市架构

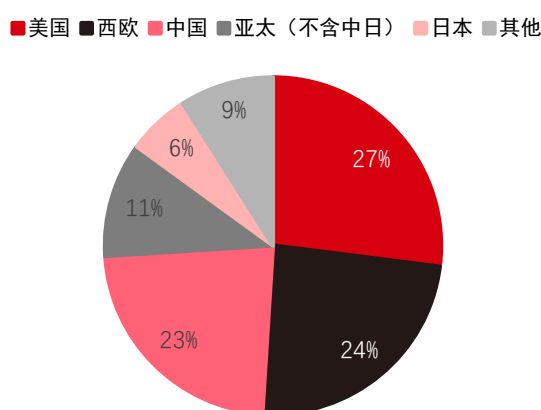


资料来源：IDC，中信证券研究部

中国智慧城市市场规模居于世界前列，发展前景广阔，将带动数字孪生技术在中国的进一步发展。在全球范围内，2020 年中国智慧城市市场规模占全球比重为 22.7%，仅次于美国与西欧地区。

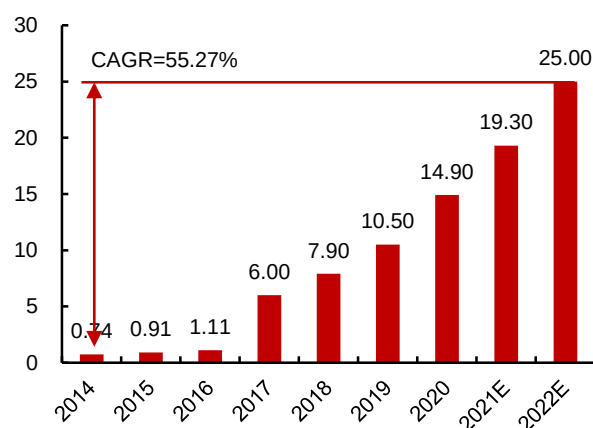
我国智慧城市产业规模持续扩大。2020 年智慧城市市场规模达到 14.9 万亿元，前瞻产业研究院预计 2022 年这一数字可达 25 万亿元，2014 年至 2022 年的年均复合增长率达到 55.27%。根据 IDC 数据，2020 年中国智慧城市市场支出规模达 259 亿美元，相关投资 2016-2021 年年复合增长率达 19.3%。

图 112：2020 年全球区域智慧城市市场规模占比



资料来源：IDC，前瞻产业研究院，中信证券研究部

图 113：中国智慧城市市场规模（单位：万亿元）



资料来源：前瞻产业研究院（含预测），中商产业研究院，中信证券研究部

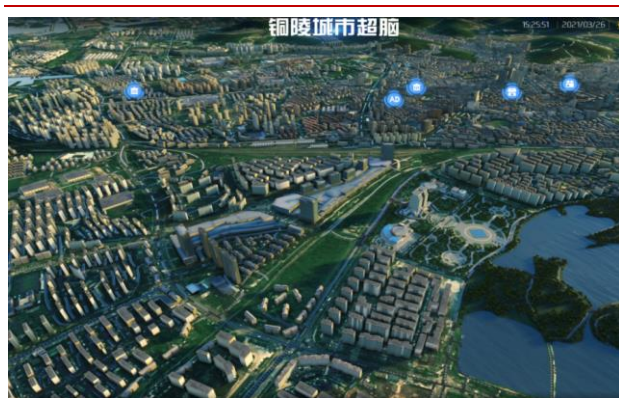
数字孪生城市赛道受到重视，企业陆续布局。阿里云在城市大脑基础上，发展智慧城市数字孪生技术，将云及 AI 技术广泛应用。在云计算开放平台上通过数字孪生城市进行大规模仿真、推演、预测，结合动态的交通出行、商业活动、人群密度等活数据，实时分析城市规划和管理对于城市整体发展参数系统的影响。2021 年 12 月 10 日，51WORLD 正式发布数字孪生城市操作系统（51City OS V5.0），其具备智慧规划、智慧建设、智慧管理三大功能，提供“云+边+端”一体化服务，助力城市治理数字化不断向纵深推进。科大讯飞打造孪生城市“城市超脑”，利用人工智能算法，挖掘城市运行轨迹，实时计算分析，优化城市治理结构。

表 32：重点公司在数字孪生城市的布局

公司	数字孪生城市布局
阿里巴巴	构建“城市大脑”智慧平台。在云计算开放平台，利用数字孪生结合 AI 技术实时分析城市规划和管理情况
百度	发布 Apollo 平台，为自动驾驶研发测试提供完整解决方案；打造智慧城市，为城市治理提供服务
字节跳动	投资众趣科技，通过数字孪生、AI、三维 VR 渲染技术，为 VR 房产、建筑 BIM、智慧城市等提供解决方案
微软	基于 Azure 数字孪生体系的 IoT 解决方案。该物联网平台适用于仓储、学校、亿元、智慧电网、智慧城市等
51World	自研数字孪生 PaaS 平台、全要素场景（AES）、51Sim-One 自动驾驶仿真平台，致力于创造孪生世界，克隆地球
华为	沃土数字孪生平台，打造 5G 和 AI 相结合的数字化城市、业务数字化创新模式等
科大讯飞	打造数字孪生“城市超脑”，通过人工智能算法，实时分析城市运行轨迹，推动城市治理优化

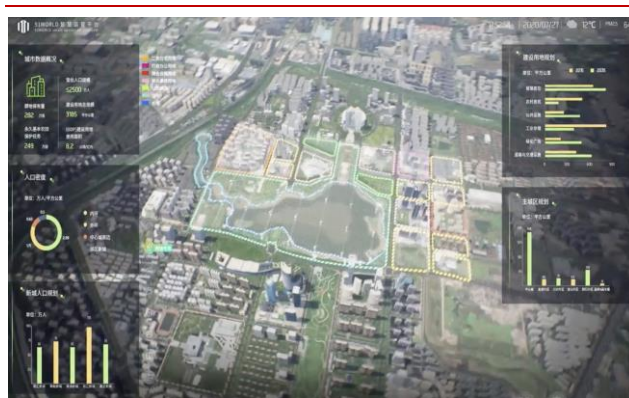
资料来源：各公司官网，蓝鲸财经，TechWeb，中信证券研究部

图 114：科大讯飞铜陵城市超脑



资料来源：科大讯飞官网

图 115：51World 安徽合肥天鹅湖智慧政务系统

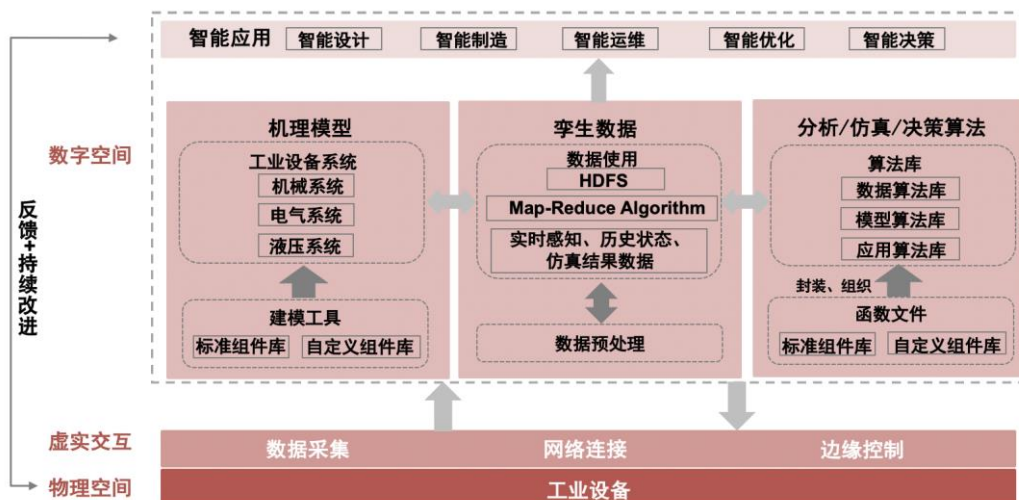


资料来源：51World 官网

重点应用方向：工业数字孪生

工业设备数字孪生系统是利用数字孪生技术实现工业设备的优化。物理空间内的工业设备经过数字孪生技术，映射到数字空间中，反馈历史和实时状态，再面向具体应用需求，对物理空间的工业设备活动进行分析决策，并支持物理和数字空间双向迭代优化。

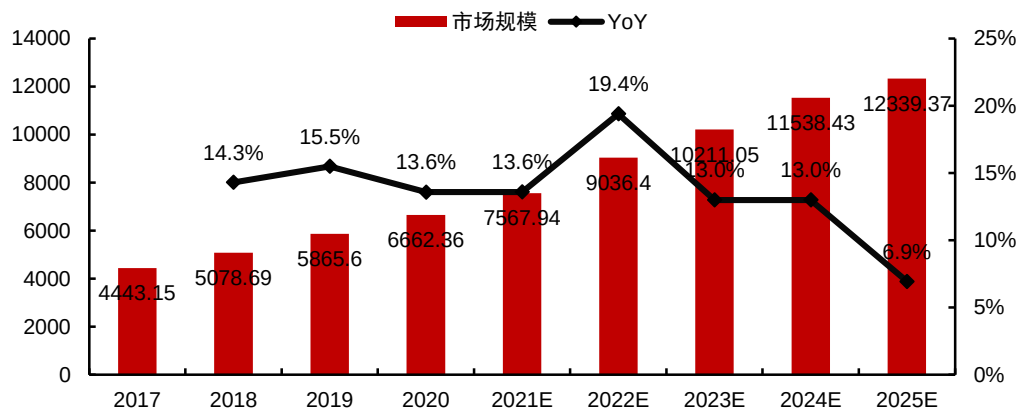
图 116：工业设备数字孪生系统总体框架



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心《工业设备数字孪生白皮书》，中信证券研究部

中国工业互联网规模有望继续攀升。据艾媒咨询数据，2020 年中国工业互联网规模为 6662.36 万亿元，预计 2022 年其规模将达到 9036.4 万亿元，2025 年可达到 1.2 万亿元，2020-2025 年的 CAGR 为 13.12%。

图 117：中国工业互联网规模（亿元）



资料来源：艾媒咨询（含预测），中信证券研究部

工业数字孪生目前聚焦于监控管理、工厂管控等基础层面，反馈优化等闭环控制仍在发展阶段。目前工业数字孪生的大部分应用集中在工厂的可视化监控、产品设计仿真、设备运维管理方向，主要体现在数字孪生精度的提升上。而对于时间维度的提升，即全生命周期的动态管理案例较少，局部应用于航空航天等行业。

除此之外，数字孪生在工业领域为智能驾驶的训练提供解决方案。通过在数字孪生城市系统中进行模拟训练，帮助自动驾驶进行深度学习，提高训练效率。

国际工业龙头引领行业发展，向更全面多维度数字孪生迈进。西门子立足工业互联网，使用数字孪生在实体资产和虚拟资产之间建立永久连接的价值，以及产品生命周期管理

系统整合以持续数字化优化生产的价值。制造商可利用西门子 MindSphere 作为服务解决方案，打造出数字孪生体，创建一个闭环的反馈回路，利用闭环的数字孪生动力体系维护产品、工厂、系统和机器。通用电气投资建立数字孪生模型，提出物理机械和分析技术融合的路径，使工业产品的每个零部件都建立对应的数字孪生体，已有 120 万生产中的数字孪生实例。

表 33：重点公司在工业数字孪生的布局

公司	工业数字孪生布局
达索	3D EXPERIENCE 平台，基于协作交互环境下的 3D 设计、仿真，为数字孪生提供基础软件服务
西门子	MindSphere 为工业制造商提供数字孪生解决方案，利用闭环体系维护产品、工厂、系统和机器的运作
通用电气	投资建立数字孪生模型，为工业产品每个零部件建立对应孪生体，已有 120 万生产中的数字孪生体实例
泰瑞数创	为能源电力行业建立电厂规划和运营的一体化数字孪生解决方案，已成功应用于国家能源集团和中石油
施耐德	投资流程模拟和仿真设计，为能源领域自动化建设提供数字孪生运营管理解决方案
海克斯康	为汽车、航空航天、电子行业提供虚拟产品和制造工艺开发的仿真软件

资料来源：各公司官网，中信证券研究部

图 118：西门子自动化产线服务



资料来源：西门子官网

图 119：通用电气数字孪生实例

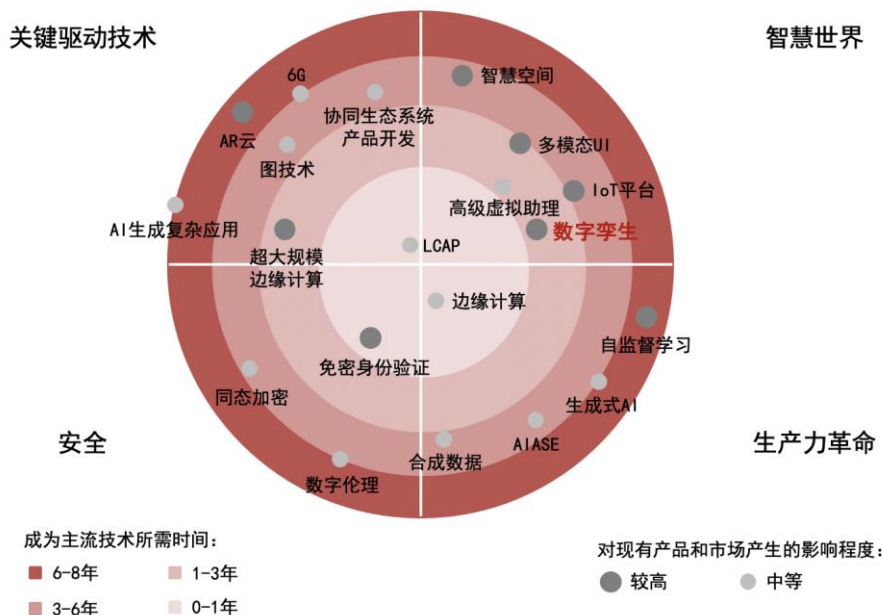


资料来源：GE Digital 官网

未来展望：从数字孪生到元宇宙

数字孪生的概念虽然早已提出，但受限于数据科学、信息科学的发展，始终未能展现出应用潜力。随着社会信息化程度的加深，数字孪生的发展已成趋势。全球各国已加速布局数字孪生，我国在孪生城市、智慧工业等领域已开始探索，并将数字孪生写入“十四五”规划，作为建设数字中国的重要发展方向。各大互联网龙头以及工业巨头纷纷布局加码数字孪生。

图 120：数字孪生有望发挥更大影响力



资料来源：Gartner，中信证券研究部

数字孪生构建起现实世界的数字存在，将成为现实世界与数字世界连接的桥梁。我们看好数字孪生的未来发展潜力，并有望看到数字孪生相关应用的加速落地。向元宇宙发展的过程中，将伴随千行百业的数字化变革，工业生产、数字城市等领域的数字化变革和改造，有望由数字孪生来作为关键技术推动发展，最终将带来城市、工业等多方面效率和成本的优化，实现数字经济与实体经济的融合发展。

虚拟数字人：落地较快的元宇宙基础应用方向

虚拟数字人又称虚拟人、数字人、虚拟形象，是指利用计算机图形学、动作捕捉、机器学习、色彩渲染、语言合成等信息技术创造出的，存在于非物理世界中的个体，其具有外形外貌、语言能力、交互能力等多重人类特征。

虚拟人发展及产业链

回顾虚拟人发展历史，我们认为虚拟数字人的发展在经历了萌芽、探索、初级三个阶段后，在人工智能、VR/AR 等新技术浪潮的带动下，伴随新兴渠道及用户的发展，已逐步进入成长期。

- 1) 萌芽阶段：上世纪 80 年代-2000 年。80 年代日本二次元文化兴起，动漫角色逐渐受到欢迎，出现一些动漫角色作为虚拟歌手等形象出现在大众视野，形式以平面插画表现为主；
- 2) 探索阶段：2000 年-2016 年。2D 动画、动作捕捉等技术逐步发展，开始应用在影视制作中，基于雅马哈公司推出的语言合成软件 Vocaloid，出现了以初音未来为代表的一批虚拟人，形象同样以二次元风格、平面 2D 表现为主；

- 3) 初级阶段：2017 年-2020 年。随着 CG 技术、影视渲染等技术进入大规模应用，并伴随哔哩哔哩、YouTube 等渠道的推动，以绊爱为代表的一批虚拟主播开始出现，这些虚拟数字人通常由专业团队来制作和运营，通过直播等渠道触达用户，形象同样以二次元风格为主；
- 4) 成长阶段：2020 年-至今。随着人工智能的对内容生产能力极大提升，同时伴随元宇宙对虚拟人赛道的催化，虚拟数字人开始得到进一步的发展和应用，出现了 Lil Miquela、柳夜熙等一批在社交媒体上受到极大关注的虚拟人，同时，相关应用也开始从虚拟主播、虚拟偶像的范畴向外拓展，形象也开始脱离单纯的二次元风格，出现了类写实、AI 合成真人等，行业逐步进入了成长阶段。

图 121：近年较为受欢迎的虚拟主播“绊爱”形象



资料来源：AI Channel 哔哩哔哩主页

图 122：在抖音迅速获得大量关注的虚拟人柳夜熙



资料来源：柳夜熙抖音主页

目前，虚拟数字人的应用领域已经从单一娱乐产业拓展至教育、医疗、金融等诸多行业，比较常见的应用案例包括虚拟客服、语音助理、虚拟主播等。

图 123：全球首个“ai 合成主播”在新华社上岗



资料来源：新华网

图 124：中国移动数字虚拟客服



资料来源：中国移动全球合作伙伴大会，IT 之家

在产业链上，虚拟人的创作、制作、运营需要多环节合作，上游以“技术+内容”作为输入，通过中游的“内容产出”环节对虚拟人提供人设、设计形象或提出需求，继而输出下游不同类型（服务型、身份型、服务/身份型）的虚拟人，实现丰富多样的功能，进行

不同模式的变现。

图 125：虚拟人产业链部分公司梳理



资料来源：Logo 来自各公司官网，中信证券研究部

虚拟人分类及应用

按照虚拟人的应用场景和拟人方式，我们认为可以将虚拟人分为人格型虚拟人和功能型虚拟人两大类。

1) 人格型虚拟人

通过技术和运营，打造一个具备外貌特征、情感、爱好等各方面人格特质的虚拟人，突出虚拟人本身的人物形象和人格魅力，来和受众建立情感纽带，最终走向虚拟偶像、虚拟代言人、虚拟主播等。

人格型虚拟人本质是当做 IP 来运营，最终达到甚至超越现实的文娱明星的效果。故在人物形象设计、性格设计、IP 运营等方面，需要制作运营方具备相应的核心竞争力，同时，人格型虚拟人的上限较高，长远看来，头部的人格型虚拟人整体价值有望达到甚至超越一线文娱明星的水准。特别是考虑到当前文娱领域频出的明星个人作风等问题，未来人格型虚拟人有望进一步受到更多应用可能性的关注。

图 126：保时捷广告采用了虚拟人 AYAYI



资料来源：保时捷官方微博

图 127：字节跳动旗下虚拟偶像团体 ASoul 已经开始探索商业合作



资料来源：ASoul 哔哩哔哩主页

2) 功能性虚拟人

功能性虚拟人主要应用是替代或协助人类完成部分工作，提高效率的同时降低人力成本。功能型虚拟人不追求外表和性格的特征，更强调完成相应工作的能力。当前，功能性虚拟人的主要应用方向是虚拟客服、虚拟助手、虚拟主播等。

功能性虚拟人的应用场景决定了其更重要的技术特点是 AI 真人形象合成技术、智能语音、语义分析、自然表情生成等技术，对 IP 运营等要求较低。功能性虚拟人的应用是协助社会运转效率提高的方式，我们认为，随着人工智能技术的不断发展，功能性虚拟人将在客服等以语义服务为主的人工密集型行业中进一步应用，并继续扩散应用到更多领域。

图 128：大连税务局的税务数字人“塔可思”



资料来源：追一科技官网

图 129：央视新闻的虚拟记者“通通”



资料来源：央视网

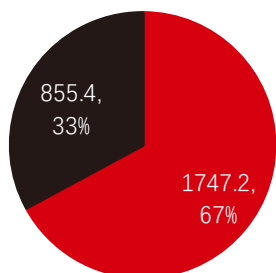
虚拟人市场空间

根据量子位数据，我国当前虚拟数字人市场规模已超过 2000 亿元，预计虚拟数字人整体市场规模将在 2030 年攀升至 2700 亿元。其中预计人格型虚拟数字人将在未来发展中占据主导地位，2030 年市场规模将占比 64.60%；功能性虚拟数字人占比为 35.40%。

我们认为，虚拟数字人将沿着人格型和功能性两条路径继续发展，并走出各自的市场路径和应用领域，均具有一定的长期价值。向元宇宙发展的过程中，虚拟数字人积累的人工智能、3D 建模、渲染等多项技术均有长期应用价值，本身形成的两条发展道路亦能在当前互联网环境中落地产生价值。未来在元宇宙中，虚拟数字人有望成为更为智能的角色、应用在更多场景中，带来生产、生活效率的提高，有望成为构建元宇宙的基础应用方向之一。

图 130：2030 年中国虚拟数字人市场规模

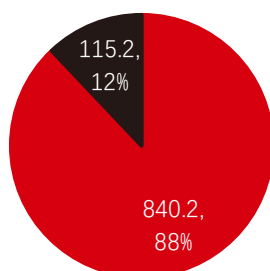
■人格型虚拟人（亿元） ■功能性虚拟人（亿元）



资料来源：量子位预测，中信证券研究部

图 131：2030 年功能性虚拟人市场规模

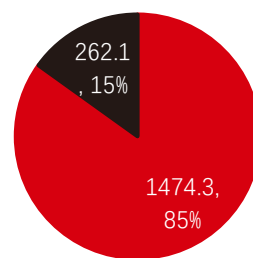
■替代真人服务（亿元） ■多模态AI助手（亿元）



资料来源：量子位预测，中信证券研究部

图 132：2030 年人格型虚拟人市场规模

■虚拟IP（亿元） ■虚拟第二分身（亿元）



资料来源：量子位预测，中信证券研究部

智能汽车：新势力入局元宇宙

当前 VR 设备发展路径上尚存在一批需要突破的技术点，其中网络、算力、电池、重量与可携带性、眩晕等问题都还有待进一步解决。

而随着汽车向电动化、智能化持续发展，智能汽车已经成为集合了多项领先技术的科技载体，其本身具备的高算力、网络通讯、空间、电力供应等特点，天然克服了 VR 多项桎梏：

- 1) 车载 VR 设备可以借助智能汽车的算力和电池供应，一方面能够使得车载 VR 设备的重量和厚度减少，另一方面更强劲的算力也能提供更好的 VR 画面、渲染效果，显著提高用户佩戴和使用体验；
- 2) 车载 VR 设备可以直接使用智能汽车的网络通讯等模块，与智能汽车进行软硬件高度整合；
- 3) 相对于 VR 设备的体积、车内空间充足，车载 VR 设备可以直接储放在车里，后排乘客可以便捷使用，使用空间、使用场景确定，高便捷性触达用户，并且，使用场景的相对确定性将有助于 VR 应用的针对性设计，带来更好的使用体验；
- 4) 车辆移动带来轻微颠簸，如能在软件算法上做出突破，有望在一定程度上解决眩晕缺陷。

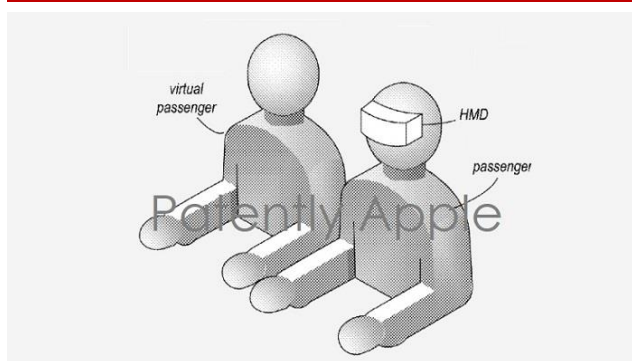
同时，汽车本身又兼具一定的娱乐需求、多人互动等特性，亦是天然的 VR 使用场景。我们看好智能汽车成为重要的 VR 拓展场景，同时极大丰富现有乘车体验。

表 34：国外厂商在车载 VR 的布局情况

时间	厂商	布局情况
2019.07	保时捷、Holoride	保时捷联合 Holoride 研发车载 VR 娱乐系统，目标让乘客有机会沉浸在 VR 娱乐世界中。系统将一个带有传感器的 VR 头显与汽车配对，使其内容能够实时适应汽车的驾驶动作，与车辆前进方向同步能够给乘客带来高度沉浸体验，大大减少了晕车的症状。计划中，该系统还将能够评估导航数据，判断旅程时间，从而制定相应的游戏时长。此外，该技术还可用于集成其他娱乐服务，如电影或虚拟会议，以提高乘客的工作效率
2018.03 2020.08	苹果	苹果申请和更新车载 VR 专利，车载的 VR 系统能够利用车辆轻微颠簸环境，消除传统的眩晕缺陷，并更新了车载 VR 支持多车辆和多设备的联动，VR 内的虚拟场景会联动真实路况，例如加减速、转向等描述

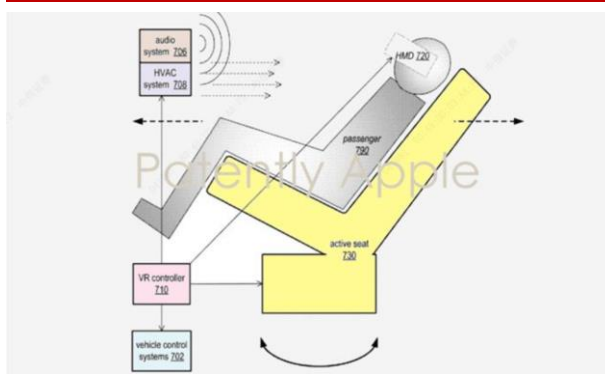
资料来源：新浪 VR，青亭网，中信证券研究部

图 133：苹果车载 VR 专利图：车载 VR 提供虚拟乘客体验



资料来源：美国专利商标局

图 134：苹果车载 VR 专利图：配合座椅的沉浸式体验



资料来源：美国专利商标局

随着元宇宙在 2021 年成为市场热点，以蔚来、小鹏、理想为代表的国内造车新势力亦开始在领域中进行布局。

表 35：蔚小理元宇宙相关商标申请情况

公司	申请日期	商标名称	商标分类	商标状态
蔚来	2021.11.09	蔚来元宇宙	运输工具、通讯服务、广告销售、社会服务、运输贮藏、通讯服务、网站服务等	等待实质性审查
小鹏	2021.11.01	小鹏元宇宙	运输工具、广告销售、网站服务、科学仪器等	等待实质性审查
理想	2021.09.27	理想元宇宙	运输工具、广告销售、网站服务、运输贮藏等	等待实质性审查

资料来源：天眼查，中信证券研究部

2021 年 12 月 18 日，蔚来汽车举办第五届 NIO Day，发布了中型智能电动轿跑 ET5，公布了 ET5 配备车载 VR/AR 设备，为全球首款 AR/VR 体验原生设计车型，是国内造车新势力向元宇宙进行实质性产品探索的重要一步。

根据发布会信息，蔚来汽车准备了一款 AR 设备、一款 VR 设备，AR 眼镜为蔚来与 NREAL 合作开发，重量仅为 76 克、大幅低于市面上主流产品，视觉体验相当于 6 米处的 201 寸大屏；VR 设备为蔚来与 NOLO 联合研发，是全球首款汽车专用的高性能 VR 设备，将提供包含 Pancake 光学镜片、4K 显示、6DOF、Inside-Out SLAM、亚毫米级空间定位技术、超低延迟等在内市场领先体验。

并且，蔚来汽车已经在 2021 年内通过旗下的蔚来资本完成了对合作伙伴 NREAL 和 NOLO 的投资。

图 135：NIO Day 发布会宣布 ET5 为 AR/VR 体验原生设计车型



资料来源：NIO Day 发布会

图 136：NIO VR Glass 宣传图



资料来源：蔚来汽车官网

表 36：蔚来汽车对 NREAL 和 NOLO 的投资

时间	公司	轮次及金额	投资方
2021.02	NOLO	B 轮 2000 万美元	蔚来资本领投，蓝驰创投、愉悦资跟投
2021.09	NREAL	C 轮超 1 亿美元	蔚来资本、云锋基金、洪泰基金共同领投，CPE 源峰和数家战略投资人跟投

资料来源：创业邦，环球网，中信证券研究部

我们看好智能汽车对于元宇宙的布局及探索，随着汽车的算力逐步增加，有望发展出更多应用方向和空间，国内以蔚小理为代表造车新势力将是这个发展过程中的重要力量。对于后续发展，我们认为，短期来看，车载 VR 将成为智能汽车的卖点之一，但考虑到：

- 1) 车企对车载 VR 设备的优先级定位尚不明确，亦需要观察尝试性产品的市场反馈；
- 2) 与车企进行大规模合作和深度定制化开发对 VR 设备商存在诸多挑战；
- 3) 车载 VR 尚处于早期，技术成熟度、和智能汽车融合程度都还有待继续发展。

我们判断，未来 2-3 年将是元宇宙上车的探索期。

短期：将看到更多智能汽车厂商进行相关的尝试，车载 VR 短期维度有望在部分车型上成为标准配置或可选配置，并且多应用于静止场景，成为智能汽车科技感和卖点宣传的一部分，在体验上提供类似于当前市场领先的 VR 一体机的使用体验。

中长期：我们看好车载 VR 在进一步与智能汽车进行各方面软硬件融合后，逐步成为智能汽车的常见可选配置，乘客可以在全场景下使用。同时，车载 VR 充分利用智能汽车的软硬件支持，在游戏、影视、办公等场景充分拓展应用，带来颠覆性的乘车体验。

通信：十年一代际的变革正在推进

自上世纪 80 年代以来，全球信息通信产业先后经历了从 1G 到 5G 的演化，周期基本保持在十年左右。

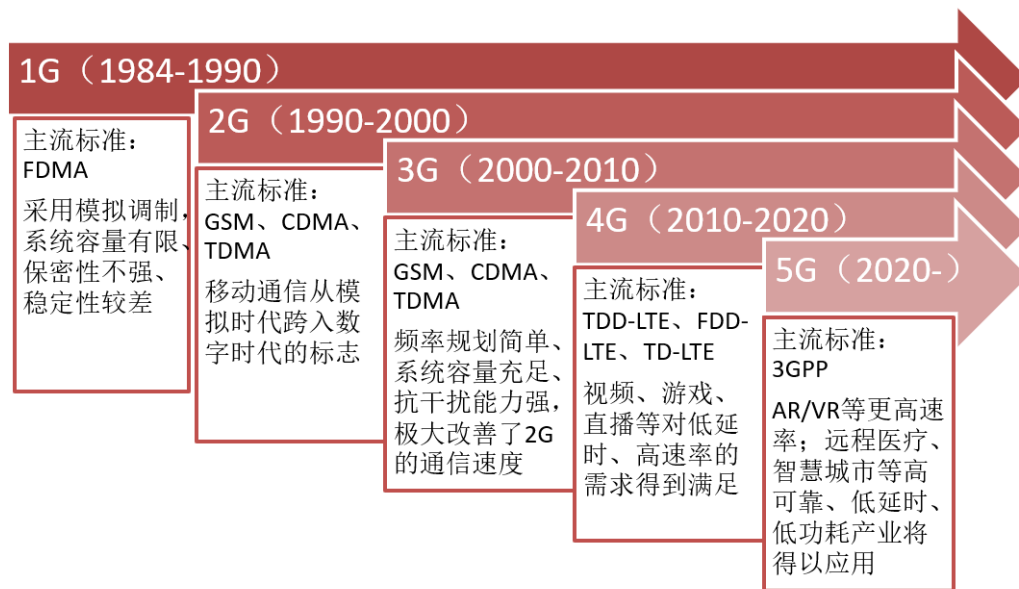
ITU（国际电信联盟）发布的数据显示，1984 年，基于模拟蜂窝技术的第一代移动通信系统即 1G 诞生。1990 年，2G 标准陆续发布，自此移动通信从模拟时代跨入数字时代。2000 年，ITU 发布了官方的 3G 标准，极大程度改善了 2G 的通信速度。

2010 年，4G 标准正式落地。4G 时代的到来，使视频、游戏、直播行业得到快速发展。2010 年 4G 全球首发。根据工信部数据，截止 2020 年，我国 4G 用户总数达到 12.89 亿户，渗透率达到 80.87%，实现城镇地区深度覆盖。

2020 年，ITU 将 3GPP 系标准确立为被 ITU 认可的 5G 标准，未来将凭借其超高速率、可靠性、超低延时、链接密度等关键指标的代际性更迭，带来多行业发展。在 5G 领域，《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》提出，目标到 2025 年，长三角一体化发展取得实质性进展，基础设施互联互通基本实现，新一代信息设施率先布局成网，5G 网络覆盖率达到 80%。

2021 年 4 月召开的华为全球分析师大会上，华为轮值董事长徐直军表示，6G 将在 2030 年左右推向市场。

图 137：移动通信自 1980 年起的发展路径，十年一代际

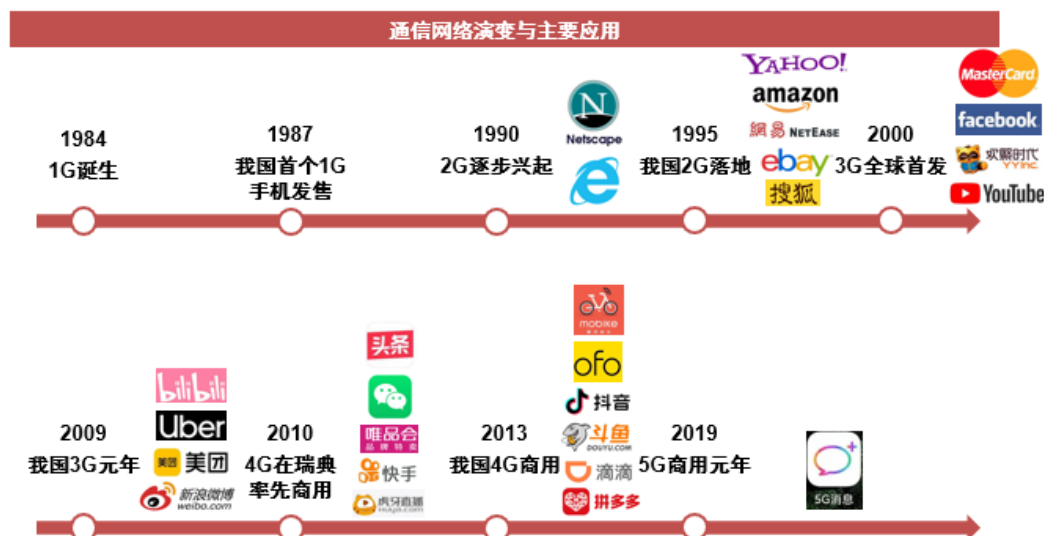


资料来源：中信证券研究部绘制

1984 年 1G 出现，1990 年，世界上第一个网页浏览器 WorldWideWeb 被发明，随后 Internet Explorer、Netscape 等浏览器相继出现并被移植开发到手机上。20 世纪 90 年代，2G 逐渐发展，数据传输速度相较于 1G 得到提升，Yahoo、ebay、搜狐网、新浪网等网站逐步登上手机浏览器。2000 年左右，3G 将上网速率再次提升数十倍，3G 发展中，用户已经能够使用 Facebook、Youtube、新浪微博等需要较大传输容量、较快传输速率的独立

手机应用。2010-2013 年落地的 4G 则带动了全新一代移动互联网浪潮兴起，线上支付、直播、手机游戏、短视频等需要快传输速率和高实时同步性能的应用得到高速发展。

图 138：通信网络演变与主要生态（1G-5G）

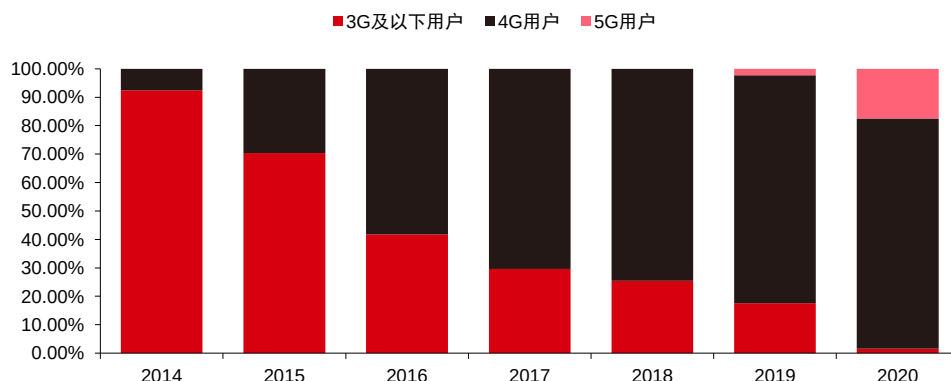


资料来源：工信部 2014-2020 年通信业统计公报，中信证券研究部

4G：带来十年维度的产业变革

2010 年 10 月，ITU 正式确立 4G 标准，标志着 4G 开始进入商用期。2013 年 12 月，工信部正式向中国移动、中国电信、中国联通颁发 TD-LTE 制式的 4G 牌照。自此，我国移动通信用户开始由 3G 向 4G 转变，在 2014 年，4G 用户发展呈井喷式增长。工信部发布的数据显示，2014 年 4G 用户增长达到了 9728.4 万，首次超过 3G 用户增长数。随后数年，4G 用户数量始终保持高速增长，直至 2020 年 5G 商用普及，4G 用户增长才趋于平缓。

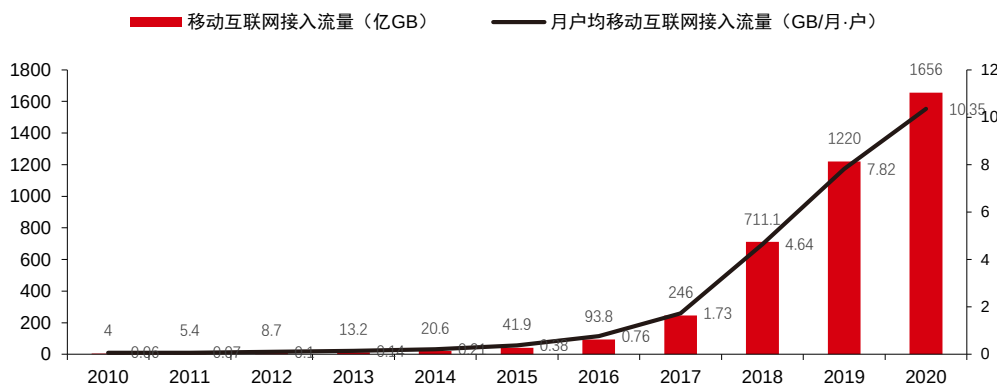
图 139：中国各制式移动用户发展情况（2014-2020）



资料来源：工信部 2014-2020 年通信业统计公报，中信证券研究部

在接入流量方面，自 2010 年起，移动互联网接入流量与月户均移动互联网接入流量进入增长轨道，10 年间分别增长了 413 倍和 171 倍。特别是在 4G 加速落地发展的 2014 至 2018 年间，短视频、网上购物、手机游戏等互联网新型行业也快速兴起，联合带动信息革命，用户对数据流量的需求陡增，在此五年间，移动互联网接入流量与月户均移动互联网接入流量的 CAGR 均超过 100%。

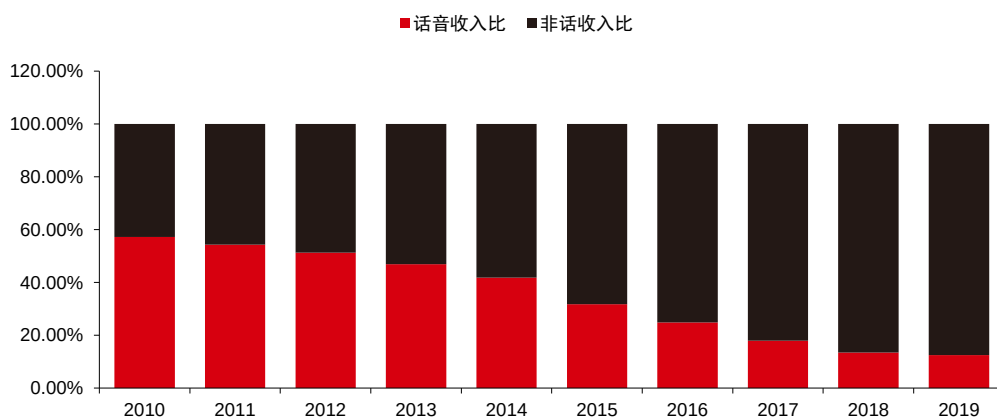
图 140：中国移动互联网接入流量与月户均移动互联网接入流量（2010-2020）



资料来源：工信部 2014-2020 年通信业统计公报，中信证券研究部

伴随着用户终端生态结构的大幅改变，各大运营商的收入结构也发生了明显变化。在 2000-2010 年的 3G 时代，用户主要使用通话、短信息、门户网站、单机游戏等手机应用，对数据流量的需求量较少，消费主要集中在通话费用，2010 年话音收入占比达到 57.10%。而 2013 年起，随着 4G 商用逐步落地，话音收入占比开始大幅下降，2014 年和 2015 年分别同比下降 5% 和 10%，直至 2019 年，非话音收入占比已高达 87.60%。

图 141：话音收入与非话音收入占比统计（2010-2019）

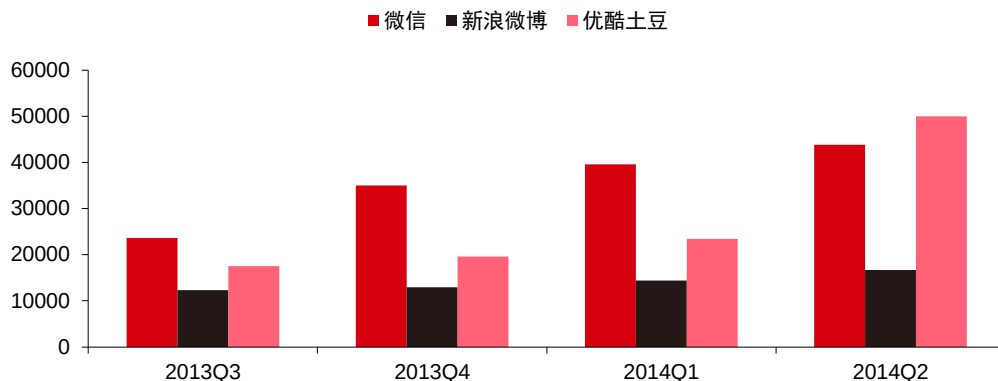


资料来源：工信部通信业统计公报，中信证券研究部

4G 时代的到来带动了移动应用升级，迎来新一轮发展机遇。4G 网络让人们能够更高效稳定地通信，方便快捷地交互信息，这些特点为视频直播、手机游戏、线上购物等行业提供了技术保障，创造了应用空间。以长视频平台优酷土豆为例，在 3G 时代受限于通信速度及流量费用等因素，2013Q3 的 MAU（月活跃用户人数）为 1.75 亿；然而，随着 4G 用户不断增长，截至 2014Q2，该数值已突破 5 亿，年增长率超过 185%。微信等社交类

应用在 4G 背景下加速替代电话、短信等传统通信方式，规模持续较快增长。新浪微博等以图文交互为主的应用在 3G 时代便已解决数据和流量瓶颈，因而未能明显受益于 4G 而出现加速增长。

图 142：微信、新浪微博、优酷土豆 MAU 变化趋势图（2013Q3-2014Q2）



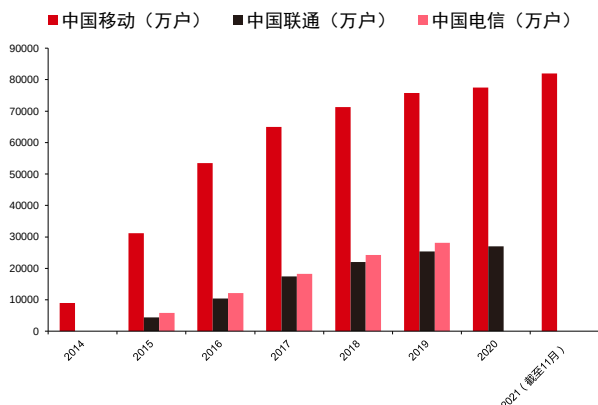
资料来源：腾讯财报，新浪财报，优酷土豆财报，中信证券研究部

历史交汇点：4G 进入后周期，5G 稳步推进

2020 年通信业统计公报显示，截至 2020 年底，我国 4G 终端用户数量已达到 12.89 亿户，5G 终端用户数量达 2.5 亿户，且 4G 用户增长速度已明显趋缓。

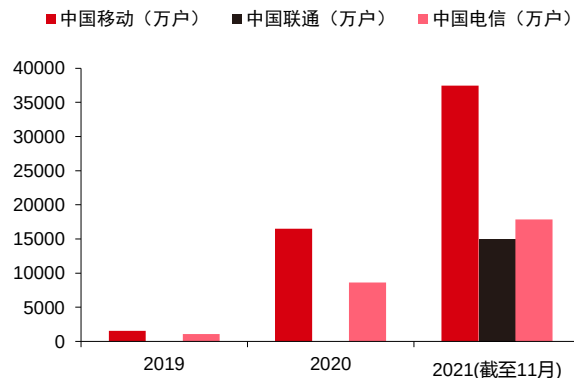
同历史对比，2015 年 7 月工信部发布的数据显示，当时我国 4G 用户规模达到 2.5 亿户。相较于 4G，我国在 5G 领域的商用进度与规模领先全球，仅用时两到三年便实现了 4G 时期五年所积累的用户规模。

图 143：三大运营商 4G 用户数



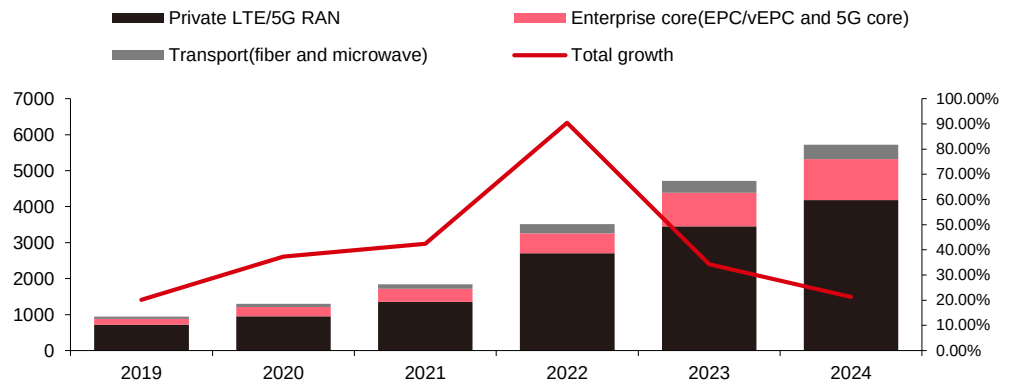
资料来源：三大运营商各月运营数据公告，中信证券研究部

图 144：三大运营商 5G 用户数



资料来源：三大运营商各月运营数据公告，中信证券研究部

图 145：全球 5G 专网市场规模预测（2019-2024，\$M）



资料来源：IDC（含预测），中信证券研究部 注：2021 年及之后年份数据为预测

根据 IDC 数据，2022 年全球 5G 专网市场规模预计将达到 35.15 亿美元，较 2021 年增长 90.5%。继 2013 年底 4G 全面落地后，我国移动互联网接入流量与月户均移动互联网接入流量在随后的 2015-2018 年间呈现出较快增长态势，其中移动互联网接入流量的年增幅分别为 103.4%、123.9%、162.3%和 189.07%。随着 2019 年底 5G 在我国开始商用，预计自 2022 年起，5G 相关接入流量及市场规模亦得到显著提升。

总的来说，通信十年一代际的变革正在推进，5G 的通信建设、通信技术逐步落地升级，用户数开始提升、但尚未成为市场主流，当前节点，市场上尚未出现具有代表性的 5G 内容或应用。我们认为，随着 5G 逐步推进落地，在可靠性、传输速度、链接密度、低延迟等关键指标落地代际性提升后，将将为消费互联网继续发展、产业互联网升级以及元宇宙提供通信端的支持，释放发展潜力。

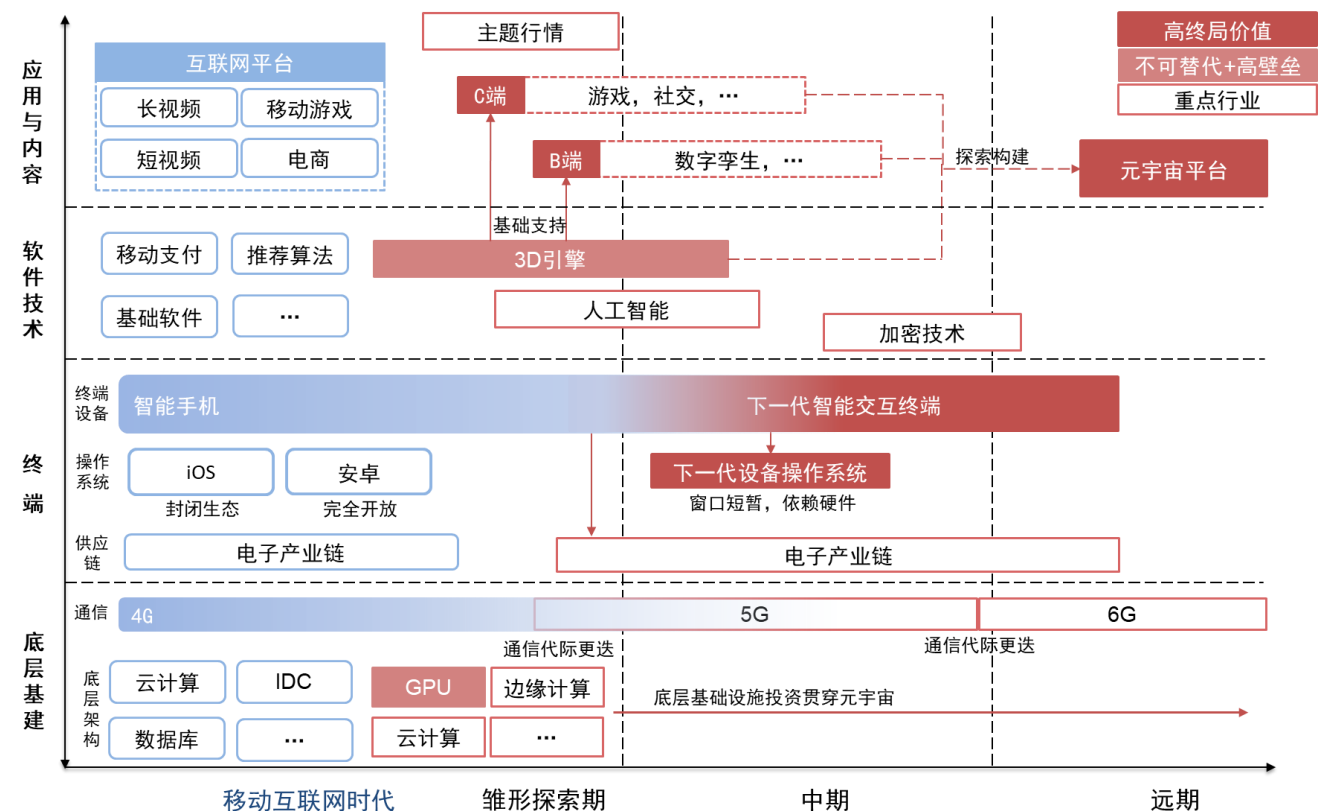
风险因素

- 1) VR 硬件和基础技术进展显著低于预期的风险；
- 2) 下一代硬件平台爆款出现的进程低于预期的风险；
- 3) 元宇宙早期产品盈利能力和长期竞争力的不确定性；
- 4) 技术创新和新技术路线可能带来的行业变革；
- 5) 各国对元宇宙政策和监管的不确定性等。

投资建议

投资地图

图 146：元宇宙投资地图



资料来源：中信证券研究部绘制

投资策略

在投资上，我们推荐“长期关注高壁垒领域，重视 VR 硬件产业链，关注应用和内容端”的投资策略，持续关注元宇宙投资机会：

1. 关注高壁垒龙头公司

- 关注 GPU 行业的高确定性：全球算力需求强劲，英伟达竞争优势显著。

我们认为，GPU 作为算力实现的核心，将长期受益于科技发展对算力需求的增长，服务器、智能汽车等下游需求场景确定性高，而行业的高壁垒性也带来了龙头公司增长的高确定性。建议关注 GPU 行业全球龙头英伟达，关注国产 GPU 公司的进展；

- 关注 3D 引擎行业的成长性：3D 资产渲染运行基础工具，应用行业拓展。

3D 引擎作为实现各类 3D 场景、渲染、实时运行的底层技术与基础工具，有

望在元宇宙众多探索性需求中得到进一步的关注和采用，行业具有高技术壁垒，且龙头还在持续大量投入，有望在未来发展成为 3D 运行的基础工具。当前，3D 引擎的应用正从游戏行业向汽车、影视、建筑等行业拓展。我们看好 3D 引擎行业的成长性和长期发展，建议关注当前行业中全球双寡头 Epic Games、Unity。

2. XR 硬件及产业链

- **关注 VR 终端的后续发展，AR/MR 有望带来长期空间。**

我们认为，下一代智能交互终端，以 XR 产业为代表，将是元宇宙发展中的关键，具备高终局价值。在 XR 终端上，我们认为中期主要的竞争者将是当前市场上已经有密切布局、有实质性积累的科技公司，并有望带来新一代操作系统的诞生。至 2025 年，XR 硬件年销量有望成长至 5000 万台，如果硬件技术进一步突破，中长期销量规模上亿可期。当前阶段，Meta 的 Quest 产品具有先发优势，索尼、微软、苹果拟上市 VR 产品等亦值得关注，同时，我们亦对国内 VR/AR 终端行业的发展保持谨慎乐观，建议关注字节跳动 Pico、NOLO 等公司的发展；

- **关注电子产业链机会：受益于终端设备的发展。**

伴随终端设备出货量的增长预期和技术研发需求，电子产业链相关公司亦将中长期受益。自终端设备向上游追溯，我们认为 OEM/ODM、芯片、光学、显示等环节将持续受到关注，建议关注产业链上具有明确能力布局和占位逻辑的标的。

3. ToC 端内容先行带来的发展机会。

- **关注游戏、UGC 游戏平台：元宇宙早期落地形态、能力契合。**

游戏行业在 3D 数字资产创作能力上具有领先性，有望从开放世界、UGC 等方向继续积累元宇宙内容创作能力。游戏行业盈利能力较强、能力与元宇宙契合度较高、产品落地进度靠前，料短期将是元宇宙产品落地的主要形态，并有望在 VR/AR 等终端设备出货量提升后，继续开拓新的应用平台和应用场景。我们建议关注行业领先的游戏公司，关注腾讯控股、米哈游、FunPlus、Roblox、字节跳动；

关注人工智能、虚拟人等内容和服务领域的落地。

我们认为，元宇宙的早期探索将基于现有硬件载体，利用 AI 和视觉技术，尝试实现内容和服务突破，互联网巨头和传统内容公司，将在视频、直播、客服等领域去探索内容和服务升级，人工智能、数字人、动作捕捉等技术开始应用，关注 Meta、腾讯、字节跳动、百度等相关公司。

4. ToB 端数字孪生技术发展。

传统千行百业的数字化，以数字孪生为基础，进行模拟以降低成本，提升研发和管理效率。我们看好数字孪生的未来发展潜力，预计相关应用将在工业生产、数字城市等领域加速落地，建议关注行业中具有竞争力的相关公司。

5. 关注元宇宙主题行情：可能继续在应用端出现相关主题行情。

自元宇宙成为全球热点话题后，中美二级市场都出现了围绕主题的热点个股。美股主要以英伟达、Roblox、Unity 为代表，出现了阶段性的上涨行情。国内 2021 年元宇宙的热度带来了主题题材个股的显著上涨，主题行情集中在应用端，以主题轮动的方式产生交易热度。我们预计，元宇宙逐渐成为科技巨头布局领域，各领域探索性产品持续发声，热度有望延续，带来二级市场对概念主题的关注度。但同时，相关公司和产品的业绩兑现不确定性高，亦需要密切关注相关风险。

元宇宙重点关注公司及相关公司梳理

公司层面，我们建议在全球范围长期关注真正具有核心竞争优势的龙头公司，如：英伟达、腾讯、Unity、Roblox、Meta、苹果、百度等。

此外，在 A 股和港股市场上亦有多家公司宣布涉足元宇宙领域，这些公司中可能成长出未来的新龙头，但亦需要经历时间和周期的考验。在一级市场上，与元宇宙高度相关的公司亦值得重点关注。

我们梳理了美股、A 股、港股和一级市场相关公司，供投资人参考。

表 37：重点关注公司（二级市场）

公司	市值	PE			PS			PB	2021-2023 净利润 CAGR	2021-2023 营收 CAGR
		2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E	2021E		
英伟达	5,987	53	44	38	22.6	18.9	16.2	23	18.8%	18.2%
Unity	325	-	-	-	31.1	23.9	19.1	17	-	27.7%
Roblox	387	-	-	-	19.9	13.0	10.0	99	-	40.8%
Meta	5,976	15	15	13	8.0	4.0	4.0	7	5.7%	14.6%
苹果	27,521	29	26	24	7.5	6.9	6.5	44	10.5%	7.5%
微软	22,119	36	31	28	13.2	11.2	9.8	14	14.1%	16.0%
腾讯控股	5,871	30	26	22	6.6	5.6	4.7	4	18.1%	19.1%
阿里巴巴	3,314	16	13	11	2.5	2.1	1.8	2	18.7%	16.9%
百度	559	21	23	15	2.9	2.7	2.5	2	19.7%	7.7%
网易	665	24	20	17	5.0	4.3	3.7	4	18.9%	15.3%
蔚来汽车	390	-	-	117	6.9	3.7	2.2	12	-	76.4%
理想汽车	291	406	-	99	7.2	4.0	2.4	4	-	73.4%
小鹏汽车	319	-	-	-	9.8	4.5	2.6	5	-	93.6%

资料来源：微软为路透一致预期，其余为中信证券研究部预测 注：1) 股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价；2) 市值单位为亿美元，人民币美元汇率采用 6.35，港币美元汇率采用 7.8；3) 根据财年情况，阿里巴巴、英伟达使用 FY2022-FY2024 数据，苹果、微软使用 FY2021-FY2023 数据；4) 英伟达、百度、网易、理想汽车、阿里巴巴为 Non-GAAP 净利润，腾讯为 Non-IFRS 净利润。

表 38：重点关注公司（一级市场）

公司	业务情况	公司名	业务情况
字节跳动	互联网，VR 终端	摩尔线程	GPU
Epic Games	3D 引擎	51WORLD	数字孪生
米哈游	游戏，虚拟偶像	蔚领时代	云游戏
FunPlus	游戏	NOLO	VR

资料来源：中信证券研究部

表 39：涉及/宣布元宇宙的相关公司（二级市场）

公司	股票代码	市值	元宇宙相关点
歌尔股份	002241.SZ	1,405	中高端 VR 头显出货龙头，主营业务中精密零部件、智能硬件的业务产品可广泛应用于 VR 虚拟现实、AR 增强现实、智能可穿戴等终端产品中
哔哩哔哩	09626.HK/ BILI.O	895	入局 NFT，推出虚拟主播，构建自循环内容生态
小米集团	01810.HK	3,379	在手机、视频、显示等方面进行相关技术储备，宣布 AR 智能眼镜
韦尔股份	603501.SH	1,993	半导体图像传感器芯片研发制造企业，有产品应用在 AR/VR 领域
水晶光电	002273.SZ	196	关注新型显示产业发展，在衍射波导、反射波导、Birdbath 等多种 AR、VR 显示技术上均有研发布局
美迪凯	688079.SH	56	在光学、模组组合及光学半导体方面有一定工艺技术储备
立讯精密	002475.SZ	2,903	AR/MR 头戴装置供应商的能力占比逻辑
TCL 科技	000100.SZ	819	扩建第 6 代 LTPSLCD 显示面板生产线（t5），应用 VR、触摸屏、MiniLED 背光显示和 LTPO 等技术，生产 VR 显示面板等中小尺寸高端显示产品
京东方	000725.SZ	1,922	为 VR/AR/MR 智慧终端提供包括高 PPI、高刷新率的 Fast LCD 和超高分辨率、超高对比度的硅基 OLED 等技术的显示解决方案
蓝思科技	300433.SZ	737	基本掌握 VR/AR 生产所需的工业设计、传感器、光学设计、系统集成、大规模量产等底层核心技术能力，能提供一站式 ODM/OEM 量产服务
长信科技	300088.SZ	231	为 Facebook 提供最新款 VR Quest2 显示模组，也为国内 VR 巨头提供 VR 头显模组
杰普特	688025.SH	47	业务线包含激光器和激光/光学智能设备，为特定客户研制供货 VR/AR 的视觉成像检测设备
利亚德	300296.SZ	227	主业持续研发 MicroLED，旗下子公司在动作捕捉、虚拟人等方面落地应用
芒果超媒	300413.SZ	675	推出虚拟主持人“YAORYAO”、AR 明星合拍互动系统、互动视频平台、IMGO 超高清视频修复、增强平台等技术创新成果，并通过“互动+虚拟+云渲染”三个方面构建芒果元宇宙的基础架构
新国脉	600640.SH	92	开放融媒体云平台，丰富元宇宙产品与内容矩阵，包括虚拟人、云 VR/AR、云游戏、XR 数字文博、XR 娱乐空间站、元宇宙音乐等
三七互娱	002555.SZ	548	已投资优质的 VR 内容研发商 Archiact 布局内容生态，完善 VR/AR 领域整体布局
巨人网络	002558.SZ	199	宣布已部署团队对元宇宙开展预研工作
昆仑万维	300418.SZ	221	面向游戏玩家的 Opera GX 浏览器、面向开发者的游戏引擎 GameMaker Studio，以及完成两者闭环的游戏社区平台 GXC
完美世界	002624.SZ	267	公司自研的 ERA 引擎将携手 HarmonyOS，在 5G 游戏领域进行更深层次的探索
游族网络	002174.SZ	114	与商汤科技合作，布局 AI+游戏，落实现有及待研发游戏项目的深度合作，并探索游戏与人工智能方面的合作
祖龙娱乐	09990.HK	56	宣布致力于元宇宙平台建设的服务器标准化方向，在游戏创新和研发上不断开拓
吉比特	603444.SH	263	宣布持续关注云游戏、VR 等前沿技术，也会投入资源做一定尝试
视觉中国	000681.SH	114	宣布布局 NFT 及 NFT 数字艺术交易平台
风语筑	603466.SH	104	对 VR/AR/XR、数字虚拟人、3D 渲染、沉浸式交互、数字孪生等技术进行研发与应用
阅文集团	00772.HK	398	推出国内首个网文 IP 数字藏品

公司	股票代码	市值	元宇宙相关点
中文在线	300364.SH	77	宣布借助 5G、AI、AR/VR 等技术发展推动沉浸式互动阅读
蓝色光标	300058.SZ	200	宣布投入超 10 亿资金布局元宇宙赛道，全面构建公司自有 IP、技术和内容核心能力
中国移动	600941.SH/ 00941.HK	14,240	推出元宇宙 MIGU 演进路线图以及增强现实眼镜 Nreal Air 产品，将在 MSC、视频彩铃、云游戏、XR 四大领域构成基于中国移动的元宇宙
中国电信	601728.SH/ 00728.HK	3,944	加大 5G 业务和终端创新，推进天翼超高清、云 VR、云 AR、云游戏等生态合作，助力元宇宙场景快速落地
中国联通	600050.SH/ 00762.HK	1,240	主要瞄准数字人产业的开发与制作、虚拟偶像的孵化、打造轻量化元宇宙社区平台
科大讯飞	002230.SZ	1,097	虚拟人相关技术布局：最先发起虚拟人交互平台 1.0，实现多模感知、情感贯穿、多维表达、自主定制
商汤	00020.HK	1,830	发布元宇宙赋能平台 SenseMARS，软件平台内含 3500 个人工智能模型，支持感知智能及混合与增强现实系统（MARS）

资料来源：Wind，中信证券研究部 注：1) 股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价；2) 港币人民币汇率采用 0.814，市值单位为亿元。

■ 附录：全球重点科技公司在元宇宙的布局情况

Meta (FACEBOOK)：以 VR 为基础，全面布局元宇宙

Meta 在元宇宙的布局目前是最为全面的,包括 VR 终端设备 Oculus Quest、Workplace 虚拟办公空间、社交空间 Horizon Home、数字货币 diem 等,并持续在触觉设备上投入研发。Meta 作为全球最大的社交与元宇宙公司,有望带动 VR、新社交模式等领域的加速迭代。

- **Meta VR 硬件全球销量领先，持续打造开发者生态。**Meta 于 2020 年 10 月发布了 VR 头显 Quest 2，硬件参数的全面提升叠加售价下探，带来了设备出货量的显著增长。2021 年 11 月，高通 CEO 克里斯蒂亚诺·阿蒙在高通投资者日活动中表示 Quest 2 已经售出超过 1000 万台。在硬件设备销量增长的背景下，Meta 发布了一系列面向开发者的平台和工具。包括 Oculus Developer Hub、Presence Platform 等，助力开发者持续打造 VR 相关的软件开发生态。

表 40：Meta 五年 VR 发展史

时间	VR 事迹
2016.03	Oculus Launch Pad 和第一代 VR 头显 Oculus Rift 发布
2016.10	Santa Cruz 作为 Quest 的原型发布，揭示了 inside-out tracking 的理念
2016.12	Oculus Touch 发布，加入了手势追踪功能并推出 Robo Recall、The Climb 等多款游戏
2017.06	Lone Echo 和 Echo Arena 游戏发布
2018.01	Oculus Start 发布
2019.05	Oculus Quest 和 Rift S 发布，同时风靡一时的游戏 Beat Saber 发布
2020.09	刺客信条和细胞分裂在 Quest 平台上发布
2020.10	Quest 2 发布，全方位升级，提供全新内容体验，并降低内容价格，普及 VR

资料来源：Oculus 官网，中信证券研究部

表 41：新版 Oculus Quest 2 和旧版 Oculus Quest 参数对比

	Quest 2	Quest 1
价格	\$299 起	\$399 起
主芯片	高通骁龙 XR2	高通骁龙 835
RAM	4 GB	6 GB
屏幕/刷新率	LCD	OLED
单眼分辨率	1832*1920	1600*1440
屏幕刷新率	60、72、90Hz	60、72Hz
功能	六个自由度，支持佩戴眼镜体验以及 IPD 调节，也可实现徒手操作	六个自由度，摇杆操控
重量	503g	571g

资料来源：Oculus，Amazon，中信证券研究部

表 42: Oculus 出货量全球显著领先

品牌	2021Q1 出货量	2021Q1 市场份额	2020Q1 出货量	2020Q1 市场份额	同比增幅
Oculus	663,302	60.8%	215,803	28.7%	207.4%
DPVR	125,969	11.5%	60,562	8.1%	108.6%
Pico	97,230	8.9%	67,182	8.9%	44.7%
HTC	18,523	1.7%	37,506	5%	-50.6%
索尼	18,437	1.7%	91,702	12.2%	-79.9%
其它	166,683	15.3%	278,980	37.1%	-40.3%

资料来源：IDC，中信证券研究部

- **完善 VR 生态软件应用，着重布局社交、办公领域。**Meta 发挥在社交平台上的优势，着重布局 VR 生态的社交、办公应用。推出社交应用 Horizon Home，允许用户打造自己的虚拟形象和家园空间，可以邀请好友一起访问、串门或游玩 VR 游戏。推出办公协作应用 Quest for business，让用户可以再虚拟的 3D 环境中进行会议、演示等。

图 147: 虚拟现实社交平台 Horizon Home



资料来源：Meta Connect 大会

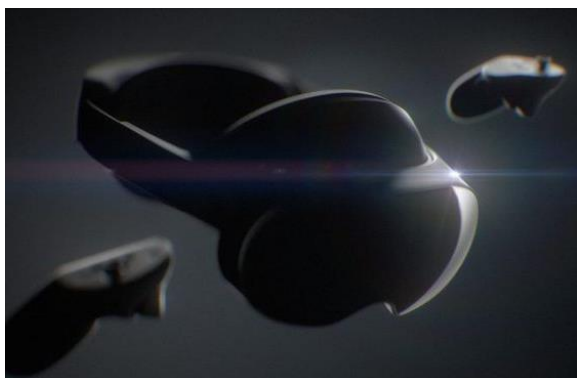
图 148: 办公协作应用 Quest for business



资料来源：Meta Connect 大会

- **持续投入，以硬件为基础，探索布局元宇宙。**2021 年 10 月 Meta Connect 大会上扎克伯格宣布将投入 100 亿美元探索元宇宙，大会上宣布了 Meta 的下一代头显 Project Cambria，但未公开具体参数和上线时间；11 月，Meta 公布了一款尚处于原型状态的气动触觉手套。当用户佩戴手套抓握虚拟物体时，能够感受到模拟出的触碰感觉。

图 149：Meta 的下一代 VR 头显 Project Cambria



资料来源：Meta 官网

图 150：Meta 气动触觉手套模拟用户之间握手的手感



资料来源：Meta 官网

综合来看，Meta 在元宇宙上的布局较为全面。硬件上，Quest 2 销量处于全球领先地位，Meta 同时密切研发下一代 VR 头显，有望持续保持为 VR/AR 设备市场核心竞争者；软件领域，Meta 重点布局公司擅长的社交领域，在 3D 虚拟世界社交应用、3D 办公协作应用上有持续进展。并且，公司全面转向元宇宙，决心显著并持续投入，长期有望成为元宇宙的核心竞争者。

风险因素：宏观经济波动导致广告主开支缩减的风险；GDPR、反垄断等监管持续加强的风险；iOS 影响广告收入的风险；竞争加剧风险；Oculus 等业务进展不及预期风险等。

财务数据

表 43：Meta Platform (FB.O) 财务数据及预测

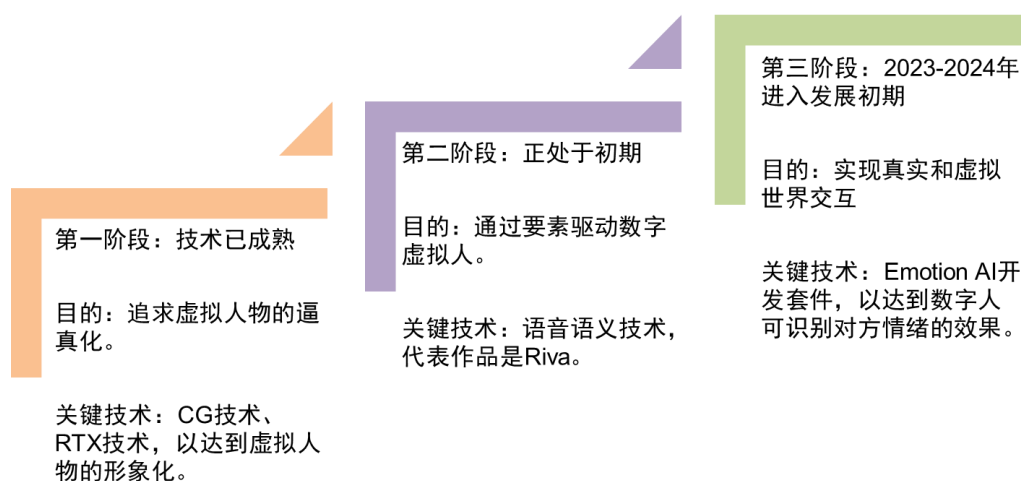
项目/年度	2019	2020	2021	2022E	2023E
营业收入(百万美元)	70,697	85,965	117,929	134,952	155,031
YoY	26.6%	21.6%	37.2%	14.4%	14.9%
毛利率	81.9%	80.6%	80.8%	78.9%	79.7%
净利润(百万美元)	18,485	29,146	39,370	37,435	43,990
增长率 YoY	-16.4%	57.7%	35.1%	-4.9%	17.5%
PE (GAAP)	32	21	15	15	13

资料来源：Wind，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

英伟达：算力为基础，Omniverse 打造开放式云平台

英伟达创始人 CEO 黄仁勋在参加 Computex 2021 线上会议时，描绘了英伟达未来元宇宙业务的“三步走”策略。第一步，虚拟化，创建一个协作开发引擎，即 Omniverse，用来渲染高保真度的图像场景；第二步，逼真化，通过 AI 语言学习以及对虚拟世界物理规律性的强化，使虚拟世界场景进一步逼近真实世界体验；第三步，情感化，构造虚拟世界社会关系，打造虚拟世界情感交互。

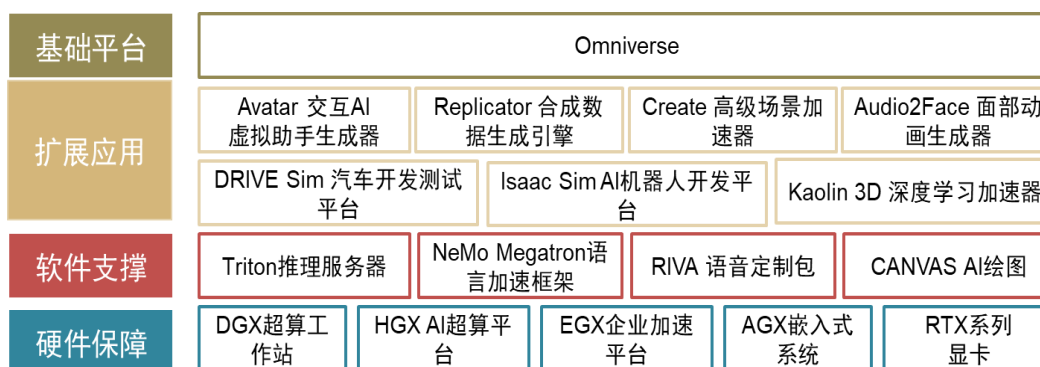
图 151：英伟达元宇宙“三步走”发展战略



资料来源：英伟达官网，中信证券研究部

英伟达的元宇宙愿景与产品布局：未在未来，目标形成一套以 Omniverse 为平台，并拥有强大算力支撑和先进硬件基础的元宇宙体系。 Omniverse 平台是基于 USD（通用场景描述），专注于实时仿真、数字协作的云平台。其特色在于拥有高度逼真的物理模拟引擎以及高性能渲染能力。基于此平台发布的系列扩展应用，将实现多种场景的虚拟化。同时，英伟达在视觉传达、虚拟语音、机器学习、云端进出等关键技术环节，开发或升级了相应的软件和硬件，搭建起强大的技术保障和关联产品体系。

图 152：英伟达元宇宙产品网络



资料来源：英伟达 GTC2021，中信证券研究部

- **以 GPU 为核心的高算力硬件基础。**英伟达 GPU 芯片产品矩阵丰富，针对游戏、PC、企业工作站、汽车等应用具有针对性应用产品，是全球单块算力硬件的领先提供商。在庞大的数据集、复杂的模拟等应用场景，需要多个极速互连的 GPU 以及充分加速的软件堆栈，英伟达 HGX AI 超算平台也是实现这种新型架构的先锋产品。

表 44：RTX 系列显卡性能参数对比

产品型号	RTX 2080Ti	RTX 3080	RTX 3070	RTX 3060
发布时间	2018	2020	2020	2020
起售价格（美元）	999	1999	1299	999
架构	Turing	Ampere	Ampere	Ampere
内核	4352	6144	5120	3840
基础频率	1350 MHz	1245 MHz	1290 MHz	1283 MHz
加速频率	1545 MHz	1710 MHz	1620 MHz	1703 MHz
显存	11 GB	16 GB	8 GB	8 GB
TDP	260 W	150 W	125 W	115 W

资料来源：英伟达官网，中信证券研究部

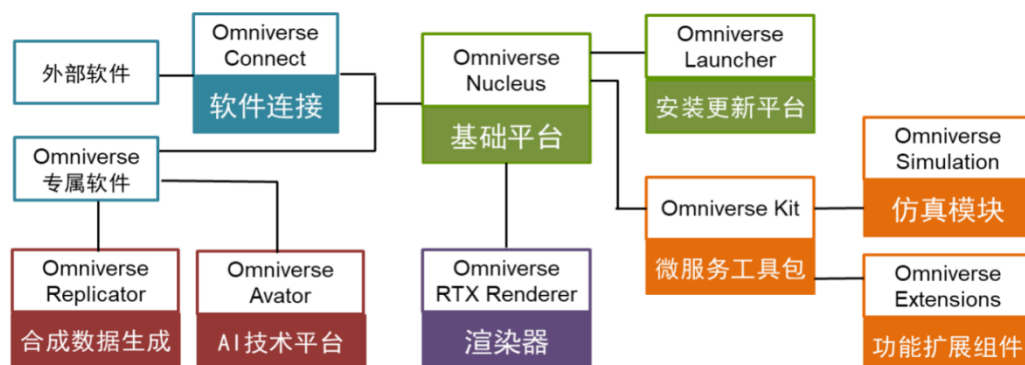
表 45：HGX 超算平台性能对比

产品型号	V100	V150	A100 40GB	A100 80GB
AI 训练速度	0.7X	0.7X	1X	3X
大数据分析速度	1X	1X	4X	8X
HPC 性能	2X	4X	11X	11X
显存	32G	32G	40G	80G
NVLink	-	-	第三代	第三代
NVSwitch	-	-	第二代（8GPU）	第二代（8GPU）
带宽	32 GB/s	32 GB/s	600 GB/s	600 GB/s

资料来源：英伟达官网，中信证券研究部

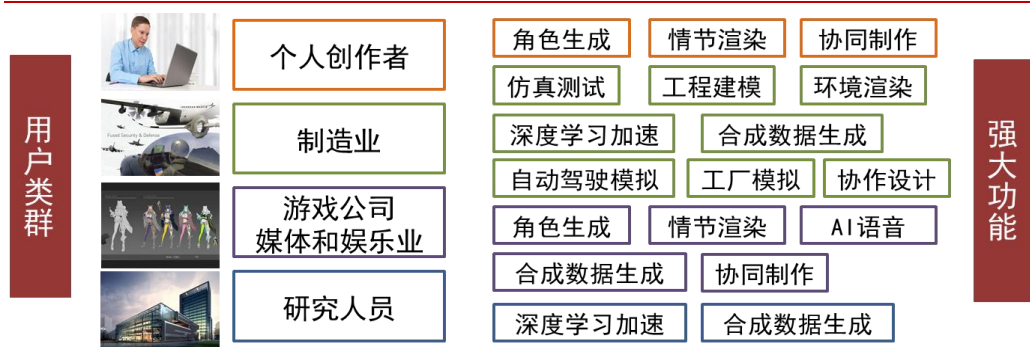
- **打造 Omniverse 开放式云平台,参与元宇宙构建。**NVIDIA Omniverse 是 NVIDIA 开发的专为虚拟协作和实时逼真模拟打造的开放式云平台，通过云赋能创作者、设计师、工程师和艺术家在本地或者超越物理界限的世界各地实时工作，彼此之间可以实时看到进度和工作效果，提供了极大便利性。

图 153：Omniverse 平台架构



资料来源：英伟达官网，中信证券研究部

图 154：Omniverse 下游用户



资料来源：英伟达官网，DoNews，中信证券研究部

在向元宇宙的发展过程中，算力作为底层基础设施，将长期受益于信息技术产业的发展。英伟达在算力上具有显著的全球领先性，是具有核心技术和稀缺性的竞争者。同时，公司进军元宇宙“三步走”战略明确，未来有望形成以强大算力为基础、Omniverse 为平台型应用的格局。

风险因素：公司核心产品、技术演进不及预期的风险；下游 AI 应用场景拓展不及预期风险；全球宏观经济波动导致企业、个人用户 IT 支出不及预期风险；公司核心技术人员流失风险；全球自动驾驶进度不及预期风险；地缘政治冲突导致公司产品全球流通受阻风险等。

财务数据

表 46：英伟达（NVDA.O）财务数据及预测

项目/年度	FY2020	FY2021	FY2022E	FY2023E	FY2024E
营业收入(百万美元)	10,918	16,675	26,517	31,742	37,043
营业收入增长率 YoY	-6.8%	52.7%	59.0%	19.7%	16.7%
毛利润（百万美元）	6,768	10,396	17,378	20,996	24,491
毛利率（%）	62.0%	62.3%	65.5%	66.1%	66.1%
GAAP 净利润(百万美元)	2,796	4,332	9,012	11,037	13,233
增长率 YoY	-32.5%	54.9%	108.0%	22.5%	19.9%
Non-GAAP 净利润（百万美元）	3,580	6,277	11,195	13,498	15,803
增长率 YoY	-13.6%	75.3%	78.3%	20.6%	17.1%
PS	55	36	23	19	16
PE（GAAP）	214	138	66	54	45
PE（Non-GAAP）	167	95	53	44	38

资料来源：Wind，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

苹果：全面布局 AR 技术，市场预期 AR/MR 产品可能性

苹果在 AR/VR 领域中的布局，一方面注重软件&硬件等底层技术的开发，另一方面积极收购产业链相关公司，致力提升 AR/VR 用户体验。从苹果在 AR/VR 领域中的技术布局来看，公司同时注重在软件、硬件中的产品开发。

1) 苹果在 AR/VR 软件与硬件等底层技术开发领域中的布局及成效：现阶段苹果在

AR 领域的布局以移动产品（iPhone、iPad 等）为主，集中在开发工具（ARKit）、平台（App Store）、硬件产品（iPhone、iPad 等）的生态构建。截止 2020 年，苹果 App Store 中，AR 应用的总下载量已超过 1300 万次，苹果 ARKit 活跃用户数为 9.5 亿。

表 47：苹果移动端开发工具 ARKit

时间	进度
2017.06	苹果在 WWDC 开发者大会上发布 AR 的开发工具 ARKit，支持 iOS 系统设备
2017.09	发布 A11 仿生芯片，能够更好地支持 AR 实现；“第一款真正为 AR 打造的智能手机”
2018.06	苹果在 WWDC 开发者大会发布 ARKit 2，其系统优化与功能升级带来全新的 AR 体验
2018.12	苹果聘任 Andrew Kim，前微软 Hololens 团队高级设计师，助力 AR 设备开发
2019.03	苹果 CEO 库克明确提出：未来苹果发展的核心将是 AR
2019.06	苹果在 WWDC 开发大会上发布 ARKit 3、RealityKit 和 Reality Composer
2020.06	苹果在 WWDC 开发大会上发布 ARKit 4、AR Maps、Object Capture
2021.06	苹果在 WWDC 开发大会上发布 ARKit 5、RealityKit 2

资料来源：腾讯科技，中信证券研究部

2) 自 2010 年以来，苹果公司加大了在 AR/VR 产业链上的布局，通过收购&投资策略，积极整合 AR/VR 上下游中的关键零部件供应商、关键技术，以增强用户的 AR/VR 用户体验。

表 48：苹果近年来在 AR/VR 领域主要并购列表

时间	收购与投资对象	主要应用领域	投资金额
2010.09	Polar Rose	面部识别	2900 万美元
2013.03	WiFiSLAM	室内位置追踪平台	2000 万美元
2013.11	PrimeSense	3D 运动捕捉	3.45 亿美元
2015.04	LinX	摄像技术，局部多角度 3D 建模等	2000 万美元
2015.05	Metaio	AR 视觉方案，SDK	3200 万美元
2015.10	Perceptio	人类感官输入的识别和分类	未透露
2015.11	Faceshift	面部表情和动作捕捉	未透露
2016.01	Emotient	面部表情识别	未透露
2016.01	Flyby Media	3D 空间感知、室内定位、导航等	未透露
2016.12	Indoor.io	室内位置追踪平台	未透露
2017.02	RealFace	面部识别	200 万美元
2017.06	SensoMotoric Instruments	眼球追踪智能眼镜	未透露
2017.09	Regaind	图像和面部识别	未透露
2017.11	Vrvana	MR HMD	未透露
2018.08	Akonia Holographics	AR 眼镜镜片	未透露
2018.09	Shazam	音乐识别	4 亿美元
2019.10	IKinema	3D 运动捕捉	未透露
2020.05	NextVR	VR 直播，内容领域首次	约 1 亿美元
2020.08	Cameral	深度学习和计算机视觉方面的高级功能	未透露
2020.08	Spaces	VR 线下体验及 VR 视频会议平台	未透露

资料来源：IT 桔子，中信证券研究部

3) 苹果公布多项专利，多数与 XR 技术相关。2020 年以来，美国专利及商标局公布了苹果公司专利，包括多项 VR/AR/MR 技术相关专利，其中包括有关虚拟会议方案、利用

家庭增强现实（ER）环境通过多个立体模型视图为 MR 头显提供显示、AR 头显、空间音频引擎、用户可在虚拟空间中禁言或屏蔽他人的虚拟化身、具有可移除透镜的显示和视力矫正系统等。

图 155：增强视觉功能专利示意图

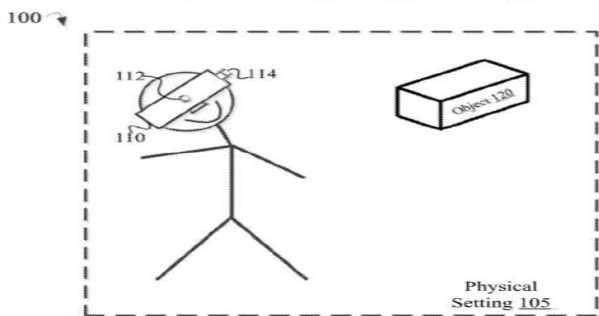
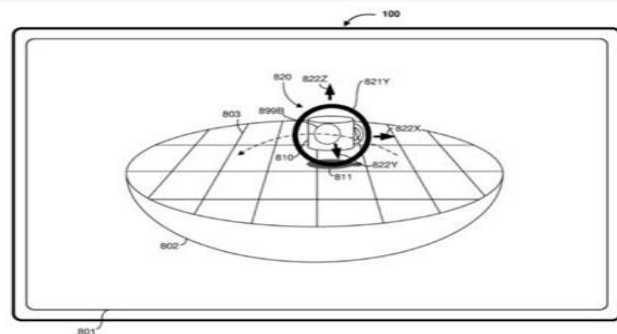


图 156：在 2D 屏幕上操纵 3D 对象设备、方法和图形用户界面



资料来源：美国专利及商标局，映维网，天眼查，中信证券研究部

资料来源：美国专利及商标局，映维网，天眼查，中信证券研究部

4) Digitimes 报道苹果拟于 2022 年发布首款 XR 设备。根据 Digitimes 报道，苹果第一款 XR 设备为 AR 头显面罩，目前已进入人工检验阶段，预计将于 2022 年推向市场，售价超过 2000 美元，主要是由于零部件成本和初期规模量成本较高；第二款产品为 AR 眼镜，预计将于 2025 年推向市场。其报道的首款 AR 设备参数具体为：

- 该款 AR 面罩设备重量大约为 100-120g，镜框部分采用高强度轻量化含有微量稀土元素的镁合金材料；

- 该产品包含了 15 个摄像头，并配备激光雷达传感器，可在屏幕上实现身临其境的沉浸式体验。其中 8 个模组用来提供影像式穿透的 AR 体验，6 个模组用来提供创新的生物识别功能，1 个模组用来进行环境侦测；

- 该设备搭载了台积电 5nm 制程芯片。

5) 苹果多次上传与其命名习惯类似的操作系统代码名称。根据钛媒体报道，在近期的 GitHub 开源代码和苹果应用商店上传日志中，多处提及 RealityOS 一词，名称与 AR/VR 设备相似，有可能为苹果可能发布的 AR/VR 设备的操作系统名称。

结合苹果公司在 AR 软件的多年布局、专利的申请情况，以及媒体的报道，我们期待苹果公司发扬引领产业的优势，在产品技术能力、应用、交互模式等多方面做出突破和创新，能够推出具有核心竞争力的 AR/MR 设备，成为元宇宙的核心竞争者。

风险因素：公司核心产品、技术演进不及预期的风险；关键零部件供应链供应不足的风险；新产品发布时间不及预期的风险；全球宏观经济波动风险；政策监管风险等。

财务数据

表 49：苹果（AAPL.O）财务数据及预测

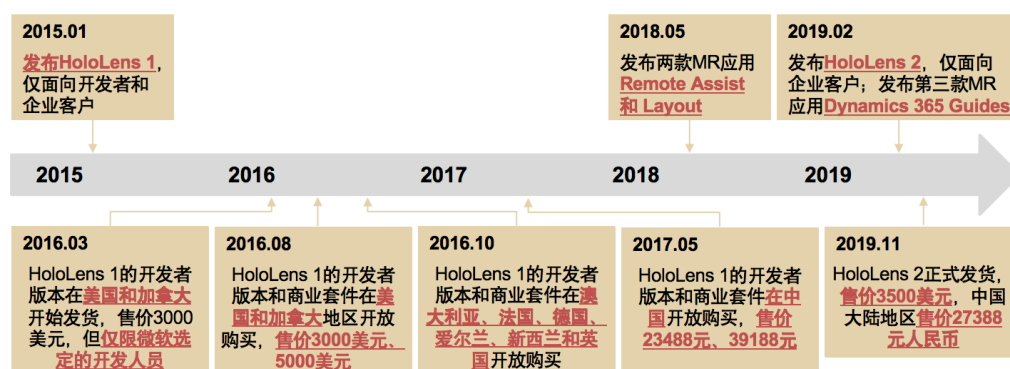
项目/年度	FY2020	FY2021E	FY2022E	FY2023E	FY2024E
营业收入(百万美元)	274,515	365,817	397,418	422,548	444,062
YoY	5.5%	33.3%	8.6%	6.3%	5.1%
毛利率(%)	38.2%	41.8%	43.9%	44.6%	45.5%
GAAP 净利润(百万美元)	57,411	94,680	106,954	115,637	125,339
增长率 YoY	3.9%	64.9%	13.0%	8.1%	8.4%
PE (GAAP)	48	29	26	24	22

资料来源：Wind，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

微软：收购动视暴雪，MR 终端、企业元宇宙、游戏齐发力

HoloLens：主打 B 端的混合现实头显。2015 年 1 月，公司发布 HoloLens 1，仅面向开发者和企业客户。2019 年 2 月，公司发布 HoloLens 2，仅面向企业客户；2019 年 11 月，HoloLens 2 正式发货，售价 3500 美元。2021 年 5 月，公司确认正在开发下一代产品 HoloLens 3，并预计将有消费者版本。

图 157：自 2015 年 1 月发布第一代 HoloLens 以来，公司已推出三款 MR 应用及第二代 HoloLens



资料来源：腾讯科技，新浪科技，IT 之家，中信证券研究部

HoloLens 当前主要定位于 B 端市场，同时也为美军提供军用版设备。2018 年 11 月，公司获美军价值 4.8 亿美元的 HoloLens 订单，向美军提供集成视觉增强系统（IVAS）的原型设计，IVAS 是一款改装的军用版 HoloLens。2021 年 4 月，美国陆军表示 IVAS 项目已从原型开发阶段进入生产部署阶段，并已正式签下供货合同，价值 219 亿美元，公司将向美国陆军提供 12 万台 IVAS，合同期限为十年。

图 158：基于 HoloLens 2 的医疗保健业 MR 解决方案



资料来源：微软官网

图 159：与美国陆军签署价值 219 亿美元的协议



资料来源：搜狐科技

图 160：微软下代产品 HoloLens 3 后续的研发计划

提高沉浸感	提高舒适度和社会接受度	增加用户所能完成的价值
正在与Niantic和Epic等竞争对手合作，以保证混合现实的开放平台，具有自由的交互性、硬件来源和没有应用商店锁定的税负。	- 重量小于90g (HoloLens 2重500g)。 - 功率为2W (HoloLens 2 功率为8W)	- Hololens目前的目标客户是一线工人，旨在帮助他们解放双手。 - 现在已有60%的财富500强企业正在试用或使用混合现实技术

资料来源：微软官网，中信证券研究部

正式进军元宇宙领域，抢先布局企业办公元宇宙。2021 年 11 月 2 日，微软年度技术盛会 Ignite 2021 在线开幕，微软 CEO Satya Nadella 在 Ignite 宣布将探索元宇宙技术，正式进军元宇宙领域。微软将用通过构建“Dynamics 365 Connected Spaces”和“Mesh for Microsoft Teams”两个举措搭建元宇宙。

Mesh for Microsoft Teams 是微软在原有的视频会议应用 Microsoft Teams 基础上，加入 Mesh 混合现实功能，允许用户在多种终端上实现办公虚拟现实体验。预览版本将于 2022 年上半年推出，后续 Mesh 技术也将和硬件 HoloLens 结合，为用户提供更丰富的体验。

图 161：微软元宇宙解决方案



资料来源：微软 Ignite 2021

收购动视暴雪，发力游戏赛道布局元宇宙。2021 年 11 月，微软 CEO Satya Nadella 在接受 Bloomberg TV 采访时表示，将来 Xbox 游戏平台也将加入到微软元宇宙中，未来计划将《Minecraft》、《Halo》和《Flight Simulator》等游戏转变为完整的 3D 世界，并允许玩家佩戴 AR/VR 设备于其中探索，持续发力元宇宙游戏。

2022 年 1 月，微软宣布以每股 95 美元、总价 687 亿美元的价格全现金对价收购美国第一大游戏公司动视暴雪，收购事项期望在微软 2023 财年完成。收购完成后，动视暴雪预计向微软游戏部门汇报。消息宣布后，引发全球高度关注。微软在公告中表示，此举将为公司向元宇宙方向延展提供基础。

图 162：动视暴雪旗下诸多世界级 IP 有望与微软游戏部门产生良好的协同效应



资料来源：微软官方推特

微软游戏一直以 Xbox 及 PC 业务为主。根据 Newzoo 数据，移动游戏的全球市场规模占比已超过 50%，动视暴雪与腾讯、网易有密切合作研发，已经落地《使命召唤手游》等移动游戏爆款，并且有《暗黑破坏神：不朽》等移动游戏储备，收购后将显著增强微软在移动游戏领域的竞争力，同时，动视暴雪每年推出《使命召唤》主机和 PC 版本的新作，亦能与微软业务产生协同。动视暴雪拥有例如《魔兽》、《暗黑破坏神》、《守望先锋》、《使

命召唤》等世界级 IP，并且拥有大型 3D 开放世界、高品质美术的研发积累，在向元宇宙的探索中，IP+研发能力齐备，将进一步开拓微软在元宇宙上的布局。

总的来看，微软在 MR 终端设备有多年积累，并且已经向美军供货。从军用衍生至民用是科技技术常见的发展路径，微软也已宣布下一代 HoloLens 将有消费级产品，未来有望参与到 AR/MR 终端设备市场竞争中。在软件方面，公司明确布局元宇宙办公应用，探索 3D 虚拟办公领域；在游戏方面，重金收购动视暴雪，发力游戏布局，积极从各领域探索可能性。

风险因素：MR 等新业务发展不及预期风险；收购动视暴雪进度及业务发展不及预期风险；核心业务竞争加剧风险；全球宏观经济波动风险；政策监管风险等。

财务数据

表 50：微软（MSFT.O）财务数据及预测

项目/年度	FY2020	FY2021	FY2022E	FY2023E	FY2024E
营业收入(百万美元)	143,015	168,088	195,346	221,632	251,115
营业收入增长率 YoY	13.6%	17.5%	16.2%	13.5%	13.3%
净利润(百万美元)	44,281	61,271	68,670	77,583	90,339
增长率 YoY	12.8%	38.4%	12.1%	13.0%	16.4%
PE	50	36	31	28	24
PS	15	13	11	10	9

资料来源：路透一致预期，中信证券研究部 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

高通：XR 芯片切入元宇宙终端设备

高通利用在通信技术领域的多年积累，逐步向 XR 领域迈进，融合 AI、5G 和 XR 技术，抢占新一代硬件布局机会，为引领元宇宙基础硬件打下基础。从 2015 年起，高通公司发布骁龙 820、骁龙 XR1、骁龙 XR2 等芯片支持 XR 设备，在 VR/AR 终端芯片市场具有领先地位，同时公司开发出骁龙 XR1 平台、骁龙 XR2 5G 平台和 Spaces XR 平台支持 XR 技术开发者，实现广泛应用。

图 163：高通 XR 相关产品历史



资料来源：高通官网，中信证券研究部

骁龙 XR2 芯片，当前 VR 终端的主流芯片。2019 年，高通发布的骁龙 XR2，是基于骁龙 865 针对 VR/AR 设备进行改造的专用平台，结合了高通 5G、AI 和 XR 领域的最新技

术，并采用台积电 7nm 制程。

表 51：市场主流 XR 一体机均采用高通骁龙芯片

	Oculus Quest2	HTC Vice Focus 3	Pico Neo 3	Pico Neo 3	爱奇艺奇遇 3	Nolo Sonic	微软 HoloLens2
发布时间	2020-10	2021-05	2021-05	2021-05	2021-08	2021-05	2019-2
处理器	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 845	高通骁龙 850

资料来源：各公司官网，中信证券研究部

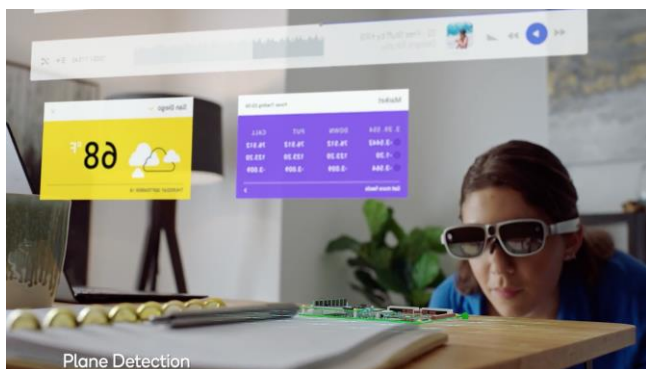
骁龙 Spaces XR：面向 AR 构建的开发者平台。2021 年 11 月 9 日，高通正式宣布推出骁龙 Spaces XR 开发者平台，能够提供专为下一代高性能、低功耗 AR 眼镜而优化的，稳健的机器感知技术。平台支持领先 3D 引擎的 SDK，可以从零开始面向 AR 眼镜创建 3D 应用，或直接在现有 Android 智能手机应用中增加头戴式 AR 特性等功能。

图 164：骁龙 Spaces XR 演示的手部追踪应用场景



资料来源：高通官网

图 165：骁龙 Spaces XR 演示的平面探测应用场景



资料来源：高通官网

高通从 XR 芯片切入元宇宙终端设备，我们预计其核心竞争力仍将保持在 XR 芯片上，未来有望受益于 XR 终端出货量的增长，继续扮演设备底层关键供应商的角色。

风险因素：全球 VR/AR 产业发展不及预期风险；上游半导体产能供应不足风险；芯片竞争力下降风险；全球宏观经济波动风险；政策监管风险等。

财务数据

表 52：高通（QCOM.O）财务数据及预测

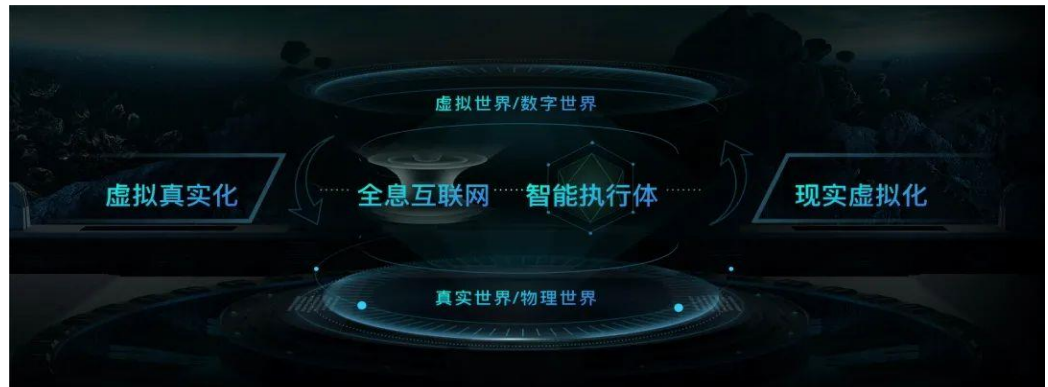
项目/年度	FY2020	FY2021	FY2022E	FY2023E	FY2024E
营业收入(百万美元)	23,531	33,566	42,150	45,167	49,961
营业收入增长率 YoY	-3.1%	42.6%	25.6%	7.2%	10.6%
毛利率(%)	60.7%	57.5%	58.5%	58.8%	59.3%
GAAP 净利润(百万美元)	5,198	9,043	11,998	12,865	14,556
增长率 YoY	18.5%	74.0%	32.7%	7.2%	13.1%
Non-GAAP 净利润(百万美元)	4,816	9,811	13,734	14,592	16,193
增长率 YoY	11.4%	103.7%	40.0%	6.2%	11.0%
PE (GAAP)	36	21	15	14	13
PE (Non-GAAP)	39	19	14	13	11

资料来源：彭博，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

腾讯：社交+内容，布局全真互联网

2021 年 11 月 4 日，张正友在腾讯生态大会上提出虚实集成世界概念，连接一切，打通虚实，向全真互联网迈进。虚实集成世界（Integrated Physical-Digital World），与 VR/AR/MR 不同，是虚拟世界和现实世界的紧密结合，有四个关键技术点：现实虚拟化、虚拟真实化、全息互联网、智能执行体。

图 166：腾讯虚实集成世界示意图



资料来源：腾讯生态大会 2021

利用社交和内容，实现经济系统内部良性循环与迭代，从大文娱和社交，布局全真互联网。腾讯以社交生态为核心，与内容 IP 相结合，逐步拓展出更多的视频、音乐、支付、阅读和企业服务等场景，迭代升级产业，使腾讯在社交、游戏、娱乐内容等领域有稳固的优势地位。下一步，腾讯将分为三个阶段，从大文娱和社交相结合的角度，实现容纳百业的全真互联网。

图 167：腾讯研究院预测的全真互联网实现路径

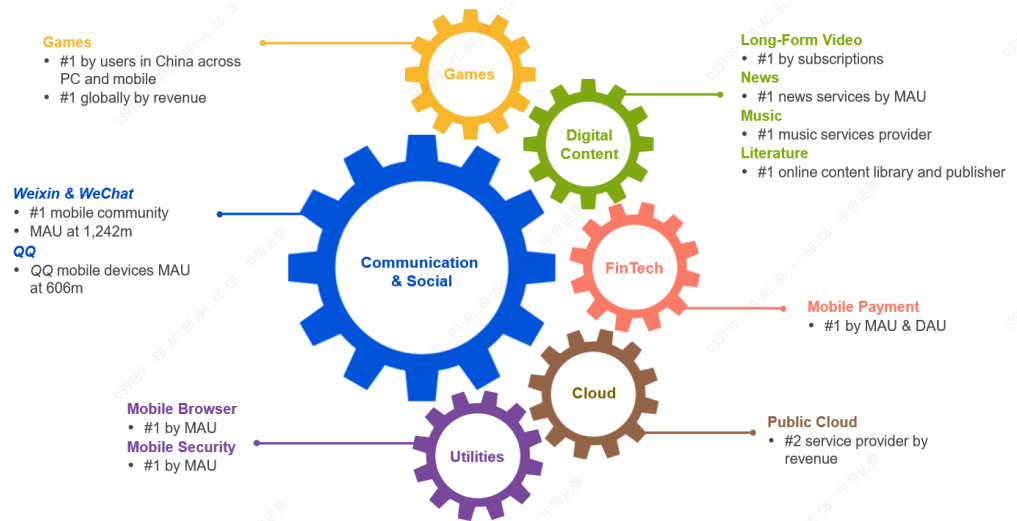


资料来源：腾讯研究院，中信证券研究部

腾讯利用庞大的社交生态，外延其他产品，为布局全真互联网带来机会。以社交为核心，腾讯逐步推广游戏、腾讯云、移动支付等产品，在各领域处于领先地位，形成以社交

为核心的生态体系，助力布局全真互联网。

图 168：腾讯以社交为核心外延其他产品



资料来源：腾讯财报

内容生态：围绕 IP，打造多元内容，布局元宇宙。腾讯围绕 IP，打造长短视频、电影、音乐、体育、阅读、游戏等众多内容，形成内容生态，成为国内用户规模最大的 PGC 内容平台。截止 2021 年第二季度，腾讯增值业务付费人数达到 2.29 亿人，其中腾讯视频增值业务付费人数达到 1.25 亿人，腾讯音乐增值业务付费人数达到 6600 万人。

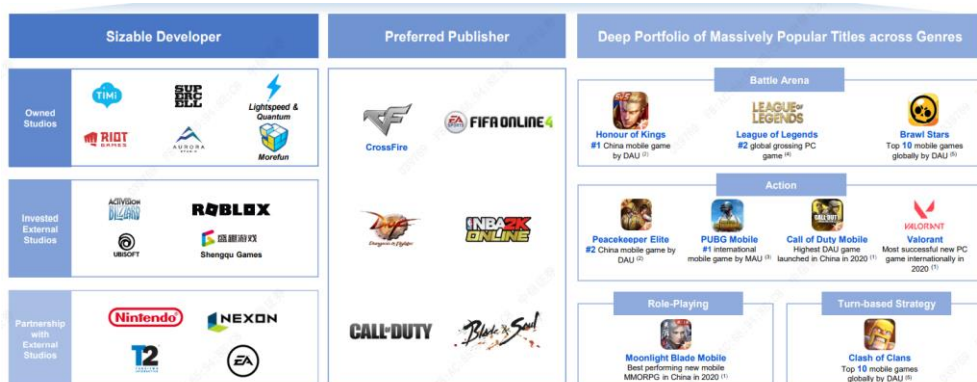
图 169：腾讯以 IP 为核心的元宇宙内容布局



资料来源：腾讯财报

游戏：全球最大游戏公司，成为布局元宇宙的有利条件，有望持续落地成产品形态并带来受益。腾讯除自主研发的游戏外，还通过全球化的投资和收购，成为全球最大的游戏公司。腾讯持有 Riot 游戏 100% 的股份，全球流行的电竞游戏《英雄联盟》为 Riot 游戏的代表作。除此之外，腾讯还与部分公司保持战略合作或代理关系。腾讯和首家将元宇宙写入招股说明书的上市企业 Roblox 成立合资公司，专注于教育编码基础知识、游戏设计、数字公民和创业技能；腾讯也成为主机游戏公司任天堂在中国的代理发行公司。通过多方收购和投资，腾讯在各类型游戏领域均占据领先地位，尤其在元宇宙初期，就与元宇宙公司进行战略合作，形成庞大的游戏产品矩阵，全面布局元宇宙。

图 170：腾讯游戏产品矩阵



资料来源：腾讯财报

风险因素：反垄断、版号等监管政策继续趋紧影响经营的风险；社交、游戏产品市场表现不及预期的风险；投入持续提升的风险；元宇宙探索性业务不及预期的风险；宏观经济增速下行的风险；市场竞争加剧风险等。

财务数据

表 53：腾讯控股（00700.HK）财务数据及预测

项目/年度	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入(亿元)	3773	4821	5617	6694	7965
营业收入增长率 YoY	20.7%	27.8%	16.5%	19.2%	19.0%
毛利率 (%)	44.4%	46%	44.1%	43.4%	42.7%
Non-IFRS 净利润 (亿元)	944	1227	1228	1441	1712
增长率 YoY	21.8%	30.1%	0%	17.4%	18.8%
PE (Non-IFRS)	40	30	30	26	22

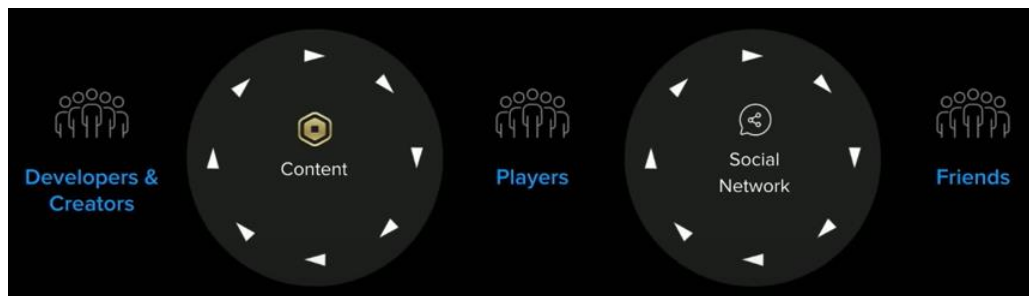
资料来源：彭博，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

Roblox：打造良性经济循环的 UGC 平台

Roblox 是一个提供在线游戏、游戏创作和社交的平台，产品形态以游戏为主。其中大多数作品都是用户自行创作的，在游戏中，用户可以开发各种形式类别的游戏、供其余用户游玩，同时也可以在游戏中进行消费。当前，Roblox 主要面向儿童和青少年群体。

Roblox 受到市场高度关注的重要原因，是其成功打造了一个包含经济系统在内的 UGC 平台，成功构建了一个良性的“用户娱乐/用户社交 – 用户消费 – 创作者获得收入 – 创作者进一步创作更好的内容 – 用户参与度增加”的循环，同时，用户和创作者的身份可以在 Roblox 中同时存在、随时切换。

图 171：Roblox 打造的创作者-用户-社交生态



资料来源：Roblox 投资者日大会

在 Roblox 中，配合 UGC 平台的属性，产品成功打造了一个良性的经济系统循环。在用户于 Roblox 中游玩时，可以使用现实货币购买平台虚拟货币 Robux，之后可以使用 Robux 去购买创作者创作的游戏、游戏内虚拟道具、个性化虚拟形象等各种游戏内容，当用户消费行为发生时，Roblox 会按消费内容和金额，将一定比例的 Robux 分成给内容创作者，内容创作者可以将这些 Robux 转化成为现实货币、从而获得现实受益。当然，内容创作者也可以将分成的 Robux 用于游戏内消费。

这一套较为完善的经济系统设计，配合 UGC 平台属性，将创作者的积极性充分调动、为用户提供更有吸引力的内容，好的内容又进一步吸引用户和增加黏性，形成了良好的循环。

图 172：Roblox 生态系统包含 Roblox 平台、开发者经济、用户以及安全和保障系统



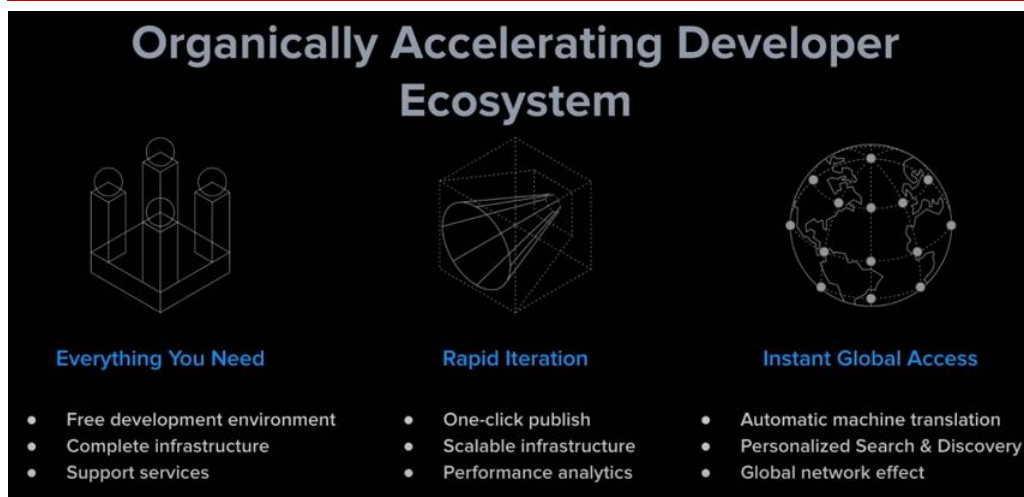
资料来源：Roblox 投资者日大会

当然，打造能够正向循环的 UGC 平台并非易事，Roblox 自 2006 上线后便一直致力于提供一个有充分创作自由度、适合青少年玩的游戏产品。同时，Roblox 打造了 Roblox

客户端（适配多平台）、Roblox Studio、Roblox Cloud 三大基础设施，来尽量降低 UGC 内容的创作门槛、为创作者提供尽量多的保障：

- Roblox 客户端：支持 PC、手机、主机、VR 的多平台用户终端，提供跨平台同步的用户体验，用户无论在哪个平台登录游戏，都可以继续自己账号的所有体验和设置，也即是当前游戏行业受到较多关注的跨平台游戏的概念。
- Roblox Studio：用于提供给创作者进行内容创作、构建、发行、运营的工具平台，其性质介于游戏引擎和内容编辑器之间。Studio 使用 Lua 语言，学习成本相对较低，并且包含众多较为通用的游戏编程模块，比如背包、聊天等，为内容创作者，特别是 Roblox 面向的青少年群体，提供了较为友好的创作体验。同时，其教程、社区论坛、发布、运营等也是一站式服务，免去通常游戏发行会遇到的许多实际问题。
- Roblox Cloud：由 Roblox 自行开发的云架构，基于其自有基建，具备全球服务能力，为用户提供快速相应的游戏服务。

图 173：Roblox 强调打造丰富、便捷、易用的开发者生态



资料来源：Roblox 投资者日大会

风险因素：产品活跃数等关键指标增长受阻的风险；用户年龄段拓展受阻的风险；UGC 内容带来的用户安全保护的风险；政策监管风险等。

财务数据

表 54：Roblox (RBLX.N) 财务数据及预测

项目/年度	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入(百万美元)	508	924	1,943	2,982	3,851
营业收入增长率 YoY	56.5%	81.7%	110%	53%	29%
调整后净利润(百万美元)	-71	-253	-411	-366	-276
净利润增长率 YoY	-	-	-	-	-
EPS	-0.1	-0.4	-0.7	-0.6	-0.5
PS	76	42	20	13	10

资料来源：彭博，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

网易：游戏和自研引擎为根基

2021 年 11 月，网易 Q3 财报电话会上，网易创始人丁磊对元宇宙的问题做出回应：网易在元宇宙的计划和规划方面已经做好了准备，等到时机成熟的时候，“网易可能跑得比谁都快”。

网易在游戏行业深耕多年，目前在运营游戏产品超过 100 款，以 MMO、卡牌等品类见长，在 3D 游戏领域有较为长时间的积累。游戏行业在 3D 数字资产制作、运营等方面具有领先性，游戏预计也将是元宇宙早期落地的主要产品形态，网易在游戏行业的、特别是 3D 游戏领域的积累，有助于在元宇宙的发展抢得身位。

图 174：网易游戏产品阵列丰富

客户端游戏		手机游戏	
角色扮演	竞技/休闲	热门推荐	新品推荐
梦幻西游电脑版 NO.1	我的世界 N	梦幻西游手游 H	哈利波特：魔法觉醒 N
大话2经典版 H	守望先锋 N	大话西游手游 H	逗斗火柴人 N
新倩女幽魂 H	战意 N	倩女幽魂手游 H	漫威超级战争 N
逆水寒 H	风暴英雄	阴阳师 H	忘川风华录 N
超激斗梦境 H	星际争霸 II	率土之滨 H	天谕手游 N
永劫无间 H	炉石传说	天下手游 H	萤火突击 N
天谕		镇魔曲手游 H	游戏王：决斗链接 N
EVE Online		一梦江湖 H	无尽的拉格朗日 N
龙魂时刻		决战！平安京 H	星海求生 N
新大话3经典版		明日之后 H	月神的迷宫 N
镇魔曲		荒野行动 H	机动都市阿尔法 N
镇魔曲页游		第五人格 H	冰汽时代手游 N
大唐无双		神都夜行录 H	绝对演绎 N
武魂2			
魔兽世界			
暗黑破坏神3			
精灵传说			
新飞飞			

资料来源：网易游戏官网，中信证券研究部

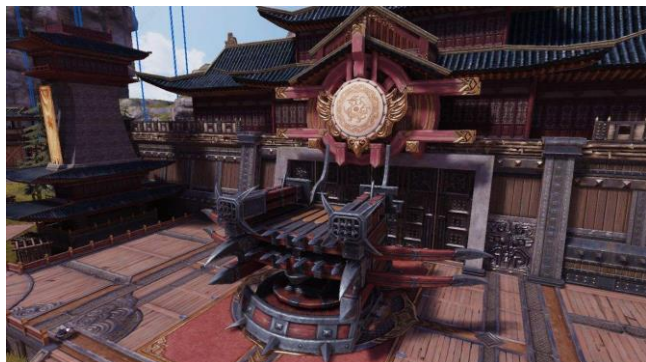
3D 引擎是游戏行业最重要的底层运行技术之一，游戏产品的渲染效果、运行效率、开发流程、开发效率等多个关键因素都和引擎息息相关。在商业 3D 引擎市场上，Unity 和 Unreal 呈现了实质性的双寡头格局，而网易早期便开始布局自研引擎，形成了 NeoX 和 Messiah 的双自研引擎格局，当前都仅供网易内部项目使用。3D 引擎日益成为受到市场关注的赛道，不断开拓应用场景，在领域中长期积累布局的网易也具有能力占位。

图 175：2016 年爆款手游《阴阳师》使用网易自研的 NeoX 引擎



资料来源：阴阳师官网

图 176：《一梦江湖》使用网易自研的 Messiah 引擎



资料来源：一梦江湖官网

同时，网易也在元宇宙早期应用上积极探索，发布了在线虚拟活动平台产品“瑶台”，从人工智能和科技创新的方向打造全新的线上活动模式，提供具有活动氛围感和沉浸式的在线会议、个性化虚拟形象定制、精美 3D 活动场景、支持 PC 和移动端接入等功能，可以应用在学术教育、商业活动、社交娱乐等场景。

网易瑶台已经应用在网易云音乐 IPO 敲钟、网易投资者沟通会等活动场景中。

图 177：网易云音乐 IPO 虚拟敲钟仪式



资料来源：瑶台官网

图 178：2021Q3 网易投资者沟通会在瑶台中进行



资料来源：瑶台官网

整体看来，网易在游戏、自研引擎上积累多年，能力较为突出，在游戏产品上有加速进场能力，同时自研引擎也有望成为长期稳定发展的保障。在应用层面，网易瑶台作为早期产品试水，亦有一定的实际应用场景，有望在未来进一步发展。

风险因素： 版号等游戏行业监管持续趋紧的风险；产品表现不及预期的风险；市场竞争加剧风险等。

财务数据

表 55：网易（NTES.O/09999.HK）财务数据及预测

项目/年度	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入(亿元)	592.4	736.7	873.7	1007.2	1161.6
营业收入增长率 YoY	16%	24%	19%	15%	15%

项目/年度	2019	2020	2021E	2022E	2023E
Non-GAAP 净利润(亿元)	236.4	147.3	177.8	218.4	251.2
Non-GAAP 净利润增长率 YoY	172%	-38%	21%	23%	15%
Non-GAAP PE	18	30	24	20	17

资料来源：彭博，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

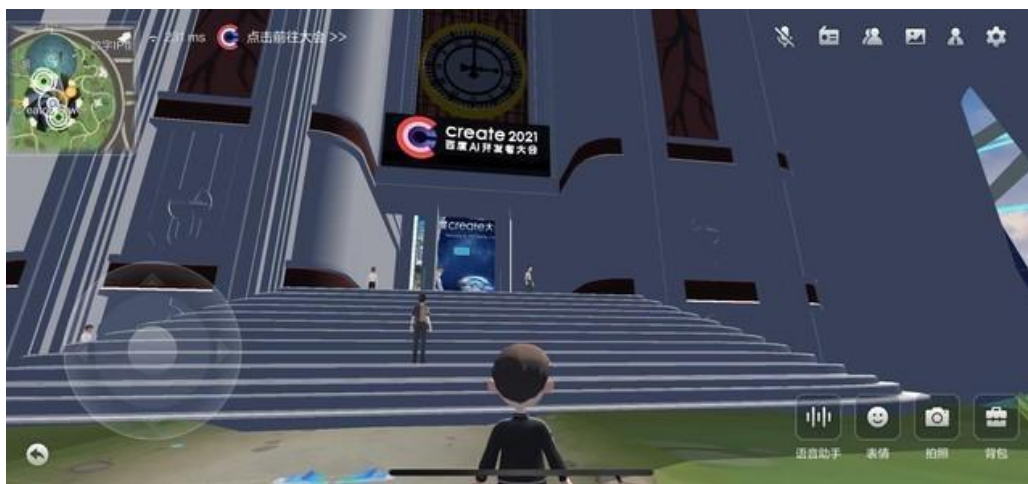
百度：“希壤”产品试水

2021 年 12 月，百度发布元宇宙产品“希壤”，并在希壤中召开百度 Create 2021 大会（百度 AI 开发者大会）。百度表示，发布会可同时容纳 10 万观众，并支持观众互动。

“希壤”作为百度首款元宇宙产品，同时支持手机、VR、PC，提供形象定制、语音助手、多人在线等功能，官方网站的列出的目标是“打造一个身份认同、经济繁荣、跨越虚拟与现实、永久存续的多人互动虚拟世界”。

在 12 月底上线后，截止 2021 年 1 月 24 日，希壤的 iOS 版本评分已降至 2.2 星（总分 5 星）。从产品的实际运行表现来看，精细度和完成度也有待打磨，总体来看是偏向试水性质的产品。

图 179：百度希壤产品截图



资料来源：中关村在线

虽然希壤偏向试水性质，但百度在 AI、云、VR 等领域有一定的积累。百度在智能云领域的布局，将为其发展元宇宙，建立元宇宙的基础设施平台提供技术支撑。百度开放 VR 2.0 生产平台，有望在内容端寻找更多的机会。此外，百度也在商业化层面给出自身展望，未来元宇宙在教育、营销、会议等领域均有潜在商业空间。

风险因素：互联网监管持续趋紧的风险；AI 等业务进展不及预期的风险；疫情导致广告投放下降的风险等。

财务数据

表 56：百度（09888.HK，BIDU.OQ）财务数据及预测

项目/年度（亿元）	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入	1,074	1,071	1,232	1,311	1,430

项目/年度 (亿元)	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入增长率 YoY	5.0%	-0.3%	15.0%	6.5%	9.1%
毛利率	41.5%	48.5%	47.1%	43.6%	46.6%
Non-GAAP 净利润	182	220	171	154	245
增长率 YoY	-24.2%	21.1%	-22.2%	-10.2%	59.0%
PE (Non-GAAP)	20	16	21	23	15
PS	3	3	3	3	2

资料来源：Wind，中信证券研究部预测 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

索尼：布局游戏与 VR 硬件，显示面板能力突出

2022 年 1 月 5 日举行的 CES（全球最大的消费电子科技展）展会上，索尼公布了下一代虚拟现实头盔（PS VR2）的新细节，并同步发布了一款适配 PS VR2 的新游戏。索尼作为全球领先的游戏业巨头，对 VR 及元宇宙的布局最早可追溯至 2015 年其在东京电玩展索尼发布会上推出的 VR 头显“PlayStation VR”并陆续发布了《Beat Saber》、《工作模拟器》、《SUPERHOT VR》等经典 VR 游戏。截至今年，PS VR 销量已突破 700 万台。

PlayStation VR：适配 PS4 及 PC 的 C 端 VR 头显。2016 年 3 月，索尼正式发布了旗下虚拟现实设备 PS VR，售价 399 美元（约合人民币 2600 元），相较于 Oculus Rift（599 美元）、HTC Vive（799 美元）的价格来说，PS VR 的价格明显偏低，原因可能是索尼考虑复制自家游戏主机的销售模式，不靠硬件盈利而主要依靠软件获得利润。

图 180：索尼 PlayStation VR



资料来源：PlayStation VR 官网，牛华网

PS VR 是主机 PS4 的一款配件，但没有主次之分，两者融合才能实现全新的体验效果。产品主要定位于 C 端市场，随着主机游戏、VR、AR、移动娱乐等内容的深度植入，PS VR 的销量在市场上遥遥领先，被认为是高端 VR 的领导者。索尼 2018 年官方发布的数据显示，用户粘性较高的应用排序依次为：免费应用、兼容 PS VR 的 PlayStation 游戏、非游戏内容/VR 视频。同时，热销的兼容 PS VR 的 PlayStation 游戏包括：《Rez Infinite》、《弹丸论破 VR：学级裁判》等。

图 181：戴上 PlayStation VR 虚拟现实头盔，扮演铠甲复仇者



资料来源：PlayStation VR 官网

图 182：音乐与节拍游戏 Beat Saber

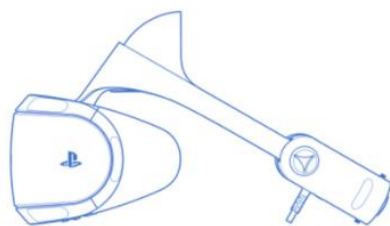
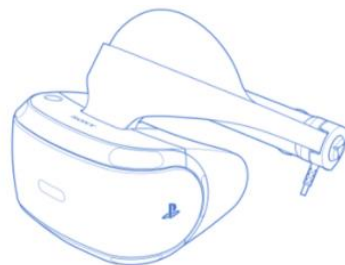


资料来源：PlayStation VR 官网

图 183：PlayStation VR 主要技术规格

规格：

产品名称：PlayStation VR	刷新率：120hz, 90hz
产品代码：CUH-ZVR2 系列	视野角度：约100 度
显示器：OLED	麦克风：集成式
显示器尺寸：5.7 英寸	传感器：加速计、陀螺仪
分辨率：1920 x RGB x 1080 (960 x RGB x 1080)	接口：HDMI、USB



外部尺寸/重量

虚拟现实头戴设备：约187×185×277 mm (宽×高×长，不含最大伸出长度；头带收至最短时的尺寸) 约600g (不含接线)。

处理器单元：约 150 x 39 x 114mm (宽×高×长，不含最大伸出长度)。约300g。

处理器单元的功能

3D 音频处理、社交屏幕 (镜像模式、单独模式)、电影模式

资料来源：PlayStation VR 官网，中信证券研究部

PlayStation VR 2：改变游戏玩法的全新 VR 大作。索尼公司在 1 月 5 日的 CES 2022 发布会推出 PS VR 的下一代机型,设备命名为“PlayStation VR2”，还公布了 PlayStation VR2 的首款官方游戏，被称为《地平线 VR：山的呼唤》，该游戏旨在为玩家打造一个类似地平线的森林，森林内部则被超大的机器人填充，VR 玩家可以自由探索。

索尼同时公开了 PS VR2 的详细规格及配套的新手柄 Sense Controller。PS VR2 支持 4K HDR 高清显示，110° 视野范围和注视点渲染，产品使用 2000*4000，90/120 帧率的 OLED 屏幕。预计未来 PS VR2 的应用将不再局限于 C 端，或将拓展至远程协同办公、医疗可视化成像及工业设计制造等诸多领域。

图 184：PlayStation VR2 的独占 VR 游戏《地平线：山的呼唤》



资料来源：Twitter from ChrisJames

Microdisplay：索尼全新一代微显示技术。索尼公司作为显示技术的先驱者，拥有先进的研发经验与生产能力。近年来相继推出 OLED、MicroLED/Mini-Led、激光显示等多种新型显示技术。根据日刊工业新闻的报道，苹果将在新推出的 AR/VR 眼镜设备 Apple Glass 及其他头戴式显示器上采用索尼的 OLED 微型显示器（Microdisplay）。该技术是一种小型尖端显示屏幕，能够达到 3000ppi 以上的像素细腻度，具有像素高、体积小、易携带、低功耗等诸多优势，已被用于索尼自家的高端数码微单相机和摄像机中。

图 185：索尼推出的 0.5 英寸 OLED 微型显示器



资料来源：索尼官网

兼具传统游戏巨头和显示面板商身份，持续发力元宇宙。早在 2016 年，索尼 CEO 平井一夫就在 CES 2016 上宣布 PS VR 已有 100 款游戏开发中。索尼 CEO 吉田宪一郎在 2018 年 IFA 技术会议上表示“VR 游戏的体验还有很多改进的空间，而一个潜在的发展方向是融合现实世界，未来你将会看到 VR 游戏的改善与改变”。2021 年 3 月，索尼官方再次公布这 6 款 PS VR 新游戏，不但支持跨平台联机，玩家还可以在虚拟世界中战斗、结婚、拯救世界。同年 5 月举行的投资者关系日活动上，索尼再次强调，VR 是重要增长领域，公司将会加大在 VR 领域的投资力度，推出更多标志性游戏。

风险因素：Playstation 及 PS VR 销量不及预期的风险；疫情导致电子供应链供应能力下降的风险；游戏产品表现不及预期的风险；疫情导致全球产品运输受阻的风险等。

财务数据

表 57：索尼（SONY.N）财务数据及预测

项目/年度	FY2020	FY2021	FY2022E	FY2023E	FY2024E
-------	--------	--------	---------	---------	---------

项目/年度	FY2020	FY2021	FY2022E	FY2023E	FY2024E
营业收入(百万美元)	75,981	84,892	86,959	92,502	96,448
营业收入增长率 YoY	-4.68%	8.95%	-4.14%	6.37%	4.27%
净利润(百万美元)	5,627	9,669	6,884	7,624	8,517
增长率 YoY	-23.2%	67.1%	-33.4%	10.7%	11.7%
PE	24	14	20	18	16

资料来源：彭博一致预期，中信证券研究部 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

Unity：全球领先的 3D 游戏引擎厂商

Unity 成立于 2004 年，是全球领先的游戏引擎公司。2021 年，全球最大的 PC 游戏销售平台 Steam 上，六款游戏销量超过 500 万套，其中《英灵神殿》、《鬼谷八荒》、《永劫无间》三款均是基于 Unity 游戏引擎研发，Unity 使用占比达到 50%。根据 Unity 发布的游戏年度报告，采用 Unity 引擎的 APP 下载量超过 50 亿次，月覆盖用户 25 亿，Top 1000 的移动游戏中 71%采用 Unity 引擎开发，在全球市场保持领先。

游戏引擎与 3D 平台龙头。Unity 由 David Helgason、Joachim Ante 以及 Nicholas Francis 三人共同建立。2005 年公司在游戏开发基础上转型工具，并于当年首次发布 Unity1.0 版本。2007 年，Unity 开始支持 iOS 游戏开发，进入移动时代后，Unity 较为轻量、敏捷开发等特点与移动游戏开发需求匹配度较高，Unity 引擎开始快速应用在移动游戏开发中，公司业务规模实现了快速增长。随后，经过产品的长期迭代以及公司的投资并购，Unity 逐渐建立起围绕 Unity 主平台，以游戏引擎业务为核心业务，兼顾拓展工业服务、创新设计、汽车运输、电影动画等多种解决方案的公司生态圈。

图 186：基于 Unity 开发的知名游戏



资料来源：公司财报，logo 摘自各游戏公司官网，中信证券研究部

图 187：基于 Unity 打造的人机界面(HMI)解决方案



资料来源：Unity 官网

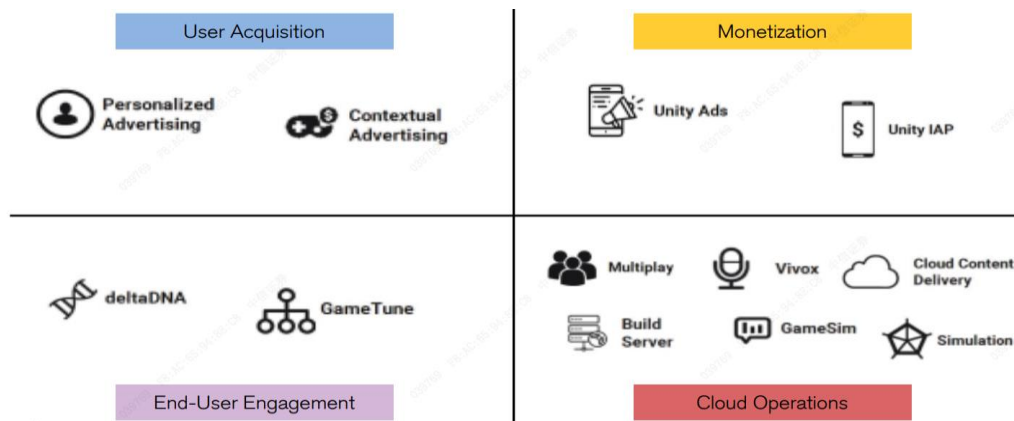
图 188：智能 AR 创意应用程序“Unity MARS”



资料来源：Unity 官网

运营解决方案 (Operate Solutions)：基于引擎带来广告变现等综合服务。基于 Unity 引擎平台强大的研发能力以及多样的开发者生态，公司在引擎的基础上，联合各大主流媒体平台及系统，为开发者提供一条龙的运营与变现服务。包含用户增长与货币化、用户参与激活、云服务等多种服务。截至目前，运营解决方案对公司收入的贡献比例已超过 60%。其中，用户增长与货币化业务成为公司收入的主要贡献者，广告变现优势突出，Unity 在平台中内嵌了 Unity Asset Store 模块，提供 Ads SDK 接口，也可以直接通过 GitHub 在安卓、苹果端接入。云服务则为开发者提供综合优化服务，Unity 推出的 deltaDNA 平台能够根据用户的行为做出快速响应，匹配其偏好，在用户身份识别、防沉迷等领域发挥了重要作用。

图 189：Operate solution 产品矩阵



资料来源：Unity 官网

Unity 元宇宙愿景：让所有开发者，轻松打造出《指环王》一般的元宇宙。近日，Unity 宣布将以现金和股票组合的形式出资 16.25 亿美元收购全球著名的影视特效制作公司 Weta Digital，并将其纳入 Unity 创作解决方案部门。未来，Unity 将凭借 Weta Digital 为数量日益增长的游戏开发人员、艺术设计师和潜在的众多创作者提供全新高效的内容创作工具和基于云的 SaaS 订阅模式，从而帮助用户提升开发效率，优化游戏体验，完善生态系统。Unity CEO John Riccitiello 在 Unite Shanghai 2019 大会上表示，现在有超过一半

的手游、30-40%的 PC 和主机游戏、以及 2/3 的 AR、VR 内容是使用 Unity 制作的；除了游戏，Unity 未来还将服务更多行业。

Unity 作为全球 3D 引擎的双寡头之一，其引擎的易用性、兼容性、敏捷性均处于全球领先地位。未来随着汽车、建筑、媒体以及元宇宙各相关领域对 3D 引擎需求的持续增长，Unity 有望得到进一步应用。

风险因素：引擎竞争力下滑的风险；领先性新技术研发不及预期的风险；引擎应用行业扩展不及预期的风险；客户流失风险等。

财务数据

表 58：Unity (U.N) 财务数据及预测

项目/年度	FY2019	FY2020	FY2021E	FY2022E	FY2023E
营业收入(百万美元)	542	772	1,044	1,360	1,702
营业收入增长率 YoY	42.3%	42.6%	35.2%	30.2%	25.1%
调整后净利润(百万美元)	-163	-282	-468	-499	-469
增长率 YoY	-	-	-	-	-
PS	60	42	31	24	19

资料来源：彭博一致预期，中信证券研究部 注：股价为 2022 年 2 月 11 日收盘价

字节跳动：从内容出发，补全硬件

字节跳动拥有国内乃至全世界最先进的内容生产与运营平台，在内容方面形成庞大的产品矩阵，为创建元宇宙提供可能。字节跳动旗下产品矩阵覆盖直播、电商和广告等领域，包括抖音、今日头条、西瓜视频、TikTok、飞书、火山引擎等，流量全球化优势突出。

图 190：字节跳动产品矩阵

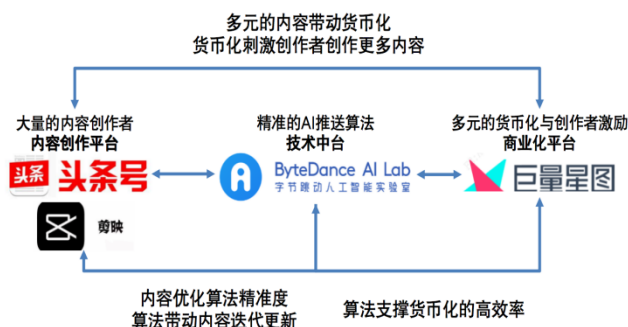


资料来源：巨量引擎，中信证券研究部

字节跳动建立起庞大的内容运营体系，与元宇宙的内容生产体系较为类似。字节跳动认为内容是商业模式的重要一环，抖音依靠 AI+内容的中台，奠定国民型 APP 底座。同时，基于内容，在直播、广告、电商等领域进行货币化，货币化也将刺激创作者创作更多内容，

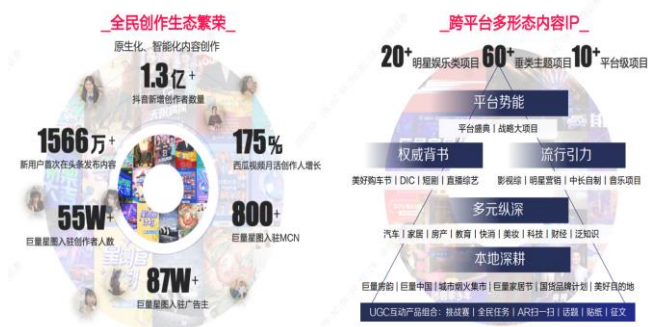
这与元宇宙的内容生产反馈体系相符。

图 191：抖音内容创作生态体系



资料来源：巨量引擎，中信证券研究部

图 192：字节跳动内容创作生态

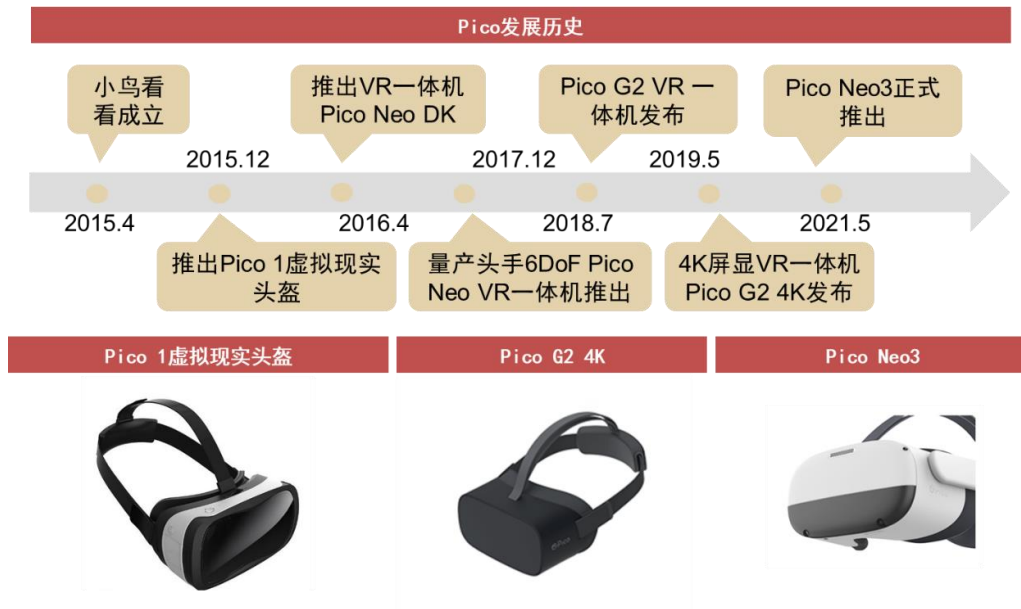


资料来源：巨量引擎

积极探索元宇宙所需的技术储备，收购 Pico 补全硬件。字节跳动在内容生态的基础上，在自然语言处理、机器学习、计算机与图形、增强现实、数据挖掘、语音和音频等领域进一步探索。

2021 年 8 月，字节跳动以 90 亿人民币价格收购国内领先的 VR 设备厂商 Pico，完善硬件体系，后续投资光舟半导体等底层技术公司，为进入元宇宙做准备。

图 193：Pico 产品发展



资料来源：Pico 官网/公告，中信证券研究部

表 59：Pico 是国内出货量领先的 VR 设备厂商（台，市场份额为中国）

品牌	2021Q1 出货量	2021Q1 市场份额	2020Q1 出货量	2020Q1 市场份额	同比增幅
Pico	86,470	37.6%	49,157	26.0%	75.9%
DPVR	75,366	32.7%	40,602	21.5%	85.6%

品牌	2021Q1 出货量	2021Q1 市场份额	2020Q1 出货量	2020Q1 市场份额	同比增幅
iQIYI	15,887	6.9%	17,819	9.4%	-10.8%
HTC	9,685	4.2%	10,401	5.5%	-6.9%
Shadow Createoe	8,500	3.7%	22,300	11.8%	-61.9%
其它	34,264	14.9%	48,976	25.9%	-30%

资料来源：IDC，中信证券研究部

Epic Games：迈向元宇宙的 3D 引擎独角兽

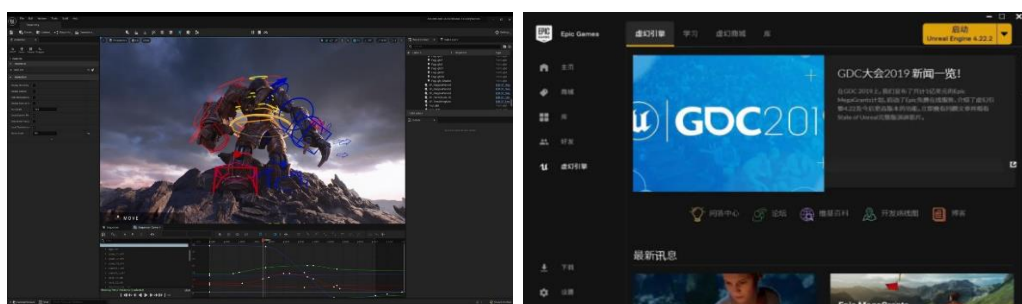
Epic Games 是当今全球游戏市场领先的独角兽之一，旗下形成了技术领先的虚幻引擎、现象级游戏《堡垒之夜》、发行平台 Epic Games Store 的主力产品阵容。公司深耕引擎研发超过 20 年，技术沉淀深厚，已经成为游戏行业主流引擎之一，并开始拓展应用到汽车、影视、设计等行业中。具有技术领先性的下一代引擎虚幻 5 已开启抢先体验计划，未来市场前景广阔。

Epic Games 处于一级市场，尚未公开过上市计划。截至 2021 年 4 月，Epic Games 完成新一轮融资后，宣布公司投后估值达到 287 亿美元，较 2020 年完成的上一轮融资时估值增长 66%。

Unreal Engine：世界领先的 3D 引擎。虚幻引擎（Unreal Engine）起源于 Epic Games 早期的自制游戏 Unreal，从 1999 年正式面向开发者后，虚幻引擎经过了 20 年的不断迭代升级，已经成为基于物理渲染（Physical Based Rendering, PBR）的核心商业引擎，特别是在提供 3D 写实风格的数字画面效果上具有技术领先性。

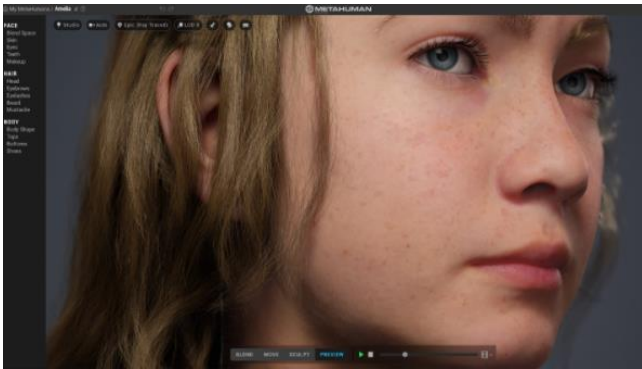
基于虚幻引擎，目前已开发出《堡垒之夜》、《战争机器》、《质量效应》、《无主之地》等游戏大作。虚幻引擎在写实渲染、高效率运行、大世界场景处理等多方面具有技术领先性，并且通过大量的技术研发投入和收购，积极积累关键技术，在虚拟人、大世界精细度、阴影光照渲染等方面，形成了全球领先的 MetaHuman、Nanite、Lumen 等技术解决方案，有望成为未来虚拟世界构建的重要底层技术。

图 194：Unreal Engine 工作界面



资料来源：Unreal Engine 官网

图 195：兼具高保真度和可运行性的 MetaHuman



资料来源：虚幻引擎官网

图 196：Demo《黑客帝国觉醒》构建了庞大逼真的可运行虚拟世界



资料来源：虚幻引擎官网

堡垒之夜：高热度的现象级游戏作品。《堡垒之夜》于 2017 年 7 月正式上线，基于 Epic Games 旗下的 Unreal Engine 4 开发，凭借吃鸡、建造、社交等综合玩法以及对年轻人喜好的准确把握，在欧美地区迅速火爆，成为了现象级游戏，2018 年的收入高达 54 亿美元。官方宣布，截至 2020 年 5 月，该游戏注册人数已经突破 3.5 亿。

同时，Epic Games 展现了极强的长线运营能力，一方面维持了高水平的游戏内容更新力度和频率，另一方面不断在各个维度上扩展游戏的边界——支持主机/PC/手机全平台互通游戏，虚拟世界演唱会，紧跟时事的创新玩法，广泛联动现实世界各类 IP 等，使游戏保持了长期活力和吸引力，也是从内容上稳健迈向元宇宙的进程。

图 197：《堡垒之夜》与《复仇者联盟》联动的“灭霸模式”



资料来源：Epic Games 官网

图 198：在《堡垒之夜》中举办的虚拟演唱会



资料来源：Epic Games 官网

构建元宇宙成为愿景：打破虚拟世界藩篱，改变人类社交方式。Epic Games CEO 蒂姆·斯威尼表示“在接下来的几十年里，元宇宙有可能成为世界经济中价值数万亿美元的一部分”。《堡垒之夜》也紧随潮流从流行的多人游戏迅速转变为人们社交和大牌音乐家举办虚拟音乐会的在线空间，为玩家提供广阔、真实、沉浸的互动空间。现在，《堡垒之夜》已成为元宇宙的试验场，玩家可以自由设计自己的头像，从广泛 IP 的皮肤系列中自由选择，使用“V-Bucks”独有货币在游戏中消费，聚集在一起观看音乐会和电影等。这款现象级游戏正朝着蒂姆·斯威尼设想的“打破虚拟世界藩篱，改变人们在互联网上的社交方式”的愿景不断迈进。

Epic Games 所拥有的虚幻引擎处于全球能力领先位置，随着元宇宙发展对 3D 渲染运行需求的不断增加，3D 引擎的技术重要性有望不断提升、引起更多关注，并应用在更多行业中。虚幻引擎当前在高保真渲染、高复杂度场景、复杂光照等前沿领域具备全球领先性，并且 Epic Games 仍在大量投入技术研发和收购单点技术公司。同时，运营全球爆款游戏《堡垒之夜》和创始人对元宇宙的愿景亦将有力促进公司在元宇宙方向上的发展。未来，我们有望看到 Epic Games 在元宇宙中逐步扮演更重要的作用。

■ 相关报告

《元宇宙深度报告-元宇宙的未来猜想和投资机遇》（2021-11-09）

《元宇宙深度报告-元宇宙：人类的数字化生存，进入雏形探索期》（2021-09-12）

《科技先锋系列报告 235-从英伟达 Omniverse 看科技巨头的元宇宙布局》
（2021-11-29）

《“从游戏到元宇宙”系列报告 5-动作捕捉：多应用领域的潜力技术》（2021-11-25）

《“从游戏到元宇宙”系列报告 4-Quantic Dream：互动电影游戏的头号玩家》
（2021-09-30）

《“从游戏到元宇宙”系列报告 3-NFT：元宇宙的数字资产确权解决方案》（2021-09-09）

《“从游戏到元宇宙”系列报告 2-爆款 NFT 游戏 Axie，以太坊区块链的元宇宙探索》
（2021-08-30）

《“从游戏到元宇宙”系列报告 1-Epic Games：迈向元宇宙的游戏独角兽》
（2021-08-19）

《元宇宙行业跟踪点评-NFT：国内关注度提高，全球交易热度回落》（2022-01-18）

分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准；韩国市场以科斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 5%-20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%-5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%-10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上

其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含 CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

法律主体声明

本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。本研究报告由下列机构代表中信证券在相应地区分发：在中国香港由 CLSA Limited 分发；在中国台湾由 CL Securities Taiwan Co., Ltd. 分发；在澳大利亚由 CLSA Australia Pty Ltd.（金融服务牌照编号：350159）分发；在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）分发；在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（公司注册编号：198703750W）分发；在欧洲经济区由 CLSA Europe BV 分发；在英国由 CLSA（UK）分发；在印度由 CLSA India Private Limited 分发（地址：孟买（400021）Nariman Point 的 Dalamal House 8 层；电话号码：+91-22-66505050；传真号码：+91-22-22840271；公司识别号：U67120MH1994PLC083118；印度证券交易委员会注册编号：作为证券经纪商的 INZ000001735，作为商人银行的 INM000010619，作为研究分析商的 INH000001113）；在印度尼西亚由 PT CLSA Sekuritas Indonesia 分发；在日本由 CLSA Securities Japan Co., Ltd. 分发；在韩国由 CLSA Securities Korea Ltd. 分发；在马来西亚由 CLSA Securities Malaysia Sdn Bhd 分发；在菲律宾由 CLSA Philippines Inc.（菲律宾证券交易所及证券投资者保护基金会会员）分发；在泰国由 CLSA Securities (Thailand) Limited 分发。

针对不同司法管辖区的声明

中国：(i) 根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。(ii) 本期报告涉及股票水晶光电（002273），中信证券股份有限公司持股数量占上市公司总股本的比例超过 1%。

美国：本研究报告由中信证券制作。本研究报告在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas 除外）仅向符合美国《1934 年证券交易法》下 15a-6 规则定义且 CLSA Americas 提供服务的“主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与 CLSA group of companies 获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当联系 CLSA Americas。

新加坡：本研究报告在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（资本市场经营许可持有人及受豁免的财务顾问），仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”分发。根据新加坡《财务顾问法》下《财务顾问（修正）规例（2005）》中关于机构投资者、认可投资者、专业投资者及海外投资者的第 33、34 及 35 条的规定，《财务顾问法》第 25、27 及 36 条不适用于 CLSA Singapore Pte Ltd.。如对本报告存有疑问，还请联系 CLSA Singapore Pte Ltd.（电话：+65 6416 7888）。MCI (P) 024/12/2020。

加拿大：本研究报告由中信证券制作。对身在加拿大的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。

英国：本研究报告归属于营销文件，其不是按照旨在提升研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在英国由 CLSA（UK）分发，且针对由相应本地监管规定所界定的在投资方面具有专业经验的人士。涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告。

欧洲经济区：本研究报告由荷兰金融市场管理局授权并管理的 CLSA Europe BV 分发。

澳大利亚：CLSA Australia Pty Ltd（“CAPL”）（商业编号：53 139 992 331/金融服务牌照编号：350159）受澳大利亚证券与投资委员会监管，且为澳大利亚证券交易所及 CHI-X 的市场参与主体。本研究报告在澳大利亚由 CAPL 仅向“批发客户”发布及分发。本研究报告未考虑收件人的具体投资目标、财务状况或特定需求。未经 CAPL 事先书面同意，本研究报告的收件人不得将其分发给任何第三方。本段所称的“批发客户”适用于《公司法（2001）》第 761G 条的规定。CAPL 研究覆盖范围包括研究部门管理层不时认为与投资者相关的 ASX All Ordinaries 指数成分股、离岸市场上市证券、未上市发行人及投资产品。CAPL 寻求覆盖各个行业中与其国内及国际投资者相关的公司。

一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券 2022 版权所有。保留一切权利。