

十问元宇宙：如何将抽象的概念具象化？

——元宇宙深度报告

元宇宙发展的最关键的部分在于元宇宙的载体与内容，即“我们如何构建元宇宙？”与“元宇宙中有什么”。尽管如此，元宇宙的载体与内容这两个概念仍十分宽泛。人们对于元宇宙的构想十分多元且抽象，我们希望通过十个具体的问题及研究，将抽象的元宇宙具象化。

核心观点：十问元宇宙

1. 什么是元宇宙？可以总结多元技术发展方向。
2. 元宇宙的架构？基础设施、终端硬件、软件与技术、应用、内容载体与经济系统。
3. 元宇宙的发展模式？循序渐进。
4. 元宇宙的渗透路径？我们距离元宇宙的距离？游戏/艺术-工作-生活。
5. 元宇宙时代有哪些确定性趋势？技术的演进将成为元宇宙时代的确定性趋势。
6. 元宇宙在产业端如何发挥价值？工业元宇宙的终局：强大的功能（软件）+完美的协同（平台及操作系统）。
7. 元宇宙是否需要区块链？需要首先理解区块链的技术特性，同时不能跳脱于区块链自身发展的趋势。结合区块链的技术特征与发展趋势，我们不妨探索元宇宙与区块链深度协同的可能。
8. 元宇宙是否需要去中心化？在去中心化概念下，有效的监管和治理仍可存在。
9. 元宇宙是否需要 NFT？取决于元宇宙的开放程度。我们认为，在元宇宙的发展过程中，会同时存在开放式与封闭式两种路径。开放式路径类似 Roblox 的路径，通过激励参与者运行社区与生态；封闭式路径类似 Meta 的路径，通过公司运营不断提升元宇宙体验。如果采用开放式路径，则需要元宇宙运营方建立完善的激励机制（参考 Roblox、Sandbox 或区块链社区中的各种 DAO），在这种情况下，元宇宙大概率需要 NFT。
10. 元宇宙时代，互联网形态是否会发生变化？基于元宇宙的发展，互联网的协议可能发生改变，互联网会针对于打造可信化的数字底座进行演进。而区块链技术也在攻克自身的缺陷：交易吞吐量低、与外界沟通困难等。

投资建议与投资标的

- 元宇宙可以总结许多技术的发展趋势，因此很多技术可以“无缝”纳入元宇宙的范畴。但元宇宙的技术发展仍需要较长的时间，短期内 VR/AR 端是厂商布局良机。长期来看，元宇宙的生态与基础设施会相互促进，但产业端所设想的元宇宙时代仍有较长的距离。
- 短期内建议关注区块链基础设施建设的机会，代表厂商包括中国电信（601728，未评级）、浪潮信息（000977，未评级）、华为公司等。

风险提示

- 各项技术发展不及预期；元宇宙生态建立不及预期；用户留存率下降；元宇宙、NFT 渗透缓慢；元宇宙、NFT 合规风险；NFT 缺少成熟估值体系



行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)

国家/地区 中国
行业 通信行业
报告发布日期 2021年11月11日

行业表现



资料来源：WIND、东方证券研究所

证券分析师 张颖
021-63325888*6085
zhangying1@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514090001

联系人 周天恩
zhoutianen@orientsec.com.cn
联系人 王婉婷
wangwanting@orientsec.com.cn

相关报告

政策助推区块链应用探索，加密资产合规化 2021-10-29
进程延续：——区块链双周报（10.15-10.28）
绸缪桑土，利国益民：数字人民币的基础架构及战略意义：——数字人民币系列报告一 2021-10-22
掇菁撷华，冰日浴月：底层技术载体将支撑 2021-10-12
元宇宙发展：——区块链系列报告二

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

目 录

一、	什么是元宇宙？	11
1.1、	元宇宙概念提出之前	11
1.2、	元宇宙概念提出	11
	聚焦文学、影视、游戏场景	11
	元宇宙概念第一股：Roblox 上市	13
1.3、	元宇宙概念爆发的原因：万物皆可元宇宙？	14
	元宇宙并非突然产生，而是可以同时收纳很多行业的发展趋势	14
二、	元宇宙的架构？	16
三、	元宇宙的发展模式：并非从“0”到“1”而是逐渐渗透	17
3.1、	元宇宙的发展是循序渐进的过程：	17
3.2、	元宇宙的发展是水桶效应，取决于最短板的进展：为什么当下对于 VR/AR 的关注度高？	18
	缺少载体：VR 头显	18
四、	元宇宙的渗透路径？ 游戏/艺术-工作-生活	21
4.1、	游戏端：以 Roblox 为代表	21
	开发门槛低、着力打造开发者生态的 UGC 平台	23
	降低开发门槛	23
	明确激励机制	25
	用户数量、使用时长是平台变现基础	26
	玩家小时数、人均付费金额是重要预测指标	27
4.2、	艺术端：NFT 构建元宇宙经济基础	28
4.3、	工作端：Facebook 与英伟达的布局	29
4.4、	生活端：面向体验场景	30
五、	元宇宙时代有哪些确定性趋势？	31
5.1、	网络（通信）	31
5.2、	芯片（算力）	32
5.3、	云与边缘计算	32
5.4、	AI	32

为什么短期注意力聚焦于 VR/AR.....	33
六、 元宇宙在产业端如何发挥价值？	34
6.1、 英伟达：Omniverse 平台	34
Omniverse 架构：基于英伟达成熟的组件、微服务以及第三方创建工具构建生态	34
Omniverse 功能及应用场景：专为虚拟协作和物理属性准确的实时模拟打造的开放式平台	35
Omniverse 案例：GTC 2021 人物渲染——Omniverse 平台极强的 3D 仿真模拟能力	38
Omniverse 案例：宝马未来工厂——“仿真+协作”的落地应用	39
6.2、 微软：数字孪生探索.....	40
工业数字孪生案例：通用电气	40
工业数字孪生案例：Ansys	41
6.3、 能科股份：布局仿真与测试	42
仿真与测试服务	43
6.4、 阿里云：数字工厂“新基建”	43
6.5、 工业元宇宙的终局：强大的功能（软件）+完美的协同（平台及操作系统）....	45
软件端：针对工业场景的经验积累以及针对底层功能算法的持续优化	45
平台端/操作系统端：协同的优化将贯穿始终	46
6.6、 元宇宙受益领域及代表公司	47
七、 元宇宙是否需要区块链？	47
7.1、 区块链技术特性	47
7.2、 区块链产业的确定性	48
7.3、 区块链可以如何作用于元宇宙.....	49
八、 元宇宙是否需要去中心化？	50
8.1、 个人信息可携带权：政府加强数据与信息的保障，个人权利还于个人	50
数据安全法	50
个人信息保护法	51
个人信息可携带权的意义	51
8.2、 去中心化不等于没有中心、没有监管	52
8.3、 去中心化如何践行？参考 DAO	53
8.4、 去中心化如何交易？参考 DEX	54
九、 元宇宙是否需要 NFT？	57

9.1、	DAO 兼具公司与社区的运作机制.....	57
9.2、	NFT：如何在元宇宙中定位	58
	什么是 NFT？区块链的主流资产之一。	58
	NFT 应用：一种潜在的元宇宙经济模式	59
	OpenSea：统治 NFT 的交易市场	62
	中国厂商布局的数字藏品：交易属性未开放	64
9.3、	商业模式：通过 NFT 创造加密货币现金流	67
	收集蓝筹 NFTs 的 DAO	68
	发布 NFT 空投的 DAO	69
	NFT 画廊	70
9.4、	DAO 而非 DO：关键在于提升代码可信任程度	70
9.5、	SFT：以太坊的 SFT 布局——在 NFT 与 FT 间寻找无数可能.....	72
十、	元宇宙时代，互联网形态是否会发生变化？	73
10.1、	区块链容量的改变	73
	以太坊：区块链 1.0 到区块链 2.0	73
	路径探索：PoS 机制更贴近区块链 3.0 特征：资源消耗小、吞吐量高	74
	伦敦升级：区块链 2.0 到区块链 3.0	75
	PoS 后话：DPoS 机制	77
	以太坊通过 Layer2 实现扩容	77
10.2、	区块链网络开放性的改变：跨链技术 & 链上链下数据互联互通	78
	数据联通的刚需	78
	跨链技术	78
	链上链下数据联通	79
10.3、	传统网络协议的“区块链化”演进：Dfinity.....	80
	互联网计算机	80
	通过互联网计算机去除智能合约局限性且减少储存费用	80
	投资建议与投资标的	81
	风险提示.....	81
	附录一：虚拟现实技术.....	83

附录二：VR 各技术路径及领先厂商	84
VR 关键技术分类	85
近眼显示	86
感知交互	87
网络传输	88
渲染计算	88
内容制作	89

图表目录

图 1: 元宇宙概念诞生: 雪崩小说封面	12
图 2: 头号玩家电影海报	12
图 3: 游戏《Second Life》界面	13
图 4: Travis Scott 于堡垒之夜举办演唱会	13
图 5: 星际大战于堡垒之夜发布电影预告首映	13
图 6: Roblox 定义元宇宙应具备的八大要素	14
图 7: 使用 Meta Oculus 可接入 VR 会议	15
图 8: 电影《失控玩家》中的 VR 场景	15
图 9: 元宇宙可以总结不同技术的发展趋势	15
图 10: 元宇宙架构	17
图 11: VR 游戏 Job Simulator 画面	18
图 12: VR 游戏 SUPERHOT VR 画面	18
图 13: 全球 VR 市场出货量预测 (万台)	19
图 14: SteamVR 占 Steam 总玩家份额统计, 2020 年 1 月-8 月	19
图 15: Oculus Quest 2 头显	19
图 16: Oculus Rift S 头显	19
图 17: SteamVR 硬件份额 (主流机型), 2020 年 8 月-2021 年 5 月	20
图 18: 2021 年 7 月 Steam VR 硬件数据统计	21
图 19: 使用魔兽争霸 3 地图编辑器制作的 UGC 游戏: DotA	23
图 20: Roblox 采用像素画风: 可以大幅降低游戏引擎要求	24
图 21: Roblox 开发环境——Roblox Studio	24
图 22: 腾讯与 Roblox 合资建立的罗布乐思公司暑期实习项目介绍	25
图 23: Roblox 分成比例	25
图 24: Roblox 获得奖励的开发者 (美元), 2019.10-2020.09	25
图 25: Roblox DAU 变化 (百万人)	26
图 26: Roblox 用户年龄结构	27
图 27: Roblox 用户地域结构	27
图 28: Roblox 用户使用终端结构	27
图 29: Roblox 用户性别结构	27
图 30: Roblox 增长战略	28
图 31: Roblox 玩家小时数 (百万, 季度)	28
图 32: Roblox 付费金额/DAU (美元, 季度)	28
图 33: Visa 认为的 NFT 主要应用场景	29

图 34: Facebook Infinity Office 概念图	30
图 35: Horizon Workrooms	30
图 36: 元宇宙潜在应用	31
图 37: 英伟达 Blufield-3 DPU	32
图 38: 华为麒麟 980 芯片	32
图 39: 元宇宙公司 Metaverse AI 致力于建设元宇宙数字孪生引擎与 5G 虚拟偶像	33
图 40: 英伟达 Omniverse 生态组成	35
图 41: Omniverse 平台四大应用场景	36
图 42: NVIDIA Isaac Sim 操作界面	37
图 43: 通过 Omniverse 平台进行人物仿真渲染	39
图 44: 通过 Omniverse 平台进行场景仿真渲染	39
图 45: Omniverse 平台支持主流的 VR/AR 应用	39
图 46: Omniverse 平台在制造业中的工作流程	40
图 47: 微软数字孪生发展历程	40
图 48: 通用电气航空数字孪生示意图	41
图 49: 微软通过元宇宙、数字孪生等技术提升协作办公体验	42
图 50: 能科股份仿真与测试服务种类	42
图 51: 能科股份混合动力车系统仿真与测试服务案例	43
图 52: 阿里云数字化工厂架构	44
图 53: 阿里工业互联网合作伙伴	44
图 54: 中望软件建筑 CAD 软件模块	45
图 55: 华大九天芯片设计 EDA 软件操作界面	45
图 56: 英伟达硬核 GPU GEFORCE RTX 3090 的光线追踪能力（右侧为渲染后的游戏场景）	45
图 57: 国家能源集团与华为共同发布“矿鸿操作系统”	46
图 58: 中信重工与华为签署“智能矿山”合作协议	46
图 59: 索为系统通过工业软件操作系统建立连续的数字空间	47
图 60: 国家发改委划定的新基建范围	48
图 61: 元宇宙宏观架构	49
图 62: 全球数据安全保护立法情况	50
图 63: 数据安全建设维度拆分	51
图 64: 中国隐私相关法律发展路径	51
图 65: 粤澳健康码互认系统前端界面	52
图 66: 分布式数据传输协议（DDTP）示意图	52
图 67: 中心化、去中心化、分布式概念图	53
图 68: DAO 架构的优劣势	54
图 69: 主流区块链去中心化交易所（DEX）	55

图 70: DEX 市场份额, 2021 年 8 月	56
图 71: 2020 上半年各 DEX 市场份额	56
图 72: DEX 交易量波动极为剧烈.....	57
图 73: DAO 的经济模式介于公司与社区之间	58
图 74: DAO 参与者分类	58
图 75: DAO 经营模式剖析.....	58
图 76: CryptoPunks NFT 头像.....	59
图 77: Bored Ape Yacht Club (BAYC) NFT 头像.....	59
图 78: NFT 销售总额、种类及占比, 2018-2020 年	60
图 79: NFT 商业模式示意图	61
图 80: 各大 NFT 交易所市场交易量 (月度数据, 美元)	63
图 81: Axie Infinity 游戏画面: Axie Infinity 是一款 TCG (集成式卡牌) NFT 游戏.....	63
图 82: NFT 的始祖: CryptoKitties.....	63
图 83: 杭州亚运数字火炬	65
图 84: 支付宝 NFT 付款码效果示意.....	65
图 85: 腾讯与阿里的 NFT 出于合规考虑不满足定义中的代币与交易属性	66
图 86: 500px 社区摄影作品交易平台.....	66
图 87: 阿里、腾讯、视觉中国与 Opensea 在 NFT 布局上的差异.....	67
图 88: PleasrDAO 收集的狗狗币迷因 NFT	68
图 89: FlamingoDAO 上 NFT 藏品的展览.....	68
图 90: PartyDAO 让任何人都可以发起 NFT 产品众筹.....	69
图 91: DAO 空投流程	69
图 92: FingerprintsDAO 的藏品 DEAFBEAF	70
图 93: FingerprintsDAO 的藏品 MUTANT GARDEN SEEDER	70
图 94: DAO 与 DO 在决策环节的区别	71
图 95: DAO 运作机制	71
图 96: SFT 运行模式	73
图 97: 区块链 1.0-区块链 3.0 时代特征	73
图 98: PoW 与 PoS 机制流程对比.....	74
图 99: 以太坊未来发展规划	76
图 100: 以太坊 DeFi 生态.....	77
图 101: 以太坊 2.0 架构	78
图 102: 区块链侧链技术原理.....	79
图 103: 区块链通过预言机连接外界	79
图 104: Dfinity 对于互联网计算机的设计	80
图 105: 互联网计算机交易速率较传统区块链网路大幅提升	81

图 106: 互联网计算机存储成本较以太坊大幅下降.....	81
图 107: 互联网计算机应用场景：元宇宙、社交、游戏.....	81
图 108: 虚拟现实概念总览	83
图 109: Pokemon go 游戏可以实现 AR 功能.....	84
图 110: HTC vive cosmos 头显可以实现增强虚拟功能.....	84
图 111: VR、AR、MR 技术效果对比.....	84
图 112: 各类 DoF 示意图.....	85
图 113: VR 发展阶段	85
图 114: 虚拟现实关键技术体系.....	86
图 115: EPSON BT 350 产品	87
图 116: Magic Leap1 产品.....	87
图 117: 苹果 Akonia 产品效果图.....	87
图 118: Hololens 2 效果图.....	87
图 119: 罗技与 Facebook 合作的 VR 键盘	88
图 120: Google EyeFluence 设备支持眼动追踪技术	88
图 121: 英伟达可用于渲染的 GeForce RTX20 产品.....	89
图 122: 不同渲染技术的效果对比.....	89
图 123: 虚拟现实技术成熟度曲线.....	89
表 1: 开放多人游戏发展历程	11
表 2: 各平台 VR 内容数据统计	20
表 3: 游戏分类及其区块链化难度	22
表 4: Roblox 开发者与创作者分成比例.....	26
表 5: NFT 与其他资产特征对比	28
表 6: 针对不同要素，元宇宙需集成的技术.....	33
表 7: Omniverse 关键模块及功能.....	35
表 8: Omniverse 应用程序及功能.....	37
表 9: 一维系统建模仿真专业应用库.....	43
表 10: 元宇宙受益领域及代表公司	47
表 11: DDTP 协议的优点.....	52
表 12: DAO 概念演进历史	53
表 13: 去中心化系统特征	54
表 14: NFT 与其他资产特征对比	58
表 15: NFT 的主要应用场景	60
表 16: NFT 项目历史交易量排名	62
表 17: 主流 NFT 市场平台服务费及版税设计	64

表 18: DAO 可行的商业模式	68
表 19: ERC-20 与 ERC-721 代币对比	72
表 20: 智能合约生态及组成	73
表 21: 区块链共识机制对比	74
表 22: 以太坊伦敦硬分叉包含 5 个 EIP	75

元宇宙发展的最关键的部分在于元宇宙的载体与内容，即“我们如何构建元宇宙？”与“元宇宙中有什么”。尽管如此，元宇宙的载体与内容这两个概念仍十分宽泛。人们对于元宇宙的构想十分多元且抽象，我们希望通过十个具体的问题及研究，将抽象的元宇宙具象化。

一、什么是元宇宙？

1.1、元宇宙概念提出之前

在元宇宙概念提出之前，开放多人游戏经历了从文字到 2D 再到 3D 的演进，并且在其中添加了交互与 UGC 的属性。游戏创作者通过增加游戏的维度、交互程度以满足用户对于体验、内容的大量需求。

表 1：开放多人游戏发展历程

时间	事件	意义
1979	文字网游 MUD 诞生	第一个文字交互界面的、将多用户联系在一起的实时开放式社交合作世界
1986	Habitat	第一个 2D 图形界面的多人游戏环境，首次使用了化身 avatar。也是第一个投入市场的 MMORPG
1994	Web World	第一个轴测图界面的多人社交游戏，用户可以实时聊天、旅行、改造游戏世界，开启了游戏中的 UGC 模式
1995	Worlds Incorporated	第一个投入市场的 3D 界面 MMO，强调开放性世界而非固定的游戏剧本
1995	Active Worlds	基于小说《雪崩》创作，以创造一个元宇宙为目标，提供了基本的内容创作工具来改造虚拟环境。

数据来源：清华大学《元宇宙发展研究报告》，东方证券研究所

1.2、元宇宙概念提出

聚焦文学、影视、游戏场景

元宇宙概念的提出：长时间仅存在于文学与影视作品中。元宇宙（Metaverse）由 Meta 和 Verse 两个词根组成，Meta 表示“超越”“元”，verse 表示“宇宙 Universe”。Metaverse 一词最早来自 1992 年的科幻小说《雪崩》。小说描绘人们在虚拟现实世界中通过控制自己的数字化身相互竞争以提升社会地位。在其后的接近 30 年间，元宇宙的概念在《黑客帝国》《头号玩家》《西部世界》等影视作品、《模拟人生》等游戏中有所呈现。在这一阶段，元宇宙的概念比较模糊，更多地被理解为平行的虚拟世界。

图 1：元宇宙概念诞生：雪崩小说封面



数据来源：企鹅出版集团，东方证券研究所

图 2：头号玩家电影海报



数据来源：The movie database，东方证券研究所

2003 年发布的《Second Life》是历史上第一个现象级的虚拟世界，其拥有世界编辑功能与发达的虚拟经济系统：用户可以在其中社交、购物、建造、进行商业活动等：

- BBC、路透社、CNN 在其中发布新闻；
- IBM 在游戏中购买地产并建立公司的销售中心；
- 瑞典在其中建立自己的大使馆；
- 西班牙政党在 Second Life 中进行辩论。

《Second Life》游戏也拥有自己的代币 Linden Dollar，可以与法定货币兑换。

图 3：游戏《Second Life》界面



数据来源：Second Life，东方证券研究所

随着技术演进,越来越多的游戏中集成了部分社交功能,这催化了元宇宙概念在游戏中的部分落地: 2019年12月,电影新作《星球大战:天行者崛起》的独家预告片在《堡垒之夜》游戏内的露天影院内首播; 2020年4月, Epic Games 旗下射击游戏《堡垒之夜》为美国嘻哈歌手 Travis Scott 在游戏中举办了一场线上虚拟演唱会,吸引了超过1200万名玩家参加,创造了游戏史上最高同时在线观看人数的记录; 2020年6月,堡垒之夜玩家可以在游戏中免费观看一部诺兰的电影,影片的内容在不同区服之间有所不同,影片阵容包括《盗梦空间》、《蝙蝠侠:侠影之谜》与《致命魔术》。

图 4：Travis Scott 于堡垒之夜举办演唱会



数据来源：The loadout，东方证券研究所

图 5：星际大战于堡垒之夜发布电影预告首映



数据来源：Nintendo life，东方证券研究所

元宇宙概念第一股：Roblox 上市

2021年3月10日，Roblox采取直接挂牌模式（DPO）在纽约证券交易所上市。当日，Roblox股票的开盘价为64.5美元，这一价格较公司1月线下融资交易中的每股45美元上涨43.33%，截至收盘，Roblox股价涨至69.6美元。在公司的招股说明书中，Roblox提到公司的业务领域被部分人称为元宇宙。Roblox认为元宇宙用于描述虚拟宇宙中持久的、共享的、三维虚拟空间的概念，尽管在30年前被提出，但随着越来越强大的芯片、云、通信等技术的出现，元宇宙的概念正在成为现实。

当下，元宇宙的标准大多参照Roblox的定义。根据元宇宙概念上市公司Roblox的定义，元宇宙应具备身份、朋友、沉浸感、低延迟、多元化、随地、经济系统、文明等八大要素。元宇宙的表现形式大多以游戏为起点，并逐渐整合互联网、数字化娱乐、社交网络等功能，长期来看甚至可以整合社会经济与商业活动。

图6：Roblox定义元宇宙应具备的八大要素



数据来源：Roblox，东方证券研究所

1.3、元宇宙概念爆发的原因：万物皆可元宇宙？

元宇宙并非突然产生，而是可以同时容纳很多行业的发展趋势

2021年，Roblox上市、字节跳动90亿元收购VR厂商Pico、Facebook CEO扎克伯格在元宇宙中完成采访以及元宇宙概念电影《失控玩家》上映等时间不断催化元宇宙概念，提高元宇宙概念的热度。由于元宇宙集成了多种底层技术，且元宇宙缺少核心的定义，因此许多原有技术的发展使用了“元宇宙”这一词汇形容自己的技术架构。

图 7：使用 Meta Oculus 可接入 VR 会议



数据来源：Meta，东方证券研究所

图 8：电影《失控玩家》中的 VR 场景



数据来源：电影网，东方证券研究所

在进发元宇宙概念前，5G 基础设施、用于智能终端的显示屏、AI 芯片等技术不断发展演进，同时工业互联网、产业互联网、数字孪生、VR 游戏等概念均不断成熟。而在元宇宙概念诞生后，可以很好地总结这一时期大部分技术的发展方向。

图 9：元宇宙可以总结不同技术的发展趋势



数据来源：Roblox，金色财经，链闻，东方证券研究所

二、 元宇宙的架构？

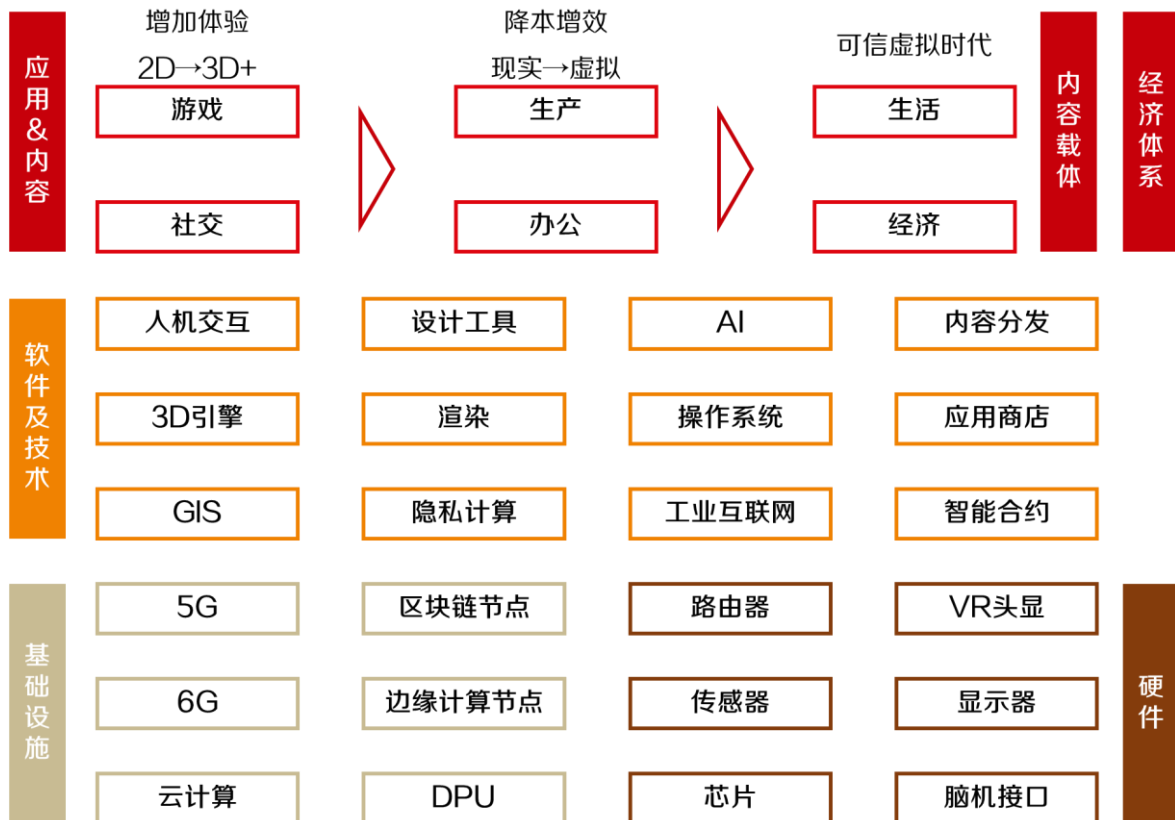
元宇宙概念尚处萌芽阶段，现阶段对于元宇宙很难刻画出清晰的架构，参与元宇宙研究的各方对于元宇宙的架构也具有不同的特点。但为了保证我们关于元宇宙的十问有一个清晰的逻辑链条，我们在第一问中会给出我们对于元宇宙架构的判断。

当下，元宇宙的标准大多参照 Roblox 的定义。根据元宇宙概念上市公司 Roblox 的定义，元宇宙应具备身份、朋友、沉浸感、低延迟、多元化、随地、经济系统、文明等八大要素。元宇宙的表现形式大多以游戏为起点，并逐渐整合互联网、数字化娱乐、社交网络等功能，长期来看甚至可以整合社会经济与商业活动。

我们认为，元宇宙的发展最关键的部分在于元宇宙的载体与内容，即“我们如何构建元宇宙？”与“元宇宙中有什么”。尽管如此，元宇宙的载体与内容这两个概念仍十分宽泛。

- 元宇宙的底层由基础设施与终端硬件设备组成：包括但不限于：人机交互、3D 引擎、GIS、设计工具、游戏渲染、画面渲染、隐私计算、AI、操作系统、工业互联网、内容分发、应用商店以及智能合约；
- 在此基础上，元宇宙还需要大量的软件与技术协同：包括但不限于：基础设施端的 5G、6G、云计算、区块链节点、边缘计算节点、DPU；用户端的路由器、传感器、芯片、VR 头显、显示器、脑机接口；
- 基于此，元宇宙可以衍生出相应的应用，并基于元宇宙各类应用发展出潜在的内容载体。

图 10：元宇宙架构



数据来源：链闻，万向区块链，东方证券研究所

三、元宇宙的发展模式：并非从“0”到“1”而是逐渐渗透

3.1、元宇宙的发展是循序渐进的过程：

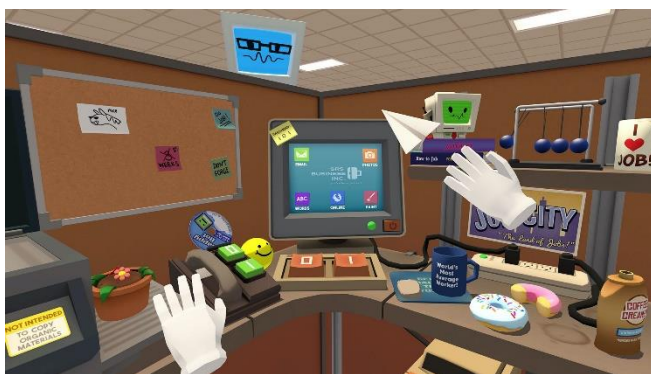
- 技术端，区块链技术在不断演进，以以太坊为代表的社区在探索区块链应用如何丰富化，以 Coinbase、Uniswap 以及 Opesea 为代表的交易所也在为区块链经济提供更好的交易能力；
- 内容端，元宇宙概念的游戏不断增加，生态不断加强，用户数也随之增长。以 Roblox、Sandbox 为代表的 UGC 元宇宙概念游戏得益于玩家的参与而不断丰富自己游戏的内容；
- 载体端，通信技术、虚拟现实、芯片等底层技术也在不断演进。

3.2、元宇宙的发展是木桶效应，取决于最短板的进展：为什么当下对于 VR/AR 的关注度高？

元宇宙是极为复杂的概念，融合了几几乎所有的高新技术。这对于元宇宙的发展有好有坏，好处在于元宇宙可以同时融合多种最顶尖的技术，创造凝聚人类智慧结晶的产品；坏处在于元宇宙的最终价值在于体验，如果在融合过程中有任意一项技术未达体验的预期，则将会对元宇宙的实现产生毁灭式的影响。

我们认为这种产品技术供给与用户体验需求之间的鸿沟，现阶段主要集中于通信与虚拟现实环节。而通信环节可以牺牲部分游戏的码率去寻找合适的解决方案（部分流行的 VR 游戏并不具备高真实度），而虚拟现实设备带来的“真实感”体验，则需要完全依赖顶尖的技术。

图 11：VR 游戏 Job Simulator 画面



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 12：VR 游戏 SUPERHOT VR 画面



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

缺少载体：VR 头显

元宇宙停留在概念阶段的一大原因是载体端 VR 头显的渗透率不足，这个渗透率不足是供需双方同时造成的：供给端 VR 厂商年出货量约为 1000 万台的水平，需求端 VR 游戏等内容输出很少导致用户对于 VR 头显的需求增长受阻。

供给端：根据 IDC 数据，2021 年第一季度，虚拟现实（VR）头显全球出货量同比增长 52.4%。其中，以 Oculus Quest 2 和 HTC Vive Focus 为代表的拥有独立计算能力的一体机头显品类，在 2021 年第一季度占据 VR 头显出货量的 82.7%，远高于 2020 年第一季度的 50.5%。

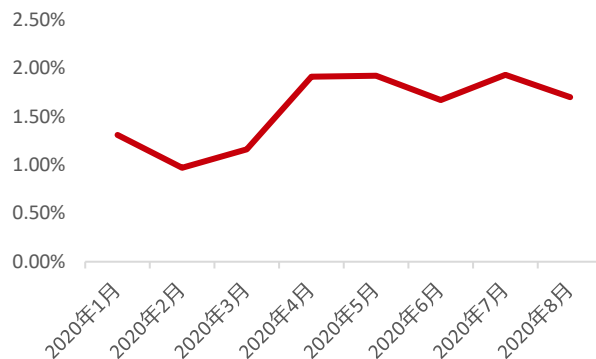
需求端：2021 年 2 月，Steam 平台游戏数量突破 5 万，2021 年 7 月，VR 应用数量约为 6000 款，粗略估计 VR 应用占比约为 12%。且 Steam 平台热门游戏 CS、Dota2 均为非 VR 游戏，VR 游戏相对小众，2020 年数据显示 SteamVR 玩家占总玩家比例不及 2%，远低于 VR 应用的占比。

图 13: 全球 VR 市场出货量预测 (万台)



数据来源: IDC, 东方证券研究所

图 14: SteamVR 占 Steam 总玩家份额统计, 2020 年 1 月-8 月



数据来源: 青亭网, 东方证券研究所

图 15: Oculus Quest 2 头显



数据来源: 公开资料整理, 东方证券研究所

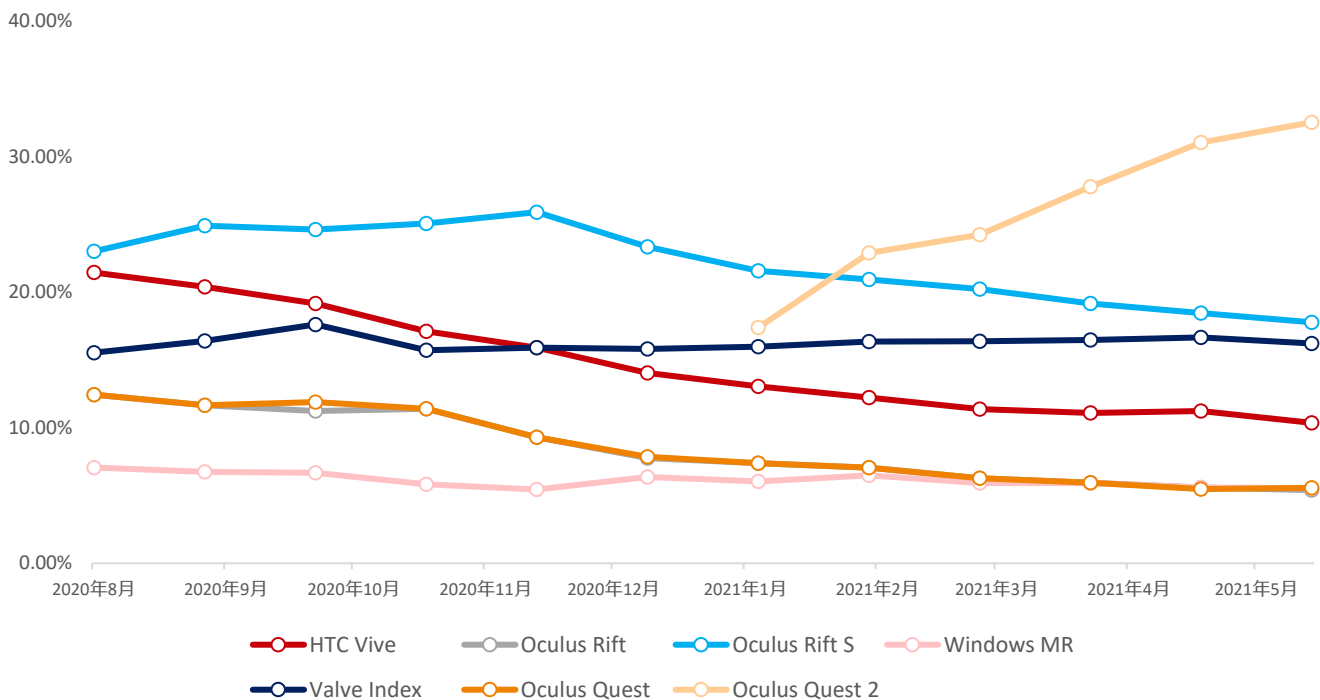
图 16: Oculus Rift S 头显



数据来源: 公开资料整理, 东方证券研究所

从 VR 设备与 Steam 平台的兼容性来看, Steam 平台的 VR 设备已呈现高集中度特征, Oculus、Valve 与 HTC 的设备合计占据约 80% 的市场份额, 且平台大部分的 VR 应用均可支持这三家的 VR 设备。

图 17: SteamVR 硬件份额 (主流机型), 2020 年 8 月-2021 年 5 月



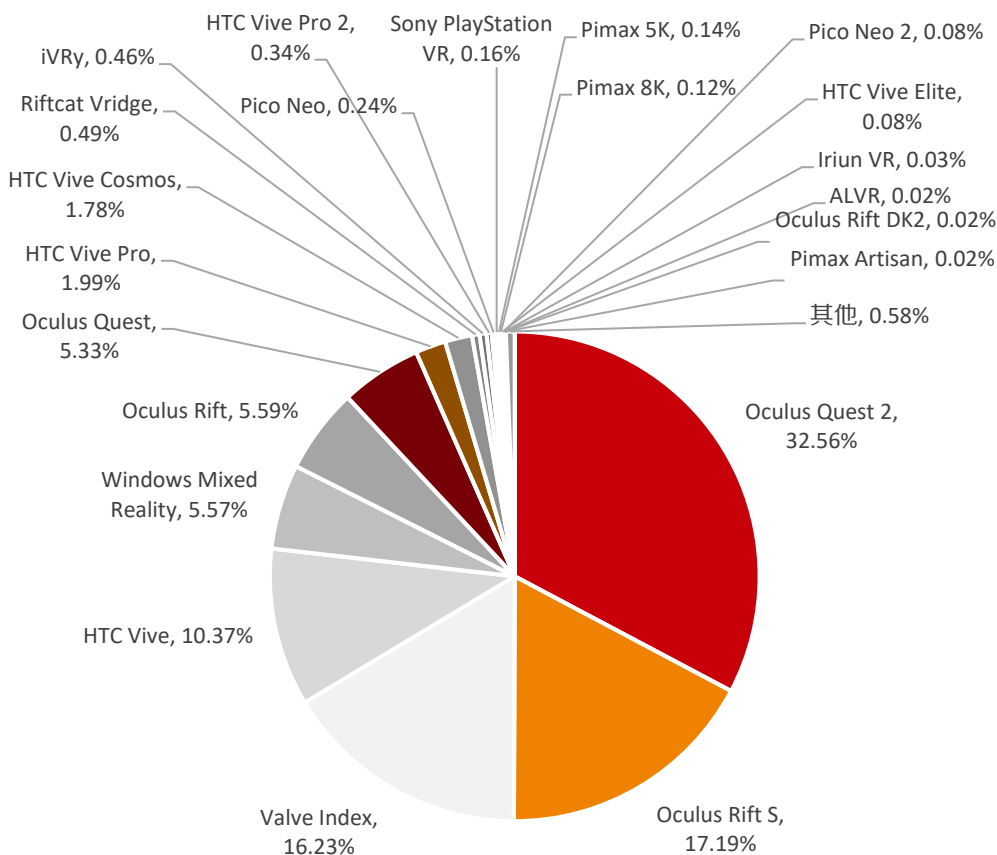
数据来源: 青亭网, 东方证券研究所

表 2: 各平台 VR 内容数据统计

时间		2021年7月	2021年6月	2021年5月
Steam	支持 VR 应用总数	5941	5950	5924
	HTC Vive	5771	5706	5686
	Valve Index	5405	5350	5332
	Oculus Rift	4505	4450	4412
	Windows MR	1791	1766	1748
Oculus	Oculus Rift	/	/	1785
	Oculus Quest	298	280	272
	App Lab 测试平台	459	370	283
	支持跨平台购买	134	130	126
SideQuest	总数	1757	1603	1472
	付费	380	355	356

数据来源: 青亭网, 东方证券研究所

图 18：2021 年 7 月 Steam VR 硬件数据统计



数据来源：青亭网，东方证券研究所

四、 元宇宙的渗透路径？ 游戏/艺术-工作-生活

这个问题也可以理解成我们距离元宇宙的距离。

- 一方面而言，元宇宙目前处在概念阶段。由于元宇宙的最终形态尚未确定，我们无法确定元宇宙的终局如何；
- 另一方面而言，元宇宙的发展绝非一蹴而就，在现有阶段，元宇宙的发展需要不断克服当下的制约因素。

元宇宙将不断渗透，深度将不断增加。元宇宙的内容短期将集中于游戏端与艺术端（NFT 艺术藏品），长期来看，元宇宙的渗透路径预计将为“游戏/艺术-工作-生活”。

4.1、 游戏端：以 Roblox 为代表

Roblox 是全球最大的互动社区之一以及大型多人游戏创作平台。Roblox 平台主要由三个产品构成：

- Roblox 客户端：允许用户探索 3D 数字世界的应用程序。（面向用户）

- Roblox 工作室：允许开发人员和创作者构建、发布和操作 Roblox 客户端访问的 3D 体验和其他内容的工具群。（面向开发者）
- Roblox 云：为共同体验平台提供动力的服务和基础设施。

作为游戏 UGC 平台，Roblox 的主要营收来源为用户的游戏内支出。玩家需要充值换取游戏中的代币 Robux 获取 Roblox 的各种功能，这也是 Roblox 的营收来源。

表 3：游戏分类及其区块链化难度

类别	简称	简介	区块链化难度	区块链为游戏带来的提升
角色扮演游戏	RPG	由玩家扮演游戏中的一个或数个角色，有完整故事情节的游戏，强调剧情发展	困难	可以显著提升用户体验
动作游戏	ACT	玩家控制游戏人物用各种武器消灭敌人以过关的游戏	困难	短期内较为有限
冒险游戏	AVG	由玩家控制游戏人物进行虚拟冒险的游戏	困难	可以显著提升用户体验
策略游戏	SLG	运用策略与电脑或其它玩家较量，以取得各种形式胜利的游戏	困难	可以显著提升用户体验
模拟类角色扮演游戏	SPRG	将角色扮演与策略类游戏结合	困难	短期内较为有限
即时战略游戏	RTS	多以控制一个小队完成任务的方式，突出战术的作用	困难	短期内较为有限
格斗游戏	FTG	由玩家操纵各种角色与电脑或另一玩家所控制的角色进行格斗的游戏	困难	短期内较为有限
射击类游戏	STG	由玩家控制某些武器完成任务或过关的游戏	困难	短期内较为有限
第一人称视角射击游戏	FPS	第一人称射击游戏里屏幕上显示的只有主角的视野	困难	短期内较为有限
第三人称视角射击游戏	TPS	第三人称射击游戏更加强调动作感，主角在游戏屏幕上是可见的	困难	短期内较为有限
益智类游戏	PZL	较为休闲的游戏	简单	短期内较为有限
体育竞技类游戏	SPG	模拟各类竞技体育运动的游戏	困难	可以显著提升用户体验
竞速游戏	RCG (RAC)	模拟各类赛车运动的游戏	困难	短期内较为有限
卡片游戏	CAG	玩家操纵角色通过卡片战斗模式来进行的游戏	简单	可以显著提升用户体验
桌面游戏	TAB	从桌面游戏衍生而来的游戏	简单	可以显著提升用户体验
音乐游戏	MSC	以音乐感知为主题的游戏	简单	可以显著提升用户体验
泥巴游戏	MUD	依靠文字进行游戏的游戏，图形作为辅助。	简单	可以显著提升用户体验
多人在线战术竞技游戏	MOBA	即时战略游戏（RTS）的一个子类。在这类游戏中，在战斗中一般	困难	短期内较为有限

		需要购买装备，玩家通常被分为两队，两队在分散的游戏地图中互相竞争，每个玩家都通过一个 RTS 风格的界面控制所选的角色		
--	--	---	--	--

数据来源：百度百科，东方证券研究所

开发门槛低、着力打造开发者生态的 UGC 平台

Roblox 距离实现元宇宙尚存在明显距离，现阶段 Roblox 更接近于游戏 UGC 平台，但与其他游戏 UGC 平台相比，Roblox 的奖励机制完善、开发门槛更低、开发者自由度更高。

游戏 UGC 平台的概念可以追溯至魔兽争霸 3：魔兽争霸 3 WE 地图编辑器（WarCraft III World Editor）支持开发者创造出许多 RTS（即时战略游戏）、MOBA（多人在线战术竞技）的游戏地图和游戏类型，包括 FPS（第一人称射击类）、体育、斗地主、格斗游戏、卡牌类等 RPG（角色扮演）游戏。但魔兽争霸 3 对于开发者的奖励机制缺失，导致整体商用化程度不高，例如魔兽争霸 3 最具代表性的 RPG 地图 Dota 的创作者 IceFrog 就将地图卖给了 Valve，Valve 也据此发布了 Dota2 游戏。

图 19：使用魔兽争霸 3 地图编辑器制作的 UGC 游戏：DotA



数据来源：Dotafire，东方证券研究所

降低开发门槛

与魔兽争霸 3 及其他游戏 UGC 相比，Roblox 简化了游戏画面与游戏性。2020 年 Roblox 的研发集中于协同编辑优化、代码工具优化、搜索提升、多细节层次效率提升、动态分辨率贴图、多人在线提升等环节，画面质量并非 Roblox 的主要优化环节，Roblox 将研发的重点聚焦于简化 3D 内容的开发并提高 3D 内容的质量及用户体验。

图 20: Roblox 采用像素画风：可以大幅降低游戏引擎要求

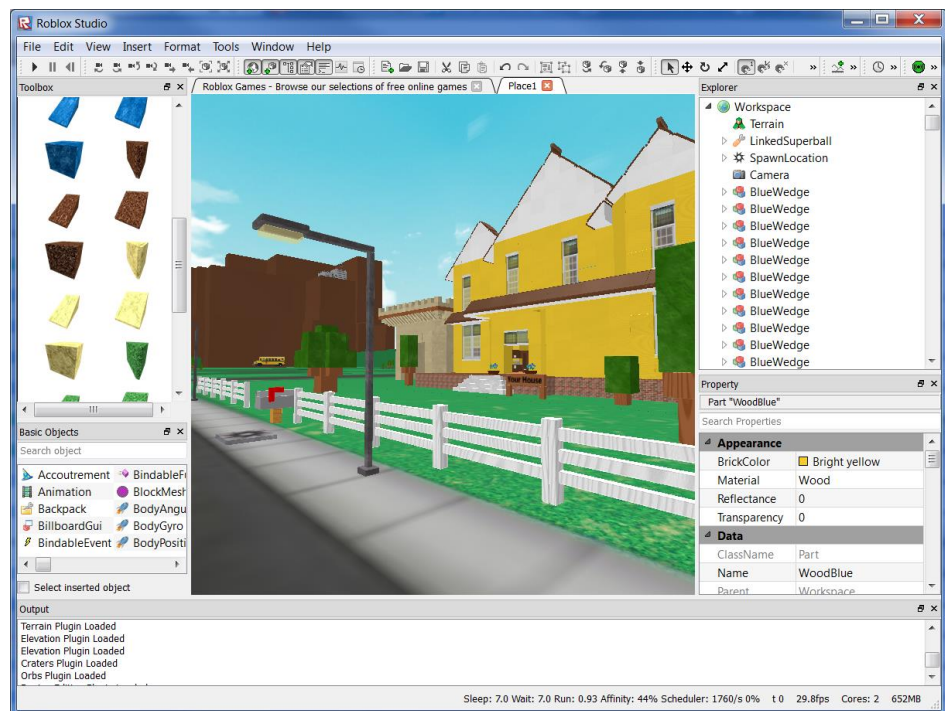


数据来源：Roblox 官网，东方证券研究所

在开发环节，Roblox 注重开发者生态的构建。Roblox 为开发者提供了快速入门的教程、Roblox 盈利系统的介绍，并为开发者提供开发资源以及 Roblox 开发社区。结合自身用户低龄化的特征，Roblox 提供国际性的暑期编程夏令营活动以及免费的在线编程课程，并提供一些有偿的暑期实习项目。

简言之，Roblox 创造简易的开发者环境、降低了对开发设备的要求，达到降低开发门槛的目的。

图 21: Roblox 开发环境——Roblox Studio



数据来源：Roblox blog，东方证券研究所

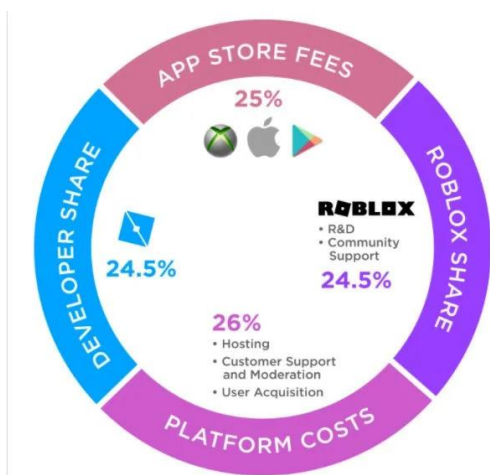
图 22：腾讯与 Roblox 合资建立的罗布乐思公司暑期实习项目介绍


数据来源：罗布乐思官网，东方证券研究所

明确激励机制

Roblox 的激励机制十分明确，除掉 25% 支付给 APP Store 的营收以及用于平台各种费用的营收（约 26%），剩下约 49% 的营收基本由公司和开发者平分。根据 Roblox 招股说明书，开发者可以通过四种方式赚取 Robux：

- 其他玩家购买其开发的 Experience（游戏）的 Robux 分成
- 其他玩家在其开发的 Experience（游戏）中花销的分成
- 开发者之间内容和工具的销售
- 通过 Avatar Marketplace（Roblox 游戏中的商店）向用户销售商品。

图 23：Roblox 分成比例

图 24：Roblox 获得奖励的开发者（美元），2019.10-2020.09

获得奖励金额	开发者人数
0-1k	962452
1-10k	3749
10-100k	1057
100k-1M	249
1-10M	29
>10M	3

数据来源：公司公告，东方证券研究所

数据来源：公司公告，东方证券研究所

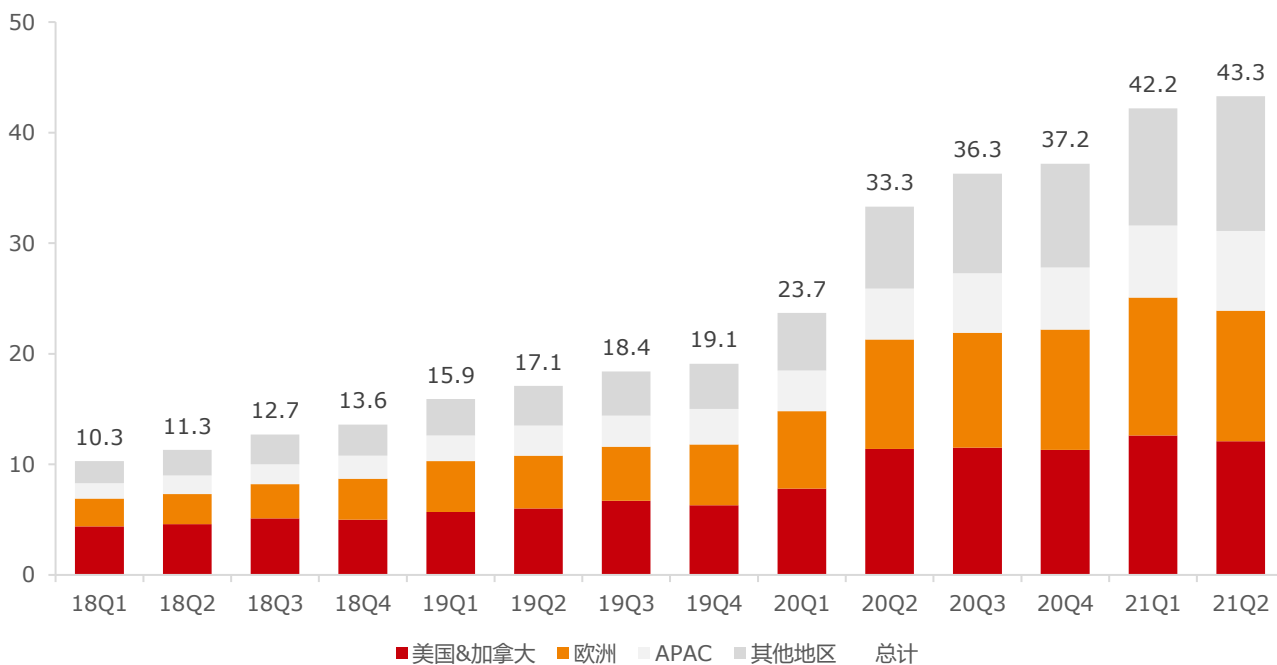
表 4：Roblox 开发者与创作者分成比例

角色	职能	创作者分成	Roblox 分成	地点
开发者 (Developer)	开发游戏	70%	30%	Studio Marketplace
创作者 (Creator)	基于游戏创作个性化物品	30%	70%	Avatar Marketplace

数据来源：公司公告，东方证券研究所

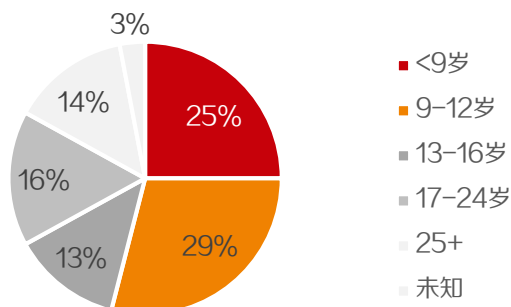
用户数量、使用时长是平台变现基础

自 2018 年至今，Roblox 的日活用户数每个季度均保持增长，高速增长流量为 Roblox 奠定了变现的基础。作为游戏 UGC 平台，Roblox 的用户年龄结构也值得注意，根据公司的招股说明书，约 54% 的平台用户小于或等于 12 岁，67% 的平台用户小于或等于 16 岁。用户低龄化保证了 Roblox 的创作产出，而 Roblox 开发环节的低门槛确保低龄化的玩家可以深度参与游戏 UGC 的平台中。

图 25：Roblox DAU 变化 (百万人)


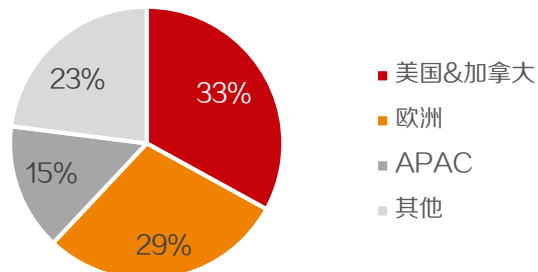
数据来源：公司公告，东方证券研究所

图 26: Roblox 用户年龄结构



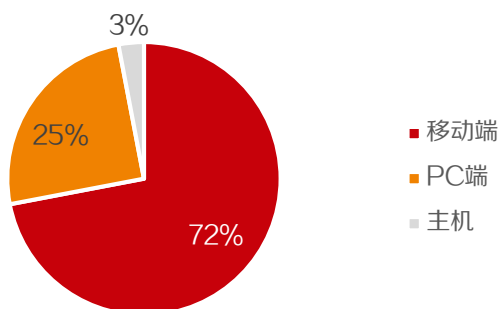
数据来源：公司公告，东方证券研究所

图 27: Roblox 用户地域结构



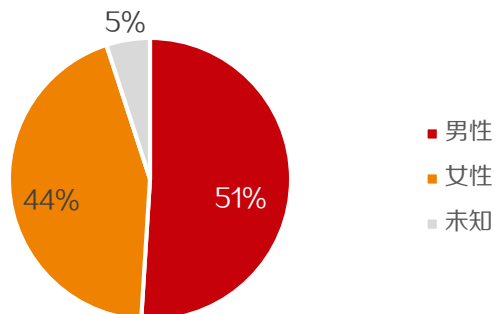
数据来源：公司公告，东方证券研究所

图 28: Roblox 用户使用终端结构



数据来源：公司公告，东方证券研究所

图 29: Roblox 用户性别结构

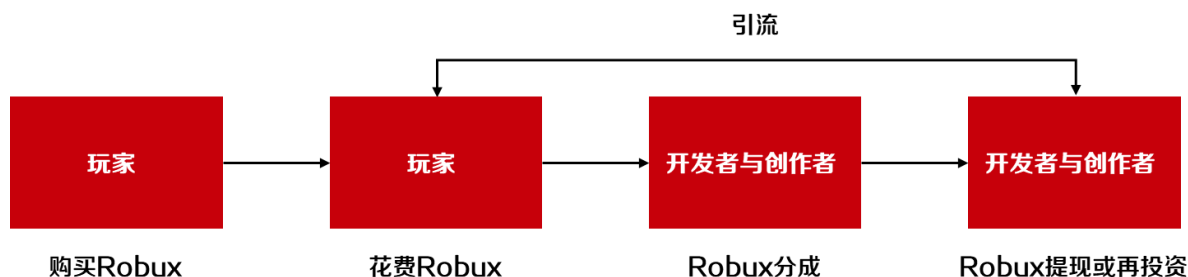


数据来源：公司公告，东方证券研究所

玩家小时数、人均付费金额是重要预测指标

在 Roblox 用户数提升后，每季度的玩家小时数以及人均付费金额成为衡量其未来发展的重要预测指标。综合分析 Roblox 的增长战略，我们发现 Roblox 立足于建立玩家与开发者的闭环，提高 Roblox 开发者与创作者的粘性，游戏开发者与游戏内物品创作者获得的 Robux 可用于平台内再投资。由于 Roblox 商业模式的特殊性，Roblox 团队的主要工作是平台的运营与维护，基本不涉及平台游戏的开发，因此开发者生态成为 Roblox 的基础。

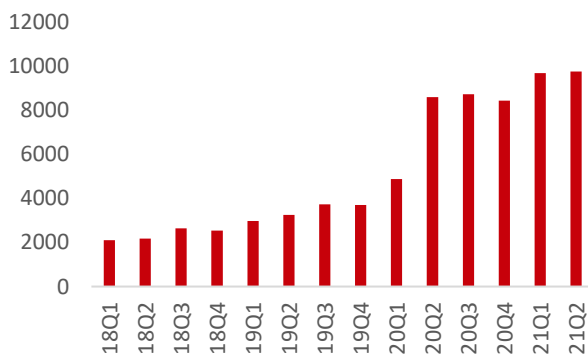
图 30: Roblox 增长战略



数据来源：公司公告，东方证券研究所

2020 年 2 月，Roblox 获 1.5 亿美元 G 轮融资，由硅谷风投公司 Andreessen Horowitz 领投，淡马锡和腾讯跟投。20Q2 公司用户数显著增长，玩家增长主要来自北美市场与欧洲市场，人均付费数在 20Q2 也出现了显著增长，二者增长的主要驱动因素为 Roblox 于 2019 年上线 Premium 会员制以及游戏内的 Avatar 交易市场，丰富了 Roblox 平台的内容。Roblox 玩家小时数的变化与 DAU 变化基本一致，玩家小时数与人均付费数趋势稳定，未发现任何负面迹象。

图 31: Roblox 玩家小时数 (百万, 季度)



数据来源：公司公告，东方证券研究所

图 32: Roblox 付费金额/DAU (美元, 季度)



数据来源：公司公告，东方证券研究所

4.2、艺术端：NFT 构建元宇宙经济基础

非同质化代币 (Non-Fungible Token, NFT) 具有不可互换性、独特性、不可分性、低兼容性以及物品属性。NFT 不可与同种 NFT 进行互换，如将 NFT 借出，需返还同一 NFT。因此每个 NFT 之间均拥有稀缺度和价值的区别，故可标记所有权。

表 5: NFT 与其他资产特征对比

维度	NFT	数字商品	实物商品
数字化	去中心化链上存储	中心化服务器	非数字化

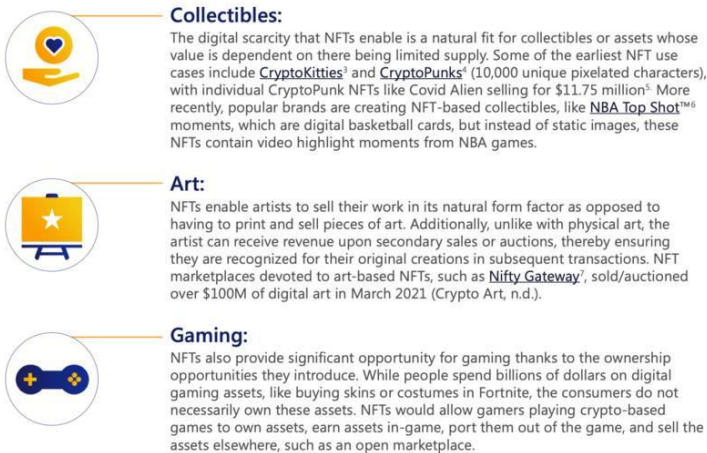
所有权	实际所有权	名义所有权	实际所有权
不可复制性	不可复制	可快速复制	不可复制
存在周期	永久	永久/非永久	非永久
流通性	自由流通	可被限制流通	可被限制流动
二次开发	支持	取决于所有者	会造成形态改变

数据来源：链闻，东方证券研究所

Visa 发布 NFT 白皮书：Visa 在宣布购买并收藏 NFT 数字艺术品 CryptoPunks 后紧接着发布了 NFT 白皮书，并在其中阐述了 Visa 对于 NFT 的看法。Visa 认为 NFT 的主要应用场景包括收藏品、艺术品和游戏，而这些场景与元宇宙的实验场景相吻合。

互联网大厂正试水 NFT 领域：2021 年 6 月，阿里巴巴发售支付宝付款码皮肤 NFT，2021 年 8 月，腾讯围绕 NFT 进行一系列战略布局。迄今为止，阿里（基于蚂蚁链）与腾讯（基于至信链）的 NFT 战略均在艺术藏品领域试水，NFT 产品流通渠道单一，市场透明度、价格发现能力均有较高提升空间。

图 33：Visa 认为的 NFT 主要应用场景



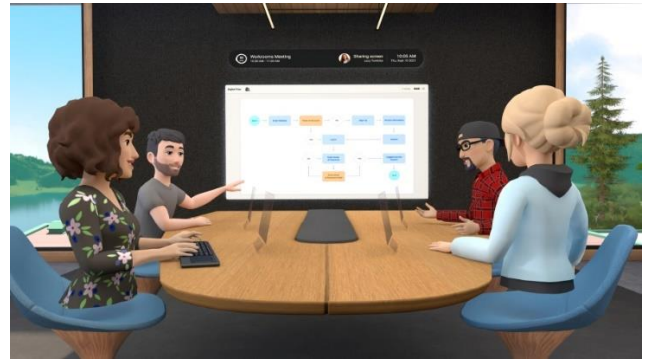
数据来源：Visa，东方证券研究所

4.3、工作端：Facebook 与英伟达的布局

Infinite office 是 Facebook 元宇宙战略中重要环节。2020 年 9 月，Facebook 宣布推出 VR 虚拟办公应用 Infinite Office，支持用户们创建虚拟办公空间，提高工作效率。2021 年 8 月 19 日，Facebook 为 Infinite Office 系列推出 VR 会议 APP Horizon Workrooms。在 Horizon Workrooms 中使用者可以通过线下会议中使用的手势对其他人分享的内容表达自己的观点。另外，Horizon Workrooms 推出了白板应用，使用者可通过 VR 设备在会议中的虚拟桌面上放置白板，并且通过手柄写字，增强与会者的体验。

图 34: Facebook Infinity Office 概念图


数据来源：Facebook，东方证券研究所

图 35: Horizon Workrooms


数据来源：Facebook，东方证券研究所

英伟达推出了 **NVIDIA Omniverse**，一个专为虚拟协作和物理属性准确的实时模拟打造的开放式平台。根据英伟达介绍，Omniverse 的工作原理可以拆分为三部分：

- 1) **Omniverse Nucleus**。它是连接用户以及实现 3D 资产交换和场景描述的数据库引擎，连接后，负责建模、布局、着色、动画、照明、特效或渲染工作的设计师可以协作创建场景。
- 2) **合成、渲染和动画引擎，即虚拟世界的模拟**。Omniverse 是一款基于物理性质的全新构建平台。得益于 NVIDIA RTX 图形技术，它可以实现完整路径追踪，实时模拟虚拟世界中每束光线的反射情况。在 Omniverse 上的 NVIDIA DRIVE Sim 中模拟虚拟世界。Omniverse 通过 NVIDIA PhysX 模拟物理性质，通过 NVIDIA MDL（材质定义语言）模拟材质。
- 3) **NVIDIA CloudXR**。NVIDIA CloudXR 包括客户端和服务端软件，用于将扩展现实内容从 OpenVR 应用程序串流至 Android 和 Windows 设备，从而让用户自如进入和退出 Omniverse。

宝马公司正在内部推进 NVIDIA Omniverse 平台的使用，以协调全球 31 座工厂的生产。而根据英伟达官网披露的信息，NVIDIA Omniverse 将宝马的生产规划效率提高 30%。

4.4、生活端：面向体验场景

元宇宙大量用于生活端仍需很长的时间。但从元宇宙的技术特性分析，元宇宙可兼具中心化应用与去中心化应用的特征，可以广泛用于数字身份、用户界面、金融服务、娱乐、社交等领域。

图 36：元宇宙潜在应用



数据来源：悦财经，东方证券研究所

我们认为，元宇宙的未来在于探索其应用场景的共性。这些应用场景均需考量用户的体验，元宇宙未来的商业模式与智能手机类似，即通过体验感增加用户的使用时间，进而提高用户粘性。这些时间（体验）成为元宇宙中各项服务的基础。

五、 元宇宙时代有哪些确定性趋势？

我们认为，社交、协同办公、娱乐以及游戏场景下的元宇宙概念将较快得到催化。在这些场景下，用户对于体验的追求将推动元宇宙技术载体的革新。技术的演进将成为元宇宙时代的确定性趋势。

我们认为，元宇宙主要的载体（基础设施包括如下几部分）：

5.1、 网络（通信）

5G 作为具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术，是实现人机物互联的网络基础设施。元宇宙对于数据传输能力要求极高，这体现在数据传输的量级、速率以及稳定性等方面。通信技术是元宇宙发展的重要基础设施。

5G/下一代通信技术让虚拟现实设备的体验增强。高通 XR 团队开发了虚拟现实可穿戴设备专用的技术和芯片组，为下游企业提供了高通骁龙 XR1 与 XR2 平台及相关的参考设计。在中国，高通与

HTC、Pico、3Glasses、影创科技、趣立科技、Nreal 和爱奇艺智能等多家企业合作，为消费类和企业级用户带来了前所未有的 AR 和 VR 体验。

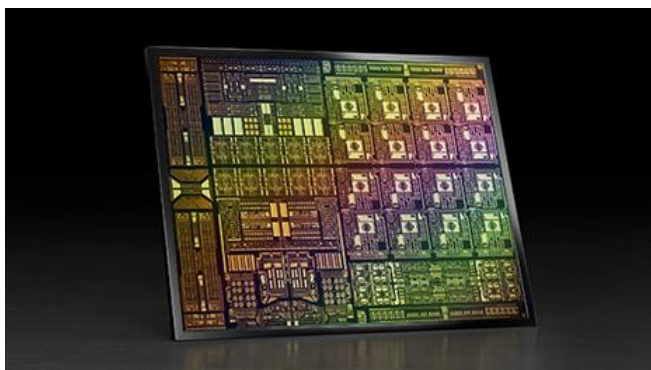
5.2、芯片（算力）

元宇宙的内容、网络、区块链、图形显示等功能均需要更为强大的算力。

云端算力方面，DPU 芯片（数据处理芯片）通过分流、加速和隔离各种高级网络、存储和安全服务，为云、数据中心或边缘等环境中的各种工作负载提供安全的加速基础设施。英伟达 DPU BlueField-3 是首款达到 400Gb/s 性能、支持软件定义和硬件加速的芯片，可以实现数据中心的基础功能。

终端算力方面，异构芯片可以让 SoC 中的 CPU、GPU、FPGA、DPU、ASIC 等芯片协同工作，不断提升算力以提升用户体验。

图 37：英伟达 BlueField-3 DPU



数据来源：英伟达，东方证券研究所

图 38：华为麒麟 980 芯片



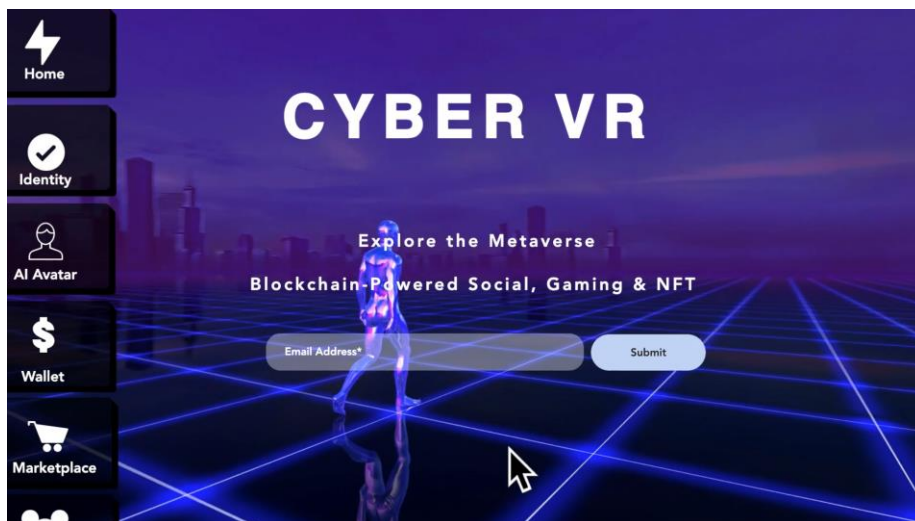
数据来源：华为海思，东方证券研究所

5.3、云与边缘计算

云计算与边缘计算为用户提供所需的计算资源，降低用户触达元宇宙的门槛。同时云端与边端形成互补，云端资源主要包括 IDC、计算集群等设备，网络边缘的资源主要包括手机、个人电脑等用户终端以及 WiFi 接入点、蜂窝网络基站、路由器等设备。

5.4、AI

AI 在元宇宙中应用渗透较广泛。AI 可以帮助创建元宇宙资产、艺术品和其他内容（AIGC），并可以改进我们用来构建所有这些内容的软件和流程。

图 39：元宇宙公司 Metaverse AI 致力于建设元宇宙数字孪生引擎与 5G 虚拟偶像


数据来源：Metaverse AI，东方证券研究所

此外，元宇宙的载体仍需要多项复杂的技术。如为了提升元宇宙的真实体验，依托 GPU 的图像处理技术需要继续优化；依赖物联网的渗透，未来汽车、家电等物联终端也可成为元宇宙接口。

为什么短期注意力聚焦于 VR/AR

对此，我们可以得知元宇宙的诞生需要依赖多项底层技术的搭建与完善，包括但不限于芯片、通信、VR/AR、AI、区块链等。在此基础上，元宇宙仍需要在提供游戏、社交、应用商店等功能的基础上给予用户自主权，搭建 UGC 平台，并为用户创作的内容提供广告网络、内容分发、中介等系统，为用户提供游戏、社交、电子竞技、剧院、购物等多方面虚拟体验。

元宇宙是极为复杂的概念，融合了几乎所有的高新技术。这对于元宇宙的发展有好有坏，好处在于元宇宙可以同时融合多种最顶尖的技术，创造凝聚人类智慧结晶的产品；坏处在于元宇宙的最终价值在于体验，如果在融合过程中有任意一项技术未达体验的预期，则将会对元宇宙的实现产生毁灭式的影响。

元宇宙各技术间呈现水桶效应：5G 等通信技术基本可满足元宇宙的要求；UGC 内容、3D 引擎以及算力等支撑技术及内容可实现元宇宙的短期要求，并可随着元宇宙的发展而不断演进；VR、AR 等虚拟现实技术仍需优化已达到元宇宙的基础要求。我们认为这种产品技术供给与用户体验需求之间的鸿沟，现阶段主要集中于通信与虚拟现实环节。而通信环节可以牺牲部分游戏的码率去寻找合适的解决方案（部分流行的 VR 游戏并不具备高真实度），而虚拟现实设备带来的“真实感”体验，则需要完全依赖顶尖的技术。

表 6：针对不同要素，元宇宙需集成的技术

元宇宙要素	所需技术
身份	游戏代码/游戏引擎
朋友	游戏代码/游戏引擎
沉浸感	VR/AR

低延迟	5G/6G/全光网/边缘计算
多元化	云计算
随地	5G/6G/全光网/边缘计算
经济系统	芯片/算法/区块链
文明	芯片/算法/区块链

数据来源：Roblox，链闻，东方证券研究所

六、元宇宙在产业端如何发挥价值？

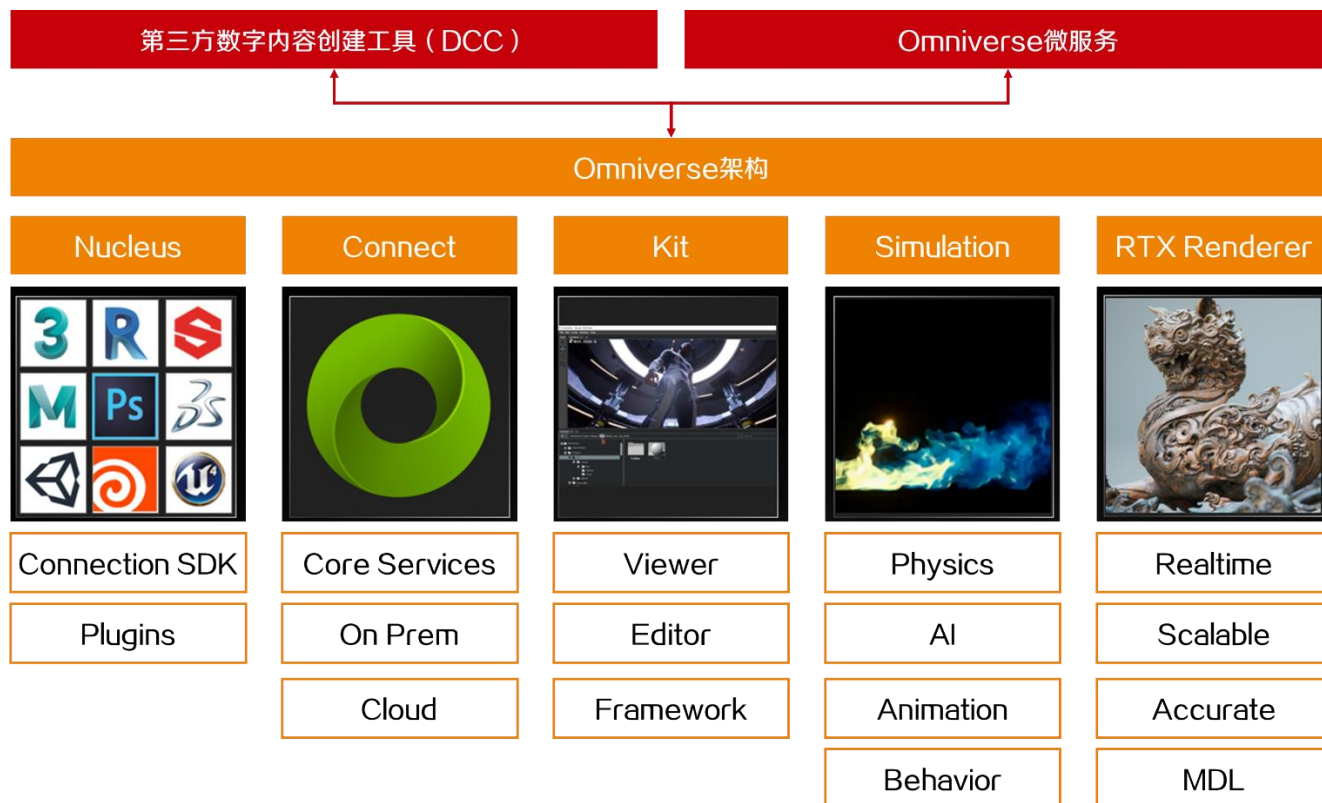
在进发元宇宙概念前，5G 基础设施、用于智能终端的显示屏、AI 芯片等技术不断发展演进，同时工业互联网、产业互联网、数字孪生、VR 游戏等概念均不断成熟。而在元宇宙概念诞生后，可以很好地总结这一时期大部分技术的发展方向。全球范围内许多互联网企业、工业软件企业就工业元宇宙的相关技术已有长期的布局，其中包括数字孪生、工业互联网、仿真测试、数字化工厂、CAD、CAE、EDA 等工业软件。

6.1、英伟达：Omniverse 平台

Omniverse 架构：基于英伟达成熟的组件、微服务以及第三方创建工具构建生态

Omniverse 的架构包括 Connect、Nucleus、Kit、Simulation、RTX renderer 等五个部分，他们与第三方数字内容创建工具（DCC）以及基于 Omniverse 的微服务构成了 Omniverse 的生态。

图 40：英伟达 Omniverse 生态组成



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

表 7：Omniverse 关键模块及功能

名称	功能
Omniverse Nucleus	提供允许各种客户端应用程序、渲染器和微服务共享和修改虚拟世界的表示形式的基本服务
Omniverse Connect	接受外部更新并根据需要发布内部生成的更改的插件
Omniverse Kit	构建本地 Omniverse 应用程序和微服务的工具包
Omniverse Simulation	Omniverse Kit 的仿真插件或微服务
Omniverse RTX Renderer	支持 Hydra 架构的渲染器

数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

Omniverse 功能及应用场景：专为虚拟协作和物理属性准确的实时模拟打造的开放式平台

2021 年 6 月，黄仁勋在参加 Computex 2021 线上会议时曾透露自己对于 NFT、元宇宙、以太坊以及未来虚拟实境结合看法，并介绍英伟达的元宇宙基础设施 Omniverse。黄仁勋认为未来虚拟世

界与现实世界将产生交叉融合，元宇宙与 NFT 将在其中扮演重要角色。其中 Omniverse 平台主要面向建筑、工程和施工；制造业；媒体和娱乐以及超级计算场景。

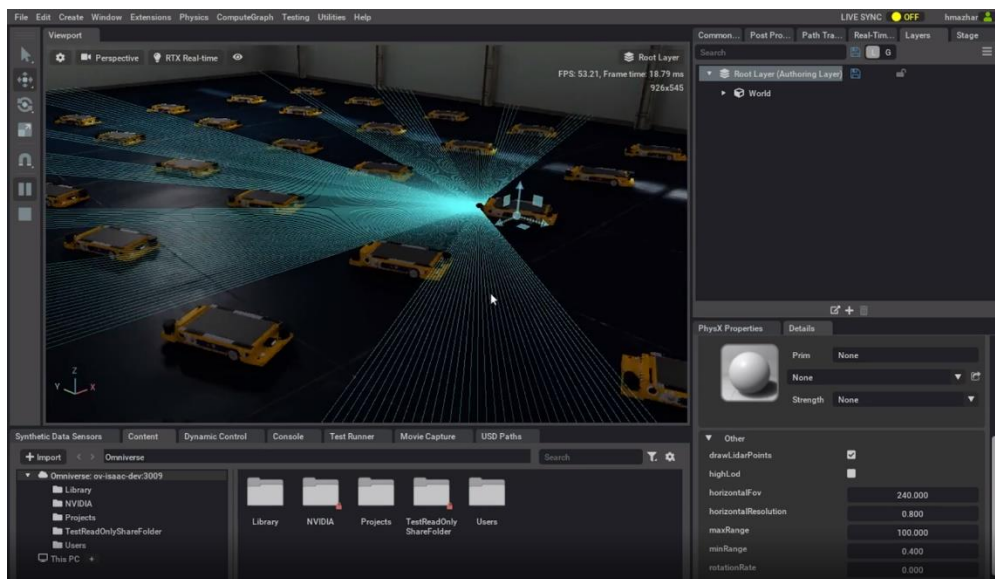
图 41: Omniverse 平台四大应用场景



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

Omniverse 平台功能：根据英伟达官网对于 Omniverse 平台的介绍，通过 Omniverse 平台，用户可以完成实时虚拟协作、模拟现实的设计、模拟环境以及搭建未来工厂等操作：

- (1) **实时虚拟协作：**NVIDIA Omniverse 在单个交互式环境中整合分散在全球的团队，让他们能更高效地迭代和取得丰富的创意成果。在笔记本电脑、数据中心或任何其他搭载了 RTX 的设备上运行 Omniverse 显著缩短了投产时间；
- (2) **模拟现实的设计：**通过在单个 RTX GPU 上运行 NVIDIA Isaac Sim™（一种面向基于 NVIDIA Omniverse 构建的机器人应用程序的 AI 技术），工程师可以完成复杂的工作负载、轻松虚拟化机器人和通过传感器生成逼真的图像，以及实现无缝的远距传送（从模拟到部署在真正的机器人上）；
- (3) **模拟环境：**NVIDIA DRIVE Sim™ 是一款基于 Omniverse 构建的模拟应用程序，可测试和验证自动驾驶汽车。Omniverse 不仅具有超高保真度，还包含物理属性准确的模拟功能，可提供对自动驾驶技术进行测试所需的极其严格的计时、可重复性和实时性能；
- (4) **未来工厂：**代表案例为宝马与英伟达合作打造的未来工厂。宝马公司通过推进 NVIDIA Omniverse 平台的使用协调全球 31 座工厂的生产。NVIDIA Omniverse 和 NVIDIA AI 可以模拟宝马生产网络中的 31 座工厂，模拟过程涵盖整座工厂模型中的所有元素，例如工人、机器人、建筑物，以及在执行虚拟工厂规划、自主机器人、预测性维护和大数据分析等模拟任务中的装配零件。

图 42：NVIDIA Isaac Sim 操作界面


数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

Omniverse 支持 Audio2Face、Create、Drive Sim、Isaac Sim、Kaolin App、Machinima 以及 View 等应用程序。

表 8：Omniverse 应用程序及功能

名称	介绍	应用程序示意
Audio2Face	一款由 AI 支持的应用程序，仅从一个音频来源即可生成面部表情动画	
Create	一款用于加速高级场景合成的应用，支持用户依照 Pixar USD，以实时、交互方式组装、照明、模拟、渲染环境并与环境互动	
Machinima	一款可通过使用沉浸式可视化、协作设计和逼真渲染来重制、重建和重新定义动画视频游戏故事情节的应用程序。	

Kaolin	用于三维深度学习研究的 PyTorch 库,提供了可用于三维深度学习系统的可微三维模块。具有加载和预处理常见的三维数据集的功能,同时实现了处理网格、点云、符号距离函数和体素网格的函数,从而减少了编写样板代码的负担。	
Drive Sim	让自动驾驶汽车开发人员可以提高生产力、效率和测试覆盖率,进而缩短上市时间,同时将在真实世界中驾驶的需要降到最低。	
View	一款应用程序,支持建筑和工程项目的无缝协作式设计和沉浸式可视化以及逼真渲染。	
Isaac Sim	一种可扩展的机器人模拟应用程序和合成数据生成工具,为光现实、物理精确的虚拟环境提供动力,以开发、测试和管理基于 AI 的机器人。	

数据来源:英伟达官网,东方证券研究所

Omniverse 案例: GTC 2021 人物渲染——Omniverse 平台极强的 3D 仿真模拟能力

8 月 10 日,英伟达在 SIGGRAPH 2021 上揭秘:此前在 4 月 GTC 2021 技术大会上作开场演讲的英伟达 CEO “黄仁勋”为数字替身。GTC 2021 GPU 技术大会的数字替身由 34 个 3D 美术师和 15 个软件研究人员参与制作,一共完成 21 个版本的数字替身。其数字替身的构建流程包括:

- (1) 英伟达对黄仁勋与其标志性皮衣进行各个角度的拍摄,照片数量合计共几千张;
- (2) 此后,英伟达对这些照片中采集到的数据进行 3D 建模;
- (3) 建模完成后,通过 AI (Audio2Face 模型,可自动随着语音播放内容调整模型的面部动作表情)使模型显现自然配合语音内容的动作表情,并使用 AI 模型将皮肤材质细化拟真;

最后,英伟达通过 Omniverse RTX 渲染器(3D 仿真模拟和协作平台)实时模拟出现实世界。

图 43：通过 Omniverse 平台进行人物仿真渲染



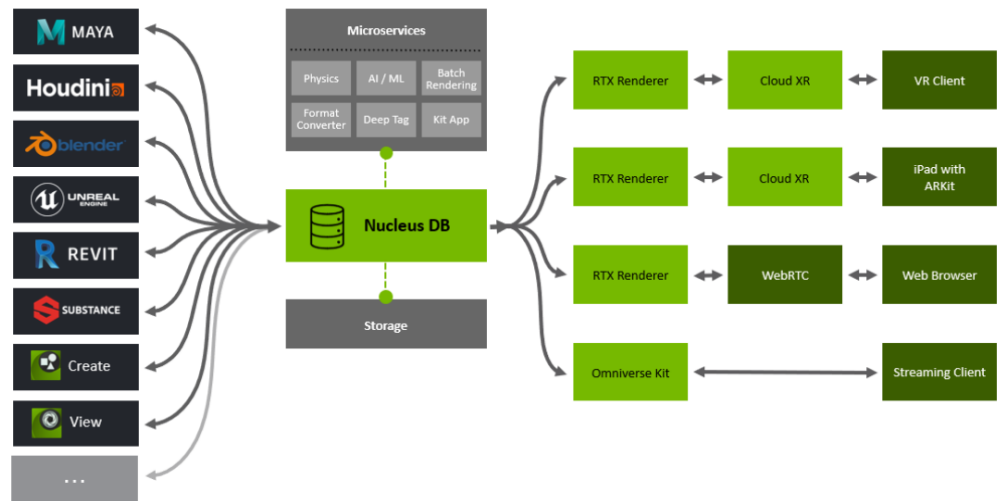
数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

图 44：通过 Omniverse 平台进行场景仿真渲染



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

图 45：Omniverse 平台支持主流的 VR/AR 应用



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

Omniverse 案例：宝马未来工厂——“仿真+协作”的落地应用

宝马的虚拟数字化工厂基于英伟达 Omniverse 平台打造，该实时模拟和协作平台软件由英伟达开发，基于英伟达 GPU 架构。在宝马虚拟数字化工厂中，Omniverse 的功能主要包括：

- (1) 将宝马工厂各种设计软件导入 CATIA、Bently、点云等设计数据到 Omniverse 平台，并在 Omniverse 进行 GPU 渲染，建立虚拟模型并基于该虚拟模型进行优化设计；
- (2) Omniverse 平台利用自身的 3D 应用和用户间实时协作能力，帮助宝马虚拟化工厂进行人机工程优化仿真；
- (3) 通过英伟达的 GPU 渲染能力将仿真数据可视化。宝马工厂可以在物理世界建造任何东西之前，虚拟地设计、规划与运营其工厂。

图 46：Omniverse 平台在制造业中的工作流程

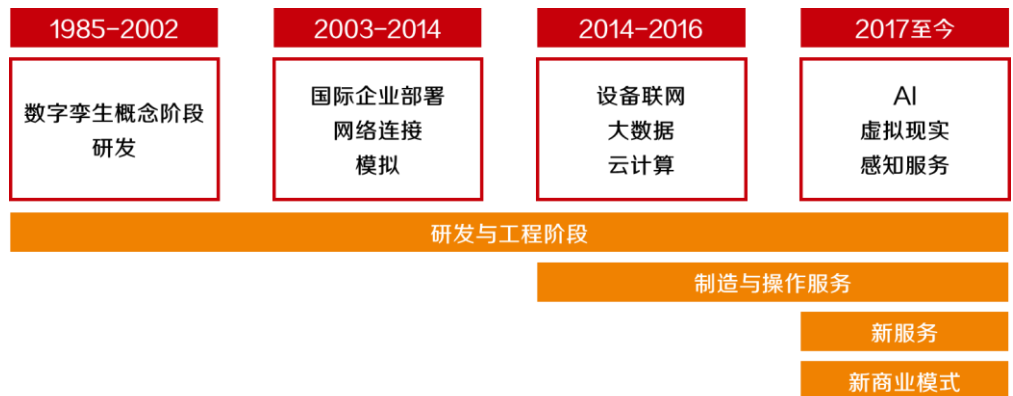


数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

6.2、 微软：数字孪生探索

2021 年 9 月，微软 CEO Satya Nadella 在 Inspire 2021 演讲中提出全新“企业元宇宙”概念。微软的元宇宙计划中期望元宇宙可以打破现在的通信和业务流程之间的障碍，把他们融合在一起，让工业场景更为便捷。在宣布“企业元宇宙”概念之前，微软就已通过 Azure 数字孪生及 AI 等技术建立了工业元宇宙的底座。

图 47：微软数字孪生发展历程



数据来源：微软官网，东方证券研究所

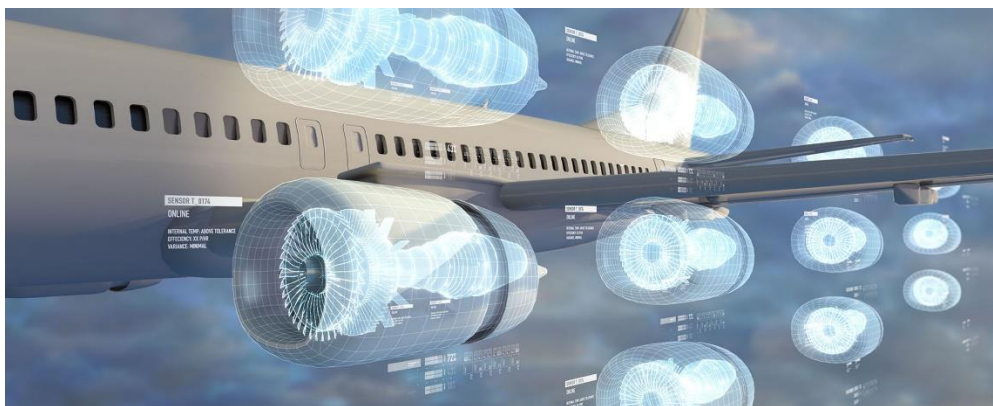
工业数字孪生案例：通用电气

Azure 数字孪生是一个物联网 (IoT) 平台，可用于创建真实物品、地点、业务流程和人员的数字表示形式。

通用电气从 2018 年开始利用微软 Azure 云资源支持其持续创新，通用电气部署了 Azure 认知服务和其他 Azure AI 功能以简化其资产记录系统中的搜索。2020 年，通用电气开始使用 Azure 数字孪生将资产记录数据与 EMS 平台的飞行性能数据集成。通过将两个完全不同的数据流合并成一个活的数据生态系统，通用电气航空的数字集团将构建每架飞机的完整视图。这将有助于客户提高效率、降低成本、最大限度地减少计划内停机时间，并在每架飞机的每一个部件继续遵守关键安全、燃油效率和环境标准的同时，建立数字可追溯性。

由于通用电气航空的数字集团使用 Azure 数字孪生构建了一个实时和自动演变的模型，因此客户将随时可以访问其飞机的更新、准确和可用的数据模型。并且，通过内置数字可追溯性，可以实时记录每架飞机上每一个实物资产和部件，客户将能够在问题出现之前预测问题，主动识别维修或更改，并更好地了解其机队状况和状态。单一的真相来源，客户可以为组织中的不同利益相关者生成无数的意见，提供可持续和灵活的结构来集成和分析许多不同存储库的数据。

图 48：通用电气航空数字孪生示意图



数据来源：GE 官网，东方证券研究所

工业数字孪生案例：Ansys

Ansys 的客户可以使用公司的 Twin Builder 设计平台，通过结合设计规范、资产传感器的历史数据和基于物理的模型创建虚拟模拟。Ansys 希望通过帮助客户构建数字双胞胎来扩大其设计和制造边界，而微软数字孪生可以在任何条件下模拟和测试系统性能，帮助 Ansys 扩展 Twin Builder 的功能，以使用户能够实时处理和分析来自物联网（IoT）系统的海量数据。

图 49：微软通过元宇宙、数字孪生等技术提升协作办公体验



数据来源：微软官网，东方证券研究所

6.3、能科股份：布局仿真与测试

能科股份主要业务包括智能制造、智能电气两个板块，其中公司智能制造业务基于数字孪生理念，整合业内先进工业软件和数字化 IOT 设备，虚拟世界内定义生产力中台并为客户开发个性化的工业微应用，物理世界内建立数字化、智能化的生产线和测试台，满足制造业企业产品全生命周期的数据与业务协同需求，帮助企业实现其自主创新、运营成本、生产效率、不良品率和客户满意度等业务目标。

公司现阶段已形成了咨询服务、企业管理系统解决方案、产品全生命周期管理、仿真与测试服务、工艺自动化、可视化生产运营管理系统以及测试台产品七个专业方向，其中仿真与测试服务可作为工业元宇宙布局的技术底座。

图 50：能科股份仿真与测试服务种类



数据来源：能科股份官网，东方证券研究所

仿真与测试服务

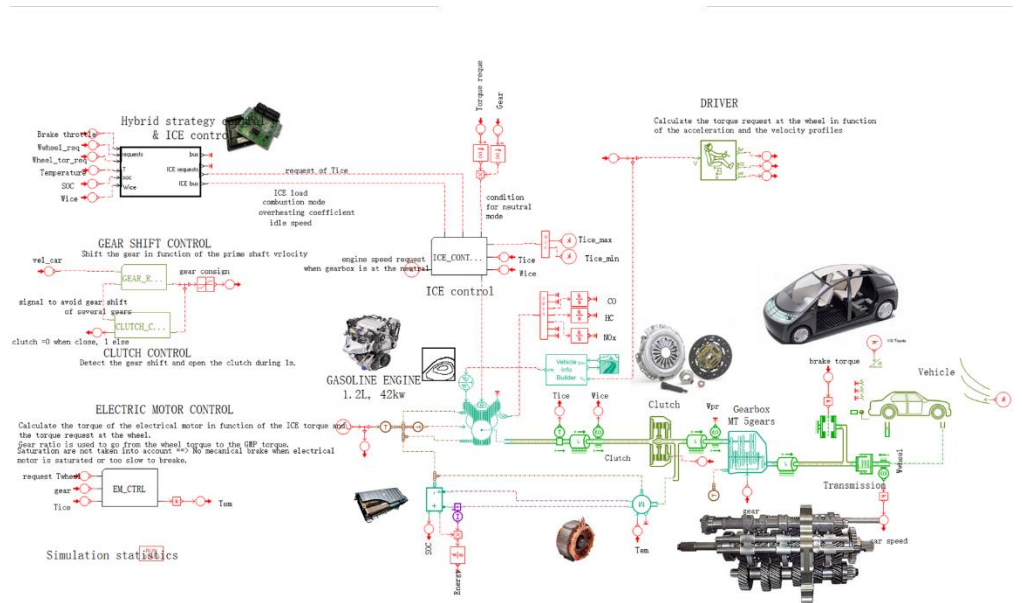
能科股份的一维系统建模仿真 Simcenter AMESim 是西门子 Simcenter 系统仿真综合解决方案。Simcenter AMESim 系统仿真解决方案基于动态建模方法建立物理元件的数学模型，提供面向众多学科领域的专业应用库，包括控制、液压、气动、热、多相流、空调与冷却系统、电子 电力、电磁、机械与动力传动、车辆动力学、内燃机等，帮助客户提高从早期的开发阶段到最终的性能验证和控制校准的整体系统工程生产效率。利用其强大的平台功能，可提前快速优化机械系统、液压系统、气动系统、热系统、电气系统和电子系统之间的交互。

表 9：一维系统建模仿真专业应用库

控制类库	信号、控制与观察器系
机电类库	电机及驱动、电子、机电
流体类库	液压、液压元件设计、液阻、注油、气动、气动元件设计、混合气体
机械类库	一维机械、平面机构、传动、车辆动力学
内燃机类库	IFP 驾驶、IFP 发动机、IFP 排放、IFP C3D 三维燃烧计算
热学类库	热、热液压、热液压元件设计、热气动、两相流、空气调节、冷却系统、换热器

数据来源：能科股份官网，东方证券研究所

图 51：能科股份混合动力车系统仿真与测试服务案例



数据来源：能科股份官网，东方证券研究所

6.4、 阿里云：数字工厂“新基建”

根据德国工程师协会的定义，数字工厂（DF）是由数字化模型、方法和工具构成的综合网络，包含仿真和 3D 虚拟现实可视化，通过连续的没有中断的数据管理集成在一起。数字工厂集成了产品、过程和工厂模型数据库，通过先进的可视化、仿真和文档管理，以提高产品的质量和生产过程所涉及的质量和动态性能。

整合资源，助力产业数字化转型，搭建元宇宙数字底座：阿里云工业互联网平台助力制造企业数字化转型，打造工厂内、供应链、产业平台全面协同的新基建，将工厂的设备、产线、产品、供应链、客户紧密地连接协同起来，为企业提供可靠的基础平台和上层丰富的工业应用，结合全面的产业支撑，助力企业完成数字化转型。

图 52：阿里云数字化工厂架构



数据来源：阿里云，东方证券研究所

阿里云整合产业内资源搭建工业互联网平台，通过与相关数字化转型服务商合作，提供不同的解决方案，客户可以在阿里云互联网平台中选取所需商品或寻求咨询服务。

图 53：阿里工业互联网合作伙伴



数据来源：阿里云官网，东方证券研究所

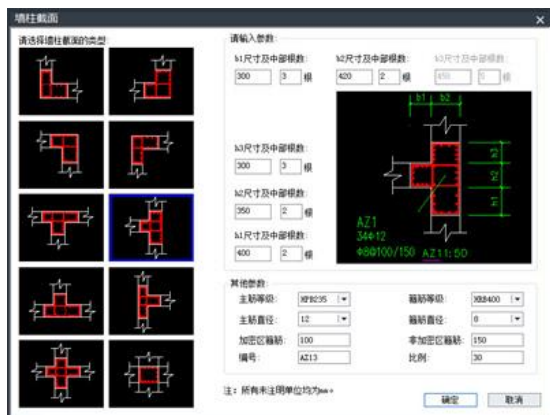
6.5、工业元宇宙的终局：强大的功能（软件）+完美的协同（平台及操作系统）

软件端：针对工业场景的经验积累以及针对底层功能算法的持续优化

（1）针对工业场景的经验积累

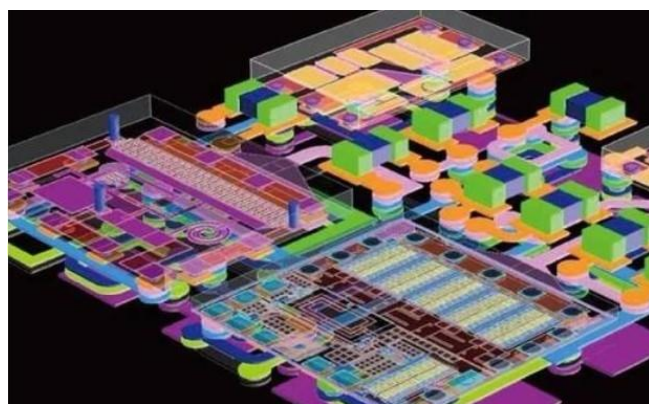
工业软件是工业知识的载体，工业知识包括工业领域知识、行业知识、专业知识、标准和规范等，是工业软件的内涵；工业软件功能需要用户场景的经验积累不断完善、迭代成长，通过不断在工业企业用户的使用与优化得以发展壮大。面向不同行业的工业软件功能技术各异，需要对于行业及生产流程高度的理解和深度的经验积累。

图 54：中望软件建筑 CAD 软件模块



数据来源：中望软件官网，东方证券研究所

图 55：华大九天芯片设计 EDA 软件操作界面



数据来源：腾讯新闻，东方证券研究所

（2）针对底层功能算法的持续优化

工业元宇宙的构建需要完成将工业实体对象进行数字化表达，而完成数字化表达的过程需要将数据进行集成与管理，并构建相应的数据模型与工业模型。之后再根据搭建成的模型进行信息交互。其中，针对底层的数据模型搭建需要对数学、物理学、生物科学等基础学科进行高度的归纳与整理，持续优化算法的能力。

图 56：英伟达硬核 GPU GEFORCE RTX 3090 的光线追踪能力（右侧为渲染后的游戏场景）



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

平台端/操作系统端：协同的优化将贯穿始终

针对单一场景的工业元宇宙搭建需要几十种上百种软件，这些软件可能来自不同的公司或基于不同的代码，这会产生过程不连续、模型碎片化等问题，导致模型的搭建很难重复且数据很难追溯。工业操作系统需要结合多学科以及多操作流程以实现模型中数据的统一以及过程的连续。

“矿鸿操作系统”解决煤矿领域设备接口与协议标准问题。2021年9月14日，国家能源集团与华为共同发布了“矿鸿操作系统”，这是鸿蒙操作系统在传统的IoT领域与消费电子领域之外，第一次在工业领域的应用。矿鸿操作系统可以通过软总线技术，在煤矿领域第一次实现统一的设备层操作系统，通过统一的接口和协议标准，解决不同厂家的设备与互通问题。

矿山场景智能化需要搭建数据平台、开采系统、运输系统在内的上百个子系统。不同系统中不同的设备来自不同厂商，且拥有多种标准的网络制式，彼此之间兼容效果差，形成协同化系统的难度高。矿山场景对于安全的需求高，缺乏统一的行业标准、接口缺少统一的规范等客观障碍会导致系统不兼容，从而带来较高的安全隐患。

矿鸿 OS 通过软总线技术，从操作系统层面将不同设备能力、软件接口、平台架构进行模块化拆分，从而在煤矿产业搭建一个统一的设备接入层操作系统，从而解决不同制式、不同厂家的互联与协同问题。

图 57：国家能源集团与华为共同发布“矿鸿操作系统”



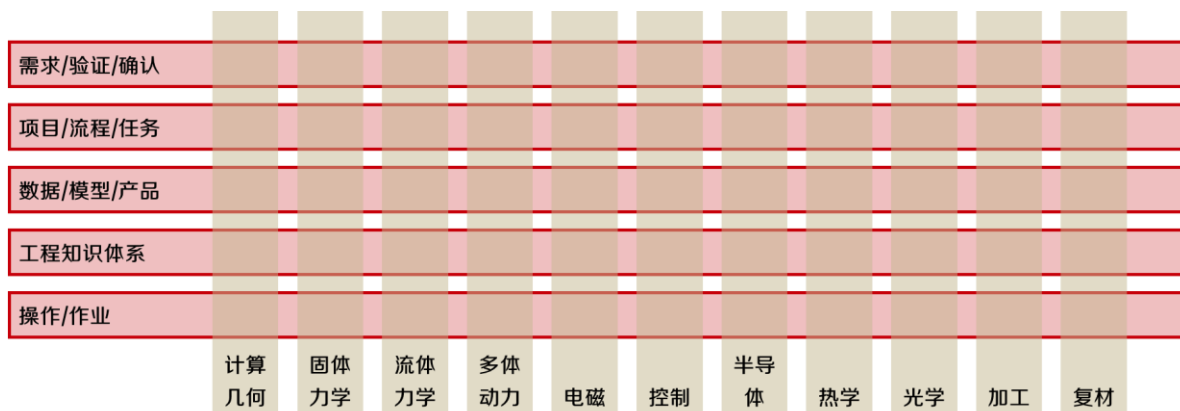
数据来源：华为公司官网，东方证券研究所

图 58：中信重工与华为签署“智能矿山”合作协议



数据来源：中信重工官网，东方证券研究所

图 59：索为系统通过工业软件操作系统建立连续的数字空间



数据来源：索为系统，东方证券研究所

6.6、元宇宙受益领域及代表公司

我们认为元宇宙的建设与发展将紧密围绕载体端与内容端，相关领域的代表公司包括元宇宙的载体端和内容端厂商。

表 10：元宇宙受益领域及代表公司

分类	受益领域	代表公司
元宇宙载体端	5G	中兴通讯、紫光股份、星网锐捷
	VR/AR	FACEBOOK、京东方 A、韦尔股份、歌尔股份
	算力/芯片	英伟达、紫光国微、兆易创新、卓胜微
	区块链	数字认证、视觉中国、安妮股份
	云计算	浪潮信息、深信服、优刻得-W
	AI	科大讯飞、海康威视、寒武纪-U
元宇宙内容端	游戏/艺术场景端	Roblox、动视暴雪、完美世界
	工作/生活场景端	微软、东方国信、能科股份

数据来源：东方证券研究所

七、元宇宙是否需要区块链？

探讨元宇宙发展过程中是否需要区块链技术，我们需要首先理解区块链的技术特性，同时不能跳脱于区块链自身发展的趋势。结合区块链的技术特征与发展趋势，我们不妨探索元宇宙与区块链是否有深度协同的可能。

7.1、区块链技术特性

区块链基于自身的技术特性，天然适配元宇宙的关键应用场景。区块链是一种按时间顺序将不断产生的信息区块以顺序相连方式组合而成的一种可追溯的链式数据结构，是一种以密码学方式保证

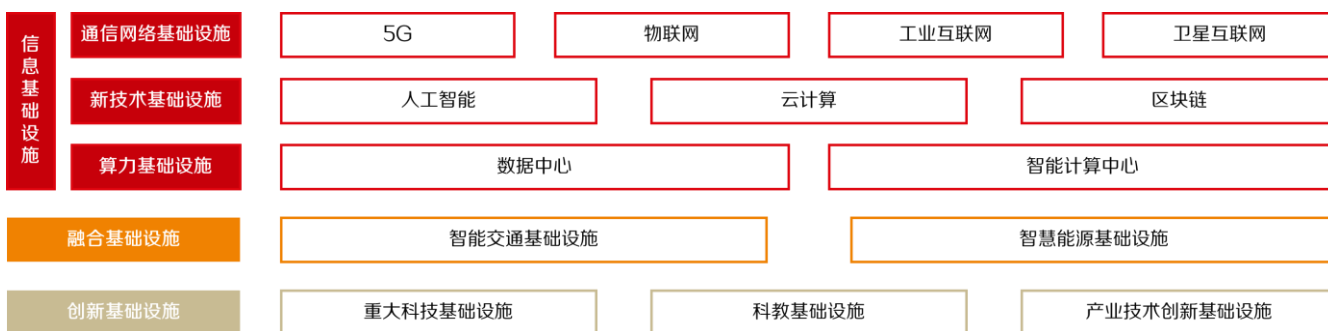
数据不可篡改、不可伪造的分布式账本。区块链借助自身的特性可以用于数字资产、内容平台、游戏平台、共享经济与社交平台的应用。

1. 区块链在数字资产应用的技术实现途径为每次交易以点对点通讯方式发起，并使用未花费事务支出的记账方式为每个参与者存储完整交易记录，维护分布式数据库；
2. 区块链在内容平台应用的技术实现途径为通过区块链记录平台的原创信息和交互记录，保证记录不可篡改，并通过透明算法奖励优秀内容创造者和提供服务的第三方；
3. 区块链在游戏平台应用的技术实现途径为通过建立在区块链框架上、去中心化运营、以智能合约实现的游戏，为区块链游戏参与者维护所有交易记录、智能合约和共识机制；
4. 区块链在共享经济应用的技术实现途径为：帮助共享经济交易双方通过智能合约进行自动交易，并通过区块链技术保证智能合约的安全不可篡改；
5. 区块链在社交平台应用的技术实现途径是为社交平台上的用户维护个人信息和提供分布式存储服务，并通过每个节点并行处理特定事务碎片。

7.2、区块链产业的确定性

2020年4月20日，国家发展改革委创新和高技术发展司司长伍浩在例行新闻发布会上，首次将新型基础设施范围框定在信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施三方面。其中，以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施，以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等基于新一代信息技术演化生成的基础设施，是新型基础设施中的信息基础设施。这也是区块链技术基础设施首次被国家层面明确为新型基础设施。

图 60：国家发改委划定的新基建范围



数据来源：国家发改委，东方证券研究所

区块链作为新型基础设施，可以广泛应用于多个垂直应用场景。2020年以来，国家政策高度重视以区块链为代表的新兴基础设施在新的技术革新和产业变革中的作用：

- 2020年4月20日，国家发展改革委首次提出“新基建”范围，明确区块链属于新型基础设施中的新技术类基础设施；

- 2021年3月，区块链被写入《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》；
- 2021年6月，工信部、中央网信办发布《加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》，提出构建基于标识解析的区块链基础设施。

7.3、 区块链可以如何作用于元宇宙

区别于其他技术，区块链技术是连接元宇宙底层与上层的桥梁。在元宇宙的整体架构中，在基础设施、数据和算法层之上、应用层之下，需要一套完善、缜密且成熟的技术系统支撑元宇宙的治理与激励。

- 元宇宙治理环节的特征在于，元宇宙由无数中心化机构和无数个人共同参与构建，因此应该是分布式、去中心与自组织的；
- 元宇宙激励环节的特征在于确保数字资产的不可复制，因此可以保障元宇宙内经济系统不会产生通货膨胀，确保元宇宙社区的稳定运行。凭借区块链技术，元宇宙参与者可以根据在元宇宙的贡献度（时间、金钱、内容创造）等获得奖励。另外，基于区块链可以提供元宇宙专属的NFT（Non-Fungible Token，非同质化代币）作为激励。

综上，元宇宙是集成多种技术的产物，而区块链在这些技术中不可或缺，是毫无疑问的元宇宙的关键技术。

图 61：元宇宙宏观架构



数据来源：万向区块链，东方证券研究所

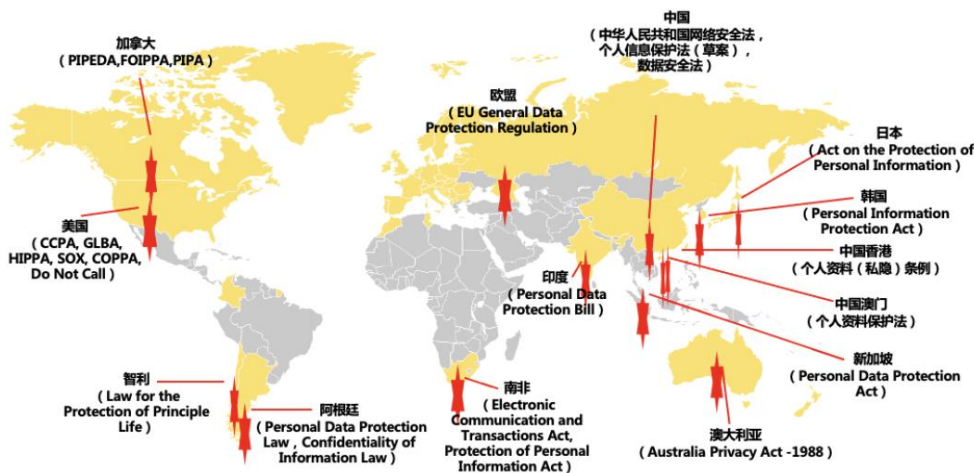
八、 元宇宙是否需要去中心化？

8.1、 个人信息可携带权：政府加强数据与信息的保障，个人权利还于个人

数据安全法

数据安全立法已成国际惯例，全球已有近 100 个国家和地区制定了数据安全保护的法律法规：2018 年 3 月美国签署《澄清域外合法使用数据法》，2018 年 5 月欧盟《一般数据保护条例》（GDPR）正式实施。随着个人信息数字化程度加深，数据的量与重要程度同步提升，全球范围内数据泄露的事件也时常发生，数据安全在全球范围内重要程度提升，安全立法已逐渐成为全球的惯例。

图 62：全球数据安全保护立法情况

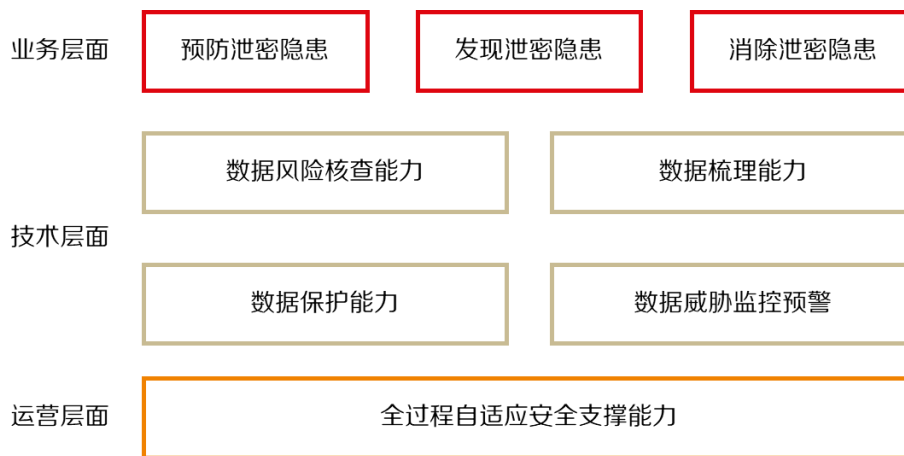


数据来源：清华大学互联网产业研究院，东方证券研究所

中国《数据安全法》侧重于数据安全、访问控制以及数据保护三个维度。2021 年 6 月 10 日，第十三届全国人大常委会第二十九次会议审议通过《中华人民共和国数据安全法》，《数据安全法》也自 2021 年 9 月 1 日正式实施。在《数据安全法》实施后，有关单位和个人收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开数据资源，都应当依法建立健全数据安全管理制度，采取相应技术措施保障数据安全。政企依照《数据安全法》进行数据安全能力建设时，主要侧重于考虑数据安全、访问控制以及数据保护三个维度。

- **数据安全**：数据存放位置与数据主体；
- **访问控制**：数据使用者如何证明具备相应的数据权限；
- **数据保护**：数据存储端保护。

图 63：数据安全建设维度拆分



数据来源：清华大学《互联网产业研究院》，东方证券研究所

个人信息保护法

2021 年 8 月 20 日，十三届全国人大常委会第三十次会议表决通过《中华人民共和国个人信息保护法》。自 2021 年 11 月 1 日起施行。个人信息保护可以通过数据库安全的技术手段实现，核心数据加密存储，通过数据库防火墙实现批量数据防泄漏，也可以通过数据脱敏实现批量个人数据的匿名化，通过数字水印实现溯源处理。

图 64：中国隐私相关法律发展路径



数据来源：德勤，东方证券研究所

个人信息可携带权的意义

在个人信息可携带权的时代，用户成为关键参与者，由用户主动发起个人信息数据传输并自行上传，从而实践个人数据可携带权。2020 年 5 月，广东和澳门两地政府部门运用基于区块链技术，推出的粤澳健康码跨境互认项目，为构建个人信息可携带权模式提供了参考。

为了确保信息在元宇宙去中心化条件下的真实可信，可以参考微众银行提出的分布式数据传输协议 **DDTP**。在这个条件下，用户可以通过两个步骤保障个人信息可携带权，同时确保数据的安全可信性：

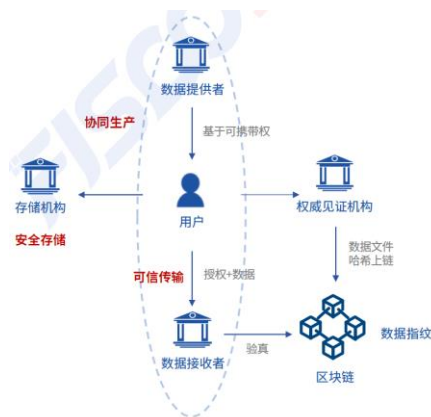
- **第一步：**用户从数据提供者处下载个人信息数据，并存储在个人指定的位置。经用户授权后，可进一步引入权威中立的第三方机构参与见证该个人数据文件的存储过程，并获取相关文件的哈希值；
- **第二步：**用户将已下载的个人信息数据传输给数据接收者，并对使用范围和使用目的等进行授权。

图 65：粤澳健康码互认系统前端界面



数据来源：微众银行《分布式数据传输协议白皮书》，东方证券研究所

图 66：分布式数据传输协议（DDTP）示意图



数据来源：微众银行《分布式数据传输协议白皮书》，东方证券研究所

表 11：DDTP 协议的优点

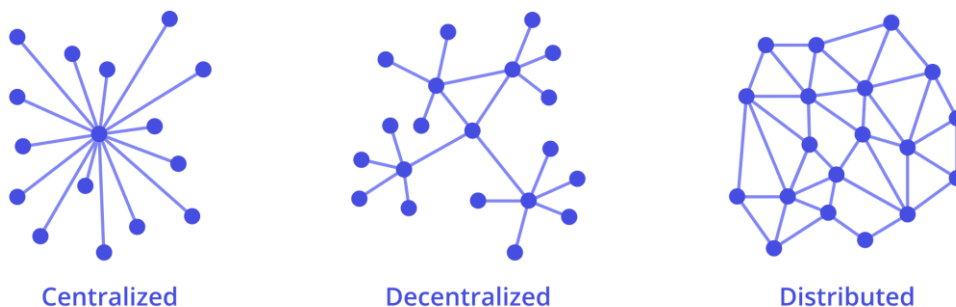
安全存储	用户自行发起传输，可选择存储位置 存储和验证分离，避免数据的不必要复制，安全性高
可信传输	利用区块链不可篡改性实现数据验证 用户授权记录上链，可溯源、可审计
协同生产	用户自主发起，可支持跨机构、跨行业、跨场景协同 同样适用跨境协作场景

数据来源：微众银行《分布式数据传输协议白皮书》，东方证券研究所

8.2、去中心化不等于没有中心、没有监管

去中心化与分布式的区别。在去中心化概念下，仍有较为高级的节点参与治理或运营，这与分布式架构完全舍弃中心的概念不同。在去中心化概念下，有效的监管和治理仍可存在。

图 67：中心化、去中心化、分布式概念图



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

8.3、去中心化如何践行？参考 DAO

去中心化自治组织(Decentralized Autonomous Organization, DAO)是基于区块链核心理念，由达成同一个共识的群体自发产生的共创、共建、共治、共享的协同行为衍生出来的一种组织形态，是区块链解决信任问题后的附属产物。

DAO 概念的演进：DAO 概念由最初没有阶级制、没有严格制度的组织机构的同行生产概念，随着互联网技术的演进逐渐演进成为动态网民群体组织（Cyber Movement Organizations, CMOs），以实现更加去中心化的决策。真正意义上的去中心化自治概念由 Daniel Laimer 于 2013 年提出，Daniel Laimer 也基于 DAC 概念创建了 BitShares。

DAO 概念的诞生：2016 年 4 月，Christoph Jentzsch 在 GitHub 上公开 The DAO 代码，并推出相应网站进行 DAO 的众筹活动。该项目在 28 天的众筹活动中获得了以太币当时发行总量的 14% 网站（1.5 亿美元）。The DAO 项目完全去中心化且透明，任何人均可查看核心代码，投资者们也没有将筹得的资金集中储备，而是拥有资金的 The DAO 通证，这些通证可以被用于项目投票。但是 The DAO 因为代码漏洞导致 ETH 被盗取，于 2016 年 9 月关闭，以太坊链社区核心成员通过硬分叉将资金转出，最后返还 The DAO 的成员。

表 12：DAO 概念演进历史

时间	概念	提出者	特征
2006 年	同行生产 (Peer production)	Yochai Beckler	没有阶级制、没有严格制度的组织机构
约 2010 年	动态网民群体组织 (Cyber Movement Organizations, CMOs)	扁平化概念及互联网技术的演进，无严格意义的提出者	实现更加去中心化的决策和更低成本的运行
2013 年	去中心化自组织公司 (Decentralized)	Daniel Laimer	实现相对成熟的去中心化概念，Daniel Laimer 也基于此创立 BitShares

	Autonomous Corporation, DAC)		
2016 年	DAO	Christoph Jentzsch	完全去中心化且透明，任何人均可查看核心代码，投资者们也没有将筹得的资金集中储备，而是拥有资金的 The DAO 通证

数据来源：陈加友《基于区块链技术的去中心化自治组织——核心属性、演进脉络与应用前景》，东方证券研究所

DAO 将组织的管理和运营规则以智能合约的形式编码在区块链上，从而在没有集中控制或第三方干预的情况下自主运行。DAO 具有充分开放、自主交互、去中心化控制、复杂多样以及涌现等特点，可成为应对不确定、多样、复杂环境的有效组织。与传统的组织现象不同，DAO 不受现实物理世界的空间限制，其演化过程由事件或目标驱动，可快速形成、传播且高度互动，并伴随着目标的消失而自动解散。

DAO 可帮助基于区块链的所有商业模式治理、量化参与其中的每个主体的工作量，包括加密货币钱包、APP 以及公有链。DAO 的主要营收来源为收取交易服务费用，支付方式一般为数字货币。

表 13：去中心化系统特征

系统类型	计算成本	存储成本	沟通成本	效率	鲁棒性	自由度
去中心化系统	高	高	高	低	高	全部
代议制系统	中等	中等	中等	中等	中等	部分
中心化系统	低	低	低	高	低	极为有限

数据来源：CSDN，东方证券研究所

图 68：DAO 架构的优劣势



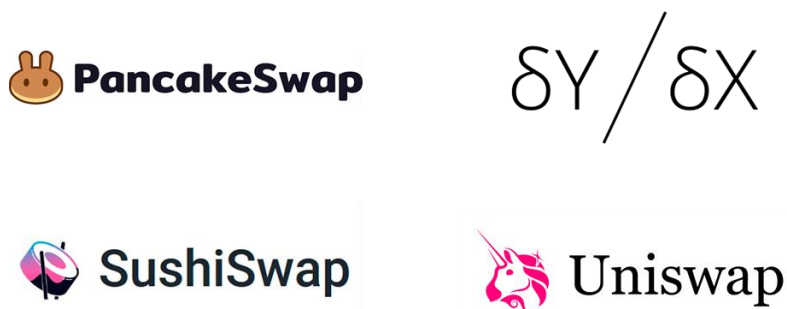
数据来源：链闻，CSDN，东方证券研究所

8.4、去中心化如何交易？参考 DEX

去中心化交易所（DEX）在没有任何形式的中央权力的情况下以分散的方式运作。DEX 不需要第三方来管理用户的资产，并允许用户随时保留对私人密钥的控制。由于 DEX 交易是点对点交易，它们提供了更高的透明度水平。长期以来 DEX 在受欢迎程度方面有了很大的发展，加密爱好者通常更倾向于使用 DEX 交易加密货币资产来保持控制，因为 DEX 能够与 DeFi 产品进行交互。

全球主流区块链去中心化交易所包括基于以太坊网络的 Uniswap、Sushiswap、IDEX、Bancor、Kyber，基于币安智能链的 Pancakeswap，基于 Heco 链上的 MDEX 等。

图 69：主流区块链去中心化交易所（DEX）

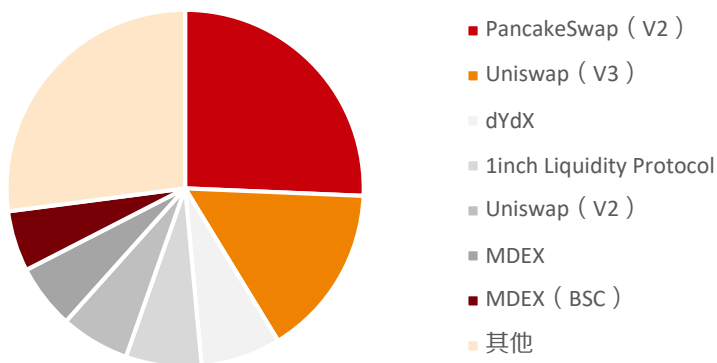


数据来源：链闻，东方证券研究所

DEX 的市场份额较为集中，但 DEX 市场份额波动性较大。如果将 Uniswap 两个版本看成一个项目，MDEX 与 MDEX (BSC) 看成一个项目，则 2021 年 8 月 DEX 交易规模占比 CR5 约为 73%。（如果将其拆分，CR5=61.63%）。对比一年前的数据，2020 年上半年的主流交易所 Kyber、Curve 排名出现较为明显的下降。

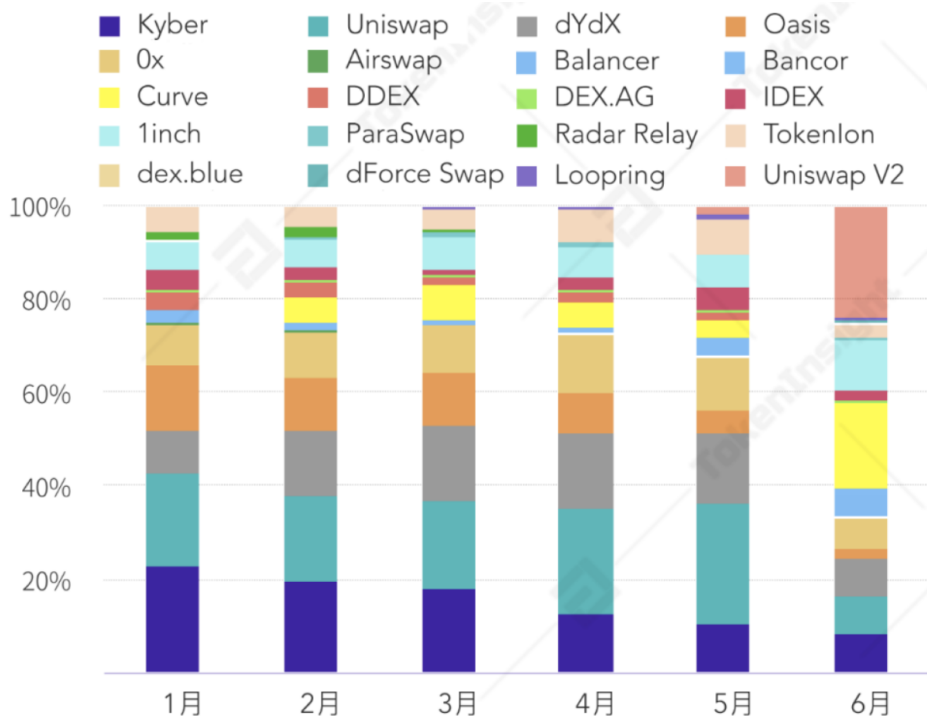
探究 DEX 市场波动性剧烈的因素，我们认为原因如下：1）DEX 自身交易量波动即为剧烈，相邻的两天交易量可以倍增或减半，不确定性极高；2）DEX 与传统交易所相比，交易的资产稳定性较差，当某个资产具有热度时，其绑定的交易所在短期内占比可能出现大幅提升，而相反，热度的退却也会造成相应 DEX 市场份额的快速滑落，这是市场尚处于发展初期不成熟的体现。一般而言，开放流动性挖矿的 DEX 在短时间内交易规模会快速提高，如果带来的生态与用户不能延续，则很有可能很快回归之前的状态。

图 70: DEX 市场份额, 2021 年 8 月



数据来源: CoinMarketCap, 东方证券研究所

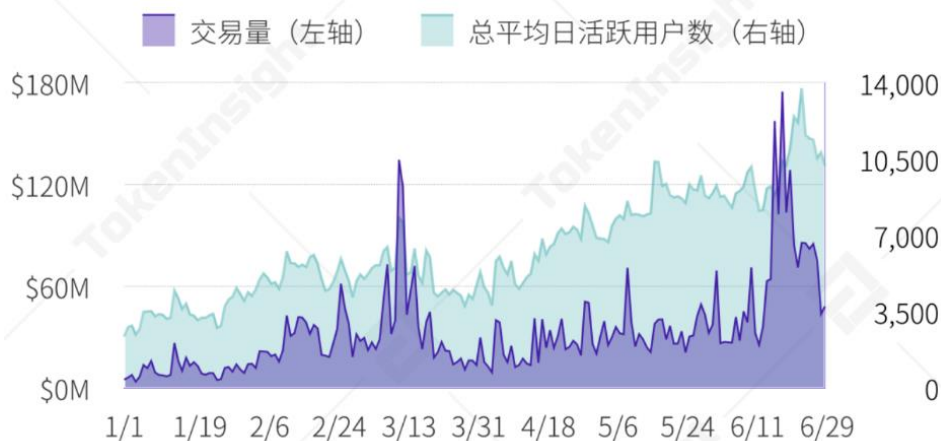
图 71: 2020 上半年各 DEX 市场份额



数据来源: Debank, Tokeninsight, 东方证券研究所

DEX 交易量在波动中增长。DEX 的交易量波动极为剧烈, 可能在连续两个交易日实现倍增或减半。现阶段 Uniswap V3 和 PancakeSwap V2 的交易量级可以达到 10 亿美元/天, dYdX、1inch Liquidity Protocol、Uniswap V2、MDEX 等去中心化交易所交易量级可以达到约 5 亿美元/天。相较中心化交易所千亿美元的交易量级, DEX 的交易规模仍然较小, 难以满足加密货币交易者的需求。

图 72：DEX 交易量波动极为剧烈



数据来源：Debank, Tokeninsight, 东方证券研究所

九、元宇宙是否需要 NFT？

取决于元宇宙的开放程度。我们认为，在元宇宙的发展过程中，会同时存在开放式与封闭式两种路径。开放式路径类似 Roblox 的路径，通过激励参与者运行社区与生态；封闭式路径类似 Meta 的路径，通过公司运营不断提升元宇宙体验。如果采用开放式路径，则需要元宇宙运营方建立完善的激励机制（参考 Roblox、Sandbox 或区块链社区中的各种 DAO），在这种情况下，元宇宙大概率需要新的 NFT。

9.1、DAO 兼具公司与社区的运作机制

DAO 的经济模式介于公司与社区之间，且包容性程度可调节：DAO 的参与者可分为核心贡献者、“赏金猎人”与代币持有者三类。

核心贡献者：为 DAO 长期贡献，一般是 DAO 的创始成员或持有较高通证数量的人；

“赏金猎人”：角色与公司临时工或为社区中提供临时服务的人员，这些人会为 DAO 执行临时任务以换取报酬的贡献者，也可理解为他们为社区提供临时服务；

代币持有者：仅拥有通证/代币，一般的角色为出资者但在投票环节中基本保持沉默的参与者。

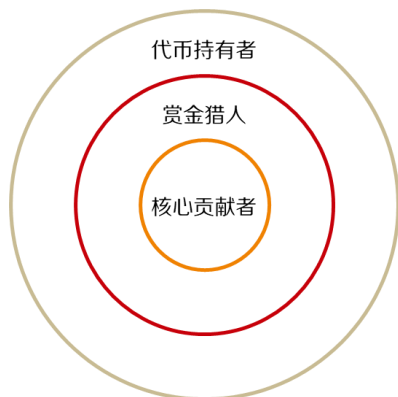
而根据这三类角色在 DAO 中占比的不同，DAO 的经济模式可能更类似于公司或者社区。当核心贡献者、“赏金猎人”占比较高时，DAO 的经济模式可能更类似与公司，拥有管理层以及员工类似的角色；而当代币持有者占比较高时，DAO 的经济模式与社区更为类似，此时核心贡献者扮演社区工作人员的角色。DAO 在运营过程中，自身的经济模式也可以不断调节，代币持有者可以加入或退出，也可以提高自己的 DAO 参与程度，过渡成为核心贡献者。

图 73: DAO 的经济模式介于公司与社区之间



数据来源：链闻，东方证券研究所

图 74: DAO 参与者分类



数据来源：Andrew Beal《DAO 是公司还是社区？》，东方证券研究所

图 75: DAO 经营模式剖析

与公司类似	DAO 可以经营业务
	DAO 可以有拥有者
	DAO 可以为客户服务
与社区类似	DAO 具有广泛的参与性
	DAO 可以为 DAO 成员服务

数据来源：链闻，东方证券研究所

9.2、 NFT：如何在元宇宙中定位

什么是 NFT？区块链的主流资产之一。

NFT(Non-fungible Token) 代表不可替代的代币，是可以用来表示独特物品所有权的代币。NFT 让艺术品、收藏品甚至房地产等事物标记化。他们一次只能拥有一个正式所有者，并且他们受到以太坊等区块链的保护，没有人可以修改所有权记录或复制/粘贴新的 NFT。

表 14: NFT 与其他资产特征对比

维度	NFT	数字商品	实物商品
数字化	去中心化链上存储	中心化服务器	非数字化
所有权	实际所有权	名义所有权	实际所有权
不可复制性	不可复制	可快速复制	不可复制

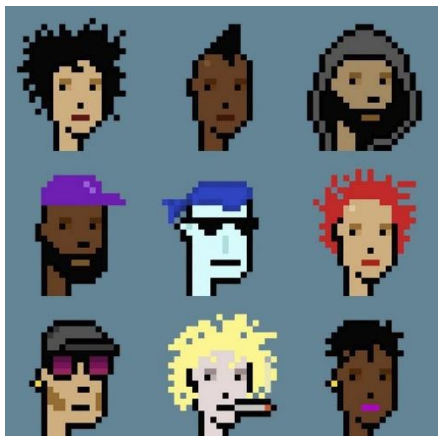
存在周期	永久	永久/非永久	非永久
流通性	自由流通	可被限制流通	可被限制流动
二次开发	支持	取决于所有者	会造成形态改变

数据来源：CSDN，东方证券研究所

NFT 的诞生基于 2017 年以太坊中一个叫做 CryptoPunks 的像素头像项目，这些像素头像总量上限为 1 万，任何两个像素头像都不能相同，拥有以太坊钱包的人当时可以免费领取 CryptoPunks 的像素头像，且可以将自己拥有的像素头像投入二级市场交易。

NFT 具有不可互换性、独特性、不可分性、低兼容性以及物品属性，可应用于流动性挖矿、艺术品交易、游戏/VR 以及链下资产 NFT 化等场景，大幅提升数据流转效率。2021 年 8 月 28 日，NFT 交易平台 OpenSea 交易额达 2.35 亿美元，创下历史新高。其中 CryptoPunks 交易额排名第一，交易额超 4.45 万枚 ETH（约 1.43 亿美元），交易额排名 2-5 位的 NFT 产品为 Bored Ape Yacht Club（1.69 万枚）、Mutant Ape Yacht Club（1.66 万枚）、Cool Cats NFT（5716 枚）、Art Blocks Curated（5195 枚）。

图 76: CryptoPunks NFT 头像



数据来源：CryptoPunks，东方证券研究所

图 77: Bored Ape Yacht Club (BAYC) NFT 头像

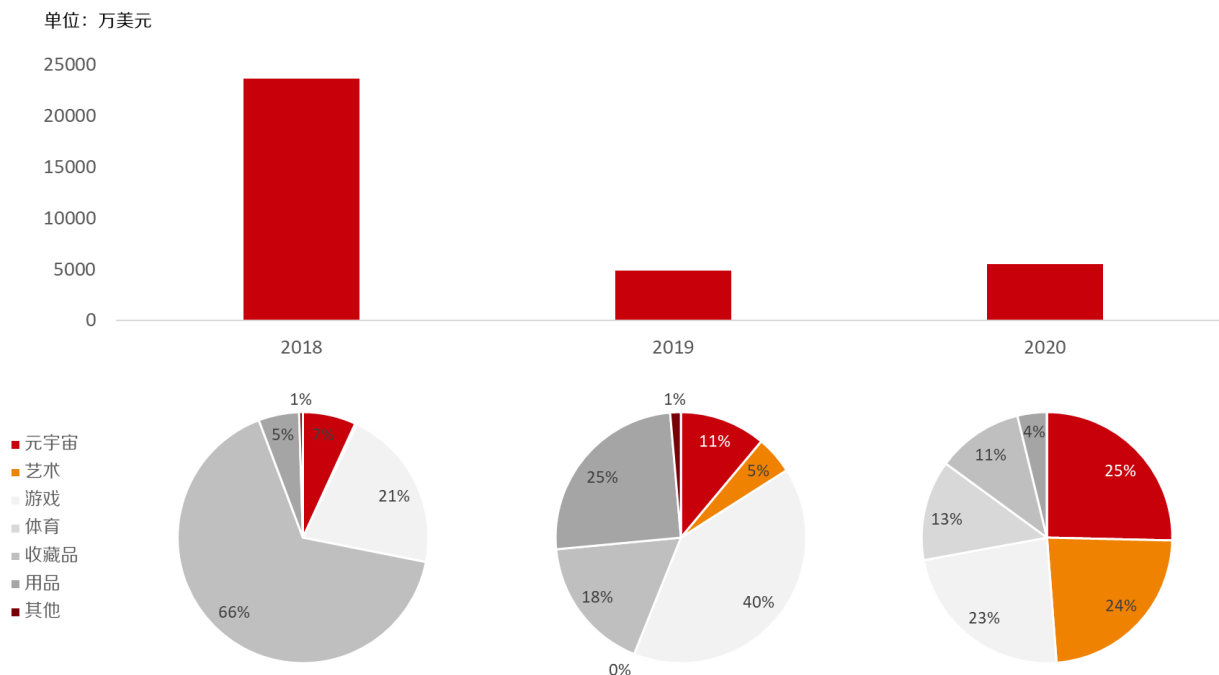


数据来源：BAYC，东方证券研究所

NFT 应用：一种潜在的元宇宙经济模式

NFT 由于自身的数字稀缺性被率先运用于收藏、艺术品以及游戏场景，这一特征被保持至今。根据 Statista 的数据，2018 年，NFT 的销售出现了短期的繁荣，随后与 2019 年进入泡沫化的谷底期，2020 年市场略微回暖，2021 年 NFT 市场再次出现了火热的表象。在这一过程中，元宇宙、艺术品及游戏场景在 NFT 销售总额中占比不断提升：NFT 为艺术家提供销售或者拍卖的收入，也为游戏玩家在游戏中提供专属的个性化资产（皮肤、头像或服装等）。

图 78：NFT 销售总额、种类及占比，2018-2020 年



数据来源：Statista，东方证券研究所

表 15：NFT 的主要应用场景

应用场景	解释
收藏	NFT 带来的数字稀缺性非常适合收藏品或资产，其价值取决于供应有限。一些最早的 NFT 用例包括 Crypto Kitties 和 Crypto Punks (10,000 个独特的像素化字符)，像 Covid Alien 这样的单个 Crypto Punk NFT 售价为 1175 万美元。最近，流行品牌正在创建基于 NFT 的收藏品，例如 NBA TopShot，这些 NFT 包含来自 NBA 比赛的视频精彩瞬间而不是静态图像。
艺术品	NFT 使艺术家能够以其自然的形式出售他们的作品，而不必印刷和出售艺术品。此外，与实体艺术不同，艺术家可以通过二次销售或拍卖获得收入，从而确保他们的原创作品在后续交易中得到认可。致力于基于艺术的 NFT 市场，例如 Nifty Gateway 7，在 2021 年 3 月销售/拍卖了超过 1 亿美元的数字艺术。
游戏	由于 NFT 引入的所有权机会，NFT 还为游戏提供了重要的机会。虽然人们在数字游戏资产上花费了数十亿美元，例如在堡垒之夜中购买皮肤或服装，但消费者不一定拥有这些资产。NFT 将允许玩基于加密的游戏的玩家拥有资产，在游戏中赚取资产，将它们移植到游戏之外，并在其他地方（例如开放市场）出售资产。

数据来源：Visa《NFTs: Engaging Today's Fans in Crypto and Commerce》，东方证券研究所

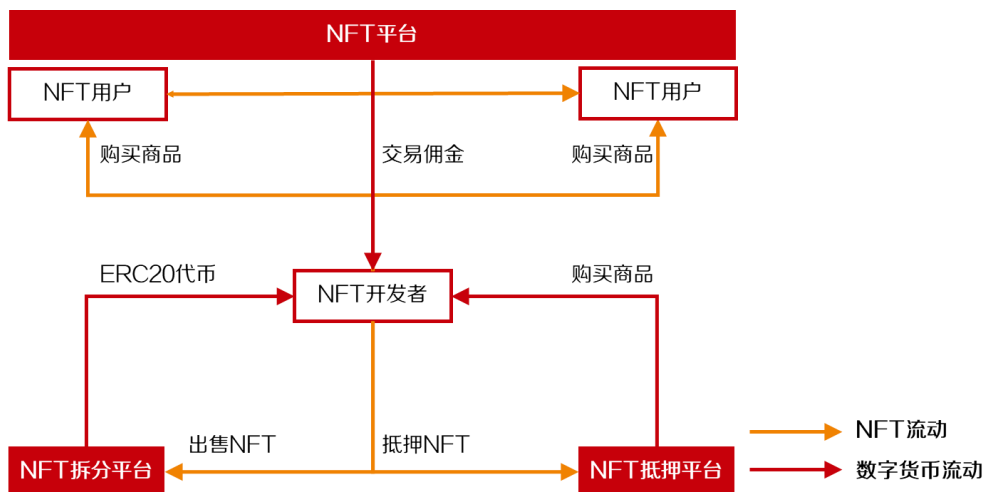
非同质化代币 NFT 生态系统中最常见的盈利方式是出售 NFT，在直接销售 NFT 的营收模式基础上可衍生二级市场交易手续费、游戏内部经济中的交易费等营收方式。

- 区块链游戏开发者可从其开发的物品二级市场交易中收费，如 OpenSea 平台开发者可设置 0-99%之间的二级市场销售抽成。
- 开发者也可从用户生成的 NFT 交易中收费，如在 Cryptovoxels 虚拟世界中，用户可自行创建 NFT 配件，Cryptovoxels 开发者可从此类游戏原生市场中向用户收取少量交易 NFT 产品的费用。

此外，NIFTEX、NFTfi 等平台为 NFT 创造了新的商业模式。

- NFT 拆分平台 NIFTEX 允许用户投入高价值的 NFT 并将其拆分为 10,000 个 ERC20 代币，还可将此类 ERC20 代币用于 NIFTEX 市场上进行交易。
- NFT 开发者可借助 NFTfi 等 NFT 抵押贷款平台，利用其创造的 NFT 资产作为抵押而快速获得贷款，因此 NFT 开发者无需通过传统的银行系统来获取短期贷款。

图 79：NFT 商业模式示意图



数据来源：链闻，东方证券研究所

我们认为，NFT 在元宇宙中将扮演关键角色：

- **首先，区块链是连接元宇宙概念的重要技术：**区块链基于自身的技术特性，天然适配元宇宙的关键应用场景。区块链是一种按时间顺序将不断产生的信息区块以顺序相连方式组合而成的一种可追溯的链式数据结构，是一种以密码学方式保证数据不可篡改、不可伪造的分布式账本。区块链借助自身的特性可以用于数字资产、内容平台、游戏平台、共享经济与社交平台的应用。**区块链技术是连接元宇宙底层与上层的桥梁。**
- **其次，在元宇宙的整体架构中，在基础设施、数据和算法层之上、应用层之下，需要一套完善、缜密且成熟的技术系统支撑元宇宙的治理与激励：**（1）元宇宙治理环节的特征在于，元宇宙由无数中心化机构和无数个人共同参与构建，因此应该是分布式、去中心与自组织的；

(2) 元宇宙激励环节的特征在于确保数字资产的不可复制，因此可以保障元宇宙内经济系统不会产生通货膨胀，确保元宇宙社区的稳定运行。凭借区块链技术，元宇宙参与者可以根据在元宇宙的贡献度（时间、金钱、内容创造）等获得奖励。

- **而 NFT 可以充当元宇宙激励环节的媒介：**NFT 是依附于区块链的资产，与区块链结合的技术无需调试，而每个 NFT 之间均拥有稀缺度和价值的区别，可标记所有权，在元宇宙中可以扮演关键资产的角色。

OpenSea：统治 NFT 的交易市场

2021 年是属于 NFT 的一年：从 2021 年 1 月至今，NFT 交易额爆发式增长，而 OpenSea 利用自己 NFT 用户、NFT 资产种类等优势快速统治了 NFT 交易所的市场份额。2021 年 8 月，OpenSea 的 NFT 交易金额超过 10 亿美元，占全球 NFT 交易规模的 98.3%。作为对比，OpenSea 2020 年全年的交易额不足 2000 万美元。

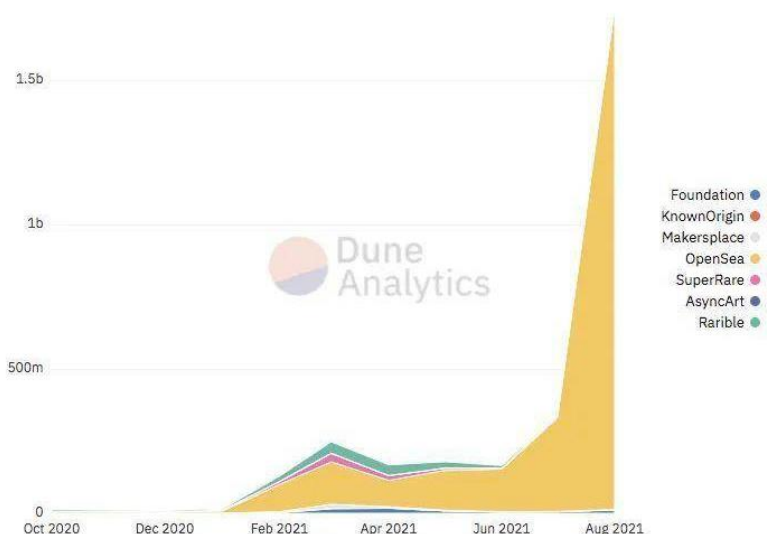
表 16：NFT 项目历史交易量排名

排名	项目	历史交易总量（亿美元）
1	Axie Infinity	12.63
2	CryptoPunks	9.12
3	Art Blocks	5.74
4	Bored Ape Yacht Club	3.35
5	Mutant Ape Yacht Club	1.40
6	0N1 Force	0.80
7	Bored Ape Kennel Club	0.46
8	Cool Cats	0.44
9	World of Women	0.34
10	PUNKS Comic	0.20

数据来源：CoinMarketCap，东方证券研究所

第一，NFT 交易额的爆发来自供给端内容的快速丰富。NFT 项目的数量快速增加，2021 年 8 月总交易量超过 1 以太币的 NFT 项目达 2776 个，较年初不足 700 个 NFT 的项目总量已经增长至少 3 倍。以游戏场景为代表的 Axie Infinity 和以社交场景为代表的 CryptoPunks、Bored Ape Yacht Club 的使用人数快速提升。2021 年 8 月 28 日，Axie Infinity 在推特上称其安卓版本的日活用户数达到 101 万（首次突破 100 万人），其中 Axie Infinity Windows 版本日活用户数超 38 万，Mac 版本日活用户数约为 2.3 万，iOS 版本日活用户数约为 1.5 万。

图 80：各大 NFT 交易所市场交易量（月度数据，美元）



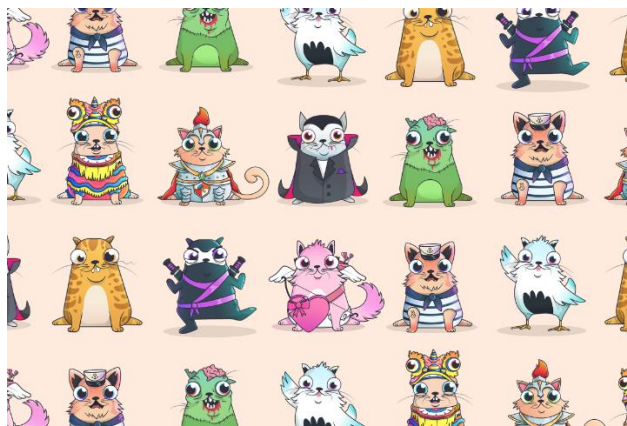
数据来源：Dune Analytics, 东方证券研究所

图 81：Axie Infinity 游戏画面：Axie Infinity 是一款 TCG（集成式卡牌）NFT 游戏



数据来源：Axie Infinity, 东方证券研究所

图 82：NFT 的始祖：CryptoKitties



数据来源：CryptoKitties, 东方证券研究所

第二，OpenSea 的统治地位来自 NFT 平台简易的人驻方式以及相较竞争对手而言更低的费用。OpenSea 的创作者入驻方式未设限制，创作者可以简单地在 OpenSea 上申请账号并发布自己创作的 NFT 产品，入门门槛低，而 OpenSea 的竞争对手均需要申请或定向邀请才能参与发布 NFT 产品或交易；OpenSea 的手续费为 2.5%，尽管较常规的加密货币交易手续费明显更高，但相较其他 NFT 交易平台可能达 10%或 15%的交易手续费，OpenSea 的交易手续费维持在行业内最低的水平，且 OpenSea 对创作者版税的收取也更低。另外，为了确保创作者的唯一性，OpenSea 无

法将版税分配到多个地址，所以接收版税的地址只能为最初创作者申请的地址，NFT 创建者无法将其部分版税费用通过 OpenSea 直接用于其他目的。

表 17：主流 NFT 市场平台服务费及版税设计

NFT 市场	成立时间	创造者入驻方式	首次销售服务费	转售服务费	创作者版税	总融资金额
OpenSea	2018	未设限	2.50%	2.50%	最高 10%	超 1.2 亿美元
SuperRare	2018	申请制	15%	3%减去收藏者版税	10%	900 万美元
Rarible	2019	申请制	2.5% (价内)	2.5% (价外)	最高 50%	1600 万美元
MakersPlace	2018	定向邀请及申请	15%	2.50%	10%	3400 万美元
Nifty Gateway	2018	定向邀请及申请	未知	5%+0.3 USD	自行设置	被 Gemini 收购
币安 NFT 市场	2021	申请制	Premium: 最高 10% Marketplace: 最低 1%	1%	1%	无
Foundation	2020	定向邀请及申请	15%	5%	10%	无
Zora	2020	定向邀请及申请	无	无	自行设置	200 万美元

数据来源：链闻，东方证券研究所

中国厂商布局的数字藏品：交易属性未开放

腾讯与阿里的数字藏品不具备交易属性，无法支撑元宇宙的交易环节：（1）在 IP 授权方面，阿里巴巴与腾讯均邀请艺术家/创作者创作 IP，而没有开放第三方创作权限，注册用户不能自行创作自己的 NFT 产品，不开放个人创作 NFT 产品上传；（2）在二次交易方面，阿里巴巴与腾讯均强调创作者的版权问题，强调推出 NFT 是为了帮助创作者维护应有的权益，所以没有开放二次交易这一环节，仅支持个人收藏及使用功能。综合而言，阿里巴巴和腾讯推出的 NFT 产品在可交易性方面缺失且并非去中心化，对于阿里巴巴和腾讯这样的大平台，现阶段 NFT 产品的布局更多的意义在于方向布局/早期市场占领。

阿里 NFT 布局：

- （1）支付宝付款码：2021 年 6 月 23 日，支付宝在“蚂蚁链粉丝粒”小程序上限量发售两款“敦煌飞天，九色鹿”付款码 NFT 皮肤。这两款 NFT 皮肤基于敦煌美术研究所创作的敦煌 IP 推出，发行方是杭州鲜活万物品牌管理有限公司，用户可以以 10 支付宝积分+9.9 元进行兑换，购买后 NFT 皮肤会显示在付款码上方，蚂蚁链相关负责人表示蚂蚁链此举旨在鼓励并推动数字创作的知识产权保护。6 月 24 日，支付宝限量发行 16000 份由支付宝和伍六七合作的“伍六七”付款码皮肤，价格同样为 10 支付宝积分+9.9 元人民币。
- （2）NFT 艺术品：根据公开信息，在阿里 520 拍卖节上，阿朵、陆蓉之、高孝午等多名艺术家推出 NFT 数字艺术品公益拍卖的活动。所有 NFT 数字艺术品进行公开拍卖，最终所得捐献给壹基金旗下的“壹乐园音乐教室”公益项目。5 月 25 日，歌手阿朵在微博发布一

条新作《WATER KNOW》demo，这也是国内第一支通过蚂蚁链对歌曲进行加密的区块链音乐作品。

- (3) 2021年9月16日支付宝公开发售杭州亚运会数字火炬，每份39元，限量21000份，其中两万份通过“蚂蚁链粉丝粒”小程序发售，同一支付宝账户只能购买一次，另外1000份可在“智能亚运一站通”或其他亚组委官方或授权渠道，通过参与亚运会相关活动获得。

图 83：杭州亚运数字火炬



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 84：支付宝 NFT 付款码效果示意

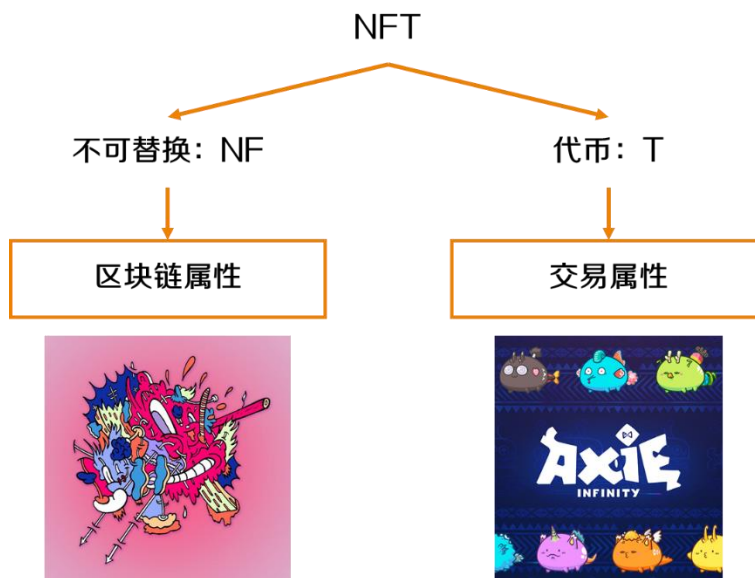


数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

腾讯 NFT 布局：

- (1) 8月10日，腾讯音乐开启首批数字藏品（胡彦斌《和尚》20周年纪念黑胶 NFT）预约活动。用户可在 QQ 音乐平台开启购买资格的抽签预约，限量发售 2001 张。抽签时间为 8 月 14 日 10:00，正式发售时间为 8 月 15 日 10:10。腾讯音乐成为中国首个发行数字藏品 NFT 的音乐平台。根据凤凰网报道，接下来腾讯音乐还将发布张楚的个人音乐创作片段、摄影作品 NFT《楚天广阔》，莫西子诗采风、创作的片段及书法作品 NFT《诗意万物》，张尕怂的赛博朋克风格 3D 手办 NFT《土潮歌》，以及周传雄、中国著名摄影家肖全和一棵小葱基于腾讯音乐人“伯乐计划”跨界联动，向最美人像作品“易知难”及三十年时光的致敬 NFT《时光宛转·三十年易知难》等一系列“TME 数字藏品”。
- (2) 腾讯 PCG 事业部上线 NFT APP 幻核：8 月 15 日，腾讯 NFT 交易软件“幻核”联合 GGAC 合作艺术家周方圆，计划于 8 月 20 日 15:00 正式发售“万华镜”数字民族图鉴 NFT。本次将发行 56 种 NFT 商品，象征 56 个民族，共计 3136 枚 NFT，其中 112 枚随机图鉴将用于活动和赠送给用户使用，其余将限量出售，且后续不以任何形式增发。“幻核”将启动“NFT 艺术家计划”，未来将出售更多 NFT 数字艺术商品。

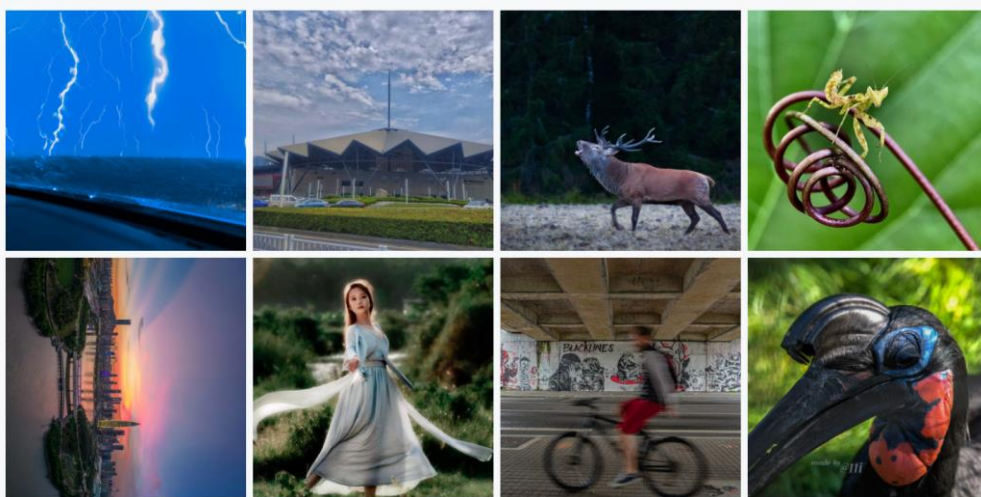
图 85：腾讯与阿里的 NFT 出于合规考虑不满足定义中的代币与交易属性



数据来源：链闻，东方证券研究所

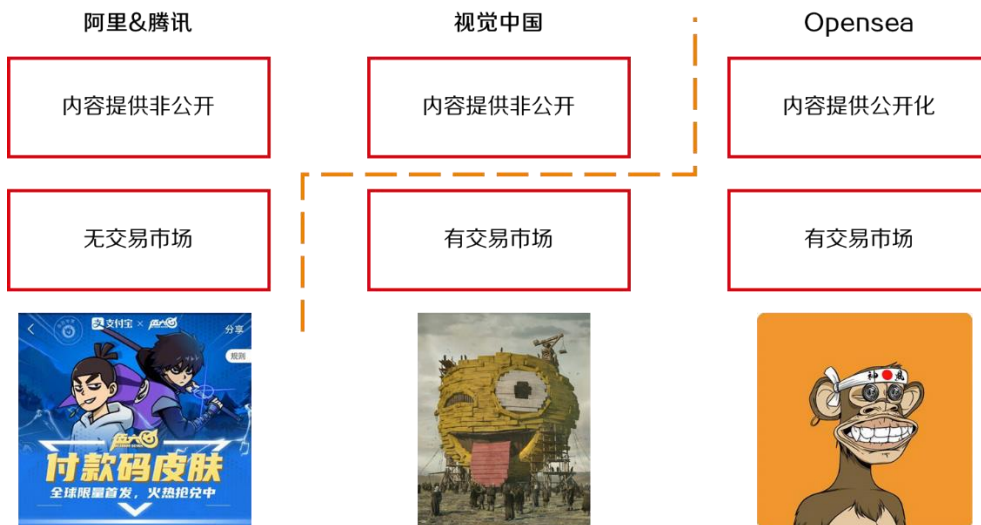
视觉中国将基于 NFT 技术对 500px 摄影社区升级，出于合规的考虑计划推出国内版与海外版两个版本。视觉中国的 NFT 布局在阿里与腾讯的基础上更进一步，开放了交易功能，但是内容创作方不会面向所有人，而是仅面向收到已有用户邀请的艺术家。但不完全公开可以保证 500px 平台内容相对于 Opensea 等公开平台的优质性，提升用户内容寻找与最后成交的效率。

图 86：500px 社区摄影作品交易平台



数据来源：500px 社区，东方证券研究所

图 87：阿里、腾讯、视觉中国与 Opensea 在 NFT 布局上的差异



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

我们认为，视觉中国基于创作社区做 NFT 交易平台的优势如下：

- (1) **内容丰富**：视觉中国及其用户可以基于自己已有版权的产品进行二次创作，丰富平台的内容及趣味性；
- (2) **价格体系优化**：NFT 的难点之一在于估值，而视觉中国基于实物创作（摄影）搭载 NFT 产品可以将 NFT 的定价拆分为底层摄影图片的创作价值以及基于 NFT 的溢价，可以通过实物资产的价格降低 NFT 交易的底层风险；
- (3) **产品质量**：基于已有的社区做 NFT 改造可以保证 NFT 创作质量，并且通过 NFT 的搭建吸引更多相关用户进入社区，对于原有业务与新业务是双向催化；
- (4) **潜在发展方向**：相较于 Opensea 等开放平台，500px 社区的理念更明确，且未来拥有向艺术画廊、拍卖行方向发展的潜质（即与现实中拍卖行开拓展览业务类似，500px 社区也可以通过展览已有的 NFT 商品并进行拍卖）；
- (5) **灵活商业模式**：NFT 可以灵活化原有 500px 社区的商业模式。原有社区的交易为单向单次，产品不可拆分；而将社区 NFT 化后可以进行多次交易，且产品可以拆分为多个产品进行编码销售。

9.3、 商业模式：通过 NFT 创造加密货币现金流

根据 Patrick Rivera 在《Community DAOs》文章中的观点，DAO 可行的商业模式包括收集蓝筹 NFTs、赚取会员费、发布 NFT 空头等 7 项潜在的商业模式，其中部分商业模式已有成熟的 DAO 应用案例。

表 18: DAO 可行的商业模式

序号	方式
1	收集蓝筹 NFTs
2	赚取会员费
3	发布 NFT 空投
4	推出一个代币化的 NFT 画廊
5	建立一个媒体公司
6	销售 SaaS 工具
7	投资代币（在 DeFi 协议、NFT 协议和其他 DAO）

数据来源：Patrick Rivera《Community DAOs》，东方证券研究所

收集蓝筹 NFTs 的 DAO

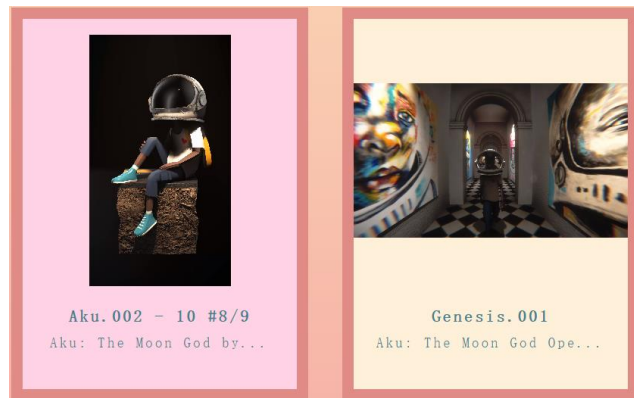
收集蓝筹 NFTsDAO 的运作方式为：DAO 将这些 NFT 储存起来，并通过发行 ERC-20 代币，通过持有者交易赚取交易费，并决定何时出售相关 NFT 资产。具有代表性的 DAO 包括 PleasrDAO、FlemingoDAO 以及 PartyDAO。

PleasrDAO 是专门收集高价 NFT 艺术品的去中心化组织。2021 年 6 月，PleasrDAO 以 400 万美金购买了狗狗币迷因 NFT，并与 2021 年 8 月通过 fractional.art 将其拆分成了数十亿个的 DOG ERC-20 代币进行销售。

Flemingo 是一个为服务 NFT 社区而建立的去中心化自治组织，由以太坊去中心化自治组织 The LAO 发起。Flemingo 主要的功能包括：（1）购买 NFT 并将 NFT 所有权分割，接入现有的 DeFi 平台，这些 NFT 作品会由以太坊生态的人持有并管理；（2）通过 DAO 预订知名 NFT 艺术家、匠人以及创作者的作品；（3）对数字艺术家进行投资，投资方式主要为购买社交代币；（4）管理所购买的作品，为 DAO 中的用户创建 NFT 作品的数字博物馆或画廊；（5）挖掘并投资 NFT 核心基础设施和项目。

图 88: PleasrDAO 收集的狗狗币迷因 NFT


数据来源：PleasrDAO，东方证券研究所

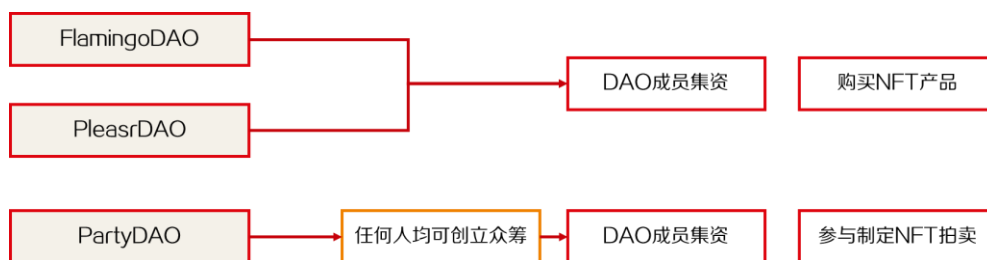
图 89: FlemingoDAO 上 NFT 藏品的展览


数据来源：FlemingoDAO，东方证券研究所

而 PartyDAO 在 FlamingoDAO 和 PleasrDAO 的基础上进一步降低了 NFT 参与者的门槛。

- FlamingoDAO 和 PleasrDAO 通过 DAO 成员集资，建立金库来投资 NFT：FlamingoDAO 持有数件 CryptoPunks；PleasrDAO 则购买了 Dodge 迷因 NFT 和爱德华·斯诺登作品。
- 与 FlamingoDAO 和 PleasrDAO 形成强烈对比，PartyDAO 推出了一款大众化 NFT 集合竞价产品 PartyBid。PartyBid 没有任何资金要求与其他限制，任何人都可参与 PartyDAO 生态，并且可以通过 PartyBid 创立众筹，参与指定 NFT 拍卖，尽最大的可能拉低普通用户参与天价 NFT 资产的门槛。

图 90：PartyDAO 让任何人都可以发起 NFT 产品众筹



数据来源：链闻，东方证券研究所

发布 NFT 空投的 DAO

NFT 空投是一种常见的链上现金流方式。匿名的巴西计算机科学家/NFT 艺术家 Arihz 与 FingerprintsDAO 合作建立 Avid Lines 项目，在项目上线的 30 天内即取得了 1000 万美元的交易量。Avid Lines 项目将 DAO 用户与 Arihz 的随机化代码结合，并生成一种名为 Avid Lines 的混合 NFT。DAO 参与者可以通过简单地调用智能合约上的白名单功能参与生成 NFT 的过程，而这一过程中产生的 NFT 也会为 DAO 参与者带来收益。

图 91：DAO 空投流程



数据来源：FingerprintsDAO，东方证券研究所

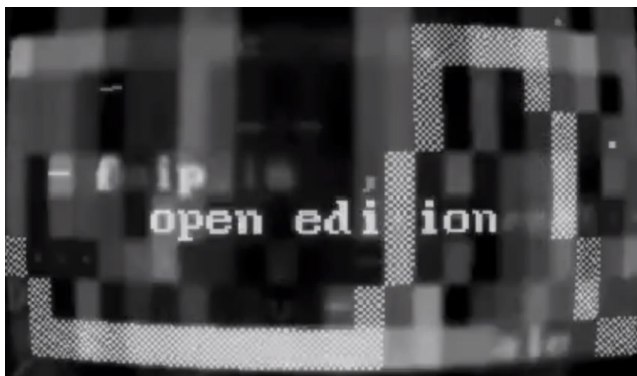
NFT 画廊

DAO 基于自身的 NFT 收藏可以建立代币化 NFT 画廊，代币化的 NFT 画廊也可以为 DAO 产生线上现金流。NFT 画廊的运作流程包括：

- (1) 会员使用社区 DAO 代币投票决定 DAO 可以纳入的加密艺术家/NFT 藏品；
- (2) 让开发者在 DAO 的 NFT 画廊注册处注册智能合约，这些智能合约可以支持包括保留拍卖、荷兰拍卖、抽奖、空投等在内的多种投放机制；
- (3) 同时智能合约带来的一级与二级销售收入可以被设定由艺术家、DAO 开发团队以及 DAO 财政部门共享；
- (4) 在运营过程中，与传统 DAO 社区一致，艺术家、收藏者、开发团队以及其他 DAO 贡献者可以获得社区 DAO 代币；
- (5) 代币持有者可以凭借代币数量获得专属功能，例如独家空投、NFT 徽章、空投、实物奖品等。

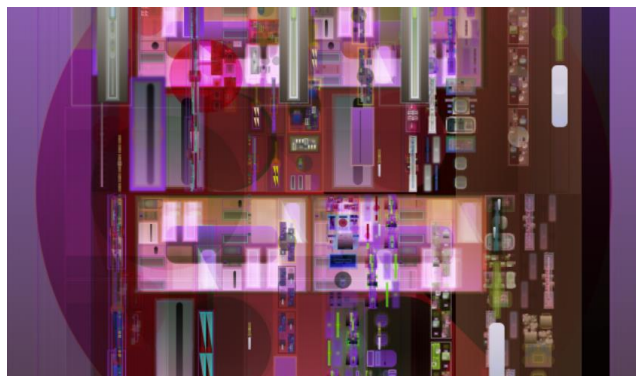
目前已经上线 NFT 画廊的 DAO 代表为 FingerprintsDAO，其是一个面向收藏家、策展人和制作人的组织，致力于策划和收集以极富创意的方式使用智能合约创作的艺术品，并生成对应的区块链指纹。

图 92: FingerprintsDAO 的藏品 DEAFBEAF



数据来源：FingerprintsDAO，东方证券研究所

图 93: FingerprintsDAO 的藏品 MUTANT GARDEN SEEDER



数据来源：FingerprintsDAO，东方证券研究所

9.4、DAO 而非 DO：关键在于提升代码可信任程度

现阶段很多 DAO 在运行方式上仅仅做到了去中心化（D），而没有完全实现自治（A），因此很多 DAO 并非真正意义上的“DAO”，而是“DO”。

- DAO：真正实现自治，决策过程依赖预先设定的智能合约及算法，DAO 的组织结构也会根据智能合约中编写的规则和算法而变化；

- DO：实际仍有由人类决策和管理驱动，仅通过区块链实现分布式架构。

我们认为从 DO 到 DAO 的衍进并非仅依赖社区的可接受程度这一点即可完成，更核心的环节在于算法的完善。2016 年 The DAO 面世时，以太坊社区的参与者接受程度也极高，但由于算法未完善而被攻击，导致约 5000 万美元资产被盗取。不断完善智能合约与 DAO 的内置算法是 DAO 安全稳定运营的基础，且由于 DAO 的算法会公开，因此也会暴露给意图攻击 DAO 的黑客，DAO 的算法很难一次性完善，需要运维人员不断根据潜在的攻击防护，提升算法。

图 94：DAO 与 DO 在决策环节的区别



数据来源：链闻，金色财经，东方证券研究所

图 95：DAO 运作机制



数据来源：陈加友《基于区块链技术的去中心化自治组织——核心属性、演进脉络与应用前景》，东方证券研究所

9.5、SFT：以太坊的 SFT 布局——在 NFT 与 FT 间寻找无数可能

最初的 NFT 诞生于以太坊，开创了 NFT 与 FT 代币共存的生态。区块链中代币可分为 NFT 与 FT（同质化代币），且均被广泛使用。以以太坊为例，以太坊的 ERC-20（FT）与 ERC-721（NFT）代币数量巨大，但在现阶段的应用中均有限制，主要的限制是：ERC-20 缺少对于转账事件的反馈，而 ERC-721 无法规模化交易，而且 ERC-20 与 ERC-721 之间彼此不兼容，这大幅增加了区块链应用的设计逻辑。

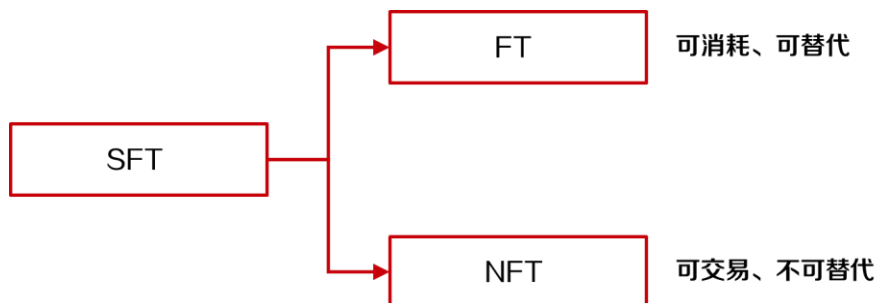
以太坊推出更有效地使用资源和调度的方式：ERC-1155。ERC-1155 的创建将 ERC-20 与 ERC-721 联合起来，克服了原有应用中出现的局限性，提高基于以太坊各项应用管理的效率。不仅如此，ERC-1155 避免了目前存在的代币碎片化问题，允许相同类型的合约控制两种类型的代币。基于 ERC-1155，dApp 的开发者可以创建 SFT（半可替代代币），并使用同一合约注册可替代代币和不可替代代币，使资源利用更加有效。

表 19：ERC-20 与 ERC-721 代币对比

ERC-20	ERC-721
互换性 协议下的代币可相互置换	不可互换性 独一无二，不可置换，如艺术品产权证明书
统一性 代币相同，功能相同	独特性 代币之间各不相同，有稀缺度和价值的区别，故可标记所有权
可分性 可以无限细分为 10^{18} 份	不可分性 只可作为整体进行交易，最小单位为“1”
兼容性强 与多种加密货币兼容，故可向多个第三方应用提供服务，ICO 占比 95%	兼容性低 需要证明所有权，追踪物品动向，所以有意锁定在区块链某一种代币中
主要功能是作为金钱（money-like） 类似印钞机，产出的货币基因是一样的	主要功能是作为物品（thing-like） 标记物品所有权

数据来源：金色财经，东方证券研究所

图 96：SFT 运行模式



数据来源：以太坊，东方证券研究所

十、元宇宙时代，互联网形态是否会发生变化？

基于元宇宙的发展，互联网的协议可能发生改变，互联网会针对于打造可信化的数字底座进行演进。而区块链技术也在攻克自身的缺陷：交易吞吐量低、与外界沟通困难等。

10.1、区块链容量的改变

以太坊：区块链 1.0 到区块链 2.0

以太坊是区块链 2.0 时代的标志。以太坊在比特币的基础上加入了智能合约，让区块链应用生态的构建拥有了基础。智能合约首次让区块链数据具备图灵完备的编程能力，已成为区块链的核心技术，使开发者可以在开源原生框架下创造运行程序。但是智能合约中的交易不可更改，不可撤回，缺乏灵活性。

图 97：区块链 1.0-区块链 3.0 时代特征



数据来源：CSDN，东方证券研究所

表 20：智能合约生态及组成

生态	组成	功能
社区和支持者	Ethereum Hyperledger	开源、文档支持

技术和工具支持	MetaMask SDK 开发包	开发、部署、编译、打包
合约应用范围	EVM Docker 容器	构建加密货币交易条件
生态系统	BitCoin Wallet Multibit	开发工具 衍生项目

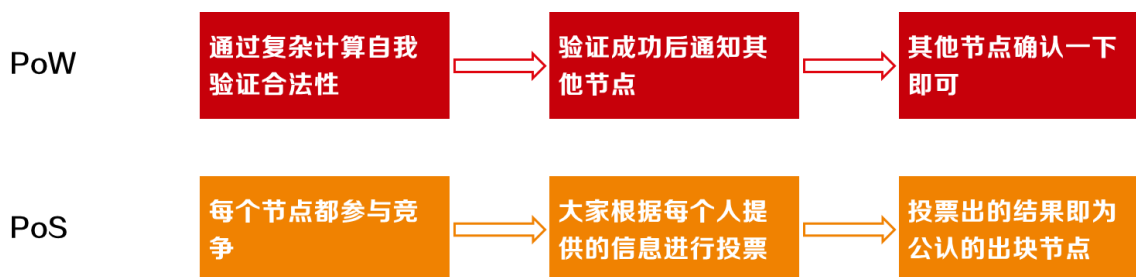
数据来源：CSDN，东方证券研究所

路径探索：PoS 机制更贴近区块链 3.0 特征：资源消耗小、吞吐量高

区块链下一阶段的变革集中于应用端。其中包括更广泛的应用场景、更丰富的应用形式、更多的参与人数等等。但现阶段主流的区块链公链均采用 PoW 共识机制，而 PoW 机制消耗计算资源过多且消耗时间较长，不利于应用端的发展。

PoW 与 PoS 的区别在于：PoW 的算法复杂程度较高，不需要过度依赖节点间互相通讯与确认，对代码实现的要求极低；PoS 算法对于多节点间的一致性验证、防伪等环节要去较高。但 PoW 对于计算资源的要求极高，其对于资源的消耗成为被多方诟病。

图 98：PoW 与 PoS 机制流程对比



数据来源：去中心化数据库，东方证券研究所

表 21：区块链共识机制对比

共识机制	优势	劣势
PoW	实现简单、安全可靠、网络资源消耗小	消耗计算资源过多、产生分叉概率较高、共识时间较长
PoS	资源消耗少	实现较为复杂、中间步骤较多，容易产生安全漏洞、网络流量压力大
DPoS	资源消耗少、网络资源消耗小、共识时间短、吞吐量高	实现较为复杂、中间步骤较多，容易产生安全漏洞
DAG	吞吐量极高、异步通讯无中央控制	高效实现极为复杂、不支持强一致、无全局排序

数据来源：去中心化数据库，东方证券研究所

伦敦升级：区块链 2.0 到区块链 3.0

北京时间 2021 年 8 月 5 日 20:33:42，以太坊于其第 12965000 区块完成伦敦硬分叉升级。伦敦硬分叉升级是以太坊多年来核心协议最大的一项更新。以太坊将 5 项提案被纳入此次伦敦硬分叉升级，其中 EIP-1559 协议在以太坊社区中被关注程度最高。

表 22：以太坊伦敦硬分叉包含 5 个 EIP

协议	内容
EIP-1559	以太坊 1.0 费用市场改变提案
EIP-3198	BASEFEE 操作码
EIP-3529	减少退款
EIP-3541	拒绝以 0xEF 字节开头的新合约
EIP-3554	难度炸弹延迟至 2021 年 12 月 1 日

数据来源：以太坊，东方证券研究所

EIP-1559 协议主要为解决以太坊原有交易机制的问题。在以太坊原有的交易机制中，主要存在三个问题：1) 以太坊的交易费用 (Gas fee) 波动剧烈，交易费用会随着短期内交易需求的提升而快速增长，在以太坊价格波动剧烈的阶段，其交易费用也会成倍数上升，为用户带来不合理的额外成本；2) 由于用户可以设置用于交易的成本，短期内交易费用的波动可能为用户交易带来不必要的延迟，用户的交易需要等待市场交易费用下降至低水平后才能达成；3) 以太坊采用第一价格拍卖方式，以太坊的交易价格具有非实时公开性，即用户彼此之间不了解市场的即时交易费用水平，导致以太坊交易效率低。

针对以上痛点，以太坊提出 EIP-1559 协议，伦敦升级后以太坊交易流程得以优化。EIP-1559 协议的变革在于：1) 在伦敦升级后，以太坊可根据交易量动态调整区块大小，已解决交易拥堵问题；2) EIP-1559 协议将交易费用拆分为基础费用与优先费用两部分，在完成交易后，基础费用部分的以太币将燃烧、消失，而优先费用将会归矿工所有。EIP-1559 协议的基础费用将由父块的拥堵情况决定，而优先费用则可由用户自身决定。

伦敦升级及 EIP-1559 协议的短期影响：基础费用燃烧，矿工短期利润下降。伦敦升级前后，以太坊的出币量与区块奖励不变，而本身矿工可赚取的交易费用将有一部分被燃烧掉，这将降低以太坊矿工的短期利润。根据 WatchTheBurn 网站统计，伦敦升级后约 1 周内，平均每个区块约燃烧 0.72 ETH。

伦敦升级及 EIP-1559 协议的长期影响：

- **基础费用的燃烧将有效降低以太坊通胀。**伦敦升级前，以太坊每天约产生 13000 枚代币，通胀率约为 4%。EIP-1559 升级后，以太坊代币供给量降低约 35%，以太坊的通胀率将下降至约 2.5%。我们认为，以太坊并非希望通过 EIP-1559 造成以太坊的通缩（即燃烧的代币量高于奖励的代币量）。如果仅凭基础费用的燃烧造成通缩，则以太坊交易的基础费用需要达到 133GWei，伦敦升级后以太坊的交易基础费用约为 43-45GWei，如果以太坊发生通缩，基础费用需要增长至现阶段的 3 倍。

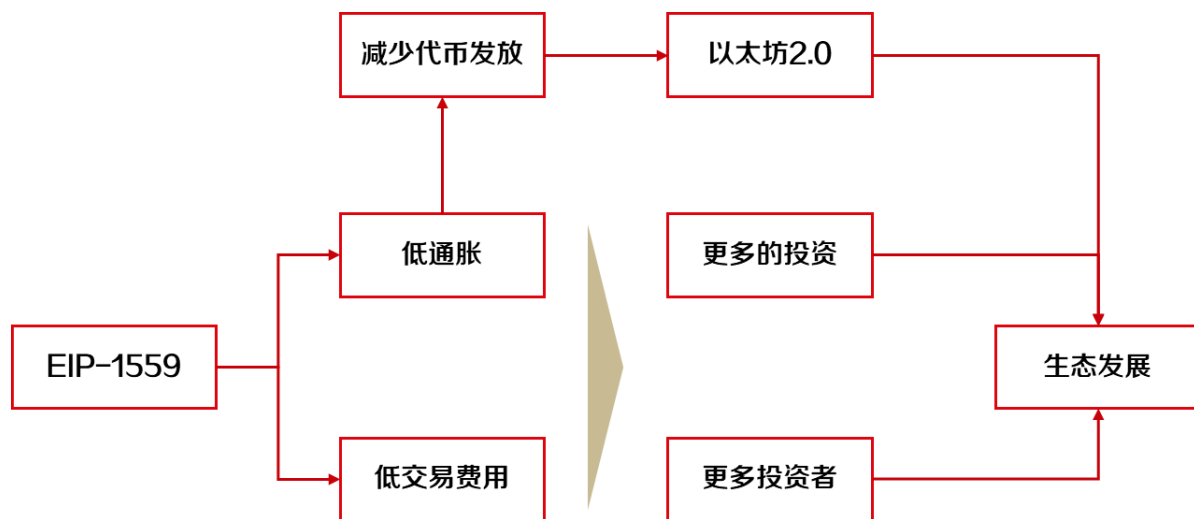
- **第二，EIP-1559 可有效控制 GAS 费用。**伦敦升级后，以太坊的单笔转账费用可低至 1 美元左右，这个价格预计会被以太坊用户接受，此外这也有利于以太坊流失用户的回流，以太坊的生态得以继续拓展。

为什么我们认为伦敦升级具有深刻的变革意义？以太坊 2.0 演进的必经之路。以太坊 2.0 通过技术研发，帮助以太坊可以通过很小的代价获得极高的性能和应用扩展性。以太坊 1.0 向以太坊 2.0 的演进主要分为三个阶段：

- 阶段一：以太坊发布信标链并在信标链上实行 PoS 验证，此时以太坊 1.0 将继续正常运行；
- 阶段二：发布分片链并允许数据存储在分片链上，此时分片链不能处理链上交易。以太坊 1.0 可以继续正常运行，亦可以作为分片链整合进以太坊 2.0；
- 阶段三：允许分片链上处理交易，并且将以太坊 1.0 作为执行环境过渡到以太坊 2.0 上，完成以太坊 1.0 向以太坊 2.0 的演进。

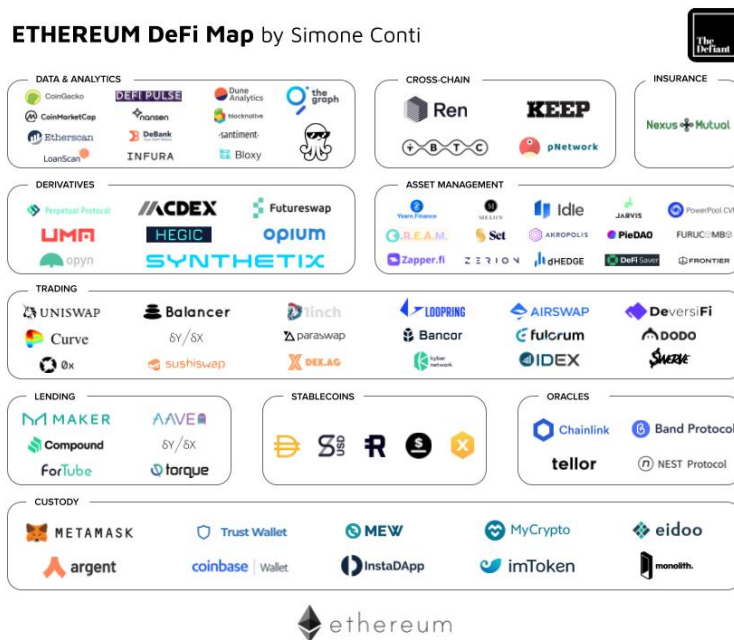
伦敦升级对减少代币发放后的以太坊生态进行实验，并期望通过塑造低通胀、低交易费用的环境促进以太坊生态发展。而以太坊 2.0 旨在通过 PoS 共识机制替代以太坊 1.0 的 PoW 共识机制，降低以太坊的能耗，节约能源，同时以太坊通过分片的方式扩大交易容量，得以支撑发展后的以太坊生态。

图 99：以太坊未来发展规划



数据来源：以太坊，东方证券研究所

图 100：以太坊 DeFi 生态



数据来源：The DeFiAnt，东方证券研究所

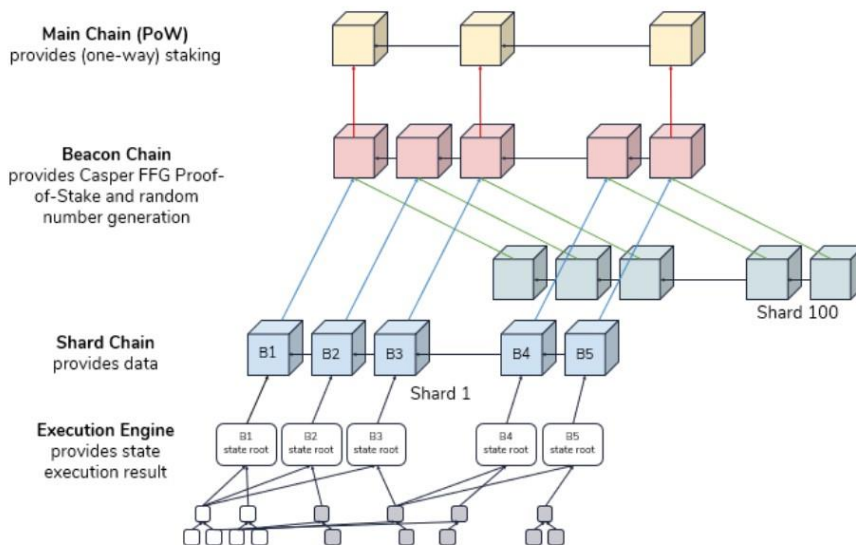
PoS 后话：DPoS 机制

Delegated Proof of Stake (委托股权证明) 是 PoS 共识机制的进化方案。在常规 PoW 和 PoS 中，对于任意新加入的区块，需要整个网络节点确认，而在 DPoS 下，可以通过不同的策略不定时的选中一小群节点来完成新区块的创建、验证、签名和相互监督过程。这样可以大幅度减少区块创建和确认所需要消耗的时间和算力成本。

以太坊通过 Layer2 实现扩容

以太坊通过 Rollup 技术实现扩容。对以太坊来说，要实现原生扩容（执行分片）需要很长一段时间。以太坊通过 Rollup 技术（数据分片）技术作为方案解决以太坊的吞吐量瓶颈，可以至少将以太坊的吞吐量提升 100 倍。

图 101：以太坊 2.0 架构



数据来源：火星财经，东方证券研究所

10.2、区块链网络开放性的改变：跨链技术 & 链上链下数据互联互通

数据联通的刚需

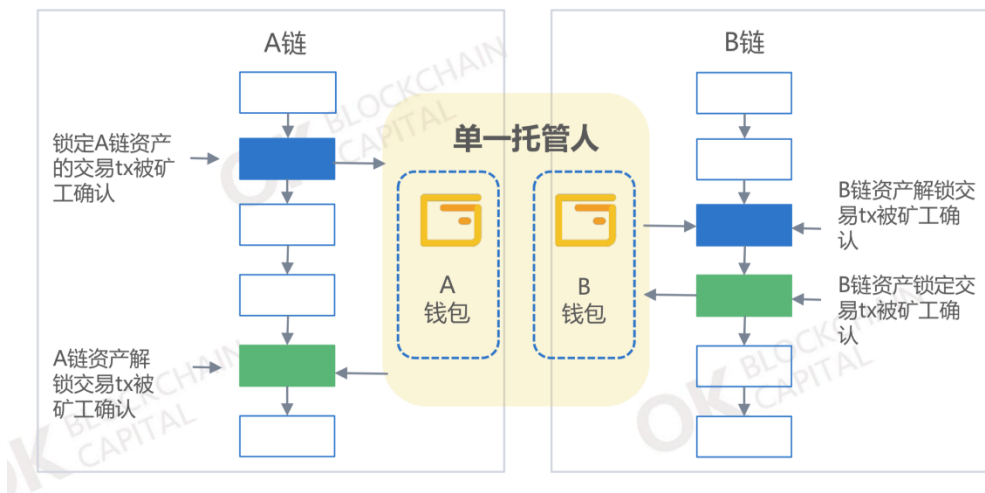
- **跨链技术的需求：区块链缺少成熟统一的标准。**在建设基于区块链的应用时，不同项目采用了不同技术的底层链，因此不同区块链之间数据通信、价值转移面临着数据孤岛的现象。
- **链上链下联通的需求：智能合约需关联外部数据。**智能合约大多数时间需要关联某些数据源的链下数据，包括实时数据、API 数据等。这些数据均不保存在区块链上，而区块链受共识机制限制，无法直接获取这些链下数据。

跨链技术

跨链技术是区块链实现数据联通、提升可扩展性的技术手段。现阶段比较有代表性的跨链技术包括：

- Ripple 公司主导设计发起的实现跨链交易转账的互联账目协议 Interledger Protocol (ILP) ；
- 锚定一个底层链为基础的区块链侧链技术；
- 解决转账速度慢、网络拥堵问题而采取的链下支付技术，如针对比特币的闪电网络 (Lightning Network) ， 针对以太坊的雷电网络 (Raiden Network) 。

图 102：区块链侧链技术原理



数据来源：OK 资本，东方证券研究所

链上链下数据联通

预言机提供智能合约的触发条件是外部信息时的数据服务。区块链预言机是将区块链安全连接至链下系统的中间层，区块链可以通过预言机连接至数据提供商、Web API、企业后端、云服务商、物联网设备、电子签名、支付系统以及其他区块链等各种链下环境。

图 103：区块链通过预言机连接外界



数据来源：Chainlink，东方证券研究所

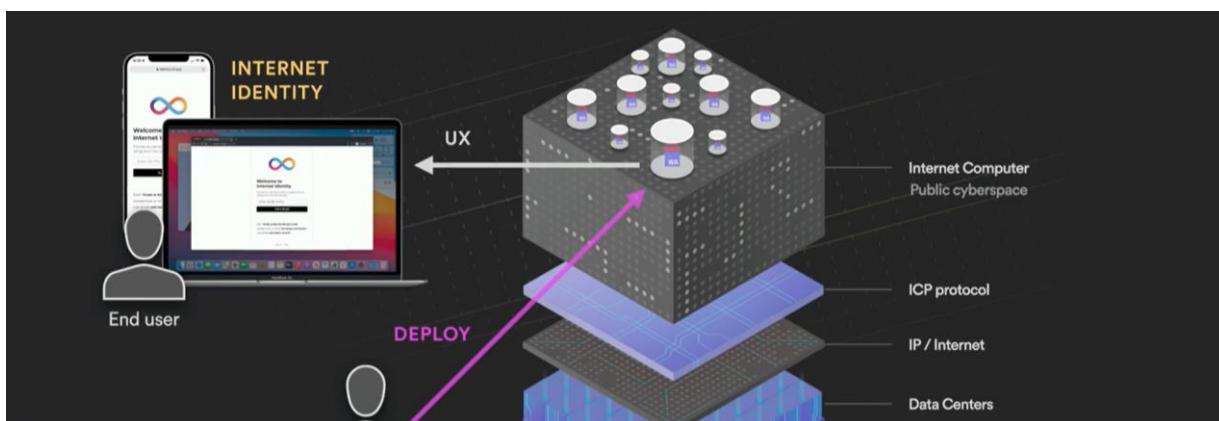
10.3、传统网络协议的“区块链化”演进：Dfinity

互联网计算机

Dfinity 基金会是非营利性组织，目标是帮助开发者、企业、个人及政府更好地融入到区块链网络中来。Dfinity 创建了互联网计算机，在互联网计算机的容器 Canister 上所有的应用、智能合约都是去中心化的，互联网计算机没有主网只有子网，是世界上唯一一个可以去除智能合约局限性的计算机。

Dfinity 基于互联网计算机协议使用新的加密算法，使得互联网计算机实现世界计算机的功能。通过互联网计算机区块链，可以存储所有软件，包括分布式应用、DeFi、Web3 游戏等。而且，互联网计算机在自主物理网络上进行的，在这样的架构中没有云计算架构。

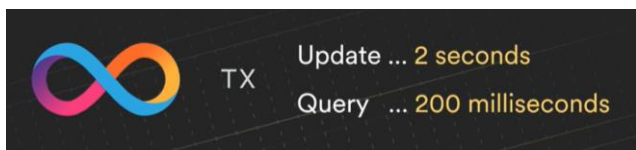
图 104：Dfinity 对于互联网计算机的设计



数据来源：Dfinity 公告，东方证券研究所

通过互联网计算机去除智能合约局限性且减少储存费用

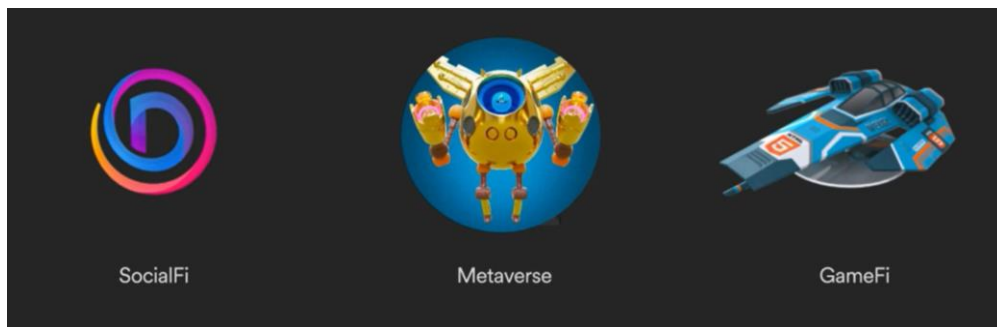
互联网计算机有非常快的速度，每两分钟就可以更新调用，速度可以达到 200ms，相较其他区块链拥有许多优势。同时，互联网计算机可以显著得降低存储成本，这为去中心化的网络运营提供了基础。

图 105：互联网计算机交易速率较传统区块链网路大幅提升


数据来源：Dfinity 公告，东方证券研究所

图 106：互联网计算机存储成本较以太坊大幅下降


数据来源：Dfinity 公告，东方证券研究所

图 107：互联网计算机应用场景：元宇宙、社交、游戏


数据来源：Dfinity 公告，东方证券研究所

投资建议与投资标的

元宇宙可以总结许多技术的发展趋势，因此很多技术可以“无缝”纳入元宇宙的范畴。但元宇宙的技术发展仍需要较长的时间，短期内 VR/AR 端是厂商布局良机。长期来看，元宇宙的生态与基础设施会相互促进，但产业端所设想的元宇宙时代仍有较长的距离。

短期内建议关注区块链基础设施建设的机会，代表厂商包括中国电信(601728, 未评级)、浪潮信息(000977, 未评级)、华为公司等。

风险提示

- **各项技术发展不及预期：**元宇宙的发展涉及复杂的技术架构，根据木桶效应，单一技术的瓶颈可能限制元宇宙的发展；

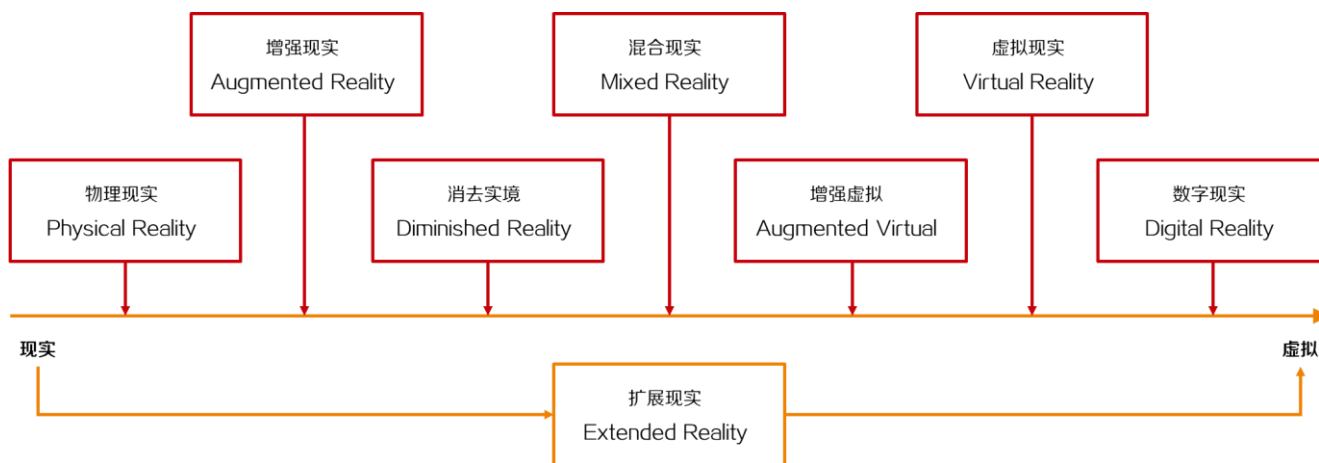
- **元宇宙生态建立不及预期：**用户围绕元宇宙平台的创新能力与速度难以预测；
- **用户留存率下降：**游戏生态对于用户粘性的构建、用户时间的占用具有不确定性；
- **元宇宙、NFT 渗透缓慢：**元宇宙、NFT 推进热度持续能力仍待观察；
- **元宇宙、NFT 合规风险：**不同国家与地区对于元宇宙、NFT 交易可能颁布限制政策，从而影响 NFT 的流通；
- **NFT 缺少成熟估值体系：**NFT 底层价值难以确认，估值体系待确定，可能造成 NFT 价格大幅波动，从而影响 NFT 的交易活跃程度。

附录一：虚拟现实技术

由现实至虚拟，虚拟现实的概念可分为物理现实、增强现实、消去实境、混合现实、增强虚拟、虚拟现实与数字现实，另外也有总括所有概念的扩展现实。

- **物理现实 (Physical Reality)**：即现实世界；
- **增强现实 (Augmented Reality, AR)**：在现实世界中扩充实景，AR 设备可以包括佩戴类和非佩戴类；
- **消去实境 (Diminished Reality, DR)**：让本来存在在现实中的物体从电脑中消失，这一概念由德国伊尔梅瑙工业大学研发；
- **混合现实 (Mixed Reality, MR)**：指混合现实或混合实景，一般指将 VR 技术与 AR 技术融合；
- **增强虚拟 (Augmented Virtual, AV)**：相当于在 VR 中使用 AR 技术，让现实中的物体出现在虚拟世界中；
- **虚拟现实 (Virtual Reality, VR)**：VR 设备均为佩戴类，可以让使用者完全置身于 360° 的虚拟环境中；
- **数字现实 (Digital Reality)**：完完全全的虚拟世界；
- **扩展现实 (Extended Reality, XR)**：总括了各种虚拟现实概念。

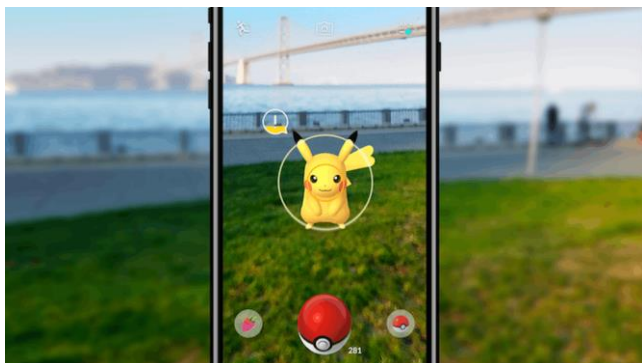
图 108：虚拟现实概念总览



数据来源：《VR·AR·MR 与科幻》，东方证券研究所

现在的虚拟现实技术已经可以实现混合现实与增强虚拟的功能：2016 年热门的 Pokemon go 即使用了较为成熟的 AR 功能，2019 年之后 HTC 更新的 vive cosmos 与 vive pro 系列产品可以支持混合现实与增强虚拟的功能。但现在各厂商的解决方案距离实现 VR 的广泛应用仍存在一定距离。从实现元宇宙的体验功能角度考虑，VR 功能是必备功能，也会成为现阶段元宇宙发展中一项绕不开的阻碍。

图 109: Pokemon go 游戏可以实现 AR 功能



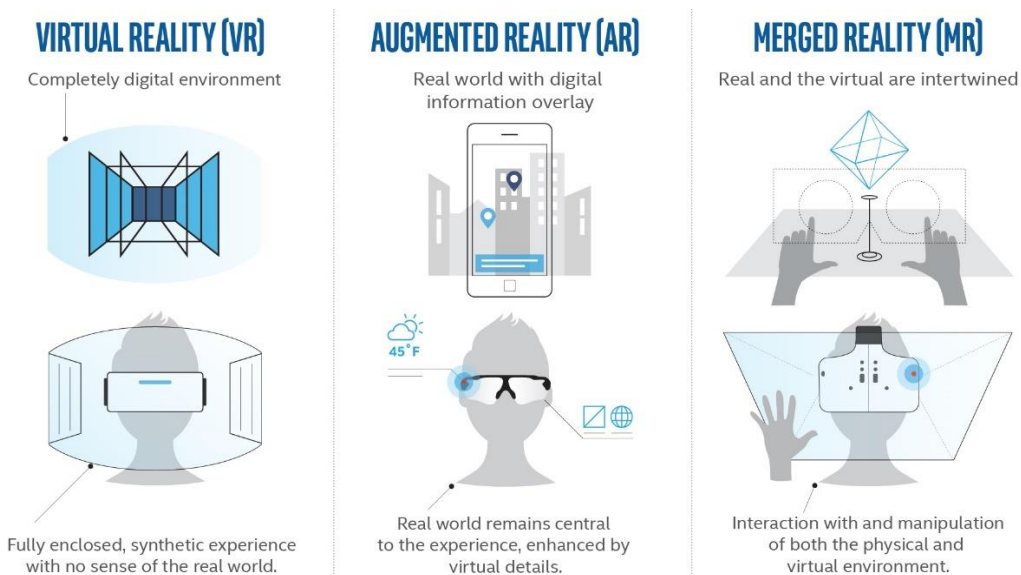
数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 110: HTC vive cosmos 头显可以实现增强虚拟功能



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 111: VR、AR、MR 技术效果对比



数据来源：Appliedart，东方证券研究所

附录二：VR 各技术路径及领先厂商

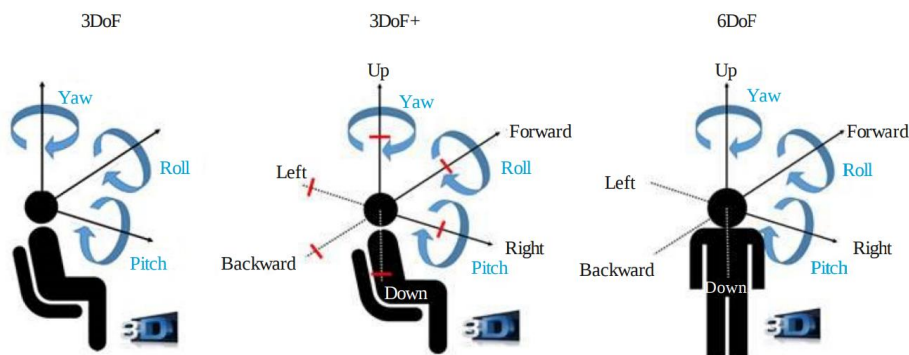
VR 是通过动态环境建模、实时三维图形生成、立体显示观看、实时交互等技术，生成仿真现实的三维模拟环境，能够构造视觉、听觉等方面高度主观真实的人体感官感受。用户借助交互设备与虚拟场景中的对象相互作用、相互影响、沉浸其中，获得等同亲临客观真实环境的感受和体验。

按自由度区分，VR 可以分为 3DoF、3DoF+与 6DoF 三种：

- 3DoF 指用户可以在任何方向（偏转、俯仰和滚动）自由地观看节目素材；

- 3DoF+是指用户可以在任何方向（偏转、俯仰和滚动）自由地观看节目素材，同时用户头部可以进行一定的平移运动；
- 6DoF 是指用户可以在物理空间内任何位置、任何方向自由地观看节目素材。用户移动可以被传感器或输入控制器捕获到，同时支持用户空间位移和头部姿态变化。

图 112：各类 DoF 示意图



数据来源：国家广播电视总局科技司《5G 高新视频—VR 视频技术白皮书（2020）》，东方证券研究所

图 113：VR 发展阶段

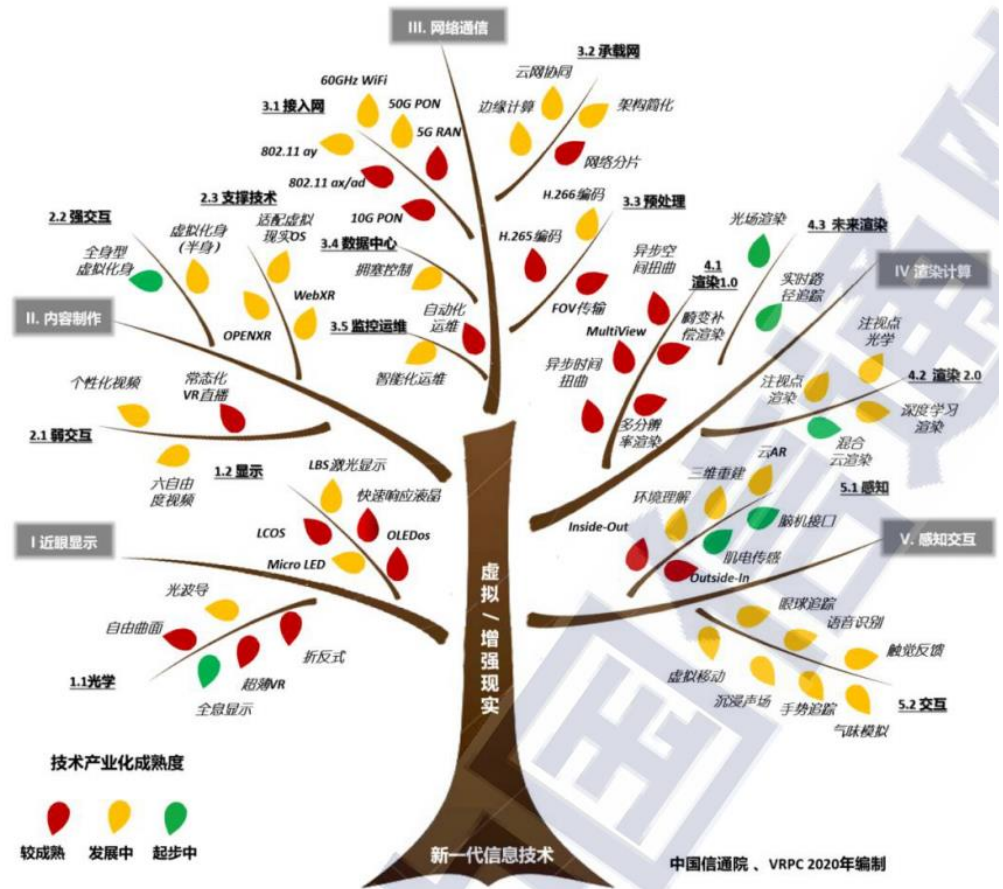
0-无沉浸	2014年，Facebook以30亿美元收购Oculus
1-初级沉浸	2016年，产业初生，VR产业元年，第一代产品
2-部分沉浸	2019年，成长培育，生态成型，5G云VR元年（5G起步期）
3-深度沉浸	2022-2025年，规模上量，生态繁荣，5G进阶期
4-完全沉浸	2026+，单机智能，网联云控，有机融合

数据来源：国家广播电视总局科技司《5G 高新视频—VR 视频技术白皮书（2020）》，东方证券研究所

VR 关键技术分类

中国信通院在《虚拟（增强）现实白皮书》中提出“五横两纵”的技术框架和发展路径，其中“五横”指近眼显示、感知交互、网络传输、渲染计算与内容制作，“两纵”指 VR 和 AR。

图 114：虚拟现实关键技术体系



数据来源：中国信通院，VRPC，东方证券研究所

近眼显示

主要的技术子领域包括显示、光波导与应对 VAC 技术。

- 在显示技术中，OLEDoS 和 Micro-LED 路径更贴合元宇宙对于 VR 体验的需求，其中 OLEDoS 技术在 EPSON BT 350，Zeiss Tooz 设备中实现量产，而 Micro-LED 尚未取得量产。
- 在光波导技术中，全息体光栅波导与表面浮雕光栅波导可以带来更好的体验，其中全息体光栅波导在微软，Magic Leap，BAE，Waveoptics，Vuzix，Dispelix 等产品中实现量产，表面浮雕光栅波导在 Sony，TruelifeOptics，Digilens，苹果 Akonia 等产品中实现量产。
- 在应对 VAC 技术中，以 Holoeye、微软原型为代表的全息显示是主要技术趋势。

图 115: EPSON BT 350 产品



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 116: Magic Leap1 产品



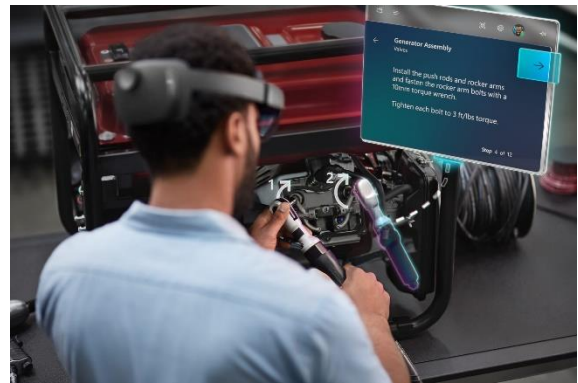
数据来源：Magic Leap 官网，东方证券研究所

图 117: 苹果 Akonia 产品效果图



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 118: Hololens 2 效果图



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

感知交互

感知交互的关键技术仍需较长时间的探索，现阶段主要技术路径涵盖沉浸声场、手势追踪、眼动追踪、环境理解与 3D 重建等技术。这些技术可以加强使用者与 VR 系统的感知，提升用户体验感与 VR 场景真实性。

- Facebook、微软、英伟达、杜比、谷歌、高通等公司在沉浸声场领域布局较早；
- Facebook 与罗技在手势追踪方面的合作较为领先；
- 眼动追踪的技术门槛相对较低，布局与量产公司数量较多；
- 环境理解与 3D 重建等技术主要依赖激光雷达与 ToF 技术开发商，VR 厂商自身布局较少。

图 119: 罗技与 Facebook 合作的 VR 键盘



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 120: Google EyeFluence 设备支持眼动追踪技术



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

网络传输

VR 端网络传输短期内依赖 5G+F5G 的解决方案落地，技术端依赖边缘计算、千兆光网+云 VR、IP 架构简化、全光网络、端网协同、精细化运维技术等。技术优化主要依赖通信厂商。

渲染计算

渲染计算的技术路径中包括云渲染、AI 与注视点技术。

云渲染包括异步时间扭曲 (ATW, 适用于远景静物)、异步空间扭曲 (ASW, 适用于近景动画)、多视图渲染 (Multiview)、多分辨率渲染、畸变补偿渲染等。其中 ATW 与 ASW 可以有效提高远景静物与近景动画的渲染真实度。

AI 应用方面, 英伟达在渲染质量与图像预处理能力上较为领先, 推出了 GeForce RTX20、DLSS2.0 (渲染质量) 以及 OptiX 6.0 (图像预处理) 等一系列产品。

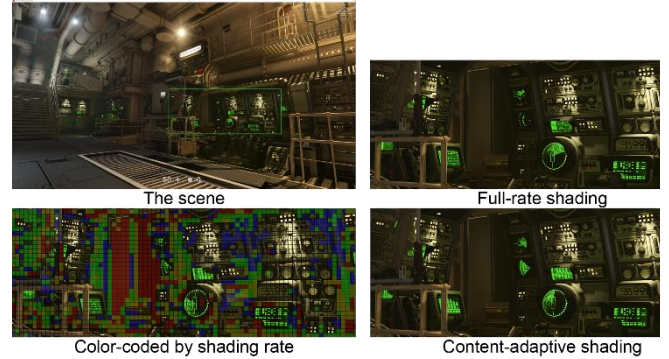
注视点技术方面, 可变注视点渲染与可变注视点光学均可以给用户带来较强的体验感, Facebook 技术端的综合布局较强。

图 121：英伟达可用于渲染的 GeForce RTX20 产品



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

图 122：不同渲染技术的效果对比

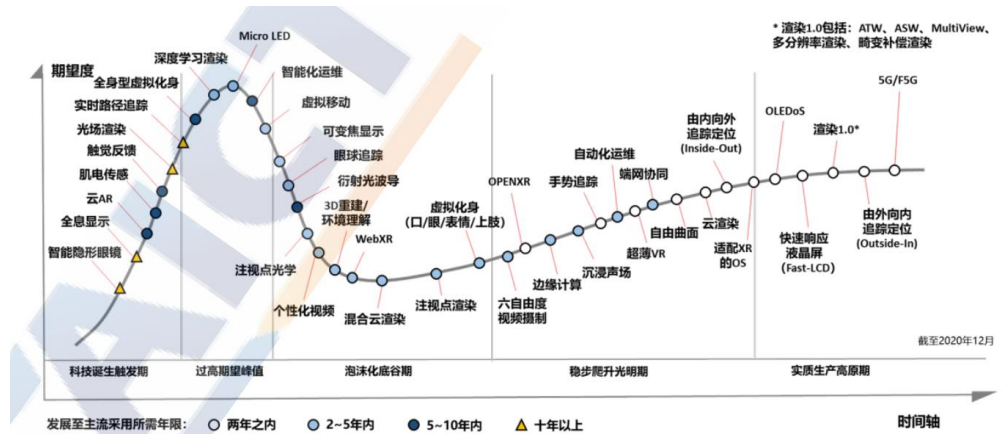


数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

内容制作

内容制作的技术包括弱交互技术、强交互技术以及其他支撑性技术如操作系统、开发引擎等。强交互技术端虚拟化身是未来 VR 的技术主攻方向之一。操作系统 (OS) 端微软 HoloLens 与 Facebook Quest 的兼容性与开发环境相对更为成熟。

图 123：虚拟现实技术成熟度曲线



数据来源：中国信通院，VRPC，东方证券研究所

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

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

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

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

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

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn