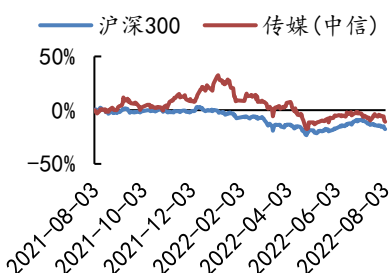


元宇宙时代下，游戏引擎行业与 Unity (U.N) 的空间与未来

行业评级：增持

报告日期：2022-08-03

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：金荣

执业证书号：S0010521080002

邮箱：jinrong@hazq.com

相关报告

- 光线传媒 (300251.SZ)：真人影视龙头，动画领域“质，量”齐抓坐稳行业头把交椅 2022-07-27
- 快手-W：22Q2 前瞻：流量大盘整体稳增，直播电商彰显韧性 2022-07-26
- 百度集团-W：22Q2 前瞻：短期承压，发力 AI，赋能百业 2022-07-22
- 阿里巴巴-SW：二十余载内功修炼，持续把握数字化机遇 2022-06-23
- 行业点评：游戏版号送审节奏有望增加，文化产品出海持续提高景气度 2022-07-22
- 分众传媒点评：受疫情扰动业绩短期承压，静待疫后消费回暖业绩修复 2022-06-20
- 美团-W 22Q2 前瞻：两大主业加速恢复，新业务高质量增长 2022-07-18
- 行业点评：游戏版号发放常态化，行业有望迎来有序修复 2022-07-13
- 携程-S 22Q1 点评：国内业务恢复领先行业，国际业务强势增长 2022-06-30
- 深度点评：互联网长期价值得到验证，估值修复值得期待 2022-05-30
- 中文在线 (300364.SZ)：海内外双轮驱动，构建 IP+数字藏品生态驶入元宇宙赛道 2022-05-30

主要观点：

- **游戏引擎：是用于游戏研发的软件，为开发者提供开发环境的同时，提供一系列的“函数库(Libraries)”和“模块化组件”。**

游戏引擎又称 3D 实时引擎，是用于游戏研发的软件，在游戏引擎的开发环境下，开发者可以使用一系列已经构建好的函数和组件，去实现游戏内容和玩家之间的交互逻辑，或搭建游戏的场景、关卡和其他内容。引擎软件的技术进步和游戏开发者对引擎的掌握，决定着游戏画面的最终品质。在游戏引擎的组件中，渲染引擎和物理引擎相对更为重要。渲染引擎负责将模型、动画、光照、阴影等所有效果实时计算出来并展示在屏幕上，从而实现较高的拟真性；物理引擎则可以定义虚拟世界的运行规律，并使模型按照规律进行运动，二者共同保证了游戏的沉浸感和真实度。

- **作为 3D 实时内容的创作工具，游戏引擎是元宇宙时代的“卖铲人”**

游戏引擎是实现元宇宙形态下，虚拟形象、虚拟场景、可交互组件和其他内容的重要工具，由于互联网产品的产业链较短，游戏引擎又是重要的开发工具，而商业引擎又具有平台属性，所以游戏引擎供应商是元宇宙时代真正的“卖铲人”。

- **游戏引擎的技术发展方向：更真实、更实时**

游戏渲染效果可以在有限的算力开销下提升是各大游戏引擎技术进步的方向，目前主流商业引擎已从局部光照发展到全局光照和光线追踪相结合，以模拟更真实的光学现象。除了渲染功能，游戏引擎未来的技术发展，还会向并行处理、XR 游戏兼容以及云游戏等方向迈进。

- **商业引擎 VS 自研引擎：通用性与最优性的权衡**

在游戏开发领域，商业引擎和自研引擎是长期共存的和谐生态，商业引擎由于有较好的开源氛围和通用性，在游戏开发的实践中也仍会被具有自研引擎的游戏公司所使用。基于此，也重点回答了两个问题：

1. 为何在有商业引擎的情况下游戏大厂仍然要自研引擎？

自研引擎能够构成游戏厂商的护城河，1) 避免被上游供应商“卡脖子”或“议价”；2) 自研引擎定制化程度较高可以更好地服务于公司内部游戏产品（比如网易 Messiah 和 NeoX 引擎，比如 Rockstar 研发 GTA 和荒野大镖客的自研引擎 RAGE）；对于大型游戏公司而言，长期来看，自研引擎可以解决具体的内部需求、长期成本更低。

2. 自研引擎是否会对商业引擎公司的发展造成影响？

自研引擎与商业引擎之间存在良性促进关系，将长期共存。首先，用户生态的繁荣（开发者间分享开源的资源），使用者数量较多，使得商业引擎在基础功能易用性与平台兼容性上具有先发优势，从而可以为自研引擎不具备或不完善的功能进行补充；其次，通用、易用的商业引擎是中小型游戏厂商乃至元宇宙时代下 UGC 生产者重要的创作工具。

- **风险提示**

游戏领域订阅用户数增长不及预期的风险；非游戏领域用户渗透不及预期风险；VR 技术成熟度不及预期风险；竞争格局恶化的风险

正文目录

1 游戏引擎——元宇宙时代的卖铲人.....	5
1.1 游戏引擎：游戏研发者依赖的工具.....	5
1.2 游戏引擎发展史：随着显卡性能进步快速迭代，追求极致视觉体验.....	8
1.3 元宇宙：游戏引擎行业可预见的未来主题.....	12
1.4 游戏引擎未来的技术发展方向.....	14
2 游戏引擎哪家强？.....	17
2.1 商业引擎：通用渗透、破圈移植.....	17
2.2 自研引擎：沉淀积累，专注对内.....	19
2.3 商业引擎 vs 自研引擎：通用性与最优性的权衡.....	20
3 游戏引擎市场空间拆解.....	22
3.1 全球游戏市场空间预测.....	22
3.2 全球 VR 头显出货量预测.....	24
3.3 全球 3D 游戏引擎订阅用户规模预测.....	26
4 游戏引擎行业头部玩家分析——UNITY 引擎.....	28
4.1 UNITY 简介：深耕交互式实时 3D 内容创作领域，打造兼容易用的一站式创作工具.....	28
4.2 UNITY 发展历史：乘移动游戏东风起航，积极收购扩展服务场景.....	29
4.3 用户规模：用户增长与用户留存双驱动，收入增长与结构健康均显著.....	31
4.4 产品介绍：创作工具与运营工具共促增长，游戏领域与非游戏领域两地开花.....	34
4.4.1 CREATE SOLUTIONS：游戏领域订阅用户增长将放缓，非游戏领域订阅将打造第二增长曲线.....	35
4.4.2 OPERATE SOLUTIONS：中长期来看广告业务仍是现金牛，云服务业务随行业基本面水涨船高.....	38
风险提示：.....	43

图表目录

图表 1 游戏开发流程.....	5
图表 2 典型 3D 游戏引擎引擎架构.....	6
图表 3 UNREAL 引擎架构.....	7
图表 4 3D 渲染过程.....	7
图表 5 1983 年任天堂推出的“红白机”.....	8
图表 6 日本 1986 年发行的游戏《勇者斗恶龙》.....	8
图表 7 1993 年发行的《毁灭战士 (DOOM)》.....	9
图表 8 《毁灭战士 (DOOM)》游戏画面.....	9
图表 9 1996 年发行的《QUAKE》游戏画面.....	9
图表 10 1996 年发行的《QUAKEII》中的彩色天空.....	9
图表 11 1998 年发行的《UNREAL》游戏.....	10
图表 12 1998 年发行的《UNREAL》游戏画面.....	10
图表 13 2006 年 CRYTECH 发行的《CRYSIS》游戏.....	10
图表 14 2006 年 CRYTECH 发行的《CRYSIS》游戏画面.....	10
图表 15 2005 年动视暴雪发行的《使命召唤 2》封面.....	11
图表 16 2007 年育碧发行的《刺客信条》封面.....	11
图表 17 2010 年网易发行的《镇魔曲》游戏画面.....	11
图表 18 2016 年腾讯发行的《天涯明月刀》游戏画面.....	11
图表 19 游戏引擎发展历史.....	12
图表 20 元宇宙业界看法 (定义和特征).....	13
图表 21 游戏引擎可服务领域.....	14
图表 22 使用 UNITY HDRP 技术渲染的图片.....	14
图表 23 使用 QUICKSILVER X 制作的游戏画面.....	14
图表 24 UNREAL LUMEN 全局照明技术渲染后的图片.....	15
图表 25 使用 UNREAL NANITE 渲染后的图片.....	15
图表 26 UNITY LTS 各版本号特点比较.....	16
图表 27 2010-2020 年全球游戏引擎市场市占率.....	17
图表 28 CREATE SOLUTIONS 细分产品介绍.....	17
图表 29 UNREAL ENGINE 细分产品介绍.....	18
图表 30 UNITY 引擎 VS UNREAL 引擎 VS COCOS 引擎.....	18
图表 31 UNITY EDITOR VS UNREAL EDITOR 界面对比.....	19
图表 32 国内外游戏大厂自研引擎及相关游戏产品梳理.....	19
图表 33 游戏引擎复用性连续图谱.....	21
图表 34 2021 年全球细分游戏收入及增速.....	22
图表 35 2016-2030 年全球游戏用户规模及同比.....	22
图表 36 2019-2024 年全球游戏市场收入.....	23
图表 37 2016-2040 年全球游戏用户规模测算.....	23
图表 38 2016-2040 年全球重点国家游戏渗透率假设.....	23
图表 39 VR 技术成熟曲线.....	24
图表 40 当前主流消费级 VR 头显分辨率.....	25
图表 41 CES 2022 VRGINEERS 发布的 XTAL 3 VR 头显.....	25

图表 42 CES 2022 SHIFALL 展示的 VR 头显 MEGANEX	25
图表 43 2025-2040 年全球 VR 出货量 (百万台)	26
图表 44 全球使用游戏引擎的游戏领域用户规模预测	26
图表 45 全球使用游戏引擎的非游戏领域用户规模预测	27
图表 46 UNITY 可仅构建一次就部署到多个平台	28
图表 47 2020-2021 年 UNITY 管理层持股情况	29
图表 48 UNITY 发展历史	30
图表 49 2021 年 UNITY 相关运营数据表现	30
图表 50 UNITY ASSET STORE 界面	31
图表 51 年贡献收入超过\$100,000 的用户数与其收入占比	32
图表 52 2018-2021 年 UNITY NDR 变化	32
图表 53 2011-2020 年间上市的 SAAS 公司的 NDR	33
图表 54 2018-2021 年 UNITY 营收结构	34
图表 55 UNITY 产品矩阵	34
图表 56 CREATE SOLUTIONS 细分产品介绍	35
图表 57 MEGACITY 演示图片	36
图表 58 大众汽车、KATANA STUDIO 和 UNITY 合作制作的 ID.4 EV 模型	36
图表 59 WETA 制作的《阿凡达》电影画面	37
图表 60 WETA 制作的《复仇者联盟：无限战争》电影画面	37
图表 61 UNITY 非游戏领域部分用户	37
图表 62 1Q19-1Q22 CREATE SOLUTIONS 收入及同比	38
图表 63 OPERATE SOLUTIONS 细分产品介绍	39
图表 64 UNITY GDC 2019 大会	39
图表 65 IDFA 工作原理	40
图表 66 IOS 14 广告追踪用户许可界面	40
图表 67 1Q19-1Q22 OPERATE SOLUTIONS 收入及同比	41
图表 68 免费手机游戏常用的广告形式	42
图表 69 2020-2015 年全球数字广告支出及同比	42
图表 70 2019-2030 年全球移动游戏内广告收入	42
图表 71 2016-2026 年全球公有云市场收入及同比	43

1 游戏引擎——元宇宙时代的卖铲人

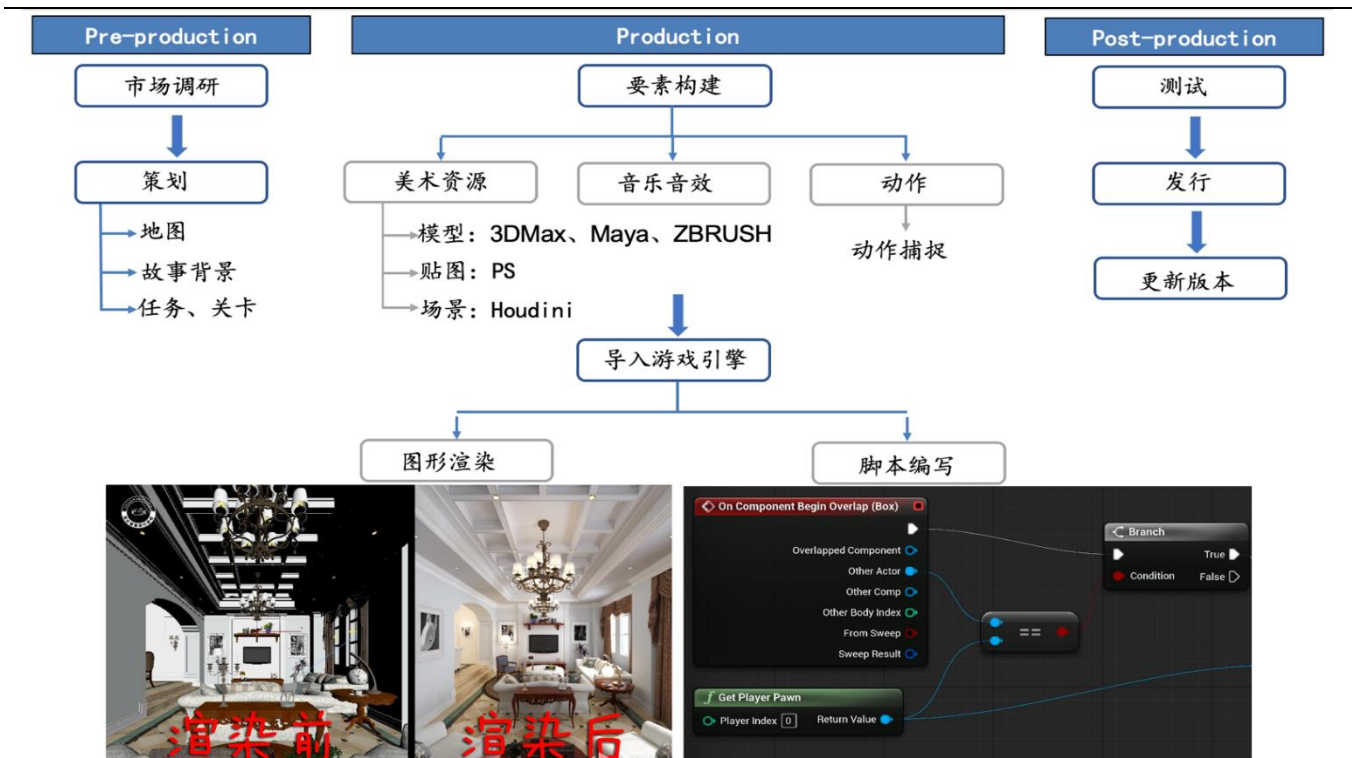
1.1 游戏引擎：游戏研发者依赖的工具

游戏引擎是用于游戏研发的软件，为开发者提供开发环境的同时，提供一系列的“函数库(Libraries)”和“模块化组件”。在早期，从0到1编写出“贪吃蛇”、“俄罗斯方块”这样的游戏相对来说较为容易，脚本构建、代码编写、UI交互都较易完成，但随着游戏画面越来越丰富、游戏玩法越来越复杂，如果每开发一款新游戏都需要从0到1重新开始，投入的时间和成本都是巨大的。事实上，不同游戏开发过程的基础环节和底层技术是可以不同程度复用、移植的，把这些技术标准化、模块化、通用化，再整合成为一个综合软件就是游戏引擎，通俗的理解即为“一系列通用代码的综合体，一个已编写好的游戏生产工作台、一个游戏开发的模块化基地”。

开发者可以借助引擎直接实现通用的基础功能如资源导入、图形渲染、效果集成等，无需从头编写底层代码，从而将更多的时间用在玩法思考、世界观构建上，可以实现区别于其他游戏的虚拟世界和价值内核。

不难理解，对游戏引擎的选择、开发和运用直接决定研发效率和最终呈现的游戏品质。在游戏开发流程中，游戏开发者并不是从零到一去开发游戏，而是通过使用游戏引擎提供的“中间件”，完成对游戏世界的构建。开发者需要首先在其他软件中（比如3D MAX）完成美术资源、音乐音效、动作等要素内容构建，然后将这些资源导入引擎，在引擎中对其进行渲染以提升画面表现、编写脚本以实现要素交互，最终进行效果集成，高效生成游戏产品。

图表 1 游戏开发流程

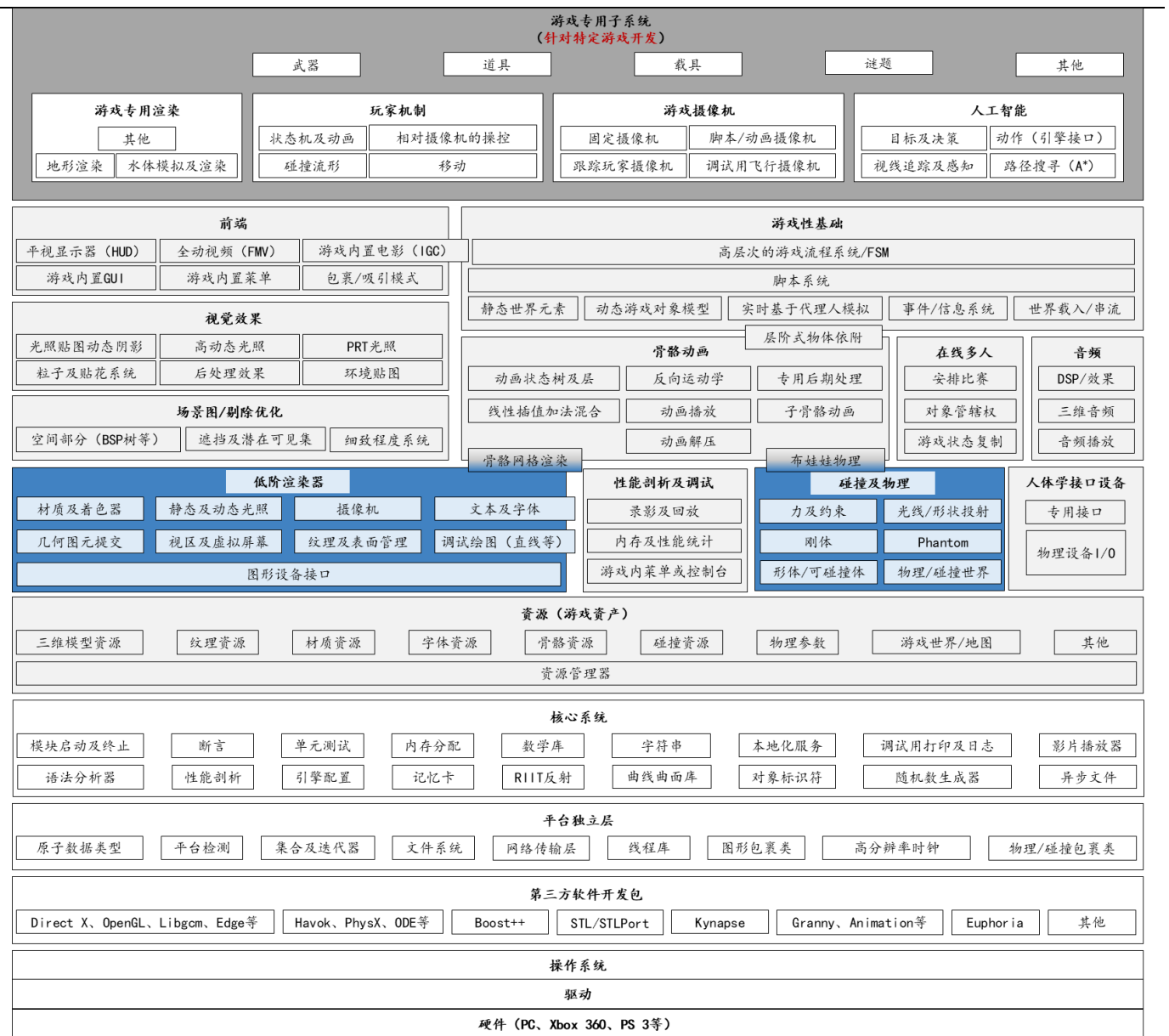


资料来源：腾讯研究院，unreal 官网，华安证券研究所整理

游戏引擎可以理解为一个设备齐全的电影拍摄场地，游戏创作者则可以理解为电影导演。电影拍摄场地提供灯光、摄像机、导轨、威亚等，是拍摄任何一部电影都需要的标准化工具；导演则需要聚集剧本、演员、布景等，这些是拍摄不同电影所需要的个性化素材。场地及工具与导演共同把电影拍得更好，就像游戏引擎与创作者通力合作让游戏中的画面和要素交互变得更生动真实。需要注意的是，真实并不是写实，游戏领域里的真实是让玩家感受到：即使这个东西是夸张的、艺术化甚至动漫化处理的，但它并不违和，能够在逻辑上、感官上、体验上自洽。与电影类似，玩家认同一款游戏的真实性和合理性，就像电影观众能够沉浸观影而不跳戏。

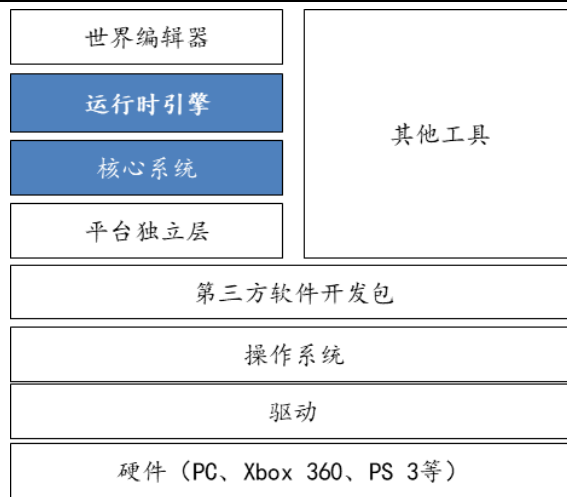
游戏引擎通常包含以下系统：渲染、碰撞及物理、骨骼动画、音效、视觉效果、人工智能、网络引擎以及场景管理等。能否实现画面和交互的真实性是游戏引擎的核心竞争力，而实现或增强该竞争力的基础则是游戏引擎十分重要的两个细分组件：渲染引擎和物理引擎。

图表 2 典型 3D 游戏引擎引擎架构



资料来源：《游戏引擎架构》，华安证券研究所整理

图表 3 unreal 引擎架构



资料来源：《游戏引擎架构》，华安证券研究所整理

渲染引擎的强大与否直接决定着游戏的输出质量。将制作好的模型内容要素导入进引擎后，渲染引擎可以把模型、动画、光照、阴影等所有效果实时计算出来并展示在屏幕上，从而实现较高的拟真性。3D 渲染的步骤包括：

首先，要描述一个虚拟场景；

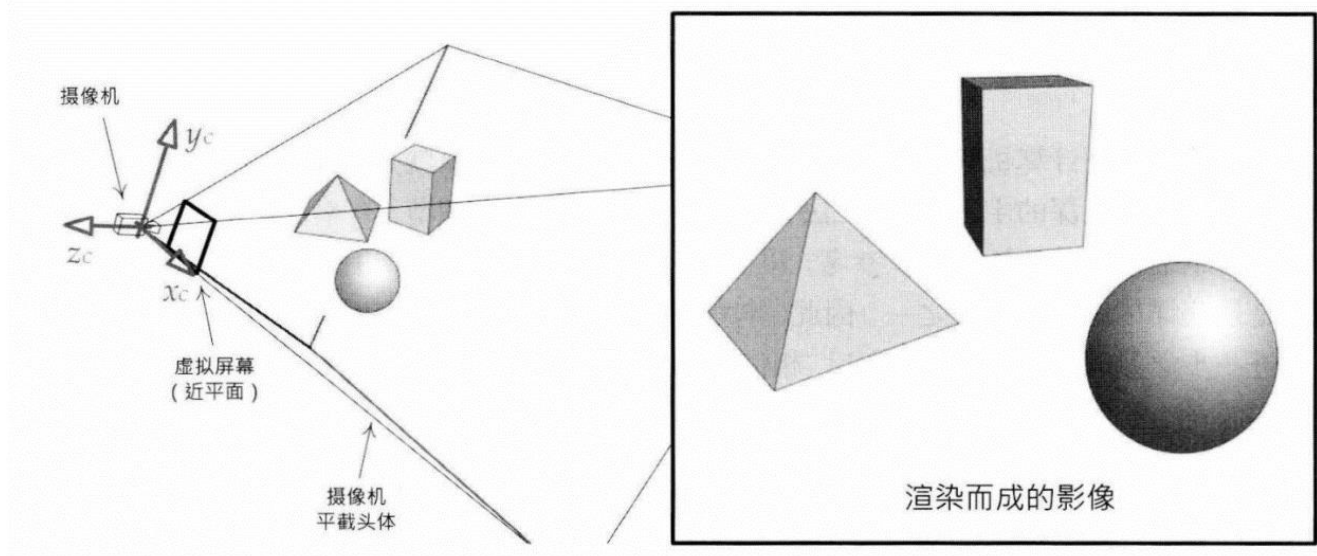
其次，要定位及定向一个虚拟摄像机，为场景取景，在摄像机附近悬浮着一个由多个虚拟感光元件组成的虚拟屏幕；

第三，设置光源，光源产生的光线会通过与环境中的物体的交互作用或反射，最终被感光元件捕捉；

第四，描述场景中物体表面的视觉特性，从而判断光线如何与物体表面产生交互作用（如光被吸收、被反射、被折射、被衍射）；

最后，对于每个位于影像矩阵内的像素，渲染引擎都会找出经过该像素而聚焦于虚拟摄像机焦点的（一条或多条）光线，计算其颜色和强度，并对其着色。

图表 4 3D 渲染过程



资料来源：《游戏引擎架构》，华安证券研究所

物理引擎可以定义虚拟世界的运行规律，并使模型按照规律进行运动。第一，通过物理引擎可以设定一些参数来模拟真实世界，例如通过设定重力值和重力加速度，来决定角色能跳得多高、落得多快；第二，物理引擎的碰撞探测功能可以探测游戏中各物体的物理边缘，当两个 3D 模型撞在一起时，碰撞探测可以防止它们相互穿过，这就确保了当玩家撞在墙上的时候，既不会穿墙而过，也不会把墙撞倒。

物理引擎的发展与 CPU 性能的优化息息相关。碰撞检测是 CPU 密集型工作，因为判断两个相撞是否相交，所需的计算量非常大，并且多数游戏世界中含有大量的物体，随着物体数量的递增，所需的相交测试也会不断增长。

渲染引擎和物理引擎在游戏沉浸感和真实度方面扮演了十分重要的角色，但它们的开发需要很长的周期和极高的成本。尤其是中小型公司来说，如果每做一款游戏都需要从头打造一款功能齐全的专用引擎再基于该引擎制作游戏，并不一定能产出好的效果或收益，甚至可能得不偿失。基于此，游戏引擎软件公司都相当重视旗下引擎产品的标准化和通用性，旨在简化游戏制作复杂程度、缩短游戏开发周期、降低产品制作成本。与“汽车引擎”类似，之所以称这种游戏开发辅助软件为“游戏引擎”，是因为它与汽车引擎扮演的角色类似，不仅提供了最核心、最底层的技术从而实现并控制游戏或汽车的运行，而且不需要在制造每款游戏或汽车时都重新从 0 开始设计引擎。

1.2 游戏引擎发展史：随着显卡性能进步快速迭代，追求极致视觉体验

游戏引擎诞生之初主要是为了减少重复编程，提高游戏开发效率。伴随着硬件的发展，游戏引擎也在持续迭代、优化性能。

1990 年以前：游戏处于主机时代，开发者“重复造轮子”。在 20 世纪 90 年代之前的主机时代，注重内容情节和功能场景的日本游戏称霸天下。但是由于硬件设备性能有限，此时游戏对人物角色细节、场景逼真度的要求并不高，因此日本游戏开发商并没有意识到系统化游戏引擎能够显著提高游戏开发效率，每一款新游戏都是从零开始写代码。

图表 5 1983 年任天堂推出的“红白机”



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 6 日本 1986 年发行的游戏《勇者斗恶龙》



资料来源：维基百科，华安证券研究所

1990-1997 年：游戏进入 PC 时代，第一款游戏引擎诞生。20 世纪 90 年代之后随着电脑的普及，PC 游戏开始发展。电脑的性能比主机高很多，因此用户对于游戏画面和角色精细逼真度的要求也有所提升，这也导致开发一款游戏所需的代码量呈指数级增加。此时，开发者们逐步有了复用代码从而提升游戏开发效率的需求。

1993 年，Id Software 使用 DOOM 引擎 (Id Tech1) 制作了《毁灭战士》，该游戏角色与物品的互动性进一步增强，光照音乐效果不再单一，这些效果在 3D 显卡

都没有问世的1993年是非常激动人心的进步，在当年创造了近350万份销量。游戏的软件架构被清楚地分为核心软件组件、美术资产、游戏世界和游戏规则，这样的划分是很有价值的，若另一个开发商取得该引擎使用权，只需制作新的美术、关卡、角色、游戏世界、游戏规则，就可以打造出一款新的游戏产品。DOOM引擎对游戏软件构架的划分激发了mod社区的兴趣，也因此成为第一个商业引擎。

图表 7 1993 年发行的《毁灭战士 (DOOM)》



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 8 《毁灭战士 (DOOM)》游戏画面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

1996年，Id推出《雷神之锤 (Quake)》，使用的Quake引擎是真正意义上的3D引擎，完全支持多边形模型、动态光源和粒子特效。1997年，Id又推出了《QuakeII》，采用的引擎也升级为Id Tech2。Id Tech2引擎添加了256色材质贴图，首次实现了彩色光影效果，使游戏中的物体在反射光影时能展现出不同的色彩效果，还通过支持DLL (dynamic-link libraries, 动态链接库) 文件实现了软件渲染和OpenGL渲染。同时，由于1997年显卡已经兴起，因此Id Tech2引擎也支持硬件3D加速。

图表 9 1996 年发行的《QUAKE》游戏画面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 10 1996 年发行的《QUAKEII》中的彩色天空



资料来源：维基百科，华安证券研究所

1998-2003 年：游戏引擎不断升级，虚幻引擎横空出世。1998年，当Id Software 凭借其IdTech2独霸引擎市场之时，Epic Games 发行游戏《Unreal》，虚幻引擎 (Unreal) 也横空出世。相比于Quake/Id Tech系列引擎专注于处理3D图像，Unreal引擎的集成度更高，包括物理特性、动画演示、音频效果和碰撞检测等，而且Unreal引擎还支持当时CPU刚刚集成的SIMD (单指令多数据) 指令。

在微软的DX规范占据主流之后，Unreal引擎很快也支持DX，得益于逼真的画面和DX规范的通用性，当时众多经典大作都使用了Unreal引擎进行制作，包括《荒野大镖客》、《彩虹六号：雅典娜之剑》等。

图表 11 1998 年发行的《Unreal》游戏



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 12 1998 年发行的《Unreal》游戏画面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

2004-2009 年：商用与自研并存，引擎厂商百舸争流。2004 年，Epic 推出 Unreal3，从此确立其引擎技术第一梯队的地位。Unreal3 支持 64 位 HDRR 高精度动态渲染、多种类光照和高级动态阴影特效，还包括许多第三方游戏技术，包括 PhysX 物理引擎、SpeedTree 植被引擎等，势头直追 Quake/Id Tech 系列引擎。

2004 年，CryTech 推出 CryEngine，凭借《孤岛惊魂》一战成名。2006 年推出的 CryENGINE2 更是缔造了 DX10 时代的画质最强音，并保持至今，即著名的显卡危机——《Crysis》（孤岛危机）。

图表 13 2006 年 CryTech 发行的《Crysis》游戏



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 14 2006 年 CryTech 发行的《Crysis》游戏画面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

2005 年，Unity 推出面向 MAC 系统的 Unity 引擎，此时该引擎并没有引起市场的过多关注，但是很快 Unity 就抓住了机会。2007 年，苹果发布第一代 iPhone，2008 年，Unity 引擎便支持 iOS，在很长的一段时间内，Unity 都是唯一可以开发 iOS 游戏的工具，从而在市场占据了一席之地。

此时，游戏大厂也意识到游戏引擎的重要性，开始自研引擎。2004 年 Valve 推出基于自研引擎 Source 制作的游戏《半条命 2》；2005 年动视暴雪推出基于自研引擎 IW 2.0 制作的游戏《使命召唤 2》；2006 年 Take-Two 推出基于自研引擎 Rockstar Advanced Game Engine (RAGE) 制作的游戏《Rockstar Games Presents Table Tennis》；2007 年育碧推出基于自研引擎 Anvil 制作的游戏《刺客信条》；2008 年 EA 推出基于自研引擎 Frostbite1 制作的游戏《战地：坏连队》。

图表 15 2005 年动视暴雪发行的《使命召唤 2》封面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

图表 16 2007 年育碧发行的《刺客信条》封面



资料来源：维基百科，华安证券研究所

2010 年至今：国产引擎奋力追赶，双寡头行业格局已定。2010 年，中国国产游戏引擎开始发力。2010 年国产商业引擎 Cocos 2d-x 诞生，2015 年，触控科技将 Cocos 2d-x 引擎与其他工具整合在一起，推出游戏开发一站式解决方案 Cocos。如今，Cocos 2d-x 引擎在 2D 游戏市场中扮演重要角色，在国内手游行业更是有“3D 使用 Unity，2D 使用 Cocos”的说法。

早在 2005 年，网易便立项开始打造自研引擎 Neox，经过多年打磨，在 2010 年立项的《镇魔曲》的研发过程中，NeoX 第一次完全扛起了主力引擎的重任；2013 年，网易开始研发专为移动平台打造的次世代引擎 Messiah，于 2016 年问世，并在问世后拿下了 20 余项独创性技术专利。

2010 年，腾讯北极光工作室开始研发《天涯明月刀》和 Quicksilver 引擎，使用自研引擎的游戏最终于 2016 年问世，还添加了偏振光大气系统等技术，使得游戏中的昼夜、光线变化、天气效果等十分真实。

图表 17 2010 年网易发行的《镇魔曲》游戏画面



资料来源：百度百科，华安证券研究所

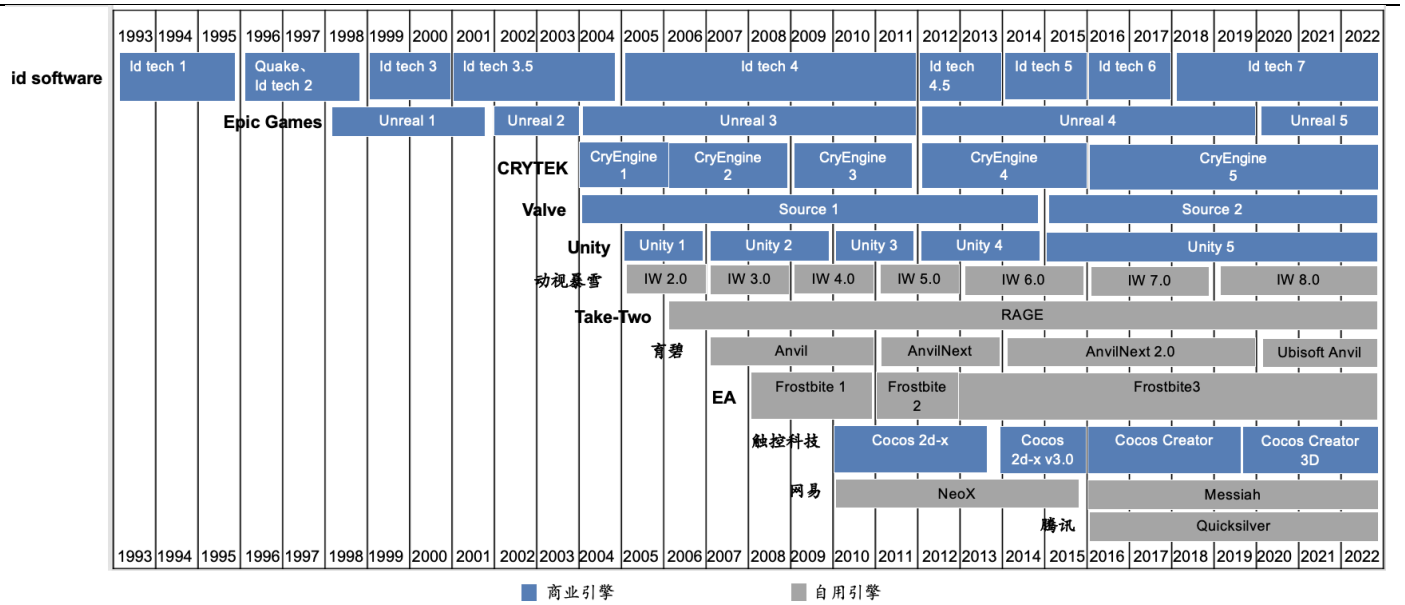
图表 18 2016 年腾讯发行的《天涯明月刀》游戏画面



资料来源：百度百科，华安证券研究所

如今，部分大型游戏厂商使用自研引擎，也有部分大型游戏厂商将自研引擎与商业引擎搭配使用，而绝大多数中小型游戏厂商则使用商用引擎，其中 Unreal 引擎和 Unity 引擎为商业引擎中的双寡头。不过二者在目标用户的定位上存在差异，由于画面渲染更强、实现自定义内容更容易，Unreal 引擎主要应用于 PC、主机等高性能硬件平台，而 Unity 引擎则因为更强的兼容性和易用性被主要应用于开发移动游戏。

图表 19 游戏引擎发展历史



注：统计的是各引擎问世时间，而非开始研发时间
资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理

1.3 元宇宙：游戏引擎行业可预见的未来主题

过去十年是移动互联网的时代，硬件软件齐步发展，移动应用百花齐放。现如今随着芯片算力、数字孪生、云计算、区块链、AI、XR 等技术的持续进步，互联网迎来了新的增长点——元宇宙。2021 年是“元宇宙”元年，继 2021 年 3 月大型多人游戏创作平台 Roblox 在纽交所上市成为“元宇宙第一股”后，国内外科技巨头企业纷纷开始元宇宙布局，爆发“元宇宙热”，资本市场迎来估值高潮。2022 年 2 月，相关公司市值有所回落，市场逐步认识到元宇宙仍处于概念探索和概念营销阶段，为了更好地创造并迎接元宇宙，需要政府、企业、市场一齐冷静思考元宇宙究竟是什么，元宇宙的未来在哪里，元宇宙的细分赛道有哪些，细分赛道里的企业应该如何发力。

业界对元宇宙的看法尚未达成共识，我们认为元宇宙是在 XR 智能终端上的下一代互联网，它借助 AI、XR、区块链、云计算、数字孪生等技术构建出一个虚拟世界，且该虚拟世界与现实世界并行，实现身份、经济、社交、娱乐、工作等的实时融合，帮助人类打破现实世界物理阻隔障碍，通过虚、实、虚实结合更好更广泛地体验真实世界。

目前，元宇宙发展仍处于萌芽期，有关公司在游戏、数字藏品、XR 终端设备、虚拟人、社交应用等细分赛道陆续发力。随着一系列元宇宙硬件设备、软件应用落地迭代，中长期来看，元宇宙将成为新的互联网革命拐点。

图表 20 元宇宙业界看法（定义和特征）

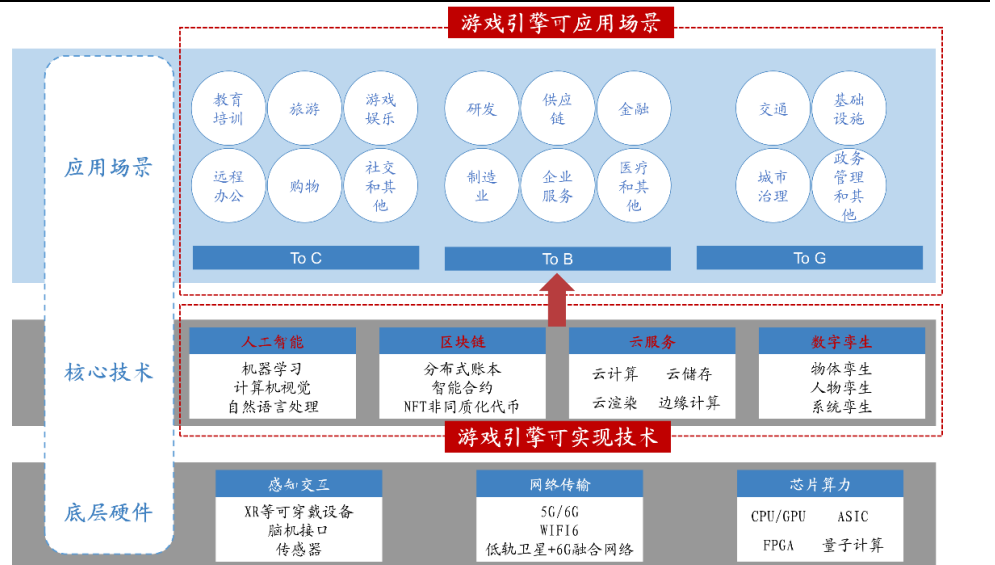
元宇宙业界看法	
清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心	元宇宙是整合多种新技术而产生的新型虚实相融的互联网应用和社会形态，它基于扩展现实技术提供沉浸式体验，基于数字孪生技术生成现实世界的镜像，基于区块链技术搭建经济体系，将虚拟世界与现实世界在经济系统、社交系统、身份系统上密切融合，并且允许每个用户进行内容生产和世界编辑
Dave Baszucki Roblox CEO	元宇宙是持久的、共享的 3D 虚拟空间，人们在元宇宙中拥有自己的虚拟分身，可以进行娱乐、工作和创新
Mark Zuckerberg Meta CEO	元宇宙是继互联网之后的计算平台，可以将其看作是实体化的互联网，用户在元宇宙中不再浏览内容，而是在内容其中
黄仁勋 英伟达 CEO	元宇宙将虚拟世界与现实世界连接到了一起，物理世界对人际交往所造成的阻隔将被打破。这一虚拟世界构思精妙并拥有真实可行的经济体系，用户所拥有的虚拟分身和数字资产与真实世界具有可类比性
马化腾 腾讯 CEO	虚拟世界和真实世界的大门已经打开，无论是从虚到实还是由实入虚，都在致力于帮助用户实现更真实的体验
Roblox 招股书	元宇宙八大特征：身份 (Identity)、朋友 (Friends)、沉浸感 (Immersive)、低延迟 (Low Friction)、多元化 (Variety)、随地 (Anywhere)、经济系统 (Economy) 和文明 (Civility)
Jon Radoff Beamable 创始人	元宇宙七个层面：体验 (Experience)、发现 (Discovery)、创作者经济 (Creator Economy)、空间计算 (Spatial Computing)、去中心化 (Decentralization)、人机互动 (Human-computer Interaction)、基础设施 (Infrastructure)
毕马威	元宇宙六大核心特征：沉浸式体验、开放性、虚拟身份、不断演化、虚实互动、新的确权方式（借助区块链系数对每一个文件、数字物品进行唯一性认证）

资料来源：华安证券研究所整理

游戏引擎是元宇宙时代中的“卖铲人”。我们认为游戏引擎是元宇宙时代重要的内容创作工具，因为 3D 游戏引擎所创造出来的虚拟世界与元宇宙想要构建的虚拟空间之间具有概念相似性和技术通用性。前面提到，随着底层技术的发展，游戏已经从简单的单机游戏发展为面向多人同步实时在线的大型虚拟世界游戏，这与元宇宙的构想高度吻合，而创造游戏虚拟世界的基础工具——游戏引擎自然也就在元宇宙发展进程中成为了具备天然优势的细分赛道。

元宇宙的世界中有游戏引擎的一席之地，但游戏引擎不仅仅是服务于游戏。在元宇宙时代，我们认为游戏引擎除了开发游戏投放于 XR 终端设备以供娱乐用途之外，还可以破圈渗透，在非游戏领域大显身手。以商业引擎 Unity 为例，它在纵向拓深引擎技术深度的同时，还横向延展辅助引擎覆盖广度，渗透更多非游戏领域赛道包括汽车、运输和制造，电影和动画，建筑和工程。

图表 21 游戏引擎可服务领域



资料来源：毕马威分析，华安证券研究所整理

1.4 游戏引擎未来的技术发展方向

1. 渲染功能的提高是各大游戏引擎技术提升的主线方向。电影渲染引擎通常要花许多分钟甚至许多小时来渲染 1 帧，但游戏则需要在一秒钟内渲染 30、50 甚至 60 帧画面，因此渲染功能的提高是各大游戏引擎技术提升的主线方向。

从局部光照到全局光照+光线追踪，模拟更真实的光学现象。渲染引擎会使用多种数学模型来模拟光和物体表面的交互作用，其中最简单的模型是局部光照模型，它只考虑直接光照，在这种模型中，光线碰到场景中的物体后会直接反射到虚拟平面，被感光元件捕捉。因此，局部光照模型中的每个物体都不会影响其他物体的光照。而要达到更到的真实度，就必须考虑到间接光照，即光被多个物体表面反射后才进入摄像机，这种模型叫做全局光照模型。在全局光照模型中，有的还会模拟一些光学现象，比如光线追踪、辐射度算法等。

2019 年 Unity 推出高清渲染管线 HDRP，支持光栅化、光线追踪和路径追踪渲染技术，使 Unity 引擎的渲染能力有大幅提升。2021 年 5 月腾讯北极光工作室发布《天涯明月刀手游》技术 Demo 演示，游戏基于腾讯自研引擎 QuickSilver X 开发，支持开放世界、超写实渲染、基于光追的动态全局光照等技术，使游戏画面达到影视级别。

图表 22 使用 Unity HDRP 技术渲染的图片



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

图表 23 使用 QuickSilver X 制作的游戏画面



资料来源：天涯明月刀手游官网，华安证券研究所

2020 年发布的 Unreal 5 在渲染功能上新增了两大核心技术，分别是 Lumen 和 Nanite。Lumen 是全动态全局照明系统，提供漫反射间接照明技术和无限的漫反射反弹；Nanite 是虚拟化几何系统，允许将高细节摄影原材料导入游戏，可用于处理游戏场景中复杂的几何体。

图表 24 Unreal Lumen 全局照明技术渲染后的图片



资料来源：Unreal 官网，华安证券研究所

图表 25 使用 Unreal Nanite 渲染后的图片



资料来源：Unreal 官网，华安证券研究所

2. 除了渲染功能，游戏引擎未来的技术发展，还会向并行处理、XR 游戏兼容以及云游戏等方向迈进。

2015 年前，前四个版本的 Unity 引擎更新，主要围绕脚本、模型导入、图形（贴图、渲染）、编译器、可视化、网络播放器、平台兼容等基础功能展开，后期的研发开始向人工智能、VR、AR 等领域渗透。到 2015 年，Unity5.0 已经可以支持 AI 自动寻路 NavMesh 多线程运行，在场景烘焙、可视化、导航网格计算速度等方面都实现了优化，有效减少约 35% 的内存使用。Unity 引擎此时已经能支持 IOS、安卓、Wii、PS、Xbox 全平台兼容，支持自定义 Asset Processing Pipeline，并优化多线程管道处理功能，增加管道吞吐量。

2017 年之后，Unity 的更新开始向实时管道渲染、多线程运行、XR 游戏等方向迈进。2018 年 Unity 推出 SRP，可使用 C# 进行编程，包含 HDRP 和 LWRP（2019 版本更名为 URP）两种管道渲染。前者主要面向需要高精度的逼真场景渲染，需要搭配各类材质贴图使用；后者专注于提高渲染效率，主打通过并行化处理增加管道吞吐，并且具有更优秀的全平台兼容率。2021 年 Unity 的内置渲染管道 URP 已经可以在大多 XR 平台上使用，未来针对 AR、VR 领域的渲染管道研发将成为 Unity 的发展方向之一。

Unity 引擎同样注重可视化与交互功能开发。2017 年增加 Timeline、Cinemachine 功能，方便用户直接创建或拖动时间轴，并在检视窗口中预览效果；2018 年 Unity 推出 ECS 系统，通过并行化提高 CPU 信息处理效率；2019 年的版本中，用户可以通过时间轴直接在预制件上进行修改；2020 年之后的版本进一步优化了资产导入信息检视、Build 数据信息传输的可视化功能，拓展 Unity 引擎的易用性与快捷性。

XR 游戏方面，Unity 引擎主要集中于平台兼容性研发。2017 年已能支持 AR-Vuforia、Oculus、HoloLens、OpenVR 等设备；2018 年添加了为 VR 项目捕捉 360 度立体图像的功能，并支持将渲染纹理转换为立体和单声道等格式并在 VR 中显示；2019 年 Unity 引擎开始向 AR 方向过渡，允许 ARKit 使用 Unity 作为内容创建平台。并推出 ARKit Remote 支持网络远程传输；2020 年 Unity 引擎可以实现对更多 XR 设备如 ARCore、Windows Mixed Reality、PlayStation VR 等的支持；2021 年 Unity 引入 AR Foundation，支持使用内置渲染管线 URP 对 XR 进行渲染。未来几年 Unity 引擎会进一步在 XR 领域优化可视化、交互、图形等功能，并扩充平台兼容性。

图表 26 Unity LTS 各版本号特点比较

版本号	粒子	管道	可视化与交互	图形	XR	平台兼容
Unity LTS 2017	改进粒子系统和 Progressive Lightmapper, 对烘焙 LOD 提供个性化支持; 不同平台可采用不同渲染品质, 如 iOS 的 Deferred Rendering 和 PC 的 NVIDIA VRWorks	增加了新功能管道 Switch Active Build Target Async, 可以延迟切换, 以便首先导入脚本	增加 Timeline、Cinemachine 功能, 支持与 Animator 状态机进行交互	添加新的表面着色器选项; 自动生成抖动效果代码, 可用于 LOD 交叉淡入淡出模式; 可接受指向外部创建的立方体贴图的指针	AR-Vuforia 更新到版本 7.0.43, Oculus 版本更新至 1.20; 添加 OpenVR 功能; 支持 Android 7.0, Google ARCore、Windows HoloLens 等设备	Windows 平台需要 DX11 功能级别 9.3 GPU 支持。删除了对构建 Windows 8.1 和 Windows Phone 8.1 应用程序的支持
Unity LTS 2018	添加了 GPU 实例, 支持粒子系统网格渲染; 添加了用于烘焙天空遮挡的实验性 API	增加 Editor Build Settings, 可通过名称检索游戏对象的引用; 添加了新的 Build Report API, 将管道构建和输出的信息返回到同一个 Build Report 对象, 方便查阅。	构建实施组建系统 ECS, 通过并行化提高 CPU cache 利用率	引入新的渲染架构 Scriptable Render Pipeline, 可通过 C# 实行脚本配置; 可通过可视化创建 Shader Graph, 以生成所需的着色器, 无需再手动编写着色器代码	添加了为 VR 和非 VR 项目捕捉 360 度立体图像的功能, 支持将渲染纹理 (立方体贴图) 转换为立体和单声道等格式并在 VR 中显示; 更新了谷歌 VR, 支持 Windows, mac, Android 等平台。	添加 Google Play Instant Games 插件, 可以免安装即时体验游戏。删除了比 Adreno 4xx 更早的 Windows Phone 设备的支持
Unity LTS 2019	支持使用 C# Job System 直接处理粒子数据, 不用在脚本和本地代码间来回复制	支持 LWRP 使用, 实现轻量化渲染; 运用于移动和 XR 平台。	Timeline 添加了新的 API, 支持在轨道上创建和操作动画曲线; 用户可以在项目窗口检视窗口或直接编辑预制件	引入高清渲染管线 High Definition Render Pipeline, HDRP 以及轻量级渲染管线 light Weight Render Pipeline、LWRP	推出 ARKit Remote, 允许使用 Unity 作为 ARKit 的内容创建平台, 并支持网络远程传输	添加对 Android OpenGL ES 3.2 的支持, iOS 播放器可进行输入系统预览, 支持 SketchUp 直接导入设置窗口
Unity LTS 2020	更新 Presets 预设功能, 可根据需求设置, 减少来回复制粘贴数据的次数	资产管道可以在状态栏中缓存服务器信息; 对 API 进行更新, 添加了安全模式, 当出现脚本编译错误时, 用户可以选择不导入资产。	添加 Build Report Inspector, 用户可实时查看打包的 build 数据	优化 SRP, 添加了在使用 SRP 时限制可见光量的选项	支持 ARKit、ARCore、Microsoft HoloLens、Windows Mixed Reality、Magic Leap、Oculus、PlayStation VR 等设备	支持 AR Foundation mesh, 用户通过 AR 与物理环境进行真实的交互
Unity LTS 2021	编辑器性能优化; 使用内置渲染管线 (Built-in Rendering Pipeline) 时, 可防止标准无光照粒子着色器在 CPU 上执行不必要的光照计算, 增加计算效率	优化 SRP, 用户现在可以使用 IL2CPP Build Setting, 生成代码可减少 50%, 使得 IL2CPP 构建时间更快, 可执行文件更小	新增 Import Activity 窗口, 可以显示在整个导入时间、导入资产的信息; 优化 Force Fast Compressor, 可减少导入资产时间。	HDRP 支持非定向阴影贴图, 可将动态阴影投射器渲染到每帧的各自阴影贴图中; 用户可以创建不同类型的逼真云, 可以导入纹理贴图	升级 Unity XR 插件, 引入 AR Foundation 和 XR 交互工具包, 提供 XR 渲染优化和开发人员工具, 绝大多数平台支持 XR 通用的功能渲染管线 (URP)	支持 ChromeOS 和搭载 Apple Silicon 的 macOS, 以及最新一代的 PlayStation 5 和 Xbox X 系列主机

资料来源: Unity 招股说明书, Unity 官网, 华安证券研究所

2 游戏引擎哪家强？

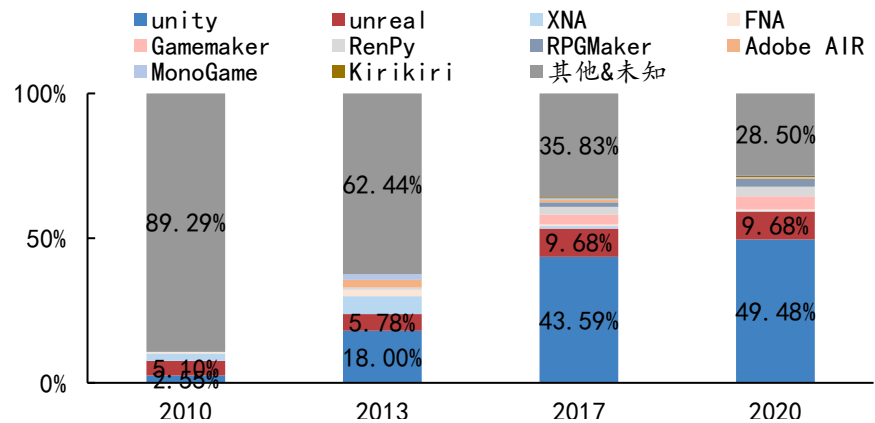
2.1 商业引擎：通用渗透、破圈移植

前文提到，游戏引擎的发明是为了简化游戏开发流程，降低游戏开发成本。基于此，游戏引擎的一大重要发展趋势是将专门服务于一款特定游戏的引擎产品发展为通用化、标准化的引擎平台，本质是类似于 SaaS 的软件产品。

目前，商业引擎公司通过自研或收购的方式，不断完善产品矩阵，一方面加强产品通用性、易用性、提供一站式跨平台增值服务，在游戏开发市场不断渗透；另一方面提高产品可移植性，在元宇宙广阔前景下向其他非游戏领域扩张进一步打开收入空间。

商业引擎竞争格局：Unreal 更贴近 PC/主机游戏开发者习惯，Unity 则占据更多移动游戏开发者用户心智。根据 medium 与竞核的数据，2021 年 Unity 引擎在全球引擎市场中占比最高，达到 49.7%，其次为 unreal 引擎，占比 9.68%，可见游戏引擎市场已形成双寡头形式。值得注意的是，由于 Unity 引擎乘上了移动游戏的东风，市占率从 2013 年开始迅速提升。

图表 27 2010-2020 年全球游戏引擎市场市占率



资料来源：medium，竞核，华安证券研究所

Unity 商业引擎：订阅制收费。Unity 商业引擎以主引擎为基础，为不同规模、不同行业的内容创建者（包括游戏开发者、艺术家、设计师、工程师和建筑师等）提供差异化产品和服务，使其可以用来创建交互式实时 2D 和 3D 内容，同时收取不同的订阅费用。年收入\$10 万以下的创作者或学生可以免费使用，年收入\$10 万至\$20 万的创作者必须选择 Unity Plus 或价格更高的工具，年收入\$20 万以上的创作者则必须选择 Unity Pro 或价格更高的工具。

图表 28 create solutions 细分产品介绍

类型	产品	目标用户	功能	价格 (per seat)
主引擎	Unity Enterprise	至少购买 20 个席位的大型团队	可提供定制解决方案，包括 Unity Pro、PiXYZ 数据优化插件、HMI 工具包和沉浸式设计协作工具包	\$4000/month per 20 seats
	Unity Pro	年收入高于\$200,000 的创作者	提供引擎访问及额外的服务（例如优先的客户支持、协作工具等）	\$1800/year
	Unity Plus	年收入高于\$100,000 的创作者	为中小型和独立客户提供分析和诊断工具及其他服务，包括额外的培训资源	\$399/year
	Unity	年收入小于\$100,000	年收入小于\$100,000 的创作者可以使用	Free

辅助引擎	Personal	的创作者		
	Unity Student	学生	为经过验证的学生提供的免费产品	Free
	Unity MARS	VR/AR 内容创作者	VR 和 AR 开发的专业级工作流程	\$600/year
	ArtEngine	艺术家	使用 AI 帮助创建超逼真的数字艺术作品, 消除了材料创作工作中涉及的细节负担 (例如将照片分辨率增强、去模糊、接缝去除、去扭曲和颜色匹配), 从而帮助艺术家专注于创意工作流程的增值部分	Review 普通版: \$228/year Pro 版: \$1140/year Studio 版: \$4000/year
	Unity Reflect	建筑工程师	创建者能够将建筑建模或 BIM 数据无缝传输到 Unity 中, 以创建跨多个平台的实时 3D 体验	普通版: \$690/year Collaborate 版: \$249/year Develop 版: \$690/year
Unity Forma	汽车/零售业工程师	为创作者提供具有 Unity 实时 3D 交互性和渲染能力的高保真产品配置工具包。创作者可以为汽车、零售等行业的快速创建具有视觉吸引力的数字营销体验	\$4,980/year	

资料来源: Unity 招股说明书, Unity 官网, 华安证券研究所

Unreal 商业引擎: 分成制收费。用户可以免费使用 Unreal 主引擎进行个人学习、内部程序或商业项目的开发、分发非营利性产品, 只有在使用 Unreal 引擎的过程中营业收入超过 100 万美元, 客户才需要对超出 100 万美元的营收部分支付 5% 的分成费用。Unreal 引擎同样对不同需求的客户提供差异化服务, 并收取不同费用, 目前已经广泛运用于动画、建筑、影视等行业。除此之外, Unreal 引擎还提供开发与创作者平台, 鼓励用户共同创作。

图表 29 Unreal Engine 细分产品介绍

类型	产品	目标用户	功能	价格 (per seat)
主引擎	Unreal Engine	任何使用实时技术工作的用户	设计可视化和电影式体验, 制作 PC、主机、移动设备、VR 和 AR 平台上的高品质游戏	营收低于 100 万美元可免费使用; 营收超过 100 万美元的, 超出部分收取 5% 的分成
辅助引擎	MetaHuman	任何使用实时技术工作的用户	可在线创造逼真的人类角色模型。包含 MetaHuman Creator 和 MetaHuman 虚幻引擎插件。	免费
	Twinmotion	建筑、城市规划和景观设计、消费品设计、交通等领域创作者	Unreal 引擎驱动的实时可视化工具, 可在几分钟内制作高质量图像、全景图和规格图或 360° VR 视频。支持所有主流 CAD、BIM 和建模应用	非商用版: 免费 商用版: \$499/year
	Quixel-Bridge	任何使用实时技术工作的用户	包含世界最大的影视级 3A 资产库 Megascans, 其中的资产全部基于真实世界的扫描数据。	营收低于 100 万美元可免费使用; 营收超过 100 万美元的, 超出部分收取 5% 的分成

资料来源: Unreal 官网, 华安证券研究所

除了 Unity 和 unreal 引擎, 在 2D 游戏领域还有一个重要的玩家——Cocos 引擎。2021 年, Cocos 引擎在中国移动游戏市场份额占比约 40%, 全球移动游戏市场份额占比约 30%, 是国产化科技创新的坚实力量。

可以说, Unity 引擎、unreal 引擎和 Cocos 引擎各有千秋, 拥有着差异化的目标用户市场, 分别在 3D 移动游戏、PC/主机游戏和中小型 2D 移动游戏中扮演着重要的角色。因此, 我们将这三款主流引擎进行详细对比。

图表 30 Unity 引擎 VS Unreal 引擎 VS Cocos 引擎

对比维度	Unity	Unreal	Cocos
起源	Unity 引擎最早是开发 MAC 端游戏的引擎, 2007 年 iPhone 推出后, 迅速支持 IOS 系统, 从而奠定了其在移动游戏领域	Unreal 引擎最早是 1998 年 Epic 开发《Unreal》时使用的引擎, 后来将其授权商业使用。由于高性能和图形保真度, 其逐渐成为开发	Cocos 引擎最早是为了解决国产手机操作系统联通沃 Phone 上没有游戏的问题, 后来由于其解决了跨平台开发游戏的问题, 在 2D 游戏领

	的龙头地位	PC/主机游戏的通用引擎	域迅速发展起来
价格	分层订阅制	UE5 创作游戏免费，但如果游戏发行并且总营收达到\$100 万美元，就需要支付 5%的分成费给 unreal	免费
定位	让游戏开发更易于上手，并向更广泛的受众开放	专注于高性能和图形保真度的 3A 游戏引擎	追求开发快、性能快、发布快
核心市场	3D 移动游戏	PC/主机游戏	中小型 2D 移动游戏
渲染效果	Unity 在 2019 年推出高画质渲染管线 HDRP 后，与 unreal 引擎在渲染效果方面的差距迅速缩小	Unreal 引擎在图形渲染方面十分出色，UE5 新增 Lumen 全局光照和反射功能以及 Nanite 虚拟几何体，更是大幅提升了画面表现	2021 年推出的 Cocos Creator 3.1 包含华为海思 GPU 团队贡献的延迟渲染管线以及 PhysX 物理后端的支持，使其渲染技术有了较大提升
社区	社区内有大量的书籍、教程和其他资源等。社区资源丰富度：Unity>Unreal>Cocos		
商城	商城有大量免费或付费资源，包括模型、环境、插件、音频等。商城资源丰富度：Unity>Unreal>Cocos		
易用性	使用 C#语言，更易于上手	使用 C++语言，门槛较高	使用 TypeScript 和 JavaScript 语言，使用门槛较低
源码开放性	几乎封闭源码，较难创造自定义内容	开源，可以直接修改底层，可以实现更多的自定义内容	开源，可以直接修改底层
支持平台数	25+	10+	<10

资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理

图表 31 Unity Editor vs Unreal Editor 界面对比



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

2.2 自研引擎：沉淀积累，专注对内

以 Unity、unreal 为代表的商业引擎具备较强的灵活性、便捷易用、兼容性高，被大多数游戏公司，特别是中小型游戏公司广泛应用。

此外，在当前市场上自研引擎也同样活跃。一部分游戏公司在早期成长阶段为了开发特定游戏，依靠自身资源和需求，有针对性地研发引擎并持续迭代，部分自研引擎甚至可以用于同公司其他游戏产品；另一部分大型游戏公司为了开发 3A 游戏等高质量产品，也会选择自己研发引擎以满足庞大的开发需求。

图表 32 国内外游戏大厂自研引擎及相关游戏产品梳理

公司	引擎	版本迭代	使用自研引擎创作的游戏
腾讯	Quicksilver Quicksilver X	2016 年至今： Quicksilver/Quicksilver X	天涯明月刀 OL、天涯明月刀手游、无限法则
育碧	Ubisoft Anvil	2007 年至 2010 年：Anvil 2011 年至 2013 年：AnvilNext 2014 年至 2019 年：AnvilNext2 2020 年至今：Ubisoft Anvil	刺客信条系列、幽灵行动系列、彩虹六号系列、极限巅峰系列、极限国度系列

	Snowdrop	2014 年至今: Snowdrop	汤姆克兰西: 全境封锁系列、工人物语、南方公园: 完整破碎、马力欧 + 疯狂兔子: 王国之战、星链: 决战阿特拉斯
暴雪	IW Engine	2005 年至 2006 年: IW 2.0 2007 年至 2008 年: IW 3.0 2009 年至 2010 年: IW 4.0 2011 年至 2012 年: IW 5.0 2013 年至 2015 年: IW 6.0 2016 年至 2018 年: IW 7.0 2018 年至今: IW 8.0	使命召唤系列
网易	NeoX	2010 年至今	梦幻西游、大话西游系列、乱斗西游系列、率土之滨、第五人格、神都夜行录、大唐无双、哈利波特: 魔法觉醒、重装上阵、镇魔曲系列、量子特攻、乱斗西游、功夫熊猫 3、阴阳师、大航海之路、终结者 2: 审判日
	Messiah	2016 年至今	天下手游、楚留香/一梦江湖、荒野行动、明日之后、暗黑破坏神: 不朽、绿荫信仰、王牌竞速
Rockstar	Euphoria	2006 年至今	侠盗猎车手 4、荒野大镖客: 救赎
	RAGE	2006 年至今	实况桌球、午夜俱乐部: 洛杉矶、侠盗猎车手系列、荒野大镖客系列、马克思·佩恩 3
EA	Frostbite	2008 年至 2010 年: Frostbite 1.0 2011 年至 2012 年: Frostbite 2.0 2013 年至今: Frostbite 3.0	战地系列、荣誉勋章系列、极品飞车系列、命令与征服、龙腾世纪: 审判、质量效应: 仙女座、镜之边缘: 催化剂、植物大战僵尸系列、罗里·麦克罗伊 PGA 巡回赛、暗影国度、星球大战系列

资料来源: 各公司官网, 维基百科, 华安证券研究所整理

2.3 商业引擎 vs 自研引擎: 通用性与最优性的权衡

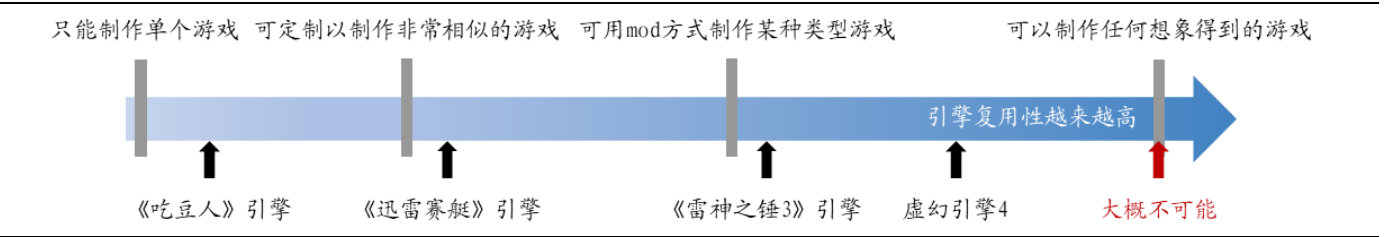
在游戏开发领域, 商业引擎和自研引擎是长期共存的和谐生态, 商业引擎由于有较好的开源氛围和通用性, 在游戏开发的实践中也仍会被具有自研引擎的游戏公司所使用。

1. 为何在有商业引擎的情况下游戏大厂仍然要自研引擎?

1) 自研引擎能够构成自身护城河, 避免被第三方技术垄断, 并能更好地服务于公司内部游戏产品: 游戏是多元化的, 不同类型的游戏创作有不同的引擎需求, 目前市场上平台化的商业引擎还未有能制作任何可想象游戏的软件产品出现, 即使是通用性程度较高的商业引擎在一定程度上也存在最适合制作的游戏类型与最不适合制作的游戏类型。例如一个为展现紧凑室内环境而设计的渲染引擎可能就不能很好地渲染广阔地室外环境, 室内引擎可能需要使用二元空间分割树或入口系统, 不会渲染被墙体遮挡的几何图形, 而室外引擎则可能使用较不精确的遮挡剔除技术。

在商业引擎和自研引擎之间进行选择, 其实也是在通用性和最优性、大而全和小而精之间的一种权衡。由于自研引擎主要针对研发定制化游戏的需求出现, 因此可能在图形、渲染、物理某一特定方面功能强大。比如基于 Messiah 引擎研发的《天下》手游既保证了高精度的场景表现, 同时运用多线程处理保证手游运行速度。又比如, Rockstar 公司研发的 RAGE 引擎, 具有逼真的物理模拟系统, 擅长处理大世界场景下的天气特效, 比如 GTA 和荒野大镖客。而商业引擎则更多集中于基础功能的深入研发, 主要目标是拓宽使用者来源, 增大平台覆盖范围, 再从中收取费用。

图表 33 游戏引擎复用性连续图谱



资料来源：《游戏引擎架构》，华安证券研究所整理

2) 对于大型游戏公司而言，长期来看，自研引擎的成本可能更低：如果一家公司想要开发高品质、高特异性的游戏，选择平台化的通用引擎，可能意味着需要在对通用引擎参透的基础上进一步修改以适应游戏开发需求，无论是 Unity 的订阅制还是 unreal 的分成制，再加上游戏开发后的一站式支持维护等增值服务费用，都可能成为一笔巨大的开支。相应的学习成本、总成本花费可能不如从 0 开始自研引擎，以达到更高的针对性，自定义程度也更高，满足自身游戏产品需求。

2. 自研引擎是否会对商业引擎公司的发展造成影响？

自研引擎与商业引擎之间存在良性促进关系，将长期共存。

首先，大量的用户反馈、长时间的经验积累、多版本的产品迭代，使得商业引擎在基础功能易用性与平台兼容性上具有先发优势，从而可以为自研引擎不具备或不完善的功能进行补充。

商业引擎作为独立的第三方工具提供者，不直接与游戏厂商进行竞争。目前有自研引擎的游戏大厂仍然使用商业引擎，因为商业引擎的使用能够为自研引擎的不具备或不完善的功能进行补充，从而让自研引擎团队将精力集中于研发某些特定功能，打造差异化游戏。

例如，Unity 引擎通过 timeline 与 Shader Graph，可实现着色器可视化编程，用户发出指令后，软件会实时演算并呈现图像效果；而网易的 Messiah 引擎暂时还未实现在编辑器里直接使用角色进行游戏测试，交互性不如 Unity。

进一步，针对 XR、云游戏等前沿领域，Unity 自 2017 年起便实现 VR 游戏兼容，并在 2019 年推出轻量级渲染管道 LWRP，可以支持 AR 和 VR 使用。与之相较，自研引擎在云游戏、XR 领域的应用仍处于研发阶段。

其次，通用、易用的商业引擎是中小型游戏厂商乃至元宇宙时代下 UGC 内容重要的创作工具。短期来看，中小型游戏厂商仍将继续依赖商业引擎，这些游戏厂商没有过多的人力和成本去打造自研引擎，绝大多数都是使用商业引擎实现游戏创作和跨平台发布。长期来看，在元宇宙时代，将爆发大量的 UGC 内容，而这些内容的生产工具均为商业引擎，相信随着商业引擎使用门槛的降低、易用程度的提高，商业引擎未来有望成为类似于 Roblox 创作工具或如今视频剪辑工具的角色，被更多的创作者使用。

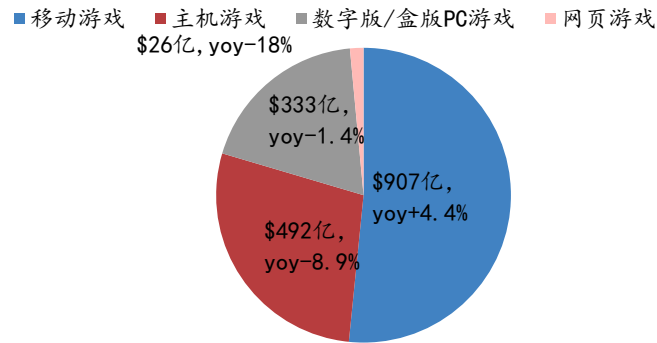
3 游戏引擎市场空间拆解

3.1 全球游戏市场空间预测

全球游戏市场空间稳步增长，为游戏引擎短期增长提供驱动力。Newzoo 2021 年 6 月的数据显示，在疫情推动下，2021 年全球游戏用户规模达 29.6 亿，同比增加 5.3%，2021 年全球游戏市场收入略微下滑，达 \$1758 亿，同比微降 1.1%。游戏市场收入下降主要是由主机游戏收入下降导致的。2021 年主机游戏收入为 \$492 亿，同比下降 8.9%，这主要是疫情给主机游戏供给侧带来的负面影响导致的。一来多款主机游戏受疫情影响被延迟发布，二来疫情反复导致全球诸多供应链停工停产，芯片短缺却愈发严重，从而导致次世代主机供应受到冲击。

相比于主机游戏，虽然移动游戏的供给侧也受到疫情影响，但是由于团队规模小于主机游戏，再加上玩家对硬件设备的需求并没有主机游戏那么强烈，以及疫情对需求侧产生了较大的推动，2021 年移动游戏（包括手机游戏、平板游戏）收入达到 \$907 亿，同比增长 4.4%。

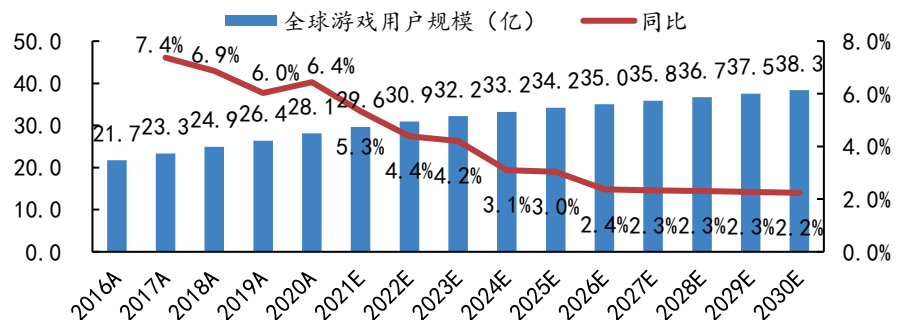
图表 34 2021 年全球细分游戏收入及增速



资料来源：Newzoo，华安证券研究所

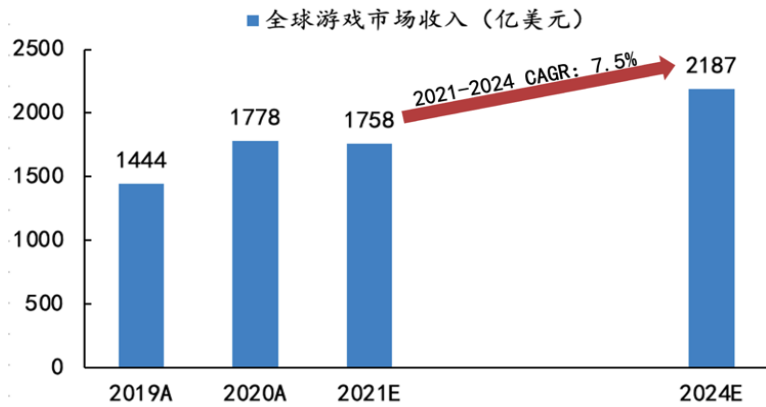
预计 2024 年全球游戏市场收入将达 \$2187 亿，复合年均增长率达 7.5%。相信随着疫情逐渐被控制，用户的游戏需求会逐回归正常，游戏用户规模的增速会不断放缓，预计到 2025 年全球将有 34.2 亿游戏用户，到 2030 年全球将有 38.3 亿游戏用户；而游戏市场的供应端也将不断被修复，有更多的游戏发行、有更充足的次世代游戏机供给，从而使供需匹配，推进全球游戏市场收入稳步上升，未来三年将以 7.5% 的复合年均增长率继续增长，到 2024 年全球游戏市场收入将达到 \$2187 亿。

图表 35 2016-2030 年全球游戏用户规模及同比



资料来源：Newzoo，华安证券研究所测算

图表 36 2019-2024 年全球游戏市场收入



资料来源: Newzoo, 华安证券研究所测算

图表 37 2016-2040 年全球游戏用户规模测算

单位: (亿)	2016A	2017A	2018A	2019A	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球人口数	74.3	75.2	76.0	76.8	77.6	78.4	79.2	79.9	80.7	81.4	82.2	83.0	83.7	84.5	85.2
游戏渗透率	29.2%	31.0%	32.8%	34.4%	36.2%	37.8%	39.0%	40.3%	41.1%	42.0%	42.6%	43.2%	43.8%	44.4%	45.0%
全球游戏用户规模	21.7	23.3	24.9	26.4	28.1	29.6	30.9	32.2	33.2	34.2	35.0	35.8	36.7	37.5	38.3
	2016-2020				2020-2025				2025-2030						
CAGR of 游戏渗透率	5.5%				3.0%				1.4%						

资料来源: 世界银行数据库, Newzoo, 华安证券研究所测算

图表 38 2016-2040 年全球重点国家游戏渗透率假设

	中国		美国		欧盟		其他国家		全球	
	游戏用户 (百万)	游戏渗透率	游戏用户 (百万)	游戏渗透率	游戏用户 (百万)	游戏渗透率	游戏用户 (百万)	游戏渗透率	游戏用户 (百万)	游戏渗透率
2016A	566	40.8%	186	57.5%	218	49.0%	1,200	22.7%	2,170	29.2%
2017A	583	41.8%	189	58.3%	225	50.3%	1,333	24.9%	2,330	31.0%
2018A	626	44.6%	189	57.7%	233	52.1%	1,443	26.6%	2,490	32.8%
2019A	640	45.5%	188	57.3%	244	54.5%	1,568	28.5%	2,640	34.4%
2020A	665	47.1%	202	61.3%	279	62.3%	1,664	29.9%	2,810	36.2%
2021E	666	47.1%	203	61.5%	280	62.5%	1,811	32.1%	2,960	37.8%
2022E	673	47.6%	205	61.8%	280	62.7%	1,932	33.7%	3,090	39.0%
2023E	679	48.1%	206	62.0%	281	63.0%	2,053	35.4%	3,220	40.3%
2024E	686	48.5%	207	62.3%	282	63.2%	2,145	36.5%	3,320	41.1%
2025E	693	49.0%	209	62.5%	283	63.5%	2,236	37.6%	3,421	42.0%
2026E	700	49.5%	210	62.7%	286	64.3%	2,306	38.3%	3,502	42.6%
2027E	707	50.0%	211	62.9%	287	64.6%	2,379	39.0%	3,584	43.2%
2028E	714	50.5%	212	63.1%	288	64.9%	2,452	39.7%	3,666	43.8%
2029E	721	51.0%	214	63.3%	289	65.2%	2,526	40.4%	3,750	44.4%
2030E	728	51.5%	215	63.5%	286	64.5%	2,605	41.2%	3,834	45.0%

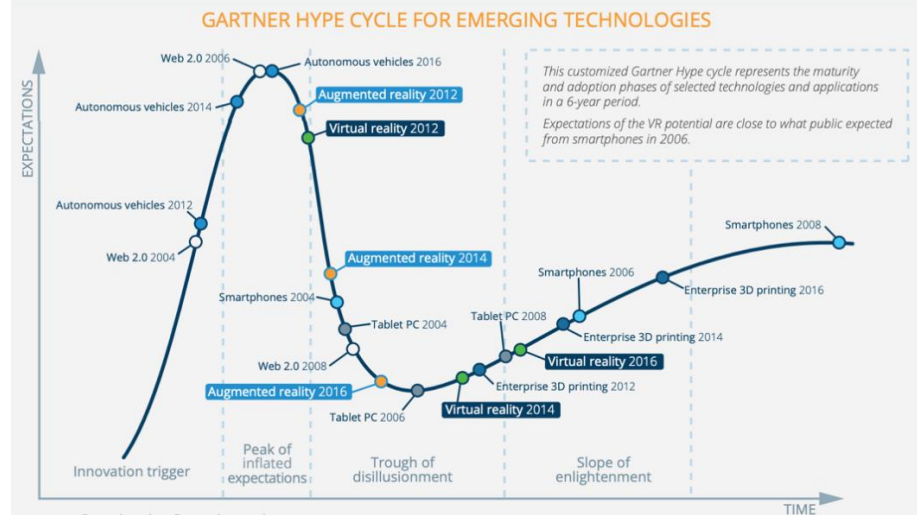
资料来源: 世界银行数据库, Newzoo, 华安证券研究所测算

3.2 全球 VR 头显出货量预测

VR 头显承载巨大增长潜力，为游戏引擎长期增长提供驱动力。未来 3-5 年，元宇宙是最能承载增长想象力的赛道。简单概括而言，元宇宙是在 XR 智能终端上的下一代互联网，因此 XR 智能终端就是通往元宇宙的“宇宙飞船”，可以说元宇宙的发展一定离不开 XR 智能终端的大范围普及。

XR 智能终端包括 VR、AR、MR，目前相对技术比较成熟的是 VR。我们认为，未来 VR 头显在 C 端的应用包括 VR 游戏、VR 社交（包括虚拟形象、远程会议等功能）、VR 影视等，VR 头显在 B 端的应用包括 VR 医疗和 VR 工业。

图表 39 VR 技术成熟曲线

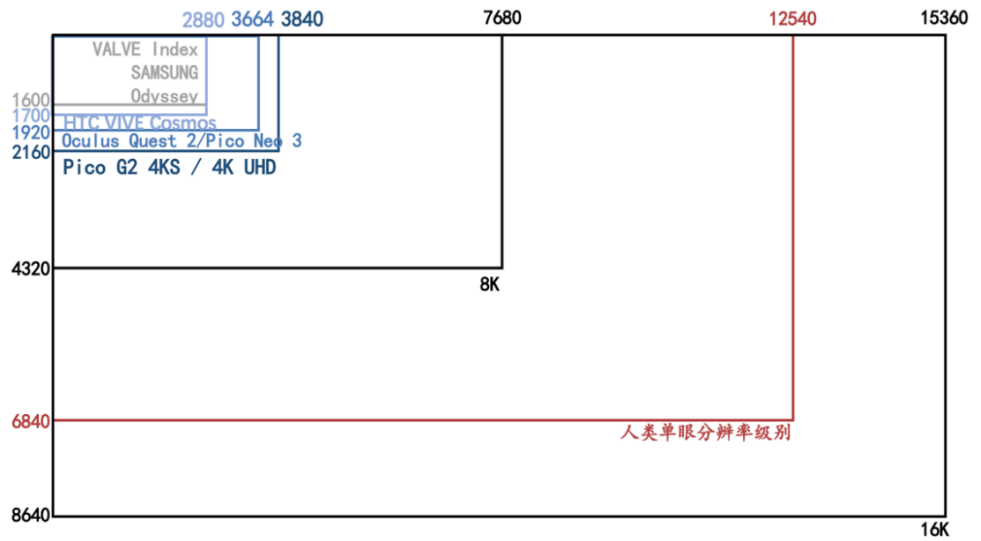


资料来源：Ecorys，华安证券研究所

目前 VR 头显面临的首要技术问题“纱窗效应”，即屏幕分辨率不足，人眼会直接看到显示屏上的像素点，视觉效果就像隔着纱窗看东西一样。如果在低分辨率下追求实时渲染，就会导致高对比度边缘出现分离式闪烁现象，从而出现“纱窗效应”，而实时渲染又是高沉浸感、高真实度必须满足的一点，因此 VR 头显的分辨率不足是横亘在 VR 游戏乃至元宇宙发展道路上的一块巨石。

要想解决“纱窗效应”，需要将 VR 头显的分辨率提升至人类单眼分辨率级别，即 12540x6840 像素，介于 8K (7680x4320) 和 16K (15360x8640) 分辨率之间，也就是说，要想“纱窗效应”得到明显缓解，至少分辨率要达到 8K，而目前主流的消费级 VR 头显的分辨率最高才达到 4K (3840x2160)。同时，为了防止近眼显示出现眩晕现象，120Hz 以上的高刷新率也是必要条件，而目前市场上主流的消费级 VR 头显的刷新率均小于 90Hz。高分辨率和高刷新率就意味着更强的算力、更重的重量和更低的移动性，如何在更轻的设备上实现更高的高分辨率和刷新率正是 VR 领域不断追求的目标。

图表 40 当前主流消费级 VR 头显分辨率



资料来源：毕马威分析，华安证券研究所整理

在 2022 年年初的 CES 2022 上，捷克 VR 头显制造商 vrgineers 发布了最新的 XTAL 3 系列 VR 头显和 MR 头显，二者分辨率均为 8K，均配备眼动追踪功能，并具有 IPD 自动调节功能。不过 XTAL 系列是飞行员专用头显，价格最低\$8900。

松下子公司 Shiftfall 在 CES 2022 期间展示的超轻量 VR 头显 MeganeX 双目分辨率为 5.2K，刷新率为 120Hz，且重量仅有 250g，定价为\$900 以下，将于 2022 年春季面世。

图表 41 CES 2022 vrgineers 发布的 XTAL 3 VR 头显



资料来源：vrgineers 官网，华安证券研究所

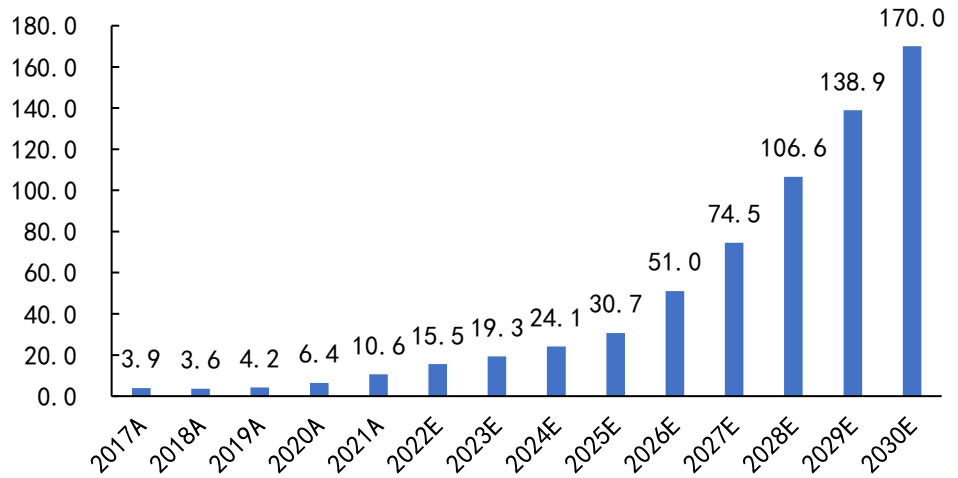
图表 42 CES 2022 Shiftfall 展示的 VR 头显 MeganeX



资料来源：Shiftfall 官网，华安证券研究所

预计 2025 年 VR 出货量出现拐点，2030 年 VR 头显出货量达 1.7 亿台。IDC 数据显示，2020 年全球 VR 头显出货量为 600+万台。由于目前已经有少数军用产品在技术上实现分辨率和刷新率的要求，因此推测 2025 年左右，消费级 VR 头显的分辨率至少达到 8K，刷新率达到 120Hz，使得 VR 头显在 C 端用户和 B 端用户的渗透率显著提升。基于此，预计 2025 年-2030 年的年复合增长率将高于 2020-2025 年的年复合增长率，2030 年 VR 头显出货量有望达到 1.7 亿台。

图表 43 2025-2040 年全球 VR 出货量（百万台）



资料来源：Newzoo，华安证券研究所测算

3.3 全球 3D 游戏引擎订阅用户规模预测

3D 游戏引擎短期仍受益于游戏市场的稳健增长，长期将受益于非游戏领域对 VR 头显的应用。过去推动游戏引擎行业增长的驱动因素主要为游戏领域的不断发展，手游的出现更是激发了中小型游戏厂商对引擎的需求。随着游戏用户规模的不断增长，未来游戏开发者也将有所增长，从而为游戏引擎的市场规模打下坚实的基本盘。

图表 44 全球使用游戏引擎的游戏领域用户规模预测

	全球游戏领域的引擎用户数	大型游戏团队中的游戏引擎用户数	中大型游戏团队中的游戏引擎用户数	中小型游戏团队中的游戏引擎用户数	小型游戏团队中的游戏引擎用户数
2019A	137,749	10,260	57,960	32,760	36,769
2020A	154,628	10,530	62,208	37,718	44,172
2021A	179,393	11,346	67,944	43,290	56,813
2022E	204,052	12,090	72,720	50,445	68,797
2023E	220,063	12,741	76,260	54,405	76,657
2024E	230,886	13,490	78,435	57,120	81,841
2025E	236,162	13,632	79,929	58,080	84,521
2026E	241,333	13,632	81,373	59,040	87,288
2027E	246,165	13,632	82,817	60,000	89,715
2028E	250,961	13,632	84,262	60,800	92,267
2029E	255,480	14,058	85,407	61,344	94,671
2030E	260,160	14,058	86,901	62,304	96,897

资料来源：华安证券研究所测算

预计 2025 年全球非游戏领域的游戏引擎订阅用户数达 75.6 万，复合年均增长率达 46.5%。随着 VR 头显的普及，将有大量的 C 端或 B 端 VR 内容被创造出来，无论是面向消费者的 VR 游戏、VR 影视，还是面向企业用户的数字孪生、设计工业原型等方面的应用，都需要 3D 游戏引擎的参与。因此，长期来看，非游戏领域开发者对 VR 头显的应用将激发其对游戏引擎的需求，有望为引擎行业带来第二增长曲线。

Unity 招股说明书显示，根据 Cambashi 2019 年 4 月的数据，全球有 3700 万工程师和技术人员。但此时游戏引擎乃至 VR/AR 对非游戏领域的渗透率较小，根据我

们的粗略估计，2019 年全球仅有 6.8 万工程师使用游戏引擎，游戏引擎对全球工程师的渗透率仅为 0.18%。不过随着分辨率、刷新率、算法等不断的优化，相信非游戏领域的游戏引擎用户数会显著增加。前面提到，我们认为游戏引擎的本质是一种软件服务，同样作为一种软件服务，BIM 首次出现于 2002 年 Autodesk 发布的白皮书里，2012 年美国的 BIM 普及率便已达到 71%，2020 年全球 BIM 普及率约为 50%。对标 BIM 的发展，游戏引擎经过 20 年的发展，对非游戏领域开发者的渗透率在 2040 年有望达 50%，在 2030 年有望达 10%，在 2025 年有望达 1.6%。基于此假设，预计 2025 年全球非游戏领域的游戏引擎用户数将达 75.6 万，复合年均增长率达 46.5%。

图表 45 全球使用游戏引擎的非游戏领域用户规模预测

	全球人口数 (百万)	工程师占比	全球工程师数量 (百万)	游戏引擎对工程师的渗透率	全球使用游戏引擎的工程师数量 (百万)
2019A	7,683	0.48%	37.0	0.18%	0.07
2020A	7,762	0.50%	38.6	0.29%	0.11
2021A	7,840	0.51%	40.2	0.42%	0.17
2022E	7,917	0.53%	41.8	0.61%	0.25
2023E	7,993	0.55%	43.6	0.85%	0.37
2024E	8,069	0.56%	45.4	1.17%	0.53
2025E	8,145	0.58%	47.2	1.60%	0.76
2026E	8,220	0.59%	48.6	2.30%	1.12
2027E	8,296	0.60%	50.0	3.42%	1.71
2028E	8,371	0.62%	51.5	5.00%	2.58
2029E	8,445	0.63%	53.0	7.20%	3.82
2030E	8,519	0.64%	54.5	10.00%	5.45

资料来源：Unity 招股书，中国教育统计年鉴，华安证券研究所测算

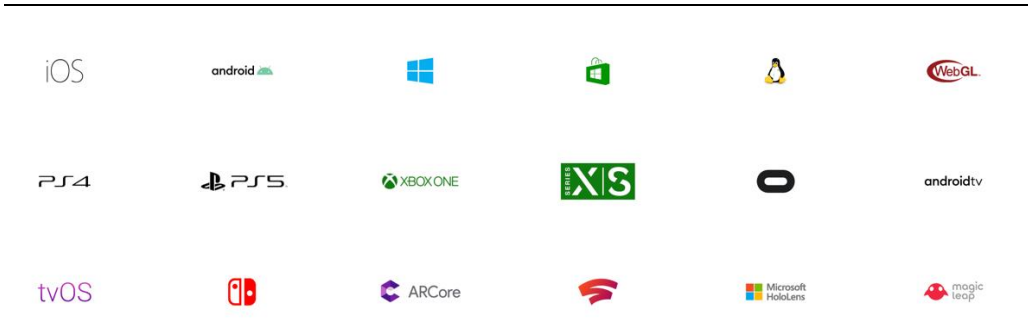
非游戏领域的 3D 实时内容创作工具为兵家必争之地，后续发展值得长期跟踪关注。总结来说，VR 技术的成熟将催生繁荣的 VR 内容，从而促进 VR 内容创作工具——3D 游戏引擎的发展。由于 3D 游戏引擎在非游戏领域蕴含巨大的市场空间，各家引擎都在积极抢滩非游戏领域，包括 Unreal 引擎、英伟达的 Omniverse 引擎；同时，进入非游戏领域还可能面临来自已有工业软件的竞争，比如 Unity Reflect 可以使创建者将建筑建模或 BIM 数据传输到 Unity 中，从而创建跨平台的实时 3D 体验，但是未来并不排除建筑建模软件本身就可以设计实时 3D 内容并跨平台发布。因此，实时 3D 引擎的技术发展及主要玩家值得长期跟踪关注。

4 游戏引擎行业头部玩家分析——Unity 引擎

4.1 Unity 简介：深耕交互式实时 3D 内容创作领域，打造兼容易用的一站式创作工具

Unity 致力于为交互式实时 3D 内容提供创作和运营工具，内容创建者（包括开发人员、艺术家、设计师、工程师和建筑师）可以使用 Unity 的创作工具来创建交互式实时 2D 和 3D 内容，并且仅构建一次就能部署到 25+ 个平台（包括 Windows、Mac、iOS、Android、PlayStation、Xbox、Nintendo Switch、VR、AR 等）；运营工具则可以帮助创作者运营其内容并将其货币化。由于其本身并不生产游戏，而是提供工具的独立第三方平台，因此，Unity 的本质是一家类似于 Autodesk 或 Adobe 的软件公司。

图表 46 Unity 可仅构建一次就部署到多个平台



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所整理

其中，交互式指的是允许最终用户与内容彼此联系，比如面对用户的不同行为，内容会产生不同的反馈，从而给最终用户带来高沉浸感和高真实感的体验。

实时性则有两层含义，对于最终用户来说，实时性指的是内容对最终用户行为的反馈是即时的；对于创作者来说，实时性指的是团队内的创作者们可以相互协作、同时编辑内容。

管理层退居二线，专业经理人管理公司。2004 年 David Helgason、Joachim Ante 和 Nicholas Francis 创立 Unity 的前身 Over the Edge Entertainment。度过快速发展阶段后，创始人们意识到专业管理者的重要性，逐步将管理职能释放。2013 年，时任 CCO 的 Nicholas Francis 宣布离开 Unity，拟进行游戏开发创业；2014 年，David Helgason 卸去 CEO 一职，由 EA 前 CEO John Riccitiello 担任，自己则继续留在公司，担任董事会成员进行战略咨询并参与决策；Joachim Ante 则担任 CTO，专注于技术研发，于 2020 年底离开 Unity。

管理层累计减持 12% 左右。2020 年年底持股 TOP3 的管理层在 2021 年均进行售出，其中，创始人 David Helgason 在 2021 年售出 2036.29 万股。

图表 47 2020-2021 年 Unity 管理层持股情况

持股人姓名	职务	2021. 12. 31		2020. 12. 31	
		持股数量(万股)	持股比例(%)	持股数量(万股)	持股比例(%)
David Helgason	董事	915.16	3.13	2,951.45	10.79
John Riccitiello	总裁、CEO、董事、执行主席	836.49	2.86	856.38	3.13
Roelof Botha	审计委员会委员、独立董事	144.23	0.49	1,399.38	5.12
Clive Downie	部门总经理, 高级副总裁	77.16	0.26	—	—
Ingrid Lestiyo	部门总经理, 高级副总裁	49.29	0.17	34.03	0.12
Ralph Hauwert	高级副总裁	30.19	0.10	21.86	0.08
Barry Schuler	独立董事	29.76	0.10	1.49	0.01
Egon Durban	独立董事	12.95	0.04	4.56	0.02
Alyssa Henry	独立董事	12.36	0.04	2.37	0.01
Marc Whitten	部门总经理, 高级副总裁	7.76	0.03	—	—
Luis Felipe Visoso	CFO, 高级副总裁	7.50	0.03	—	—
Kimberly Jabal	CFO, 高级副总裁	3.92	0.01	—	—
Robynne Sisco	独立董事	3.79	0.01	1.62	0.01

注：按照 2021 年持股比例进行排序

资料来源：WIND，华安证券研究所

4.2 Unity 发展历史：乘移动游戏东风起航，积极收购扩展服务场景

2004-2007 年：从游戏到工具，Unity 引擎初试水。2004 年，一家名为 Over the Edge Entertainment 的公司于丹麦成立，在 Mac 上开发了一款名为 GooBall 的游戏；2005 年，团队认识到他们使用的工具存在巨大价值，于是开始转向做游戏引擎，从而诞生 Unity 1.0，初版本仅支持 Mac 系统上的游戏开发，不过 2007 年便发布了 Unity 2.0，支持 Windows 系统上的游戏开发，并将公司更名为 Unity Technologies。

2008-2013 年：抢先布局移动游戏市场，Unity 引擎异军突起。2007 年，苹果发布第一代 iPhone，2008 年，Unity 引擎便支持 iOS，发布 Unity iPhone，在很长的一段时间内，Unity 都是唯一可以开发 iOS 游戏的工具，从而在市场占据了一席之地；2010 年，发布 Unity 3.0，支持 Android 系统，此时 Unity 已经有超过 20 万注册开发者；2011 年，开始支持 PS3 和 Xbox360，此时基本完成全平台构建；2013 年发布 Unity 4.3，实现 2D 游戏的创作，此时主引擎基本搭建完成。

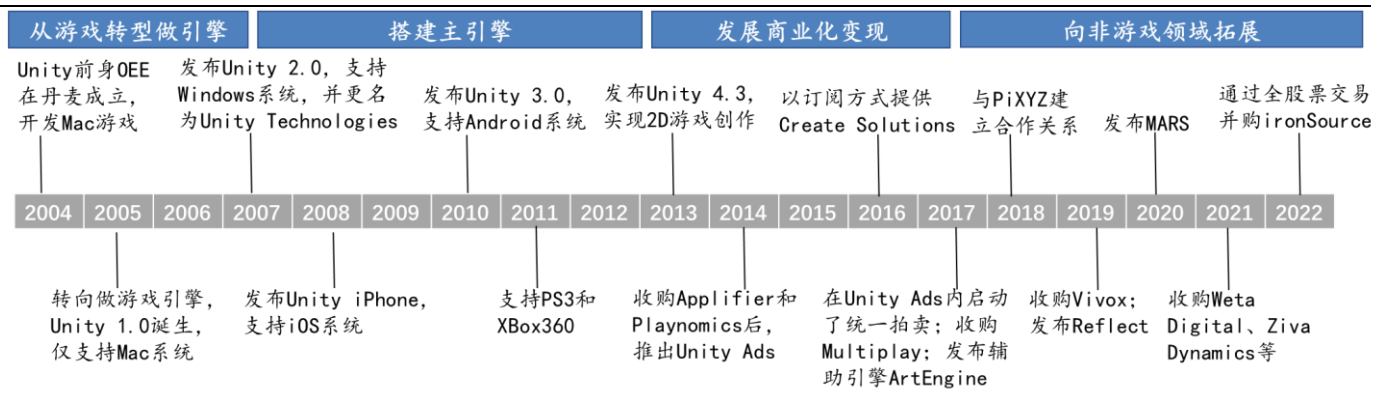
2014-2017 年：大力发展商业化变现，运营工具基本搭建完成。2014 年，Unity 收购游戏视频服务制造商 Applifier 和游戏分析公司 Playnomics 之后，推出 Unity Ads，这是 operate solution 中货币化产品的基础，也是当今 Unity 收入的主要组成部分；2016 年，开始以订阅方式提供 Create Solutions（包括游戏引擎在内的一系列创作工具）；2017 年，在 Unity Ads 内启动了统一拍卖，并收购 Multiplay，为后来的 gaming services（尤其是云服务）打下基础。

2017-2021 年：自研+收购推出各类辅助引擎，目标用户向非游戏领域拓展。2017 年，Unity 面向艺术家和设计师推出创作工具 ArtEngine；2018 年，与 PiXYZ 建立合作关系，使工业和汽车设计师能够快速导入和优化大型 CAD、网格和点云模型，并能在 Unity 中进行实时可视化；2019 年，收购 Vivox，使最终用户能够跨平台实时交流，并发布了 Reflect，使建筑、工程和施工领域的创建者能够将建筑信息建模或 BIM 数据从 Autodesk Revit 等应用导入 Unity；2020 年，发布 MARS，使创作者能开发 VR 和 AR 内容；2021 年，收购了研究和开发视觉效果工具的 Weta

Digital、为电影、游戏、VR/AR 设计角色的 Ziva Dynamics、构建和优化 CAD 数据的 Metaverse Technologies Limited 等。

2022 年：Unity 通过全股票交易并购 ironSource，提高创作者的变现能力。2022 年 7 月，Unity 和 ironSource 达成合并协议，ironSource 将通过全股票交易并入 Unity，成为其全资子公司，合并完成后，Unity 将拥有约 73.5% 的合并后公司的股份，而现有的 ironSource 股东将占有约 26.5% 的股份。交易完成后，新公司将为开发者提供更广泛的产品和服务，包括 Unity 引擎、编辑器、Unity Ads，以及 IronSource 的广告聚合平台和超休闲手游发行业务 (Supersonic)。Unity 首席财务官表示，“我们期望与 ironSource 的商业合并能让 Unity 转变成更能盈利、现金流更充足的公司，我们期待新公司能在第三年产生 3 亿美元的年度 EBITDA 总营收。”

图表 48 Unity 发展历史



资料来源：Unity 招股说明书，华安证券研究所整理

截止到 2021 年，Unity 官网显示，全球所有的移动设备、PC 和控制台上的游戏是使用 Unity 制作的，其中，TOP 1000 的手机游戏中使用 Unity 制作的比例高达 72%。这些数据无不显示着 Unity 在游戏引擎领域的龙头地位。

图表 49 2021 年 Unity 相关运营数据表现



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

回顾 Unity 的发展史，发现其关键成功要素主要包括以下几点：

眼光精准，抢占每一波风口。2007 年，苹果发布第一代 iPhone，2008 年，Unity 引擎便迅速支持 iOS，并且在很长的一段时间内，Unity 都是唯一可以开发 iOS 游戏的工具，此时 Unity 的精准眼光为其带来第一个用户规模拐点。之后，Unity 抓牢每一个可抓住的机遇，跟随时代的脚步，陆续支持了各类平台，在 2011 年基本完成全平台构建，发展到今天 Unity 已经支持 25 个平台。从 PC 到移动再到其它平台和 VR/AR，Unity 踩准了每一波潮流，不断壮大，这背后依赖的是其拥抱

变化、抓牢机遇的特质。

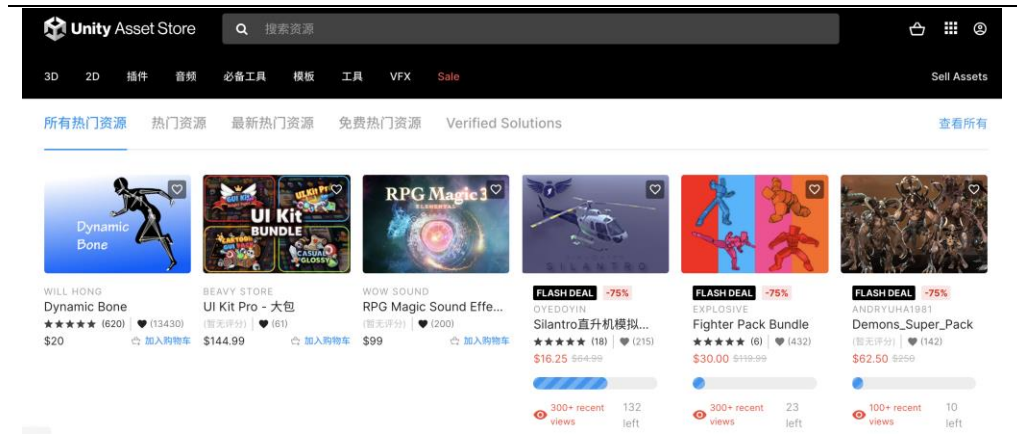
兼容、易用，显著提升工作效率。Unity 资产管道的易用性和资产开发的兼容性处于业界领先，如果要将一项资产导入 Unity，用户只需将其拖动到项目窗口中，Unity 就会处理其余的事务。Unity 创始人认为“这才是 Unity 背后真正的创新——其余都做得很好，但工作流是超级创新的，即从任何应用程序中都能吞下全部资产，使用它们、更新它们，没有人想到这个概念”。游戏引擎诞生的直接原因是为了提供可复用代码、提升游戏开发效率，而 Unity 则始终秉持着这一初心。

差异化定位，走“业余包围专业”的路线。Unity 成立之时，游戏开发资源还非常昂贵，于是 Unity 想打造一款普适化、平民化的游戏引擎，支持那些没有游戏开发技术资源许可的独立开发人员。这样的定位导致 Unity 的优势很明显，与 Unreal 相比，Unity 拥有更友好的交互界面、更易上手的开发语言、更兼容的开发平台，但同时也带来了明显的劣势，即在渲染能力上一直落后 Unreal，虽然在 2019 年 Unity 推出高画质渲染管线 HDRP 后，其与 Unreal 引擎在渲染效果方面的差距迅速缩小，不过截止目前还没有一部真正的 3A 大作诞生在 Unity 平台上。

创作搭配运营，产生明显协同效应。除了提供游戏引擎等创作工具，Unity 还提供可以帮助创作者运营其内容并将其货币化的运营工具。其运营工具中包括货币化工具 Unity ads，可以将游戏开发者与广告商连接起来，通过游戏内广告为游戏开发者赚取收入；运营工具中还包括用户分析工具，可以帮助开发者分析用户行为，延长用户生命周期。

内容生态丰富，飞轮效应显著。Unity 商城有大量免费或付费资源，包括模型、环境、插件、音频等，资源丰度度远超 Unreal。此外，Unity 拥有一个庞大、活跃的全球实时 3D 创作者社区。截至 2021 年 12 月 31 日，每月有大约 160 万活跃创作者，创作者平均每天在 Unity Pro 上花费 5 小时。并且，Unity 社群中还有大量的学生用户，未来有望转化为 Unity 的付费用户。庞大的创作者社区规模为 Unity 提供了显著的竞争优势，吸引了更多第三方平台与其合作。

图表 50 Unity Asset Store 界面



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

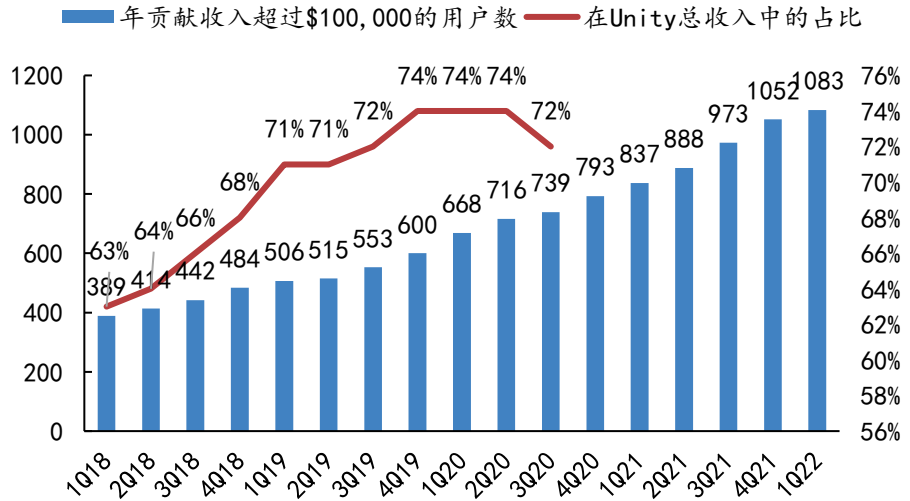
4.3 用户规模：用户增长与用户留存双驱动，收入增长与结构健康均显著

高消费用户持续增长，收入结构保持高健康度。Unity 平台上年消费超过 \$100,000 的用户数量不断走高，从 1Q18 的 389 个增加到 1Q22 的 1083 个，几乎翻了三番。这些大用户贡献了 Unity 的大部分收入，2Q20 大用户贡献的收入占 Unity

总收入的比重达到 74%，3Q20 略有下滑，占比达到 72%。不过收入结构仍保持较高的健康度，因为并没有某个单一用户的收入在 Unity 总收入中的占比超过 10%。

值得注意的是，Unity 将客户定义为在计量期间产生收入的个人或实体。具有多个部门、部门或子公司的单个组织通常被视为单个客户，即使 Unity 可能与该组织内的多方签订商业协议。例如，Unity 的大型企业客户之一是 Zynga，Unity 将 Zynga 旗下工作室购买的所有 Unity 订阅和服务视为由 Zynga 作为单一客户购买。

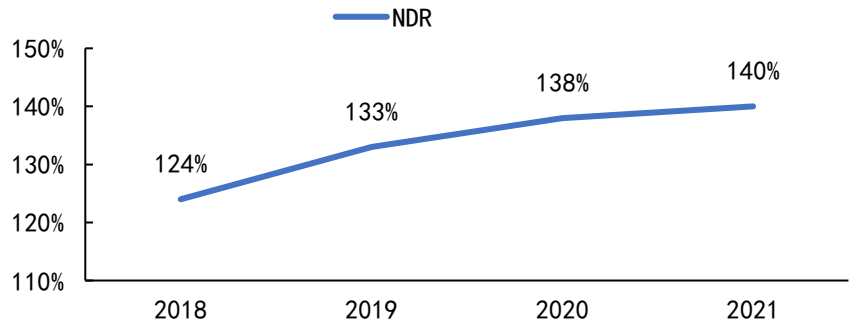
图表 51 年贡献收入超过\$100,000的用户数与其收入占比



资料来源：Unity 公告，华安证券研究所

用户留存表现远超同行业，为收入增长打下坚实基础。作为提供工具的第三方平台，Unity 商业模式接近 SaaS 公司（但是给软件使用者不提供 hosting services），而 NDR（Net Dollar Retention Rate）正是 SaaS 公司用来衡量用户留存率的重要指标。NDR 指的是，如果公司不拓展新客户，现有客户每年可以为公司带来多少收入。一家运行良好的 SaaS 公司应该保持超过 100% 的 NDR，因为这意味着用户消费升级带来的收入增加量超过了用户降级和流失导致的收入下降值。而在这一点上，Unity 轻松达标。2018 年，Unity 的 NDR 便已高达 124%，截止到 2021 年底，Unity 的 NDR 已经增长到 140%。（备注：NDR=期末老用户贡献的月收入/期初老用户贡献的月收入）

图表 52 2018-2021 年 Unity NDR 变化



资料来源：Unity 公告，华安证券研究所

除了在纵向上的不断提升，横向来看，Unity 在 NDR 上也有傲人的表现。2011-2020 年间上市的 SaaS 公司在上市当年的 NDR 处于 86%—169% 之间，中位数为 112%，而 Unity 在上市当年的 NDR 为 138%，显著高于行业平均水平；SaaS 公司在上市前一年的 NDR 处于 84%—180% 之间，中位数为 112%，而 Unity 在上市前一年的 NDR 为 133%，同样显著高于行业平均水平。

图表 53 2011-2020 年间上市的 SaaS 公司的 NDR

公司名称	上市年份	上市当年的 NDR	上市前一年的 NDR	公司名称	上市年份	上市当年的 NDR	上市前一年的 NDR
Snowflake	2019	169%	180%	Livongo	2019	114%	——
Datadog	2019	151%	141%	Everbridge Inc	2015	112%	111%
CrowdStrike	2019	147%	119%	Appian Corporation	2016	112%	128%
UiPath	2020	145%	153%	Sendgrid	2016	111%	112%
2U	2013	144%	157%	PubMatic	2020	110%	109%
Slack	2019	143%	152%	Bill.com	2019	110%	106%
Jfrog	2020	139%	142%	Zuora	2018	110%	104%
Unity Software	2020	138%	133%	Castlight Health	2013	109%	——
Box, Inc.	2015	136%	144%	Zoominfo	2020	109%	102%
Q2 Holdings	2012	136%	126%	ON24	2019	108%	107%
Alteryx Inc	2017	135%	122%	HealthCatalyst	2019	107%	108%
PagerDuty	2018	134%	136%	Bandwidth	2017	107%	111%
Smartsheet	2018	130%	122%	SproutSocial	2019	106%	108%
DynaTrace	2019	129%	——	Gertara	2019	106%	——
Qualtrics	2019	125%	122%	Xactly	2015	104%	102%
Qualtrics	2019	125%	122%	DigitalOcean	2020	103%	100%
DoubleVerify	2020	123%	156%	Secureworks	2016	102%	97%
Zeta Global	2020	122%	104%	Amber Road	2013	102%	102%
Sumo Logic	2020	120%	120%	Shopify	2014	101%	101%
Asana	2020	120%	110%	SimilarWeb	2020	101%	103%
Okta	2017	120%	129%	Instructure	2015	100%	100%
Blackline	2015	120%	118%	Five9, Inc.	2013	100%	107%
Olo	2020	120%	120%	Channel Advisors	2012	100%	100%
Datto	2019	119%	——	RingCentral, Inc.	2013	99%	99%
Yext	2017	119%	121%	Tabula Healthcare	2015	99%	95%
Monday.com	2020	119%	116%	Fastly	2019	99%	99%
Mulesoft	2016	117%	121%	McAfee	2019	97%	93%
Alkami	2020	117%	114%	Cornerstone	2010	96%	95%
Procore	2019	117%	121%	Benefitfocus, Inc.	2013	95%	95%
PingIdentity	2019	116%	123%	SurveyMonkey	2018	95%	——
Zscaler	2017	115%	115%	Brightcove	2011	93%	88%
Docusign	2017	115%	115%	HubSpot, Inc.	2014	93%	83%
Workiva	2013	114%	108%	Paylocity Holding	2014	92%	92%
Cloudflare	2019	114%	116%	Paycom Software	2013	91%	91%
Marin Software	2012	114%	109%	Upland Software	2013	90%	——
SEMrush	2020	114%	120%	Dropbox	2017	90%	——
Sprinklr	2020	114%	118%	SquareSpace	2020	86%	84%
MEDIAN		114%	112%	Average		114%	115%

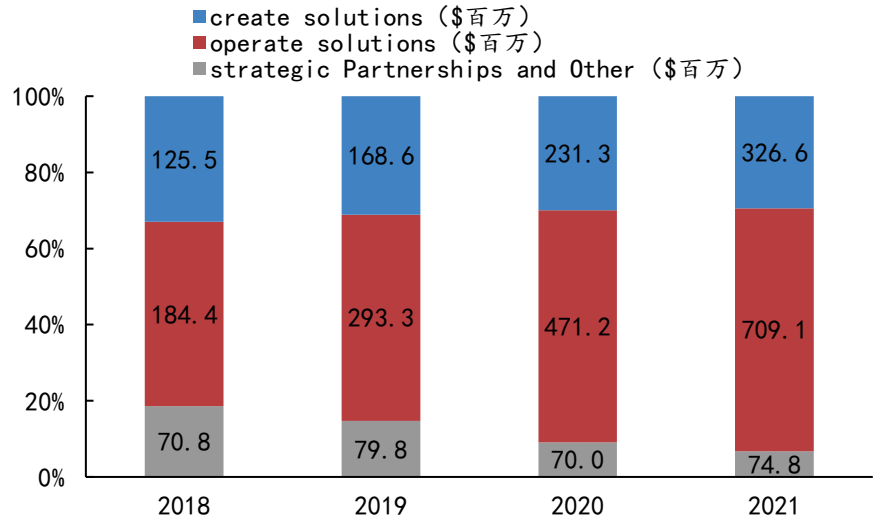
注：按照上市年份的 NDR 进行排序

资料来源：blossom street ventures，华安证券研究所

4.4 产品介绍：创作工具与运营工具共促增长，游戏领域与非游戏领域两地开花

Unity 营收结构由三部分组成，分别是创作解决方案 create solutions、运营解决方案 operate solutions 和战略合作及其他 strategic Partnerships and Other。其中，create solutions 和 operate solutions 的收入占比合计超 90%，为 Unity 收入的主要来源。

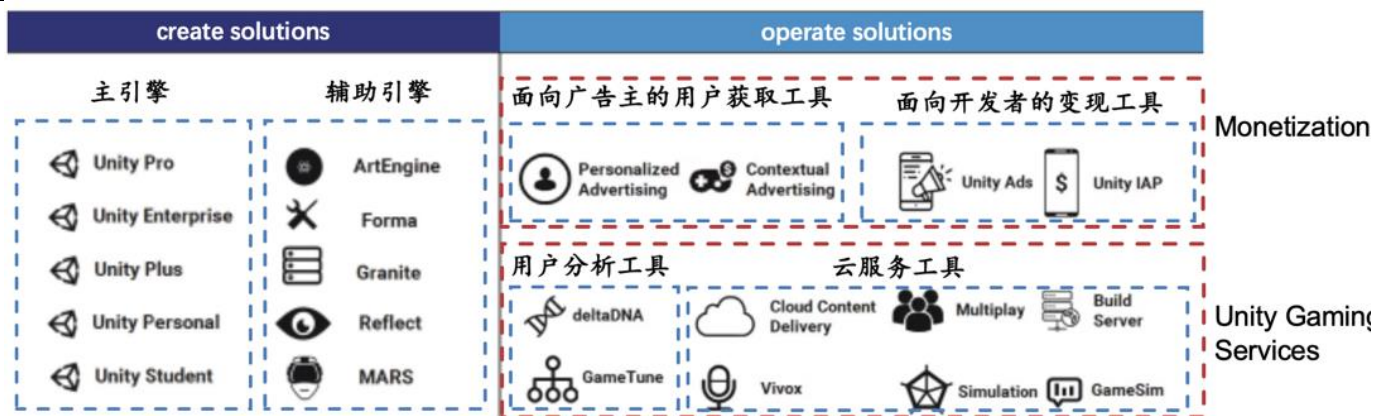
图表 54 2018-2021 年 Unity 营收结构



资料来源：WIND，华安证券研究所

Create solutions 指的是为各领域的创作者提供创作工具，包括主引擎和各类辅助引擎，通过付费订阅赚取收入；Operate solutions 可以帮助创作者运营其内容并将其货币化，包括货币化工具 Monetization（本质为广告平台）和游戏服务工具 Unity Gaming Services（本质为云服务工具），Operation solutions 中主要收入由 Monetization 带来。

图表 55 Unity 产品矩阵



资料来源：Unity 招股书，华安证券研究所

4.4.1 Create solutions: 游戏领域订阅用户增长将放缓, 非游戏领域订阅将打造第二增长曲线

Create solutions 包括主引擎和辅助引擎。Create solutions 以主引擎为基础, 为不同规模、不同行业的内容创建者(包括游戏开发者、艺术家、设计师、工程师和建筑师等)提供差异化产品和服务, 使其可以用来创建交互式实时 2D 和 3D 内容, 同时收取不同的订阅费用。年收入\$10 万以下的创作者或学生可以免费使用, 年收入\$10 万至\$20 万的创作者必须选择Unity Plus 或价格更高的工具, 年收入\$20 万以上的创作者则必须选择Unity Pro 或价格更高的工具。其中, Unity Pro 作为主力产品, 其产生的收入占创作解决方案总收入的 66%+。

图表 56 create solutions 细分产品介绍

类型	产品	目标用户	功能	价格 (per seat)
主引擎	Unity Enterprise	至少购买 20 个席位的大型团队	可提供定制解决方案, 包括 Unity Pro、PiXYZ 数据优化插件、HMI 工具包和沉浸式设计协作工具包	\$4000/month per 20 seats
	Unity Pro	年收入高于 \$200,000 的创作者	提供引擎访问及额外的服务(例如优先的客户支持、协作工具等)	\$1800/year
	Unity Plus	年收入高于 \$100,000 的创作者	为中小型和独立客户提供分析和诊断工具及其他服务, 包括额外的培训资源	\$399/year
	Unity Personal	年收入小于 \$100,000 的创作者	年收入小于 \$100,000 的创作者可以使用	Free
	Unity Student	学生	为经过验证的学生提供的免费产品	Free
辅助引擎	Unity MARS	VR/AR 内容创作者	VR 和 AR 开发的专业级工作流程	\$600/year
	ArtEngine	艺术家	使用 AI 帮助创建超逼真的数字艺术作品, 消除了材料创作工作中涉及的细节负担(例如将照片分辨率增强、去模糊、接缝去除、去扭曲和颜色匹配), 从而帮助艺术家专注于创意工作流程的增值部分	Review 普通版: \$228/year Pro 版: \$1140/year Studio 版: \$4000/year
	Unity Reflect	建筑工程师	创建者能够将建筑建模或 BIM 数据无缝传输到 Unity 中, 以创建跨多个平台的实时 3D 体验	普通版: \$690/year Collaborate 版: \$249/year Develop 版: \$690/year
	Unity Forma	汽车/零售业工程师	为创作者提供具有 Unity 实时 3D 交互性和渲染能力的高保真产品配置工具包。创作者可以为汽车、零售等行业的快速创建具有视觉吸引力的数字营销体验	\$4,980/year

资料来源: Unity 招股说明书, Unity 官网, 华安证券研究所

纵向拓深主引擎技术深度。过去几年, Unity 一直在致力于创建 DOTS (面向数据的技术堆栈), 并将其以模块的形式推广到引擎中, 即 Unity 将 DOTS 引入引擎的不同组件, 开发者可以选择是否对某组件使用 DOTS。DOTS 的加入不仅可以使用户体验更加丰富, 还提升了高性能游戏的运行效率。在 Megacity 演示中, DOTS 可以使科幻城市实时渲染数十万资产, 小到每栋公寓楼的空调叶片, 大到响应玩家动作的飞行、汽车等。

图表 57 Megacity 演示图片



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

横向延展辅助引擎覆盖广度，渗透更多非游戏领域赛道。除了不断优化主引擎性能，过去几年 Unity 还致力于提升辅助引擎的丰富度，为更多非游戏领域用户提供创作工具。Unity 将非游戏行业主要分为三个细分赛道：

汽车、运输和制造。这些传统行业在版本迭代或者开发新产品时需要创建模型，在使用 3D 引擎之前，他们需要创建物理模型，开发周期较长、开发成本较高。Unity 可以帮助这些公司打造实时渲染交互式虚拟模型，内部设计团队可以更高效的设计产品。

大众汽车是较早使用 Unity 的非游戏客户，从为其全球网站汽车配置器实时渲染数百万张图像，到创建移动应用程序以在 AR 中展示其车辆，大众汽车在从研发到营销的整个业务中都使用了 Unity Forma。2020 年大众汽车与 Katana Studio 和 Unity 合作为其首款全电动 SUV ID.4 EV 制作了虚拟模型，并创作了 45 秒的广告。

图表 58 大众汽车、Katana Studio 和 Unity 合作制作的 ID.4 EV 模型



资料来源：Unity 官网，华安证券研究所

电影和动画。与传统的拍摄和编辑解决方案相比，实时技术不仅提供了更多的创作自由，还可以更快的产生结果。由于所有部门（编辑、动画、灯光、相机、声音等）都可以同时开始处理一个项目并不断迭代，实时技术无需等待数小时来生成

单帧图像，也无需等待数天来生成样片，电影制作人可以立即编辑和审查场景，从而使更高质量的作品更快地到达观众手中。

2021年，Unity收购了研究和开发视觉效果工具的Weta Digital，该公司曾获得多项奥斯卡奖和英国电影学院奖，参与制作众多电影大作，包括《指环王》三部曲、《金刚》、《阿凡达》、《钢铁侠3》、《复仇者联盟：无限战争》等。对Weta Digital的收购不仅能够使Unity获得电影级别的渲染能力，还能够助其在电影赛道赢在起跑线上。

图表 59 Weta 制作的《阿凡达》电影画面



资料来源：Weta，华安证券研究所

图表 60 Weta 制作的《复仇者联盟：无限战争》电影画面



资料来源：Weta 官网，华安证券研究所

建筑和工程。通过3D实时引擎，建筑师、设计师和项目合作伙伴可以经济高效地为建筑进行规划或迭代，现场施工团队和技术人员也可以在建造之前和建造时进行实时可视化。同时，交互式3D设计还可以通过VR/AR叠加到实际施工中，以尽早发现工程的设计缺陷，从而降低重建风险、提高项目效率。

图表 61 Unity 非游戏领域部分用户

汽车、运输和制造	电影和动画	建筑和工程
BMW	Fremantle Media	Samsung
Honda	Keyframe Studios	SHoP
Volvo Cars		Skanska

资料来源：Unity 招股说明书，华安证券研究所

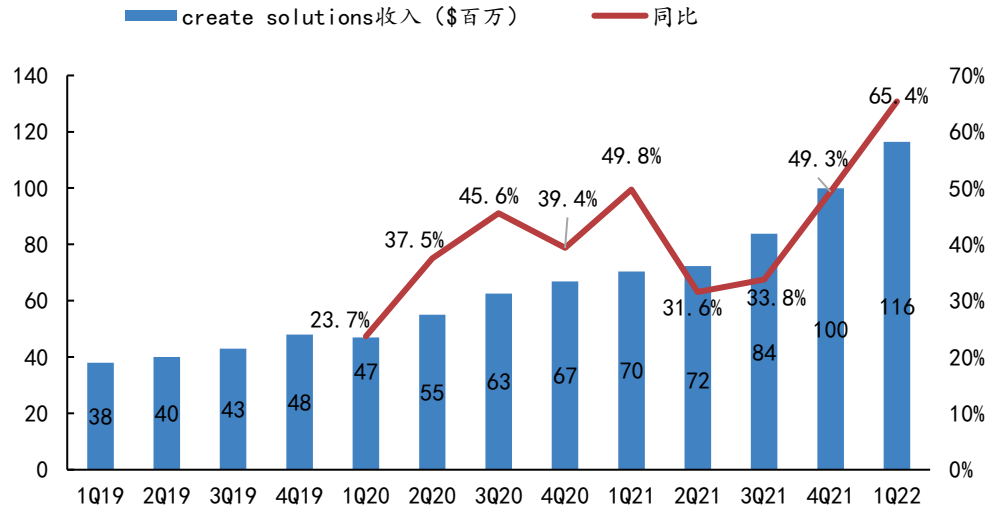
游戏领域订阅用户增速放缓，但仍跑赢大盘。过去推动 create solutions 收入增长的驱动因素主要为Unity在游戏领域市占率的不断提升。然而进入2021年，Unity市占率超50%，在移动游戏端的市占率更是超过70%，上升空间有限，因为对于游戏开发者而言，3D引擎有一定的学习壁垒，不同引擎的编程语言、产品界面、功能等都存在差异，所以当游戏开发者习惯使用某引擎进行开发后，如果要迁移到其他引擎上，需要有很强的驱动力；同时，游戏领域开发者量级较小，这两个因素共同导致未来 create solutions 的游戏领域订阅用户数量的增速将不断放缓。但得益于Unity引擎在游戏领域仍在小幅提升的渗透率，预计其游戏领域订阅用户数的增速仍将跑赢大盘。

非游戏领域订阅用户规模开始起量，未来收入规模可期。相比于游戏领域，非游戏领域的空间更为广阔。随着算法与硬件的不断迭代，未来VR/AR会被广泛应用于工业领域，包括数字孪生、工业原型设计等，而这些内容全部都需要通过3D引擎进行构建。因此，随着元宇宙概念的落地、VR/AR技术的普及，Unity的目标用户规模会不断的扩大，从而持续给 create solutions 的收入注入增长动力。

1Q21 到 3Q21 create solutions 的收入增速不断放缓主要是因为此时游戏领域

订阅用户增速不断放缓、而非游戏领域订阅用户规模尚未起量导致的；而从 3Q21 到 1Q22 create solutions 收入增速显著提高，则得益于非游戏领域订阅用户规模的迅速扩大。

图表 62 1Q19-1Q22 create solutions 收入及同比



资料来源：Unity 公告，华安证券研究所

辅助引擎逐渐起势，收入结构得到改善。Unity 主引擎具有较强的通用性，而辅助引擎则具备较强的差异性，可以满足不同细分用户群体的差异化需求，如专门用于开发 VR/AR 内容的 Unity MARS、专为艺术家打造的 ArtEngine、专为汽车/零售业工程师打造的 Unity Forma 等。由于辅助引擎需要配合主引擎共同使用，因此，未来主引擎与辅助引擎间订阅用户规模的差距将不断缩小，create solutions 的收入结构将得到改善。

4.4.2 Operate solutions: 中长期来看广告业务仍是现金牛，云服务业务随行业基本面水涨船高

Operate solutions 主要包括两大类产品：货币化产品 Monetization 和游戏服务产品 Unity Gaming Services。Monetization 不仅能够帮助广告商展示广告资源以获取最终用户，还能帮助内容创作者通过广告和应用内购买赚取收入；Unity Gaming Services，提供一些打包、动态编排、热更等工具向的云服务，则专注于提供实时内容和优化最终用户体验，以降低延误和停机时间。

图表 63 operate solutions 细分产品介绍

种类		功能	商业模式
Monetization	面向广告商	Personalized Advertising: 将机器学习与深度玩家的游戏数据相结合, 根据最终游戏玩家的数据行为, 为其推荐个性化广告, 从而为广告商带来最终用户的大规模安装。	按每次安装成本签约或按每次展示成本签约, 向广告商收取广告费用; 向广告商收取的费用在 Unity 和开发者之间按照一定比例分配
		Contextual Advertising: 当最终用户在应用程序中选择拒绝向其推荐定制化广告时, 凭借自有游戏数据的深度和广度, Unity 可以提供高度相关的广告, 同时尊重更严格的隐私权。	
	面向开发者	Unity Ads (可以理解为广告中介业务): Unity Ads 可以将内容创作者与广泛的广告商联系起来, 通过 Unity 的统一拍卖平台, 内容创作者可以通过为广告商的广告资源进行展示来获取收入 (广告商包括 Unity 的直接客户以及需求方平台或 DSP 在内的广泛广告商)。	
		Unity IAP (可以理解为应用内购买): 允许创作者创建一次并连接到所有主要平台商店 (例如 Google Play Store 和 Apple App Store), 并允许在这些平台上的游戏中销售虚拟商品。	
Unity Gaming Services	Cloud Content Delivery (云内容交付): 优化向最终用户的设备交付内容的服务, 使应用程序变得更小。		基于用户生产内容的消费情况按月收费 (可以理解为抽成); 其中一些会设置最低的固定费用
	Multiplay: 一种动态编排服务, 通过选择最佳的实时托管解决方案, 利用领先的第三方云服务提供商以及位于多地数据中心来优化性能和成本, 从而降低启动和运营实时多人游戏所需的时间和资源。		
	Netcode for Games Objects: 开发人员可以依赖的网络代码基础——可定制和可扩展, 以满足许多多人游戏类型的需要。		
	Player Engagement: 允许开发者找到具有特定受众、内容和经济属性的玩家, 从而对其定向发送推送。		
	Remote Config: 允许开发者在不更改代码或程序的情况下进行实时游戏更新。		
	Vivox: 使最终用户能够在实时游戏和应用程序中实现跨平台 (包括 iOS、Android、Windows、Mac 和主机) 交流。		

资料来源: Unity 招股说明书, Unity 官网, 华安证券研究所

广告分成收入(主要来自于 operation solutions 中的 monetization 部分)贡献显著。Unity Ads 可以理解为广告中介业务, 平台帮助开发者匹配广告商, 开发者通过在应用内展示广告资源获取广告收入, 再按照一定比例给 Unity 平台分成。operate solutions 绝大部分收入都是由 Unity Ads 贡献的, 而 operate solutions 又占 Unity 总收入的 60+, 这意味着目前 Unity 的收入大约 50% 都来自于广告分成。

庞大的用户规模和社群生态为 Unity 吸引来了大量广告商。2019 年, Unity 表示 Unity Ads 已经触达了 17 亿台设备, 平均每月投放 105 亿个广告。

图表 64 Unity GDC 2019 大会



资料来源: Unity GDC Keynote 2019, 华安证券研究所

一手用户数据打造护城河，成也萧何败也萧何。Unity 在广告业务上的突出表现离不开在后 IDFA 时代下其一手用户数据的大力支持。

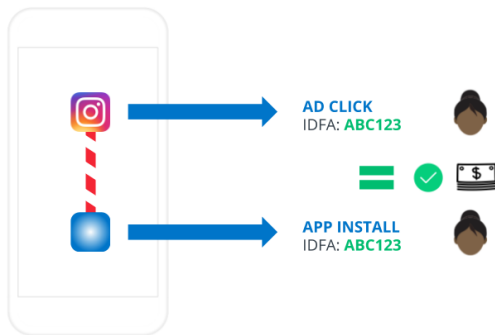
IDFA (Identifier for Advertisers) 是广告主标识符，与其相对的概念是 UDID (Unique Device Identifier)，指的是设备的唯一识别码。二者都是 IOS 系统下的概念，它们最大的差异在于每台设备只有 1 个 UDID，却可以有多个 IDFA。

由于 UDID 具有唯一性，可以将其理解为每台手机的身份证，如果可以获取到设备的 UDID，那么各个平台之间的数据都可以打通，就好比淘宝不仅知道用户在淘宝的购物行为，还清楚用户在京东、微信、游戏等 APP 上的行为，从而了解用户喜好，能够精准的向用户推荐个性化广告。

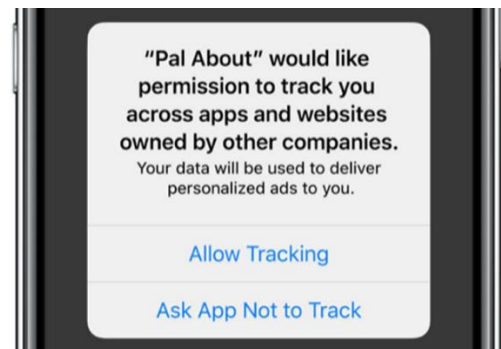
为了保护用户隐私，2012 年苹果就不再允许其生态中的玩家获取 UDID。但是广告商希望能监控到广告投放的效果，因此，苹果提供了一套和硬件无关的标识符，让广告主用来追溯点击广告或下载 app 的用户，即 IDFA。如果 App 的广告中嵌入了链接，用户点击广告后，就会发起网盟请求，广告网盟会收集 IDFA；用户下载后，广告网盟会再次收集 IDFA，并匹配两个数值，执行归因。同时，用户可以在设置里手动关闭广告跟踪，这就导致商家没有办法长期跟踪用户行为。

2020 年 9 月，广告领域发生了黑天鹅事件，即苹果发布 iOS14，并将在 iOS14 及后续系统中限制应用读取 IDFA。苹果 IDFA 新政的主要变化在于，此前在系统层面默认开启的 IDFA 权限将默认关闭。届时，如果应用开发商要获取 IDFA，需提前获得用户许可，而一旦用户拒绝授权，精准营销就将丧失生命力。

图表 65 IDFA 工作原理



图表 66 IOS 14 广告追踪用户许可界面



资料来源：branch，华安证券研究所

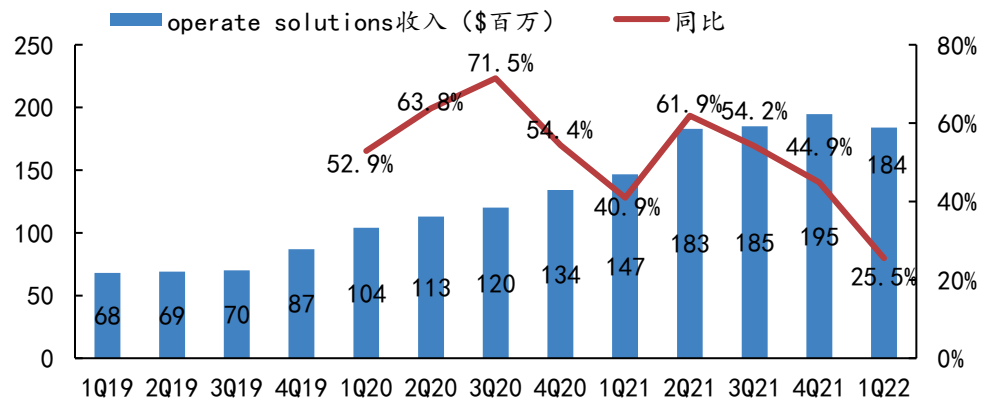
资料来源：branch，华安证券研究所

2021 年 Flurry Analytics 的估计显示，96%的 iOS 用户选择拒绝广告跟踪，这无疑给整个在线营销行业带来巨大的冲击。在这种情况下，2021Unity 以游戏内广告收入分成为主的 operate solutions 的收入却逆势猛增，同比增加 61.9%。这是因为在游戏领域深耕多年的 Unity 掌握了大量的一手数据，其货币化产品中的 Contextual Advertising 并不依赖于 IDFA，而是依赖于其自有游戏数据。Unity 一手数据具有巨大的深度和广度，2021 年 Unity 平台每天分析 150 亿个应用程序事件，其中大约有 10 亿个来自 iOS，即使无法获取 IDFA，Contextual Advertising 也能凭借其一手数据提供高度相关的广告。

在这个过程中，Audience Pinpointer 发挥着重要的作用。它通过机器学习来帮助广告商找到在应用初始安装之外最具有价值的终端用户，并会根据用户行为和 Unity 平台上数百万用户的偏好确定每个用户的获取价格，且该价格会进行动态更新。在后 IDFA 时代下，Audience Pinpointer 和极其丰富的一手数据合力推动

Unity Ads 的收入显著增长，表现为 operate solutions 收入增速的迅猛提升。

图表 67 1Q19-1Q22 operate solutions 收入及同比



资料来源：WIND，Unity 公告，华安证券研究所

然而，1Q22 operate solutions 却面临较大挑战，收入同比增加 25.5%，环比下降 5.4%，这是 Unity 史上 operate solutions 收入第一次出现环比下降的情况。官方表示，收入下降主要是由于 Audience Pinpointer 平台出现故障，以及从一个大客户那里获取了不良数据，从而导致部分数据失去价值，导致准确性降低。

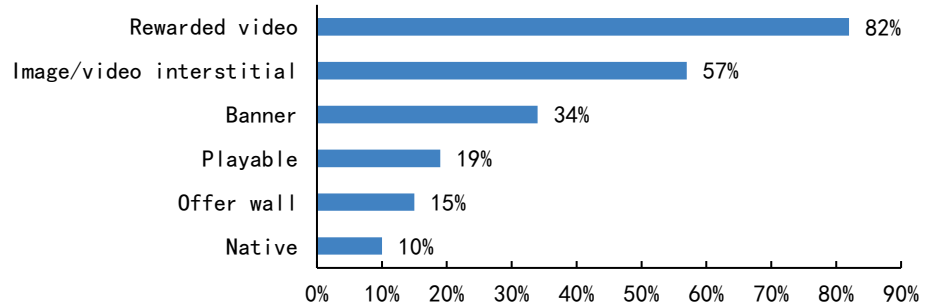
曾经让 Unity 面临苹果 IDFA 新政都有恃无恐的工具 Audience Pinpointer 和丰富的一手数据，如今竟成了导致收入下降的原因。可见，对于一手数据而言，“丰富诚可贵，准确价更高”，如何在扩充一手数据丰富度的同时保证数据的准确性，是 Unity 未来必须要解决的问题，也是短期内帮助其应对挑战的必经之路。

短期广告业务面临挑战，长期仍具备增长潜力。虽然 Unity Ads 目前面临较严峻的挑战，但是一来 Unity 已经迅速采取行动修复工具、重建数据，甚至不惜推迟某些收入驱动功能的推出；二来，长期来看游戏内广告市场仍具备较大的增长空间，使用我们认为 Unity Ads 收入的恢复指日可待。

Unity Ads 的用户基本都是游戏开发者，由于其他目标用户（建筑、制造、动画等）几乎不以应用内广告为收入，所以我们认为 Unity Ads 的收入与移动游戏内广告收入强相关。

2CV 的报告显示，2020 年全球 79% 的游戏玩家能够接受游戏内广告的变现形式。此外，Unity deltaDNA 发布的报告显示，2019 年有 94% 的免费手机游戏（FTP：free-to-play）以应用内广告为变现手段，其中最常见的广告形式为激励广告，有 82% 的 FTP 游戏使用；同时，2019 年，有 33% 的 FTP 游戏使用三种或三种以上的广告。这些数据均证明了游戏内广告得到了游戏玩家、游戏开发者和广告商的重重认可，长期来看仍具备增长潜力。

图表 68 免费手机游戏常用的广告形式



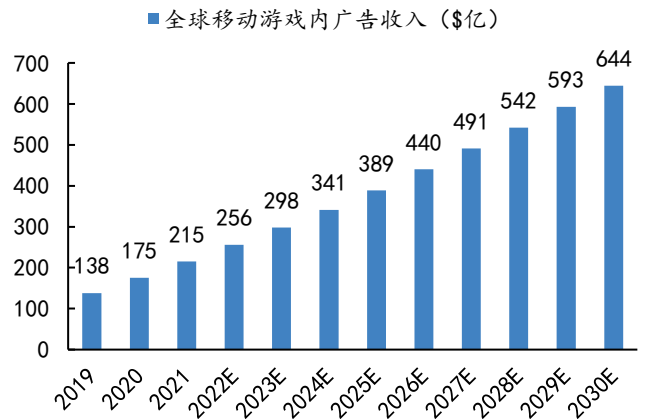
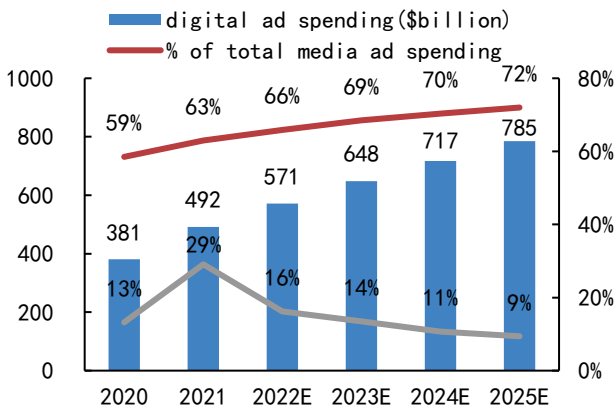
资料来源: Unity deltaDNA, 华安证券研究所

emarketer 数据显示, 2020-2025 年全球数字广告市场将以近 15.6% 的年均复合增长率继续增长, 到 2025 年市场规模将达到 \$7850 亿。IDC 数据显示, 2019 年全球移动游戏收入为 \$826 亿, 第一大收入来源是应用内购买 (IAP), 第二大收入来源便是游戏内广告, 达 \$138 亿, 占比 17%。

结合全球数字广告市场的增速, 预计 2030 年全球移动游戏内广告收入有望达到 \$644 亿, Unity Ads 将继续为 Unity 的收入增长作出显著贡献。

图表 69 2020-2025 年全球数字广告支出及同比

图表 70 2019-2030 年全球移动游戏内广告收入



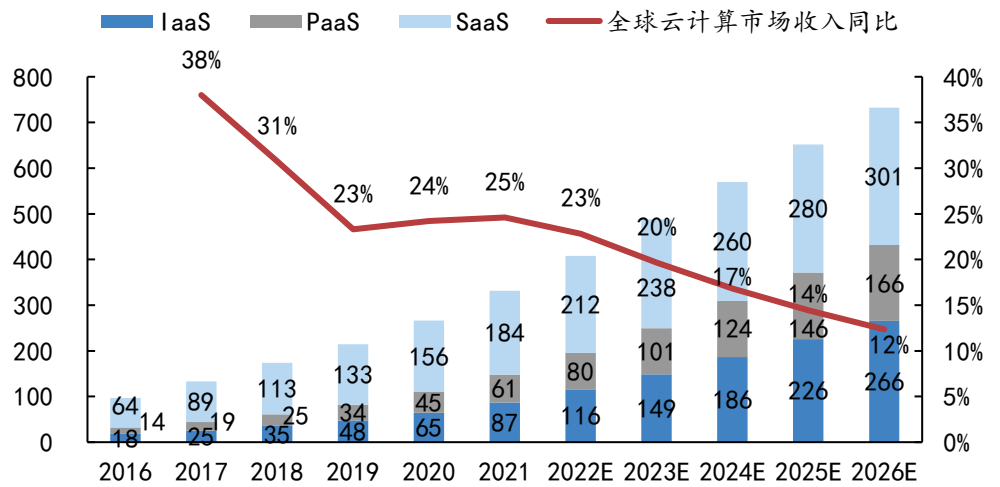
资料来源: emarketer, 华安证券研究所

资料来源: IDC, 华安证券研究所测算

云计算行业基本面发展向好, 带动 Unity 云服务业务(给游戏开发者提供一些打包、动态编排、热更等工具)水涨船高。除了货币化业务, Operate solutions 还包括自助式云平台 Unity Gaming Services (UGS), 它将于 2022 年 7 月正式全面推出, 专注于提供实时内容和优化最终用户体验, 以降低延误和停机时间。自 2021 年 10 月推出测试版以来, 已经有超过 74000 个组织注册, 其中超过 68000 个组织已经安装 UGS, 转化率超过 90%, 并且其中 30% 的用户在平台内同时使用多种云服务产品。

Statista 数据显示, 未来 5 年全球公有云市场收入仍将以 10%+ 的年复合增长率持续增长。云计算基本面的整体发展也将带动 Unity Gaming Services 的收入不断增长, 并不断提升其在 operate solutions 收入中的占比。

图表 71 2016-2026 年全球公有云市场收入及同比



资料来源: Statista, 华安证券研究所

风险提示:

游戏领域订阅用户数增长不及预期的风险。短期来看, 游戏引擎行业的增长主要还是来源于游戏开发者对其进行订阅, 如果未来游戏订阅用户数增长不及预期, 将对游戏引擎行业造成负面影响。

非游戏领域用户渗透不及预期的风险。长期来看, 非游戏领域引擎订阅用户数的增加是行业市场空间增长的主要驱动因素, 倘若 3D 引擎对非游戏领域用户的渗透不及预期, 将对游戏引擎行业造成较大冲击。

VR 技术成熟度不及预期的风险。VR 技术成熟度会影响 VR 在非游戏领域的渗透率, 从而影响 3D 引擎在非游戏领域的渗透率。预计 VR 技术会在 2025-2030 年间出现拐点, 分辨率、帧心率有显著提高, 倘若 VR 技术成熟度不及预期, 游戏引擎行业的市场空间同样会受到不利影响。

竞争格局恶化的风险。游戏引擎往非游戏领域渗透时, 会面临来自原有工业软件的竞争, 倘若未来工业软件也可以实现 3D 工业原型的构建, 也将对游戏引擎行业发展带来不利影响。

分析师与研究助理简介

分析师：金荣，香港中文大学经济学硕士，天津大学数学与应用数学学士，曾就职于申万宏源证券研究所及头部互联网公司，金融及产业复合背景，善于结合产业及投资视角进行卖方研究。2015年水晶球第三名及2017年新财富第四名核心成员。执业证书编号：S0010521080002

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深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；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。