

在希望与争议中，元宇宙渡过了关键的一年。

元宇宙 (Metaverse) 一词源自美国科幻作家尼尔·斯蒂芬森的科幻小说《雪崩》。原著中，Metaverse 是由 meta (超越) 和 verse (宇宙) 两个单词拼接组成，字面意思是「超越宇宙」，在书中代指一个平行于现实世界的虚拟数字空间，在这个虚拟世界中，人们可以娱乐、社交、工作，做任何想做的事情。

元宇宙一词从书中走入商业世界有两个重要节点：

第一个节点在 2021 年 3 月，游戏公司 Roblox 挂牌上市。Roblox 的核心产品是一个多人在线互动游戏平台，玩家可以自主创作 3D 游戏世界，也可以进入别人创造的世界。Roblox 在招股书中将元宇宙写入其中，视为自己的长期愿景。

第二个契机则来自马克·扎克伯格。《雪崩》中描述的 Metaverse 与他重金投入 VR/AR 想做的事情高度契合，2021 年 10 月，他宣布 All in 元宇宙，并将 Facebook 更名为 Meta。几个月后，新生的 Meta 推出了自己的第一个元宇宙平台——Horizon Worlds。

Meta 和 Roblox 的共同点，是认为一个有着独立经济系统、支持 UGC 创作三维内容的沉浸式数字化平台，会成为下一代互联网的基石。

元宇宙的描述最接近这种理念，二者选择将其作为公司的长期愿景。但要注意的是，这个观点在今天并不是行业共识。

一部分从业者认为：未来把人连接在一起的不会是一个中心化的超级世界，可能是一个个去中心化的、分散的虚拟空间的集合。

当然，更多人认为，今天硬件、内容等关键基础设施还处于非常早期的状态，现在讨论和搭建元宇宙为时尚早。

今天围绕元宇宙有着众多争论——这个行业正处于「大航海时代」到来的前夜，无数人试图描绘心目中的「新大陆」，并坚信自己找到的是通往元宇宙的正确航线。各种概念和信息交织混杂，这给关注甚至在相关领域从业、创业的人们带来了巨大的困扰。

我们认为元宇宙火热背后，行业的底层逻辑是：

寻找移动化后，信息革命的下一个技术浪潮。数字信息正在从二维向三维发展，元宇宙是 3D

信息时代重新构建的三维化的虚拟空间网络。

今天所谓的元宇宙行业，就是围绕这个大趋势下构建起的技术、硬件、内容和服务公司。

2021 年下半年，以 VR 头显销量破千万成为关键节点，开始突破「硬件卖不出去——做内容不赚钱——缺少好内容更没人买硬件」的负面循环。

不过当前行业普遍的共识是：今天元宇宙赛道整体还处于非常早期的状态。距离 VR/AR 和元宇宙真正普及，成为拥有上亿级甚至十亿级用户的通用计算平台，还需要至少十年的时间。从国内来看，2022 年二季度开始一级市场元宇宙投资的热度开始出现下降，部分项目的估值也开始出现回调。

当前，元宇宙行业发展的关键，可以总结为下面三个问题：

- 创造人类进入元宇宙世界的入口
- 构建元宇宙内容的技术和生态体系
- 怎么在（元宇宙）到来前，让技术产生商业价值，让创业者赚钱养活自己

01

元宇宙入口：

VR 已至，AR 将来

就像先有电脑才有互联网，在元宇宙到来之前，首先需要的是一个能够让用户真正进入数字世界的硬件终端。

今天来看，以 VR 头显（XR 头显）和 AR 眼镜为代表的近眼显示终端（Near-

eye displays , NEDs) 最有可能成为元宇宙时代的第一个通用硬件终端。这两个终端分别对应不同的用户使用场景, 其中 VR 头显对应桌面级场景 (今天主流设备是 PC) , AR 眼镜则对应移动场景 (今天主流设备是智能手机) 。

尽管两者都在 2014 年前后起步, 但 VR 头显成熟更快, 2021 年突破千万级门槛后, 业内普遍认为 VR 已经出现第一个真正意义上的通用消费级终端 (以 Oculus Quest 为代表) 。

相比之下, AR 设备虽然在 2022 年有了较大的进展, 出现了第一代真正面向 C 端用户的消费级 AR 眼镜。但受算力、功耗、显示和光学技术等方面的制约, 功能上只能满足特定消费场景的需求, 距离通用级终端出现的时间点, 还有至少 5-10 年。

二者技术上有很多相似之处, 决定性的区别是产品体积带来的制造难度。AR 眼镜的承重主要在鼻梁, 理想的产品重量需要控制在 70g 以内 (iPhone 的 1/3) 。而承重在整个头部的 VR 头显, 今天 500g 的重量 (PICO 4 重 596g、Quest 2 重 503g) 就已经有较好的用户体验。

AR 眼镜：消费级元年

根据使用场景, AR 眼镜可以分为 ToB 的工业级和 ToC 的消费级, 消费级 AR 眼镜又可以细分为面向特定使用场景的非通用级和通用级 AR 眼镜。



2016-2023 年 AR 眼镜出货量。 | 数据来源：陀螺研究院，光大证券研究所

AR 眼镜遇到的问题是：作为生产力工具，其在军事、设计、维修、办公协同等领域发挥出了一定的价值，但都算不上是革命性的提升。

现在：满足特定场景的「功能机」

2022 年 8-10 月，在一年中的消费电子产品发布旺季，仅国内市场就有超过 10 款消费级 AR 眼镜发布。



高通骁龙 XR2 无线智能眼镜参考设计。 | 图片来源：高通官网

在这个过程中会有一个非常重要的机会：定义 AR 眼镜的交互范式，就像当年乔布斯在 iPhone 上做的那样。

谁能成为这个定义者？

VR 头显：跨过千万门槛后，走向何方？

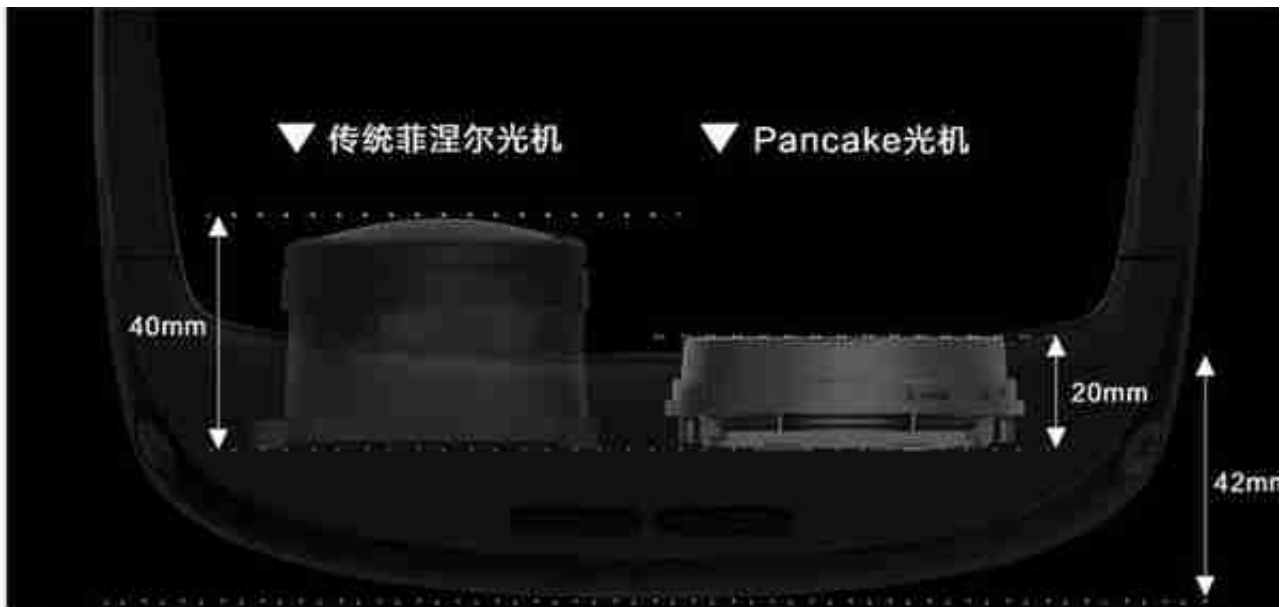
对于硬件和内容，经常有人类比经典的哲学问题「先有鸡还是先有蛋」。但「先有硬件还是先有内容」是有答案的——PC 和智能手机的发展历程都能证明，硬件和交互范式先定下，才会有内容的爆发，才会进一步迎来生态的繁荣。

随着 2021 年 Oculus Quest 成为第一个达到千万级年销量门槛的 VR 硬件，大家相信，今天 VR (XR) 已经跨过普通消费者能接受的最低门槛，第一代真正意义上的通用级设备已经出现或者非常接近出现，这意味着人类前往元宇宙的第一个硬件入口已经出现雏形。

2019 年 5 月 Quest 横空出世，大大降低了用户的使用门槛，一方面是价格

更便宜且用户无需高配置电脑；另一方面，不需要在外部设置相机、插一堆线缆并反复调试。经过迭代，VR 头显进入第全新时代。

值得注意的是：业内也有观点认为，Quest 的体积依然过大，算不上是真正的「iPhone1」。NOLO VR 创始人张道宁认为，「今天 Quest 积累的用户不是扎克伯格说的 10 亿（普通消费者）中的 1000 万，而是 3000 万（重度游戏用户）的 1000 万。」



传统菲涅尔透镜和 Pancake 透镜厚度对比。 | 图片来源：量子位

VR 光学经历了非球面透镜、菲涅尔透镜和 Pancake 方案三个阶段。目前采用的最佳方案是 Pancake，其方案原理是将光线进行多次折叠，使其比采用菲涅尔透镜时更加轻薄，缩减了 VR 设备的体积与重量，

但 Pancake 依然有痛点。一方面折叠光路带来光损，意味着功耗更大，另一方面复杂工艺导致良率较低，成本较高。目前市面上普遍使用的 2P 方案的供应成本为 300-400 元，是工艺成熟的菲涅尔透镜的 20 倍以上。

显示面板的升级也来到了第三阶段。从 2022 年开始，提升产品的显示效果就成为重要任务，包括增强 VR 显示面板的分辨率、色彩饱和度、响应速度等。



Quest Pro 的 3D 全彩透视。 | 图片来源：NathieVR

从 Meta 的演示以及国内外媒体流出的体验视频来看，由于透视是完全 3D 的，Quest Pro 的 MR 模式下，虚拟物体能够很好的和真实世界融合在一起。

当然目前这项技术仍处于早期，还有不少的问题，比如清晰度和续航，不过有高通底层的支持，业内普遍认为，未来 1-2 年，全彩 See Through 也就是 MR，将成为 XR 头显的标配功能。

这件事的挑战在于：整个行业需要学会如何使用 MR 技术，并做出杀手级的应用。Meta 给出的核心使用场景是办公，以及 VR 健身，但很显然开发者和主机厂需要找到更多的应用场景。

02

实时 3D 数字内容：

元宇宙的主线任务

3D 内容的价值：展示、推演和实时交互

VR 硬件设备的发展，引发了对于沉浸式 3D 内容的需求，这并非是当下独有的叙事，甚至有点老调重弹了。

在 20 世纪 90 年代初期，VRML (Virtual Reality Modeling Language) 创建出来了，它是一种虚拟现实建模语言，在当时甚至还被有些人视为 HTML 的 VR 版等价物，专门用于 3D 网页的制作和开发，从而为人们动态链接到互联网上的虚拟 3D 世界提供可能。

但是 VRML 发展并不顺利，人们对它的兴趣很快就减弱了。原因有很多，除了技术本身还不够成熟以外，很大程度上是因为：针对 VR 甚至计算机 3D 界面的杀手级应用，并没有出现。

从 90 年代到现在，3D 内容本身并没有消亡，只是没有成为互联网内容形态的主流叙事而已，文字、图片和视频才是镁光灯下被注视的「明星」。在一些「缝隙」中，3D 内容寻找着自己价值创造的空间。

由于 3D 可以非常好地表达和展现事物的复杂结构，小到病毒的形态还原，大到城市的规划设计，对此都有着比较强的需求。而用 3D 这种方式展现房屋结构，进而实现 VR 看房，目前已经是一个非常成功的商业落地方向了。

另外，3D 可以实现优秀的仿真模拟，这个价值无法被低估。美国密歇根大学教授迈克尔·格里夫斯在其著作《智能制造之虚拟完美模型》探讨了「数字孪生」之所以能够实现价值创造的本质：我们可以通过在计算机上进行仿真模拟，用信息来替代浪费的资源，实现预测和推演，从而获得所期望的结果。

比如在工业设计领域，以数控机床自动加工为核心的工厂，需要高精度的 3D 数据模型，它能够实现较好的仿真效果，可以在产品生产之前做出「数字样机」，去做很多前期数据的验证和模拟，从而减少浪费，进一步提高效率。此外在影视游戏产业中，对于拟真也有非常大的需求。



Decentraland 画面风格。 | 图片来源：互联网

目前，Roblox、Decentraland、The Sandbox、Horizon Worlds.....这些已经拥有很强影响力的元宇宙平台，从内容的特点来看，都是低精度 3D，相对较为粗犷，缺乏细节。

2022 年 8 月，为了庆祝 Meta 的元宇宙平台 Horizon Worlds 在法国和西班牙推出，扎克伯格发出一张在 VR 社交平台 Horizon Worlds 的自拍照片，被嘲讽其精度与 20 多年前的游戏无异。

而这正是当下元宇宙内容的瓶颈——
如何才能生产出更大规模和低成本的高逼真 3D 内容。



使用 AI 绘图工具 Midjourney 绘制的作品《太空歌剧院》获得艺术比赛首奖，引发了关于 AIGC 的讨论。| 图片来源：互联网

此外，在 3D 内容的呈现上，面临着非常大的算力挑战。虚拟场景如何动起来——比如超写实的三维数字人如果是动态交互，也需要非常庞大的计算量。目前用云端解决算力问题的方案发展非常快，但是依旧成本高，效果难以保证。

最后一个制约元宇宙发展的瓶颈，是 3D 内容资产的互操作性问题。数量众多的 3D 内容创作工具在历史发展中，形成了超过几十多种不同的文件格式，互相割裂，想要试图通过发展自己的格式，形成闭环生态圈。

这带来了很大的问题：3D 内容和应用的制作复杂，需要在不同工具之间来回导入、修改、编辑和导出，格式的复杂提升了内容创作的难度。显然，这无法满足元宇宙对于 3D 内容规模化的需求。

3D 内容新进展和机会

挑战带来了新机会，元宇宙的标准和共识正在建立。概念宏大的元宇宙更像是一个愿景，而非具体的方向，如果没办法建立基本的发展共识，元宇宙玩家就只是散兵游勇，无法协同作战。

USD 内容标准

基于开放标准和协议的通用互操作性的推进值得关注，USD 可能正在成为元宇宙第一个技术共识。

2022年1-7月虚拟人品牌合作 (部分)		
虚拟人	合作品牌	合作Title
虚拟人	合作品牌	产品大使
A-SOUL	KEEP	品牌大使
翎	统一青梅绿茶	品牌大使
	雅芳	产品大使
柳夜熙	娇韵诗	产品挚友
阿喜	花点时间	代言人
孔襄	薇姿	品牌挚友
	适乐肤	品牌挚友
	NYX	品牌挚友
沐岚	三星	产品大使
南梦夏	白象	代言人
许星悠	康师傅冰红茶	品牌大使
无聊猿#9279	亲爱男友	代言人
希加加	麦当劳	产品推荐官
	吉利	产品试驾
高圆圆虚拟人	倩碧	代言人
诺亚	TOM FORD	代言人
AYAYI	自然堂	品牌好友

部分虚拟人代言项目。 | 数据来源：互联网整理

从短期热度来看，元宇宙之于大众的新鲜感给品牌带来了一定的沟通效率的提升。

从长期价值来看，虚拟人代言、虚拟发布会等营销活动对比真人真场长期来看，能降低营销成本。因其突破了时间、空间的限制，尤其在疫情特殊时期，能最大程度地降低营销成本。

比起品牌代言人以及线下营销活动「一次性」的特点，元宇宙营销活动的一大优势是能够不断复用，作为数字资产沉淀到品牌价值中。

比如，虚拟代言人和品牌调性匹配程度更高，可以持续供应内容，可以长期化其营销价值。另外，许多元宇宙营销活动后，虚拟展厅持续存在，在后续的虚拟活动中重复使用。

元象这家为品牌方提供 3D 资产创造的技术公司看好这样的红利。元象联合创始人王楠提到，「品牌营销和企业展示在用我们的工具去创造它自己的 3D 内容，并且会从一些一次性的活动中把留下来，变成长期存在的空间，连接所有 3D 资产，变成一个店，一个世界。」

质疑：价值几何？

然而对于使用元宇宙概念进行营销的长期价值，尤其是元宇宙活动的价值，一直备受质疑。

首先，很多元宇宙品牌营销行为存在「羊群效应」，仅仅是追逐风口，并未完全明白元宇宙和其中的概念对于自身价值几何。

第二，元宇宙营销的效果和成本还有提升空间。

若虚拟人关键技术未能持续升级，技术使用门槛无法有效降低，导致生产成本持续处于较高水平或虚拟人品质和功能受限，将影响虚拟人的应用场景拓宽，及市场和用户需求兑现。

第三，一个元宇宙营销项目的长期 ROI (Return on

Investment, 投资回报率) 需要考虑。

如果一个元宇宙营销项目, 其成本问题和其能够带来的价值不能支持其长期运行, 如在虚拟人项目中, 若虚拟人在外形、运营等方面无法持续优化, 可能导致虚拟人价值降低, 出现用户流失、停止运营的情况。

另外, 疫情对于线上虚拟会展等的发展是一个强有力的推动因素, 然而在疫情影响逐渐减弱后, 元宇宙线上会展、活动风口是否会就此结束也在讨论之中。虚拟活动需要找到真正的价值。

工业元宇宙: 数字孪生提效现实产业

作为工业数字化下一阶段的重要技术、生产效率的提高工具, 数字孪生技术已经大量落地。

从结果倒推来看, 优先应用此项技术的行业的共性需求是「预测需求」。

通过对「原子的比特化」, 进而显示、预测和推演, 便是构建一个虚拟世界的本质价值。

基于预测推演的需求, 构建 3D 内容的技术便作为生产力工具, 与各行各业的具体需求结合, 提升后者的生产效率, 这也是今天元宇宙技术应用到各行各业的主要模式。

不过需要注意的是, 即使已经有很多数字孪生技术作为生产效率提升工具的案例, 但今天行业还没有看到像笔记本之于办公这样, 可以称得上颠覆行业生产效率的应用方案。目前来看, 更多落地的应用是对于生产效率带来几点、十几点的效率提升。

从已有案例来看, 今天拥抱数字孪生较积极的行业, 大多是本身体量大、毛利高的行业; 从数字孪生技术能带来的底层功能来看, 有 3D 设计和预测推演两者需求其一就会使用数字孪生工具。如地产行业全流程、制造业、大型设备模

拟训练、影视动画行业.....

这些技术在工业上的应用，往近了说，在提高现实世界生产效率，往未来看，同样在为通往虚拟世界修桥铺路。

房地产

地产行业是目前数字孪生市场最大的赛道，在地产产业链的多个环节都有 3D 设计需求，如地产设计、家装设计、家装展示等环节，并且需要预测和推演建筑生命周期，数字孪生技术在其中能发挥巨大作用。

在地产设计基建环节，从 BIM 技术 (Building Information Modeling , 建筑信息模型) 出发，在建筑的全生命周期规划和数字化管理环节，数字孪生早已融入其中。同时数字孪生可以在时间维度上管理建筑全生命周期，根据房屋、家装的老化情况进行预测维修。

在产业链下游的买房和家装设计环节，消费者已经能充分感受到数字孪生技术带来的影响。

2020 年以前，VR

看房是元宇宙技术在地产行

业存在感最高的应用。其中最具有存在感的贝壳找房，已经基于 3D 实景采集+全景漫游技术，交易平台在二手房和租房看房环节引入数字空间 VR 技术，让消费者可以在线上平台更加直观地掌握详尽房源信息，提高展示效率并提升销售转化。

近两年，家居设计环节的数字孪生应用开始提速。在家居行业，存在一个长期痛点——消费者和设计师沟通的设计效果和最终落地成品有出入。

数字孪生工具

解决了这个问题，几乎颠覆了家装生产设计流程。

以酷家乐为代表的云设计家装工具，将家装最终效果呈现环节前置到家装开始之时，并以更直观的 3D 效果图向消费者展示装修效果，让装修效果不再「开盲盒」，让设计师在消费者和工厂之间的沟通更简易，大大减少返工情况。

工业制造

在个人消费级别的元宇宙还是一种畅想之时，工业制造业场景中的 3D 化水平

已经日趋成熟。如今工业数字化进程中，不仅需要更高精尖的三维升级，还需要时间维度的预测，以及将已有繁杂众多的 3D 数据进行统一协作。

其中，数字孪生技术的引入和升级可以进一步将工厂和工业生产环节 3D 化、数字化，而 AI 技术的引入，则可以推演工厂生产流程，提供生产效率。

预测是工业制造业当前的痛点需求，AI 技术和 3D 数据结合的数字孪生技术已经开始解决这一痛点。英伟达与西门子合作的智能工厂是一个模拟并预测的典型示例。通过数字孪生可以模拟出工厂内化学反应，计算出工厂内管道的废料积累，从而精确地算出停产清理时间，每年可以为工厂节省数亿美元的开支。

作为轻工业制造业的服装行业需要 3D

设计和仿真技术提高精度和效率。凌迪科技 Style3D 数字战略总监陈梦婕提到，对设计效果进行快速精确地推演是数字孪生普遍应用于设计行业的原因。

「建筑和服装设计是非常依赖设计的两个行业，建筑设计是单次成本较高，而服装设计是频率很高。

数字化快速设计和反馈能提升服装设计的精准度和命中率，这是实现降本增效的核心。」

在农业场景，数字孪生技术也已经派上用场。在 UINO

优诺科技的合作案例中，国内某大型农场在 700 亩试验田上开展数字化农业试点，利用数字孪生技术进一步推动农业领域的数字化转型。

AI 训练

数字孪生最基础的能力是构建最接近现实空间的虚拟空间，可以模拟一些现实环境中无法重现的场景以及需要大量成本的场景，比如太空环境、自动驾驶 AI 训练场景、机器人训练场景。

数字孪生技术最早出现的应用场景是美国国防部用于航空航天飞行器的预测性维护，这就是一个人类难以在现实环境中模拟的场景。航空航天飞行器在数字空间建立真实飞机的模型后，通过传感器实现与飞机真实状态完全同步，这样每次飞行后，根据结构现有情况和过往载荷，及时分析评估是否需要维修，能否承受下次的任务载荷等。

2020 年随着机器人和智能汽车市场的爆发，创造了大量的 AI

训练需求，完全在现实中训练 AI 不仅耗时巨大，还受到场地的制约。对此，不少车企和机器人企业，把目光看向数字孪生。

自动驾驶方面在行业内一直有一个共识——量产应用必须要跑完「110 亿英里」里程。要想完成 110 亿英里的实际道路测试，时间长、成本高，极端场景下测试难、危险性大，这些问题成为诸多入局者「不可承受之重」。在现实测试中难以完成的测试体量，交由虚拟仿真平台来完成，这已经是行业普遍的做法，腾讯等国内公司在这一领域已有布局和应用。

机器人也在成为数字孪生新的 AI 训练应用场景。Coohom Cloud 是群核科技（酷家乐）推出的智能体仿真及数据云服务 PaaS 平台，其中 RoboWizard 是针对机器人尤其是室内智能机器人行业推出的云服务解决方案。酷家乐称，基于海量室内 3D 虚拟场景、云计算及云服务能力，通过真实感绘制、大规模云端计算集群及云端机器人应用程序部署及管理模块，RoboWizard 可以重新定义云端机器人开发和仿真流程。

04

总结：元宇宙的机会在哪里

前文中，我们梳理了今天元宇宙行业的关键问题，以及各个领域今天的发展情况、痛点，并预计未来几年将会如何发展。基于这些认知和判断，我们总结了未来几年元宇宙行业的机会，给希望或者正在元宇宙赛道从业和创业的同学提供参考。

硬件领域的机会可以总结为三点：「AR 交互范式的定义者」、「VR 生态的构建者」和「关键技术痛点的解决者」。

定义 AR 交互范式是未来十年元宇宙赛道最重要的行业机会之一，今天来看微软、苹果等传统巨头走在前列，但要注意的是：历史经验证明次世代的创新革命往往不会来自上个世代的统治者。而中国发达的硬件供应链和日趋增强的创新能力，意味着中国企业也很有机会成为 AR 时代的引领者。

至于 VR，已经跨过了最初 0 到 1

的阶段，接下来的竞争是从硬件、内容、营销到整个生态全方位的比拼。今天 Meta

是领先者，但其出货量也只有千万量级，还远远没有到一锤定音的时刻。2023 年苹果的 XR 产品发布后，市场规模和参与玩家的数量都会上升一个台阶，那

时胜负才刚刚开始。

此外不论 AR 还是 VR，今天在显示、计算和交互上还有大量的痛点问题需要解决，例如光波导、mLED、终端 XR 芯片、端云混合技术等。过去 XR 设备出货量低，产业链想要赚钱并不容易，只能靠投资养活。但未来几年随着出货量上升，能解决关键技术问题的技术公司，将更容易兑现技术的商业价值。

内容和应用领域的机会也可以分为三类：与 VR / AR 硬件相关，构建 3D 内容相关，以及与行业应用相关。

与 VR / AR 硬件相关的内容机会，今天最值得关注的是 MR。在苹果和 Meta 的引领下，全彩透视技术预计未来两年将成为 XR 头显的标配功能。基于这项技术开发 MR 应用。将成为元宇宙内容领域最重要的机会之一，据我们了解，目前硅谷已有一些小型内容团队在为苹果秘密开发 MR 应用。

除了 MR 之外，随着 XR 头显的出货量提升，构建 C 端 VR 应用也是一个重要的机会。2022 年 4 月 Meta 副总裁在 Meta Quest 游戏节上公布，仅 Quest 商店就已经有 120 款游戏收入过百万美元，8 款超 2000 万美元。再加上 PICO 等主机厂商加大内容投入，VR 内容开发者的造血能力较几年前已有质的提升。

实时 3D 内容的构建是元宇宙的主线任务之一，这个方向值得关注的变化和机会有两方面：一个是 3D 内容资产在底层技术标准上的完善，为元宇宙互操作性生态打造基础，这可能给上层内容应用带来机会；另外一方面是 AI 赋能以及端云协同等技术发展，进一步解决高质量 3D 内容资产从生成到实时交互和呈现的高成本问题。此外，也需要强调一下，除了 AI，图形学作为元宇宙的基础技术，可能会在未来迎来大的发展机会。

最后是行业应用领域，今天来看，数字孪生依然是元宇宙技术中最有可能在短期内兑现商业价值的领域。过去数字孪生已有很多与各行各业结合的案例，但随着技术的发展，今天有了新的可能性。引入 AI 后，数字孪生的预测和推演能力大幅提升，为这种新的技术能力找到合适的应用点，为传统产业赋能，是从业者未来几年重要的机遇之一。