

内 容 简 介

本书详细介绍了元宇宙的概念、要素、图景，所依赖的关键技术和基础设施，元宇宙的主要技术障碍和突破口，虚拟世界的经济系统和协作系统，元宇宙的发展路径，以及元宇宙概念所催生的商机、投资机会，各行业巨头在元宇宙的布局，元宇宙自身不均质特性所带来的各种风险（伦理、技术、社会、金融、垄断等风险）。

本书适合科技圈人士、投资圈人士、创业圈人士、关联产业群从业人员以及对元宇宙感兴趣的人群阅读，使他们更好地拥抱元宇宙，抢占制高点，抢占先机，提前布局。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目（CIP）数据

元宇宙：互联网终极形态 / 陈建明著. —北京：清华大学出版社，2022.6

（新时代·科技新物种）

ISBN 978-7-302-60394-8

I . ①元… II . ①陈… III . ①信息经济 IV . ①F49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 048624 号

责任编辑：刘 洋

装帧设计：方加青

责任校对：王荣静

责任印制：宋 林

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市东方印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：170mm×240mm 印 张：14.75 字 数：215 千字

版 次：2022 年 7 月第 1 版 印 次：2022 年 7 月第 1 次印刷

定 价：79.00 元

产品编号：096365-01



专家推荐

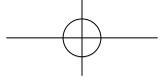
科技革命总是通过提高人们认识和改造世界的能力，引起生产力革命，从而大大促进社会生产力和经济的迅速发展。人工智能、区块链、云计算、大数据、5G、智能物联网、虚拟现实、增强现实和扩展现实等新技术的发展奠定了元宇宙发展的基础，未来元宇宙将重构人们的生活方式、生产模式和组织治理模式，也将助推经济持续发展。北大国际 MBA 2000 级校友陈建明的著作《元宇宙：互联网终极形态》将为大家打开元宇宙认知的大门。

——杨壮 北京大学国家发展研究院管理学教授

在移动互联网带动经济的动能减速的阶段，元宇宙将成为推动世界经济发展的“数字引擎”，助推世界经济飞跃发展。陈建明先生长期从事互联网创业，从 PC 互联网，到移动互联网，再到元宇宙，不仅积累了丰富的互联网创业经验，也在实践中总结了深刻的经验和教训。相信陈建明先生的著作《元宇宙：互联网终极形态》能够对大家了解元宇宙，进行元宇宙创业、投资提供参考和借鉴。

——朱玉杰 清华大学经管学院教授、博士生导师

元宇宙将如何从 Roblox 当下如日中天 Alpha 世代的游戏元宇宙破圈？如何快速渗透到产业元宇宙、消费元宇宙、城市元宇宙、教育元宇宙、医疗健康元宇宙、军事元宇宙、工业元宇宙，甚至农业元宇宙？不同元宇宙之间是建立新的数字柏林墙，还是建立全球共享的数字标准和协议？元宇



宙成长的边界在哪里？元宇宙中哪些经济活动可能昙花一现，产生巨大的泡沫？元宇宙中的房地产除了游戏、娱乐功能，还有哪些价值？元宇宙将如何改变人类？上千亿的数字人化身将如何为人类服务？又将如何与近 80 亿人类共生？

本书没有提供所有这些问题的答案，但本书却点燃了我们元宇宙美好未来的向往。本书不仅是一本元宇宙的科普读物，还将开启我们共同迈向元宇宙的新征程。

——**颜艳春** 盛景嘉成基金合伙人，山丘联康创始人兼董事长，
中国流通三十人论坛（G30）成员，
《产业互联网时代》和《第三次零售革命》作者

每一个时代的科技革命都极大地促进了社会生产力的进步和人的解放。元宇宙正在引领新一轮技术革命，推动全球经济文化体系的数字化、智能化转型升级。陈建明先生的《元宇宙：互联网终极形态》深入解读元宇宙的技术条件、技术障碍、突破方向，虚拟世界和现实世界的经济系统及协作系统，以及元宇宙概念下催生的商机、投资机会等，值得阅读！

——**秦朔** 人文财经观察家，中国商业文明研究中心联席主任

“元宇宙”不仅是一场技术革命，更可能是一场由技术革命而引发的社会革命。“元宇宙”的革命性影响最可能是从商业场景开始的。因此，商业地产界应该认真去认识它、主动去拥抱它、积极去利用它。作为商业地产与互联网交叉领域的持续创业者，陈建明先生所著的《元宇宙：互联网终极形态》一书对业界的商业化应用具有指引性。

——**王永平** 商务部市场运行专家，
全联房地产商会商业地产工作委员会会长

元宇宙就是人类的虚拟世界，是人类在数字时代的新生存方式，它既是人类文明的发展机遇，也是挑战；它既是商业命题，也是哲学命题，亟

待探讨与研究。陈建明先生的《元宇宙：互联网终极形态》一书，系统翔实地回答了我心中的很多疑惑。陈建明先生是国内互联网商业领域最早的研究与实践者之一，有深厚的理论功底与丰富的实践案例。以这样的基础与视角切入元宇宙的观察和研究，非常具有落地和应用价值。祝贺《元宇宙：互联网终极形态》一书出版并大卖。

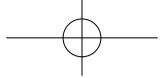
——杨乐渝 全经联执行主席

元宇宙是下一代互联网的新形态，对新新人类的吸引力不亚于哥伦布发现新大陆。元宇宙是一个沉浸式体验的平行世界，在这个虚拟世界里可以重建人类现实世界里的一切。元宇宙将成为年轻一代互联网原住民消费主场，蕴含着巨大的新财富机会。所有的生意都可以重做一遍，所有的故事都可以重讲一遍，所有的商业模式都可以重来一遍：新的谷歌、新的阿里、新的京东、新的字节跳动……都可能在元宇宙中诞生。

——李光斗 品牌战略专家，中央电视台品牌顾问，
《品牌战》《互联网下半场》《区块链财富革命》作者

随着众多相关技术的发展、积累与融合，元宇宙应运而生。虚拟世界与现实世界混合发展，将带来颠覆性的社会变化。面向未来，我们应该拥抱元宇宙，提前准备，抢占先机。元宇宙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、身份系统上实现密切融合。陈建明先生的著作《元宇宙：互联网终极形态》系统描述了元宇宙所依赖的关键技术和基础设施，元宇宙的主要技术障碍和突破口，以及在元宇宙概念下催生的商机、投资机会等。从企业、投资人、融资者角度看，在互联网流量红利消失、用户增长出现瓶颈以及数字化浪潮的大背景下，元宇宙概念很好地满足了各方想象力的期待。这本书恰好可以回应读者的诸多关切。

——鲍筱斌 弘毅投资董事总经理



计算机技术、通信技术、芯片技术等的发展推动了互联网革命。算力和计算技术、交互技术（VR、AR、XR）、电子游戏技术、人工智能技术、区块链技术、通信技术（5G、6G）、物联网技术等的发展引爆了元宇宙发展的契机。陈建明先生的著作《元宇宙：互联网终极形态》将为元宇宙创新、创业者提供系统的元宇宙认知和资讯。

——刘二海 愉悦资本创始人

元宇宙是在过去二十多年来互联网、大数据、云计算、人工智能、虚拟现实等一系列新兴科技持续发展的基础上，由国内外科技龙头企业发起、倡导和推动的，代表下一个二十年科技产业发展方向的顶层逻辑，是科技与哲学的融合。未来5~10年，数字内容和数字资产有望被重新定义，将孕育出巨大的产业机会，也是专业投资机构不容错过的主要赛道。陈建明先生在科技领域耕耘数十载，是国内最早跟进和实践元宇宙相关产业的资深专家之一。他的著作《元宇宙：互联网终极形态》系统性地介绍了元宇宙的技术体系、治理逻辑以及未来的发展方向，值得拜读！

——吴敏文 盛世景集团董事长

元宇宙是既映射于现实世界，又独立于现实世界的虚拟世界。元宇宙将成为新的“数字引擎”，助推经济加速发展。陈建明先生的新书《元宇宙：互联网终极形态》探讨元宇宙的主要技术障碍和突破口，解读催生的商业机会和投资前景，深入浅出，务实致用，为拥抱元宇宙的企业和个人带来新的指引和路径。陈建明先生数十年来从事互联网+商业地产的创业与投资，倾力践行产业创新，着眼时代前沿，这本力作值得公众和业界人士研读。

——姜宏斌 普华永道中国合伙人

元宇宙时代即将到来。未来，线下物理世界与线上虚拟数字世界的界限将彻底打通，现实世界和虚拟世界将充分融合，人类将面临现实世界和

虚拟世界互融的场景革命。陈建明先生的著作《元宇宙：互联网终极形态》系统解读元宇宙生态下的场景变革趋势、技术、问题，对于探索元宇宙未知场景有很好的指引。

——吴声 场景方法论提出者，场景实验室创始人

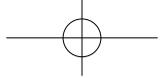
随着 5G、VR/AR、云计算的建设和发展，现有互联网形态无法解决物理世界和虚拟世界的深度融合需求。信息从二维平面升级为三维全景，带来更强的沉浸感体验，于是“元宇宙”概念应运而生。鉴于元宇宙巨大的商业价值，市场上急需一部由浅入深，由基础到行业深度展望的作品，帮助各行业了解、思考“元宇宙”，迎接“元宇宙”带来的变革和抓住“元宇宙”带来的发展机遇。《元宇宙：互联网终极形态》这一著作，顺应市场需求，内容正是各界所需，必将受到欢迎。

——王占宏 数衍科技创始人兼 CEO

时代在蓬勃发展，在新趋势视野下，如何实现全球化，打破区域壁垒，实现资本、资源、要素的流通，从而推动人类文明的前进？陈建明先生的著作《元宇宙：互联网终极形态》，由浅入深讲述了第三代互联网技术——元宇宙，以及由此带来的科技、生活方式、空间场景等多维度、多空间、大纵深、立体化的改变，让我们跟随陈先生的脚步，探寻“元宇宙”的奥秘，解密未知的奇幻世界。

——张春华 柒壹控股董事长

元宇宙是借助人工智能、虚拟现实、云计算、数字孪生、区块链等高科技手段，把物理世界映射到虚拟世界。元宇宙将给未来的科技、生产方式、组织模式甚至社会关系带来革命性的推动和发展。陈建明先生是国内商业地产开发与数字化运营的资深专业人士，他所著的《元宇宙：互联网终极形态》详细介绍元宇宙的概念、图景，所依赖的关键技术和基础设施，以及催生的全产业链商机和投资机会，为加快技术创新与应用提供了宝贵



前言

2021 年底，元宇宙（Metaverse）入围《经济学人》（*The Economist*）2022 年 22 大新兴技术。

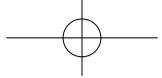
严格来讲，元宇宙并不是一项技术，而是一个概念；进一步而言，它也不是一个新概念，“元宇宙”一词最早出自美国科幻作家尼尔·斯蒂芬森（Neal Stephenson）1992 年出版的科幻小说《雪崩》（*Snow Crash*），作品中主角阿弘用一台特制电脑，戴上耳机和目镜，通过连接终端，以虚拟分身的方式进入由计算机模拟、与真实世界平行的虚拟空间，阿弘的名片上有一个元宇宙地址。

1999 年上映的好莱坞电影《黑客帝国》（*The Matrix*）中也描绘了一个类似反乌托邦虚拟世界，人们生活在类似元宇宙的虚拟“矩阵”中。

斯皮尔伯格（Spielberg）执导的电影《头号玩家》（*Ready Player One*）（2018 年上映）里有一句经典台词：“This is the ‘oasis’ world, where the only limit is your own imagination.”（在这里唯一限制你的是你的想象力。）“这里”指的是主人公打造的虚拟游戏世界——绿洲（oasis），绿洲拥有完整的虚拟社会形态，游戏中人们可以去任何想去的地方，做任何想做的事，通过体感装备甚至可以体验疼痛，凭想象力可以主宰一切。

科幻作品中的虚拟元宇宙世界正一步步向我们靠近，2021 年被各界广泛视为元宇宙元年，20 多年前概念提出时，元宇宙之所以未能落地，原因在于当时支撑其发展的各项技术还远未成熟。

技术进步是推动元宇宙实现的第一契机，如果说互联网革命的契机是



计算机技术、通信技术、芯片技术等系列技术的集合，那么元宇宙的契机则是算力和计算技术、交互技术 [VR（虚拟现实）、AR（增强现实）、XR（扩展现实）]、电子游戏技术、人工智能（AI）技术、区块链（blockchain）技术、通信技术（5G、6G）、物联网（internet of things, IoT）技术等集合，当前这些技术已经获得了长足的发展和进步。

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。在互联网大时代中，PC（personal computer，个人电脑）互联网是 1.0 时代，移动互联网是 2.0 时代，而“元宇宙”将是互联网的 3.0 时代，也是互联网的终极形态，是人类数字化生存的最高形态。

元宇宙基于扩展现实技术提供沉浸式体验，基于数字孪生（digital twins）技术生成现实世界的镜像，基于区块链技术搭建经济体系，使虚拟世界与现实世界在经济系统、社交系统、身份系统上实现密切融合，且允许每个用户进行内容生产和世界编辑。

据 2021 年 3 月在纽约证券交易所上市的“元宇宙概念第一股”Roblox 定义，元宇宙包含八大要素：identity（身份）、friends（朋友）、immersive（沉浸感）、low friction（低延迟）、variety（多元化）、anywhere（随地）、economy（经济系统）、civility（文明）。

从字面来看，Metaverse 由 meta（元）+universe（宇宙）两部分组成，即综合各种技术能力在现实世界基础上搭建一个平行且永续存在的虚拟世界，现实中的人以数字化身的形式进入虚拟时空中生活，同时在虚拟世界中还拥有完整运行的社会和经济系统。

元宇宙不是某个虚拟空间，而是某个数字生活价值大于物理生活价值的奇点时刻，它强调了几个关键点：虚拟经济、去中心化、同步实时、虚拟身份（virtual identity）。通过交互性沉浸技术，我们能在元宇宙中实现全感官的沉浸式体验，拥有数字世界的虚拟“分身”、虚拟身份，可在数字世界里工作、生活、社交、娱乐、创造、交易。简单来讲，人们能在虚拟空间里做现实世界里能做的事情，甚至现实世界做不到的事情，这个宇宙是“元”（meta，即超越）的。

元宇宙是既映射于又独立于现实世界的虚拟世界，它不是虚拟的数字乌托邦，是虚拟世界而不是虚幻世界，是一个真实的、可触摸、可参与其中的数字世界。其中既有现实世界的数字化孪生体，也有虚拟世界的独特创造物。

未来，元宇宙还将赋能线下产业，推动产业链、价值链、创新链迭代升级，每一家现实世界的公司都会打造一个元宇宙中的数字孪生体、数字经济体，而每一家在现实世界中新建的工厂也都会在元宇宙中孪生一个数字工厂，实现产业价值倍增。

现实物理世界的各种要素最终都可以“镜化”到虚拟数字世界中，同时虚拟世界创造的内容，又可以通过不同载体投射到现实世界中，对现实世界产生影响，实现虚实融合、虚实共生、同步发展。

元宇宙还将加快商业模式创新与潜在市场培育，围绕游戏、社交、娱乐、办公、工业、教育、医疗等领域打造创新型应用场景，培育新的市场增长点。

2021年，包括脸书（Facebook）、苹果、谷歌、微软、字节跳动、腾讯、亚马逊、英伟达（Nvidia）、百度、阿里巴巴、Roblox、高通（Qualcomm）、索尼、网易、小米、Epic Games 等在内的行业巨头和关联公司，以及大量投资机构、咨询机构，或直接入局元宇宙，或为元宇宙发声站台，包括日本、韩国在内的一些政府和国际组织也在高度关注元宇宙发展动向。

预计未来3~5年，元宇宙将进入探索期，VR/AR、NFT（non fungible token，非同质化代币）、AI产业、云计算（cloud computer）、电子游戏产业、交互硬件、区块链产业、数字孪生城市等领域的渐进式技术突破和商业模式创新将会不断涌现。随着越来越多的行业巨头和资本涌入，在不久的将来，量子计算、GPU（图形处理器）、3D图形引擎、5G和6G、互联网和游戏公司虚拟平台、数字孪生城市、产业元宇宙、工业元宇宙（industrial Metaverse）等领域将会涌现巨大的行业机会，元宇宙市场规模可达数万亿美元，乃至更高。

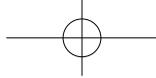
届时，人们的生活方式、生产模式和组织治理模式都将被重构，元宇宙将同每个人的生活息息相关，就个体而言，则需提前做好筹划、准备，



掌握相关的“元”技能，培养元宇宙思维，以适应未来的时代。

在元宇宙推进过程中，将不可避免出现一些不均质的风险和问题，比如社会秩序风险、价值取向风险、金融风险、分配不均问题、数据过载问题、垄断风险等，相关各方需作出预判，给出预案和对策。

展望更终极的未来，线下物理世界与线上虚拟数字世界的界限将彻底打破，现实世界和虚拟世界将充分融合，人类将成为横跨现实世界与虚拟世界的“两栖物种”，甚至，伴随脑机接口（brain computer interface, BCI）技术的不断突破，未来的人类有可能实现意识上传，彻底摆脱对现实物理世界的生理依赖，实现意识上的永生，人类将由碳基生命进化为硅基生命，实现生命的跨越！



目 录

第 1 章 元宇宙：互联网的终极形态 / 1

- 1.1 元宇宙：超越宇宙的宇宙 / 2
- 1.2 互联网迭代图谱 / 5
 - 1.2.1 互联网的诞生及其缔造者 / 6
 - 1.2.2 互联网 1.0 时代：PC 互联网 / 9
 - 1.2.3 互联网 2.0 时代：移动互联网 / 11
 - 1.2.4 互联网 3.0 时代：元宇宙时代 / 13

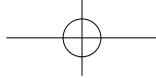
第 2 章 元宇宙的本质：超越现实的虚拟世界 / 15

- 2.1 元宇宙的内外驱动力 / 16
 - 2.1.1 流量寻找新洼地 / 17
 - 2.1.2 技术渴望新出口 / 19
 - 2.1.3 资本寻找新风口 / 21
 - 2.1.4 用户期待新体验 / 23
- 2.2 元宇宙四大特性 / 25
 - 2.2.1 时空性：空间虚拟但时间真实的数字世界 / 26
 - 2.2.2 真实性：现实世界数字化复制与虚拟创造 / 27
 - 2.2.3 独立性：连接现实又高度独立的平行空间 / 29

- 3.3.2 量子计算：科技巨头、学术机构纷纷入局 / 97
- 3.3.3 6G 网络：实现元宇宙真正意义上的身临其境 / 99
- 3.3.4 脑机接口：现实世界和虚拟世界的终极入口 / 102
- 3.4 元宇宙技术耦合的“美第奇效应” / 104
 - 3.4.1 美第奇效应：技术组合带来的超预期变革 / 104
 - 3.4.2 iPhone：技术创新“连点成线”经典案例 / 106
 - 3.4.3 元宇宙是不断的连点成线的技术创新总和 / 108

第 4 章 超级生态系统：协作、开放、去中心化 / 111

- 4.1 元宇宙生态系统 / 112
 - 4.1.1 开放机制：世界互通的终极方案 / 112
 - 4.1.2 标准协议：统一遵循的底层逻辑 / 114
 - 4.1.3 去中心化：结构和控制去中心化 / 117
 - 4.1.4 多元社会：无数个子宇宙的聚合 / 118
 - 4.1.5 永续存在：不受行业中巨头控制 / 120
- 4.2 元宇宙经济系统 / 123
 - 4.2.1 打通虚实之间的价值链 / 123
 - 4.2.2 资产上链：实现资产确权 / 125
 - 4.2.3 价值分配方式的与时俱进 / 128
 - 4.2.4 去中心化自治组织 / 131
- 4.3 去中心化的数据存储系统 / 133
 - 4.3.1 不可忽略的数据安全问题 / 133
 - 4.3.2 去中心化的存储方式 / 136
 - 4.3.3 保护好个人数据资产 / 138



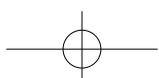
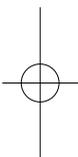
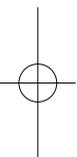
第 5 章 元宇宙进化路径、投资机会与行业变局 / 141

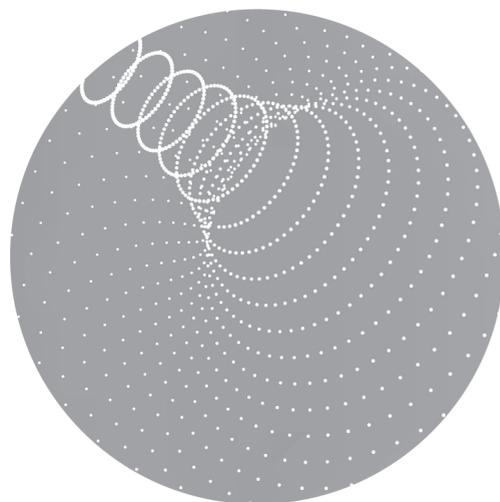
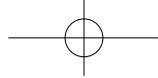
- 5.1 元宇宙的发展周期 / 142
- 5.2 元宇宙带来的行业变局 / 144
 - 5.2.1 元宇宙时代重点产业方向 / 145
 - 5.2.2 元宇宙将会冲击哪些行业 / 146
 - 5.2.3 元宇宙将带来哪些新职业 / 149
- 5.3 元宇宙重点关注产业方向 / 152
 - 5.3.1 游戏+VR：靠近元宇宙的最近入口 / 153
 - 5.3.2 NFT 市场：迎来爆发性增长 / 157
 - 5.3.3 元宇宙+零售 / 159
 - 5.3.4 元宇宙+协同办公 / 161
 - 5.3.5 工业元宇宙：元宇宙+制造业 / 164
- 5.4 科技巨头布局：寻找新的增长极 / 166
 - 5.4.1 字节跳动：基于内容，补全硬件 / 167
 - 5.4.2 英伟达：以 Omniverse 打造开放式云平台 / 170
 - 5.4.3 苹果：AR/VR 领域等待苹果入局 / 172
 - 5.4.4 百度：聚焦 AI、云计算和 VR / 174
 - 5.4.5 腾讯：社交+内容+娱乐的“全真互联网” / 176
 - 5.4.6 阿里巴巴：XR 实验室+元境生生 / 179
- 5.5 终极元宇宙图景 / 181
 - 5.5.1 从二维到三维 / 182
 - 5.5.2 元宇宙将成为比现实世界更大的经济体 / 185

第 6 章 如何平衡不均质的元宇宙 / 187

- 6.1 元宇宙的不均质风险 / 188
 - 6.1.1 社会秩序风险：既有社会秩序的挑战与颠覆 / 189

6.1.2	价值取向风险：虚拟世界与真实世界的边界	/ 191
6.1.3	金融安全风险：虚拟经济系统的公信力问题	/ 194
6.1.4	分配不均风险：或进一步加剧贫富两极分化	/ 196
6.1.5	内在垄断风险：成为商业与资本驱动的僵尸	/ 198
6.1.6	信息过载风险：信息熵超大时代的群体焦虑	/ 200
6.2	如何面对不均质的元宇宙	/ 202
6.2.1	当虚拟和现实的边界变得模糊	/ 204
6.2.2	横跨现实与虚拟的“两栖物种”	/ 208
6.2.3	当所有经济链条都纳入元宇宙	/ 210
6.2.4	碳基生物能否在元宇宙中永生	/ 212



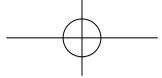


第 1 章

元宇宙：互联网的终极形态

人类盈余的时间和智慧，在互联网时代汇聚，转化为巨大的能量。

——CCTV纪录片《互联网时代》



1.1 元宇宙：超越宇宙的宇宙

元宇宙，被称为“互联网的终极形态”“人类数字化生存的最高形态”，是超越现实世界的虚拟世界。

科幻小说《三体》里有一个论断，人类的面前有两条路：一条向外，通往星辰大海；一条向内，通往虚拟现实。

通往虚拟现实的元宇宙，正在成为继比特币与区块链之后的新浪潮。从国内到国外，从资本圈到科技圈，科技巨头、投资人士、创业新贵都对元宇宙心驰神往。

在科技圈与资本圈的追捧下，元宇宙真的会是堪比移动互联网的划时代机遇吗？

我们看到，先知先觉的互联网巨头已经开始在元宇宙领域悄悄进行布局——

2020 年底，腾讯宣布布局“全真互联网”，将打开虚拟世界和真实世界的大门。

2021 年 3 月，号称“元宇宙第一股”的游戏平台 Roblox 上市首日股票大涨 54.4%，市值从一年前的 40 亿美元（估值）飙升至 450 亿美元，随后腾讯火速拿下了其中国代理资格。

2021 年 7 月，微软公司在 Inspire 大会上提出企业元宇宙解决方案。

2021 年 8 月，字节跳动拟斥资约 15 亿美元收购 VR 设备公司 Pico，入



局元宇宙赛道。

2021年8月，日本社交游戏巨头GREE宣布进军元宇宙领域。

2021年10月，一个名为“柳夜熙”的虚拟美妆主播搭乘元宇宙概念出现在短视频平台上，仅凭两条短视频，即在短短数日内圈粉500余万。

2021年11月，美国社交媒体巨头脸书宣布更名为“元”（Meta），推出VR远程协作办公平台，创始人马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）表示，今后公司将以元宇宙的业务优先。

2021年11月5日，自诩为企业家、演说家的罗永浩发微博宣布下一步将进军元宇宙。

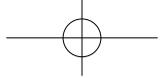
苹果、谷歌、亚马逊等科技巨头也纷纷投入大量资源来概念化“元宇宙”并创建必要的基础设施，在技术上支持“元宇宙”梦想。百度、网易、小米等国内互联网巨头也在抢注相关商标，布局元宇宙。

一些国家的政府部门也高度关注元宇宙发展，2021年7月13日，日本经济产业省发布了《关于虚拟空间行业未来可能性与课题的调查报告》，归纳总结了日本虚拟空间行业亟须解决的问题，以期能在全球虚拟行业中占据主导地位。韩国表现更为积极，韩国财政部计划在2022财年预算中划拨2000万美元用于开发元宇宙平台，韩国科技部则计划在2025年前投入22亿美元用于支持超连接性及元宇宙相关技术开发。

大受欢迎的元宇宙究竟是什么？

元宇宙其实并不是一个全新的概念，“元宇宙”一词出自美国科幻作家尼尔·斯蒂芬森1992年出版的科幻小说《雪崩》，在这部科幻作品中，主角阿弘通过一台特制的电脑，戴上耳机和目镜，找到连接终端，就能够以虚拟分身的方式进入由计算机模拟、与真实世界平行的另外一个世界——虚拟空间。

所以说，阿弘并非真正身处此地。实际上，他在一个由电脑生成的世界里：电脑将这片天地描绘在他的目镜上，将声音送入他的耳机中。



阿弘的名片上留着各种联系方式：电话号码、全球语音电话定位码、邮政信箱号码、六个电子通信网络上的网址，还有一个元宇宙中的地址。

在《雪崩》描述的平行于现实世界的虚拟世界“Metaverse”中，所有现实生活中的人都有一个网络分身 Avatar（同詹姆斯·卡梅隆执导的科幻电影《阿凡达》），在其中以虚拟身份自由生活。

加拿大著名科幻作家罗伯特·J. 索耶（Robert J. Sawyer）在一次分享中表示，科幻就是科学界的“维基解密”，帮助公众了解前沿研究的潜在意义，“科幻作者并不是凭空想象，我们作出任何推测必须有根有据。很多科幻作者都是在职科学家”。

“元宇宙”一词的创造者尼尔·斯蒂芬森就不仅仅是科幻作家，他还曾在波士顿大学学习过物理学和地理学，对数学、密码学、哲学、货币和科学史等都有所涉猎。

1998年，《时代》（Time）周刊评选出了50位数字英雄^①，斯蒂芬森位列其中，让他与诸多数字技术创新的杰出人物并列的理由是，他的书塑造和影响了整整一代IT人。

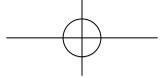
只是让这位科幻作家未曾预料的是，他在20世纪90年代出版的作品，还给30多年后的互联网行业预备了两管鸡血——加密货币和元宇宙，这也正是元宇宙席卷全球的力量之源。

科幻作家在作品中编织的“美梦”，极有可能给后来者以启迪、灵感，将其变为现实。元宇宙，便是如此。

从字面来看，Metaverse由meta（元）+universe（宇宙）两部分组成，meta源于希腊语前置词与前缀μετά，意即“之后”“之外”“之上”“之间”。

中文的“元”是古词，始见于商代甲骨文及商代金文，《说文解字》中说：“元，始也，从一从兀。”董仲舒《春秋繁露》曰“元者为万物之本”，简明而传神。

^① 同期入选数字英雄的还有搜狐创始人张朝阳。



现代“元”的概念则始于1920年大卫·希尔伯特（David Hilbert）提出的元数学，元数学即使用数学技术来研究数学本身，包含一种自我指涉的意义，也是后来所有 meta-anything 词汇的核心。当我们谈论某项事物为“元”时，则为我们在自我指涉地谈论某事，也可借用一个公式来描述： $元 + A = \text{关于 } A \text{ 的 } A$ 。

当我们在某个词上添加前缀“元”的时候，比如“元宇宙”，就是“关于宇宙的宇宙”，或指“超越宇宙的宇宙”。

维基百科（Wikipedia）对元宇宙的定义是：通过虚拟增强的物理现实，呈现收敛性和物理持久性特征的，基于未来互联网，具有链接感知和共享特征的3D虚拟空间。

我们理解的元宇宙，是整合多种新技术而产生的虚实相融的新型互联网应用和社会形态，它基于AR、VR、XR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和去中心化的组织社群体系，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，实现“虚实融合”“虚实共生”。

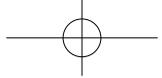
总结来讲，人们能在元宇宙虚拟空间里做现实世界里能做的几乎所有事情，以及现实物理世界无法做到的事情，这个宇宙是“元”（meta，即超越）的。

1.2 互联网迭代图谱

我国最早探讨宇宙问题的著作是《尸子》^①：“上下四方曰宇，往古来今曰宙。”“宇”为空间，“宙”为时间。此为中国古代典籍中所能找出的同现代“宇宙”“时空”概念最好的照应。

宇宙，无边无际，是空间和时间的总称，是未知，是危险。而我们，

^① 尸佼(战国时期著名政治家,诸子百家之一,约公元前390—前330年)所著,商鞅变法期间,尸佼为商鞅的门客,后逃到蜀地,著书立说。



仍可以触摸到一个真实的微型宇宙——互联网。

《雪崩》出版的年代也正是互联网进入公众视野的初始阶段，人们关注这个新生事物所给政治、经济、人性本身带来的重塑与改变，试图赋予其打破工业时代旧秩序、建立新秩序的崇高使命。正如尼古拉斯·尼葛洛庞帝（Nicholas Negroponte）^①所言，互联网将会“使组织走向扁平化，使社会走向全球化，也会使控制去中心化，同时还将使人群变得更加和谐”。

业内普遍认为，在互联网大时代中，PC 互联网是 1.0 时代，移动互联网是 2.0 时代，而“元宇宙”将开启互联网的 3.0 时代。

在此之前，有必要谈一下互联网的诞生过程以及缔造它的伟大学者。

1.2.1 互联网的诞生及其缔造者

尖端科技通常在军事领域先行突破，国际互联网的诞生也是源于冷战时期的美苏争霸和军备竞赛。

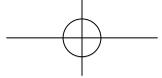
1957 年，苏联成功发射人类历史上第一颗人造卫星“斯普特尼克一号”（Спутник-1），轰动了世界，也震惊了美国。

为了奋起直追，1958 年 2 月，美国国防部组建了一个颇具神秘色彩的科研部门——ARPA（Advanced Research Projects Agency，高级研究计划局）。

20 世纪 60 年代，为了应对苏联日益膨胀的核武库，确保美国在经过苏联第一轮核打击后仍具备一定的生存和反击能力，美国国防部决定研发一种由无数节点构成的分散式指挥系统，即使某些节点被摧毁，其他节点之间仍可保持通信。

接到该任务的是 ARPA 信息处理技术办公室（Information Processing Techniques Office, IPTO）的第一任主管——约瑟夫·利克莱德（Joseph Licklider）。直到 1966 年，来自 NASA（美国航空航天局）的罗伯特·泰

^① 麻省理工学院媒体实验室创办人，网络预言家，《数字化生存》一书的作者，张朝阳的天使投资人。



勒（Robert Taylor）成为 IPTO 的第三任主管后，该项目才有了实质性突破，新型通信网络项目被 ARPA 命名为“ARPANET”（阿帕网）。

在罗伯特·泰勒力邀下，来自全美范围内的技术天才纷纷加入项目组，包括麻省理工学院（MIT）林肯实验室的计算机天才拉里·罗伯茨（Larry Roberts，被任命为新型通信网络的项目经理和首席架构师）、提出“分布式通信理论”的兰德（Rand）公司科学家保罗·巴兰（P. Baran）、美国加利福尼亚大学洛杉矶分校（UCLA）的分组交换理论专家伦纳德·克兰罗克（L. Kleinrock）等。

在拉里·罗伯茨的推动下，1968 年，美国国防部开启“ARPANET”项目招标，马萨诸塞州的 BBN（Bolt Beranek and Newman Inc.）公司签下了这笔标的额为 100 万美元的订单。

拉里·罗伯茨计划在位于美国西南部的 4 所知名高校中建立四节点网络（表 1-1），分别在加利福尼亚大学洛杉矶分校、斯坦福大学研究院（SRI）、加利福尼亚大学圣巴巴拉分校（UCSB）和犹他州立大学（USU）设置大型计算机。

表 1-1 四节点网络分布表

节点	地 点	主 机	操作系统
1	加利福尼亚大学洛杉矶分校网络测量中心	SDS SIGMA7	SES
2	斯坦福大学研究院网络信息中心	SDS940	Genie
3	加利福尼亚大学圣巴巴拉分校 Culler-Fried 交互式数学中心	IBM 360/75	OS/MVT
4	犹他州立大学计算学院	DEC PDP-10	Tenex

负责四个节点之间连接、管理和调度的设备是 BBN 公司提供的，采用分组交换技术，通过专门的 IMP（interface message processor）设备和通信线路（由 AT&T 公司提供，速率为 50 kbps）进行连接。

IMP，即接口消息处理机，其基础硬件为霍尼韦尔（Honeywell）公司的 DDP-516 小型计算机，它通过分组交换技术和通信线路（由 AT&T 公司提供）对各节点进行连接，而各个大型主机就不用再直接进行联网，因此，



IMP 也被视为最初的路由器。

1969 年 10 月，两台 IMP 率先运抵加利福尼亚大学洛杉矶分校和斯坦福大学研究院。

1969 年 10 月 29 日是一个值得纪念的历史时刻，当晚加利福尼亚大学洛杉矶分校教授伦纳德·克兰罗克尝试向斯坦福大学研究院研究员比尔·杜瓦传递一个包含五个字母的单词 LOGIN，意为“登录”。在输到字母 G 的时候，仪表显示传输系统突然崩溃，通信无法继续进行，只有“LO”两个字母被成功传输，ARPA 网出现的第一条信息是“LO”，它也成为世界上第一个互联网的传输信息（后来在系统修复后，LOGIN 这个单词最终被完整地传输过去）。

“伟大的历史时刻，常常出人意料的简单”，这是后人对该事件的评价。

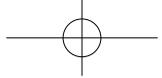
1969 年 12 月，最后一台 IMP 在第四节点犹他州立大学安装成功。ARPANET 正式启用，人类社会正式进入“网络时代”。

1972 年，BBN 公司的罗伯特·卡恩（Robert E. Kahn）加入 ARPA。同年，罗伯特·卡恩在国际计算机通信大会（ICCC）上成功地演示了 ARPANET 网络，这也是 ARPANET 的首次公开亮相。

罗伯特·卡恩提出了开放式网络框架，从而出现了大家熟知的 TCP/IP（传输控制协议 / 网际协议）。1983 年 1 月 1 日，所有连入 ARPANET 的主机（已经超过 100 台，遍布美国大陆）实现了从 NCP（网络控制协议）向 TCP/IP 的转换，从此确立了 TCP/IP 在网络互联领域不可动摇的地位，基于 TCP/IP 的公网的发展进一步推动了互联网的发展。

1991 年 8 月 6 日，位于瑞士日内瓦的欧洲核子研究中心（CERN）的英国物理学家蒂姆·伯纳斯·李（Tim Berners-Lee），正式提出了 World Wide Web，即 www 万维网，他设计了第一个网页浏览器，并建立了世界上第一个 Web 网站。

1992 年，全球范围内的几个因特网（Internet）组织合并，成立国际互联网协会（ISOC）。此时的因特网，已经拥有超过 100 万台主机，且持续



呈指数级疯狂增长。

Internet 成为真正意义上的全球互联网，大踏步迈入人们的生活。

需特别提及的是，1987年9月20日，钱天白教授通过互联网发出了我国第一封电子邮件“越过长城，通向世界”，拉开了中国人使用 Internet 的序幕。

1990年10月，钱天白教授代表中国正式在国际互联网络信息中心（InterNIC）的前身 DDN-NIC（国防数据网络信息中心）注册登记了我国的顶级域名 CN，由此开通了使用中国顶级域名 CN 的国际电子邮件服务，因特网在我国进入快速发展时期。

1.2.2 互联网1.0时代：PC互联网

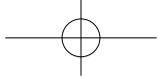
国际互联网开通后很长时间内，联网的设备都是大型机、小型机，价格昂贵、体积巨大，多为财力雄厚的组织和政府机构所拥有。

1971年，世界上首款个人电脑 Kenbak-1 诞生，由约翰·布兰肯巴克（John V. Blankenbaker）使用标准的中规模和小规模集成电路设计而成，没有微处理器，而且内存较小，作为教育工具出售，售价为 750 美元，最后仅仅售出了几十台，和现代个人电脑动辄数千万台、上亿台的销量不可同日而语。

从严格意义上讲，IBM（国际商用机器）公司于 1981 年 8 月 12 日推出的 IBM5150 才称得上真正意义上的个人电脑，尽管它的重量仍高达 11.34 千克，仅键盘就重达 2 千克，但这些缺陷并不妨碍它的划时代意义——开启了个人电脑和微型计算机的时代，PC 互联网的时代也就此揭幕，互联网逐渐进入普罗大众的生活。

随着技术的不断突破，个人电脑体积越来越小、重量越来越轻、售价越来越低，20 世纪 90 年代终于迎来互联网大发展时代。

1994 年 5 月 21 日，在钱天白教授和德国卡尔斯鲁厄大学的协助下，中国科学院计算机网络信息中心完成了中国国家顶级域名（CN）服务器的设



置，改变了中国的 CN 顶级域名服务器一直放在国外的历史。

1994 年，中国第一个全国性 TCP/IP 互联网工程正式建成，标志中国正式进入互联网时代。

1996 年 1 月，ChinaNet 全国骨干网建成并正式开通，全国范围的公用计算机互联网络开始提供服务。

1998 年堪称中国互联网的破局元年，这一年，Windows 98 操作系统（OS）横空出世，将浏览器中的 Web 页面设计思路引入计算机操作系统中；拉里·佩奇（Larry Page）和谢尔盖·布林（Sergey Brin）在美国加利福尼亚州郊区的车库内建立了谷歌；美国华裔青年杨致远将雅虎的业务带入中国，被认为从很大程度上刺激了中国初代互联网企业的诞生。

在中国，1998 年，张朝阳创办搜狐；四通利方宣布并购华渊资讯网，成立了全球最大的华人网站新浪；网易在这一年将定位由软件销售公司转型为门户网站；当年还名不见经传的腾讯也已在深圳悄然扎根。

与此同时，一种全新的零售业态——电子商务，也在悄悄萌芽。

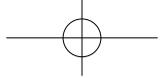
1998 年 3 月 6 日 15 时 30 分，媒体人王轲平通过中国银行网站，从世纪互联公司成功购买了 10 小时的上网时间，完成了中国第一单网上电子交易的支付。

自此，卖家的商品和买家通过互联网平台实现了连接。

1999 年，阿里巴巴、当当、京东、8848 等电子商务网站先后创立，电商在这一年真正进入实质化商业阶段。同年创立的互联网公司还有百度、携程、盛大、天涯社区等中国互联网历史上举足轻重的角色。

PC 互联网高速实时传递信息的优势，使得在线搜索、网络新闻、即时通信、电子商务、电子邮件、在线游戏等应用迅速普及，互联网用户迅速增加，据 CNNIC（中国互联网络信息中心）的数据，截至 1999 年 12 月 31 日，中国上网用户数约为 890 万；到 2005 年，中国的网民数量就已经达到了 1.11 亿人，在人口中的渗透率达到了 9% 左右。

虚拟的网络世界开始进入越来越多人的生活，人们的生活场景不再只是局限于现实世界，开始越来越频繁地在网络中社交、获取资讯、购物、娱乐。



1.2.3 互联网2.0时代：移动互联网

根据传播学的“S曲线扩散理论”^①，一种新产品或服务通常会经历“起步→渗透率迅速提升→逐渐饱和”的曲线推移，PC互联网和移动互联网都呈现了类似的扩散过程。

2006年，互联网开始加速在人群中渗透增长，2005—2011年期间，国内互联网网民CAGR（compound annual growth rate，复合年均增长率）达到30%，网民数量突破5.1亿人，在中国总人口中的渗透率达到38%。其后，电脑带来的用户增长开始逐渐放缓，增量用户的主要推动力开始切换为智能手机。

以用户数量要素衡量，PC互联网在国内的扩散过程基本上终结于2012年，走完了S形曲线。

从CNNIC统计的互联网接入方式来看，在2011年之前，用户接入互联网的主要设备是电脑（台式机和笔记本电脑），而2011年通过智能手机上网的用户比例达到了69.3%，并在2012年正式以74.5%的比例超过了台式电脑的70.6%，宣告了移动互联网时代的来临。

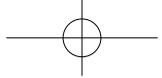
在此期间，互联网基础设施和硬件设施也得到了长足的进步和突破，移动通信技术的发展加速了互联网的迭代，3G网络奠定了移动互联网发展的基础，该阶段的2007年，具有颠覆意义的智能手机iPhone 1发布，智能手机这一互联网移动端接入设备迅速普及。

2010年，史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs）在大洋彼岸的美国发布了划时代的产品iPhone 4智能手机，标志着世界正式进入移动互联网时代。而中国进入移动互联网的时代稍稍晚一些，有学者认为开启的标志为2011年小米手机发布。

2013年前后，4G网络在国内全面投入使用，移动互联网的黄金时代来临。

根据CNNIC数据，2007年到2017年10年间，我国手机网民的复合

^① 描述创新扩散过程。在扩散早期，用户很少，进展很慢；当用户人数扩大到居民的10%~25%时，进展突然加快，曲线迅速上升并保持这一趋势，即所谓的“起飞期”；在接近饱和点时，进展又会减缓。整个过程类似于一条S形的曲线。



年均增长率为 31%，2017 年用户达到 7.5 亿人。2015 年，有超过九成的网民通过智能手机上网，2017 年这一比例达到了 97%，我国网民上网的主要终端设备已经切换为智能手机。

同 PC 互联网相比，移动互联网完全是一个不同的概念，它不啻于互联网的再造。

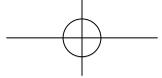
第一，操作系统平台不同。PC 互联网是基于几乎全球唯一的 Windows 平台（收费、封闭不开放），移动互联网则拥有 iOS、Android、WP、黑莓等多种系统平台，其中 Android 系统是免费、开放的，还因此诞生了手机 ROM（机身存储空间）产业，移动互联网应用乃至整个生态迭代升级的速度都更快。

第二，硬件终端不同。PC 互联网的基础硬件为台式机、笔记本电脑，移动互联网则是智能手机的天下，“随时随地、永不下线”是智能手机的优势，它的使用不受时间地点限制，但会受电池容量、网络覆盖等因素制约。移动终端具有位移、定位、NFC（近场通信）、二维码、支付、便携等特性，能够产生比 PC 更丰富的互联网应用和商业模式。

第三，入口不同。PC 互联网的主要入口是浏览器，而移动互联网的主要入口则是 App。

第四，产业格局不同。PC 互联网时代，各厂商各司其职、泾渭分明，如芯片厂商英特尔和 IBM、HP、联想等 PC 厂商负责硬件系统，微软负责 OS，运营商提供网络，谷歌、腾讯等互联网企业负责相关互联网应用的提供。在移动互联网时代，终端厂商、OS 提供商、应用服务商、互联网企业和运营商开始大肆争夺产业主导权，都向对方领地渗透，试图占据价值链的优势位置，如谷歌、微软这样的软件公司也开始做终端，硬件厂商则尝试做 OS 和应用，运营商也试图做应用。

移动互联网时代，造就了苹果、Facebook、Twitter（推特）、字节跳动、小米、滴滴、美团、拼多多、快手等新互联网巨头，在 PC 互联网时代的国内互联网三巨头“B（百度）A（阿里巴巴）T（腾讯）”，阿里巴巴和腾讯持续辉煌，打造了丰富的生态系统和企业版图，而百度则相对掉队，市



值远低于阿里巴巴和腾讯^①，不过当前百度正在发力人工智能，它能否在下一代互联网——元宇宙时代再次崛起，让我们拭目以待。

1.2.4 互联网3.0时代：元宇宙时代

互联网的崛起，彻底改变了人们的生活方式和科学范式。移动互联网的快速发展，给人们带来了各种各样的颠覆性体验和便利，在智能手机普及之前，大多数人无法想象仅凭一部移动终端就可以实现衣、食、住、行上的无数功能，带来前所未有的体验。

在对智能手机依赖度越来越高的当前，让我们再畅想一下10年后的世界，又会是一幅怎样的图景？

未来的科技进步和互联网迭代或许会远超我们的想象空间和语言边界。

当前，移动互联网的S曲线扩散即告终结，移动互联网的流量红利正在逐步枯竭，下一阶段的互联网究竟是什么？物联网、产业互联网都谈不上革命性的变化，只是对移动互联网的修补与完善。

真正意义上的第三代互联网（互联网3.0）将是元宇宙，元宇宙被众多科技大佬奉为下一代互联网的门票，是未来互联网产业升级的大方向。

2021年可被视为元宇宙的“奇点”时刻，被看作元宇宙的元年，是相关要素的“群聚效应”（critical mass）^②，类似1998年国内PC互联网阶段所经历的“群聚效应”。

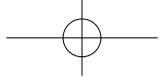
元宇宙资深研究专家马修·鲍尔（Matthew Ball）提出：“元宇宙是一个和移动互联网同等级别的概念。”

脸书创始人兼首席执行官扎克伯格表示：“元宇宙是跨越许多公司甚至整个科技行业的愿景，你可以把它看作移动互联网的继任者。”

谷歌联合创始人谢尔盖·布林则坚信：“元宇宙是未来几年一定会发

① 截至2021年11月28日，百度市值为532.74亿美元，阿里巴巴市值为3 618.53亿美元，腾讯市值为4.45万亿港元，约合5 704.9亿美元。

② 社会动力学名词，用来描述在一个社会系统里，某件事情的存在已达至一个足够的动量，使它能够自我维持，并为往后的成长提供动力。



生的事情，小说（指《雪崩》）预见即将发生的事情。”

30年前，科幻小说《雪崩》为读者勾勒出了这样一个未来——

只要戴上耳机和目镜，找到一个终端，就可以通过连接，进入由计算机模拟的另一个三维“现实”，每个人都可以在这个与真实世界平行的虚拟空间中拥有自己的分身（Avatar）。在这个虚拟世界中，现实世界的所有事物都被数字化复制，人们可以在虚拟世界中做任何现实生活中的事情，比如逛街、吃饭、发虚拟朋友圈，此外，人们还可以完成真实世界里不能实现的“野心”，比如瞬时移动。

20多年来，上述“虚拟实境”，以及电影《黑客帝国》中矩阵模拟的人类世界、电影《头号玩家》里的虚拟游戏世界“绿洲”等理念成了无数网络工程师追求的终极梦想，技术的进步和工程师的努力，正一步步令“虚拟实境”成为现实的元宇宙。

结合科幻作品、影视作品以及科技巨头和学者们的描述，我们可以对元宇宙作出以下大胆想象：“人们的思维借助某种终端设备进入虚拟世界，社交、娱乐等形式从文字、视频等进化为实时交互，人们在虚拟世界从一个网名、一个图像进化为虚拟人（介于虚拟和现实之间的人类新形态）。元宇宙打造的虚拟世界，或可依据计算机运算速度、人脑思维速度单独计时，虚拟世界文明的演化速度很可能超越现实世界，那是一个‘永不下线’的全新世界。”

这将是一个伟大的时刻！未来智库在一份研究报告中这样描述元宇宙的地位：“沉浸感、参与度都达到顶峰的元宇宙，或许将会是互联网的终极形态。”

更进一步，我们认为，元宇宙不只是下一代互联网，是互联网的终极形态，更是未来人类的生活方式，是人类数字化生存的最高形态。