

·元宇宙与图书情报·

图书馆与元宇宙:关系、功用与未来

张庆来 苏 云

(1.兰州大学管理学院 甘肃兰州 730000)

摘 要:元宇宙概念一经提出就引起了各方热议,图书馆是否应该参与元宇宙建设,能够发挥哪些功用,便成了亟需探讨的问题。图书馆与元宇宙的演进受到了相同的技术体系驱动,一方面图书馆的资源与服务是元宇宙的重要构成要素,另一方面元宇宙为图书馆带来了新的发展机遇。在元宇宙中,图书馆可以作为元宇宙与现实世界之间的交流管道,充当不同元宇宙的“交通港”,通过评价服务推动元宇宙的健康发展,并提供元宇宙原生的资源与知识服务。图书馆可以在元宇宙建设的初期阶段、基本建成阶段和发展完善阶段发挥积极作用。

关键词:元宇宙;虚拟图书馆;智慧图书馆;知识服务

中图分类号:G250.7 **文献标识码:**A **DOI:**10.11968/tsyqb.1003-6938.2021095

Libraries and Metaverse:Relationship, Function and Future

Abstract Metaverse has been a hot topic in companies and institutions since its appearance. Should libraries participate metaverse construction? How to perform function in metaverse? Evolution process of libraries and metaverse is driven by almost same IT group. On one hand, resources and services of libraries are fundamental components of metaverse, and on the other hand, Metaverse brings new development opportunities to library. In metaverse, libraries can be interchange channels between metaverse and real world, and act as transportation terminals between different metaverses, and also promote metaverse healthy development by evaluation services, ultimately provide native resources and services in metaverse. Libraries can play an important role in all phases of metaverse development such as initial phase, basically completed phase and perfect phase.

Key words metaverse; virtual library; smart library; knowledge service

元宇宙(Metaverse)一词,最早于1992年的科幻小说《雪崩》中提出,是一个可以用化身进入的一个虚拟世界。2021年10月28日,Facebook CEO 马克·扎克伯格宣布公司更名为Meta,可谓引爆了整个社会对元宇宙关注的热情。虽然Meta、腾讯、阿里巴巴、Roblox 等公司都给出了元宇宙的说明,但到目前为止仍没有一个权威的定义。元宇宙的定义可以分为集合概念和个体概念两种类型,集合概念认为存在一个整体性的元宇宙,而个体概念认为每个公司都可以构建自己独立的元宇宙。本文倾向于将元宇宙看作一个集合概念:元宇宙是一个通过虚拟现实技术构建的,拥有完整虚拟社会生态的平行数字空间。元宇宙概念一经提出,也立即得到了图书馆界的关注和热议,这是继移动互联网、物联网之后,图书馆要把握的发展机遇,因此,就需要厘清图书馆与元宇

宙的关系,定位元宇宙中的图书馆功用,明晰元宇宙中图书馆的未来发展。

1 图书馆与元宇宙的关系

图书馆和元宇宙有着共同的技术驱动演变过程,具有高度的亲缘性。一方面,元宇宙的发展离不开图书馆中信息与知识资源的支持,元宇宙中的数字分身(Digital Doppelganger^[1])更需要图书馆提供的虚拟知识服务;另一方面,元宇宙给图书馆带来了新的发展机遇,让图书馆拥有更多的业务场景和用户群体。如“第二人生”被认为是元宇宙的初期形态,已有多家图书馆在“第二人生”中尝试开展业务,如麦克马斯特大学图书馆、加州大学伯克利分校图书馆、哈佛大学图书馆、斯坦福大学图书馆、香港理工大学包玉刚图书馆等。

收稿日期:2021-12-09;责任编辑:胡刚

1.1 图书馆与元宇宙的演进受到相同的技术体系驱动

奇绩创坛创始人兼 CEO 陆奇指出: 各种通用技术驱动了人类社会的经济发展^[2], 如近年来发挥重要作用的计算机技术、互联网和人工智能等。图书馆与元宇宙的发展受到了大致相同的技术体系驱动, 拥有类似的演进过程。

(1) 相同的技术支撑体系。毋庸置疑, 元宇宙借助于各种先进信息技术提供了一个与现实世界并行的虚拟世界。元宇宙的信息技术支撑体系包括 5G、XR(AR/VR/MR)、数字孪生、机器人技术、脑机接口技术、人工智能、云计算、区块链等, 而图书馆行业也在高度关注这些信息技术的发展, 并对这些先进信息技术予以积极研究和应用。

纵览近五年(2017-2021)与元宇宙各项支撑技术相关的图书馆研究文献可以发现, 除了脑机接口领域研究过于专业, 与图书馆行业没有交叉点以外, 其他技术在图书馆行业均展开了应用研究。图书馆与元宇宙技术支撑体系基本相同, 相同的技术基础为图书馆在元宇宙中发挥作用提供了坚实的技术储备。

(2) 类似的演进过程。正如元宇宙不是凭空出现的一样, 图书馆在现实世界中也在不断的进行技术、资源、服务和最佳实践的积累与演进。图书馆与元宇宙有着类似的积累过程和进化方向, 这种类似性给图书馆行业在元宇宙中发挥积极作用提供了极大的便利。

为了做好服务工作, 图书馆行业一直在向数字化、虚拟化方向演进, 提出了数字图书馆、虚拟图书馆和智慧图书馆。如果说数字图书馆注重的是馆藏的数字化, 虚拟图书馆关注的是服务形式的虚拟化, 智慧图书馆则应用各种人工智能技术, 对来自虚拟世界的各种数字资源进行加工、存储与服务提供。智慧图书馆的表现形式, 已经非常适合在元宇宙中进行信息资源组织与知识服务提供。可以说, 元宇宙中的图书馆应该是一种可以用数字分身或智能机器人提供各种服务的虚实结合的存在形式, 是一种虚拟智慧图书馆。

1.2 图书馆的资源与服务是元宇宙的重要构成要素

图书馆是现实和数字世界的知识传播场所, 元宇宙中同样需要图书馆作为信息与知识交换的核心

枢纽, 以弥补元宇宙中不同虚拟社群间的巨大数字鸿沟。元宇宙给沉浸其中的用户提供了更多选择知识资源与服务的渠道和方式, 但需要满足用户信息资源和知识服务需求的本质没有改变。由于知识应用场景切变的即时性, 元宇宙中用户对知识的需求反而更加迫切, 因此元宇宙中的图书馆作为信息资源的宝库和知识交流的枢纽, 地位反而更加重要。

元宇宙由底层技术支撑、前端设备平台与场景内容入口三层构成, 其中场景内容入口可以是各种各样的应用场景如教育、娱乐、旅游、社交等^[3], 图书馆在元宇宙中也可以作为场景内容入口出现, 并发挥重要的基础性作用。传统图书馆积累的各种资源对于虚实结合的元宇宙来说是其发展的重要基础。元宇宙的秩序和规范需要标准与协议来保证, 元宇宙的繁荣和发展需要资源与服务来保障, 图书馆是元宇宙繁荣和发展不可或缺的一份子。元宇宙中的图书馆将以虚拟智慧图书馆的形式出现, 它所提供的深度知识服务将会从个体层面和社会层面推动元宇宙的发展。

1.3 元宇宙给图书馆带来新的发展机遇

元宇宙中的发展先机将带来优先发展权和行业主导权, 甚至是虚拟资源的分配权。元宇宙初期的开发者将拥有操作系统级别的控制权力, 而这种权力将会决定元宇宙中的利益格局, 因此有能力参与元宇宙建设的企业和机构将不愿错过这次机遇, 图书馆行业也应高度重视这一发展机会。元宇宙的出现给图书馆带来了新的发展机遇, 在元宇宙中图书馆是一种数字虚拟空间形态, 只要获得资格许可并有足够的资源投入, 图书馆就会拥有无限的发展空间。通过元宇宙中图书馆间的资源共享协议, 图书馆之间可以做到信息资源共享。各图书馆的差异化主要通过知识服务的手段与形式体现。每个元宇宙中的数字分身均可以随时使用各个图书馆的资源与服务, 在各个元宇宙互联互通的前提下, 甚至不同元宇宙的用户都可以实现跨界访问。

2 元宇宙中的图书馆功用

在虚拟世界中查找所需的知识往往是情境触发与问题导向的, 知识的获取是虚拟与即时的, 服务的提供是交互与智能的, 因此在元宇宙中知识资源的

加工与服务才是图书馆的工作重心。这就要求元宇宙中的图书馆在有效管理信息资源的基础上,向知识服务方向延伸。为了实现这一领域的定位,图书馆不仅要完成信息与知识资源的存储与管理,而且还要提供高效便捷的知识服务,甚至提供元宇宙中各类知识的应用导引服务。

图书馆作为一个服务性机构,在服务中已经形成了协作网络,这种协作关系会同步映射到元宇宙中,元宇宙中的图书馆仍旧可以形成资源与服务的协作网络。由于元宇宙建设初期,会由不同的科技公司主导建设自己的元宇宙,因此会存在多个不同的元宇宙。图书馆可以充当不同元宇宙之间的“交通港”,提供不同元宇宙之间资源与服务的导航,图书馆用户可以了解不同的元宇宙,并选择适合自己的元宇宙。图书馆可以借助于自己的资源优势,提供各个元宇宙的发展状态评价,推动形成整体性的元宇宙。更为重要的是,图书馆可以为各个元宇宙提供相适应的原生服务,包括作为信息与知识基础设施、提供知识交流媒介和知识交流平台、提供虚拟世界入口等(见图1)。

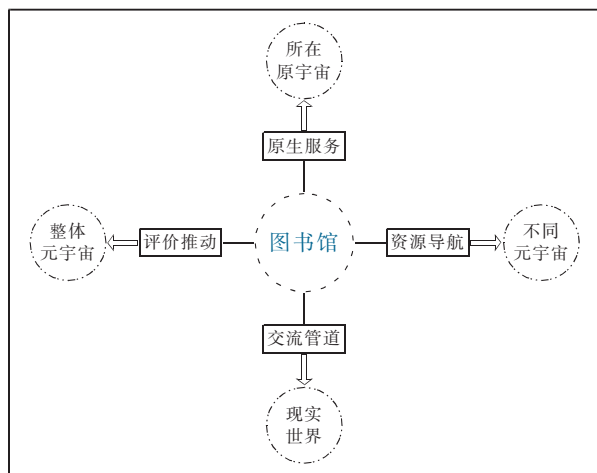


图1 图书馆在元宇宙中的功用

2.1 作为元宇宙与现实世界之间的交流管道

元宇宙与现实世界之间,需要密切地交换数据以保持虚拟世界和现实世界的同步。一方面,参与元宇宙的用户和机构不断的将现实世界的信息带入元宇宙,并通过信息发布平台、人际网络等方式进行传播;另一方面,用户和机构需要将元宇宙中的信息带回现实世界,并应用于现实世界,让现实世界与虚拟世界同步。元宇宙适合提供精神层面的需求,而现实

世界则需要为人类提供物质层面的保障,因此元宇宙和现实世界共同构成了未来的社会生活方式。

区块链技术是元宇宙的技术基础之一,它是元宇宙的重要使能技术。首先,基于区块链的各类数字货币可以为元宇宙中的经济体系构建提供基础;其次,NFT(Non-Fungible Token,非同质化代币)可以为元宇宙中的数字资产提供所有权证;最后,区块链中的智能合约可以大大降低交易成本。但区块链技术也存在一些问题,如基于区块链技术建设的各类平台是一个个相对封闭的世界,它需要来自外部世界的信息触发智能合约的执行。因此,在区块链网络中引入了预言机的概念,预言机的功能就是将外界信息写入到区块链内,完成区块链与现实世界的数据互通^[4]。

与区块链技术类似,元宇宙与现实世界的交互也存在同样的问题。元宇宙需要从现实世界迁移大量的信息和知识,图书馆因其公益性第三方的地位,可以充当元宇宙的预言机角色。图书馆提供的各类信息与知识资源可以保证其真实性、准确性,为元宇宙中的各类基于区块链技术的平台提供第一驱动,进而触发元宇宙中一系列基于信息和知识的后续服务。

2.2 充当不同元宇宙的“交通港”

在整体性元宇宙形成前,图书馆可以发挥不同元宇宙的“交通港”作用。由于虚拟世界信息和知识组织的便利性,图书馆可以将各个独立元宇宙中的信息与知识组织起来,让图书馆成为信息与知识交换的枢纽,甚至提供不同元宇宙之间的知识导航。

(1)提供不同元宇宙之间的互通导航。在元宇宙建设初期,各个科技公司建立的元宇宙会拥有不同的用户群体,提供不同的体验服务。由于时间、精力所限,用户并不能了解元宇宙建设的全貌。对于图书馆来说,只需要对各个元宇宙通过元数据进行特征描述,就可以形成元宇宙整体视图,为图书馆用户提供不同元宇宙间的互通导航。

(2)提供不同元宇宙图书馆间资源与服务的导航。各个元宇宙最终会被整合为集合元宇宙,因此图书馆没必要逐个参与各个元宇宙的建设,只要选择最适合自己的元宇宙参加即可。这样,图书馆就会分布于多个元宇宙中,借助于现实世界中图书馆间的联系,可以建立不同元宇宙中图书馆的协作网络。每

个图书馆都可以维护一个自己的资源与服务清单, 汇总后形成一个动态的图书馆行业资源与服务库。

2.3 推动元宇宙的健康发展

元宇宙的健康发展需要关于不同元宇宙情况的客观评价。目前元宇宙建设推动力主要来自于具有竞争性的策略类游戏、大型多人在线游戏、沙盒类游戏等。具有中立地位、与各个科技公司及参与用户没有利益关联的图书馆非常适合充当第三方评价主体的角色, 图书馆拥有的各种资源, 包括人员、技术、设备、系统、数据库等, 以及传统图书馆的学科服务、咨询服务、科技查新服务为元宇宙的评价工作提供了良好的基础。图书馆的元宇宙评价服务, 可以从以下方面进行:

(1) 信息汇聚。系统搜集和整理各个元宇宙的相关数据。如果元宇宙发展初期存在多个元宇宙的话, 每个元宇宙都会有图书馆进驻。在现实世界中, 图书馆行业存在着各种各样的联盟, 如全国图书馆参考咨询联盟、全国图书馆文化创意产品开发联盟、CALIS 等, 还存在着各种性质的图书馆学会, 它们构成了一张图书馆协作的关系网络。借助于现实世界中的图书馆协作网络在元宇宙中的映射, 能够把不同元宇宙的信息汇总, 完成信息汇聚工作。

(2) 过程评价。针对参与用户对元宇宙的不同关注点, 可以设立不同的评价目标, 建立相应的模型。评估的方法可以采取正式的评估过程, 如通过智能代理自动获取各元宇宙的评价指标数据, 建立评估模型, 周期性的发布评估结果。也可以采取基于大数据的动态评估方法, 如让元宇宙中的图书馆提供一项评价服务, 由各个元宇宙中的用户根据指标进行评价, 图书馆仅负责评价平台中数据的统计与发布。

(3) 深度分析。对元宇宙做出整体性的发展态势评估。对各个元宇宙的发展数据、评价指标与模型、评价结果进行持续性跟进, 周期性的发布元宇宙发展研究报告。通过这样的系统性评价, 引导用户参与元宇宙的建设, 进而影响各元宇宙中的资源投入, 图书馆也将主动参与发展态势评估, 将会对元宇宙发展带来积极的促进作用。

2.4 提供元宇宙原生服务

2.4.1 作为信息与知识基础设施

(1) 资源组织。在资源建设方面, 元宇宙中的图

书馆不仅需要将传统的信息资源进行数字化, 将现有数字化资源进行必要的加工和封装, 以提供元宇宙中的各类虚拟服务, 而且需要关注元宇宙中的原生数字资源。元宇宙中的原生数字资源数量巨大、形式多样, 如何评价选取各类信息源、提取整合数字资源、智能分析数字资源, 对于图书馆来说是非常重要的。如果不能提供元宇宙中各类用户所需要的信息资源, 那么图书馆在元宇宙中的地位就不牢固。

(2) 服务提供。一是提供 NFT/NFR 搜索与导航服务。元宇宙中物品的所有权和知识产权, 更多的采用区块链技术实现。由于基于区块链技术的各个交易平台是分布式的, 因而想在区块链上查找某一个 NFT 或 NFR (Non-Fungible Rights, 非同质化权益), 将会涉及多个区块链平台。因此, 元宇宙中的图书馆可以建设 NFT/NFR 的导航数据库, 提供一站式搜索服务, 并指引用户到相应元宇宙中的区块链平台进行交易; 二是提供元宇宙知识培训服务。由于元宇宙发展迅速且由信息技术驱动, 就会导致新的 IT 术语不断出现。图书馆可以构建相关的知识库, 并提供虚拟的培训服务。通过这些元宇宙知识培训服务, 提升元宇宙中数字居民 (又称数字分身) 的元宇宙生活与工作技能; 三是构建基于人工智能的主题知识服务。元宇宙用户迫切需要的是解决各类问题的针对性知识, 这种碎片化、快餐式的知识索取场景将会越来越普遍。图书馆可以通过智能机器人分析用户需求, 搜索相关信息与知识资源, 进行有效组织, 之后通过深加工构建不同主题的知识库。在知识服务提供方面, 图书馆可以应用 XR 技术, 通过虚拟的智能机器人提供这种知识服务; 四是制定信息与知识处理标准。元宇宙中各类信息与知识资源的加工、存储、检索、交换、服务需要制定相应的标准, 以实现元宇宙中的资源共享。图书馆可以在现有标准规范的基础上组织制定元宇宙中的信息与知识处理标准。

2.4.2 提供元宇宙中知识交流媒介和知识交流社区

在元宇宙的虚拟生活中, 知识成为核心竞争力。但用户的知识需求是全方位多角度的, 因此知识需求的捕获、知识资源的储备、知识服务的提供对于元宇宙中的图书馆来说至关重要。

(1) 开发知识机器人与知识智能代理。元宇宙中

知识需求的捕获与知识的深加工,已经是人力所不能及的,图书馆需要开发各类知识机器人,根据服务对象去跟踪相应群体的知识需求,搜集相关的知识构建知识库。同时,在元宇宙中提供知识服务的方式需要借助虚拟角色,它可以是一个真实馆员在元宇宙中的数字分身,也可以是一个专门提供知识服务的智能代理。这种智能代理可以根据用户的需求,从知识库中检索知识,或调用其他知识机器人即时完成知识加工任务,也可以将知识请求转发给图书馆的工作人员进行处理。

(2)参与知识生产,担当知识管理平台。在互联网时代,有多种角色在提供知识的生产。元宇宙中的图书馆可以专业用户生产内容(Professional User Generated Content, PUGC)方式发挥知识管理与发布平台的作用,通过引导和管理一批专家级用户,发布高质量的专业知识。通过这种方式,既可以减轻图书馆的工作负担和资源投入,又可以发挥知识创作与发布的核心作用。

(3)与社交平台合作建立特质化的“知识圈”。元宇宙中的图书馆可以与社交平台合作,建立不同主题的“知识圈”,通过数字分身对圈子中的问题进行解答,并指引用户使用图书馆的各项知识服务。图书馆有两种方式可以参与元宇宙中的知识交流:一是依托虚拟图书馆建立以知识主题为核心的“社交圈”,如讨论人工智能、机器人、虚拟货币等话题的圈子;二是开发代表图书馆的虚拟智能机器人,作为元宇宙中的数字分身,直接参与到社交网络平台的各圈子中,解答问题或发布知识。通过这种人际网络形式的“知识圈”建设,图书馆可以参加到元宇宙知识生态圈的建设当中,对于形成虚拟社会结构,构建数字化生态起到重要作用。

2.4.3 充当虚拟世界入口

元宇宙中提供的是一种沉浸式体验,图书馆在此方面可以称为先行者。目前,已经有很多图书馆提供3D形式的虚拟体验,并开始提供虚拟咨询、虚拟读者服务、虚拟培训等多种服务,拥有丰富的体验手段和良好的基础环境。具体而言,图书馆在元宇宙入口方面可以发挥以下作用:

(1)用户转换。元宇宙的成长是一个漫长的过程,

Facebook全球事务主管尼克·克莱格(Nick Clegg)认为,元宇宙可能需要15年的时间才能真正实现^[5]。因此,用户参与元宇宙并成为元宇宙中的数字分身也需要一个漫长的过程。传统图书馆拥有大量的用户基础,图书馆可以在这个用户转换过程中发挥重要的作用。不同于游戏平台和社交网络平台这种入口,通过图书馆入口转换的数字分身具有更高的知识诉求和更好的信息素质,对于元宇宙发展的长期作用难以估计。

(2)服务转换。将传统图书馆的各种服务转换为对元宇宙中数字分身的相应服务,通过这种方式将传统图书馆的功能予以传承。图书馆可以通过三维动画、三维视频、虚拟数字分身讲解、xR实景展示等方式,给用户提供更好的体验,从而吸引更多的用户从图书馆这一渠道进入到元宇宙中。

通过图书馆提供的各项服务,元宇宙中的数字分身可以采用虚拟化的方式学习各类知识、习得各类技能,并应用于元宇宙和现实世界。这将会增加图书馆新的用户类型,吸引更多的人使用图书馆的虚拟服务。

(3)资源转换。在元宇宙中图书馆工作人员的知识结构需要升级,除传统图书馆的专业技能外,还需要补充元宇宙中的一些通用技能、深度虚拟知识服务的专业技能等。元宇宙中的图书馆设备也要相应的予以升级,包括穿戴式xR设备,甚至脑机接口设备等。图书馆除了能够提供元宇宙中的虚拟体验外,还会提供舒适的现实世界环境。这样就可以吸引更多的不具备物质条件的用户,从图书馆提供的入口加入到元宇宙之中。

3 图书馆在元宇宙中的发展

“元宇宙首尔”计划分为起步(2022)、扩张(2023-2024)和完成(2025-2026)三个阶段^[6]。ARK创新咨询公司CIO腾磊提出了元宇宙迁移的三个阶段,分别为:数字孪生/数字原生、虚实相生和脱实向虚^[7]。连扎克伯格都承认,现在的元宇宙还处于初始阶段,但他认为在未来5-10年元宇宙将成为主流^[8]。Facebook现实实验室的负责人安德鲁·博斯沃斯(Andrew Boz Bosworth)表示:“许多产品要经过10到15年时间才能完全实现。^[9]”可以说,元宇宙没有一

个确定的推进时间表,因而图书馆在元宇宙的发展也很难做到精确的阶段划分。本文认为图书馆在元宇宙中的发展阶段大致与元宇宙推进速度相对应,可以分为以下几个阶段:

元宇宙初期建设,是元宇宙的理念得以检验,各项技术进行验证,各方参与主体纷纷进场的时间。在元宇宙建设初期,图书馆要做的工作包括:(1)充分了解元宇宙的发展进展和动向,做好必要的人员、资源和技术储备;(2)拓展传统图书馆的虚拟服务,积极开展元宇宙应用创始项目;(3)面向图书馆用户做必要的宣传,增加图书馆用户的粘度。

在元宇宙基本建成的时候,图书馆应该开展以下方面的工作:(1)检查图书馆是否已经成为连接元宇宙和现实世界的重要管道,不断改进以确保行业地位;(2)确保图书馆行业已经在元宇宙中发挥基础性评价与导引作用,并能在推动元宇宙发展上起到重要影响;(3)保证元宇宙原生数字资源与知识服务比重持续增加,并不断强化;(4)使图书馆成为元宇宙的重要入口。

在元宇宙的发展完善阶段,世界主要人口的社会活动、经济活动、文化娱乐等将会在元宇宙中完成,而现实世界只提供必要的物质保障条件。在这个

阶段,图书馆的现实物质条件也得以极大完善,已经不再是图书馆的核心问题,图书馆面临的主要任务是如何组织好元宇宙中的信息与知识资源,提供好虚拟知识服务。可能面临的工作任务包括:(1)开发并管理各类智能机器人和智能服务代理,做好图书馆的基础性服务工作;(2)作为资源与服务平台,组织各类专业技术人员进行知识生产,成为知识创新的重要场所;(3)在元宇宙的标准、协议、规范制定中发挥重要作用;(4)成为不同元宇宙的交通港,推动元宇宙向整体性方向演进。

4 结语

元宇宙的健康发展需要各方的积极参与,元宇宙中的图书馆核心资源已经不再是图书,而是元宇宙中的各类原生数字资源,服务也不再是传统的借阅服务,而是向知识服务迈进,图书馆将成为虚拟的智能知识服务中心,成为元宇宙中的核心基础设施。目前尚不能轻言元宇宙是图书馆的未来,只能说参与元宇宙的建设对于图书馆来说是挑战与机遇并存,图书馆可以理念先行,行动慎行。如果元宇宙可以真正实现,那么可以预见图书馆将成为元宇宙中的基础性行业,成为推动元宇宙发展的重要力量。

参考文献:

- [1] 王煜全.买化妆品还看薇娅直播?未来数字分身为你代劳[EB/OL].[2021-11-27].<https://xueqiu.com/9718623235/164334933>.
- [2] 陆奇万字长文,讲透企业数字化转型![EB/OL].[2021-11-27].<https://blog.csdn.net/yellowzf3/article/details/117267855>.
- [3] 清华大学:2021 元宇宙研究报告[EB/OL].[2021-11-07].<https://mp.weixin.qq.com/s/NTTFj0P7cYuvZJHM0E63eQ>.
- [4] 区块链中的预言机是什么?[EB/OL].[2021-11-20].<https://www.jinse.com/news/blockchain/837688.html>.
- [5] Facebook 高管:元宇宙可能需要 15 年时间才能成熟[EB/OL].[2021-11-15].<https://tech.ifeng.com/c/8ArJEjciejb>.
- [6] 韩国首尔想成为“元宇宙城市”?还发布了 5 年计划[EB/OL].[2021-12-01].http://news.sohu.com/a/503342078_612784.
- [7] 元宇宙时间奇点,以及三大阶段[EB/OL].[2021-12-04].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/440405146>.
- [8] 扎克伯格告诉你元宇宙成为主流还要多久[EB/OL].[2021-11-27].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1715240449055804060>.
- [9] 成林思语.关于元宇宙的 8 个问题:从何而来,到哪里去?[EB/OL].[2021-12-08].<https://mp.weixin.qq.com/s/mBn2Aj1id8ulzlL2WYww9w>.

作者简介:张庆来,男,兰州大学管理学院副教授;苏云,男,兰州大学管理学院教授。