



# 元宇宙赋能虚拟图书馆：理念、技术、场景与发展策略<sup>\*</sup>

郭亚军 李 帅 张鑫迪 李 捷

**[摘 要]** 元宇宙是数字技术发展 to 一定程度的理想化状态，也是人们对“虚拟数字天堂”的美好幻想，图书馆应该紧跟时代发展的浪潮，推动元宇宙为自己赋能，向智能化、沉浸化发展。元宇宙赋能虚拟图书馆的核心理念包括虚实融合、随时随地、技术整合以及人人可及，基础技术包括感官赋能的接入类技术、算力赋能的构建类技术、内容赋能的映射类技术、生态赋能的应用类技术，局部应用场景包括可视化的资源检索系统、能动型的自主学习空间、虚拟化的参考咨询社区、参与式的远程教育服务、交互式的个性化推荐服务。基于此，元宇宙赋能虚拟图书馆发展策略应注重以技术融合促进底层支撑，以资源开发完善基础建设，以人才优化增加人力储备，以管理提升确保可持续发展。

**[关键词]** 元宇宙 虚拟图书馆 虚拟现实 沉浸式服务 技术赋能

**[中图分类号]** G250.7 **[文献标志码]** A

**[DOI]** 10.19764/j.cnki.tsgjs.20220206

**[本文引用格式]** 郭亚军, 李帅, 张鑫迪, 等. 元宇宙赋能虚拟图书馆: 理念、技术、场景与发展策略[J]. 图书馆建设, 2022(6):112-122.

## Metaverse Empowers Virtual Library: Concepts, Technologies, Scenarios and Development Strategies

Guo Yajun, Li Shuai, Zhang Xindi, Li Jie

**[Abstract]** Metaverse is an idealized state of digital technology development to a certain extent, and it is also people's beautiful fantasy of "virtual digital paradise". Libraries should keep up with the tide of the development of the times, promote the metaverse to empower themselves, and accelerate their development to intelligence and immersion. The core concepts of the metaverse empowering virtual library include virtual reality integration, anytime & anywhere, technology integration and accessibility, the basic technologies include sensory enabled access technology, computational power enabled construction technology, content enabled mapping technology and ecological enabled application technology, the local application scenarios include visual resource retrieval system, dynamic self-learning space, virtual reference community, participatory distance education service and interactive personalized recommendation service. Based on this, the development strategy of metaverse empowering virtual library should pay attention to technology integration to promote the bottom support, developing resources to improve infrastructure, optimizing talents to increase human reserves, and improving management to ensure sustainable development.

**[Keywords]** Metaverse; Virtual library; Virtual reality; Immersive service; Technology empowerment

### 1 引 言

自新冠疫情爆发以来，全社会的上网时长急剧增长，社会虚拟化进程出现加速趋势。在这个背景下，

<sup>\*</sup> 本文系国家自然科学基金项目“数字人文生态构建中图书馆参与模式研究”，项目编号：21BTQ036；国家首批新文科研究与改革实践项目“基于虚拟仿真技术的新文科教学模式创新与实践”，项目编号：2021180022 的成果之一。

Roblox 以元宇宙（Metaverse）概念第一股在纽约证券交易所上市、Facebook 更名为 Meta 等事件更是掀起元宇宙的“高潮”，2021 年被称为元宇宙“元年”。元宇宙是整合多种新技术而形成的新型虚实相融的互联网应用和社会形态，它基于虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、数字孪生和人工智能等技术提供沉浸式体验，将虚拟世界与现实世界紧密融合。就像互



联网在很大程度上改变了我们的生活,元宇宙或许也将深刻影响包括图书馆在内的整个社会的长期转型,并有可能成为未来图书馆发展的驱动引擎,推动图书馆向深度沉浸式服务转型。阮冈纳赞提出“图书馆是一个生长着的有机体”<sup>[1]</sup>,从实体图书馆到数字图书馆再到方兴未艾的智慧图书馆这一演进历程,体现出图书馆具有浓厚的技术情结和因需而变的特征。在当前“数智赋能时代”以及即将到来的“元宇宙时代”,图书馆应该抓住机遇,积极寻找与元宇宙的理念契合点,主动寻求元宇宙相关技术的赋能,向更加智能化、沉浸化发展。

元宇宙打开了图书馆新世界的大门。杨新涯等提出“元宇宙是图书馆的未来吗”之问,认为元宇宙将为图书馆服务模式带来彻底性变革,设想构建一个全新的VR图书馆虚拟环境<sup>[2]</sup>;向安玲等探讨元宇宙背景下数字资源管理的知识重组与场景再构,以一个读者的数字化身在虚拟图书馆中借阅图书的场景为例,阐述元宇宙的虚实相融特征<sup>[3]</sup>;陈苗等从技术、经济、伦理和社会四个层面探讨元宇宙时代的图书馆引入和应用非同质化代币(Non-Fungible Token,简称NFT)的影响<sup>[4]</sup>;李默从元宇宙的视角展望智慧图书馆的服务模式,分别从物理层、软件层、数据层、规则层、应用层和交互层六个层次构建出图书馆元宇宙体系的技术框架<sup>[5]</sup>。部分学者开始关注元宇宙在教育 and 知识传播中的作用,如元宇宙视域下的远程教育<sup>[6-7]</sup>、虚拟教育知识流转机制<sup>[8]</sup>、图书馆的社会教育<sup>[9]</sup>以及沉浸式的儿童绘本设计<sup>[10]</sup>等。与此同时,学界也在警示元宇宙可能产生的弊端,如陈定权等提醒元宇宙发展应保持工具理性和价值理性的平衡,图书馆切不可“脱实向虚”<sup>[11]</sup>;赵星等认为元宇宙具有脱实向虚、游戏为先和治理未预三大风险,并在数据智能的基础上构建敏捷反应模式<sup>[12]</sup>。

目前,元宇宙的理论和构想已经逐渐被图书馆界认可和接受,相关研究成果不断出现。据调查,元宇宙的基础技术如VR、AR等也已经在图书馆领域得到

较广泛的应用<sup>[13]</sup>。本文从元宇宙赋能的角度探讨未来虚拟图书馆的核心理念、技术赋能模式以及应用场景,并提出未来虚拟图书馆的发展策略框架,以期为进一步探索元宇宙在图书馆中的应用以及虚拟图书馆的发展提供思路和借鉴。

## 2 元宇宙与虚拟图书馆的核心理念

元宇宙作为现象级的“潮流词”,其定义目前尚未形成统一的描述。公认的说法是,元宇宙一词首次出现在1992年Neal Stephenson的科幻小说《雪崩》(Snow Crash)中,指的是人们能够以虚拟分身方式进入的与现实世界平行的虚拟世界<sup>[14]</sup>。赵国栋等将元宇宙描述为“人们娱乐、生活乃至工作的虚拟时空”,在用户体验方面达到真假难辨、虚实混同的境界<sup>[15]</sup>。Roblox在其招股说明书中将未来元宇宙形态下的平台特征概括为8个方面,即身份(Identity)、朋友(Friends)、沉浸感(Immersion)、便捷(Low Friction)、多元化(Variety of Content)、随地(Anywhere)、经济系统(Economy)以及安全(Safety)<sup>[16]</sup>。杨新涯指出元宇宙是整合VR/AR、云计算、人工智能、区块链等信息技术构建的虚拟世界与现实世界相结合的互联网应用,具有相对独立的经济体系和逐渐生长的文明体系<sup>[2]</sup>;吴江认为元宇宙是基于数字技术而构建的一种人以数字身份参与的虚实融合的三元世界数字社会<sup>[17]</sup>。通过剖析目前学术界对元宇宙概念与特征的描述,可以初步提取出元宇宙赋能虚拟图书馆的几个核心理念:虚实融合;随时随地;技术整合;人人可及。

### 2.1 虚实融合

关于目前对元宇宙的认知,大多数学者认为元宇宙并不是一个完全虚拟甚至代替现实世界的“伊甸园”,而是更趋近于一种与现实世界平行的虚拟社会形态。在元宇宙形态以及基础技术的赋能下,虚拟图书馆也应该具有虚实相融的服务特征。在新冠疫情的影响下,“数字化阅读”<sup>[18]</sup>和“送书到楼”<sup>[19]</sup>这种线上线下的



合的无接触服务方式正逐步被用户所接受。虽然当前实体空间变革的现实需求催生着虚拟空间的呈现，但实体图书馆是虚拟图书馆的孵化器，即使虚拟图书馆发展较为完善，仍然需要实体图书馆的存在，这就证实虚拟与实体要有一定的相融空间，既符合未来理想化的元宇宙状态，也能推动元宇宙更好地为虚拟图书馆赋能。

## 2.2 随时随地

虚拟图书馆产生的初衷很大一部分就是推动图书馆能够随时随地为用户服务。尽管目前图书馆的远程服务以及在线服务水平已经有较大提升，但仍未达到让用户随时随地获取服务的理想状况。在社会虚拟化进程中，元宇宙的出现更是对数字时代的原住民造成了巨大的冲击。在元宇宙赋能下，虚拟图书馆要融合各种虚拟交互技术、构建类技术以及终端设备等，将实体的图书馆资源衍生至虚拟空间，通过资源整合和数字化转换，为人们提供跨时空和地域的资源、教育、咨询等服务。随时随地是元宇宙的重要理念之一，同时也是虚拟图书馆未来需要继续努力的方向，从这个视角来看，元宇宙赋能虚拟图书馆具有可行性和必要性。

## 2.3 技术整合

元宇宙是集数字技术之大成的一种虚拟社会形态。扎克伯格将未来的元宇宙时代描述为“在元宇宙，你几乎可以做什么能想象的事情”，“你能够以全息影像的形式瞬间到达办公室，可以与好友一起参加音乐会，或者与父母在客厅聊天”<sup>[20]</sup>。在理想的元宇宙环境下，人们可以在其中进行工作、学习、社交等各种社会活动。这就要求元宇宙赋能下的虚拟图书馆应该具有更高的沉浸式体验、更低的交互延迟、更完整的经济系统以及更全面的文明体系等，而这些都需要各种技术的融合支持。技术整合是元宇宙的核心理念之一，也是未来虚拟图书馆通向元宇宙的必经之路。

## 2.4 人人可及

图书馆是提供公共文化服务的重要社会机构，公

共文化具有整体性、公开性等特征。图书馆均等化、无障碍以及去中心化的发展趋势都证实了图书馆在向人人可及的方向努力。2020年农民工吴桂春给东莞图书馆的留言更是引起人们对图书馆服务群体多元化发展的重点关注。他提到：“想起这些年的生活，最好的地方就是图书馆了。虽万般不舍，然生活所迫，余生永不忘你……。”<sup>[21]</sup>目前虚拟图书馆在一定程度上克服了部分物理实体的障碍，但离实现人人可及的理想化状态仍有一定差距。在元宇宙的赋能下，图书馆通用、平等以及无障碍的理念都将得到体现，有可能真正把未来虚拟图书馆打造成“天堂的模样”。

## 3 元宇宙赋能虚拟图书馆的基础技术

于佳宁等在《元宇宙》一书中总结元宇宙的基础技术主要包括四大类，即接入类、构建类、映射类与应用类<sup>[22]</sup>，而元宇宙形态下的虚拟图书馆不是一种或几种技术就能实现的，是多类技术的融合。此外，虚拟图书馆也要积极推动元宇宙相关技术为自己赋能，在未来更加智能化、沉浸化的元宇宙中找到属于图书馆的“一席之地”。基于此，本文构建出元宇宙基础技术赋能虚拟图书馆模式，如图1所示。

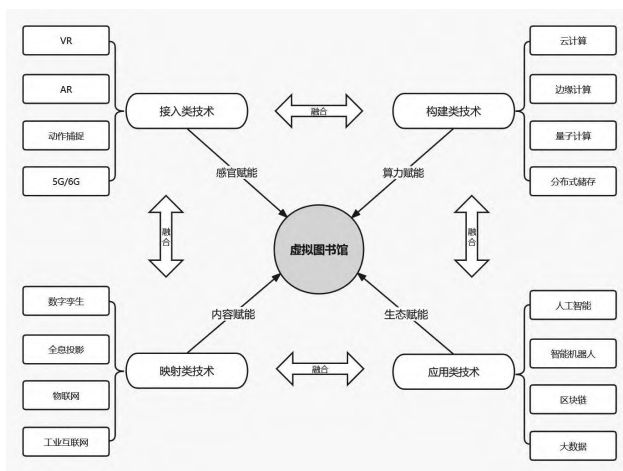


图1 元宇宙基础技术赋能虚拟图书馆模式

### 3.1 感官赋能的接入类技术

接入类技术主要为用户提供沉浸式体验，通过全



面接管人类的视觉、听觉、触觉以及动作捕捉来实现元宇宙中的信息输入和输出,让参与者借助适当的装备与虚拟图书馆进行体验和交互,为虚拟图书馆提供感官赋能,其主要包括VR、AR、动作捕捉以及5G/6G等技术。VR是指一种综合网络技术、3D建模以及计算机技术等多种科学技术发展起来的仿真系统,它可以创建一个用户交互的模拟世界,并通过穿戴设备呈现或投射,如Oculus或HTC Vive<sup>[23]</sup>。而AR技术致力于将计算机生成的物体叠加到现实景物上,通过与计算机相连接的显示器或眼镜等设备,使虚拟物体与真实场景一起出现在使用者的视野中<sup>[24]</sup>。动作捕捉是指在运动物体的关键部位设置跟踪器,且多用于VR以及AR设备中,确保数字形态与物理实体的行动一致。

用户利用可穿戴设备即可进入虚拟图书馆中,并且观看到现实世界难以观察到的现象,如宇宙中的天体、古诗词中的意境,从而有效增强读者的阅读理解能力。当前VR在虚拟图书馆的应用已经初见成效,如中国国家图书馆的虚拟现实系统<sup>[25]</sup>、美国布兰迪斯大学图书馆的虚拟校园之旅<sup>[26]</sup>等;AR技术则是在真实的世界中叠加一层虚拟信息,如融合移动终端的AR图书馆导航系统<sup>[27]</sup>、芝加哥大学图书馆的AR文本投射<sup>[28]</sup>等,通过VR与AR的结合实现图书馆虚实融合的状态。动作捕捉属于VR、AR的组成部分,基于5G/6G的网络通信技术则保证了虚拟图书馆中信息行为传递的实时性,进而为用户提供更加沉浸式的交互体验。

接入类技术的充分应用仍然需要其它类型技术的协同合作,如需要映射类技术提供丰富拟真的虚拟环境,构建类技术提供资源整合支持,应用类技术提供深度智能化的数字生态系统,最终实现用户可以大规模进入虚拟图书馆,自由穿梭于虚拟空间和实体空间。

### 3.2 算力赋能的构建类技术

构建类技术主要包括云计算、边缘计算、量子计算以及分布式存储等计算与存储技术,它们可以为虚

拟图书馆提供强大的数据支持,构建出足够大的永续发展的虚拟空间。云计算是一种超大规模、虚拟化、易扩展、按需提供、低成本的网络服务交付和使用模式<sup>[29]</sup>。基于传统云计算的实时性、隐私保护以及能耗方面存在诸多问题,引入了新的计算范式,即边缘计算,强调“人”与“物”的互联。量子计算是综合多种学科的新型计算技术,在其处理问题的能力上要明显优于传统计算机。分布式存储为元宇宙中产生的大量数据进行缓冲,以降低网络压力。总的来说,构建类技术厘清了元宇宙中数据的“来龙去脉”,为虚拟图书馆提供算力、数据支撑。

在元宇宙形态下的虚拟图书馆中,用户的每一步操作与交互都有大量数据产生,必将出现数据量爆炸、数据来源多元且后台更新频繁的状况。首先,面对海量的数据,利用云计算技术进行整理和存储,通过边缘计算实现人与信息的融合。其次,需要量子计算对经典计算中未解决的难题进行实时化的处理。另外,为了确保数据安全和保护数字权利,元宇宙中的数据需要进行分布式存储,这就形成了一个完整的数据处理流程。因此,需要计算技术与分布式储存技术共同为元宇宙形态下的虚拟图书馆赋能。目前,计算技术已经在图书馆得到部分应用,如Lib Lime公司发布的订购托管服务Koha Express,通过全功能的图书馆系统(Intelligent Library System,简称ILS)实现在Lib Lime云计算的开发,并构建出分布式数字图书馆云服务平台<sup>[30]</sup>。

在未来的虚拟图书馆中,接入类技术会产生用户行动的数据,映射类技术将产生场景化的数据,而应用类技术将会产生虚拟货币等数字经济系统的数据,这些海量而又来源多样的数据需要计算技术与储存技术进行支撑。总的来说,构建类技术将为各种技术的融合提供数据整理归类的功能,是元宇宙时代虚拟图书馆必不可少的一部分。

### 3.3 内容赋能的映射类技术

映射类技术可以实现实体图书馆与虚拟图书馆的





互通、叠加,可以让两个不同维度的图书馆相互感知、理解和交互。通过映射类技术的内容赋能,构建出更加丰富拟真的虚拟图书馆场景,借由传感器,本体的运行状态及外部环境数据均可实时映射到虚拟图书馆中。数字孪生、全息投影、3D 扫描以及物联网等是关键映射类技术。数字孪生(Digital Twin)是指通过数字化方式创建物理实体的虚拟模型,从而连接物理世界与信息世界<sup>[31]</sup>。全息投影与3D扫描分别利用全息技术以及3D建模技术实现成像,目前主要用于商业表演、旅游业以及教育业,也有学者探索其在数字出版领域的应用<sup>[32]</sup>。物联网是指一个开放而全面的智能对象网络,在面对环境的情况和变化时能做出反应和行动<sup>[33]</sup>。

数字孪生用来构建细节极致仿真的虚拟环境,营造出沉浸式的在场体验,是元宇宙赋能虚拟图书馆的“世界蓝图”。目前数字孪生技术并未在虚拟图书馆有实践应用,但已经有了部分的理论研究,如“积木式”解析与智能耦合方式构建数字孪生图书馆的提出<sup>[34]</sup>以及数字孪生技术在图书馆智慧管理中的运用<sup>[35]</sup>;全息投影与3D扫描属于内容生产技术,利用该类技术让用户不再依靠复杂繁琐的设备,就能享受到虚拟图书馆的服务,使得远距离实时交互成为现实。图书馆界也在将其逐步应用在社会教育中,如中国国家图书馆利用全息投影举办《永乐大典》大型专题系列活动<sup>[36]</sup>。物联网则实现从“人与人”向“人与虚拟资源”甚至“虚拟资源与实体资源”的拓展,将各种信息传感设备与互联网结合起来,极大地扩展了虚拟图书馆的规模,并可以把虚拟空间的指令和变化传递到实体空间,实现实体图书馆与虚拟图书馆的双向交互,如安克雷奇公共图书馆利用物联网技术提供的自助借还服务<sup>[37]</sup>、东巴吞鲁日教区图书馆的RFID图书定位服务等<sup>[38]</sup>。

映射类技术是元宇宙形态下虚拟图书馆的内容生产者,各种3D以及仿真场景都依赖于映射类技术的支持。在该类技术进行内容生产时,需要应用类技术提供元宇宙环境、构建类技术提供算力支持、接入类

技术提供沉浸式的体验互动。通过各类技术的融合作用,才能使虚拟图书馆中的细节更丰富、情景更拟真。

### 3.4 生态赋能的应用类技术

为了使元宇宙赋能虚拟图书馆能够创造新价值并让智能经济体系持续运转,应用类技术将为虚拟图书馆提供生态赋能,其中主要包括数字经济生态、智能化生态以及人机交互生态等。在元宇宙形态下的虚拟图书馆不再是一个个的“信息孤岛”,而是无数个虚拟图书馆的聚合体,基于应用类技术才能保证各空间独立的同时实现全体系互联互通。区块链、人工智能、智能机器人、大数据等将成为虚拟图书馆生态赋能的重要应用类技术。

区块链的重要特征之一就是去中心化,这也是元宇宙的核心理念之一。在区块链去中心化的智能合约中,个人、组织甚至物体之间都可以实现高效且“无须信任”的广泛协作,从而让虚拟图书馆中的智能经济得以持续运转,并创造巨大价值。目前区块链技术已经在馆际互借服务中得到了部分应用,如洛杉矶公共图书馆的馆际互借服务<sup>[39]</sup>等。另外,人工智能与智能机器人技术相结合可以形成数字人,如湖南卫视数字主持人“小漾”、阿里巴巴数字员工“AYAYI”以及清华大学虚拟学生“华智冰”等。在元宇宙时代,数字人将是虚拟图书馆服务对象之一,而面对多样化的服务对象,图书馆也可以创造出有形象、有身份、有情感甚至有故事的“虚拟馆员”。

应用类技术对虚拟图书馆的各种数字生态环境有巨大的推动作用,通过应用类技术的生态赋能,虚拟图书馆才能为现实社会持续创造新价值。虽然有了数字生态环境,但在生态中各种丰富的内容资源以及交互活动仍然需要其它各类技术的协同作用。在各种技术的融合推动下,虚拟图书馆才能在元宇宙时代实现沉浸化、智能化服务。

## 4 元宇宙赋能虚拟图书馆的应用场景

在元宇宙基础技术的感官赋能、算力赋能、内容

赋能以及生态赋能下,虚拟图书馆的服务对象变得更加多元,不仅包括用户实体与网络用户,还可能有虚拟化身、数字人以及具有生物基因的机器人等。虚拟化身是指用户的数字孪生体,通过可穿戴设备以及动作捕捉设备实现虚实融合的状态;数字人是电脑合成的三维人体详细结构,通常具有自己的身份;具有生物基因的机器人是指通过未来芯片植入、神经传输等高精度技术制造出的具有高级情感交互能力的机器人。用户进入虚拟图书馆的需求主要集中在资源检索、学习环境、问题咨询以及接受教育等方面。在多元化的服务对象进入到虚拟图书馆后,根据自己的需求选择

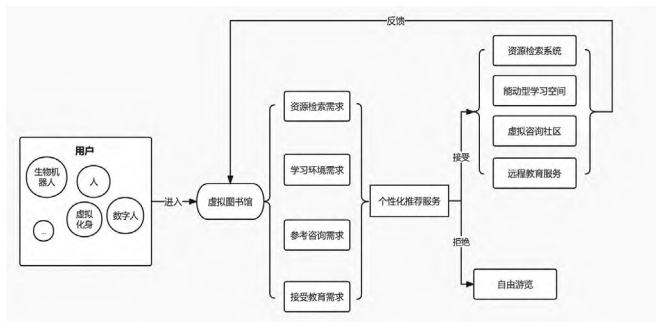


图2 元宇宙赋能虚拟图书馆服务流程

是否接受交互式的个性化推荐服务,如若接受个性化推荐服务,各类技术协同作用可将用户传送到不同类型的服务场景中。反之,用户则可以进行自由浏览。具体服务流程如图2所示。下文将探讨在元宇宙赋能下虚拟图书馆的局部应用场景。

#### 4.1 可视化的资源检索系统

目前几乎所有的图书馆都具备资源检索系统,但现有的检索系统主要基于网页进行检索,无法实现电子资源的高精度定位服务,导致用户使用效果不够理想。在元宇宙相关技术的赋能下,需要改善该项功能,构建可视化的资源检索系统,使用户检索资源更加方便和快捷。

大多数用户进入虚拟图书馆的主要目的是查找所需的电子资源,因此在该系统中需要配备虚拟找书

以及可视化检索功能模块。在虚拟找书方面,利用VR、AR等接入类技术构建所有电子资源与实体资源的三维位置与3D模型,将其分布式储存在数据库中,并导入到检索系统,确保用户在该系统上可以随时查找图书或者其他资源,并且在找到之后可以通过“虚拟馆员”进一步确认是否为用户需要的资源。

在可视化检索方面,构建“货架视图”这一选项,未来运用脑机接口技术,可按用户脑海里所出现的主题标题、文字内容等对图书馆资源进行3D模型的预览。之后利用云计算以及边缘计算将图书馆购置的电子资源与自建特色数据库进行整合,实现统一检索和知识发现,使用户仿佛置身于各种信息资源中,形成可视化虚拟检索模块,方便用户统一检索和快捷利用。

#### 4.2 能动型的自主学习空间

能动型空间是指用于培养用户主观、自觉、能动、创造能力的一种新型学习场域,是图书馆转型发展时期集教育理念、优质资源、先进技术和优质服务融入一体而再造的空间<sup>[40]</sup>。能动型空间的主要目的是培养用户接受知识的自觉性与应用知识的创新性,下文将从这两个角度考虑能动型空间的构建。

在能动型空间中,应分为自主学习区与实验创新区。根据教育学对竞争意识的研究发现,人在自己单独的环境中获取知识的效率往往较低,在群体的环境中获取知识的效率和自觉性都相对较高。在自主学习区可以应用映射类技术将每一位在能动型空间里学习的用户都直观地展现在面前,并以数字孪生体的方式进入到自主学习环境中。在这个虚拟环境中,用户和用户之间都能够彼此感知和交流。

实验创新区是图书馆用户在能动型空间内应用知识的重要虚拟区域。在该区域配置有各个领域的实验素材,将这些素材导入到该虚拟区域中。通过对用户动作的捕捉,体验现实生活中体验不到的学习环境和场景,从而帮助用户提升自主思考以及学习的能力,促进图书馆产学研结合的转型。



### 4.3 虚拟化的参考咨询社区

伴随着各类互联网服务以及虚拟服务的高感知性与交互性，越来越多的用户在网络中或者虚拟社区中获取知识和信息。经过互联网在几十年内的飞速发展，网络中的数据从小数据向大数据转变，信息获取方式从个体化向协同化转变，这种转变方式使用户在利用图书馆时面临较大的困难，迫切需要更好的参考咨询服务，由此参考咨询社区便应运而生。但目前咨询社区都以网络平台形式存在，几乎不具有感知性和交互性，回复用户的间隔时间也较长，因此一个高度沉浸式的参考咨询社区亟待产生。其主要包括以下两项核心功能：

首先是角色定制功能，参考咨询社区是一个完全虚拟但又与现实世界中的场景无缝结合的虚拟图书馆社区。成为社区中的一员需要有虚拟的角色，在角色的定制过程中用户可以自由定制自己的相貌，构建出自己的孪生体，但基于应用类技术的身份认证功能仍然可以识别出用户的物理身份。这样一来，既能增强用户的沉浸感，也符合虚拟世界与真实世界完全打通的理想化元宇宙形式。

其次是虚拟咨询功能，建设该社区的主要目的就是完善参考咨询服务。图书馆员在实体图书馆工作时，可以通过数字孪生技术在虚拟咨询社区中构建自己的孪生体，有用户咨询问题时，图书馆员所佩戴的虚拟设备就会发出提醒，通过全息投影技术让自己的虚拟分身迅速出现到该用户身边，不仅可以虚拟面对面交流，甚至可以还原图书馆员的动作与神态，节省部分人力资源，让图书馆员“随叫随到”。

### 4.4 参与式的远程教育服务

自1975年国际图联明确将“开展社会教育”列为图书馆四大社会职能之一时起，图书馆就在不断创新教育服务。目前图书馆的社会教育已经涉及到生活的方方面面，如国学教育、人文教育、自然灾害教育、应急教育以及信息素养教育等。但目前图书馆的教育

服务主要是通过各式各样的现场活动来开展的，这在当前疫情防控常态化的大环境下，显然会遇到较多的现实障碍。通过参与式的远程教育服务解决用户的接受教育需求，既符合元宇宙去中心化和人人可及的核心理念，又实现了图书馆的无接触式教育服务<sup>[41]</sup>。

各类公共图书馆和高校图书馆目前的教育服务主要分为三大类，即图书馆入馆教育服务、教学支持服务以及社会公益服务。在入馆教育方面，图书馆可以与游戏领域进行合作，构建“场景漫游”功能，赋予用户某个角色，自主地与NPC（非玩家角色）进行对话，了解图书馆的场地设施、馆藏资源建设以及服务内容等，通过角色扮演的方式让用户在虚拟场景中轻松地完成对图书馆的体验和认知。

在教学支持服务方面，图书馆通过与教具生产商合作的形式，来提供沉浸式的教学空间，在该空间内施教者和受教者可以虚拟面对面交流。另外，在该课堂内配备有海量虚拟资源，当教师需要展示的时候只需简单的操作就能轻松地展现在实体课堂上看不到的物理变化、化学反应以及虚拟情景。

在社会公益服务方面，图书馆可以与各种机构进行合作，如进行消防演练培训时，与当地的消防机构联合进行一场虚拟的火灾演练，让用户在虚拟环境中掌握逃生技巧，从而在危险发生时运用到现实生活中；图书馆还可以与疾控中心或者医疗机构进行合作，模拟疫情全面爆发的时点，在加强图书馆用户防疫意识的同时也能改进图书馆的应急服务。

### 4.5 交互式的个性化推荐服务

在元宇宙应用进程中，数据以及各种数字资源的冗余仍然是亟待解决的问题。对于图书馆来说，个性化服务是解决问题最好的方式，而实现图书馆个性化服务重点就在于个性化推荐服务，通过智能分析用户需求，从而实现资源的精准投放。目前个性化推荐服务都建立在用户画像的基础上，通过对用户行为特征进行刻画和分析，建立画像模型，进而为其推荐个性

化的服务资源。

虚拟图书馆实现个性化推荐服务的第一步是获取用户行为的数据与用户画像的构建。与实体图书馆不同的是,用户在虚拟图书馆中的每一步操作都有数据的产生,这就需要构建类技术中的云计算、边缘计算以及分布式存储等技术对这些海量的数据进行分析和存储。在数据保存之后,图书馆可以根据每个用户定制的角色、检索的内容、数据库的选择以及虚拟空间的访问等类别,构建出每个用户的3D路径图。当用户每次进入到虚拟图书馆后,根据对历史数据的分析,以增强现实的形式呈现出用户所偏好的电子资源,或者通过映射类技术与接入类技术的结合作用,让用户直接出现在自己经常访问的虚拟空间中。另外,用户可选择关闭该个性化推荐服务,图书馆就不会再对该用户的历史足迹等数据进行分析,从而保护用户隐私。

接下来是进行个性化的推荐。在目前图书馆的个性化推荐服务中,主要集中在电子资源与实体资源方面。在元宇宙赋能下,个性化推荐可以分为场景推荐、资源推荐以及服务推荐。场景推荐是指根据用户历史所偏好的虚拟空间进行推荐,在用户接受推荐后可以直接到达该虚拟空间内;资源推荐可以根据用户上次未阅读完或者未体验完的资源进行推荐,当用户接受推荐时,直接定位到该电子资源的某一部分或者某一时空;服务推荐则是智能分析用户当前所处的环境后进行个性化服务推荐。

## 5 元宇宙赋能虚拟图书馆发展策略

虽然元宇宙赋能虚拟图书馆的理论与实践已经有一些局部的探索,但真正意义上的元宇宙图书馆仍然处于概念化阶段。图书馆如何迎接这个未来的图景,下文将分别从技术、资源、人才以及管理四个方面进行探讨,并构建元宇宙赋能虚拟图书馆的发展策略框架,如图3所示。

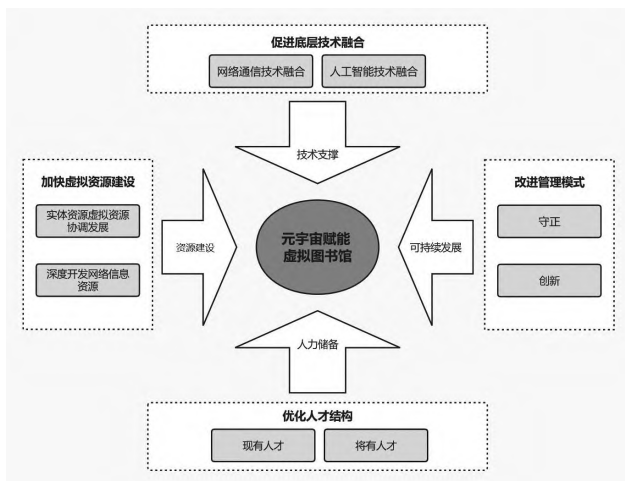


图3 元宇宙赋能虚拟图书馆发展策略框架

### 5.1 以技术融合促进底层支撑

根据上文对元宇宙基础技术的分析,发现其底层支撑技术主要包括接入类、构建类、映射类以及应用类四大类技术,但当前在图书馆中广泛应用的只有部分基础技术且各项技术应用是分散的。在这个背景下,发展元宇宙赋能下的虚拟图书馆必须加快基础技术的融合,从而为未来虚拟图书馆建设提供技术支撑。通信网络技术是虚拟图书馆运行的基础,而人工智能则是虚拟图书馆数字生态的重要支撑。下文将重点从通信网络与人工智能两个方面来探讨元宇宙赋能虚拟图书馆技术的融合。

一方面,元宇宙形态下的虚拟图书馆要达到真正的沉浸感,需要更高的分辨率和帧率,图书馆需要探索更先进的通信网络技术以及视频压缩算法。5G以及未来的6G具有高速率、低延迟、低耗能以及可连接设备规模大等特点,能够支持元宇宙所需要的大量应用创新。通信网络作为目前一切技术工作的基础,只有在良好的网络环境下,虚拟图书馆才能发挥出更好的作用,尽可能地为读者提供低延迟、零等待的服务。因此,图书馆首先要加快5G/6G通信网络与元宇宙基础技术的融合。

另一方面,元宇宙赋能虚拟图书馆需要有庞大





的虚拟地理空间供用户选择和探索，这就需要人工智能与3D扫描技术相结合，形成与实体图书馆相同的虚拟图书馆的地理空间。人工智能也是构建虚拟图书馆数字生态的重要基础技术，通过人工智能与各类技术的结合，提升虚拟馆员的情感交互能力与智慧服务能力。

## 5.2 以资源开发完善基础设施建设

随着“元宇宙时代”的到来，图书馆的基础资源不仅包括实体资源、电子资源以及各种数据库，用户行为与其产生的数据也将成为图书馆基础信息资源的重要部分之一。事实上，图书馆的所有资源都是可以数据化、虚拟化的，但从目前图书馆基础信息资源建设的情况来看，图书馆仍然只是将一部分文献资源以及结构化的数字资源进行虚拟化。在图书馆真正迎接元宇宙之前，巩固基础资源建设，为图书馆提供资源支持，是虚拟图书馆未来发展的必由之路。

图书馆在巩固基础资源建设方面可以采取“两步走”战略，**第一步是以数字资源为重点，数字资源与实体文献协调发展；第二步是深度开发网络信息资源。**

第一步的重点任务就是完善电子资源的开发与虚拟化，在切实做好用户需求调查的基础上，尽可能涵盖所有的数字资源，并构建具有可操作性的数字资源选择标准体系，提高数字资源采购质量。对于实体资源来说，图书馆应该融入用户决策机制，做到精准采购，将购入的实体资源尽快加入到虚拟化进程中，让用户不再为远程找不到该资源的虚拟版本而苦恼。

第二步的重点任务是进行网络信息资源的知识融合。在互联网时代，越来越多的网络信息会映入用户的眼帘。图书馆不仅要利用好这些信息资源，也要防止它们对用户进行误导。这就需要图书馆对网络信息资源实施整理、聚合、去重以及消除歧义，进行知识融合，形成能被用户所放心使用的信息资源。

## 5.3 以人才优化增加人力储备

图书馆高质量人才的引入是图书馆发展的重要核

心资源之一，在元宇宙即将到来的时代背景下，虚拟仿真技术的发展正在倒逼图书馆必须将引入高质量的技术性人才作为虚拟图书馆的核心发展策略。图书馆优化人才结构时可以重点从两类人群入手，第一类是图书馆现有的人才，第二类是图书馆未来将有的人才。

对于第一类人群来说，现有的图书馆员面对新技术有一个学习的过程，应该对全员进行培训，增加相关的新目标、新挑战、新环境、新载体、新空间的学习和认知。重点关注在元宇宙赋能下虚拟图书馆中服务方式的变化，使图书馆员在原有的服务能力和知识储备的基础上不断优化升级，以适应图书馆的创新发展。

对于第二类人群来说，高质量技术性人才是图书馆在未来发展的中坚力量。随着虚拟图书馆的发展，服务的用户也将越来越多，这就需要图书馆具有强大的计算能力以及相对较多的后台工作人员。在日常虚拟图书馆的运作中，不免会遇到各种各样的问题，这就需要其具有应对突发事件的能力。在未来图书馆引入高质量技术性人才时，既要让其了解传统图书馆的运作以及服务模式，也要跟上并适应图书馆服务模式不断创新步伐。

## 5.4 以管理提升确保可持续发展

伴随着新技术的冲击，图书馆的技术水平、资源配置以及人才结构等方面都有了改进和提升，因此传统的管理模式已经不能适应元宇宙场域下虚拟图书馆的要求。从实体文献到“互联网+”背景下的数字资源文献再到3D虚拟文献，每一次新型资源的出现，都对图书馆管理模式产生冲击，图书馆在面对形势变化时，既要做到守正，又要创新其管理模式。

首先，**图书馆不应该完全放弃现有的传统实体资源的管理方式。**在元宇宙发展进程中，实体资源是虚拟资源的重要参考部分，是作为虚拟资源的孪生体而存在的，如果忽略了对实体资源的管理，虚拟资源的存在将是毫无意义的，也失去了其参考价值。但对传



统的实体资源进行管理时,应该重点关注实体资源虚拟化进程以及虚拟化的精确度。

其次,传统的管理模式是在实体图书馆的基础上进行管理,并兼顾数字图书馆。但随着用户更加趋向于进入虚拟图书馆,这就需要有实体图书馆与虚拟图书馆两套管理体系。在虚拟图书馆的管理模式中,要坚持以用户为核心,馆员辅助参与这一特点,并且需要馆员能对各种虚拟仿真技术在图书馆的应用深度进行详细的分析,注重元宇宙赋能虚拟图书馆的进一步开发与建设,从而使图书馆管理模式能够以更加多样化的层面进行有效发展。

## 6 结语

展望互联网发展的未来,元宇宙或将成为人类生存的第二空间,并为人类提供另一维度下的全新生活,给人们赋予虚拟身份,形成与现实世界同步的双轨社会关系。在这个背景下,图书馆要做好向虚拟世界变迁的准备,促进元宇宙基础技术为自己赋能,同时也要大胆对未来虚拟图书馆的应用场景进行展望。本文总结出元宇宙赋能虚拟图书馆的四大核心理念:虚实融合、随时随地、技术整合以及人人可及,并分析接入类技术、构建类技术、映射类技术以及应用类技术四大类元宇宙基础技术赋能虚拟图书馆的模式,在对资源检索、学习环境、虚拟咨询、教育服务以及个性化推荐服务等应用场景进行描述后,提出虚拟图书馆应“主动出击”,从技术、资源、人才、管理方面促进元宇宙为自己赋能,同时也积极寻求图书馆对元宇宙的赋能,实现虚拟图书馆与元宇宙之间的“双向赋能”。

值得一提的是,面对虚拟技术带给图书馆的冲击与挑战,要避免“脱实向虚”的发展趋势,也要防止用户沉浸于虚拟世界中而影响现实生活。元宇宙的发展还在路上,但毕竟已经上路,图书馆要主动迎接元宇宙的到来,充分利用元宇宙的赋能机遇,

促进自身的变革与转型,在未来的世界继续扮演好自己的角色。

## 参考文献:

- [1] 阮冈纳赞.图书馆学五定律[M].夏云,王先林,郑挺等,译;侯汉清,校.北京:书目文献出版社,1988.
- [2] 杨新涯,钱国富,唱婷婷,等.元宇宙是图书馆的未来吗? [J].图书馆论坛,2021,41(12):35-44.
- [3] 向安玲,高爽,彭影彤,等.知识重组与场景再构:面向数字资源管理的元宇宙[J].图书情报知识,2022,39(1):30-38.
- [4] 陈苗,肖鹏.元宇宙时代图书馆、档案馆与博物馆(LAM)的技术采纳及其负责任创新:以NFT为中心的思考[J].图书馆建设,2022(1):121-126.
- [5] 李默.元宇宙视域下的智慧图书馆服务模式与技术框架研究[J].情报理论与实践,2022,45(3):89-93,88.
- [6] 华子荀,黄慕雄.教育元宇宙的教学场域架构、关键技术与实验研究[J].现代远程教育研究,2021,33(6):23-31.
- [7] 刘革平,王星,高楠,等.从虚拟现实到元宇宙:在线教育的新方向[J].现代远程教育研究,2021,33(6):12-22.
- [8] 郭亚军,袁一鸣,郭一若,等.元宇宙视域下的虚拟教育知识流转机制研究[J].情报科学,2022,40(1):3-9,24.
- [9] 郭亚军,李帅,马慧芳,等.图书馆即教育:元宇宙视域下的公共图书馆社会教育[J].图书馆论坛,2002(5):42-51.
- [10] 何思倩,覃京燕.从VR/AR到元宇宙:面向α世代的沉浸式儿童绘本交互设计研究[J].图书馆建设,2022(5):66-72.
- [11] 陈定权,尚洁,汪庆怡,等.在虚与实之间想象元宇宙中图书馆的模样[J].图书馆论坛,2022,42(1):62-68.
- [12] 赵星,陆绮雯.元宇宙之治:未来数智世界的敏捷治理前瞻[J].中国图书馆学报,2022,48(1):52-61.
- [13] 郭亚军,李帅,丁菲,等.美国大学图书馆的虚拟仿真应用实践——对美国TOP100大学图书馆VR/AR应用的调查[J].图书馆论坛,2022,42(4):133-140.
- [14] STEPHENSON N. Snow crash[M]. New York: Bantam spectra,1992.
- [15] 赵国栋,易欢欢,徐远重.元宇宙[M].北京:中译出版社,2021.
- [16] Roblox Corporation. The preliminary prospectus[EB/OL].(2021-02-22)[2022-01-14].<https://www.sec.gov/>



- Archives/edgar/data/1315098/000119312521049767/d87104ds1a.htm.
- [17] 吴江, 曹喆, 陈佩, 等. 元宇宙视域下的用户信息行为: 框架与展望[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(1): 4-20.
- [18] 陆滢竹. 数字阅读时代图书馆阅读环境营造途径探析[J]. 图书馆建设, 2021(5): 19-23, 33.
- [19] 杜晓峰. 高校图书馆传统业务的计算服务——以北京大学图书馆送书到楼服务项目为例[J]. 大学图书馆学报, 2020, 38(4): 59-62.
- [20] Meta. Founder's Letter, 2021[EB/OL]. (2021-10-28) [2022-01-15]. <https://about.fb.com/news/2021/10/founders-letter/>.
- [21] 东莞图书馆. 人民日报、央视等聚焦东莞图书馆一则读者留言[EB/OL]. (2020-06-30) [2022-01-14]. <https://www.dglib.cn/dglib/gqdt/202006/15e1e954bd59405a943a37ff05e28055.shtml>.
- [22] 于佳宁, 何超. 元宇宙[M]. 北京: 中信出版社, 2021.
- [23] SMITH F A. Virtual reality in libraries is common sense[J]. Library hi tech news, 2019, 36(6): 10-13.
- [24] HAHN J. Mobile augmented reality applications for library services[J]. New library world, 2012, 113(9/10): 429-438.
- [25] 张媛. 图书馆虚拟现实技术应用研究演进的可视化分析[J]. 国家图书馆学刊, 2017, 26(4): 64-74.
- [26] Brandeis University. Undergraduate admissions virtual visit experiences[EB/OL]. [2022-01-16]. <https://www.brandeis.edu/admissions/visit/virtual.html>.
- [27] UChicago News. Renowned artist Jenny Holzer to debut project at UChicago using augmented reality[EB/OL]. [2022-03-18]. <https://news.uchicago.edu/story/renowned-artist-jenny-holzer-debut-project-uchicago-using-augmented-reality>.
- [28] 周伟, 陈立龙, 宋建文. 基于增强现实技术的图书馆导航系统研究[J]. 系统仿真学报, 2015, 27(4): 810-815.
- [29] SADIKU M N O, MUSA S M, MOMOH O D. Cloud computing: opportunities and challenges[J]. IEEE potentials, 2014, 33(1): 34-36.
- [30] Lib Lime. Lib lime-koha[EB/OL]. [2022-01-22]. <https://github.com/liblime/liblime-koh>.
- [31] EL SADDIK A. Digital twins: the convergence of multimedia technologies[J]. IEEE multimedia, 2018, 25(2): 87-92.
- [32] 曾红宇, 张波. 3D全息投影技术在数字出版物中的应用探索[J]. 科技与出版, 2015(11): 101-104.
- [33] MADAKAM S, LAKE V, LAKE V, et al. Internet of things (IoT): a literature review[J]. Journal of computer and communications, 2015, 3(5): 164-173.
- [34] 张兴旺, 石宏佳, 王璐. 孪生图书馆: 6G时代一种未来图书馆运行新模式[J]. 图书与情报, 2020(1): 96-102.
- [35] 李璐, 尹玉吉, 李永明. 基于数字孪生的图书馆智慧管控系统模型构建研究[J]. 图书馆学研究, 2021(4): 29-37.
- [36] 国家图书馆. 国家图书馆展出“镇馆之宝”《永乐大典》[EB/OL]. (2018-09-29) [2022-01-15]. [http://www.nlc.cn/dsb\\_zx/gtxw/201809/t20180929\\_172733.htm](http://www.nlc.cn/dsb_zx/gtxw/201809/t20180929_172733.htm).
- [37] Anchorage Public Library. Located inside the diamond transit center lobby[EB/OL]. [2022-03-17]. <https://www.anchoragelibrary.org/about/using-the-library/hours-locations/diamond-transit-express-library/>.
- [38] East Baton Rouge Parish Library. Maintenance report February 2018[EB/OL]. [2022-03-17]. <https://www.ebrpl.com/lboc/Documents/MaintenanceReportFebruary2018.pdf#page=1>.
- [39] Los Angeles Public Library. Interlibrary-loan[EB/OL]. [2022-03-17]. <https://www.lapl.org/collections-resources/blogs/lapl/gems-found-extramural-interlibrary-loan>.
- [40] 王宇, 车宝晶, 王磊. 能动性学习与图书馆能动型空间再造[J]. 图书情报工作, 2019, 63(8): 24-28.
- [41] 郭锐, 刘婧涵, 杨紫楠, 等. 我国公共图书馆无接触式服务研究[J]. 图书馆学研究, 2021(19): 52-57.

#### [作者简介]

郭亚军 1979年生, 博士, 郑州航空工业管理学院信息管理学院教授、研究生导师, 研究方向为元宇宙、虚拟图书馆、知识管理等, 为本文通讯作者。E-mail: guoyajun0619@126.com。

李帅 1998年生, 郑州航空工业管理学院信息管理学院图书情报硕士研究生, 研究方向为元宇宙、虚拟图书馆。

张鑫迪 1996年生, 郑州航空工业管理学院信息管理学院图书情报硕士研究生, 研究方向为图书馆服务、信息无障碍。

李捷 1975年生, 郑州航空工业管理学院信息管理学院教授、研究生导师, 研究方向为大数据、知识管理。

[收稿日期: 2022-04-06]