

1 引言

2021年被称为“元宇宙元年”，“互联网+”的发展模式进一步发展为“元宇宙+”。我国图书馆行业也紧随步伐，探索元宇宙与图书馆建设的结合发展。2022年5月，由元宇宙与虚实交互系列论坛组委会、全球元宇宙大会中国移动通信联合会、上海外国语大学数字学术中心、元宇宙与虚实交互联合创新中心、上海阿法迪智能数字科技股份有限公司等机构联合举办的图书情报领域论坛“天堂的具象：图书馆元宇宙的理想”引起了巨大反响。这个论坛的主题既科技又浪漫，启发了图情研究人员对未来图书馆建设与发展的广泛畅想与思考。智慧图书馆是图书馆未来建设的目标，如何通过元宇宙对智慧图书馆建设与发展进行赋能，提升智慧图书馆的体系能力是非常值得关注与讨论的内容。

2 元宇宙与智慧图书馆的发展历史、概念与特征

2.1 元宇宙的发展历史、概念与特征

(1) 元宇宙发展历史

虽然元宇宙的概念在近两年才进入大众视野并广为人知，但早在1981年的小说《真名实姓》^[1]中，美国数学家和小说家弗诺·文奇就创造性地提出了通过脑机接口进入虚拟世界的场景。1990年，我国著名科学家钱学森就注意到了VR技术，并欲将其翻译成为具有中国特色的“灵境”。元宇宙概念的首次出现是在1992年，科幻作家尼尔·斯蒂芬森的著作《雪崩》^[2]中，将元宇宙（Metaverse）视为由计算机模拟的另一个三维世界，每个人可以在虚拟空间中拥有自己的化身（Avatar）。而后经过十年的发展，在2003年，3D虚拟平台“第二人生（Second Life）”诞生，众多机构尝试在这一平台上提供虚拟服务，这一平台也被看作是元宇宙的前身。而元宇宙概念真正火爆出圈是在2021年，美国在线创作游戏公司Roblox通过互联网直接公开发行（Direct Public Offering, DPO）上市，成为“元宇宙第一股”；同年Facebook正式更名为“元（Meta）”，这无疑将元宇宙概念推向高潮。我国紧随技术前沿脚步，在2021年11月成立了第一个元宇宙行业协会——中国移动通信联合会元宇宙产业委员会（China Mobile

Communications Association Metaverse Consensus Circle, CMCA-MCC），旨在推动我国元宇宙产业健康持续发展。而后在2022年6月，国家在上海正式成立元宇宙虚实交互联合创新中心，这也是全国首个虚实交互综合性创新平台。可见元宇宙概念并非凭空产生，而是经历了三十年的酝酿与孵化，才终于登上现实世界舞台。

(2) 元宇宙概念与特征

元宇宙的概念与特征在其不断发展的过程中逐渐清晰明朗。清华大学新媒体研究中心发布的《2020-2021年元宇宙发展研究报告》中定义“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”^[3]。北京大学陈刚教授、董浩宇博士认为元宇宙是利用科技手段进行链接与创造的，与现实世界映射与交互的虚拟世界，具备新型社会体系的数字生活空间^[4]。重庆大学图书馆杨新涯研究员定义“元宇宙是整合VR/AR、区块链等信息技术而构建的虚拟世界与现实世界相结合的互联网应用，具有互通的经济系统和逐渐生长的文明体系，为用户提供沉浸式体验，鼓励用户进行内容生产”^[5]。田丽梅学者将元宇宙应用到图书馆场景，解释为图书馆利用智能技术构建可视化和立体化的虚拟服务环境，为用户打造数字化、全息互动、深度沉浸的交流平台^[6]。

Roblox公司在其招股说明书中提出了元宇宙的八个关键特征，即身份、朋友、沉浸感、随时随地、多元化、低延迟、经济、文明。Beamable公司创始人Jon Radoff对元宇宙特点总结为体验、发现、创作者经济、空间计算、去中心化、人机互动、基础设施^[7]。中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员左鹏飞把元宇宙总结为五大特征：沉浸式体验、开放式创造、虚拟化分身、稳定化系统以及强社交属性^[8]。对元宇宙特征比较典型的描述是北京大学新闻与传播学院陈刚教授、董浩宇博士发表元宇宙研究的阶段性成果——元宇宙特征与属性START图谱，S为社会与空间属性、T为科技赋能的超越延伸、A为人机与人工智能共创、R为真实感与现实映射性、T为交易与流通^[4]。这一图谱很好地总结了元宇宙特征，同时也在元宇宙平台进行发布和确权，是理论与实践良好结合的典型。

2.2 智慧图书馆发展历史、概念与特征

图书馆的发展经历三个阶段，分别是面向资源采购的传统实体图书馆、面向信息系统的数字图书馆和面向智慧服务的智慧图书馆（见图1）。传统图书馆主要特点是以纸质资源采购为主、依赖图书馆物理实体，主要提供到馆服务；数字图书馆主要特点是以数字资源采购为主，建设信息系统，主要提供网络服务；智慧图书馆的核心是依靠知识组织，借助智能技术为用户提供智慧服务。可见图书馆的发展一直有虚拟化的趋势。

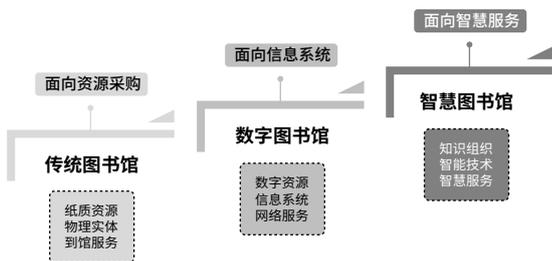


图1 图书馆发展阶段与特点

Fig.1 Stages and Characteristics of Library Development

（1）智慧图书馆发展历史

虚拟图书馆的概念早在1980年就被大英图书馆外借部计算机与数据通信工作组负责人A.J.Harley提出。他在英国伦敦召开的Aslib/IIS/LA联合会议上发表了一篇名为《走向虚拟图书馆》（Towards the Virtual Library）的论文，该论文将虚拟图书馆作了如下描述：虚拟图书馆是用户通过计算机检索计算，能够迅速获取远比实际信息量大的多的信息集合^[9]。而后，2003年芬兰奥卢大学的M.Aittola首次提出了“智慧图书馆”概念，将移动阅读和智能感知引入到图书馆服务中^[10]。同年“第二空间”（Second Life）平台建成开放，图书馆系统于2006年正式在第二空间平台建立了小型的虚拟图书馆，而后陆续有大学图书馆在第二空间平台建立本校虚拟图书馆提供服务。中国国家图书馆在我国虚拟图书馆建设上的探索起步较早，在2008年就推出了我国第一个涵盖虚拟漫游、VR阅读等内容的交互式虚拟系统^[11]。2009年，中国香港理工大学在第二空间建立了国内首个虚拟大学校园，其包玉刚图书馆也被搬进虚拟世界^[6]。经过十年的推进发展，2019-2021连续三年，图书馆发展转型及智慧图书馆建设相关的学术词条入选图情档学界十大学术热点^[12]。2021

年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出加快数字社会建设步伐，提供智慧便捷的公共服务，推进线上线下公共服务共同发展、深度融合，并首次提及“智慧图书馆”建设，将智慧图书馆建设上升到国家战略规划层面^[13]。2022年5月，国家进一步颁布《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》，明确提出统筹推进国家文化大数据体系、全国智慧图书馆体系和公共文化云建设，增强公共文化数字内容的供给能力，提升公共文化服务数字化水平^[14]。这一战略为图书馆建设向数字化智能化发展提出明确方向。可见，智慧图书馆的建设与发展已是大势所趋，因此需要进一步厘清其概念，总结其特点。

（2）智慧图书馆概念与特征

初景利教授提出智慧图书馆是图书馆在新时期、新环境下为满足用户新需求而产生的新型形态，是图书馆发展的新目标，是智能技术和人文智慧的融合。并将智慧图书馆定义为以人机交互的耦合方式、致力于实现知识服务的高级图书馆发展型态，是第三代图书馆、新型图书馆的核心内涵，是未来图书馆的高级型态与主导模式，是图书馆在新时代的新定位、新形象、新能力^[15]。从图书馆的发展历史以及智慧图书馆的概念来看，智慧图书馆从技术角度而言有数字化、虚拟化和智能化的特点；从服务角度而言有以用户为中心、提供知识服务以及沉浸式体验的特征；从时空角度而言有基于虚拟现实环境、随时随地进行人机交互、以及用户可进行立体多样化社交活动的特征。可以看出，智慧图书馆的特征与元宇宙有诸多重合之处。

3 元宇宙赋能智慧图书馆建设的驱动因素

3.1 元宇宙与图书馆的关系

元宇宙与图书馆之间的关系，是有着共同追求与发展的“双向奔赴”关系（见图2）。首先，元宇宙与图书馆有着相同的发展追求与路径，体现在三个方面：第一，二者都受人工智能虚拟现实技术的影响很大；第二，二者在未来都是基于知识服务满足用户的多样性需求并提供沉浸式体验；第三，二者都是不断生长着的有机体。图书馆是现实和数字世界的知识传播场

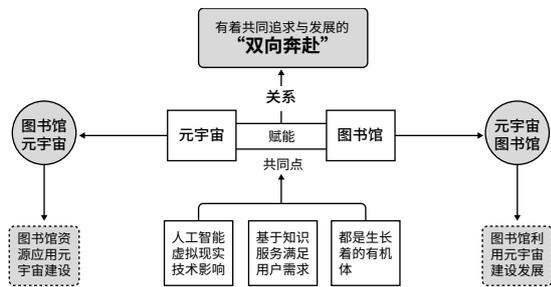


图2 元宇宙与图书馆的关系示意图
Fig.2 Schematic Diagram of the Relationship Between Metaverse and Library

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。实际上图书馆在资源组织和知识体系的认知方面已经打下了非常良好的基础，为元宇宙内容产业提供丰富的数据与创意^[5]。而元宇宙可以解决实体图书馆很难甚至不可能解决的一些难题。因此，元宇宙与图书馆是可以互相赋能促进发展的，元宇宙可以通过其自身概念、技术、思维、环境等赋能图书馆建设，即元宇宙图书馆，也就是图书馆利用元宇宙建设发展。同时图书馆也可以赋能元宇宙，将图书馆丰富的馆藏资源与知识组织体系应用于元宇宙建设。因此，元宇宙与图书馆建设是“双向奔赴”的关系。本文研究主要聚焦于元宇宙赋能智慧图书馆的建设。

3.2 元宇宙赋能智慧图书馆建设的驱动因素

元宇宙能够赋能智慧图书馆建设是由当前多方面的背景和原因驱动促成的，具体有以下五个方面。第一是战略驱动，习近平总书记在党的二十大报告上强调要建设网络强国和数字中国，体现了国家在推进全领域全方面的数字化建设的决心，也使图书馆向数字化智慧化发展成为必然选择。第二是社会影响，2020年突如其来的新冠肺炎疫情将人类社会推向虚拟化的临界点，人们的线上生活从例外变为常态，虚拟世界越来越多地占据了人们的现实生活。第三是技术的进步，尤其是人工智能技术的快速发展，虚拟世界建设的技术基础是扩展现实、5G/6G网络以及区块链技术等，这些技术正在以日新月异的速度向前发展。第四是图书馆的使命与坚持，不管在社会发展的任何阶段，图书馆是唯一以推动知识和信息自由传播为使命的社会公益性机构^[16]，图书馆在虚拟世界亦是要坚守自己的职责与使命。第五是用户需求的变化，社会信息环

境的变化会促使用户需求变得多样，对服务与体验的要求增高，因此图书馆的服务方式和服务理念也要与时俱进以满足用户需求。基于上述五方面的驱动因素，可以看出元宇宙赋能图书馆建设存在必要性和意义，智慧图书馆是图书馆在数智时代的发展方向，元宇宙赋能智慧图书馆建设体现在对智慧图书馆应用场景、影响以及发展路径三个方面。

4 元宇宙赋能智慧图书馆建设的应用场景

智慧图书馆建设应用场景需要智能设备和智能技术的支撑，典型的应用场景包括智慧空间、智慧资源管理、智慧阅读、智慧咨询服务以及智慧图书馆员角色支撑。

4.1 元宇宙赋能图书馆智慧空间场景建设

图书馆智慧空间建设的典型场景包括智能楼宇建设以及虚拟导览等。图书馆属于公共建筑，内部结构复杂，对防火防灾等安全要求高，涉及到的设备数量众多，因此需要建设智能楼宇，提升图书馆的运行效率与安全等级，让用户能够与图书馆智能楼宇进行交互，满足用户多样需求。元宇宙相关的技术与概念有助于图书馆智能楼宇建设及其交互体验提升。但图书馆智能楼宇的建设需要大量的投入，目前还处于起步阶段。关于虚拟导览场景现在很多高校图书馆都已经较为成熟。武汉大学图书馆、重庆大学图书馆、电子科技大学图书馆等都有图书馆3D漫游或者虚拟导览功能，可以让用户沉浸式地体验在图书馆空间的活动模拟，同时配合实际的图书馆图片与虚拟讲解员的讲解，让用户能够快速地了解图书馆的空间分布和馆藏资源。元宇宙赋能未来图书馆可以更进一步实现“掌上图书馆”，在移动端实现720°的全景虚拟导览展现，甚至足不出户，就能给用户一种身临其境的感觉。

4.2 元宇宙赋能图书馆智慧资源管理建设

图书馆智慧资源管理的典型场景包括图书智慧排列、数字资源确权、数字藏品发行以及古籍资源保护等。图书智慧排列体现在对图书分拣、搬运、上架以及用户自助式服务的一体化和智能化。涉及到的设备

包括自助借还书机、自助借还办证一体机、移动图书馆、智能书柜、移动还书箱、RFID图书标签与门禁、数据实时监控系统、移动盘点定位车等。元宇宙相关的智能设备与智能技术，有助于图书智慧排列流程、设备、系统、数据管理等方面的建设。数字资源确权是元宇宙对智慧图书馆在知识产权与数字资产保护方面的重要赋能内容。图书馆通过元宇宙中的区块链技术，应用非同质化通证NFT和非同质化权益NFR，将数字资源进行确权、授权、使用和交易等，使得用户创建和生产的数字内容能够得到权益保障。数字藏品发行是图书馆利用元宇宙对馆藏资源开发利用以及宣传推广的重要方式。国家图书馆从1909年成立至今已有113年历史，在2022年9月9日国家图书馆发行了数字藏书票系列数字藏品，包括《百年国图——京师图书馆》《百年国图——国立北平图书馆》《百年国图——北京图书馆》《百年国图——国家图书馆总馆北区》，既宣传了文化又有纪念意义。而后在9月23日上午11点，山东省图书馆首款数字藏品“清代彩绘《山东黄河全图》”在“海豹数藏”正式发行。图书馆借助元宇宙为古籍资源保护与开发利用提供新的方式与可能。五千年中华文明源远流长，古籍资源是先辈留给我们的历史财富。但如果让古籍长期束之高阁，难以实现其传承和利用价值，若是频繁被展示借阅，很容易对古籍造成破坏。而图书馆利用元宇宙则可以通过虚拟呈现的方式，为用户提供古籍资源的展示说明甚至虚拟借阅，同时使得古籍资源实体得以留存保护。

4.3 元宇宙赋能图书馆智慧阅读场景建设

图书馆智慧阅读的典型场景包括动态实景阅读、想象世界呈现以及特殊人群的阅读等。已有许多图书馆在动态实景阅读方面做了实践探索，中国国家图书馆在2021年世界读书日（4月23日）这天，推出了5G全景文化典籍——《永乐大典》，全景赏析国画和典籍，沉浸式的全新阅读形式使观众可以身临其境地感受中华优秀传统文化魅力。对于想象世界的虚拟呈现已有企业进行探索实践，典型的场景是“红色骑行”。伟乐科技推出的VR红色骑行百年党史体验，是一款具有教育意义的产品，通过VR虚拟技术，打造红色元宇宙之旅，形成跨越虚拟与现实、多人互动的党史学习空间^[17]。上海图书馆也利用馆藏红色文献，根据整理的千余个红色经典，编

列行程路线，用户可戴上VR设备，选择骑动感单车的红色之旅线路，沉浸式体验实景并进行交互^[18]。虚拟现实技术为特殊人群的阅读提供了前所未有的可能，与图书馆的公益性质与使命责任密切相关。如VR儿童阅读，能把“读万卷书”和“行万里路”有机结合起来，带给孩子们穿越的乐趣和眼见为实的亲身体验。虚拟环境是一个可以用来教学特殊技能的安全空间，可以让残障人士在安全的环境中学习，所以坐在轮椅上的人将来也许不再需要攀登珠峰才能看到来自世界最高峰的景色，去图书馆就可以看到世界，回望历史。

4.4 元宇宙赋能图书馆智慧咨询服务建设

图书馆智慧咨询服务的典型场景体现在服务对象的变化、虚拟数字人服务、知识科研服务以及精准的个性定位，其中最能体现元宇宙赋能色彩的就是虚拟数字人服务。元宇宙中的“虚拟数字人”不是单纯静态的生理模拟，而是综合利用各种新技术对人的生理属性和社会属性的全方位模拟，是具备社交功能的社会人^[19]。“梅兰芳孪生数字人”项目由中央戏剧学院、北京理工大学共同发起，在北理工“虚拟数字人”技术的支持下，以梅兰芳先生26岁为原型，对京剧大师梅兰芳进行复现，打造在外貌、形体、语音、表演等各方面都接近真人的“梅兰芳孪生数字人”^[20]。在商业领域，京东云在2021年采用TTS数字语音合成、NLP自然语言处理等前沿人工智能技术打造的京东云数字人主播“小萌”，实现了智能交互与7×24小时不间断直播卖货。图书馆行业在这方面的虚拟服务也有探索，如清华大学图书馆“小图”、重庆大学“书妹儿”、武汉大学图书馆“小布”等，但是这更多的是智能问答式的客服机器人类型，没有真实地打造出“虚拟数字人”的形象与品牌，未来智慧图书馆建设要借助元宇宙打造具有图书馆特色的“虚拟数字人”并提供智慧服务，这也将成为智慧图书馆知识服务的里程碑。

4.5 元宇宙赋能智慧图书馆员服务能力建设

智慧图书馆的服务场景要求智慧图书馆员为高学历高素质的专家馆员，具备一定的创新思维、技术能力和知识素养。未来的智慧图书馆员，要了解元宇宙的概念并能够将其设备和技术应用到智慧图书馆服务中。而智慧图书馆员的职责也不像传统图书馆员一样以参考咨询为主，而是要以用户为中心为其提供个性化定制的

融入想象力和创造力的智慧服务。智慧图书馆员被称为元宇宙时代智慧图书馆的新职业^[12],也为图书馆教育与人才培养指明了方向。

5 元宇宙赋能智慧图书馆建设的影响

5.1 元宇宙赋能智慧图书馆建设的优势

从元宇宙赋能智慧图书馆建设的场景可以看出,元宇宙赋能智慧图书馆建设有众多优势,主要体现在六个方面。第一,图书馆服务观念转向智能化,图书馆服务转向以用户为中心的人性化个性化智慧服务。第二,图书馆提供沉浸式阅读与学习体验,图书馆服务可以打破时空界限,随时随地实现全民阅读与移动阅读。第三,图书馆利用去中心化缩小数字鸿沟,图书馆具有公益性,元宇宙具有去中心化的特点,因此有助于图书馆履行职责,促进数字包容,缩小数字鸿沟,尤其为特殊人群的阅读与服务提供新的可能。第四,图书馆为用户提供立体化多样社交,元宇宙为每个用户提供了虚拟的数字身份,这与用户现实身份相互融合,能够实现跨空间的多维社交,尤其借助图书馆知识平台,容易形成虚实融合的社群组织。第五,图书馆助力数字资源生产创造,元宇宙创造的虚拟环境让图书馆的用户产生大量的数据,形成数字资源,同时“虚拟数字人”也是具有“自主学习”能力的图书馆用户,因此用户生成内容的模式和人工智能生成内容的模式改变了传统的资源生产创造方式。第六,图书馆延续文明与文化的传承,元宇宙为图书馆传统的古籍资源保护与传播提供了新的形式,图书馆可以利用数字藏品实现资源的开发利用与知识传播,建设数字人文平台,实现文明与文化的传承与发展,用科技的力量与历史对话。

5.2 元宇宙赋能智慧图书馆建设的风险

在看到元宇宙赋能智慧图书馆建设优势的同时,也要关注元宇宙赋能带来的风险,不可盲目乐观。元宇宙赋能智慧图书馆建设的风险主要体现在三个方面。第一,技术成熟度不足。目前元宇宙技术的发展还处于孵化阶段,还有重要的技术瓶颈没有突破,底层智能技术如扩展现实设备、区块链等技术不够成熟,网络运行算力如5G/6G的技术还无法支持大规模的元宇宙建设,因此图书馆要走向全面的智慧图书馆还需要颠覆性的技

术创新。第二,标准法规建设不足。目前关于元宇宙相关软硬件标准法规的建设还很不完善,国内外没有达成共识,因此这一块阵地要及早布局;同时虚拟世界必然带来海量的数据,数据安全治理以及科技安全立法也要考虑在前。图书馆本身具有大量的数字资源,及早的有针对性地制定虚拟融合发展方面的相关标准法规对智慧图书馆建设与发展至关重要。第三,产权隐私保护不足。目前元宇宙世界的产权和隐私问题是各行业都在关注的问题,其中的数字资源确权、个人信息泄露与利用以及用户生成内容的产权纠纷等,都与智慧图书馆数字藏品、智慧服务以及隐私保护等方面密切相关。

6 元宇宙赋能智慧图书馆建设的发展路径

通过对元宇宙赋能智慧图书馆建设的场景及影响分析,更加坚定了图书馆利用元宇宙实现向智慧图书馆发展的目标与方向。元宇宙赋能智慧图书馆建设的发展要从以下六个方面着手。第一,要在图书馆行业与相关产业方面建立图书馆发展虚实融合的观念。元宇宙发展经历虚实孪生,即虚拟与现实平行发展到虚实相生,即虚拟与现实互相促进,再到虚实融生,即虚拟与现实相互融合的三个阶段^[21],那么智慧图书馆的建设要借鉴元宇宙虚实融合的思维观念,以包容审慎的态度进行守正创新发展。第二,要发挥图书馆的资源优势。图书馆在知识组织与资源利用方面有着传统与积淀,可以整合资源体系,挖掘开发利用数字资源,建立可视化智能检索系统,构建3D资源服务场景,在数字资源确权方面制定规则。第三,基础设施的建设是实现智慧图书馆服务的基础保障,要加大投入建设基础设施,尤其是与元宇宙相关的通信和云基础设施,以及图书馆智能楼宇和智能设备的建设。第四,要增强虚拟技术研发,尤其是AR技术虚拟环境的布置,数字孪生技术的应用以及知识服务平台的搭建。第五,要创新应用服务场景,将图书馆传统业务拓展新模式,打造古籍保护、沉浸式阅读、虚拟社交服务、科研知识服务、特殊人群服务等全方位全领域的元宇宙应用场景,实现智慧图书馆服务的根本性变革。第六,要参与制定元宇宙世界的治理法规和标准。图书馆一直有制定行业标准的传统与职责,也致力于对数据信息的保

护开发与利用,因此智慧图书馆虚实融合必然要关注知识产权保护、隐私政策制定、数据安全与科技安全等问题,打造元宇宙赋能的智慧图书馆数据治理体系。

7 结语

本文从元宇宙与智慧图书馆的发展历史及概念特征出发,分析了元宇宙与图书馆的关系,总结了元宇宙

赋能智慧图书馆建设的重要驱动因素,畅想了元宇宙赋能图书馆建设的典型应用场景,如智慧空间、智慧资源管理、智慧阅读、智慧咨询服务以及智慧图书馆员服务能力,概括了元宇宙赋能智慧图书馆建设的优势与风险,最后提出了未来智慧图书馆建设的发展路径。阿根廷国家图书馆馆长博尔赫斯在诗中说“我心里一直都在暗暗设想,天堂应该是图书馆的模样”。元宇宙赋能的智慧图书馆,或许已经敞开大门,未来有一天会从想象变成现实。

作者贡献说明

赵志耘:确定研究主题和框架,提出研究思路,设计研究方案,论文撰写、修订与定稿;
林子婕:确定研究提纲,开展文献调研与分析,论文撰写。

参考文献

- [1] 弗诺·文奇.真名实姓[M].李克勤,张羿译.北京:北京联合出版公司,2019.(Vinge V. True Names[M]. Translated by Li Keqin and Zhang Yi. Beijing:Beijing United Publishing Company,2019.)
- [2] 尼尔·斯蒂芬森.雪崩[M].郭泽译.成都:四川科学技术出版社,2018.(Stephenson N. Snow Crash[M].Translated by Guo Ze. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press,2018.)
- [3] 清华大学新媒体研究中心.2020-2021年元宇宙发展研究报告[EB/OL].[2022-11-02].http://cbdio.com/BigData/2021-09/22/content_6166594.htm.(New Media Research Center of Tsinghua University. 2020-2021 Metaverse Development Research Report[EB/OL].[2022-11-02]. http://cbdio.com/BigData/2021-09/22/content_6166594.htm.)
- [4] 光明网.北京大学学者发布元宇宙特征与属性 START 图谱[EB/OL].[2022-11-02].https://share.gmw.cn/it/2021-11/19/content_35323118.htm.(Guangming Website. Peking University Scholars Publish START Map of Metaverse Characteristics and Attributes[EB/OL].[2022-11-02].https://share.gmw.cn/it/2021-11/19/content_35323118.htm.)
- [5] 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.(Yang Xinya,Qan Guofu,Chang Tingting, et al. Is Metaverse the Future of Library?[J].Library Tribune,2021,41(12):35-44.)
- [6] 田丽梅,廖莎.元宇宙视域下智慧图书馆的创新发展研究[J].图书馆,2022(5):54-59.(Tian Limei, Liao Sha. Research on the Innovative Development of Smart Library from the Perspective of Metaverse[J].Library,2022(5):54-59.)
- [7] 未来智库.元宇宙专题研究报告:从 Facebook 和 Roblox 看元宇宙硬件和内容布局[EB/OL].[2022-11-03]. <https://www.vzkoo.com/document/1907a46f59d1bd5bad72068888663ca0.html>.(Future Think Tank. Metaverse Special Research Report: Viewing Metaverse Hardware and Content Layout from Facebook and Roblox[EB/OL].[2021-11-12].<https://www.vzkoo.com/document/1907a46f59d1bd5bad72068888663ca0.html>.)
- [8] 左鹏飞.最近大火的元宇宙到底是什么?[N].科技日报,2021-09-13(06).(Zuo Pengfei. What is the Recent Big Fire in the Metaverse?[N]. Science and Technology Daily, 2021-09-13(06).)
- [9] 刘兹恒,张久珍.国内外虚拟图书馆研究综述[J].中国图书馆学报,2000(3):70-75.(Liu Ziheng, Zhang Jiuzhen. A Review of Studies in Virtual Library in Foreign Literature[J].Journal of Library Science in China,2000(3):70-75.)
- [10] 岳和平.5G技术驱动的图书馆智慧服务场景研究[J].图书与情报,2019(4):119-121.(Yue Heping. A Scenario Study on Library Intelligence Service of 5G Technology-driven[J]. Library & Information,2019(4):119-121.)
- [11] 杨新涯,涂佳琪.元宇宙视域下的图书馆虚拟服务[J].图书馆论坛,2022,42(7):18-24.(Yang Xinya, Tu Jiaqi. Initial Probe into Library Virtual Services from the Perspective of Meta-universe[J]. Library Tribune,2022,42(7):18-24.)
- [12] 刘琳琳,张瑜祯,贾朝霞,等.智慧图书馆员:元宇宙时代智慧图书馆的新职业[J].四川图书馆学报,2022(3):25-31.(Liu Linlin, Zhang Yuzhen, Jia Zhaoxia, et al. Smart Librarian: New Profession for Smart Library in the Metaverse Era[J]. Journal of the Library Science Society of Sichuan,2022(3):25-31.)
- [13] 中国政府网.中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL].[2022-11-02].http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.(Chinese Government Website. The Fourteenth Five Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the Outline of the Long term Goals for 2035[EB/OL].[2022-11-02].http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.)

- [14] 中国政府网. 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》[EB/OL].[2022-11-03].http://www.gov.cn/xinwen/2022-05/22/content_5691759.htm. (Chinese Government Website. The General Office of the CPC Central Committee and the State Council issued the Opinions on Promoting the Implementation of the National Cultural Digitization Strategy[EB/OL].[2022-11-03].http://www.gov.cn/xinwen/2022-05/22/content_5691759.htm.)
- [15] 初景利, 任娇茵, 王译晗. 从数字图书馆到智慧图书馆[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(2): 52-58. (Chu Jingli, Ren Jiaohan, Wang Yihan. From Digital Libraries to Smart Libraries[J]. Journal of Academic Libraries, 2022, 40(2): 52-58.)
- [16] 范并思. 图书馆元宇宙的理想[J/OL]. 中国图书馆学报 [2022-11-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220608.1117.002.html>. (Fan Bingsi. The Ideal of Library Metaverse[J/OL]. Journal of Library Science in China[2022-11-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220608.1117.002.html>.)
- [17] 伟乐科技. 骑行系统 | VR 红色骑行体验百年党史 [EB/OL].[2022-11-03]. <https://sid.wellav.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=25&id=188>. (Weile Technology. Riding System | The Centennial History of the CPC Could be Experienced by VR Red[EB/OL].[2022-11-03]. <https://sid.wellav.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=25&id=188>.)
- [18] 刘炜, 祝蕊, 单蓉蓉. 图书馆元宇宙: 是什么、为什么和怎么做?[J]. 图书馆论坛, 2022, 42(7): 7-17. (Liu Wei, Zhu Rui, Shan Rongrong. Library and Metaverse: What, Why and How? [J]. Library Tribune, 2022, 42(7): 7-17.)
- [19] 铁钟, 夏翠娟, 黄薇. 元宇宙中的数字记忆: “虚拟数字人”的数字记忆产品设计思路[J/OL]. 图书馆论坛: 1-9[2022-11-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.g2.20220420.2100.002.html>. (Tie Zhong, Xia Cuijuan, Huang Wei. Digital Memory & Metaverse: The Design Thought of Digital Memory Product about Metahuman[J/OL]. Library Tribune: 1-9[2022-11-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.g2.20220420.2100.002.html>.)
- [20] 北京理工大学新闻网. 北理工联合中戏助力“数字梅兰芳”大师高精度复现[EB/OL].[2022-11-03]. <https://bit.edu.cn/xww/zhxw/ylys/efb4672654254fd8a4e3ebaf6a936101.htm>. (Beijing Institute of Technology News Website. Beijing Institute of Technology and the Central Academy of Drama Help the High Precision Reproduction of “Digital Mei Lanfang”[EB/OL].[2022-11-03]. <https://bit.edu.cn/xww/zhxw/ylys/efb4672654254fd8a4e3ebaf6a936101.htm>.)
- [21] 吴江, 陈浩东, 贺超城. 元宇宙: 智慧图书馆的数实融合空间[J/OL]. 中国图书馆学报 [2022-11-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220610.1843.002.html>. (Wu Jiang, Chen Haodong, He Chaoyue. Metaverse: The Digital-real Fusion Space of the Smart Library[J/OL]. Journal of Library Science in China[2022-11-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220610.1843.002.html>.)

科技赋能文化遗产数字化发展新业态

Science and Technology Empowering the New Digitization Format of Cultural Heritages

赵志耘

ZHAO Zhiyun

党的十八大以来, 党中央把文化建设提升到一个新的历史高度, 我国文化产业发展也进入新的阶段, 文化建设在正本清源、守正创新中取得历史性成就。习近平总书记强调: “要顺应数字产业化和产业数字化发展趋势, 加快发展新型文化业态, 改造提升传统文化业态, 提高质量效益和核心竞争力”。面对经济社会的飞速发展、科学技术的突飞猛进、人民群众对于精神文化的需求日益增长且多元等现实情况, 文化产业如何适应新的发展要求, 如何在大数据、人工智能的技术背景下发展文化与科技融通融合的新业态, 已经成为一个重要的研究课题。下面主要从文化遗产传承与发展的视角和大家交流三个方面的内容, 一是文化遗产

数字化正在成为文化传承发展的必然趋势; 二是科技赋能文化遗产数字化的核心技术与应用场景; 三是对于下一步如何加快推动科技赋能文化遗产数字化发展的思考。

1 文化遗产数字化正在成为文化传承发展的必然趋势

.....

习近平总书记在十九大报告中提出, 要加强文物保护利用和文化遗产保护传承。文化遗产承载着中华民族的基因和血脉, 是不可再生、不可替代的中华优秀

文明资源与财富。截至2021年底，我国拥有1.08亿件可移动文物、76.7万处不可移动文物、56处世界遗产，数量巨大的民间文物、散落海外的流失文物，共同构成有待深度挖掘、利用和传承的中华优秀传统文化遗产。在保护、管理好文化遗产的同时，对文化遗产加强研究、宣传和利用，既是文化遗产价值的体现，也是文化产业传承发展的必然要求。

文化遗产是文化产业的重要分支，在其数字化转型过程中，科技发挥着越来越重要的作用。数字经济的发展为产业的转型提供了重要技术支撑，根据中国信通院2022年7月发布的《中国数字经济发展报告（2022年）》，2021年，我国数字经济发展取得新突破，数字经济规模达到45.5万亿元，占GDP比重达到39.8%，数字经济在国民经济中的地位更加稳固、支撑作用更加明显。同时，产业数字化继续成为数字经济发展的主引擎。2021年，产业数字化规模达到37.18万亿元，占GDP比重为32.5%，产业数字化转型持续向纵深加速发展。文化产业的数字化转型发展，已成为时代发展的必然趋势。在文化产业领域，由新一代科学技术支撑的数字化不断赋能传统文化业态，推动我国文化产业发生巨大的结构性变化，文化产业发展进入以数字化为主要特征的新时代。国家统计局数据显示，2021年全国规模以上文化及相关产业中，数字文化新业态特征较为明显的16个行业小类实现营业收入39,623亿元，比上年增长18.9%；两年平均增长20.5%。文化产业数字化发展动力强劲。

从国家政策与战略层面看，2016年数字创意产业首次被纳入国家战略性新兴产业发展规划，2019年科技部、中宣部等六部门联合印发了《关于促进文化和科技深度融合的指导意见》，提出建设国家文化和科技融合示范基地、文化和科技融合领军企业，使文化和科技融合成为文化高质量发展的重要引擎。2020年文化和旅游部发布《关于推动数字文化产业高质量发展的意见》，明确提出实施文化产业数字化战略，推动数字文化产业高质量发展，2021年文化和旅游部发布《“十四五”文化产业发展规划》，提出落实文化产业数字化战略。2022年5月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》，提出八项重点任务，包括加快文化产业数字化布局，在文化数据采集、加工、交易、分发、呈现等领域，培育一批新型文化企业，引领文化产业数字化建设方

向等。到“十四五”时期末，基本建成文化数字化基础设施和服务平台，形成线上线下融合互动、立体覆盖的文化服务供给体系。

正如习近平总书记所指出的，“文化和科技融合，既催生了新的文化业态、延伸了文化产业链，又集聚了大量创新人才，是朝阳产业，大有前途”。文化遗产作为中华文化业态中璀璨的明珠，科技赋能的数字化转型已成为其传承和发展的必然趋势。

2 科技赋能文化遗产数字化的核心技术与应用场景

当前，互联网、大数据、人工智能、云计算等信息技术飞速发展，已经影响社会生产生活的方方面面，有力推动着经济社会发展。科技赋能的数字化也由此成为让文化遗产“留下来”“活起来”的重要途径。三维建模、激光扫描等技术为文化遗产的保存与保护提供保障。VR、AR、MR、3D等数字技术打造文化遗产全新沉浸式场景体验，为文化遗产的保存保护与价值传播提供了强大的支撑。

2.1 数字化保护让文化遗产“留下来”

文化遗产的保护工作一直任重而道远，文化遗产属于不可再生资源，具有珍贵性与特殊性。很多文物或其他文化遗产已经存世几百年甚至上千年，如果不正确保护，最终可能会走向消亡。让文化遗产真正发挥其作为“遗产”的价值，只靠维持现状是远远不够的，要挖掘文化遗产的价值，对其进行数字化保存，让文化遗产“留下来”，同时，还要以数字化思维加以利用和开发。当前，以三维激光扫描为核心的数字化技术对文化遗产的保护起到至关重要的作用，催生了诸多典型应用场景。

三维激光扫描技术是一种新型测量技术，打破了单点测量获取数据的方式，改善了传统数据记载的粗略性，使数据获取更加真实有效，满足了文化遗产保护中数据记录的时效性。三维激光扫描技术具有自动获取数据的功能，在不接触物体的前提下便可获取到物体空间内的三维点云数据信息，避免了人为接触而产生的不必要损坏。根据所选设备不同，测距可达几十米几百米不等，对于一些占地面积较大、不可移动的

物质文化遗产，在距离物体很远的位置便可完成扫描，所获得的数据也可达到毫米级别的精度。

自2005年，延庆区启动了长城保护行动，开展对全区范围内长城的调查工作。经过历时三年的野外调查，全面摸清了域内长城的分布、特点以及保存状况，为后续的保护利用提供了详实的基础数据支撑。尤其是，长城遗产保护大数据管理平台建设工程试点采用了无人机倾斜摄影、卫星遥感等技术，以获取长城基础地理空间信息，进行数据采集和三维建模，建立了长城保护数字化档案系统。

始建于公元366年的敦煌莫高窟，是中国古代文明艺术的宝库。如今，它正在漫漫黄沙中经受着风沙、湿度等多重考验。对于敦煌石窟保护来说，想要莫高窟壁画“青春永驻”，数字化保存是一种颇为重要的手段。通过三维扫描，并用地面激光和工业激光扫描仪对崖壁、洞窟内部进行精细重建，结合专业激光扫描模型纹理贴图软件，可以重建高精度三维石窟和塑像模型，建立敦煌莫高窟数字化档案。

2.2 创新性应用让文化遗产“活起来”

在互联网为主导的数字时代，人们获取信息资讯的渠道和方式与从前截然不同。在手机、电脑、人机交互技术、智能系统研发技术高度发达的背景下，如何利用技术手段让更多人更好地了解文化遗产成为一项重要课题。大数据、人工智能、区块链等技术的运用能对已经数字化存档的文化遗产数据深度挖掘和优化使用，实现应用场景的个性化，满足不同用户的体验需求。数字孪生、虚拟结合、跨模态交互、跨时空等新技术的应用，满足了各类群体多样化的沉浸式体验需求。这些技术手段可以让文化遗产所承载的历史背景和文化价值更生动地展示在人们面前，可以创造性地保护和传承文化艺术遗产。前沿科技与古老文化的完美融合，不仅能让古代文化艺术在千百年后依然栩栩如生，也能让更多人体悟文明的丰富与多元，体验文化艺术超越时空的魅力，越来越多的创新性应用场景也让文化遗产“活”了起来。

以长城的数字化保护为例，由于常年遭受自然吞噬风化，目前屹立不倒的长城只是少数。“云游长城”系列公益产品，基于照片扫描建模技术，实现了毫米级测量、对超过5万张海量素材的渲染，生成了超拟真数字模型，通过云传输流控算法，确保在手机等移动

终端能将庞大的数字资产以3A级的观看效果和交互体验呈现给用户，用户通过“云游长城”小程序，就能立即“穿越”到喜峰口数字长城。这项产品的使用实现了全球最大规模、毫米级精度、沉浸交互式的文化遗产数字还原，拉近了公众与长城的距离。让大家参与到文化遗产的保护工作中，是让文化遗产创造性转化、创新性发展的一次重要尝试。

基于游戏引擎、物理仿真、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术打造一个全真的“数字中轴”也是文化遗产活化利用和展示传承的一个典型应用场景。用户只需打开手机，就能穿越时空之门，一览中轴全貌，看北京城中轴线数字国风画卷，了解中轴线相关的14处遗产点。还可以通过AR、VR等移动设备，把真实的中轴线场景和虚拟的线上场景融合起来，创建一种全新的交互形式和交互内容。“数字中轴”意在创新性构建一个数字申遗范式，不仅能让更多人沉浸体验到中轴线的恢弘气势和历史变迁，同时还将助力中轴线文化遗产的创新活化，真正实现文化遗产保护的可持续发展。

在数字技术推动文化消费新场景、新业态不断涌现的当下，文物数字藏品正在成为文化遗产创新性保护与发展的新业态，数字藏品的发行也成为科技赋能文化遗产数字化的典型应用场景。2022年上半年全国发行的博物馆数字藏品已超过500款，其中仅6月即多达百余款。文物数字藏品是基于某一项文物，衍生创作出的文创作品，再利用区块链技术确权，并通过数字化手段实现网络共享传播的产品，其不可篡改、永久保存的特性让文化遗产找到了“活下去”的新方式。河南博物院在2021年12月推出首个3D版数字文创“妇好鸮尊”，该数字藏品限量发行1万份，上线即售罄。作为一种文创产品的新形态，数字藏品把文化遗产所承载的历史文化以更年轻化的体验方式发扬出来，有利于推动文化遗产创造性转化和创新性发展。

3 进一步加快科技赋能文化遗产数字化发展的思考

3.1 利用科技丰富文化遗产创造性转化和创新性发展的表现形式

数字科技的加速应用和迭代，深刻影响着文化遗产现代表达方式的创新以及优质文化遗产的供给力

