

情报科学

Information Science

ISSN 1007-7634, CN 22-1264/G2

《情报科学》网络首发论文

题目：元宇宙视角下水文化遗产资源组织研究
作者：徐绪堪，王晓娇，薛梦瑶
收稿日期：2022-04-22
网络首发日期：2022-10-12
引用格式：徐绪堪，王晓娇，薛梦瑶. 元宇宙视角下水文化遗产资源组织研究[J/OL]. 情报科学. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1264.g2.20221010.1455.010.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

元宇宙视角下水文化遗产资源组织研究

徐绪堪^{1,2,3}, 王晓娇^{1,2,3}, 薛梦瑶^{1,2,3}

(1.河海大学 商学院,江苏 南京 211100; 2.河海大学 统计与数据科学研究所, 江苏 常州 213022;

3.常州市工业大数据与知识管理重点实验室, 江苏 常州 213022)

摘要:【目的/意义】水文化遗产是祖先留下的宝贵财富,系统性保护水文化遗产显得尤其紧迫,全方面多维度传承水文化遗产十分必要,因此从元宇宙视角探讨水文化遗产资源组织,推动水文化遗产系统性保护和多维度传承。【方法/过程】以水文化遗产资源为研究对象,利用资源组织理论与方法,从元宇宙视角融合数字孪生、区块链等技术,基于水文化遗产保护和传承需求,通过欲组织水文化遗产资源、融合水文化遗产、资源组织关联、资源再生和资源融合应用五个方面来构建水文化遗产资源信息化、知识化、情景化、服务化虚拟仿真体系,提出元宇宙视角下都江堰水文化遗产元宇宙应用实例。【结果/结论】元宇宙视角组织水文化遗产,为水文化遗产保护和传承提供新思路,同时有利于推动水文化研究。【创新/局限】元宇宙集成和融合多技术和方法,实际高效应用还需要从管理和实施层面进行进一步优化。

关键词:水文化遗产;元宇宙;资源组织;数字孪生;虚实结合

1 引言

2021年可称为元宇宙元年,在“汉语盘点2021”活动中元宇宙一词入选年度十大网络用语,元宇宙紧密融合虚拟与现实世界,在科技、金融、文化等领域引起极大影响,元宇宙时代正在来临。聚焦于水文化遗产领域,水文化遗产作为中华文化的重要组成部分,其组织、管理、保护和传承是国家水利建设的重要内容,党的十八大以来,党中央高度重视文化建设工作,2022年1月30日水利部发布的《“十四五”水文化建设规划》中指出“要力争实现水利遗产保护显著增强,推动水利工程与文化深度融合,至2035年,建立较为完善的水利遗产保护和认定管理体系”。在国家信息化战略布局下,水文化遗产资源的有效组织已经成为水文化信息化建设和数字化建设的关键环节,但是随着国家文化战略的推进和信息技术的快速发展,传统的水文化遗产资源组织过程与信息化发展的矛盾愈发突出,目前对水文化遗产资源组织和管理停留在表层展示和保护,单个水文化遗产资源的考古研究存在水文化遗产资源杂乱、缺乏关联、用户对水文化遗产资源体验不足等问题。水文化遗产资源如何实现高效组织、如何更好的优化管理、如何更好的保护传承成为亟需解决的问

题,运用传统的资源组织理念和方法耗时较长,且组织管理效果较差,而元宇宙的去中心化特征及其包含的数字技术在优化资源组织过程的同时可简化管理流程,元宇宙背景的引入显得尤为紧迫和必要。在元宇宙视角下,将水文化遗产资源组织过程依托于虚拟和现实世界,二者的融合互联将促进水文化遗产资源保护与传承体系的进化,通过多种技术的深度融合也为用户提供三维立体、虚实相融、多感官交互的沉浸体验,利用元宇宙低延迟、多元化等理念特点及其具有的便捷、共享等特征,探索构建与之匹配的水文化遗产资源组织框架,提高水文化遗产资源组织利用效率。

2 相关研究现状述评

2.1 元宇宙研究现状

1992年出版的科幻小说《雪崩》中首次提出“元宇宙”这一概念^[1],作者将元宇宙设想为平行于现实世界的虚拟世界,认为元宇宙是一种与物理领域并行运作的开放式数字文化^[2],2018年的《头号玩家》和2021年的《时空玩家》两部电影将元宇宙演绎成数字虚拟世界,展现出人们在未来虚拟世界中的生存现状。在元宇宙概念界定方面,Nevelsteen基于扎

收稿日期:2022-04-22

基金项目:国家社会科学基金重大项目“总体国家安全观下重大突发事件的智能决策情报体系研究”(项目编号:20&ZD125)研究成果之一;河海大学中央高校业务费资助项目“水工程文化遗产组织与管理研究”(项目编号:B220207038)。

作者简介:徐绪堪(1976-),男,湖北红安人,教授,博士生导师,主要从事知识组织、情报分析相关研究;王晓娇(1999-),女,辽宁抚顺人,硕士研究生,主要从事知识组织、情报分析相关研究;薛梦瑶(1998-),女,河南省三门峡市人,硕士研究生,主要从事信息资源管理、组织管理相关研究。

根理论,将元宇宙定义为由众多数据空间构成的集合^[3]。Ayiter从马克·奥盖的“地点/非地点”和加斯頓·巴舍拉德“诗意空间”的概念角度看待元宇宙,对元宇宙的属性等特征作出进一步思考^[4]。元宇宙去中心化特性改变了传统资源组织方式,在元宇宙视域下资源组织管理方面,向安玲等人利用元宇宙中区块链、数字孪生和VR等技术,通过虚实结合、数字孪生、虚拟原生三个阶段实现数字资源的组织应用^[5];Won等人将元宇宙应用于大学开学典礼,从组织层面验证了内部资源组织的有效性,促成入学仪式的策划和成功^[6];姚占雷和许鑫基于三个世界理论,实现元宇宙场景中各种应用场景资源深度融合的学科知识资源组织重构,构建情景知识描述框架,提出情景知识的未来发展方向^[7];在图书馆资源组织管理方面,张庆来和苏云探讨元宇宙和图书馆的相互作用,认为元宇宙中的图书馆需要对现有数字资源进行封装和加工,通过有效数字资源组织,利用元宇宙特性提供各种虚拟服务^[8];辛海霞认为元宇宙创新图书馆的服务场景和管理机制,让用户亲身参与到图书馆运行、资源采购、资源组织管理中,实现图书馆与用户的共创、共治、共享^[9]。元宇宙广泛应用于各领域的资源组织,在保证对现实世界体验和感知的前提下,为实现多种技术的融合应用搭建真实持久的数字虚拟空间,为各领域的创新发展注入新能量。

2.2 水文化遗产资源研究现状

我国水文化遗产资源形式多样、内涵深刻,水文化遗产是根据水文化的特性来细分的文化遗产类型^[10],对其进行保护和开发有利于科学高效的进行水文化体系建设,在水文化的研究方面,李转将水资源文化与思政教育相融合,从多个角度阐述二者之间的内在联系,为水利相关院校的思政教育提供新思路新方法^[11];赵国栋提出西藏牧区中独特的水文化价值,从“生态-经济-社会”三位一体全局中多角度考虑水生态风险化解方式和水文化引导途径^[12]。在水文化遗产资源组织开发、保护评估方面,Xie 和 Zhan 主要就常州大运河水文化遗产的保护与传承工作进行分析,通过对水文化资源的组织和梳理,挖掘其中的历史文化价值,探究保护与传承工作的开展^[13];Ai 等人构建水文信息资源组织框架,引入基于描述和虚拟化的动态配置机制,实现水文信息资源应用的动态需求^[14];王英华和吕娟借鉴美国垦务局对文化资源的组织管理方式,将水文化遗产资源的保护工作和水利建设工作相融合,提出我国水利部门对水文化资源保护的合理建议^[15];Hermosilla 和 Mayordomo 开发了一种结合基本和多标准定量技术的水利遗产评估方法系统,通过对水利遗产资源进行评估,为遗产管理与保护建立适当的等级制度^[16];Yüceer 和 Baba 以伊兹密尔 Urla 区 Kadıovacık 村的历史井为案例对地下水利遗产进行评估,并提出相应保护建议^[17]。除一些传统的保护方法之外,可以将虚拟现实、情景叙事等方法引入水文化遗产资源组织管理中,借助元宇宙的时空延展和虚实结合等特性,构造独特的水文化遗产资源组织体系。

2.3 元宇宙视角下水文化遗产资源研究现状

元宇宙为水文化遗产资源组织带来了新思考,众多学者和机构开始研究元宇宙与文化领域的融合发展,董晓晨和吕丹从平台发展、空间及技术层面分析元宇宙对多元文化传播的影响,探寻多元文化传播的新路径^[18];屠毅力等人应用通证代币来衡量元宇宙中的文化价值,文化生产形式也会随价值观念的改变而不断创新生成^[19]。水文化作为文化领域的一个重要分支,在元宇宙技术的帮助下重获生机,各类水文化遗产资源不再局限于物质形态,全国各地水文化遗产资源博物馆纷纷推出数字藏品,通过青年艺术家的创作和想象推出一系列藏品盲盒,吸引众多年轻人观看学习,元宇宙视角下的水文化遗产资源传播更加广泛,更加触手可及。与传统水文化遗产资源相比,现有水文化遗产资源有了新的产品模式,可看、可读、可赏,且具有受到保护的知识产权。

综上所述,有关元宇宙的研究主要聚焦于概念、资源组织等方面,元宇宙被赋予多方面想象,在图书馆、情景知识构建、文化资源组织等领域均有广泛应用。尽管针对元宇宙的研究逐渐深入,但较少学者关注到元宇宙视角下水文化遗产资源的组织,现有对水文化遗产资源研究多是对水文化的内涵、组织管理和保护评估进行分析,水文化遗产资源组织体系尚未构建,且不能实现系统性保护,元宇宙的出现拓展水文化遗产资源组织边界,本文从资源组织过程角度切入,将元宇宙场景融入水文化遗产资源组织框架,实现水文化遗产资源全景式展现和用户沉浸式体验。

3 元宇宙视角下水文化遗产资源组织框架构建

元宇宙概念引领技术融合的新方向,本文基于资源组织过程和水文化遗产资源特性,在元宇宙视角下构建水文化遗产资源组织框架,如图 1 所示。

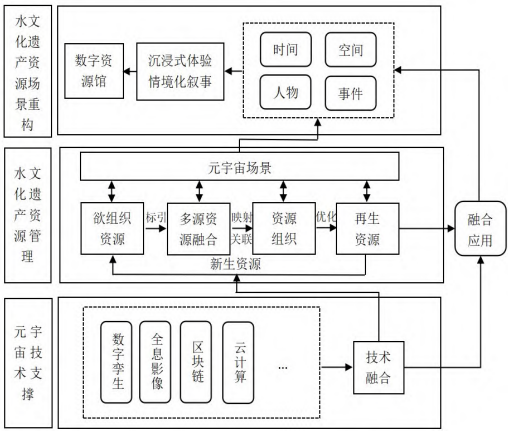


图 1 元宇宙视角下水文化遗产资源组织框架图
Figure 1 Framework diagram of water cultural heritage resources organization from the perspective of meta-universe

主要通过欲组织水文化遗产资源、融合与管理多源水文

化遗产资源、组织与关联水文化遗产资源、再生水文化遗产资源四个阶段对水文化遗产资源进行组织,结合元宇宙支撑技术、核心特征,对水文化遗产资源进行融合应用,打造水文化为主题的数字资源馆,为用户提供沉浸式体验。

3.1 元宇宙视角下水文化遗产资源管理

3.1.1 欲组织水文化遗产资源

水文化遗产资源的欲组织阶段是指根据水文化服务的需求,对水文化遗产资源进行采集、预处理和整理^[20]。从满足用户需求的角度出发,明确水文化遗产资源来源、特征和分类,提高组织效率,保证资源的纯洁性和可利用性。

水文化遗产资源指人类在从事与水相关的实践活动中形成的物质和精神财富,物质财富主要指现存的水利工程项目、水利工具、遗址等,精神财富主要指人类在进行水事相关活动中体现并总结出的水精神,如“水善万物而不争”“上善若水”等^[21]。水文化遗产资源具有形态多样、种类丰富、动态变化、地域特色鲜明等特征,这些特征为资源的采集、预处理、整理增加了难度,尤其是资源的预处理方面,需根据水文化遗产资源的具体特征,将其划分为不同种类。水文化遗产资源数据主要来自于现有的数据平台,如“中国文化遗产研究院”“世界文化遗产网”等、各大学术网站上的文献资源,如“中国知网”“万方”等、同时也包括各大媒体平台上有关文化遗产的相关信息。总而言之,有利于水文化遗产组织的资源都可以作为欲组织阶段的数据源。水文化遗产资源的分类不局限于其本身,还可按照其特征、属性,将水文化遗产分为工程性、地域特性、景观性等多种类别的遗产资源。水文化遗产资源的采集和分类是进行水文化遗产资源组织的前提,也是水文化遗产资源管理的基本保障。

传统水文化遗产资源欲组织过程主要通过人工进行,时间长效率低,随着数据的指数级增长,原有方式已经不能满足现实需求,元宇宙背景下将海量资源进行数字化转化,通过技术优化水文化遗产资源欲组织过程,一方面可通过全息呈现、数字孪生等可视化技术对视频、图片类资源进行欲组织,另一方面可通过机器学习、大数据、人工智能技术对文字类资源进行欲组织。根据用户的不同需求对水文化遗产各类资源进行标引,为元宇宙场景下多种资源的融合管理提供向导。

3.1.2 融合与管理多源水文化遗产资源

欲组织阶段的水文化遗产资源不能满足用户进一步查询、检索等需求,必须针对不同的需求目标来有效整合不同来源的水文化遗产资源,高效的多源资源融合与管理成为关键环节,作为一种资源管理方式,它灵活的满足用户各种需要,同时可以实现在统一模型内多源资源的精准匹配和信息互补。

现有水文化遗产资源形式多样、内容丰富,各种资源的差异分化较大,如何高效实现不同来源的遗产资源整合,对于资源的融合与管理具有重要作用。根据统一的协议、映射、元数据等标准,对欲组织阶段处理后的水文化遗产资源

进行细颗粒度标引,构建不同资源类型之间的链接和融合,利用数字孪生、AR等元宇宙支撑技术,实现异构资源的底层融合,如利用定量融合模型,对多种来源的水文化遗产资源(视频、图片、文献、社交媒体)实现统一处理和管理,形成资源全要素,将其以数字孪生化、全息时空还原的形式在元宇宙中重构。

水文化遗产资源标引和融合是其组织关联的关键,也是实现元宇宙情景化叙事的基础。与传统的水文化遗产资源融合与管理相比,元宇宙借助现实世界水文化遗产资源间联系,将不同种类水文化遗产资源进行融合汇聚。区块链作为元宇宙的核心技术,其去中心化特征影响元宇宙中人、物、事件之间的联系和协作,结合元宇宙的去中心理念,不断完善和平衡管理过程,实现水文化遗产资源的智能化管理,降低水文化遗产资源管理难度,每个用户都可以参与管理、创建信息,提高用户参与积极性。元宇宙借助区块链技术的安全机制,使得水文化遗产资源融合和管理过程更加有序、可信,促进整个过程的创新发展,也为用户提供安全有保障的虚拟环境。

3.1.3 组织与关联水文化遗产资源

水文化遗产资源组织过程主要分为元数据加工和本体构建,经过组织后的水文化遗产资源为后续资源再生阶段提供前提。元数据加工主要是对水文化遗产资源的基础性描述,即水文化遗产资源知识节点的表示,通过构建水文化遗产资源的元数据标准,描述水文化遗产资源知识节点,包括遗产名称、类型、地区分布等,此过程是实现水文化遗产资源语义组织的基础,利用元数据技术分类管理水文化遗产资源属性,便于后续重组与再利用。本体构建过程中,对元数据加工过后的知识节点进行关联,使水文化遗产资源贯穿为整体,形成结构化知识体系^[22],利用人工智能和本体技术对知识节点及其属性和相互关系进行抽取、描述、计算,为后续元宇宙中水文化遗产资源的多场景搭建和多领域应用奠定基础,满足元宇宙场景中知识融合、组织和关联等一系列基本要求。

由于水文化遗产资源多元、复杂,对全部水文化遗产资源进行组织和关联存在一定难度,而元宇宙视角下利用数字孪生、扩展现实、VR等技术打造虚拟场景更易实现,通过虚拟空间中各类知识叠加来提高知识节点间联系的紧密程度和可展示性,方便用户检索和查阅。以服务用户为目的,经过多领域多层次的知识关联、交融、推理得到复合型知识体系^[18],实现不同水文化遗产资源间的实体关联,通过元数据加工和本体组织过程,抽取并识别各领域的实体、属性、相互关系等,将水文化遗产资源中的各个信息要素实现自动化管理,进一步细化知识组织细粒度,拓宽知识组织关联,为后续元宇宙中情景再现提供资源要素,打造专属元宇宙融合应用的技术底座。例如水文化遗产资源中包含的空间坐标、人物信息、类型等资源要素通过全息影像、仿生模拟等技术进行虚拟映射,形成虚实融合的元宇宙空间和仿真对象。

3.1.4 再生水文化遗产资源

元宇宙场景下的水文化遗产资源组织和关联过程为用户提供了更加沉浸式体验,使原来单一维度的资源要素以高维具化的形式出现,同时强化了不同知识节点之间的关联,为水文化遗产资源的再生提供基础。再生阶段是借助知识节点、资源要素、数据之间关联,构建水文化遗产资源知识网络,通过优化、融合、演绎,形成新形式的水文化遗产资源过程。水文化遗产资源再生过程遵循独特性、有用性、最终可应用性等原则,独特性要求形成模式新颖;有用性指形成的模式仍适用于新的资源;最终可应用性指水文化遗产资源最终形式可实际应用于元宇宙场景构建。总而言之,再生阶段的水文化遗产资源为解决用户多种场景需求提供基础保障。

再生阶段是虚拟场景和现实世界链接起来的桥梁,通过孪生技术使得水文化遗产资源最终以数字资源馆的形式呈现在用户面前,方便用户的共享、利用、查询,映射作为数字资源馆的内容生产者,可以利用映射技术构造内容更为丰富的数字资源馆,在内容生产过程中,需要多种技术集成的元宇宙环境和虚拟场景的交互体验,通过传感器设备将已有资源情况和新产生的资源实时映射到数字资源馆中,利用VR、AR等交互技术,借助资源组织过程中元数据和本体呈现出的关系链接,经过一定的推理、计算、归纳、渲染提升元宇宙场景的真实感,可通过感官手套、VR眼镜等体感设备实现身体感受与虚拟场景的交互,现有的5G网络可满足体感设备需要的高分辨率和帧率,从视觉体验上增强了用户的场景沉浸感,利用模拟仿真技术实现虚拟世界和真实世界的相互融合、相互促进,生成情景设定和现实不断融合的虚拟场域,为用户提供全过程展现、全要素表现、全周期呈现的个性化服务,进一步增强用户沉浸体验感。由于元宇宙具有的时空延展性,数字资源馆中不再受某一具体时间和空间限制,用户可以在此空间中尽情体验,用不同方式进行资源创造,从而有利于资源再生。

3.2 元宇宙视角下水文化遗产资源融合应用

3.2.1 元宇宙视角下的技术融合

20世纪50年代后期计算机行业兴起,进入21世纪后,信息技术的发展速度更是不断变快,各种新技术不断出现,区块链技术、大数据技术、人工智能技术、云计算技术、数字孪生技术等,这些技术的每一次出现和革新都推动人类社会的巨大进步。2021年爆火的元宇宙这一概念,是以这些技术为支撑,将现代信息技术进行组装、融合,将其集成到一个更大的场景之中,形成一个功能更强、可满足用户多元化需求的系统。相较于以往单一技术出现带来的社会发展,元宇宙将各个技术的潜力充分发挥,充分展现综合集成的功效。

人类正处于大数据时代,计算机网络把各自独立的数据聚集,通过分布式技术存储计算数据,由此产生大数据技术,区块链技术的出现进一步更新大数据的存储形式,成为元宇宙打破虚拟与现实界限的关键。利用区块链将不同技术进行整合、融通,联系各个流程和环节,使得元宇宙从一个概念变成一个可以实际应用的信息技术整体,元宇宙借助区块链

实现真实和虚拟价值的统一,刻画一个全新的信息世界。区块链技术的进步推动其他信息技术的发展,只有大数据、VR/AR、云计算等技术不断演进与融合,元宇宙场景才能不断完善和进化。水文化遗产资源体系规定元宇宙场景下技术融合应用的发展方向,其关键是支撑性技术和应用的迭代创新,用户需求日益多元化和高质量化又反过来促进技术和应用的提升。要想实现水文化遗产资源元宇宙中虚拟与现实世界多个层面的融合互通,而不是简单的对现实世界的复制,这需要空间感知、动作识别、数字孪生等人机交互技术的不断融合创新。

3.2.2 元宇宙视角下水文化遗产资源场景构建

当元宇宙概念具化到实体场景时,实质是元宇宙场景下数字资源馆和水文化遗产资源的融合。人机融合、时空再构、虚实结合是元宇宙的主要特征,水文化遗产资源管理中的元宇宙场景构建以数字资源为基础,利用时间、人物、空间、事件等实体资源要素以及相互关联来构建数字资源馆,其核心是从空间和时间两个角度进行多维场景的叠加。

在时间层面,元宇宙中的时间线可依据水文化遗产资源产生时间而展开,用户可根据自身需求穿梭进入任何一个时间点,可以是现在、过去,甚至是多个时间线并行。在空间层面,元宇宙场景可以突破现实世界中地理和物理资源的限制,用户可以在场景中任意切换、查询、体验。在元宇宙场景中,每个进入场景的用户身份都是有别于现实世界而独立存在的,通过一个新的用户身份创建,每个用户可根据自身需求体验不同场景和人生,这种身份创建是元宇宙实现沉浸式体验的重要形式,用户作为数字资源馆的体验者,同时也是元宇宙场景中拥有特定身份的虚拟人。水文化遗产资源为主题的数字资源馆不是对现有遗产实体场景的复制,而是利用元宇宙技术构造的虚拟和现实完美融合的全新场景,如通过改造遗址环境、物理空间,实现从写实到科幻的场景构建,将原本图片形式展示的遗产资源,通过增强现实等技术动态化、立体化;修复一些规模较大的古代遗址,实现其地理信息和文化信息的可视化表达和集成体系管理,为用户提供最佳沉浸体验,由此更易组织、梳理和传播水文化遗产资源。

基于元宇宙的水文化遗产资源数字资源馆构建并不仅仅是对景的重构,更包含多个场景的关系重构^[23]和数字资源馆的运行机制重构,将单一或系列水文化遗产资源场景按照时间线的顺序串联起来,形成生动完整的叙事模式,或是将碎片化资源场景按照某一角色或事件逻辑的顺序串联起来,使其根据关联关系融合再构。数字资源馆不仅为用户提供沉浸式场景,而且提供用户完善的请求、查询、学习和人际交往的机制,每个用户在虚拟世界中突破社交地位和距离的限制,增强社交沉浸感。元宇宙高度开放特性赋予用户参与创造数字资源馆部分功能的权力,在数字资源馆建设初始阶段,其数字资源一方面来源于现实世界中的水文化遗产,另一方面来自于虚拟空间中虚拟用户产生的新数据。元宇宙场景中时间、人物、空间和事件的相互关系存储在数字资源馆区块链上,随着水文化遗产资源的不断累计,数字资源馆

的内容更加丰富。

4都江堰水文化遗产资源组织实例

4.1 元宇宙视角下都江堰水文化遗产资源组织

(1)都江堰水文化遗产资源欲组织阶段。联合国教科文组织在2000年将都江堰列入“世界文化遗产名录”，都江堰更是世界灌溉工程遗产、国家级名胜风景区。都江堰始建于秦昭王末年，现坐落于四川省都江堰市，主要由宝瓶口、飞沙堰、鱼嘴组成的大型水利工程，现已有2000多年历史，一直发挥着灌溉防洪的重要作用。都江堰是迄今为止全世界年代最久远，仍在使用的重大水利工程，代表着中国劳动人民的智慧和勤奋，具有重要的研究价值和意义，故本文以都江堰为例进行研究。

本文主要选取都江堰景区中包含的一些具有代表性的水文化遗产资源相关信息，对收集到的信息进行分类、组织、抽取，最后选取安澜索桥、南桥、宝瓶口、飞沙堰、鱼嘴5处水文化遗产的相关信息。

(2)都江堰水文化遗产资源融合与管理阶段。将搜集到的基本信息进行分类标引，为后续的信息融合提供理论基础。依据现有水文化遗产资源的分类标准，结合其他领域的分类现状^[24]，利用开源文本标注工具 doccano 将现有信息分类标引为 人物、事件、文献、时段、成果 5 种类型，其中人物指参与建设都江堰的人物，其属性包括姓名、性别、籍贯、职位、事迹等；事件主要指水文化遗产在建设过程中发生的一系列事件，如遭遇山洪等，其属性包括时间、任务、地点、事件过程等；文献主要是指研究都江堰的文献成果，其属性包括作者姓名、时间、主要内容等；时段主要指都江堰建设过程中的一些重要时间节点，其属性包括节点名称、起始时间、结束时间等；成果主要指都江堰建设中包含的各类工程、地标，其属性包括名称、类型、位置、作用等。

对现有水文化遗产资源各个类别信息进行融合管理，使其在数据资源管理中实现统一叙事，基于元宇宙技术，不仅实现语义上的组织链接，且实现场景互联，为数字资源馆的搭建提供基础保障。

(3)都江堰水文化遗产资源组织关联阶段。根据融合和管理阶段的资源分类，可将都江堰水文化遗产知识元分为人物知识元、事件知识元、文献知识元、时段知识元、成果知识元 5 种类型，通过元数据加工将这些信息处理成知识节点，但这些节点只是对单个属性的描述，尚没有建立起都江堰水文化遗产资源间联系，故在元数据加工基础上对都江堰水文化遗产资源进行本体构建，以应对复杂多变的环境，满足不同场景和用户需要，实现都江堰水文化遗产资源之间的组织关联。综合国内外学者关于本体构建过程中遵循原则的相关研究，本文以 T.R.Gruber 学者提出的五原则为标准，分别为可扩展性、一致性、明确性、最小本体承诺、最小编码偏好，除此之外，为确保可以充分展现水文化精神和特征，所建立

的类应当相互独立，利用本体编辑工具 protégé 对都江堰水文化遗产资源进行本体构建，通过添加类、对象属性、数据属性和实例，实现都江堰水文化遗产资源本体模型的可视化，如图 2 所示。

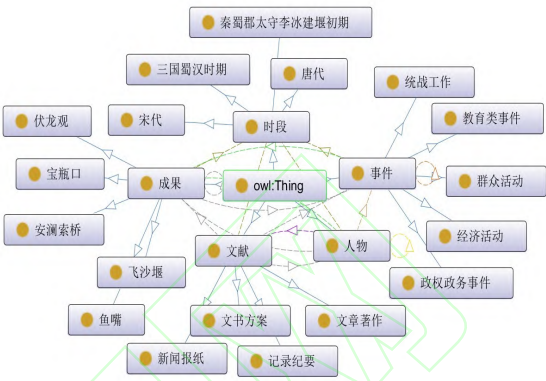


图 2 都江堰本体模型

Figure 2 Dujiangyan ontology model

对都江堰水文化遗产资源本体模型设计的元素能够与元宇宙场景下的数字资源馆进行对接，根据不同用户需要，借助元宇宙技术进一步扩充本体模型中的元素和实体，促进都江堰水文化遗产资源的组织、交互和共享。

(4)都江堰水文化遗产资源再生阶段。在再生阶段，主要是对都江堰水文化遗产再生资源的展现形式进行优化，例如利用可视化平台实现知识可视化，所有关于都江堰的图像信息和元数据信息以知识元素的形式展现，通过构建完整的知识网络，方便用户的查阅、关联发现，促进用户对知识的再创新。在元宇宙背景下利用 VR/AR 技术，借助体感设备实现用户与都江堰虚拟场景的交互，所有都江堰水文化遗产资源信息都在虚拟场景中一目了然，用户可在场景中任意穿梭，增强沉浸体验感，提高检索效率，便于水文化传播和用户学习，充分彰显元宇宙技术在都江堰水文化遗产资源组织与服务研究中的价值和意义。

4.2 元宇宙视角下都江堰水文化遗产资源应用

元宇宙场景下搭建都江堰水文化遗产资源数字资源馆，其本质是通过精确的物联感知、全流程生命周期监控实现对都江堰各个资源要素的数字建模，精准映射各个实体，如都江堰中重要的水利工程宝瓶口、飞沙堰、鱼嘴等，进行虚拟空间的初步搭建。为了为用户提供更沉浸的体验和更好的服务，要对数字资源馆进行实时监控和感知，利用元宇宙技术，依托算法模型，对数字资源馆中都江堰各景观的运行状况进行判断，及时优化场景运转和服务程序。

在用户沉浸体验方面，满足用户视觉、听觉、嗅觉、触觉的多感官体验，用户不仅可以在数字资源馆内观赏到都江堰景观，听见水浪打击声、动物鸣叫声、寺庙敲钟声等等，而且可以感受到大自然景观气息，伸手即可触摸到、感受到所见景观，用户在数字资源馆搭建的虚拟空间中真实感受和学习水文化历史。除此之外，没有社交距离和地位的限制，用户

作为数字化虚拟人的存在可以与自己有相同喜好的虚拟人进行交流,也可共同观赏和感受景观。元宇宙场景拉近用户和都江堰水文化遗产资源的距离,促进都江堰水文化遗产资源的传播。

在智能空间和时间建设层面,元宇宙场景下的数字资源馆实现点、线、面、层、体的多维有序组合^[25],逐渐突破虚拟和现实的界限,拓宽服务空间。其中,“点”主要指数字资源馆、管理人员、用户、都江堰遗产资源数据等单一要素;“线”主要指元宇宙场景下的数字资源馆与用户、管理人员和元宇宙技术、管理人员与场景设备等贯穿于数字资源馆提供沉浸式服务的关系链;“面”主要指都江堰遗址、运行机制、布局等空间区域;“层”主要指都江堰实体景观与数字资源馆的物理空间(如都江堰、设施)、技术空间(如数字孪生、VR/AR、人工智能)等;“体”主要指点、线、面、层的集合。通过整合多种资源要素,构建以点为起点、以线为中心,以面为基础,以层为关键的合理、健康、科学、有序的空间结构,突破时间和空间限制,赋予数字资源馆生机与活力。以都江堰景区宝瓶口水利工程为例,在数字资源馆中可以同时容纳上百名用户,用户可按照时间顺序穿梭进入宝瓶口建设的各个阶段,也可以根据自身需要倒退或加速某一阶段,用户之间也可彼此联系,相互学习,从而促进都江堰水文化遗产资源的进一步传播。都江堰水文化遗产资源与数字资源馆在交互中完成迭代,推动彼此升级优化。

5 结 语

由于当前水文化遗产资源管理过于分散,缺乏核心技术手段,尚没有建立起统一标准,没有形成系统的管理体系,造成水文化遗产资源碎片、独立、难以共享、组织和传播等问题,元宇宙概念的出现为水文化遗产资源组织提供更多可能性,本文从资源组织过程角度出发,在元宇宙的场景下构建水文化遗产资源组织框架,借助元宇宙去中心化、虚实结合、时空延展等特性,为水文化遗产资源的系统组织、梳理、保护提供新思路。最后以都江堰水文化遗产资源为例进行研究,将元宇宙技术融入都江堰遗产资源组织中,为水文化遗产资源的系统化保护提供一定参考,促进水文化遗产资源的传承和创新。但目前为止,元宇宙的技术融合和内容供给仍处于初级阶段,元宇宙的高效应用仍面临巨大挑战,需从管理层和实施层进行优化,相信随着科技进步和人类思想观念的创新,元宇宙终将融入现实应用,为各个领域的开拓和创造提供新方向。

参考文献

1 尼尔·斯蒂芬森.雪崩[M].四川:四川科技出版社,2009:17, 22.
2 Dionisio J D N , Iii W G B , Gilbert R .3D Virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities[J]. Acm Computing Surveys, 2013, 45(3):

1-38.
3 Nevelsteen K J L.Virtual world,defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality,and the Metaverse[J].Computer Animation and Virtual Worlds,2018,29(1):e1752.
4 Ayiter E .Spatial poetics,place,non-place and story-worlds: Intimate spaces for metaverse avatars[J]. Technoetic Arts a Journal of Speculative Research,2019,17 (1):155-169.
5 向安玲,高爽,彭影彤,沈阳.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.
6 Won J W,Jun J W,Lee J Y.University Marketing Using Metaverse in Virtual Reality Environment Case Analysis-Focusing on S University[J].The Journal of the Korea Contents Association,2022,22(5):97-109.
7 姚占雷,许鑫.元宇宙中情境知识的构建与应用初探[J].图书馆论坛,2022,42(1):45-52.
8 张庆来,苏云.图书馆与元宇宙:关系、功用与未来[J].图书与情报,2021(6):75-80.
9 辛海霞.从技术概念到研究议题:元宇宙图书馆走向何种未来[J].图书与情报,2021(6):90-95.
10 郑大俊,王炎灿,周婷.基于水生态文明视角的都江堰水文化内涵与启示[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2015, 17(5):79-82,106.
11 李转.水文化资源介入思政教育的方式与路径探析[J].水利水电科技进展,2021,41(6):112.
12 赵国栋.地方水生态:牧区水文化的价值、风险与化解[J].贵州民族研究,2020,41(2):52-60.
13 Xie Y H , Zhan P Y .The Protection and Inheritance of Changzhou Grand Canal Water Cultural Heritage[J]. DEStech Transactions on Social Science Education and Human Science,2020(ecemi).
14 Ai P,Feng P,Mu P.Research on Hydrological Information Organization Based on Virtualization[C]//2012 11th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business,Engineering & Science. IEEE,2012: 86-90.
15 王英华,吕娟.美国垦务局文化资源管理模式对我国水文化遗产保护与利用的启示[J].水利学报,2013,44(S1):51-56.
16 Hermosilla Pla J,Mayordomo Maya S.A methodological system for hydraulic heritage assessment:a management tool[J]. Water Science and Technology: Water Supply, 2017,17(3): 879-888.
17 Yüceer H,Baba A,Gönülal Y Ö,et al.Valuing Groundwater Heritage: the Historic Wells of Kadıovacık[J]. Geoheritage, 2021,13(4):1-18.
18 董晓晨,吕丹.元宇宙视角下媒介变革对多元文化传播的

影响[J]. 中国广播电视学刊,2022(6):30-32.

19 屠毅力,张蕾,翟振明,成素梅,陈龙,杜骏飞,王天夫,成伯清,曹刚,曾军,夏德元,彭锋,姜宇辉. 认识元宇宙:文化、社会与人类的未来[J]. 探索与争鸣,2022(4):65-94,178.

20 徐绪堪,苏新宁,冯兰萍. 面向知识服务的知识组织过程研究[J]. 情报资料工作,2015(1):6-13.

21 许建良. 中华传统美德的核心精神论[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2016,18(2):29-41,146.

22 李迎迎,孙玉琦. 可视化技术在馆藏文物资源信息组织与服务中的应用研究[J]. 数字图书馆论坛,2021(6):42-49.

23 李洪晨,马捷. 沉浸理论视角下元宇宙图书馆“人、场、物”重构研究[J]. 情报科学,2022,40(1):10-15.

24 徐绪堪,薛梦瑶,钱进. 基于知识元语义描述模型的红色文化数字资源知识抽取研究[J]. 科技情报研究,2022,4(1):23-33.

25 孟庆宇. “互联网+”背景下图书馆空间再造路径探析[J]. 新世纪图书馆,2019(5):40-43.

The Organization of Water Cultural Heritage Resources from the Perspective of the Metaverse

XU Xu-kan^{1,2,3}, WANG Xiao-jiao^{1,2,3}, XUE Meng-yao^{1,2,3}

(1. Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China;
2. Institute of Statistics and Data Science, Hohai University, Changzhou 213022, China;
3. Changzhou Key Laboratory of Industrial Big Data and Knowledge Management, Changzhou 213022, China)

Abstract:【Purpose/significance】 Water cultural heritage is a precious wealth left by ancestors. It is particularly urgent to systematically protect water cultural heritage. It is necessary to inherit water cultural heritage in all aspects and multiple dimensions. Therefore, the organization of water cultural heritage resources is discussed from the perspective of the metaverse, to promote the systematic protection and multi-dimensional inheritance of water cultural heritage. 【Method/process】 Taking water cultural heritage resources as the research object, using the theory and methods of resource organization, integrating digital twin, blockchain and other technologies from the perspective of the metaverse, based on the protection and inheritance needs of water cultural heritage, through the organization of water cultural heritage resources, integrated water cultural heritage, resource organization association, resource regeneration as well as resource integration and application to build a virtual simulation system of water cultural heritage resources informatization, knowledge, context, and service, and put forward the Dujiangyan water cultural heritage from the perspective of the metaverse. Metaverse application example. 【Result/conclusion】 The water cultural heritage is organized from the perspective of the metaverse, which provides new ideas for the protection and inheritance of water cultural heritage, and is conducive to promoting the research of water culture. 【Innovation/limitation】 Metaverse integrates and integrates multiple technologies and methods, and the practical and efficient application needs to be further optimized from the management and implementation levels.

Keywords: water cultural heritage; metaverse; resource organization; digital twin; combination of virtual and real