

彩灯元宇宙研究综述

吴亚东^{1,2}, 陈家鸣^{2,3}, 罗焱⁴, 王学锋⁴, 黄德春^{2,3}, 倪超^{2,3}, 蓝集明^{1,2}, 李随群^{1,2}, 张巍瀚^{1,2}, 代唯²

1. 四川轻化工大学计算机科学与工程学院, 四川 自贡 643000;
2. 彩灯元宇宙研发中心, 四川 自贡 643000;
3. 四川轻化工大学彩灯学院, 四川 自贡 643000;
4. 四川轻化工大学自动化与信息工程学院, 四川 自贡 643000

摘要

元宇宙作为一个新兴概念, 受到了政府、产业界和学术界的广泛关注, 元宇宙技术及其产业应用逐步成为数字经济的重要组成部分。彩灯入选国家级非物质文化遗产名录。首次提出彩灯元宇宙概念, 将元宇宙技术与彩灯产业结合, 为传统彩灯产业数字化转型升级提供了新思路。从彩灯发展现状、彩灯元宇宙技术和彩灯元宇宙应用场景3个方面进行阐述分析, 提出了彩灯元宇宙六层结构技术框架, 解析了彩灯元宇宙在会节、游戏、商业、夜景和文创等领域的应用场景, 探讨了彩灯元宇宙技术赋能彩灯产业融合发展的新模式, 展望了彩灯元宇宙未来发展趋势。彩灯元宇宙技术将使用户更自然、便捷地体验和交互虚实融合的传统彩灯文化世界。

关键词

彩灯; 元宇宙; 彩灯元宇宙; 数字经济; 可视化

中图分类号: TP391

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2023035

An overview of Caideng metaverse research

WU Yadong^{1,2}, CHEN Jiaming^{2,3}, LUO Yan⁴, WANG Xuefeng⁴, HUANG Dechun^{2,3},
NI Chao^{2,3}, LAN Jiming^{1,2}, LI Suiqun^{1,2}, ZHANG Weihang^{1,2}, DAI Wei²

1. School of Computer Science and Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China
2. Lantern Metaverse Research and Development Center, Zigong 643000, China
3. School of Colored Lantern, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China
4. College of Automation and Information Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China

Abstract

As an emerging concept, metaverse has been widely concerned by the government, media, enterprises and academia. The technology and industrial applications of the metaverse have gradually become an important part of the digital economy. Chinese lantern, also called Caideng, is a national intangible cultural heritage. The concept of the Caideng metaverse was put forward for the first time. The combination of metaverse technology and the Caideng industry

provided a new idea for the digital transformation and upgrading of the traditional Caideng industry. The current development status of Caideng, Caideng metaverse technology and application scenario were analyzed. The technical system supported by the six layers structure of the Caideng metaverse was proposed, and the application scenarios of the Caideng metaverse in festivals, games, commerce, night scenes, cultural and creative fields were analyzed. The new mode of the integration and development of the Caideng industry enabled by the technology of the metaverse was discussed. The three development stages of the Caideng metaverse were prospected. Caideng metaverse technology will enable users to experience more naturally and conveniently and interact with the Caideng world of virtual reality integration.

Key words

Caideng, metaverse, Caideng metaverse, digital economy, visualization

0 引言

彩灯是中华民族非物质文化遗产的重要组成部分,随着历史的发展,出现了自贡彩灯、北京宫灯、仙居无骨花灯、秦淮灯彩等独具特色的彩灯文化。彩灯从以实用为主的照明灯具逐步发展为现在以装饰欣赏、娱乐为主要目的的彩灯艺术品^[1]。虽然科技在进步和发展,新兴技术也在不断地融入彩灯产业,但彩灯的展现形式和呈现方式改变不多。数字技术的发展为传统彩灯产业的转型带来了新机遇,为传承和创新发展非物质文化遗产提供了新方向。

元宇宙或称为灵境,将成为数字经济新赛道。元宇宙尚无公认定义,目前通常讨论的元宇宙介于真实世界和虚拟世界之间,是一个与现实世界一样的虚拟共享世界。我国著名科学家钱学森曾提出“大成智慧工程(meta synthetic)”的概念,利用现代科学技术体系的思想,通过灵境技术扩展人脑知觉,集合全人类头脑的智慧实现一个复杂的超巨型人机结合系统^[2-3],这个系统也属于元宇宙的早期构想。当前元宇宙仍是一个不断发展和演变的术语,不同学者、机构在以差异化的方式不断丰富其内涵,推动着元宇宙实践的发展。当

前元宇宙与文旅产业的结合方式也在不断被探索^[4]。

当代彩灯是中华文化内涵及民族精神传递的媒介,通过汇聚彩灯产业发展资源,本文提出以彩灯元宇宙技术和产业为引领,发展增强现实、虚拟现实等彩灯数字创意技术和产业,推广数字彩灯新融合模式,构建彩灯数字孪生、沉浸式全景在线等应用场景,从而促进传统彩灯行业数字化转型升级,创建彩灯虚实融合的文化消费新场景,催生元宇宙技术与传统彩灯的创新融合。彩灯元宇宙为彩灯产业的发展注入了新活力,为彩灯产业数字化转型升级提供了新方向,对推动彩灯行业变革具有现实意义^[5]。

1 彩灯发展现状

中国彩灯文化由传统灯节发展而来,彩灯文化的发展历史脉络如图1所示。

上元(元宵节)是中国传统三大节日之一,灯俗是元宵节最为显著的特征^[6]。关于正月十五观灯燃灯习俗的起源,类书中有说法是受祭祀“天神”太一的影响,也有说法是受外来佛教的影响,还有说法是受佛教、道教、春节庆典等诸因素合力作用的结果^[7-8]。直到南北朝时期,元宵节燃灯已形

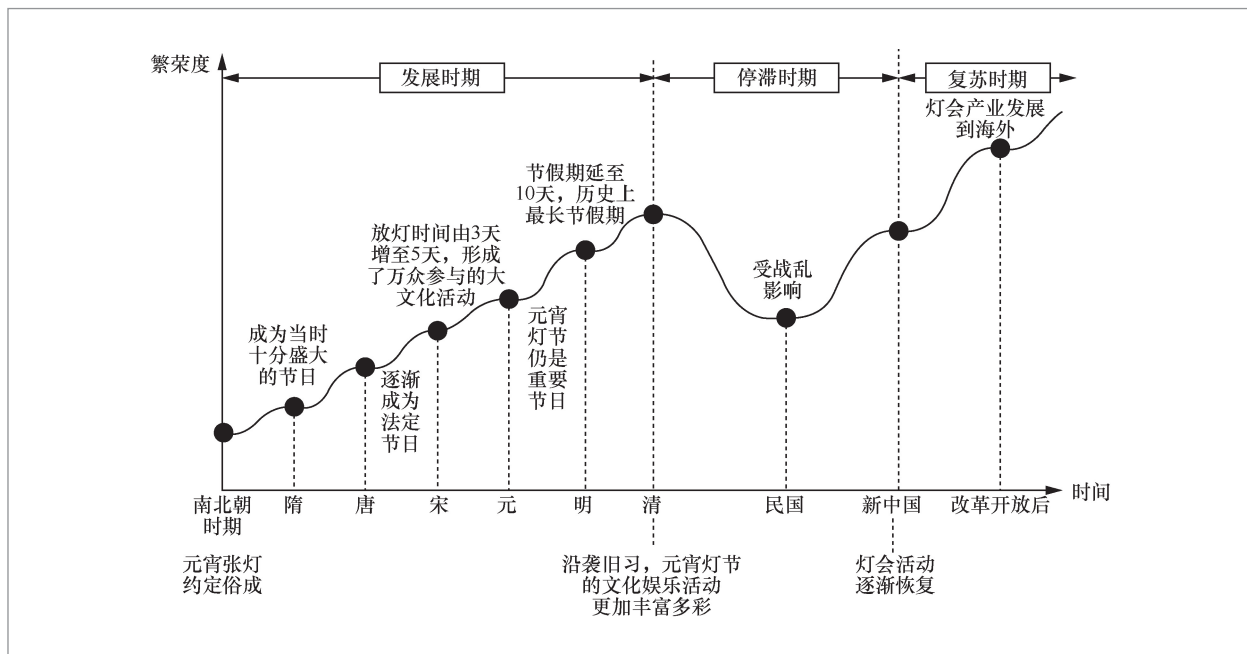


图1 彩灯文化的发展历史脉络

成基本雏形，而元宵节燃灯之俗发扬光大则在隋唐时期^[9]。至隋朝年间，正月十五节庆民俗已成为当时十分盛大的节日。唐代则是元宵节形成的关键时期，由于唐代统治者的倡导，元宵节逐渐成为法定节日^[10]。宋代在科学技术和文学艺术等方面取得了巨大成就，因此作为科学文化载体的灯会也得到了巨大发展，机械传动的大型灯组增加，元宵灯会上的艺术活动也大大增加，放灯时间也由3天增至5天。元、明、清3代的元宵灯节仍是一个重要的节日，明代节假期延至10天，成为历史上最长节假期。清代元宵灯节的文化娱乐活动也更加丰富多彩，直到民国时期战乱导致灯会相对停滞^[11]。

新中国成立后，灯会文化逐渐复苏，在各地政府的支持下灯会又迎来了繁荣。部分代表性灯会的文化背景和发展现状见表1。

改革开放后，灯会逐渐走向海外。在20世纪80年代和90年代，秦淮灯彩艺人两次去往日本参加中日友好洽谈会等活动，通过扎制彩灯牌楼、彩灯龙柱和各

式花灯，营造浓厚的中国传统文化氛围。

2007年春节和元宵节期间，秦淮艺人在新加坡参加展览，使古老的秦淮灯彩艺术焕发出新的光彩^[19]。近年来硃石灯彩也参加了美国、希腊、新西兰、新加坡、欧洲等国家和地区的灯会活动，促进对外交流，提升了硃石灯彩的知名度^[20]。在“十三五”期间，全球灯会90%与自贡有关，自贡彩灯文化代表企业逐步融入美国、英国、法国等国家的现代节庆文化活动中，取得了显著的社会和经济效益。作为中华民族传统文化的代表之一，中华灯会和彩灯营造欢乐、喜庆节日气氛的传统正在逐步被世界各国所认同。

2 彩灯元宇宙

2.1 元宇宙发展脉络

元宇宙最早由虚拟世界发展而来，这

表1 部分代表性灯会的文化背景和发展现状

灯会名称	背景及起源	发展现状
四川自贡灯会 ^[12-13]	始于唐宋、兴于明清、盛于当代，在逾千年历史中已衍展为具有相对固定内涵和传承线路的大型民俗文化活动	自贡灯会从20世纪80年代开始应邀赴全国各大城市展出，20世纪90年代走出国门，到21世纪初大规模走向欧美
江苏秦淮灯会 ^[14]	南北朝之后，由于纸张的推广，秦淮灯彩进入民间	如今的秦淮灯彩融入了现代灯光等科技，尺寸越来越大，在对外交流中展示给世界各地的不同观众
山东曲阜灯会 ^[15]	唐宋时山东曲阜地区已经逐步形成新年燃灯、元宵节前后张灯结彩的习俗	制灯、展灯、举办灯会经贸交易会已经成为一项新的产业和城市经济增长点。灯贸会有力促进了山东曲阜市的对外开放和经济发展
山东渔灯节 ^[16]	渔灯节从传统元宵节中分化出来，成为渔民专属的节日，距今有500多年历史	在继承传统思想的基础上，摒弃其滞后于时代发展的因素，推动地方民俗文化的多元发展
广东泮村灯会 ^[17]	传统灯会有500多年的历史，每逢正月十三，该村就会自发组织村民进行舞灯巡游	近几届灯会碰到一些困难，委员会对灯会做出了一些调整，保证灯会仍能有序、热烈地举办，并呈现出较好的发展态势
哈尔滨冰灯 ^[18]	1963年2月初，在兆麟公园成功地举办了首届冰灯游园会	进入了繁荣发展时期，无论是在规模、规划设计还是在工艺制作等方面都具有前所未有的突破

种虚拟世界起初由文字构建，后来文学想象和游戏创新推动了开放的、面向社交的虚拟平台的发展。随着技术的发展，媒介形式的变化使计算机和互联网逐步地、具体地将元宇宙呈现在人们面前。元宇宙发展脉络如图2所示，分为技术探索、技术发展、技术应用3个时期^[21]。

元宇宙技术探索阶段始于1956年

Morton Heilig开发出第一款虚拟现实设备——Sensorama。1960年，Liklider JCR首次提出了“人机紧密共栖(human-computer close symbiosis)”的观点，这个观点后来被视为人机界面学的启蒙观点^[22]。元宇宙技术的发展可以追溯到20世纪60年代，在这个时期计算机图形学领域取得了重要的进展，实现了计算机

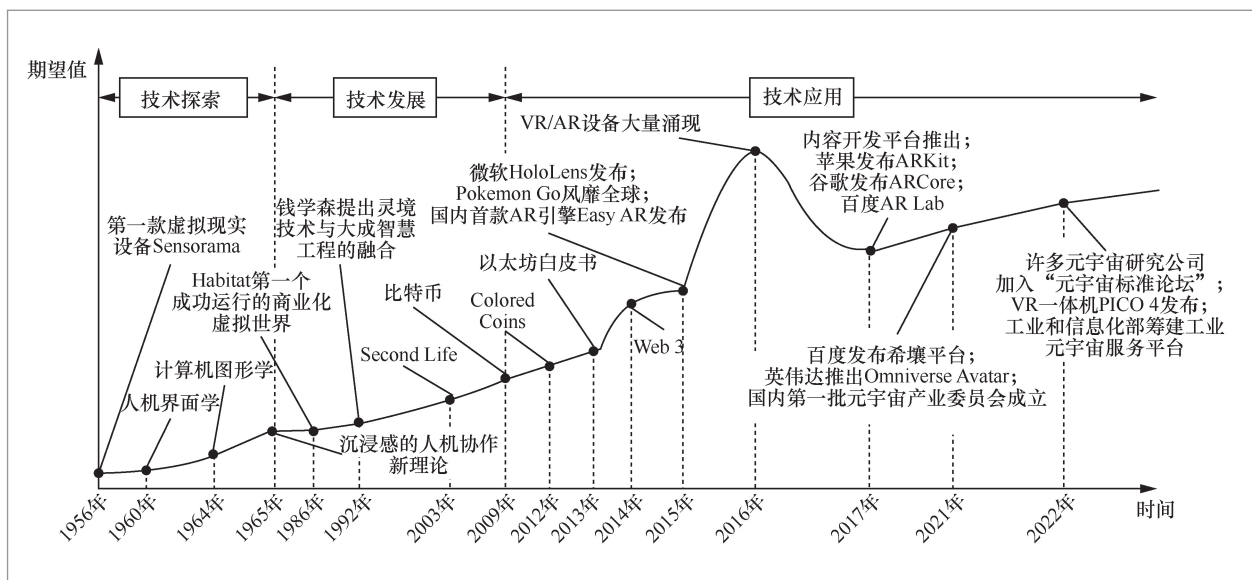


图2 元宇宙发展脉络

模拟和展现虚拟世界的基本功能,这为后来元宇宙技术的发展奠定了坚实的基础。受Neuromancer的启发,卢卡斯影业开发了第一个包含图形界面的虚拟世界Habitat^[23],用户可以在虚拟世界中进行个人活动和社会活动,“metaverse”一词最早出现于Stephenson于1992年出版的科幻小说*Snow Crash*中^[24]。2003年Linden Lab推出了Second Life,这是一个拥有3D创作工具和虚拟经济系统的虚拟世界^[23]。元宇宙技术应用阶段始于2009年Nakamotos(化名)在论文中阐述了电子货币理论^[25],发布了比特币的开源软件,自此开启了虚拟货币元年。2014年,Gavin Wood提出了“Web 3”的概念^[26],Web 3融合了去中心化、区块链技术和基于代币的经济学等概念。2015年国内首款AR引擎EasyAR发布,2016年苹果和谷歌也分别发布ARKit和ARCore。2021年百度发布了国内首款元宇宙产品“希壤”。2022年,许多主要的元宇宙研究公司加入“元宇宙标准论坛”,该论坛旨在确保元宇宙的互操作性。

发展至今,元宇宙表现为一种以内容为中心的交互和社交互动的媒介^[27],随着现有技术的综合集成运用和新技术的出现,元宇宙的轮廓将会越来越清晰,直到发展成一种广义网络空间^[22]。技术的发展推动着应用进步,应用要求的提高也推动着技术的进步,元宇宙技术的发展将能够为彩灯文旅行业提供新应用。

2.2 彩灯技术体系

彩灯最开始以灯具的形式出现,随着灯节文化的发展,渐渐发展出以观赏性为主的彩灯,彩灯的制作也随着科技的发展而改变。各个地区的彩灯技术体系大同小异,工艺流程大多可归纳为:艺术构思设计、主体框架制作、架身编制雕刻、彩灯裱

糊上色、图案绘制装饰^[28]。

科技对人类文化的发展有着巨大的影响,科学原理完善了艺术的表现手法,同时科技进步又促进了艺术形式的演变^[29]。历史上,彩灯的制作一向采取手工业的个体劳动生产方式。在某种意义上,可以把现代科学技术看成传统手工业艺术的新形态,科技与艺术的结合表现在彩灯艺术形式构成的各个方面^[30]。现代彩灯延续了传统彩灯以扎、裱、绘为主的工艺,并结合机械化、半机械化的制作工艺^[31]。在加工方式上改为使用机加工,如车、钳、铆、焊等;在选材上拓展了用材,如钢材、纤维、玻璃、塑料等;在题材上以民族文化为主,并增加现代题材;在绘制方式上使用喷涂、喷绘等;在光源上使用各种灯光、彩色灯和可控激光灯等;在传动方式上使用电动机和计算机程控装置丰富了彩灯的运动。现代科技与传统工艺的结合,使彩灯摆脱了原先单一、静止的花灯模式,形成集知识性、趣味性、娱乐性和参与性为一体的综合性的艺术表现形式,焕发出时代的气息^[28]。

信息技术的发展促使彩灯产业与数字技术的结合,增强了彩灯的表现形式。虚拟现实技术利用计算机生成三维虚拟世界,可以给人带来沉浸感的体验。基于虚拟现实的秦淮灯会能让用户体验传统文化,领略秦淮风光,感受金陵民间文化^[32]。光影是一种视觉表达的语言,除了能够在空间中与空间造型等结合,还丰富了展示空间效果,满足观众的视觉感受。同时,也能够一定程度上影响观众的心理感受^[33]。随着灯光技术的不断发展,光影艺术的形式也不再局限于绘画与建筑,灯光装置也成为表现光影的一种新形式^[34]。上海豫园灯会采用了光影艺术装置“鱼篮如意”,为新时代民间美术的发展提供有益借鉴^[35]。还有众多正在探索的彩灯行业与

数字技术结合的方案,例如赣南客家灯彩文化从数字技术角度对客家灯彩的数字化方式进行了探讨和尝试^[36-37]。

2.3 彩灯元宇宙技术体系

工艺艺术是艺术与科学结晶的历史形态之一,工艺的发展、工艺技术的进步与科学的发展密切相关,而科学往往是通过技术或工艺技术的方式走向与艺术结合之路的。艺术与科学的整合具有必然性,是艺术与科学两方面的内在要求^[38]。彩灯是文化和艺术的载体,彩灯艺术与元宇宙技术的结合将有效解决彩灯文化艺术内涵的呈现形式和体验方式,突破物理空间局

限、化解彩灯文化旅游服务困境、满足公众迫切的文化旅游消费需求。结合彩灯新兴技术和用户需求层次,参考Radoff# J^[39]元宇宙构造,本文提出了彩灯元宇宙六层结构技术框架,如图3所示。

彩灯元宇宙六层结构技术框架主要包括以下内容。

第一层为硬件层,是连接现实世界和虚拟世界的接口。硬件层分为沉浸式设备和彩灯场景构建设备。彩灯场景的构建,可采用无人机、单目和双目摄像头,以采集三维场景^[40]。采集的场景可以用于在线云观灯、灯演融合、互联AR漫游等内容的构建。沉浸式设备则用来接入彩灯元宇宙,包括体感设备和AR/VR等,进一步

经济层	彩灯数字资产确权		数字身份		彩灯数据标准化		彩灯数字产品交易							
应用层	彩灯会节		彩灯游戏		彩灯夜游		彩灯文创		彩灯商业		...			
内容层	彩灯会展 灯会漫游 彩灯光影 ...		VR体感交互 AR互动交互 MR教育互动 ...		裸眼3D灯光秀 VR沉浸游览 城市景区亮化 ...		彩灯饰品 彩灯积木 彩灯数字藏品 ...		AR导览 MR沉浸导购 虚拟人演唱会			
软件层	增强现实开发工具		虚拟现实开发工具		应用程序接口		渲染引擎		建模工具		点云处理		云服务平台	
	Easy AR引擎 Vuuforia引擎 AR Core引擎 MRTK插件		WebXR框架 SteamVR套件 VRTK插件		AR软件接口 VR软件接口 外设驱动程序		Unity3D引擎 虚幻4引擎 OGRE引擎		3DSMax软件 Maya软件 三维图形软件		点云可视化软件 点云库三维数据 处理软件		Mega平台 天翼云图	
技术层	人工智能技术		网络及运算技术		人机交互技术		物联网技术		区块链技术		制灯技术			
	计算机视觉 机器学习 自然语言处理		通信技术 云计算 边缘计算		扩展现实 动作捕捉 环境感知		射频识别 传感网络 M2M技术		NFT (非同质化通证) NFR (非同质化权益) 数字产品DP		美术造型 灯光制作 美术装裱 美术制作 美术装饰			
硬件层	沉浸式设备						彩灯场景构建设备							
	增强现实			虚拟现实			场景采设备		交互设备		制灯设备			
	智能终端 AR眼镜 HoloLens 2 Neral Air (国产) Rokid (国产)			VR眼镜 HTC Vive Oculus quest2 Pico 4 (国产)			场景采集无人机 单目摄像头 双目摄像头		触控屏 体感控制器 3D体感摄影机		喷漆设备 焊接设备 可控激光灯			

图3 彩灯元宇宙技术框架

提升沉浸感。

第二层为技术层,是构建彩灯物理世界和虚拟世界的基础。技术层是彩灯元宇宙的核心,主要包括人工智能技术、网络及运算技术、人机交互技术、物联网技术、区块链技术和制灯技术等^[41-43]。人工智能技术与其他技术结合可以提升彩灯元宇宙生态的可延展性。网络及运算技术为彩灯元宇宙的构建提供所需的基础算力和扩展支持。物联网技术与人机交互技术提高彩灯元宇宙的沉浸感,提供强反馈。区块链技术主要完成彩灯文创数字藏品的确权与交易。制灯技术为彩灯场景的数字化提供现实基础,传统彩灯都有着精湛的制作技艺和繁杂的工序流程,主要包括美术造型、灯光制作、美术装裱、美术制作以及美术装饰等。美术造型可分为解读、制图、放样、解样、取样、交织、造型、矫形、刻画、定型等工作流程;灯光制作分为排线、接灯、布灯、扎结、试灯等工作流程;美术装裱分为套色、识色、选布、打胶、铺布、牵扯、压平、剪裁、压实等工作流程;美术制作分为喷晕、彩绘、刻画等工作流程;美术装饰分为粘贴、走线、压边、系扎、吊挂等工作流程^[28]。

第三层是软件层,是将彩灯场景数字化的关键层。软件层可分为增强现实开发工具、虚拟现实开发工具、应用程序接口、渲染引擎等7个部分。这些工具和平台的综合应用,将有助于构建涵盖三维场景获取、数据处理、编辑、加工和应用等多个方面的完整服务支持体系^[44],从而提供更加全面、运行稳定和高效的彩灯三维场景可视化解决方案。具体而言,增强现实开发工具以及虚拟现实开发工具,可以为彩灯场景的创作提供不同的沉浸式交互方式。应用程序接口使场景可以支持不同的沉浸式交互^[45]。渲染引擎可以为彩灯场景提供高质量、真实的渲染效果。建模工具可以

为改善彩灯场景细节和复杂性提供有力的支持。此外,点云可视化软件、三维数据处理软件等,可以为处理场景数据提供多种方法。最后,云服务平台可为场景的存储、管理和分发提供更高效、稳定和可靠的服务。

第四层为内容层,是彩灯现实场景和数字化场景融合的桥梁,并提供多种呈现形式。融合模式为彩灯元宇宙的内容构建提供了丰富的创作内容,如数字人、娱乐游戏、数字藏品、文创产品等。

第五层是应用层,是彩灯元宇宙双元世界的落地层。针对不同应用场景,通过组合不同的设备和技术构建不同的内容^[46]。在技术框架中罗列了部分应用场景,包括会节、游戏、夜游、文创和商业等应用场景,通过应用场景的构建服务彩灯元宇宙生态世界。

第六层是经济层,是维持彩灯元宇宙可持续发展的保障。该层为彩灯元宇宙生态构建了交易平台,用户可在该层自由交易自己创建或收藏的彩灯数字藏品、从虚拟入口链接的现实物品等。彩灯元宇宙生态应用场景接入交易平台,用户依托虚拟身份在生态世界中交往交流,并进行以彩灯为主题元素的虚拟和现实产品交易^[47-48]。

3 彩灯元宇宙应用场景

彩灯元宇宙是彩灯产业数字化的新方向,是发展彩灯数字经济的有效路径,具有广阔的产业应用前景。彩灯元宇宙不仅可以解决彩灯空间、时间等约束条件的限制,还可以提供丰富的交互体验,创新发展模式^[49],可广泛应用于会节、游戏、商业、夜景、文创等领域。彩灯元宇宙的应用场景示例如图4所示。

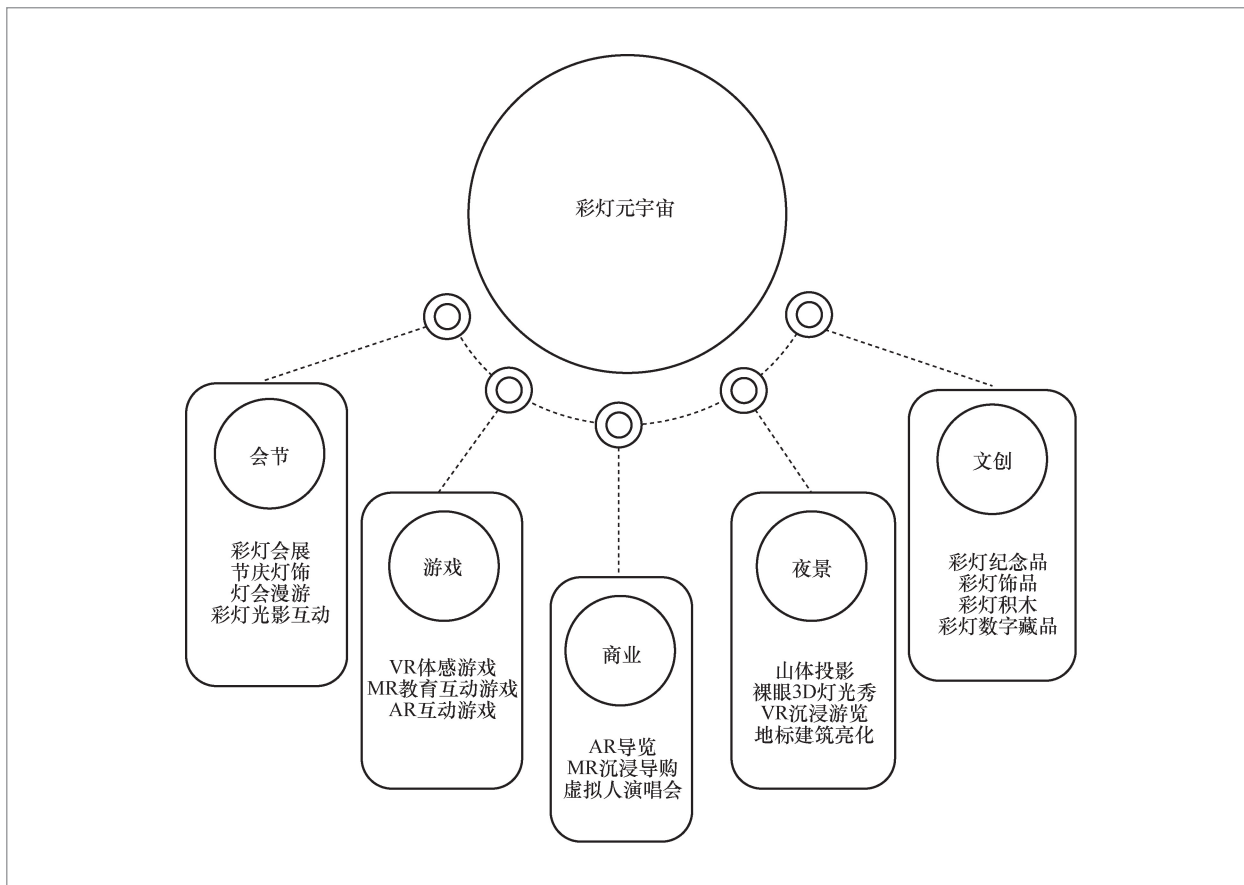


图4 彩灯元宇宙应用场景示例

3.1 会节场景应用

在彩灯会节、会展、节日灯会等应用场景，利用三维建模、虚拟数字人、智能光影、云观灯等技术，实现灯会漫游、虚拟人互动、光影互动等沉浸式体验。科技元素的加入不仅丰富了会节的呈现形式和内容，提升了游客的体验感和参与度，更吸引了年轻人赏灯游玩，带动夜经济的消费。

例如，青岩古镇“大明志·彩”彩灯项目，在光影设计中采用裸眼3D、沉浸式光影互动、智能灯光亮化等方式，动静与虚实结合，演绎出明朝古镇百年人文历史，打

造极具青岩特色的不夜明古城。青岩古镇“大明志·彩”光影图如图5所示。

3.2 游戏场景应用

玩游戏，看灯会，感受传统文化的魅力，是彩灯元宇宙赋能灯会游玩的新理念。VR体感游戏、AR互动游戏、MR彩灯科普教育等虚实融合的全新沉浸式体验方式颇受年轻人欢迎，使游客漫游于虚实之间，沉浸在文化和艺术的海洋。

例如灯彩光影互动游戏，该案例在景区的财神庙增加地面互动投影，投影内容以金币为主题和财神庙投影完美融合，使游客充满乐趣。灯彩互动游戏场景如图6所示。

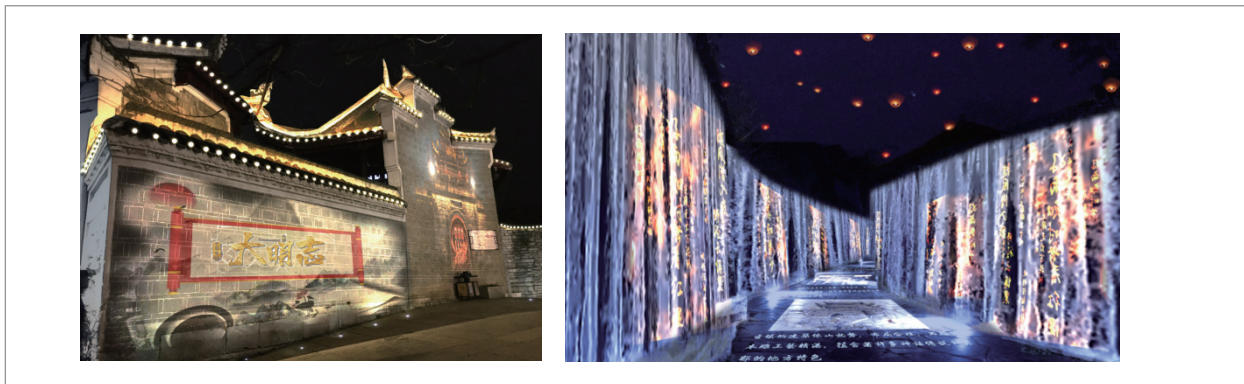


图5 青岩古镇“大明志·彩”光影图

3.3 商业场景应用

在商业综合体、购物中心、会所、彩灯制作中心等应用场景，利用AR导览、MR沉浸导购、虚拟人等技术，现场通过AR眼镜或MR眼镜导览，沉浸式体验商业场景、虚拟人演唱会等，实现商场导览导购、线上线下购物，促进数字经济和实体经济的发展。

例如青岩古镇“大明志·彩”数字人项目，该案例同时运用光影技术和彩灯元宇宙技术打造现实和虚拟并存的两个“大明兵城”，沉浸式光影互动、AR导览和数字人互动解说呈现出古城内外相映生辉、双线引流的融合景象。青岩古镇“大明志·彩”数字人如图7所示。

3.4 夜景场景应用

在绿地景观、街道地标、广场景灯、城市夜景、古迹古镇夜景、自然景区等夜景场所，根据不同的场景可以融合全息投影、山体投影、裸眼3D、VR/AR沉浸式体验等技术打造彩灯游玩爆点。VR/AR技术突破空间的限制，将沉浸式的数字艺术表现形式分层，将虚拟灯光、投影和特殊效果叠加在彩灯及其周围的天空，创造出虚实融

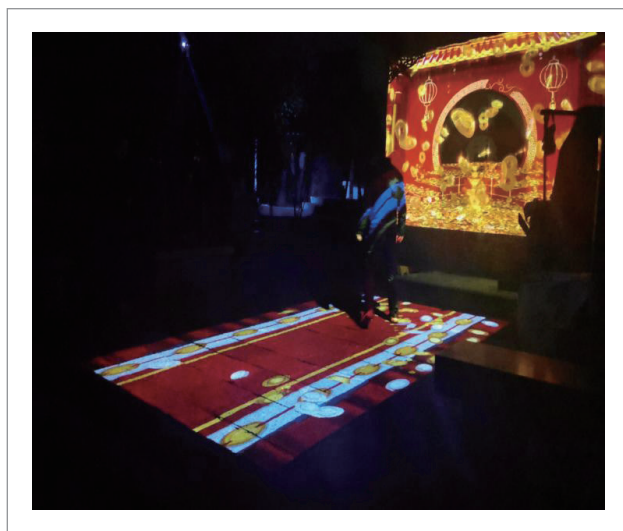


图6 灯彩互动游戏

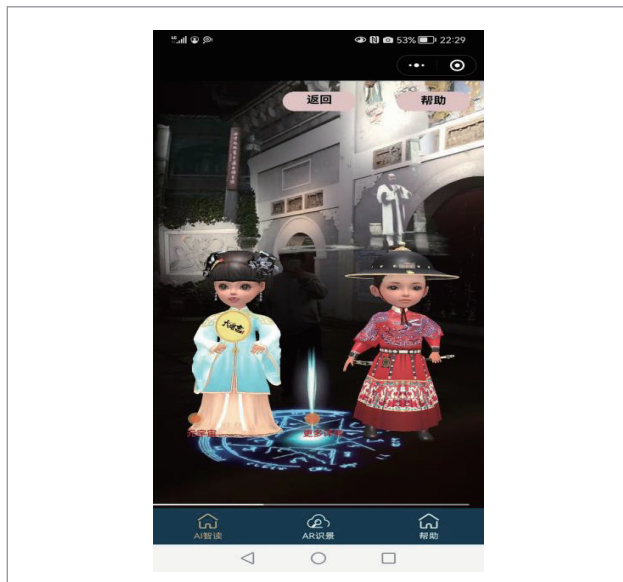


图7 青岩古镇“大明志·彩”数字人

合的沉浸式体验空间。

例如，成都空港花田国际光影艺术季利用增强现实及交互技术实现成都航空港观览区与花香田园的虚实幻化融合，利用VR/AR和沉浸式光影技术让置身于花香田园的游客沉浸式体验梵高星空的浪漫空间和鲲鹏遨游的奇妙之旅。成都空港花田国际光影艺术季效果如图8所示。

又如第28届自贡国际恐龙灯会《盐韵千秋门》彩灯灯组项目，以四川自贡盐商古建筑西秦会馆和南华宫风火墙的恢弘气势和各种字体的“盐、福、虎”等特色盐文化为主题，表达《盐韵千秋门》虎年福满门的美好寓意。该静态灯组创新地运用AR技术，让具有“高、大、新、奇、特”等特色的自贡彩灯“动起来”，游客通过运行AR识景小程序，对盐韵千秋大门进行识别，移动终端将呈现出龙凤呈祥的互动动画，实现AR现场精彩互动，让游客沉浸式赏灯游园。彩灯与元宇宙的创新融合实现了传统文化与现代科技碰撞、融合，增强了自贡灯会的参与度、互动性、趣味性和沉浸式体验感，提升了自贡彩灯产品的多样性和科技含量，非遗传统文化与现代科技相结合，推动中国传统文化“活起来”，较好地促进了中华优秀传统文化的传承和发展。《盐韵千秋门》彩灯夜景AR应用如图9所示。



图8 空港花田国际光影艺术季效果

3.5 文创场景应用

在未来构建的彩灯元宇宙社区中，可通过数字人直播带货、线上观灯导购、区块链等方式销售彩灯文创等产品，主要包括彩灯纪念品、彩灯盲盒、彩灯积木、数字藏品等，让传统文化、非遗技艺、科学知识融进彩灯文创产品中，同时通过彩灯文创产品传扬传统文化、传承传统技艺、科普科技知识。例如，第28届自贡国际恐龙灯会第一款AR彩灯文创产品——AR冰箱贴，如图10所示。

4 总结与展望

彩灯元宇宙将赋能整个彩灯行业，为彩灯产业数字化提供新方向。彩灯元宇宙发展可归纳为初级、中级和高级3个阶段，分别赋能彩灯娱乐与社交、彩灯产业生态、彩灯数字经济。彩灯元宇宙将针对不同的应用场景，提供从点到线再到面，最后到整个元宇宙社区空间的沉浸式全方位应用体验，为用户呈现从实到虚、虚实并行、虚实融合的彩灯元宇宙多元世界。彩灯元宇宙未来发展概况如图11所示。

彩灯元宇宙初级阶段是从实向虚的彩灯元宇宙，可以率先打造初级阶段目标：彩灯娱乐与社交的彩灯元宇宙，实现看彩灯玩游戏的娱乐体验模式。同时，配套丰富的彩灯艺术文创产品，包括线上灯会、虚拟讲解员、AR导览和VR漫游等形式，以线上线下社交游玩刺激消费，促进数字经济的崛起^[50]。中级阶段是虚实并行的彩灯元宇宙。该阶段主要打造彩灯元宇宙产业生态，通过彩灯智能制造实现彩灯研发、设计、生产、制作、装配等环节的数字化与智能化。通过彩灯沉浸会展、MR彩灯互动、



图9 《盐韵千秋门》彩灯夜景 AR 应用



图10 AR彩灯文创产品——AR冰箱贴

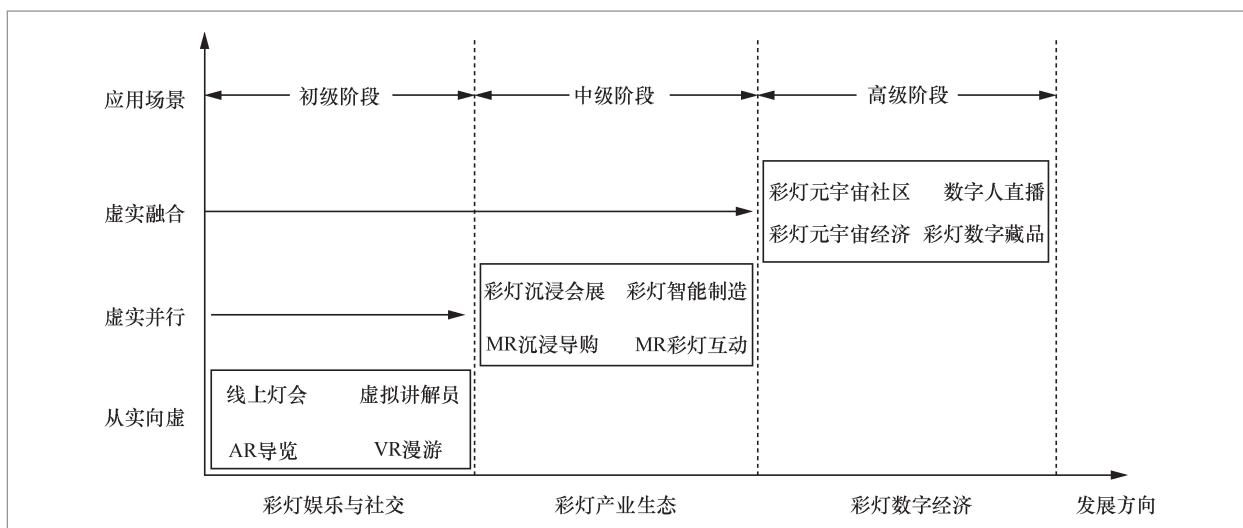


图11 彩灯元宇宙发展概况

MR沉浸导购等形式打造彩灯元宇宙的新生活体验业态,用元宇宙的方式影响和改变人们的生活方式。高级阶段是虚实融合的彩灯元宇宙。该阶段主要打造彩灯元宇宙数字经济,通过构建彩灯元宇宙社区,改变人们的消费观念,打造彩灯数字藏品、彩灯元宇宙经济、数字人直播带货等新的数字经济模式。

彩灯元宇宙是传统彩灯行业创新发展、全面数字转型的迫切需求,它将为传统彩灯行业插上数字化和智能化的翅膀^[51]。彩灯元宇宙未来的发展将以人工智能技术、网络及运算技术、人机交互技术、物联网技术和区块链技术等为支撑,构建一个以传统彩灯艺术文化为内容,以元宇宙技术为呈现和体验方式,以打造彩灯元宇宙社区为应用生态的虚实交互、虚实融合的彩灯元宇宙世界。彩灯元宇宙创新发展模式对产业内部而言,创新了发展模式、丰富了呈现方式、提升了内容质量;对外而言,为产业和行业数字化转型升级提供了基础保证和发展空间,为后续从实体经济到数字经济搭建了桥梁^[52],为彩灯行业未来发展提供了无限的发展可能。

参考文献:

- [1] 张贻俐. 彩灯文化的传承及发展策略探析[J]. 艺术科技, 2018, 31(10): 158, 186.
ZHANG Y L. Analysis on the inheritance and development strategy of lantern culture[J]. Art Science and Technology, 2018, 31(10): 158, 186.
- [2] 汪成为. 灵境(虚拟现实)是建立人机和谐仿真系统的关键技术[J]. 系统仿真学报, 1995, 7(4): 1-4, 17.
WANG C W. Virtual reality IS A key technology for creating the men-machine harmonized simulation systems[J]. Acta Simulata Systematica Sinica, 1995, 7(4): 1-4, 17.
- [3] 戴汝为. 系统科学与思维科学交叉发展的成果: 大成智慧工程[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(5): 8-11, 65.
DAI R W. A result of system sciences and noetic sciences cross development—metasynthetic engineering[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2002, 22(5): 8-11, 65.
- [4] 张茂元, 黄芷璇. 元宇宙: 数字时代技术与社会的融合共生[J]. 中国青年研究, 2023(2): 23-30.
ZHANG M Y, HUANG Z X. Metaverse: integration and symbiosis of technology and society in the digital age[J]. China Youth Study, 2023(2): 23-30.
- [5] 戴燕灵, 杨笔直, 马浩博, 等. 文博资源“两创”: 行业博物馆的识见与作为: 以中国彩灯博物馆及其保护传承的“自贡灯会”为例[J]. 中国博物馆, 2022, 39(2): 95-99.
DAI Y L, YANG B Z, MA H B, et al. “Two innovations” of cultural relics museum resources: insights and actions of industry museums—taking Chinese lantern museum and its protection and inheritance of “Zigong lantern fair” as an example[J]. Chinese Museum, 2022, 39(2): 95-99.
- [6] 吴广平. 屈原《九歌·东皇太一》祀主考辨[J]. 湖北大学学报(哲学社会科学版), 2012, 39(6): 18-23.
WU G P. Textual research on Qu Yuan’s “nine songs, east emperor Taiyi”[J]. Journal of Hubei University (Philosophy and Social Sciences), 2012, 39(6): 18-23.
- [7] 夏日新. 北朝夜游之风与元宵灯俗起源[C]//中国魏晋南北朝史国际学术研讨会论文集. 北京: 商务印书馆, 2004: 452-459.
XIA R X. The wind of night tours in the Northern Dynasties and the origin of lantern customs[C]//Proceedings of the International Symposium on the History of Wei, Jin, Southern and Northern Dynasties in China. Beijing: Commercial Press, 2004: 452-459.

- [8] 朱红. 外来之风与本土习俗: 唐代上元燃灯之源流及其嬗变[J]. 史林, 2009(3): 33-42, 188.
ZHU H. Foreign culture and local custom: on the origin and change of lantern festival in Tang dynasty[J]. Historical Review, 2009(3): 33-42, 188.
- [9] 艾君. 正月十五月儿圆赏灯狂欢“闹元宵”——元宵节民间习俗文化综述[J]. 工会博览, 2020(5):40-43.
AI J. The fifteenth month of the first lunar month is round, and the carnival of lanterns is “Lantern Festival”—a summary of the folk customs and culture of the lantern festival[J]. Union Expo, 2020(5): 40-43.
- [10] 尹晓龙. 西汉太一神祭祀与元宵节起源: 唐代崇道思想下的政治附会[J]. 民俗研究, 2019(3): 82-88.
YIN X L. Sacrifice to Taiyi God in the western Han dynasty and the origin of lantern festival—political attachments under the thought of Taoism in the Tang dynasty[J]. Folklore Studies, 2019(3): 82-88.
- [11] 黄俊良. 浅析自贡民俗彩灯艺术的审美特征[J]. 西部皮革, 2018, 40(10): 122.
HUANG J L. On the aesthetic characteristics of Zigong folk lantern art[J]. West Leather, 2018, 40(10): 122.
- [12] 陈颖聪. 文化差异视域下的自贡彩灯旅游文本英译策略探析[J]. 中华文化论坛, 2014(8): 124-128.
CHEN Y C. Strategies for English translation of Zigong lantern tourism texts from the perspective of cultural differences[J]. Journal of Chinese Culture, 2014 (8): 124-128.
- [13] 朱玉梅. 彩灯承载的传统民俗文化内涵——以自贡灯会为例[J]. 大舞台, 2013(6): 214-215.
ZHU Y M. The connotation of traditional folk culture carried by lanterns—take the Zigong lantern festival as an example[J]. Big Stage, 2013(6): 214-215.
- [14] 李承寅, 於玲玲. 南京地方美术资源秦淮灯会的开发与课堂应用研究[J]. 美术教育研究, 2022(10): 154-155.
LI C Y, YU L L. Research on the development and classroom application of Qinhuai Lantern Festival, a local art resource in Nanjing[J]. Art Education Research, 2022(10): 154-155.
- [15] 李杨. 山东民俗旅游开发模式探析——以山东曲阜灯会旅游为例[J]. 旅游纵览(下半月), 2015(12): 166-167, 169.
LI Y. Analysis on the development model of folk tourism in Shandong province — taking the lantern festival tourism in Qufu, Shandong Province as an example[J]. Tourism Overview (Second Half of the Month), 2015(12):166-167, 169.
- [16] 袁宙飞, 吕文佳. 礼俗互动中的烟台渔灯节[J]. 寻根, 2022(1): 118-126.
YUAN Z F, LYU W J. Yantai fishing lantern festival in the interaction of etiquette and custom[J]. Root Exploration, 2022(1): 118-126.
- [17] 宋旭民. 宗族背景下非物质文化遗产的保护传承策略: 以开平泮村灯会为例[J]. 云南民族大学学报(哲学社会科学版), 2016, 33(2): 99-104.
SONG X M. Strategies for protecting and inheriting the intangible cultural heritages against the background of clans: a case study of Pan Village Lantern Festival in Kaiping[J]. Journal of Yunnan Nationalities University (Social Sciences Edition), 2016, 33(2): 99-104.
- [18] 余雁. 哈尔滨冰灯艺术发展回顾与特征解析[J]. 工业设计, 2020(3): 138-139.
YU Y. Review and feature analysis of Harbin ice lantern art development[J]. Industrial Design, 2020(3): 138-139.
- [19] 张群. 秦淮灯彩甲天下: 访南京夫子庙工艺彩灯艺术中心国际工艺美术大师顾业亮[J]. 档案与建设, 2007(5): 34-35.
ZHANG Q. Interview with Gu Yeliang, a famous artist of Nanjing lantern-making[J]. Archives and Construction, 2007(5): 34-35.
- [20] 王静. “一带一路”视阈下自贡彩灯文化产业

- 发展存在的问题及对策研究[J]. 西部旅游, 2021(6): 26-28.
- WANG J. Research on the problems and countermeasures in the development of Zigong lantern culture industry from the perspective of “the Belt and Road initiative”[J]. Western Travel, 2021(6): 26-28.
- [21] DIONISIO J D N, BURNS W G, GILBERT R. 3D virtual worlds and the metaverse[J]. ACM Computing Surveys, 2013, 45(3): 1-38.
- [22] JEON C. The virtual flier: the link trainer, flight simulation, and pilot identity[J]. Technology and Culture, 2015, 56(1): 28-53.
- [23] BLANCHARD C, BURGESS S, HARVILL Y, et al. Reality built for two: a virtual reality tool[C]//Proceedings of 1990 symposium on Interactive 3D graphics. New York: ACM Press, 1990: 35-36.
- [24] STEPHENSON N. Snow Crash[M]. New York: Bantam Books, 1992.
- [25] NAKAMOTO S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system[J]. Decentralized business review, 2008.
- [26] AZUMA R T. A survey of augmented reality[J]. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997, 6(4): 355-385.
- [27] WANGFY, QINR, WANGX, et al. MetaSocieties in metaverse: Meta Economics and Meta Management for Meta Enterprises and Meta Cities[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2022, 9(1): 2-7.
- [28] 黄莉娅, 关仁康. 《艺术灯彩》[M]. 成都: 四川美术出版社, 2013.
- HUANG Y L, GUAN R K. Art lanterns[M]. Chengdu: Sichuan Fine Arts Publishing House, 2013.
- [29] 樊月娟. 试论科学与艺术[J]. 文艺研究, 1996(5): 14-18.
- FAN Y J. Discussions about science and art[J]. Literature & Art Studies, 1996(5): 14-18.
- [30] 王余, 李北星. 试论灯彩艺术的形式结构[J]. 内江师范学院学报, 2012, 27(5): 118-122.
- WANG Y, LI B X. On the forms of lantern art[J]. Journal of Neijiang Teachers College, 2012, 27(5): 118-122.
- [31] 关仁康. 彩灯艺术发展略论[J]. 装饰, 2004(10): 85.
- GUAN R K. Brief discussion about development of color light art[J]. Art & Design, 2004(10): 85.
- [32] 王佳祺, 程明智, 刘龙, 等. 基于虚拟现实的秦淮灯会沉浸式交互体验[J]. 北京印刷学院学报, 2021, 29(12): 157-160.
- WANG J Q, CHENG M Z, LIU L, et al. Immersive interactive experience of Qinhuai lantern festival based on virtual reality[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2021, 29(12): 157-160.
- [33] 迟家琦, 荆译贤. 光影艺术在展示空间设计中的应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2021(8): 106-109.
- CHI J Q, JING Y X. Research on the application of light and shadow in exhibition space design[J]. Furniture & Interior Design, 2021(8): 106-109.
- [34] 鲁桂伶, 喻仲文. 光影在灯光装置艺术中的运用[J]. 设计艺术研究, 2019, 9(6): 83-88, 94.
- LU G L, YU Z W. Application of light and shadow in lighting installation art[J]. Design Research, 2019, 9(6): 83-88, 94.
- [35] 王之纲, 陈焱松, 黄蔚欣. 民间灯彩艺术的传承与创新: 以豫园灯会光影艺术装置“鱼旒如意”为例[J]. 演艺科技, 2020(6): 1-5, 10.
- WANG Z G, CHEN Y S, HUANG W X. Inheritance and innovation of folk lantern art—taking “auspicious fish” in Yuyuan lantern festival as an example[J]. Entertainment Technology, 2020(6): 1-5, 10.
- [36] 赖裔, 涂丹丹. 数字技术在赣南客家灯彩文化数字化保护中的应用探析[J]. 戏剧之家, 2018(14): 218-219.
- LAI Y, TU D D. Application of digital technology in digital protection of hakka lantern culture in Gannan[J]. China Industrial Economics, 2018(14): 218-219.

- [37] 柯莉娟. 赣南客家灯彩歌舞文化保护策略研究[J]. 大舞台, 2014(4): 227-228.
- KE L J. Research on the protection strategy of Hakka Lantern song and dance culture in southern Jiangxi[J]. Big Stage, 2014(4): 227-228.
- [38] 李砚祖. 大趋势: 艺术与科学的整合[J]. 文艺研究, 2001(1): 98-112.
- LI Y Z. The integration of art and science: a new trend[J]. Literature and Art Studies, 2001(1): 98-112.
- [39] RADOFF J. The metaverse value-chain[J]. Medium, 2021.
- [40] GARG S, SÜNDERHAUF N, DAYOUB F, et al. Semantics for robotic mapping, perception and interaction: a survey[J]. Foundations and Trends® in Robotics, 2020, 8(1-2): 1-224.
- [41] SOMULA R S, SASIKALA R. A survey on mobile cloud computing: mobile computing + cloud computing (MCC = MC + CC)[J]. Scalable Computing: Practice and Experience, 2018, 19(4): 309-337.
- [42] GADEKALLU T R, HUYNH-THE T, WANG W, et al. Blockchain for the metaverse: a review[J]. arXiv preprint, 2022, arXiv: 2203.09738.
- [43] ZHAO Y H, JIANG J J, CHEN Y, et al. Metaverse: perspectives from graphics, interactions and visualization[J]. Visual Informatics, 2022, 6(1): 56-67.
- [44] BARRON J T, MILDENHALL B, VERBIND, et al. Mip-NeRF 360: unbounded anti-aliased neural radiance fields[C]//Proceedings of 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway: IEEE Press, 2022: 5460-5469.
- [45] REMATAS K, LIU A, SRINIVASAN P, et al. Urban radiance fields[C]//Proceedings of 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway: IEEE Press, 2022: 12922-12932.
- [46] LEE L H, BRAUD T, ZHOU P, et al. All one needs to know about metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda[J]. arXiv preprint, 2021, arXiv: 2110.05352.
- [47] 向安玲, 高爽, 彭影彤, 等. 知识重组与场景再构造: 面向数字资源管理的元宇宙[J]. 图书情报知识, 2022, 39(1): 30-38.
- XIANG A L, GAO S, PENG Y T, et al. Knowledge reorganization and scene reconstruction: a metaverse for digital resources management[J]. Document, Informaiton& Knowledge, 2022, 39(1): 30-38.
- [48] 陈永伟, 程华. 元宇宙经济: 与现实经济的比较[J]. 财经问题研究, 2022(5): 3-16.
- CHEN Y W, CHENG H. Economics of metaverse: a comparison with realistic economy[J]. Research on Financial and Economic Issues, 2022(5): 3-16.
- [49] DAVIS A, MURPHY J, OWENS D, et al. Avatars, people, and virtual worlds: foundations for research in metaverses[J]. Journal of the Association for Information Systems, 2009, 10(2): 90-117.
- [50] 张伟, 吴晶琦. 数字文化产业新业态及发展趋势[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2022, 39(1): 60-68.
- ZHANG W, WU J Q. New patterns and trends of digital cultural industry[J]. Journal of Shenzhen University (Humanities & Social Sciences), 2022, 39(1): 60-68.
- [51] VIAL G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda[J]. The Journal of Strategic Information Systems, 2019, 28(2): 118-144.
- [52] 周锦, 王廷信. 数字经济下城市文化旅游融合发展模式和路径研究[J]. 江苏社会科学, 2021(5): 70-77.
- ZHOU J, WANG T X. Research on the development mode and path of urban cultural tourism integration under digital economy[J]. Jiangsu Social Sciences, 2021(5): 70-77.

作者简介



吴亚东(1979-),男,博士,四川轻化工大学教授、博士生导师,中国计算机学会(CCF)杰出会员,CCF人机交互专委会、计算机视觉专委会委员,CSIG可视化与可视分析专委会常务委员,彩灯元宇宙研究中心发起人之一,主要研究方向为可视化与可视分析、人机交互与虚拟现实。



陈家鸣(1955-),男,四川轻化工大学彩灯学院执行院长,高级工艺美术师,国家文化出口基地彩灯艺术中心常务副主任、中国民协彩灯艺术传承中心常务副主任、中国民间文艺家协会会员,彩灯元宇宙研究中心发起人之一。创作的彩灯作品《中华千禧灯王》等荣获上海大世界吉尼斯记录,拥有彩灯领域灯包景、连体彩灯、群体彩灯、全息彩灯等十大首创,荣获中国彩灯创意设计大赛一等奖等,创建中国彩灯文化艺术创意中心、中国彩灯艺术传承中心。



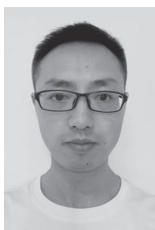
罗焱(1998-),男,四川轻化工大学自动化与信息工程学院硕士生,主要研究方向为增强现实、人机交互。



王学锋(1994-),男,四川轻化工大学自动化与信息工程学院硕士生,主要研究方向为虚拟现实、人机交互。



黄德春(1963-),男,四川轻化工大学彩灯学院院长,中国民协彩灯艺术传承中心主任、中国民协彩灯专委会副主任、四川国际商会副会长、自贡市彩灯行业商会会长,中国民间文艺家协会会员,四川省美术家协会会员,自贡灯彩文化产业集团有限公司董事局主席,彩灯元宇宙研究中心发起人之一。打造了“中国彩灯节”“中国熊猫节”“环球灯会”三大国际性文化品牌,获得亚洲最佳成就奖、法国盖亚克市荣誉市民、四川省开放发展领军人物等多项荣誉。



倪超(1980-),男,四川轻化工大学彩灯学院彩灯艺术家,长期从事彩灯行业产业研究。



蓝集明(1973-),男,四川轻化工大学计算机科学与工程学院副教授,中国计算机学会(CCF)会员,主要研究方向为数据分析、智能制造。



李随群(1987-),男,四川轻化工大学计算机科学与工程学院博士生,中国计算机学会(CCF)会员,主要研究方向为人机交互、虚拟现实。



张巍瀚(1994-),男,四川轻化工大学计算机科学与工程学院助教,中国计算机学会(CCF)会员,主要研究方向为虚拟现实与人机交互、数据可视化与可视分析。



代唯(1984-),女,彩灯元宇宙研究中心人员,四川芸彩智读科技有限责任公司创始人,四川省电子竞技协会元宇宙部门主任,主要研究方向为人工智能深度算法分析、CV、NLP等。

收稿日期: 2023-01-18

通信作者: 吴亚东, wyd028@163.com

基金项目: 四川省科技计划项目(No.2023YFG0307); 四川轻化工大学人才引进项目(No.2020RC20)

Foundation Items: Science and Technology Development Program of Sichuan Province(No.2023YFG0307), Talent Introduction Project of Sichuan University of Science & Engineering (No.2020RC20)