

• 理论探索与实践 •

# 元宇宙的起源、发展及教育意蕴

王运武<sup>1</sup>, 王永忠<sup>2</sup>, 王滕滕<sup>1</sup>, 姜松雪<sup>1</sup>, 李雪婷<sup>1</sup>

1. 江苏师范大学智慧教育学院 江苏省教育信息化工程技术研究中心, 江苏 徐州 221116;

2. 北京师范大学智慧学习研究院, 北京 100875

**【摘要】**后疫情时代人类加速从现实世界向虚拟世界迁移,行走于现实与数字之间。元宇宙应运而生成成为时代热词,人类迈向了元宇宙时代,步入数字化生存高级形态。当前,人们热议的元宇宙,并非宇宙的一种形态,而是借用了宇宙的隐喻。人们对元宇宙内涵的理解已经超越了文学作品和宇宙理论中的认知。元宇宙建设与发展应该遵循“三不”原则。元宇宙不能取代现实世界,而是现实世界映射的虚拟数字空间。人类进入元宇宙有三重境界:体验元宇宙、沉浸元宇宙和融入元宇宙。人类进入元宇宙有两种途径:一种是现实人与元宇宙进行沉浸式交互;另一种是人类以数字化身身份融入元宇宙,进行数字社交和数字生存。2021年6月以来,中国对元宇宙研究热度呈现爆发式增长,研究机构争先开展对元宇宙的研究。对元宇宙的研究呈现出元宇宙理论、政策法规和标准规范、战略规划与架构设计、关键技术、场景/环境构建、应用场景、经济与产业、治理等八大研究趋势。中国、韩国、美国等国家率先制定元宇宙政策,推动元宇宙产业发展。元宇宙对变革人类教育具有巨大潜能,在医疗与医学教育中具有广泛的应用前景,与现实世界重塑虚实共融的智慧学习环境。尽管元宇宙对变革人类教育具有巨大潜能,但是元宇宙不可能完全取代现实世界中的人类教育。

**【关键词】**后疫情时代;数字化转型;元宇宙;元宇宙孤岛;医学教育;“三不”原则;教育潜能

**【中图分类号】**G40-057 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1004-5287(2022)02-0121-09

**【DOI】**10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202202002

## The origin, development and educational implication of the metaverse

WANG Yunwu<sup>1</sup>, WANG Yongzhong<sup>2</sup>, WANG Tengting<sup>1</sup>, JIANG Songxue<sup>1</sup>, LI Xueting<sup>1</sup>

1. School of Wisdom Education, Educational Informatization Engineering Technology Research Center of Jiangsu Province, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116;

2. Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

**【Abstract】**In the post-pandemic era, human beings accelerate the migration from the real world to the virtual world, walking between reality and digit. The metaverse came into being and became a hot word of the times. Mankind has stepped into the metaverse era and entered the advanced form of digital survival. At present, the metaverse hotly discussed by people is not a form of the universe, but borrows the metaphor of the universe. People's understanding of the connotation of the metaverse has gone beyond the cognition in literary works and universe theory. The construction and development of the metaverse should follow the principle of "three noes". The metaverse cannot replace the real world, but the virtual digital space mapped by the real world. There are three levels for human beings to enter the metaverse: experiencing the metaverse, immersing the metaverse and integrating into the metaverse. There are two ways for human beings to enter the metaverse: one is the immersive interaction between real people and

基金项目:江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)

收稿日期:2022-02-19

作者简介:王运武(1980-),男,山东东阿人,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为教育信息化、智慧教育、智慧校园、学习科学与技术、战略规划、教育机器人等。

the metaverse, the other is that human beings integrate into the metaverse as digital avatars for digital social and digital survival. Since June 2021, China's research on the metaverse has shown explosive growth, and research institutions have competed to carry out metaverse research. Metaverse presents eight research trends, including metaverse theory, policies, regulations, standards and specifications, strategic planning and architecture design, key technologies, scenario/environment construction, application scenario, economy and industry, governance and so on. China, South Korea, the United States and other countries took the lead in formulating metaverse policies to promote the development of metaverse industry. Metaverse has great potential to change human education, and has a wide application prospect in medical treatment and medical education. It can reshape the smart learning environment of virtual and real integration with the real world. Although the metaverse has great potential to change human education, it can not completely replace human education in the real world.

**【Key words】**: post-pandemic era; digital transformation; metaverse; metaverse island; medical education; “three noes” principle; educational potential

后疫情时代,全球加快了数字化转型,数字化学习、数字化工作和数字化生活正在成为人们的常态。人类数字素养与技能迅速提升,数字化意识和习惯正在养成。线上虚拟世界成为现实世界的平行世界,人类加速从现实世界向虚拟世界迁移,行走于现实与数字之间。5G/6G、WiFi6、人工智能、大数据、物联网、区块链、VR/AR/MR等新一代数字技术发展迅速,数字孪生理论技术更加成熟,由此催生了元宇宙,人类迈向了元宇宙时代,步入数字化生存高级形态,其标志是2021年元宇宙成为年度热词和流行语,引发了思想、科技、资本、企业、文化和教育等各界的热议。元宇宙分别入选国家语言资源监测与研究中心发布的“2021年度十大网络用语”,《柯林斯词典》“2021年度热词”,《咬文嚼字》“2021年度十大流行语”,以及《中国新闻周刊》“2021年度十大热词”。此外,北京、上海、江苏、山西、广州、深圳、成都等多地出现元宇宙提案议案,元宇宙成为两会中的热词。2021年被誉为元宇宙元年,巨大资本竞相涌入元宇宙,全球掀起了元宇宙浪潮,这必定将人类数字文明推向新高度。元宇宙风靡全球,作为下一代互联网发展的新形态将开启未来数字世界新时代。元宇宙究竟是什么,将会对人类教育产生哪些影响,未来元宇宙如何变革教育等问题值得深入探讨。

## 1 究竟何为元宇宙

### 1.1 元宇宙的起源

人类对元宇宙的认识源自于人类对宇宙的认识。中国古代就有对宇宙的探索,形成了关于宇宙的朴素知识。据词源考证,“宇宙”一词可以追溯至《庄子·齐物论》中的“奚旁日月,挟宇宙”。战国末期的尸佼

说:“四方上下曰宇,往古来今曰宙”。<sup>[1]</sup>“宇”指空间,“宙”指时间,“宇宙”体现了时间和空间的统一。

文学作品形成了对元宇宙认识的萌芽。早在1985年,何新认为刘再复的散文诗体现了“双元宇宙的象征”,双元宇宙指两个无限的宇宙,融心灵与存在为一体。心灵是就深邃而言,存在是就广度而言。<sup>[2]</sup>1992年,美国作家尼尔·斯蒂芬森(Neal Stephenson)在科幻小说《雪崩》(*Snow Crash*)中提出了“元宇宙”(metaverse)。<sup>[3]</sup>这部小说以21世纪为背景,描绘的元宇宙是一个救援的地方。主角Hiro Protagonist带着防护眼镜和耳机进入元宇宙,在数字世界中作为自己定制的化身出现。

从宇宙学看,宇宙的相关概念有母宇宙、婴宇宙、多宇宙、大宇宙、元宇宙、本宇宙、超宇宙等。母宇宙是原始宇宙,可以产生无数个婴宇宙;本宇宙即人类生存的可见宇宙;大宇宙是本宇宙和其它宇宙构成的更大宇宙。本宇宙不是孤立存在的,而是一个多宇宙。元宇宙演化为本宇宙,本宇宙演化为超宇宙。宇宙大爆炸理论认为宇宙起始于奇点,奇点本身就是一种宇宙形态,也就是元宇宙的存在。<sup>[4]</sup>此外,算法领域提出了基于多元宇宙理论的群智能优化算法——多元宇宙优化算法(multi-verse optimizer, MVO)。

### 1.2 元宇宙的定义和内涵

元宇宙的概念和内涵引发了学界和业界热议,但尚未形成较为统一的认识。Metaverse由前缀meta(意为元、超越)和词根verse(源于universe)构成,直译为元宇宙。当前,人们对元宇宙内涵的理解已经超越了文学作品和宇宙理论中的认知。深刻认识元宇宙及其内涵,需要从宇宙学、哲学、技术、新闻传播、服务、社会、经济、教育和政界等多个语境进行剖析。当前,

人们从不同视角对元宇宙的认识主要有以下观点:

**从宇宙学视角看**,元宇宙是宇宙的初级和低级形态。韩民青认为“元宇宙是比本宇宙层更深入、更广大、更原始的背景宇宙层次或初级宇宙层次,具有与本宇宙不同的性质,属于另类宇宙。本宇宙是由元宇宙演化生成的更高一级的宇宙。”<sup>[5]</sup>由此可见,元宇宙并不是一个与本宇宙并行的概念。显然,当前人们所热议的元宇宙并非宇宙的一种形态,而是借用了宇宙的隐喻。从学理上看,数字宇宙、虚拟宇宙、孪生宇宙等更适合表达当前人们所热议的元宇宙。

**从哲学视角上看**,元宇宙为人类营造了虚拟的数字空间和数字世界,增强了人与动物的本质区别。元宇宙不是客观存在的,而是典型的人造宇宙、人造时空和人造世界。创造和使用元宇宙将成为人类和动物的重要本质区别。元宇宙能够增强人类的思维意识,充分发挥人类的主观能动性,更有利于人类开展现实世界中无法实现的思想实验,为人类探索未来的未知世界提供了新路径。元宇宙将是人类思想的创新实验室,开辟人类创新创造的新时代。未来,人类将进入现实与虚拟相融合的双重宇宙空间,人类需要在双重宇宙空间中转换角色,更需要重构双重社会规范、伦理与道德。

**从技术视角看**,元宇宙是信息技术的综合集成,描绘了未来的信息技术革命愿景的全景。黄欣荣和曹贤平认为“元宇宙是指人在自然宇宙之外,通过数字技术建构的一个与自然宇宙相映射但又给人提供自由创造空间的数字虚拟宇宙,并通过对数字宇宙的探索更加充分地认知和利用自然宇宙。”<sup>[6]</sup>张夏恒和李想认为“元宇宙是指依托互联网、信息技术、虚拟仿真技术、数字技术等构成的一种沉浸式体验的互联网要素融合形态。”<sup>[7]</sup>

**从新闻传播角度看**,元宇宙正在重新定义新闻,驱动数字新闻业变革,催生了沉浸式新闻。新闻是新近发生的事实的报道,变成了用户对重构的事实的临场感知<sup>[8]</sup>。元宇宙将推动新闻传播的虚拟互动,以沉浸式叙事的方式创新新闻报道。元宇宙是一个虚拟与现实高度互通,且由闭环经济体构造的开源平台。元宇宙将催生新的“新媒体”平台,新闻传播将进入一个全面的、新的“场景时代”。元宇宙将打造“无场景不新闻”的另一个平行世界<sup>[9]</sup>。

**从服务业视角看**,元宇宙将打造数字服务新生态,加速传统服务数字化转型升级,形成数字服务产业新

业态,提升人类数字化生存质量。元宇宙可以实现数字世界的规模化个性服务,系统地满足用户的个性化需求。元宇宙催生智能、系统、精准和个性化规模化社交服务。2021年11月,韩国首尔发布《元宇宙首尔基本计划(2022—2026)》(*Basic Plan for Metaverse Seoul 2022—2026*),在全球率先开启了元宇宙公共服务<sup>[10]</sup>。该计划分为起步(2022年)、扩张(2023年—2024年)和完成(2025年—2026年)三个阶段,投入39亿韩元打造元宇宙平台,在经济、文化、旅游、教育和民事投诉等政府业务领域建立元宇宙行政服务生态系统,这个基本计划涵盖经济、教育、旅游、通信、城市、行政和基础设施7个领域。2023年将成立虚拟公共服务中心“元宇宙120中心”(metaverse 120 center),虚拟形象的公职人员将克服时间、空间和语言限制为人们提供公共服务。元宇宙平台将创建虚拟旅游特区,在虚拟空间中复活被摧毁的历史遗迹。此外,首尔还将在元宇宙平台建立首尔金融科技实验室,以构建培育金融科技产业的线上线下集群。在教育领域将创建首尔开放城市大学的虚拟校园,为学习者提供沉浸式学习资源。

**从社会视角看**,元宇宙是本宇宙的镜像宇宙,可视为人类社会的数字化再现。元宇宙可以突破时间和空间的限制,产生虚拟的人类社会新形态。元宇宙为人类社会的数字化转型提供了新路径,虚拟人是开拓元宇宙的先驱,在虚拟世界构建“后人类社会”。陈刚和董浩宇认为“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。”<sup>[11]</sup>元宇宙必将深刻影响和改变人类的劳动生活、消费生活和精神生活,形成虚拟劳动、虚拟消费和虚拟文化等人类社会生活新方式<sup>[12]</sup>。人类将有两个身份,一个是人类社会的自我,另一个是元宇宙社会中的虚拟人。现实世界中的人有生老病死,元宇宙中的虚拟人可以数字永生。在元宇宙社会,数字化社交和数字化生存将成为常态。元宇宙中的虚拟社交对象,既可能是人类的虚拟映射,也可能是智能机器人。当前,元宇宙社会尚处于构建形成的初级阶段,类似于宇宙大爆炸之前的混沌状态,还没有形成虚拟社会秩序和规则。元宇宙社会打破了区域和国界,具有典型的无边界和开放性,呈现出全新的人类数字文明。元宇宙社会治理相对于人类现实社会而言更具有复杂性,未来元宇宙社会治理极具挑战性。以区块链、人工智能等为代表的智能



技术是元宇宙社会治理的关键技术,尤其是区块链技术对于构建元宇宙社会的信任机制至关重要。

**从经济视角看**,元宇宙是数字经济发展的催化剂,元宇宙社会需要构建新兴的数字经济体系。互联网对实体经济产生了重大冲击,元宇宙将引发对实体经济的新一轮冲击。数字生产、数字资产、虚拟货币、数字货币、数字交易等将成为元宇宙数字经济的构成要素。数字身份为数字资产的创造和消费提供了新的经济模式,数字资产与现实资产的双向流通创造新经济体系<sup>[13]</sup>。元宇宙中的数字资产以非同质化代币(non-fungible tokens, NFT)和非同质化权利(non-fungible rights, NFR)的形态存在,并引发虚拟商业模式变革和数字经济生产、流通和消费模式的重构。

**从教育角度看**,元宇宙是在线教育发展的新形态,将开启虚拟现实教育新图景。2003年,美国林登实验室创建的虚拟世界 Second Life 是具有代表性的元宇宙形态。在 Second Life 教育功能模块中,能够购买教育用地、创建虚拟学校、开设虚拟课堂和虚拟讲座、进入虚拟图书馆、开展教学实验和技能训练等。在教育领域涌现了教育元宇宙和学习元宇宙的理念。刘革平、高楠等认为“教育元宇宙是利用 VR/AR/MR、数字孪生、5G 人工智能、区块链等新兴信息技术塑造的虚实融合教育环境,是虚拟与现实全面交织、人类与机器全面联结、学校与社会全面互动的智慧教育环境高阶形态。”<sup>[14]</sup> 华子荀和付道明认为“学习元宇宙(metaverse for learning)是在元宇宙技术基础上构建起来的学习场景,融合了现实学习空间与虚拟学习空间,并通过数字孪生、区块链技术等实现虚实空间的相互映射与动态交互。”<sup>[15]</sup>

**从政界来看**,元宇宙引发了政界的高度关注,政府积极响应元宇宙可能带给人类的机遇与挑战,迅速超前部署元宇宙发展战略。2021年11月,俄罗斯卫星网报道,巴巴多斯将成为首个在“元宇宙”中设立大使馆的主权国家,在虚拟世界平台中推动与各国政府的双边关系。2021年12月,管筱璞和李云舒在中央纪委国家监委网站发文《元宇宙如何改写人类社会生活》,<sup>[16]</sup>畅想了元宇宙将会对人类社会生活带来的变化,同时提出需要理性看待元宇宙带来的新一轮科技革命对社会的影响。上海、浙江、海南等在技术、产业等战略规划中,超前部署元宇宙技术研发和产业发展。2022年,上海徐汇区首次将元宇宙写入政府工作报告,将探索成立元宇宙创新联盟。武汉、合肥、成都等

政府工作报告都提及元宇宙。

通过以上对元宇宙认识的分析,可以得出以下基本观点:第一,当前人们热议的元宇宙不是宇宙学视角的元宇宙,也不是宇宙学的一种形态,而是借用了宇宙的隐喻表达虚拟的数字世界。确切来说,数字宇宙、虚拟宇宙、孪生宇宙等是一种更贴切的表达方式;第二,元宇宙既是数字化理念,又是数字技术的集成,还是数字空间和数字世界;第三,元宇宙是典型的人造物,不仅需要 VR/AR/MR、触觉互联网、人工智能、区块链、仿真技术等关键技术支撑,更需要元宇宙相关理论、方法、解决方案、标准等方面的创新与突破;第四,正如虫洞是连接两个遥远时空的空间隧道,移动互联网(5G/6G、WiFi6)、卫星互联网和触觉互联网(技能互联网)是人类穿越现实世界和元宇宙的通道;第五,元宇宙将会对人类社会产生重大影响,元宇宙对变革人类社会具有巨大潜能,人们对元宇宙的未来发展充满了殷切的期待。

元宇宙建设与发展应该遵循“三不”原则,即“不能脱离”“不能取代”“不能挑战”:

“不能脱离”原则:元宇宙不能脱离现实世界而孤立存在,元宇宙是现实世界的映射或镜像,当然也有可能突破现实世界的时间和空间限制而在一定程度上超越现实世界;元宇宙不像现实世界一样具有实体,而是现实世界实体的虚拟化身,或是人类构造的虚拟体。

“不能取代”原则:元宇宙不能取代现实世界,而是与现实世界深度融合,人类数字生存或虚拟生存不能取代现实生存。元宇宙是现实世界的补充和拓展,而非替代关系。元宇宙将延伸人类生活空间,拓展人类感知能力,丰富人类生存体验。人类全部沉浸于数字生存,也就失去了生存的价值和意义。

“不能挑战”原则:元宇宙不能挑战人类的法律底线、道德底线和人伦底线。现实世界的人生观、价值观和世界观在元宇宙仍有其价值。元宇宙中的虚拟人需要遵守现实世界所构建的法律、道德和伦理,维护元宇宙和平,促进虚拟人共同发展。

### 1.3 元宇宙的本质与特征

人们从技术、功能等视角分析了元宇宙的本质。Li J 认为“元宇宙的本质是将现实世界与通过虚拟现实技术映射的概念或虚拟世界结合起来。”<sup>[17]</sup> 2021年的亚马逊云科技 re:Invent 全球大会认为“元宇宙的本质是云计算”。<sup>[18]</sup> 2022年1月,首尔国立大学医学

院的教授发起了“医学元宇宙研究协会”,协会领导者 Chul-kee P 认为“元宇宙的本质是相聚(togetherness)。如果有可能与他人分享和体验特定的三维空间和时间,无论是在现实中还是在虚拟现实,这就是元宇宙。”<sup>[19]</sup> 聂辉华和李靖认为“元宇宙的本质在于互联互通(interconnectivity),否则只是一个个孤立的游戏平台或者社交平台。”<sup>[20]</sup> 从不同的视角看,元宇宙本质有多样化表达:宇宙学视角中的元宇宙本质是一种宇宙形态;从时空观角度看,元宇宙本质是平行于现实宇宙的数字宇宙。元宇宙与虚拟现实和增强现实有一定的区别,并不一定完全依赖于虚拟现实或增强现实环境,元宇宙可以在多样化的平台和终端访问。

关于元宇宙的特征主要有列观点:①Roblox 的创始人 Baszucki D 提出元宇宙有八个关键特征,即身份(identity)、朋友(friends)、沉浸感(immersion)、低延迟(low latency)、多样性(diversification)、随时随地(anytime, anywhere)、经济体系(economic system)和文明(civilization)。<sup>[21]</sup> ②陈刚和董浩宇界定了元宇宙的五大特征与属性,即社会与空间属性(social & space),科技赋能的超越延伸(technology tension),人、机与人工智能共创(artificial, machine & AI),真实感与现实映射性(reality & reflection),交易与流通(trade & transaction)。<sup>[22]</sup> ③Gill J K 认为元宇宙有五大特征,即持久性(persistence)、同步性(synchronicity)、可用性(availability)、经济性(economy)和互操作性(interoperability)。<sup>[22]</sup> ④还有学者提出元宇宙有五大特征,即社交性(sociality)、没有硬件限制(no hardware limitations)、用户生成内容(user-generated content)、生存与呼吸(living and breathing)、连接世界(bridged worlds)。<sup>[23]</sup> 从元宇宙特征看,当前人们的在线学习、在线办公、在线会议等不能称为元宇宙,只能看作是元宇宙的萌芽状态。数字映射的虚拟人(虚拟身份)、沉浸感、数字社交、数字经济、智能互联、在线触觉交互、在线技能交互、数字创造等八大特征是进入元宇宙的重要标志。

#### 1.4 元宇宙与现实世界的关系

元宇宙与现实世界的关系如图1所示。元宇宙不能取代现实世界,而是现实世界映射的虚拟数字空间,不能脱离现实世界而孤立存在,元宇宙与现实世界都是本宇宙的一部分。人类呈现三种形态:现实人、半数人、虚拟人/数字人(AI 虚拟主播)。在现实世界中,人类以现实形态存在;在元宇宙中,人类以半数

人和虚拟人/数字人(AI 虚拟主播)的形态存在。机器人在现实世界中以实体机器人形态存在,机器人在元宇宙以虚拟机器人形态存在。人类与机器人在现实世界和元宇宙中以人机共生、人机共融、人机共创的方式存在。在现实世界中身份证/护照是人类的身份标识,在元宇宙中 NFT 是人类的数字身份标识。人类进入元宇宙有三重境界,即体验元宇宙、沉浸元宇宙和融入元宇宙。人类进入元宇宙有两种途径:一种是现实人通过全息投影、触觉手套、VR 头显等与元宇宙进行沉浸式交互;另一种是人类以半数人、虚拟人/数字人(AI 虚拟主播)的数字化身身份融入元宇宙,进行数字社交和数字生存。在元宇宙中,数字身份、数字永生、数字生存、数字社交、数字孪生、数字资产等都是现实世界的数字映射。人类通过移动互联网(5G/6G、WiFi6)、卫星互联网和触觉互联网(技能互联网)畅游于现实世界和元宇宙之间,在虚实之中实现虚实共生和虚实共创,构筑人类数字文明新生态。

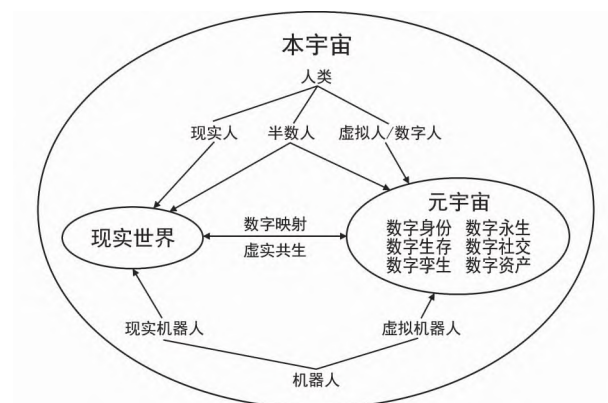


图1 元宇宙与现实世界的关系

## 2 元宇宙研究与发展现状

### 2.1 元宇宙研究现状

从全球看,中国、韩国等国家学者率先开展了元宇宙相关研究。2021年6月以来,全球关于元宇宙的研究热度持续增加,逐渐涌现了元宇宙相关的学术论文、研究报告、白皮书、新闻报道等。据百度指数统计,2021年6月28日,元宇宙的搜索指数从之前的0暴涨至765,2021年12月13日元宇宙搜索指数达到峰值126 575。据CNKI以篇名检索“元宇宙”统计,2021年6月之前关于元宇宙的研究文献极少,每年的研究文献均在5篇以内,2021年6—12月暴增至478篇。中国元宇宙研究主题涉及现实世界、区块链、概念股、虚拟世界、数字孪生、人工智能、虚拟现实、下一

代互联网、云计算、虚拟场景、虚拟人、移动互联网、教育元宇宙、交互技术等内容。据 Web of Science 以篇名检索“metaverse”统计,截至 2022 年 2 月 17 日,元宇宙学术论文仅有 140 篇,其中 2021 年发表 116 篇,占总数的 82.9%;韩语发表的学术论文 107 篇,占总数的 76.4%;英语发表的学术论文 32 篇,占总数的 22.8%,西班牙语发表的学术论文 1 篇,占总数的 0.8%;科学技术、计算机科学、人文艺术、教育、工程研究主题位居前列,分别占总数的 18.5%、15.7%、10.7%、10.7% 和 10.0%。专家学者迅速开展元宇宙研究,还相继出版了普及元宇宙、元宇宙前瞻性探索、元宇宙新经济等方面的著作,发布了元宇宙研究报告和白皮书。清华大学新媒体研究中心分别于 2021 年 10 月、2022 年 1 月发布了《2020—2021 元宇宙发展研究报告》和《元宇宙发展研究报告 2.0 版》,介绍了元宇宙的缘起、概念与属性、技术与产业链、场景应用、风险点及治理、热点和未来展望等内容。<sup>[24]</sup>其他研究机构还发布了《2021—2022 年中国元宇宙行业用户行为分析热点报告》《2021—2022 元宇宙报告》《2022 年通信元宇宙行业研究报告》《中国元宇宙白皮书》《2022 年中国元宇宙市场十大预测》等。总体来说,元宇宙研究呈现爆炸式增长,引发了研究者的高度关注。元宇宙研究可以归纳为两大类:一类是从宇宙学角度研究元宇宙;另一类是借助元宇宙隐喻,从计算机、教育学、医学、经济等其他学科视角研究元宇宙。人们对元宇宙的态度可以分为三种:一是积极拥抱元宇宙,体现了技术乐观主义;二是认为元宇宙是“伪概念”“伪命题”“资本骗局”,存在重大风险隐患等,体现了技术悲观主义;三是对元宇宙持观望态度,理性看待元宇宙将会对人类和社会发展产生的影响与变革,体现了技术中性论。

## 2.2 元宇宙八大研究趋势

调研国内外研究文献,结合元宇宙产业发展情况,梳理发现元宇宙呈现八大研究趋势:

一是元宇宙理论。元宇宙还是新鲜事物,未来需要加强元宇宙定义、内涵、本质、特征等方面的研究。元宇宙理论基础有沉浸理论、虚拟现实理论、增强现实理论、不完全契约理论、开放复杂巨系统理论、大成智慧学、复杂性科学、媒介规范理论、三个世界理论(物理世界、精神世界、知识世界)等。元宇宙是复杂的人造系统,需要从哲学、社会学、管理学、教育学、人工智能等多学科和跨学科角度开展研究。

二是元宇宙政策法规和标准规范。元宇宙已经吸引了政界关注,地方政府率先发布了元宇宙政策,

致力于抢占新一轮科技革命。元宇宙中的虚拟人行为犯罪,与之对应的现实人需要承担法律责任。元宇宙中的行为主体,需要遵循元宇宙虚拟社会规范和伦理道德。现实世界的政策法规是否适合虚拟世界,如何构建适切元宇宙的政策法规,元宇宙将会对现实政策法规产生哪些冲击和影响,以及元宇宙标准规范等都亟待研究。

三是元宇宙战略规划与架构设计。当前,元宇宙产品还是“元宇宙孤岛”,多个元宇宙产品之间实现智能互联是一项重大的挑战,也是提升人类宇宙感的重要战略。元宇宙是典型的复杂人造宇宙,由此决定了战略规划与架构设计的重要性,其体系架构包括体系参考模型、系统互操作、应用行为逻辑、技术参考架构、分层核心技术等。未来将继续加强元宇宙战略规划与架构设计研究,迫切需要开展多领域的元宇宙架构设计研究。

四是元宇宙关键技术。元宇宙是数字技术的集成,涉及六类技术:①**新型通信技术**,如移动互联网(5G/6G、WiFi6)、触觉互联网(技能互联网)、卫星互联网、量子通信技术、卫星通信技术等,尤其是触觉互联网能够促进人类感知觉、技能与互联网深度融合,延伸人类技能,实现人机智慧互联,加快了人类迈向“人机共融”“人机共创”时代<sup>[25]</sup>。新型通信技术是实现现实世界与元宇宙智能互联的信息通道。②**虚拟仿真技术**,如 VR/AR/MR、仿真技术、3D 建模技术、虚拟人技术(虚拟身份、AI 虚拟人、AI 虚拟主播)等。③**去中心化技术**,如区块链技术、NFT 技术、分布式存储等。④**算力技术**,如云计算、边缘计算、雾计算、霾计算、普适计算等。元宇宙触觉交互、虚拟环境、图形显示等需要更强大的算力。⑤**数字孪生技术**,如人工智能技术、3D 仿真技术、三维地理空间技术、数据可视化技术、AIoT 技术等。⑥**终端交互技术**,如脑机接口、智能机器人、裸眼 3D 技术、4D 触感技术、全息影像技术、沉浸技术、触觉手套、电子触觉皮肤、腕带式 AR 传感器、VR 头显(虚拟现实头盔)、智能眼镜(AR 眼镜)、虚拟现实(VR)耳机、智能手机等。

五是元宇宙场景/环境构建。元宇宙是现实世界的数字孪生,因而元宇宙场景/环境构建极其重要。元宇宙场景/环境的建设水平,将决定元宇宙的发展水平。元宇宙可以看作是可以互联网访问的共享虚拟环境。3D 资源、虚拟现实环境、全息环境等建设需要较大工作量,元宇宙场景/环境构建更需要巨大的工作量。元宇宙对虚拟现实、数据中心、数据孪生等具有极大依赖性,尤其是对网络带宽、算力、分布式



存储、实时触感交互、云服务等具有极高的要求,由此将会导致电力消耗的激增而需要付出较大的环境保护成本。如何利用人工智能技术、大数据技术降低元宇宙场景/环境构建的工作量,降低元宇宙建设成本将是一项重大的挑战。

六是元宇宙应用场景。元宇宙受到业界广泛关注,全球加快了元宇宙应用场景探索。元宇宙应用场景涉及游戏娱乐、社交体验、健身、沉浸式商务、线上办公、文化旅游、古迹保护、建筑工程设计、学习和教育、虚拟医疗、AI虚拟直播、行政服务等。总体来看,当前众多企业布局元宇宙产业,元宇宙应用尚处于起步阶段,其应用场景还需要深入挖掘。

七是元宇宙经济与产业。全球数字化转型背景下,相对于实体经济而言,数字经济所占的比重显著增加。元宇宙是未来数字经济的主要载体,是最具代表性的数字经济。元宇宙产业蓄势待发,将激发元宇宙经济和产业活力,形成元宇宙产业生态链。元宇宙经济和产业是全新的数字经济和产业,元宇宙经济和产业研究将是一项全新的课题。

八是元宇宙治理。现实世界中社会契约主宰人类文明,元宇宙中数学契约、算法契约和社会契约共同缔造人类数字文明。元宇宙创造了人类数字文明

新时代,与此同时也会带来虚拟人个人隐私与数据安全、虚拟社会秩序失衡、虚拟社会规则重塑、算法公平等安全隐患,更需要加强数字资产交易、数字资产权属、数字作品版权保护等方面的治理。

### 2.3 元宇宙纳入战略规划

从全球看,中国、韩国、美国等国家政府、企业纷纷制定元宇宙发展战略,推动元宇宙产业发展。2021年5月18日,韩国科学技术和信息通信部发起成立“元宇宙联盟”。2021年8月31日,韩国财政部发布2022年预算,计划投资2000万美元开发元宇宙平台。2021年11月,韩国首尔率先发布了《元宇宙首尔基本计划(2022—2026)》。

中国的上海、浙江、江苏无锡滨湖区、北京通州区等地相继发布元宇宙相关战略政策(如表1所示)。2021年12月,上海市经济和信息化委员会发布《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》以及电子信息制造业、软件和信息服务业两个专项规划,大力推进数字经济和元宇宙,致力于打造电子信息产业高端产业集群<sup>[26]</sup>。浙江省将元宇宙列为未来产业技术重点方向之一。江苏无锡市滨湖区率先发布了首个元宇宙生态产业发展专项规划,北京市通州区明确了元宇宙创新引领发展的八条措施。

表1 元宇宙相关战略政策

省市	发布时间	发布单位	政策名称	元宇宙相关要点
上海	2021-12-24	上海市经济和信息化委员会	上海市电子信息产业发展“十四五”规划	加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发,推进深化感知交互的新型终端研制和系统化的虚拟内容建设,探索行业应用。
	2021-12-24	上海市经济和信息化委员会	上海市电子信息制造业发展“十四五”规划	前瞻部署量子计算、第三代半导体、6G通信和元宇宙等领域,积极关注和培育元宇宙相关技术的发展。
	2021-12-24	上海市经济和信息化委员会	上海市软件和信息服务业发展“十四五”规划	AIoT、云原生、元宇宙、量子计算等新一代信息技术创新动能澎湃,日益融入经济社会发展各领域。
浙江	2022-01-05	浙江省数字经济發展领导小组办公室	关于浙江省未来产业先导区建设的指导意见	元宇宙列为未来产业技术重点方向。
江苏	2021-01-01	江苏省无锡市滨湖区	太湖湾科创带引领区元宇宙生态产业发展规划	推动元宇宙技术在多领域深度应用,打造元宇宙核心产业区、元宇宙创新孵化园、元宇宙先进智造地。
北京	2022-01-19	北京通州区	关于加快北京城市副中心元宇宙创新引领发展的八条措施	规划“1个创新中心+N个特色主题园区”的元宇宙产业空间布局。8条措施:产业布局、基金引导、产权保护、房租补贴、产业引导、人才引进、国际合作、示范应用。

此外,2021年11月18日,张家界成立全国首个元宇宙研究中心,致力于研究元宇宙旅游产业发展,推动旅游经济的数字化转型。“元宇宙创新实验室”“元宇宙研究院”“元宇宙教育实验室”“元宇宙未来艺术研究所”“元宇宙NFT实验室”等研究机构纷纷成立,还诞生了新的职业“元宇宙首席分析师”。在战略

政策、研究机构的推动下,元宇宙呈现蓬勃发展态势。

## 3 元宇宙变革人类教育的潜能

### 3.1 元宇宙变革医疗与医学教育

元宇宙在医疗、医学教育中的潜能蓄势待发,新兴技术正在潜入医疗预防、诊断、治疗和医学教育。

当前医疗领域正在积极引入5G、VR/AR/MR、AI、区块链、大数据、触觉互联网等技术,这些技术在患者诊疗、诊断和医师培训等方面显示出巨大的潜能,越来越多的医疗机构开始采用虚拟现实技术进行在线培训和辅助治疗。例如,2021年,Precision OS公司发布了全球首个VR全互动机器人平台,外科医师可以借助具有触觉反馈功能的交互式机器人训练环境,在逼真的数字手术室中模拟手术过程,提升医师诊疗技术。3D器官VR解剖(3D Organon VR)可以代替传统的尸体解剖,用数字技术塑造尸体,解决大体教师数量有限,医学生实习机会少的困境,还可以更好地普及人体结构,让人们以全新的方式全方位观察人体。3D-body解剖、维萨里3D解剖、医维度3D人体解剖、解剖大师(master of anatomy)、影像解剖图谱、3D人体解剖图谱、数字人体、口袋人体解剖、人体解剖3D模型等APP已经成为人类学习解剖知识的重要资源。VR在改善视力、焦虑症治疗、抑郁症治疗、物理治疗、心理治疗等方面具有广泛的应用前景。AR可以帮助外科医师进行精准操作提高手术效率。例如,利用AR手术导航技术,可以让医师事先了解患者身体结构,更加精准地开展脊柱、心外、开颅、器官移植等复杂手术。AR技术可以清晰展示患者体内静脉位置,让护士更容易进行静脉注射。传统的医学影像诊断需要依靠人工识别,而人工智能辅助诊断可以显著提高诊断的精准率,降低影像医师工作量,由此改变外科医师的学习方式,突破用塑料模型或遗体进行教学的方式,而且可以重复开展多种外科手术技能训练,加快培养专家型医师。人工智能在医疗影像诊断领域具有极大的潜能和广阔的应用前景。基于5G、VR、触觉互联网等技术的远程问诊和远程手术,正在开启人类智慧治疗新时代。这些应用还处于元宇宙体验和沉浸的境界,人类以数字人身份在元宇宙中先进行预诊断和治疗,则是达到融入元宇宙的境界。

医疗研究机构和企业已经开始超前部署元宇宙,探索运用元宇宙变革医疗和医学教育。2021年11月4日,Treatment公司宣布建设全球“医疗元宇宙”(medical metaverse),将重新定义全球远程医疗和医疗保健<sup>[27]</sup>。Veyond Metaverse公司为医学教育、手术计划和培训、辅助外科手术、制药、肿瘤治疗和诊断等提供全新的、颠覆性的XR技术。2021年12月,韩国成立了元宇宙医生联盟(metaverse doctors alliance,MDA)<sup>[28]</sup>。这是一项在全球范围内提供虚拟医疗服务的新举措。元宇宙将会给人们带来更大的医疗机

会,让人们获得全球范围内可访问的公平的医疗保健服务。区块链能够解决身份认证、数据安全、医疗记录等个人隐私和数据安全隐患,可以让医疗服务、诊疗过程和支付流程等业务更加透明。Medicalholodeck被称为用于3D手术计划和医学教育的元宇宙,包含医学影像XR(medical imaging XR)、解剖大师XR(dissection master XR)和解剖学大师XR(anatomy master XR)三个APP应用程序<sup>[29]</sup>;医学影像XR支持在虚拟现实中处理3D医学图像数据;解剖大师XR可用于在虚拟现实中进行解剖教学;解剖学大师XR包括完整的女性和男性人体解剖结构,可用于查看整体人模型,学习骨骼、肌肉、动静脉、神经等人体各大系统。在元宇宙中,可以通过虚拟方式直观查看患者DICOM数据、做好3D手术准备、模拟手术计划等提高手术的精准性。新冠肺炎疫情加速了新兴技术在医疗领域中的应用,也凸显了全球人口健康管理的脆弱性。健康元宇宙(health metaverse)可能是解决全球医疗挑战的创新解决方案之一,全球医疗系统正迎来一场深刻的数字变革<sup>[30]</sup>。元宇宙在医疗领域具有极大的潜能,将会在医疗教育改革中发挥重要作用<sup>[31]</sup>。

### 3.2 元宇宙与现实世界重塑虚实共融智慧学习环境

元宇宙问世以来受到广泛热议,对人类社会的影响和变革具有巨大潜能。医疗和医学教育是元宇宙典型应用领域之一,正在医疗和医学教育领域初显魅力。元宇宙对于人类教育而言,正在与现实世界协同重塑虚实共融智慧学习环境,由此而对整个人类教育体系产生全方位、全时空、全覆盖、全要素的影响和变革。具体来说,元宇宙对人类教育至少在以下五个方面具有潜能:一是元宇宙升级在线教育,可以有效弥补传统在线教育情感缺失、临场感缺失、交互性弱等方面的缺陷<sup>[32]</sup>;二是元宇宙具有较强的“沉浸感”“真实感”,可以更有效地开展基于虚实触觉交互、情感交互、感知交互的沉浸学习、实景学习和仿真学习;三是元宇宙通过数字孪生连接现实教育系统,有助于开展教育系统发展的仿真推演与仿真治理,为现实世界教育治理提供决策依据;四是元宇宙营造跨越现实世界的虚拟时空,突破现实世界的时空限制,人们可以在元宇宙中畅游思想之旅,开展元宇宙实验,验证现实世界中的思想实验;五是元宇宙赋予人类数字永生,拓展人类生存场域,有助于人类突破物理现实、拓展生命体验,激发人类创新欲望,释放人类创造力。

## 4 元宇宙未来教育应用展望

当前,人们对元宇宙寄予厚望,殷切期待元宇宙



给人类社会带来的深刻影响和变革。元宇宙作为典型的智能人造物,符合机器人的“恐怖谷理论”。当元宇宙和现实世界相似达到特定的程度,人们则会容易混淆现实世界和元宇宙,对元宇宙表现出反感和抵制。元宇宙不能取代现实世界,而是与现实世界共生、共融、共创。尽管元宇宙变革人类教育具有巨大潜能;但是,元宇宙不可能完全取代现实世界中的人类教育,不能改变人类教育的本质,而是丰富了人类学习资源形态,延伸了人类学习活动,拓展了人类学习和教学方式,重塑了一种虚拟智慧学习环境,形成了虚实共融的教育系统新生态。

### 参考文献

- [1] 中国大百科全书出版社编辑部.中国大百科全书[M].北京:中国大百科全书出版社,1998:5899.
- [2] 何新.双元宇宙的象征:论刘再复的散文诗[J].文艺评论,1985(6):92-98.
- [3] What Is The Metaverse In Snow Crash? [EB/OL].<https://metaversio.io/what-is-the-metaverse-in-snow-crash>, 2021-11-05.
- [4] 韩民青.宇宙的结构、演化与人类的作用新探:元宇宙、本宇宙、超宇宙与人类[J].东岳论丛,2002(1):41-49.
- [5] 韩民青.宇宙的层次与元宇宙[J].哲学研究,2002(2):28-34.
- [6] 黄欣荣,曹贤平.元宇宙的技术本质与哲学意义[J].新疆师范大学学报:哲学社会科学版,2022(3):1-8.
- [7] 张夏恒,李想.国外元宇宙领域研究现状、热点及启示[J].产业经济评论,2022(1):1-15.
- [8] 陈昌凤,黄家圣.“新闻”的再定义:元宇宙技术在媒体中的应用[J].新闻界,2022(1):55-63.
- [9] 姜圣瑜.“元宇宙”与新闻传播[J].城市党报研究,2021(12):1.
- [10] The Seoul Metropolitan Government. Seoul to provide public services through its own metaverse platform[EB/OL].<https://english.seoul.go.kr/seoul-first-local-govt-to-start-new-concept-public-service-with-metaverse-platform/>, 2021-11-05.
- [11] 陈刚,董浩宇.北京大学学者发布元宇宙特征与属性 ST-ART 图谱[EB/OL].<https://m.gmw.cn/baijia/2021-11/19/35323118.html>, 2021-11-19.
- [12] 蒲清平,向往.元宇宙及其对人类社会的影响与变革[J].重庆大学学报:社会科学版,2022(1):1-12.
- [13] 袁园,杨永忠.走向元宇宙:一种新型数字经济的机理与逻辑[J].深圳大学学报:人文社会科学版,2022,39(1):84-94.
- [14] 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.
- [15] 华子荀,付道明.学习元宇宙之内涵、机理、架构与应用研究:兼及虚拟化身学习促进效果[J].远程教育杂志,2022,40(1):26-36.
- [16] 管筱璞,李云舒.元宇宙如何改写人类社会生活[EB/OL].[https://www.ccdi.gov.cn/toutiaon/202112/t20211223\\_160087.html](https://www.ccdi.gov.cn/toutiaon/202112/t20211223_160087.html), 2021-12-23.
- [17] LI J. China Insight: The Certainty and Uncertainty of the Metaverse[EB/OL].<https://wwd.com/business-news/technology/china-insight-certainty-uncertainty-metaverse-1235038809/#!>, 2022-01-28.
- [18] CoinYuppie. Amazon: The Essence of the Metaverse is Still Cloud Computing[EB/OL].<https://coinyuppie.com/amazon-the-essence-of-the-metaverse-is-still-cloud-computing/>, 2021-12-03.
- [19] KOH J M. New Medical Society Studies How Metaverse Will Change Healthcare[EB/OL].<http://www.koreabiomed.com/news/articleView.html?idxno=13049>, 2022-01-31.
- [20] NIE H H, LI J. Why China's Buying Into the "Metaverse" Hype? Can Chinese Firms and Local Officials Get in on the Ground Floor of the Next Tech Revolution? [EB/OL].<https://www.sixthtone.com/news/1009494/why-chinas-buying-into-the-metaverse-hype>, 2022-01-26.
- [21] CoinYuppie. Internet Giants may be the Biggest Obstacle to Entering the Metaverse Era[EB/OL].<https://coinyuppie.com/internet-giants-may-be-the-biggest-obstacle-to-entering-the-metaverse-era/>, 2021-10-14.
- [22] Gill J K. Responsible Metaverse Characteristics and its Importance[EB/OL].<https://www.akira.ai/blog/responsible-metaverse-use-cases>, 2021-11-09.
- [23] BoomSpace. Characteristics of the Metaverse[EB/OL].<https://docs.boomspace.fi/metaverse/characteristics-of-the-metaverse>, 2022-02-08.
- [24] 清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心.元宇宙对传媒产业的4大影响:清华大学发布《元宇宙发展研究报告2.0版》[EB/OL].[https://www.sohu.com/a/519141260\\_257199](https://www.sohu.com/a/519141260_257199), 2022-01-26.
- [25] 王运武,陈祎雯,王藤藤,等.5G时代的触觉互联网变革未来在线教育[J].数字教育,2021(4):12-19.
- [26] 上海市经济和信息化委员会.上海市经济和信息化委员会关于印发《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》的通知[EB/OL].<http://www.sheitc.sh.gov.cn/cyfz/20211230/99677f56ada245ac834e12bb3dd214a9.html>, 2021-12-30.

(下转第133页)

新,激发教师发展内在动力,鼓励教师在不断拓宽知识广度的基础上增加知识的深度;同时,促进教师在知识扩展与学科交叉中重组知识结构,既要及时吸纳本学科领域知识,也要善于发现不同领域知识之间的融通性,实现不同类别知识间的交叉整合、综合运用。

### 3.3 搭建平台,鼓励组建创新团队

传统的以“校—院—系—教研室”为中心的学术组织模式,制约了教师学科知识的跨界发展。“新医科”背景下,高等医学院校应围绕重点学科群,建立开放的、跨学科、跨专业的学科集成平台,突破有形或无形边界,鼓励教师结合自身学科优势组建交叉学科群和创新团队,进行原创性、系统性、引领性研究,通过医学学科发展带动医学教育模式创新,探索多学科交叉融合的“新医科”人才培养模式。

当前全球政治格局、治理体系、安全形势、科技进步等领域正发生着历史性变革。国际竞争日益激烈,这不仅是经济、政治、文化的竞争,更是人才的竞争。高校是人才培养的主阵地,高校教师是实现“新医科”建设的重要资源,也是学校可持续发展的关键因素。高校教师队伍建设是高校改革和发展的应有之义,“新医科”建设也必然将教师队伍建设摆在突出位置,只有打造一支充满活力、具有前沿意识、热爱教育事业、具有时代使命和历史责任感的教师队伍,才能实现“新医科”人才培养的目标,真正实现中国从高等教育大国向高等教育强国的历史性跨越。

### 参考文献

- [1] 中国共产党第十八届中央委员会.中国共产党第十八届中央委员会第五次全体会议公报[Z].北京:中国共产党第十八届中央委员会,2015-10-29.
  - [2] 中国共产党中央委员会,中华人民共和国国务院.中共中央国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》[Z].北京:中国共产党中央委员会,中华人民共和国国务院,2016-10-25.
  - [3] 闻德亮.由新冠肺炎疫情防控引发的医学教育思考[J].中国高教研究,2020(5):43-48.
  - [4] 沈瑞林,王运来.“新医科”建设逻辑、问题与行动路径研究[J].医学与哲学,2020(12):69-73.
  - [5] 彭树涛.加快建设“新医科”着力培养卓越医学创新人才[J].中国高等医学教育,2020(9):35-37.
  - [6] 易丽,夏建国,王娟.新工科“双师”队伍建设的诉求与探索[J].高等工程教育,2020(4):61-65.
  - [7] 原帅,黄宗英,贺飞.交叉与融合下学科建设的思考:以北京大学为例[J].中国高校科技,2019(12):4-7.
  - [8] 顾丹丹,钮晓音.“新医科”内涵建设及实施路径的思考[J].中国高等医学教育,2018(8):17-18.
  - [9] 张建红.新形势下高校师德建设长效机制探析[J].思想理论教育导刊,2018(4):112-115.
  - [10] 赵炬明.美国大学教师管理研究(上)[J].高等工程教育研究,2011(5):59-71.
  - [11] 潘楠.“新医科”背景下医学高校师资队伍建设的思考与对策[J].就业与保障,2020(1):130-131.
  - [12] 何珂,汪玲.健康中国背景下“新医科”发展战略研究[J].中国工程科学,2019(2):98-102.
- ~~~~~
- (上接第129页)
- [27] Treatment. Treatment Announces Global Medical Metaverse[EB/OL]. <https://treatment.com/2021/11/04/treatment-announces-global-medical-metaverse/>, 2021-11-04.
  - [28] Medicaloid. Blockchain, the Metaverse, and Medtech[EB/OL]. <https://medicaloid.com/blockchain-the-metaverse-and-medtech>, 2022-01-20.
  - [29] Medicalholodeck. The Medical Metaverse for 3D Surgical Planning and Medical Education[EB/OL]. <https://www.medicalholodeck.com/en/#download>, 2022-02-11.
  - [30] Gomez J W. The Health Metaverse-A New Frontier?[EB/OL]. <https://coruzant.com/health-tech/the-health-metaverse-a-new-frontier/>, 2021-06-17.
  - [31] Our Planet. The Role of Metaverse in Revolutionizing Medical Education[EB/OL]. <https://ourplanet.com/metaverse-medical-education/>, 2021-12-10.
  - [32] 王运武,王宇茹,洪俐,等.5G时代直播教育:创新在线教育形态[J].现代远程教育研究,2021,33(1):105-112.