

专利视域下元宇宙技术发展现状以及创新合作网络分析

郭小妮¹, 江瑶^{1*}, 陈旭²

¹上海工程技术大学管理学院, 上海

²上海应用技术大学经济与管理学院, 上海

收稿日期: 2023年7月21日; 录用日期: 2023年10月16日; 发布日期: 2023年10月24日

摘要

本文从专利申请状态分布与演化的视角, 分析元宇宙专利技术的整体发展态势及其变化, 进一步促进未来元宇宙产业的专利市场布局。本文基于专利数据库, 采集2003~2023年6月相关专利数据, 对所获得的数据进行预处理, 并对该技术领域专利的申请趋势、专利申请人、专利申请国别、核心技术分类等特征进行分布和演化分析, 并分析不同时间段下元宇宙技术社会合作网络关系的演化。通过专利信息结合本文的分析方法, 结果显示: 1) 元宇宙专利技术申请量持续增长, 高产申请人多数为互联网科技企业; 2) 中美在元宇宙领域优势突出, 中国专利申请量大但跨地域合作少, 美国专利布局全球。元宇宙技术包括多个高精尖数智技术领域, 应用广泛; 3) 全球元宇宙专利合作网络规模扩大, 但分散度高, 专利合作网络缺乏多元化创新合作, 存在核心节点、次核心节点及边缘节点的层次结构。

关键词

元宇宙, 创新合作网络, 社会网络分析

Analysis of Metaverse State of the Art and Innovation Cooperation Network from the Perspective of Patent

Xiaoni Guo¹, Yao Jiang^{1*}, Xu Chen²

¹School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

²School of Economics and Management, Shanghai Institute of Technology, Shanghai

Received: Jul. 21st, 2023; accepted: Oct. 16th, 2023; published: Oct. 24th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 郭小妮, 江瑶, 陈旭. 专利视域下元宇宙技术发展现状以及创新合作网络分析[J]. 运筹与模糊学, 2023, 13(5): 5411-5426. DOI: 10.12677/orf.2023.135542

Abstract

This article analyzes the overall development trend and changes of metaverse patent technology from the perspective of the distribution and evolution of patent application status, in order to further promote the layout of the patent market in the future metaverse industry. This article is based on a patent database to collect relevant patent data from 2003 to June 2023, preprocess the obtained data, and analyze the distribution and evolution of patent application trends, patent applicants, patent application countries, core technology classifications, and other characteristics in this technology field. It also analyzes the evolution of social cooperation network relationships in the metaverse technology at different time periods. By combining patent information with the analysis method in this article, the results show that: 1) the number of patent applications for metaverse technology continues to grow, with the majority of high-yield applicants being internet technology enterprises; 2) China and the United States have outstanding advantages in the metaverse field, with a large number of Chinese patent applications but limited cross regional cooperation. The United States has a global patent layout. Metaverse technology includes multiple fields of high-precision and cutting-edge digital intelligence technology, with wide applications; 3) The global meta universe patent cooperation network has expanded in scale, but has a high degree of dispersity. The patent cooperation network lacks diversified innovation cooperation and has a hierarchical structure of core nodes, sub core nodes and edge nodes.

Keywords

Metaverse, Innovation Cooperation Network, Social Network Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近期, 国家标准化管理委员会发布了 2022 年第四批推荐性国家标准计划, 5 项数字化转型国家标准正式获批立项。这些国家标准是通用性的, 可以指导各类组织系统性、全局性地推进数字化转型, 供应链各类参与主体提供了重要的参考指引, 帮助他们科学认识并系统构建数字化供应链。元宇宙概念和数字化转型相互契合、相辅相成, 随着元宇宙概念的提出, 元宇宙可以更好地支持数字化转型的建设和发展。因此, 为加速中国经济的转型和发展, 各地纷纷加快元宇宙布局 and 建设的步伐, 以适应新时代数字经济发展的需要。上海智慧城市发展研究发表了《2022 元宇宙产业技术和创新应用白皮书》, 指出元宇宙是推动数字经济底层关键技术的突破, 可以带动数字经济实现质的飞跃; 北京和重庆相继颁布了《关于加快北京城市副中心元宇宙生态农业发展归化》、《渝北区元宇宙产业创新发展行动计划(2022~2024 年)》, 推进元宇宙示范应用, 构建协同创新平台。在国外, 韩国、日本和欧盟都在积极发展元宇宙技术, 并成立了相关的联盟或团体, 旨在将其打造成为元宇宙城市或元宇宙发达国家。同时, 欧盟也在广泛征求各方对于元宇宙新政策的建议和意见。元宇宙作为未来增加最迅猛的领域之一, 使得各个行业和国家都加紧了对它的观察和了解, 世界各国都对元宇宙出台了相关的政策, 在全球主要国家的积极推动下, 元宇宙能够实现不同领域内的融合。当前, 元宇宙产业仍处于奠基阶段, 受到技术发展和应用场景的限制, 离全面覆盖和生态完备还有较长距离。忽略深层核心技术挖掘和过度迎合概念热潮可能带来的风险, 因此需要密切关注技术趋势和创新成果。专利是体现技术创新和成果传递的重要载体[1], 可以通过

建立联盟并共同申请专利促进技术的快速迭代和发展，为产业注入新活力。因此，从专利合作的角度探讨元宇宙技术专利发展现状以及合作网络特征情况对于推动元宇宙产业的发展具有重要意义。

在元宇宙方面，其研究主要集中在元宇宙的概念、特征、关键技术、应用空间以及发展等。现如今对于元宇宙的概念还未形成统一的定论，不同的学者对此都有不同的定义。吴松强[2]等学者从科学和技术的角度，认为元宇宙是技术和社会交融的复杂系统。喻国明[3]从技术角度出发，指出元宇宙就是以区块链技术为核心的 web3.0 数字媒介生态。王俊和苏立君[4]指出元宇宙是具备构建虚拟时空的新型网络技术集合。从社会空间角度出发，罗有成[5]则指出元宇宙是数字技术基础下的虚实相生的数字虚拟社会。同样，郭海、刘成、G. Zheng 等[6] [7] [8]人也认为元宇宙是一个虚实相融的数字世界，且以前沿智能技术为提托。关于元宇宙的特征，多数学者的观点大致如下：第一，虚实交互，通过各种智能技术及数字技术，将用户带入现实与虚拟交互的社会中，突破传统现实的限制[9] [10] [11]。第二，技术聚集，是推动元宇宙发展与成长的基础。多种复杂先进的数字智能技术的相互配合支持着物理世界与虚拟世界的融合[12] [13] [14]。第三，开放创造，元宇宙提供创作与实践场所，满足不同需求的用户进行活动和创造价值，拓展元宇宙范围，加快社会经济发展[15] [16] [17]。元宇宙是基于数字智能技术的综合集成，包括基础设施层、交互技术层和综合应用层三个层次[4]。基础设施层提供了区块链、物联网、云计算、雾计算等数智技术基础设施[18] [19]。交互技术层则依赖于扩展现实、脑机接口、数字孪生、人工智能等技术的支撑[20] [21] [22] [23]。综合应用层则涉及到游戏娱乐、实时教育、沉浸体验等领域中新的经济与商业模式[24] [25] [26]。随着元宇宙各种技术的发展，用户可以在其中享受更加丰富多彩的体验，加速元宇宙虚拟融合的世界在娱乐、教育和社交等领域的扩张。

本文通过分析元宇宙的发展背景后，从元宇宙专利申请趋势、区域分布、申请人等方面进行专利数据分析，深入刻画元宇宙的专利合作网络和演化规律，力促元宇宙技术的发展，并对该行业未来的趋势进行了解，这将有助于制定和部署元宇宙未来的技术规划。

2. 研究设计

2.1. 研究来源以及范围

本文专利数据采集总分为三个步骤：1、考虑到 incopat 数据库收录了全球 120 个国家 1 亿余条数据，数据收集全面，因此本文采用 incopat 数据库；2、在检索词设置上按照元宇宙技术的基础设施层、交互技术层和综合应用层三个层次设置关键词；3、本文的专利检索类型为发明专利，检索时间为 2003 年 1 月 1 日~2023 年 6 月 30 日，得到 30322 条数据，进行数据清洗，得到 20,601 条数据用于本文分析。

2.2. 研究方法

社会网络分析综合运用图论、数学模型来研究社会行动者之间的关系，以更清晰地了解专利合作状况。为尽可能减少专利合作数据年度波动对分析结果的影响，以 5 年为一个观测周期，分别给出了 2003~2007 年、2008~2012 年、2013~2017 年、2017~2023 年 6 月“元宇宙”专利数据合作网络图。本文通过社会网络分析法点度中心度、接近中心度、中介中心度等指标对元宇宙专利合作网络进行深入分析，网络指标及定义如下：

- 1) 点度中心度。表示网络图的整体中心性，体现集体网的集中程度。计算公式如下：

$$DC_i = \frac{K_i}{N-1} \quad (1)$$

式中， K_i 为所有与节点 i 相连的边的数量； N 为网络节点总数。

- 2) 接近中心度。又称整体中心度，表示一个节点与其他节点的最短路径之和，在有向网络中分为入

接近中心度和出接近中心度。计算公式如下：

$$BCi = \sum_{s \neq t, i \in V} \frac{\sigma_{st}(i)}{\sigma_{st}} \tag{2}$$

式中， V 为所有节点的集合； σ_{st} 为节点 s 到节点 t 的最短路径数量； $\sigma_{st}(i)$ 为节点 s 到节点 t 的最短路径中经过节点的数量。

3) 度数中心度。表示与一个节点直接相连的其他节点的个数，在有向网络中分为入度和出度。计算公式如下：

$$CCi = \frac{N-1}{\sum_{j=1}^{N-1} d_{i,j}} \tag{3}$$

式中， d_{ij} 为节点 i 和节点 j 之间的最短路径距离。

2.3. 研究框架

本研究分为三个阶段。第一阶段是获取与分析元宇宙专利创新数据，利用 IncoPat 专利数据库对技术领域专利进行检索和数据下载，将获得的数据集进行数据清洗和数据筛选，获得专利合作数据集。第二阶段为专利数据态势与演变分析：对抽取的专利申请数据数量、专利申请人、专利申请地域、主 IPC 分类号等信息进行分析。第三阶段是对元宇宙专利数据分阶段研究其专利合作和创新网络，按时间划分为五年一个时期，利用社会网络分析法在划分的每个阶段内分别进行演化研究，从相对中心度、中介中心度、接近中心度等维度对核心个体演化规律进行分析，从合作和创新网络图分析其创新个体的密集程度和合作程度，掌握不同的合作形式和合作态势，从而获得技术创新网络演化规律。本文创建了专利合作网络演化分析框架，如图 1 所示。

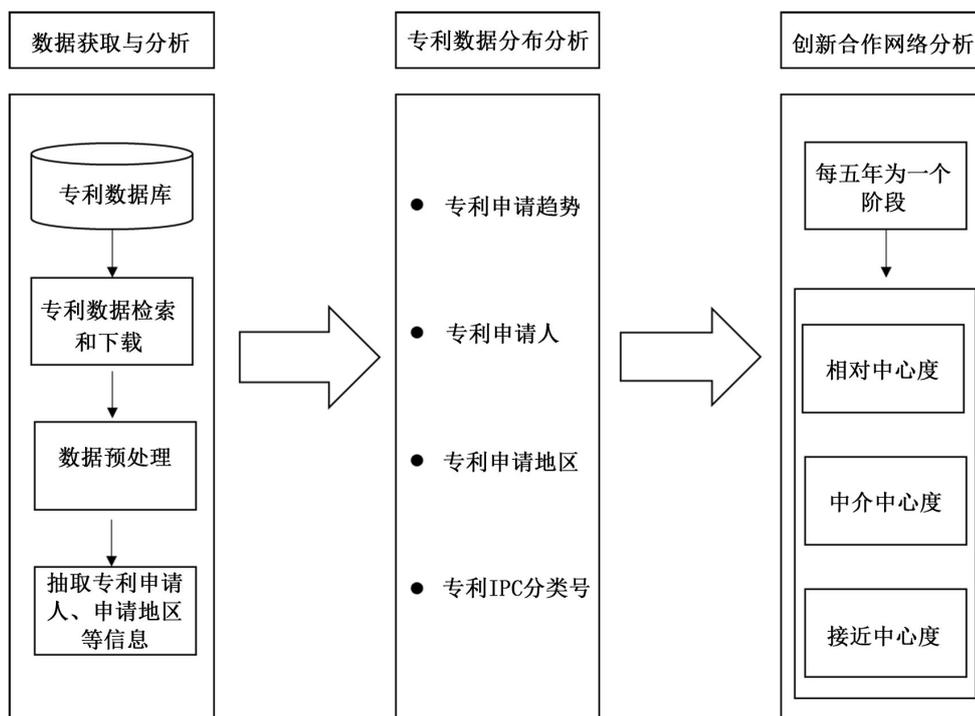


Figure 1. Metaverse patent data situation and collaborative network research flow chart
图 1. 元宇宙专利数据态势与合作网络研究流程图

3. 元宇宙专利数据分析

3.1. 专利申请趋势

专利申请趋势从宏观层面可以把握该领域的年度专利申请热度变化，绘制 2003~2023 年 6 月元宇宙技术领域专利申请图。

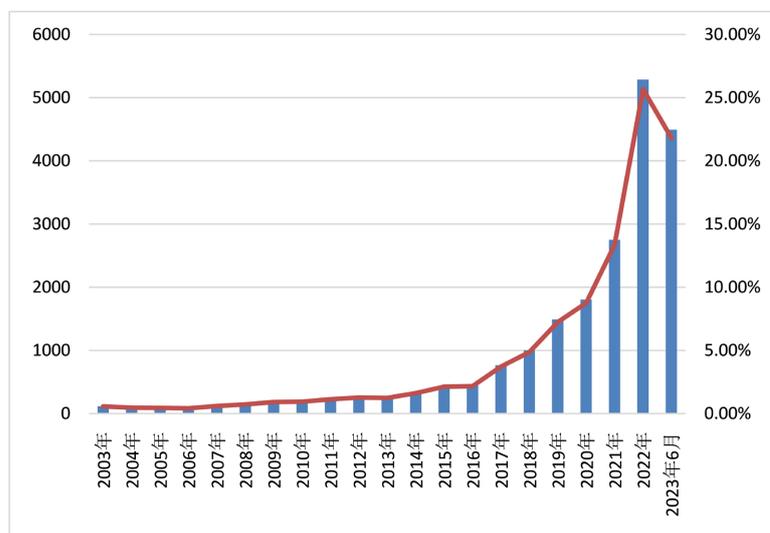


Figure 2. Trends in the number of metaverse patent applications from 2003 to June 2023

图 2. 2003~2023 年 6 月元宇宙专利申请量变化趋势

从元宇宙技术领域专利申请趋势看，如图 2 所示，年度分布总体呈现递增趋势，说明元宇宙技术研发活动越来越频繁，受重视程度日益增加。2003 年，元宇宙技术领域的专利申请量仅为 89 件，在 2007 年全球元宇宙领域专利申请量突破 100 件，在 2018 年全球元宇宙专利技术申请量突破 1000 件，2022 年数量达到顶峰，为 5287 件。

3.2. 专利申请人分析

为比较元宇宙专利技术的分布行业与市场潜在需求，评估该技术的创新发展态势，对元宇宙技术的专利申请人进行分析。

Table 1. Top 10 applicants in the total number of metaverse technology patent applications from 2003 to June 2023

表 1. 2003~2023 年 6 月元宇宙技术专利申请总量排名前 10 的申请人

申请人	申请数量
International Business Machines Corporation	481
Google Llc	388
Microsoft Technology Licensing Llc	366
Intel Corporation	323
合肥本源量子计算科技有限责任公司	209
北京百度网讯科技有限公司	188
D Wave Systems Inc	142
Northrop Grumman Systems Corporation	92
Rigetti Co Inc	86
如般量子科技有限公司	73

专利申请人是向专利局提出就某一发明取得专利请求的当事人，其主体可以是自然人，也可以是机构。表 1 是 2003~2023 年 6 月间，全球元宇宙技术专利申请总量排名前 10 的申请人。从表中可以看出，在这期间，在该领域提交专利申请数量最多的申请人为 International Business Machines Corporation，其申请总量为 481 件。其次是 Google Llc 和 Microsoft Technology Licensing Llc，申请专利数量分别为 388 件和 366 件。

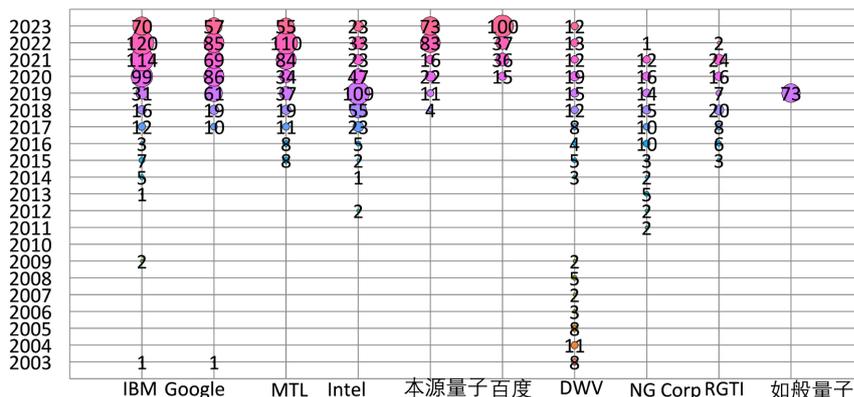


Figure 3. Trends of top 10 applicants in the global ranking of metaverse patent technology from 2003 to June 2023
图 3. 2003~2023 年 6 月元宇宙专利技术全球排名前 10 申请人申请趋势

从图 3 可以看出，International Business Machines Corporation 最早申请元宇宙技术专利的时间是在 2003 年，在 2016 年之前，该公司每年申请的专利数量都在个位数，在 2017~2022 年期间申请专利数量较多，且在 2020 年申请专利技术的数量高达 120 项。在 2003~2015 年期间，元宇宙这个新的概念还尚未进入大众视野，故在此阶段对于元宇宙技术的专利申请数量较少，但 2016、2017 年左右对于该技术领域的专利申请数量存在一定幅度的增加，在 2020 和 2021 这两年间申请数量较之前更多。

3.3. 专利申请地区分析

专利地区分布分析则是可以定量的研究一个地区在相关领域技术的研究情况，反应了该地区对技术的重视程度。统计全球元宇宙专利技术申请国家，并绘制元宇宙专利申请排名前 20 国家的图形。

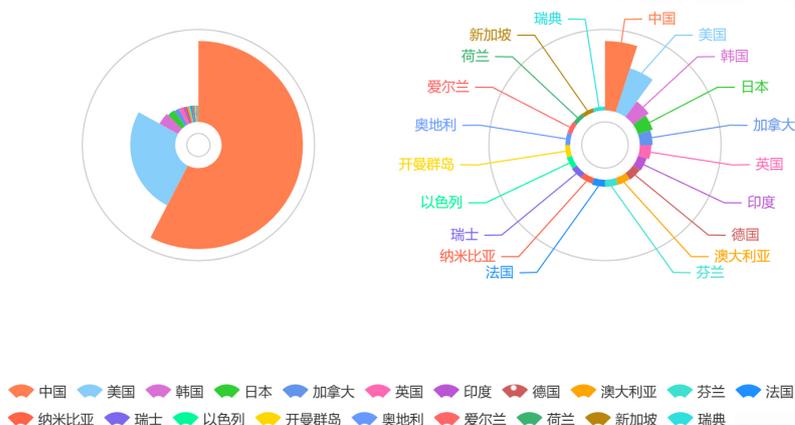


Figure 4. Distribution of top 20 metaverse patent applications in countries from 2003 to June 2023
图 4. 2003~2023 年 6 月元宇宙专利申请国家排名前 20 分布图

图 4 反映的是元宇宙技术专利申请国总量前 20 的国家,从图中可以看到,专利申请量最多的是中国,为 11526 件,占比 55.92%,其次分别是美国、韩国、日本、加拿大,数量分别达到 5019 件、388 件、883 件和 386 件。

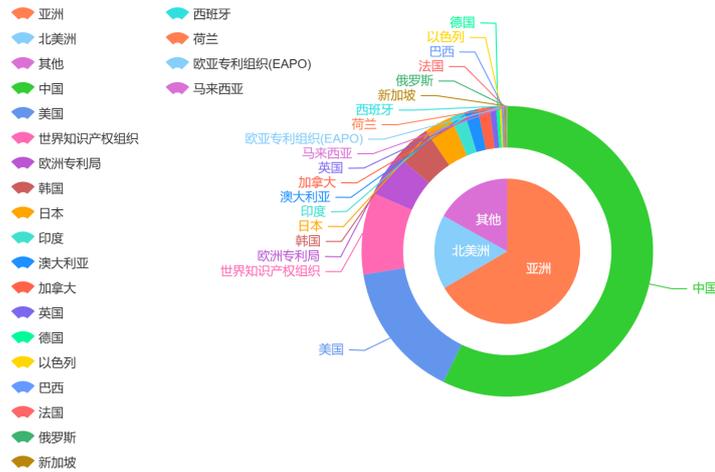


Figure 5. Distribution of Top 20 countries in metaverse patent disclosure from 2003 to June 2023
图 5. 2003~2023 年 6 月元宇宙专利公开国家排名前 20 分布图

图 5 反映的是元宇宙专利公开国总量前 20 的国家,分别是中国、美国、世界知识产权组织、欧洲专利局、韩国、日本、印度、澳大利亚、加拿大、英国、德国、以色列、巴西、法国、俄罗斯、新加坡、西班牙、荷兰、欧亚专利组织(EAPO)和马来西亚。从技术流入角度来看,专利占比排名第一的是中国,中国作为公开国的专利数量占比整个世界占比数量的 56.88%。从技术流出角度来看,专利占比排名第一的还是中国,中国作为申请国的专利数量占比整个世界的专利数量的 55.92%。这说明中国在该领域具有较强的研发实力,同时也是企业和科研机构进行专利布局的重点区域。其次,美国、韩国和日本的专利数量虽然比不上中国,但同样也是重要的研发中心和目标市场,在未来的市场竞争中可能占据优势地位。

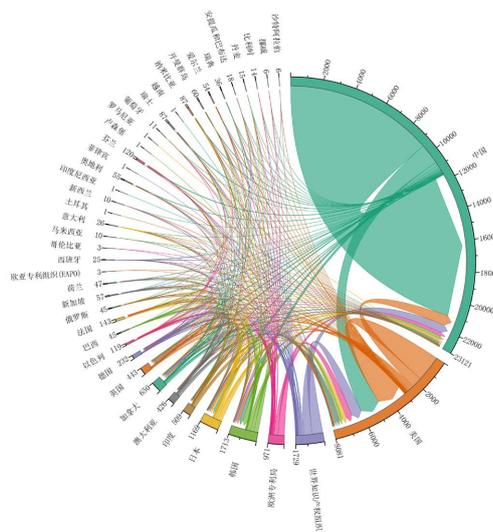


Figure 6. Flow chart of metaverse patent technology from 2003 to June 2023
图 6. 2003~2023 年 6 月元宇宙专利技术流向图

如图 6 所示, 中国的专利申请人更倾向在本国申请专利, 国际专利数量较少。而美国大约有 63.38% 的专利在本国申请, 美国对外布局的专利最多, 几乎在每个元宇宙技术研究较多的国家和地区都有专利布局, 远远超过其他国家的对外布局, 显然, 美国更加关注海外市场, 在市场竞争中更倾向选择全球化战略。中国、韩国、日本、美国等被外国布局的专利较多, 说明这几个国家和地区是全球最大的元宇宙技术目标市场。

3.4. 技术构成分析

依据 IPC 分类号可以分析元宇宙技术研发的技术类别以及各技术分支的创新热度情况。

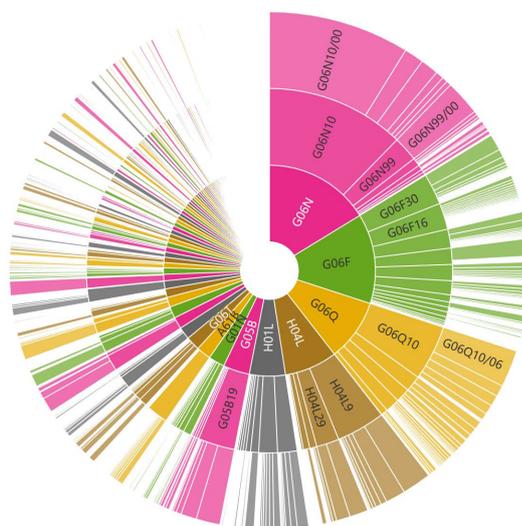


Figure 7. Global metaverse technology composition from 2003 to June 2023
图 7. 2003~2023 年 6 月全球元宇宙领域技术构成情况

见图 7, 世界范围内对元宇宙技术的研究成果以 G06N10/00 类最多(1238 件), 其次是 G06Q10/06 (327 件)及 G06N99/00 (312 件)。从图中可以看出元宇宙领域中的技术构成十分的复杂, 是一个由各种先进技术所构成的庞大的技术范围, 着重在量子计算, 即基于量子力学现象的信息处理基于特定计算模型的计算机系统、数字信息的传输、自适应控制系统、计算机控制系统、包括使用所述系统的模型或模拟器的系统、防止未经允许从数据传输信道取出数据的装置、保密或安全通信系统中检验用户的身份或凭据的装置的技术研究比较多。

4. 元宇宙专利合作与创新网络

创新主体在网络中所处位置的重要程度可以用中心性来衡量, 在专利合作网络中, 每个节点都有各自的网络特征, 有的申请人相较于其他人受到的限制更小, 机会更多, 反映出其网络位置好, 处于优势地位。中心性一般包括度数中心性、接近中心性、中介中心性、点中心性等指标。将样本专利每十年分为一个时间段进行分析, 分别是 2003~2007 年、2008~2012 年、2013~2017 年和 2018~2023 年 6 月。本文通过社会网络分析软件 UCINET 进行元宇宙专利合作关系网络中心性分析, 用 Gephi 软件绘制元宇宙专利创新合作网络关系图。

4.1. 2003~2007 年专利合作网络分析

本文对 2003~2007 年间元宇宙专利技术的合作态势展开研究分析, 并绘制创新合作网络关系图。

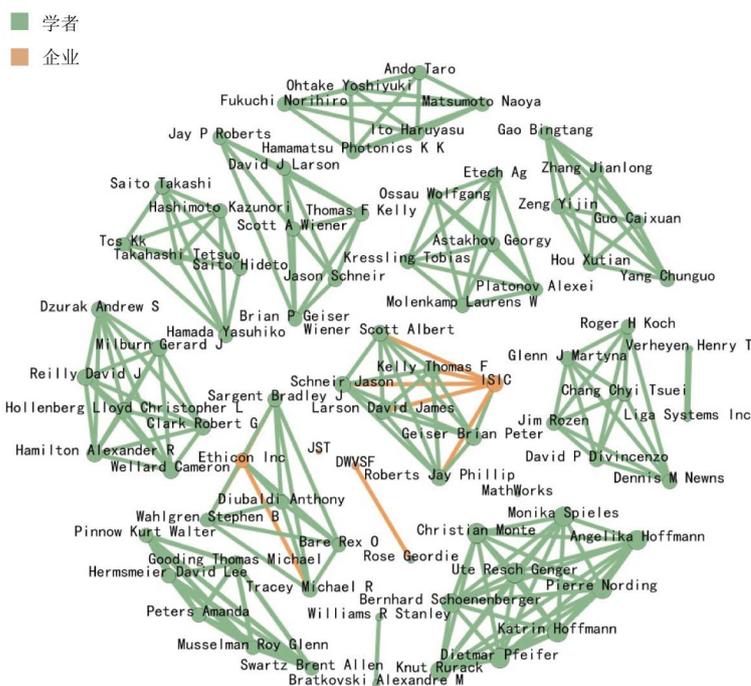


Figure 8. Metaverse patent cooperation network from 2003 to 2007

图 8. 2003~2007 年元宇宙专利合作网络

由图 8 可知，全球 2003~2007 年元宇宙合作网络规模较小、创新主体数量较少、整体较为分散，创新主体之间单一衔接较多，最主要的创新主体以个人为主。前期关于元宇宙专利进行合作开展创新研究的企业较少，大部分都是个人之间的创新合作，如 Christian Monte、Pierre Nording、Knut Rurack、Bernhard Schoenenberger 和 Ute Resch Genger 以及 Hollenberg Lloyd Christopher L、Dzurak Andrew S、Wellard Cameron 和 Hamilton Alexander R 开展了专利合作。

Table 2. Characteristics of the cooperation network of metaverse patent applicants from 2003 to 2007

表 2. 2003~2007 年元宇宙专利申请人合作网络特征

申请人	相对中心度	中介中心度	接近中心度
Hermsmeier David Lee	0.00566	<0.001	0.228
Musselman Roy Glenn	0.00566	<0.001	0.228
Peters Amanda	0.00566	<0.001	0.228
Pinnow Kurt Walter	0.00566	<0.001	0.228
Swartz Brent Allen	0.00566	<0.001	0.228
Gooding Thomas Michael	0.00566	<0.001	0.228
Freund Yun	0.00566	0.003	0.228
Verheyen Henry T	0.00509	0.006	0.229
The Mathworks Inc	0.00509	0.029	0.23
D Wave Systems Inc	0.00509	0.033	0.231
Liga Systems Inc	0.00509	0.006	0.229
Dietmar Pfeifer	0.00452	<0.001	0.23
Pierre Nording	0.00452	<0.001	0.23
Monika Spieles	0.00452	<0.001	0.23
Angelika Hoffmann	0.00452	<0.001	0.23
Christian Monte	0.00452	<0.001	0.23

Continued

Knut Rurack	0.00452	<0.001	0.23
Ute Resch Genger	0.00452	<0.001	0.23
Bugwadia Jamsheed	0.00452	0.001	0.228
Zeldin Paul	0.00452	0.001	0.228

按照相对中心度进行排序,表2是世界范围内相对中心度排名前20的申请人。其中,Hermsmeier David Lee 的相对中心度最高,其次是 Musselman Roy Glenn, 说明其自身连接的创新网络规模较大,相对于其他节点拥有较大的影响力。从中介中心度来看,所列出的公司的中介中心度大多数都小于 0.01,表明元宇宙专利申请人之间不存在绝对的占据信息流通关键位置的公司或者机构,所有的网络结构位置的创新主体们所掌握网络中流通的信息与资源是相同的,对于节点的控制力也较弱。通过 UCINET 软件计算出网络密度为 0.0073,表明在这些申请人之间的网络合作较为稀疏,这是因为元宇宙技术领域中大部分申请人只有一两位合作对象,其他创新主体之间也不存在直接联系,合作程度较为低下。

4.2. 2008~2012 年专利合作网络分析

由图9可知,元宇宙技术在2008~2012年专利涉及的合作主体较多,授权发明专利数量也比较多,与前期相比有了一定幅度的扩张。在这期间,出现了企业与个人之间的合作,如 IBM United Kingdom、Divincenzo David 和 Hobbs Philip Charles 以及 Advanced Micro Devices Inc 和 Hartog Scott, 更多的还是个人之间的合作,例如陈家斌与易保华之间合作达到了5次,Hisashi Kajiura 与 Yongming Li、Yu Wang、Hongliang Zhang 之间的合作次数也达到了五次。元宇宙专利合作网络中的社团在数量上不断增多,范围上从最初的以个体创新主体为主逐渐演化到个体与企业、个体与个体的格局。

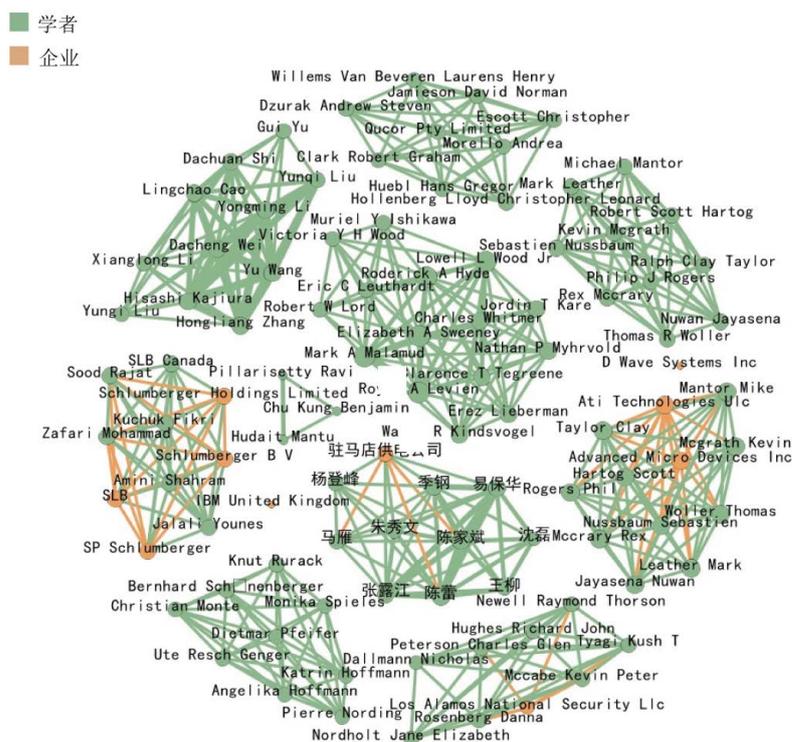


Figure 9. Metaverse patent cooperation network from 2008 to 2012
图9. 2008~2012年元宇宙专利合作网络

Table 3. Characteristics of the cooperation network of metaverse patent applicants from 2008 to 2012
表 3. 2008~2012 年元宇宙专利申请人合作网络特征

申请人	相对中心度	中介中心度	接近中心度
Yongming Li	0.01065	0.001	0.155
Dacheng Wei	0.01065	0.001	0.155
Hisashi Kajiura	0.01065	0.001	0.155
Hongliang Zhang	0.01065	0.001	0.155
Yu Wang	0.01065	0.001	0.155
陈家斌	0.00822	0.003	0.155
易保华	0.00822	0.003	0.155
Yunqi Liu	0.00822	<0.001	0.155
陈蕾	0.00761	0.003	0.155
Lingchao Cao	0.007	0.001	0.155
张露江	0.00578	0.002	0.155
Roderick A Hyde	0.00548	0.002	0.155
Mark A Malamud	0.00548	0.002	0.155
Royce A Levien	0.00548	0.002	0.155
Lowell L Wood Jr	0.00548	0.002	0.155
Elizabeth A Sweeney	0.00548	0.002	0.155
季钢	0.00487	0.001	0.155
Dachuan Shi	0.00487	<0.001	0.155
Ibm United Kingdom Limited	0.00426	0.009	0.155
International Business Machines Corporation	0.00426	0.009	0.155

表 3 是元宇宙技术 2008~2012 年中心度排名前 20 的申请人表, 从表中可以看出, Yongming Li、Dacheng Wei、Hisashi Kajiura、Hongliang Zhang 和 Yu Wang 的度中心性高于其他主体, 说明其自身连接的创新网络规模较大, 相对于其他节点拥有较大的影响力, 并且是上述的主体为核心构成了最大的专利合作子网络; Ibm United Kingdom Limited 和 International Business Machines Corporation 的中介中心性最高, 表明这两个节点对子网络的控制力最强。

4.3. 2013~2017 年专利合作网络分析

如图 10 所示, 元宇宙技术 2013~2017 年专利合作网络与早期有了大幅度的扩张。其中, 主要是国家电网公司为核心节点进行专利合作, 合作对象有国网天津市电力公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司、山西省电力公司晋城供电分公司等等。该超级社团是在国家电网主导的合作网络中引领我国元宇宙技术发展方向, 旨在攻克关键高精尖技术, 通过资源快速传递和成本优势, 创新主体可以轻松接触新兴技术, 从而以较低的成本加深合作深度。从图中可以看出存在这几个较为紧密的合作子网络, 如以 Ibm United Kingdom Limited、International Business Machines Corporation、Ibm (China) Investment Company Limited 为主的合作子网络和以 Google Inc、Neven Hartmut、Ding Nan、Barzegar Alireza Shabani 为主的合作子网络, 这些创新主体间聚集性高, 通过核心节点资源的调配增强创新的信心、降低风险, 从而有效提高了创新效率。

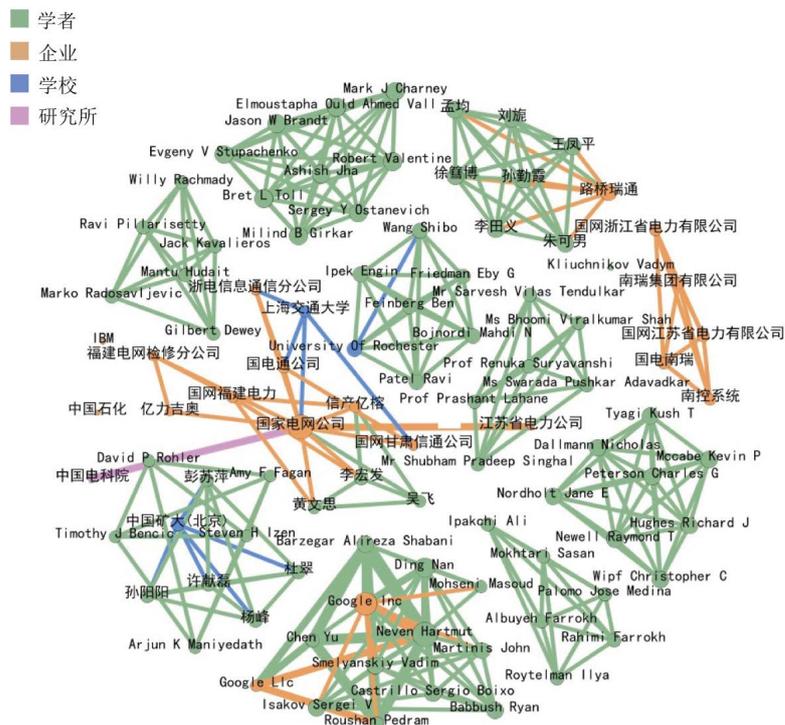


Figure 10. Metaverse patent cooperation network from 2013 to 2017
图 10. 2013~2017 年元宇宙专利合作网络

Table 4. Characteristics of the cooperation network of metaverse patent applicants from 2013 to 2017
表 4. 2013~2017 年元宇宙专利申请人合作网络特征

申请人	相对中心度	中介中心度	接近中心度
国家电网公司	0.00611	1.623	0.221
Google Inc	0.0037	0.05	0.191
International Business Machines Corporation	0.00315	0.002	0.186
Ibm United Kingdom Limited	0.00185	<0.001	0.186
Robert Valentine	0.00148	<0.001	0.188
北京路桥瑞通养护中心有限公司	0.0013	<0.001	0.187
Element Six Technologies Limited	0.0013	<0.001	0.186
国网天津市电力公司	0.0013	<0.001	0.221
国网山东省电力公司电力科学研究院	0.0013	0.001	0.221
中国矿业大学(北京)	0.0013	0.003	0.187
Hughes Richard J	0.0013	<0.001	0.187
V Padmavathi	0.00111	<0.001	0.186
Ronald L Walsworth	0.00111	<0.001	0.186
国网福建省电力有限公司	0.00111	0.001	0.221
University of Rochester	0.00111	<0.001	0.187
Roytelman Ilya	0.00093	<0.001	0.187
Ravi Pillarisetty	0.00093	<0.001	0.187
中国石油化工股份有限公司	0.00093	0.004	0.186
Prof Prashant Lahane	0.00093	<0.001	0.187
Microsoft Technology Licensing Llc	0.00093	0.001	0.186

如表 4 所示, 国家电网公司和 Google Inc 的相对中心度高于其他主体, 表明世界范围内 2013~2017 年上述主体构成了最大的元宇宙专利技术合作子网络; 国家电网公司的中介中心度最高, 表明该节点对所在子网络有较大的控制力; 国家电网公司、国网天津市电力公司、国网山东省电力公司电力科学研究所和国网福建省电力有限公司的接近中心度并列第一, 表明这四个节点位于子网络的核心区域, 拥有较为丰富的合作信息。

4.4. 2018-2023 年 6 月专利合作网络分析

如图 11 所示, 元宇宙世界范围内 2018~2023 年 6 月专利合作网络内共有 1338 件专利, 涉及 2126 个合作主体, 与 2003~2007 年、2008~2012 年和 2013~2017 年期间所申请专利数量相比有明显增加。在这段时间里, 越来越多的机构, 例如大学、研究机构等, 已经加入了元宇宙专利合作网络。截至目前为止, 新加入的机构初步建立了稳定的合作关系, 并且在合作的深度和广度方面处于较高的水平。申请人之间合作开展专利创新研究次数较多, 两个合作主体指数合作过 2 次形成的子网络有 248 个。从图中可以看出南京如般量子科技有限公司与如般量子科技有限公司, 国家电网公司与国网天津市电力公司以及 Ibm United Kingdom Limited 与 International Business Machines Corporation 的合作次数较多。

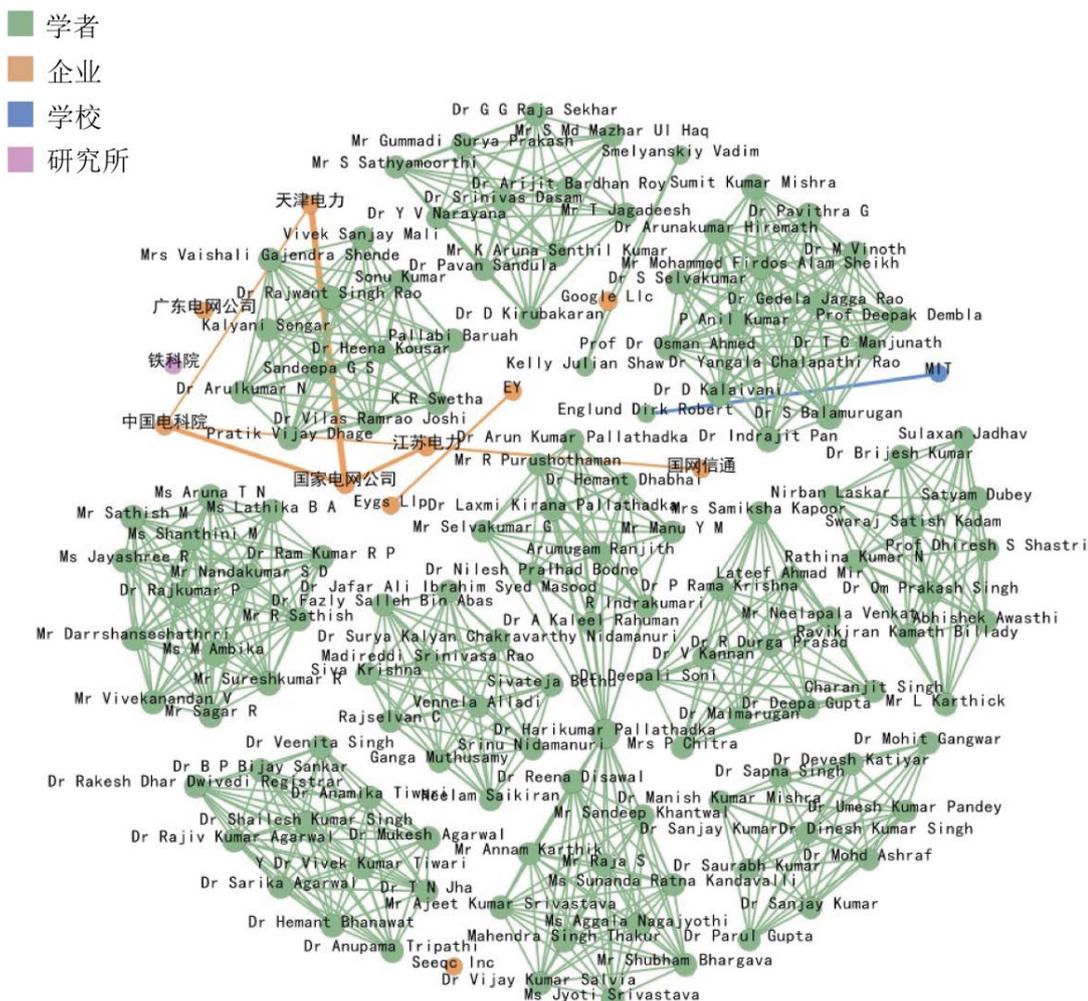


Figure 11. Metaverse collaborative patent network from 2018 to June 2023

图 11. 2018~2023 年 6 月元宇宙合作专利网络

Table 5. Characteristics of the cooperation network of metaverse patent applicants from 2018 to June 2023
表 5. 2018~2023 年 6 月元宇宙专利申请人合作网络特征

申请人	相对中心度	中介中心度	接近中心度
国家电网公司	0.00151	0.668	0.049
International Business Machines Corporation	0.0008	0.001	0.045
Ibm United Kingdom Limited	0.00046	<0.001	0.045
南京如般量子科技有限公司	0.00042	<0.001	0.045
如般量子科技有限公司	0.00042	<0.001	0.045
Ibm Deutschland Gmbh	0.0003	<0.001	0.045
Massachusetts Institute of Technology	0.00028	0.016	0.045
国网信息通信产业集团有限公司	0.0002	0.181	0.049
Sliwka Lukasz Jakub	0.0002	<0.001	0.045
Yantis Jonathan	0.0002	<0.001	0.045
国网江苏省电力有限公司	0.0002	0.012	0.049
国网天津市电力公司	0.00015	0.007	0.049
EygsLlp	0.00014	0.001	0.045
Google Llc	0.00014	0.004	0.045
广东电网有限责任公司	0.00014	0.002	0.045
Ernst Young U S Llp	0.00014	<0.001	0.045
中国铁道科学研究院集团有限公司	0.00014	0.003	0.045
Englund Dirk Robert	0.00014	0.001	0.045
Seldon Jason	0.00014	<0.001	0.045
Quigley William Edward	0.00014	<0.001	0.045

由表 5 所示, 2018~2023 年 6 月间全球元宇宙专利数量中, 国家电网公司、International Business Machines Corporation 和 Ibm United Kingdom Limited 的相对中心度排在前列, 即以这三个主体为核心的合作子网络规模最大, 表明在 2018~2023 年 6 月期间以上三个主体为核心构成了最大的创新合作子网络; 国家电网公司的中介中心度为 0.668, 表明该节点对其所在子网络的控制力是最强的; 所列出的申请人之中的接近中心度都较为接近, 表明所有节点所获得的信息是较为一致的。

5. 总结

本研究首先调研了元宇宙技术相关专利, 在此基础上构造检索式得到 20,601 项专利, 并在申请趋势、技术构成、地域、申请人、核心专利等维度揭示元宇宙技术领域发展态势和专利布局, 得出以下结论:

第一, 元宇宙专利申请持续增长, 高产申请人多是互联网科技企业, 他们在网络通信、人工智能和大数据分析方面具有优势。2008 年之前元宇宙专利的数量不到 100 件, 在此阶段, 申请增长速度也较为缓慢, 2008 年之后, 元宇宙专利申请速度不断加快, 国内外元宇宙的专利数据量都呈现出上升的趋势, 各个国家和地区对于元宇宙的认识和重视程度在不断的加强, 发现了其潜在的商业价值和创新能力, 使得元宇宙技术在全球范围内获得了广泛的关注和投资。高产申请人分别是 International Business Machines Corporation、Microsoft Technology Licensing Llc、Google Llc 等互联网科技类企业, 这样的公司往往会涉及到网络通信、人工智能、大数据分析、云计算等领域, 更能迅速捕捉到市场上的各种需求并为之提供各种服务。

第二, 无论是从技术流入还是从技术流出的视角分析, 中、美两国在该领域都具有优势地位, 而从元宇宙技术构成来看, 元宇宙技术涵盖多个等领域, 多数与量子计算、数字计算机等相关。中国的专利申请人在该领域取得的创新成果较多, 申请数量也明显多于其他国家, 但跨地域申请合作较少, 且倾向在本国申请专利, 美国申请人更为关注海外市场, 专利布局遍布全球。元宇宙技术是集多种高精尖数智

技术于一体的新兴技术，其核心区技术领域为 G06N10，是指有关机器学习及模式识别领域的专利技术，包括神经网络、机器视觉、自然语言处理等，这些技术在元宇宙中广泛应用于虚拟角色的动态表情、语音交互、图像识别等方面，此外，元宇宙技术还涉及到许多相关领域，如量子计算、数字计算机等，这些领域被归类到元宇宙专利技术的相关区，包括 G06Q10、G06N99、H04L9 等。

第三，基于 2003~2023 年 6 月元宇宙专利申请数据，运用社会网络分析方法探究了整体及各个阶段网络拓扑性质及社团结构。研究结果显示：1) 全球元宇宙技术领域的专利合作网络规模正在扩大，但分散趋势较高。创新主体数量增长速度快于创新合作数量的增长速度。虽已取得成就，仍有未充分挖掘的潜力，需要加强合作、创新和协同，促进行业发展。2) 全球元宇宙领域的专利合作网络以个人、高校、研究机构和互联网高科技企业等机构为主要组成部分。然而，目前整个网络中跨领域、跨区域的联合创新项目较少，全球元宇宙专利合作网络缺乏多元化的创新合作体系。3) 合作网络内部具有层次结构，存在明显的核心节点、次核心节点及边缘节点，元宇宙专利合作网络发展这些年来，创新人数不断增加，创新合作数量逐渐增加，创新主体往往通过专利合作网络核心节点与其他主体建立及维系创新合作关系。

基金项目

国家自然科学基金项目“数字文化产业创新生态系统价值共创研究：动因、机制与演化”(编号：72104137)；上海市青年科技英才扬帆计划项目“上海融合性数字产业‘卡脖子’技术甄选机制与攻关路径研究”(编号：21YF1415900)；上海市软科学研究项目“面向上海未来产业培育的颠覆性技术识别及突破路径研究”(编号：23692123100)。

参考文献

- [1] 赵昌文, 卢中伟, 杜江. 专利能提升企业价值吗?——基于中国创业板的数据分析[J]. 经济体制改革, 2023(1): 108-116.
- [2] 吴松强, 张佳惠, 蔡婷婷. 元宇宙价值创造: 理论逻辑与运行机制[J]. 外国经济与管理, 2023, 45(3): 86-100.
- [3] 喻国明学术工作室. 元宇宙视域下 Web3.0 重塑媒介发展新生态[J]. 江淮论坛, 2022(5): 128-133.
- [4] 王俊, 苏立君. 元宇宙与资本结合的剩余价值生产方式[J]. 财经科学, 2022(7): 62-75.
- [5] 罗有成. 元宇宙的应用困境及其法律规制[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2023, 36(4): 178-185.
- [6] 郭海, 杨主恩, 丁杰斌. 元宇宙商业模式: 内涵、分类与研究框架[J]. 外国经济与管理, 2023, 45(3): 23-45.
- [7] 刘成. 迈向虚实融合时代的元宇宙治理: 内涵、向度、风险与进路[J]. 电子政务, 2023(7): 100-109.
- [8] Zheng, G.Q. and Yuan, L. (2023) A Review of QoE Research Progress in Metaverse. *Displays*, **77**, Article ID: 102389. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102389>
- [9] 曹青云, 部凡. 元宇宙: 虚拟空间中生产-消费的具身实践[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2023, 36(4): 149-154.
- [10] 郭琳琳, 陈丰. 元宇宙辨析: 虚拟世界的存在拓展与实践限制[J]. 天津行政学院学报, 2023, 25(1): 40-47.
- [11] 孙毅, 贺子涵. 数字税 2.0: 展望元宇宙驱动的税收变革[J]. 税务研究, 2023(1): 50-55.
- [12] 王建民. 元宇宙: 社会现实的数字化扩展空间[J]. 天津社会科学, 2023, 2(2): 102-107.
- [13] 任兵, 陈志霞, 胡小梅. 时空再造与价值重构: 面向未来数智治理的元宇宙[J]. 电子政务, 2022(7): 2-15.
- [14] 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.
- [15] 喻国明. 未来媒介的进化逻辑: “人的连接”的迭代、重组与升维——从“场景时代”到“元宇宙”再到“心世界”的未来[J]. 新闻界, 2021(10): 54-60.
- [16] 徐祥伍, 葛万宝, 黄晓瑜. 元宇宙 + 公共图书馆: 虚实融生的社会教育发展新展望[J]. 图书馆理论与实践, 2022(5): 64-70.
- [17] 于佳慧, 孙宇祥, 项祺, 等. 元宇宙赋能指挥控制: 未来虚实融生的作战推演[J]. 指挥与控制学报, 2022, 8(3): 260-269.

-
- [18] 方巍, 伏宇翔. 元宇宙: 概念、技术及应用研究综述[J/OL]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2022: 1-25.
- [19] Shi, F., Ning, H., Zhang, X., *et al.* (2023) A New Technology Perspective of the Metaverse: Its Essence, Framework and Challenges. *Digital Communications and Networks*. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.02.017>
- [20] Dwivedi, Y.K., Hughes, L., Baabdullah, A.M., *et al.* (2022) Metaverse beyond the Hype: Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, **66**, Article ID: 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- [21] Huynh-The, T., Gadekallu, T.R., Wang, W., *et al.* (2023) Blockchain for the Metaverse: A Review. *Future Generation Computer Systems*, **143**, 401-419. <https://doi.org/10.1016/j.future.2023.02.008>
- [22] Huynh-The, T., Pham, Q.V., Pham, X.Q., *et al.* (2023) Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **117**, Article ID: 105581. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105581>
- [23] 陈林生, 赵星, 明文彪, 等. 元宇宙技术本质、演进机制与其产业发展逻辑[J/OL]. 科学学研究, 2023: 1-14.
- [24] Çallı, B.A. and Ediz, Ç. (2023) Top Concerns of User Experiences in Metaverse Games: A Text-Mining Based Approach. *Entertainment Computing*, **46**, Article ID: 100576. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100576>
- [25] 梁洁纯, 许鑫. 临境图开: 元宇宙视域下图书馆“第三空间”建设[J]. 图书馆论坛, 2023, 43(2): 98-107.
- [26] Kara, P.A., Tamboli, R.R., Adhikarla, V.K., *et al.* (2023) Connected without Disconnection: Overview of Light Field Metaverse Applications and Their Quality of Experience. *Displays*, **78**, Article ID: 102430. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102430>