

# 基于关键词共现分析的国内外未来产业发展 重点研究

杨秀丽, 张犁滕

安徽省科学技术情报研究所 (省科学技术档案馆), 合肥 230092

**摘要:** 为梳理筛选未来产业主要领域, 为后续研究提供支撑, 以 CiteSpace 等软件作为工具, 通过共词关系获得国内外未来产业相关文献图谱, 从宏观上得到未来产业概况, 结合国外主要发达国家战略政策以及全国 31 个省(自治区、直辖市)规划、未来产业专项规划等政府文件, 梳理未来产业国内外发展的重点和差异, 为进一步筛选和研究提供基础。经研究发现, 国内外对未来产业的重点关注领域大体相同, 主要集中在智能、低碳和健康三大领域, 人工智能是重点关注领域; 未来产业呈现多学科、多技术的高度交叉和深度融合趋势, 技术创新是核心驱动力, 生产制造是关键, 而资金投入、人才培养和平台建设则是未来产业发展的三大着力点。

**关键词:** 未来产业; 关键词; 知识图谱; 共现关系; 政策梳理

**中图分类号:** G323; G353 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2024.05.009

2020 年以来, 习近平总书记多次强调要抓紧布局和培育发展未来产业。《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, 要谋划布局包括类脑智能、量子信息等在内的未来产业, 未来产业将成为中国面向未来谋篇布局的一个重要战略思想。以“future industr\*”作为关键词在 Web of Science 核心合集上进行检索, 可以发现, 最早涉及相关表述的文献产生于 1945 年 Lueth<sup>[1]</sup>发表的关于未来医学工业实践的文章, 当时所论述的未来医学工业与目前所述的未来产业中医学相关内容的重点和趋势不一致。根据“十四五”规划描述以及国家发展改革委、科技部等各部门官员在不同场合下的表述, 未来产业是基于前沿重大科技创新而形成的, 能够决定未来产业竞争实力和区域竞争力的前沿科技和产业变革领域, 具有新科技、新需求、新动力和新空间“四新”

特征。由此可见, 当代所述的未来产业是以新一轮科技革命为基础, 伴随产业变革纵深发展而逐渐显现的, 对实现产业转型升级, 缓解经济发展下行压力具有重要的引领带动作用。

## 1 文献综述

根据谢科范等<sup>[2]</sup>的研究, 未来产业概念最早于 20 世纪 80 年代由英国、法国等国家提出并推进。1980 年, 法国基于信息学、电子学和生物技术等新兴技术提出水下探测、办公室自动化、机器人和生物工业等六大优先发展的产业领域<sup>[3]</sup>。1993 年, 美国能源部 (DOE) 工业技术办公室 (OIT) 开始实施未来产业计划 (Industries of the Future, IOF), 旨在提高能源和资源效率, 减少浪费。自此, 作为 OIT 的一项战略, IOF 有效促进了美国农业、铝业、化工业、林业等产业发展。1998 年 (财政年

第一作者简介: 杨秀丽 (1987—), 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为产业研究。

通信作者简介: 张犁滕 (1982—), 男, 本科, 研究员, 主要研究方向为科技管理。电子邮箱: 30848656@qq.com

项目来源: 安徽省创新环境建设专项“未来产业技术预测与布局研究—安徽省未来产业发展对策分析”(202106f01050003)。

收稿日期: 2023-09-02

度),美国能源部通过国家未来产业计划(States Industries of the Future)向20个州发放16笔拨款以促进各州进行未来产业部署<sup>[4]</sup>。随着人工智能、数字经济等新一轮科技革命和产业变革的演变,未来产业再次得到重视。2009年,欧盟启动“未来工厂”计划(Factories of the Future, FoF),旨在支持先进生产技术与开发<sup>[5]</sup>。2019年,美国白宫科技政策办公室(OSTP)发布《美国将主导未来产业》报告,未来产业再次成为焦点,英国、法国、德国和日本等国家也相继发布相关战略。中国“十四五”规划提出要发展未来产业,已有包括上海、浙江和山西等省份出台规划政策以布局发展未来产业。

学术研究方面,2016年,前美国资深顾问罗斯出版的*The Industries of the Future*一书在世界范围内得到极大反响,被认为是未来产业进入系统化研究阶段的标志。在此之前,国内外未来产业研究主要包括:从企业市场角度分析未来产业产生或者从未来产业战略政策角度探讨政府干预作用<sup>[2]</sup>、对国家未来产业评述<sup>[4]</sup>、未来产业哲学思考范畴<sup>[6]</sup>等。未来产业“Industries of the Future”(IOF)是国内外公认的提法,此外,颜振军<sup>[7]</sup>认为“科学产业”也许是未来产业的另一种表述。综合现有研究可以发现,目前未来产业系统化研究分析不足,对未来产业重点领域和未来发展趋势研判支撑亟须增强。

关键词分析是科技情报研究中常用的一种手段,而关键词共现分析即共词分析则可通过共词网络节点远近分析主题内容的亲疏情况。通过关键词词频、共词分析等方式,可以对某一研究热点和趋势进行分析,识别学科或技术领域发展方向和特点<sup>[8]</sup>,通过大量论文文献关键词集合可以揭示研究成果总体内容特征、研判发展脉络和方向<sup>[9]</sup>,梳理所研领域之间关系等。知识图谱是近年来学者常用的一种可视化描述知识内容和结构关系的方法,通过词频统计分析法、词共现法和共被引聚类方法可以比较直观地反映某一领域的研究热点<sup>[10]</sup>。

知识基础的发展进程决定了对应产业实际发展高度<sup>[11]</sup>,对全球未来产业论文文献关键词及共现关系分析,并通过可视化图谱展现,可以直观地从宏观角度上获得未来产业发展动态,研判最新发展趋势和重点,为深入分析筛选某一细分领域提供依据。同时,未来产业产生于颠覆性技术变革和产业化进程中,

世界各国和地方政府产业发展对其发展具有巨大的推动作用<sup>[12]</sup>,对国内外主要国家产业政策进行文本分析,摘选其中的关键词,并进行共现关系分析,有助于系统了解分析未来产业,更明确地找准未来产业领域,为地区差异化发展奠定基础。

## 2 基于文献分析国内外未来产业重点和趋势

### 2.1 国外未来产业研究重点和趋势

为从宏观上全面了解未来产业的主要热点和研究趋势,本文于2023年12月13日在国际综合性引文索引数据库Web of Science核心合集上,以“future industr\*”“industr\* of the future”“science industry”作为关键词进行主题检索,共获得2776条文献。

将文献导入CiteSpac 6.2.R6软件中,选择时间区间为1980年1月—2023年12月,时间切片为“1”年,阈值分别为(1, 1, 18)、(2, 2, 20)、(4, 3, 20),进行“Keywords”关键词分析并通过软件最小生成树算法功能对网络进行裁剪,得到关键词聚类共现图谱(见图1)。从图1中可以看到,图谱聚类指标Modularity  $Q=0.5479$ (位于0.4~0.8之间),适宜聚类;平均聚类内部相似值 $S=0.87$ (相似值越大、聚类越好),聚类结构显著,聚类合理,说明此聚类图可以基本反映研究领域的总体情况。通过关键词共现聚类,共得到7个聚类,分别是#0 artificial intelligence(人工智能, S值为0.903,平均年份2018年)、#1 localized surface plasmon resonance(局域表面等离子体共振, S值为0.838,平均年份2018年)、#2 water electrolysis(水电解, S值为0.847,平均年份2017年)、#3 green extraction(绿色提取, S值为0.899,平均年份2018年)、#4 protein secretion(蛋白质分泌物, S值为0.863,平均年份2014年)、#5 loaded carbon nanotube(负载碳纳米管, S值为0.883,平均年份2016年)、#6 additive manufacturing(增材制造, S值为0.829,平均年份2019年)。

对聚类信息进行细化分析,#0聚类人工智能S值最大,主要涉及人工智能及相关技术的应用。聚类中词频最高的是industry 4.0(工业4.0),其中,“neural network”(神经网络)、“edge computing”(边缘计算)、“wireless networks”(无

线网络)、“wireless communication”(无线交流)、“big data”(大数据)、“machine learning”(机器学习)等关键词值得关注。根据文献共引关系,被引次数最多的为 Mistry 等<sup>[13]</sup>在 2019 年发表的关于区块链与 5G 物联网集成的工业应用,通过分析其中的问题和挑战,得出结论区块链与物联网设备的集成将成为工业应用的规则改变者,而高端硬件和网络兼容

性则是技术突破的关键。聚类中引用文献数量最多的是 Phuyal 等<sup>[14]</sup>发表的关于智能制造挑战、机遇和未来方向的综合性论述,得出结论物联网(IoT)和工业物联网(IIoT)是智能制造系统发挥作用的关键因素,而成功实施智能制造,人工智能、网络物理系统、大数据处理、增强和虚拟现实、物联网和机器人等相关技术开发是必不可少的。

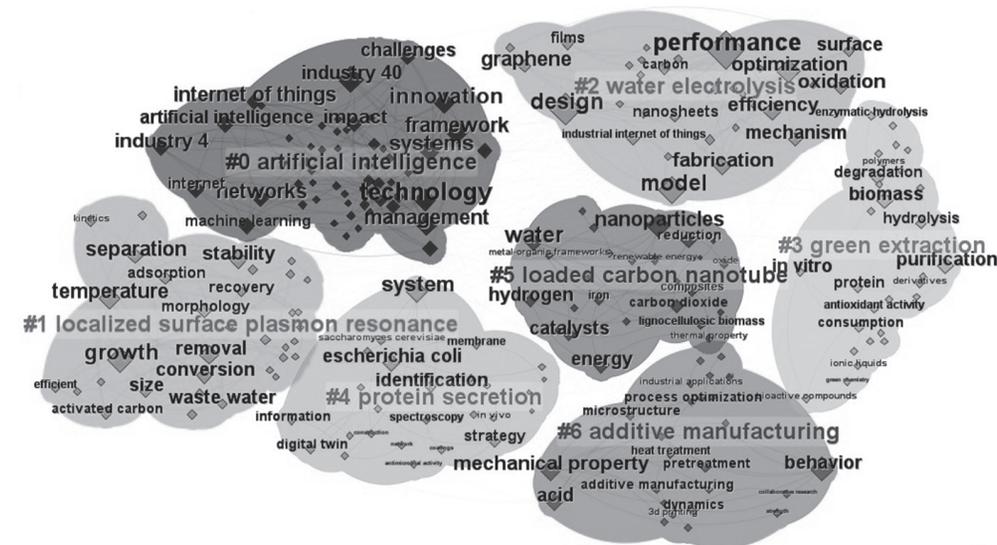


图 1 国际文献中英文关键词聚类共现图谱

#6 聚类增材制造是文献平均年份最新的聚类,主要涉及材料性能的优化增强。词频最高的是“behavior”(性能);其次是“mechanical property”(力学性能),该词也是该聚类中中心度最高的关键词。根据文献共引关系,被引次数最多的为 Vafadar 等<sup>[15]</sup>发表的关于金属增材制造进展的综述性文章,其认为金属增材制造市场主要在于汽车、航空航天、医疗和牙科行业,新材料技术和设计方法以及传热传质、畸变分析、孔隙率等模型开发是保证金属增材持续研究开发以及工业应用的关键。聚类中引用文献数量最多的是 Zhang 等<sup>[16]</sup>发表的关于钛合金的设计综述。

为进一步分析文献集中的名词内在逻辑关系,找准未来产业热点,利用 CiteSpace 软件自然语言提取文献术语,进行主题词“Term”突现性分析,以软件默认参数,“ $\gamma=1$ , Minimum duration=2”为基础进行突现分析,共获得 47 个突现主题词,由于篇幅限制,本文仅展示前 22 个主题突现词,如图 2 所示。

可以看出,主题突现词与关键词聚类分析获得的关键词基本一致。突现强度排名前 4 位的主题词均与工业制造有关,“future industrial application”(未来工业应用)是突现强度最高的突现词,文献集中第一次出现在 1988 年,突现开始时间为 2003 年,持续到 2017 年结束。“artificial intelligence”(人工智能)是突现强度最高的具有产业启示的主题词,突现性一直持续到 2023 年。除此之外,图 2 中展示的和信息技术相关的突现主题词,包括“machine learning”(机器学习,突现强度 7.52)、“industrial internet”(工业互联网,突现强度 6.85),以及未展示出的“wireless communication”(无线通信,突现强度 4.67)、“big data”(大数据,突现强度 4.13),突现性也均一直持续到 2023 年。与生命科学产业相关的主题词“life science industry”(生命科学产业,突现强度 8.35)是具有产业启示意义的突现强度排名第 2 位的主题词,“scanning electron microscopy”(扫描电子显微镜,突现强度 8.05)紧随其后,以上 2 个突现

主题词分别在 2013 和 2019 年结束。与温度相关的主题词“degrees c”“room temperature”(室温)突现强度分别位列第 10 和 21 位, 也是突现强度较高且具有产业启示意义的领域, 这一领域很可能与全球温度变化有关。除此之外, 图中未展示的出现于 2019 年一直持续至 2023 年的“perovskite solar cells”

(钙钛矿太阳能电池, 突现强度 5.08)、“additive manufacturing”(增材制造, 突现强度 4.34)、“hydrogen production”(制氢, 突现强度 4.17)值得关注。

## 2.2 国内未来产业研究重点和趋势

以“未来产业”或“知识产业”作为关键词, 本文于 2023 年 12 月 1 日在中国知网上选择核心

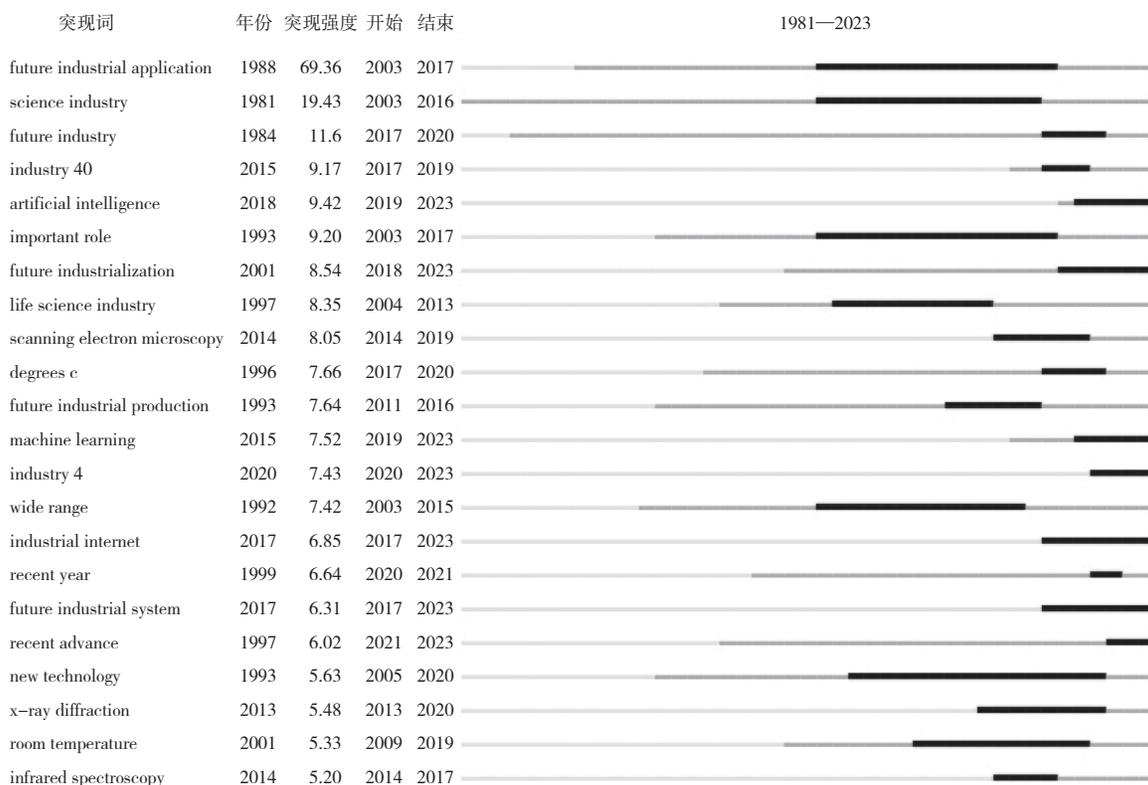


图 2 1981—2023 年排名前 22 位的国际文献未来产业研究英文突现词

期刊来源进行主题检索, 共获得 618 条文献, 国内最早相关文献出现在 1997 年。同样地, 利用 CiteSpace 软件对 618 条文献进行关键词聚类分析。如图 3 所示, 共获得 12 个聚类, 分别是 #0“未来产业”、#1“趋势”、#2“发展对策”、#3“发展”、#4“产业结构”、#5“现状”、#6“文化产业”、#8“产业链”、#9“发展建议”、#10“区块链”、#11“太湖流域”、#12“乡村振兴”。可见, 国内关于未来产业的研究更多在于产业现状、结构、变化、对策建议等宏观层面分析, “文化产业”“区块链”“乡村振兴”是国内学术研究中具有启示价值的产业领域。其中, “乡村振兴”是 S 值最高的聚类领域 (0.995), 也是文献平均发表年份最新

的聚类, 其平均发表时间为 2022 年。这与中国发展的实际相吻合, 作为农业大国, 全面推进乡村振兴, 是全面建设社会主义现代化国家的战略部署, 也是今后一个时期的重要任务。2019 年 6 月, 国务院印发《关于促进乡村产业振兴的指导意见》, 将现代种养业、乡土特色产业、农产品加工流通业、乡村休闲旅游业、乡村新型服务业和乡村信息产业作为中国优势特色乡村产业, 是未来 5~10 年乡村产业体系发展的重点。回归到国内未来产业学术研究本身, 从文献数量最多的第一大聚类“未来产业”本身看, “产业政策”和“科技创新”是除“未来产业”之外词频数量最高的两大词组, 分别是 10 次和 8 次, 其中, “产业政策”根据软件默



图 3 国内文献中文关键词聚类共现图谱

认算法，其突现强度最高，达到 2.93，说明了产业政策 and 科技创新在未来产业发展中的重要作用。

由于通过 CiteSpace 突现词分析获得具有产业启示价值的方向过少，为寻找其中价值信息，本文直接通过 CiteSpace 词频数，共梳理出 8 个词频超过 2 次具有产业启示价值的研究方向，分别是文化产业（词频数 10，下同）、体育产业（6）、数字经济（4）、种业（4）、制造业（3）、人工智能（2）、区块链（2）、创意产业（2）。其中，韩晗<sup>[17]</sup>认为，“文化产业”是“后全球化”的关键词，而区块链对文化产业的影响不容忽视。李恒<sup>[18]</sup>认为，随着互联网对体育产业的重构，互联网体育成为产业竞争的主要方式。可见，即使对于文化产业、体

育产业等传统产业，人工智能、大数据和区块链等新兴技术也是赋能未来发展的关键因素之一。

### 2.3 国外主要国家未来产业战略布局

上述内容仅从“未来产业”这一名词角度以科技文献为载体进行的框架性初探。世界各国和地方政府产业政策对其发展具有巨大的推动作用<sup>[12]</sup>，为进一步分析国内外未来产业布局情况，本文梳理了近 4 年可查询的美国、英国和欧盟官方公布的综合性产业政策或报告，如表 1 所示，可以看到人工智能、量子信息、生命健康和绿色能源是在各个报告中出现最多的几大产业领域，除此之外，包括半导体、纳米制造等新材料制造也频繁出现在各报告中。

为进一步筛选出国外发达国家重点关注，发现

表 1 2020—2023 年国外主要国家和地区未来产业相关政策文件

国家	英文文件名称	中文文件名称	政策中重点领域	发布时间
美国	Industries of the Future <sup>[19]</sup>	未来产业	先进制造、高级无线、人工智能、生物技术、量子信息科学	2020 年 4 月
	Recommendations for Strengthening American Leadership in Industries of the Future <sup>[20]</sup>	关于加强美国未来产业领导力建议	人工智能、量子信息科学	2020 年 6 月

续表

国家	英文文件名称	中文文件名称	政策中重点领域	发布时间
美国	Fiscal Year (FY) 2022 Administration Research and Development Budget Priorities and Cross-Cutting Actions <sup>[21]</sup>	2022 财年研发预算优先事项和全局行动备忘录	诊断、疫苗和治疗研发; 传染病建模、预测和预报; 生物医学和生物技术; 生物经济; 量子信息科学; 先进的通信网络; 先进制造业; 物联网相关技术 - 未来计算生态系统; 自动驾驶和遥控飞行器; 半导体; 地球系统可预报性和气象服务	2020 年 8 月
	Critical and Emerging Technologies List Update <sup>[22]</sup>	关键和新兴技术列表更新 (2022 年)	高级计算、先进工程材料、先进的燃气轮机技术、先进制造、先进的网络化传感和特征管理、先进的核能技术、人工智能、自主系统和机器人、生物技术、通信和网络技术、定向能、金融科技、人机界面、高超音速、网络传感器和传感、量子信息技术、可再生能源发电和储存、半导体和微电子、空间技术和系统	2022 年 2 月
	OSTP Report on the Industries of the Future Act <sup>[23]</sup>	OSTP 关于未来产业法案的报告	网络与信息技术 (高级计算、先进计算、人工智能和大数据的交叉领域、大规模无线网络; 人工智能、量子信息科学、纳米技术、生物技术)	2022 年 4 月
	Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2024 Budget <sup>[24]</sup>	2024 财年多机构研发预算重点	流行病准备和预防; 癌症死亡削减; 应对气候变化; 值得信赖的人工智能、量子信息科学、先进通信技术、微电子、纳米技术、高性能计算、生物技术和生物制造、机器人、先进制造、金融技术、海底技术和空间技术	2022 年 7 月
	National Strategy for Advanced Manufacturing <sup>[25]</sup>	国家先进制造战略	制造工艺脱碳、清洁能源、可持续制造和回收、半导体材料、半导体封装和异构设计、半导体和电子的纳米制造、生物制造、生物质加工和转化、高性能材料、增材制造、太空制造、数字制造、循环制造	2022 年 10 月
	President Biden's 2024 Budget Invests in American Science, Technology, and Innovation to Achieve Our Nation's Greatest Aspirations <sup>[26]</sup>	2024 财年总统科学、技术、创新的预算计划	先进制造业、先进无线技术、人工智能、生物技术、微电子和半导体、量子信息科学、同位素生产、清洁能源、生命科学和生物医学研究	2023 年 3 月
	Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2025 Budget <sup>[27]</sup>	2025 财年多机构研发预算重点	值得信赖的人工智能技术、微电子技术、生物技术, 量子信息科学、先进材料、高性能计算和核能、生物安全、生物安保和核武器、先进制造业、数字化的机器人、温室气体净零排放	2023 年 8 月
英国	Science & Technology Framework <sup>[28]</sup>	科学技术框架	人工智能、工程生物学、未来电信、半导体、量子技术	2023 年 8 月
	Advanced Manufacturing Plan <sup>[29]</sup>	先进制造计划	零排放汽车、自动驾驶汽车、航空航天、生命科学、绿色产业 (海上风电、碳捕捉 CCUS、核能、氢)	2023 年 11 月
德国	Implementation of the Future Strategy Research and Innovation <sup>[30]</sup>	未来战略的实施研究与创新	循环经济、气候保护、粮食安全、生物多样性、生命健康、数字技术、知识产权、太空和海洋	2023 年 12 月

续表

国家	英文文件名称	中文文件名称	政策中重点领域	发布时间
欧盟	A New Industrial Strategy for Europe <sup>[31]</sup>	欧洲新工业战略	清洁技术、数字技术、人工智能、5G、6G、数据和元数据分析、清洁钢铁、可持续化学品、海上可再生能源、可持续和智能移动、可持续电池、循环电子	2020年3月
	The EU Research & Innovation Programme 2021–27 <sup>[32]</sup>	欧盟研究创新 2021—2027年计划	生命健康（卫生系统转型、化学风险评估、罕见病、抗微生物药物、精准医疗）；数字工业（关键数字技术、智能网络和服务、高性能计算、人工智能、机器人、光子学、洁净钢）；气候和能源（清洁氢、清洁航空、互联和自动化移动、电池、零排放运输）；粮食、生物经济和农业（生物多样性、气候变化、蓝色经济、动物健康、数字农业、安全的可持续食物系统）	2021年3月
	Strategic Plan 2020–2024 DG Research and Innovation <sup>[33]</sup>	2020—2024年 战略计划	绿色产业、数字转型、关键战略包括智能制造、量子计算、5G、电池、氢	2020年10月
	Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry <sup>[34]</sup>	工业 5.0: 迈向可持续、以人为本、富有韧性的欧洲工业战略	数字制造、人工智能、数据分析、网络安全、机器人、增材制造、循环制造、可回收材料、智慧材料	2021年1月

内在关系，本文通过微词云软件将上述报告集合进行词频和共词关系分析，在保留名词、名词短语和专有名词之后，去除不具有实质性意义单词后获得网络关系图（见图4）。可以看出，（1）“research”和“ai”是网络关系图的两个核心词。各国对未来产业并没有明确的定义，但通常认为未来产业是以技术革命为标志的，因此，未来产业清单通常以新兴技术列表形式展现，研究开发是未来产业的基础和核心。而在技术列表中，“ai”人工智能不仅在改变科技、加快科学发现和技术创新方面具有巨大的潜力，其通过有效的数据驱动为各行业提供了新的解决方案，在各国报告中，人工智能被反复提及和强调。（2）“manufacturing”制造业是经济发展的主要贡献者，以新兴技术为特征的未来产业，对经济价值创造的重要体现之一便是对制造业的重塑，因此制造业是未来产业的关键之一。2022年美国最新版的《国家先进制造业战略》更是强调了其对经济增长、高质量就业等方面的重要性。（3）“infrastructure”基础设施是释放创造力所需的基础和支撑，是推动创新集群增长所需的战略基础，是未来产业的重要支撑，例如，《关于加

强美国未来产业领导力的建议》显示，美国政府多次提出要加大相关行业基础设施投资，以加速人工智能、量子信息等未来产业发展。（4）“national security”国家安全被反复强调。未来产业发展不仅涉及国家经济发展，更将直接影响未来战略地位，无论从宏观层面还是技术影响层面均关乎国家安全。无论是《关于加强美国未来产业领导力的建议》还是《国家先进制造业战略》，确保国家安全均是其重要目标任务之一。（5）与资金相关的“investment”“the budget”“ai”“r&d”等处于节点位置，强大的资金保障是发展未来产业、保持各国竞争力的重要保障。例如，欧盟第九期研发框架计划“地平线欧洲”（2021—2027年）预算达955.17亿欧元，拜登政府2022年财政预算中用于未来产业的研究和开发经费为106.29亿美元，到2024财政预算中用于联邦研究和开发经费高达2100亿美元，成为美国历史上最高的联邦研发投资预算。

### 3 国内未来产业领域情况

中国将未来产业作为发展的新引擎，积极出台

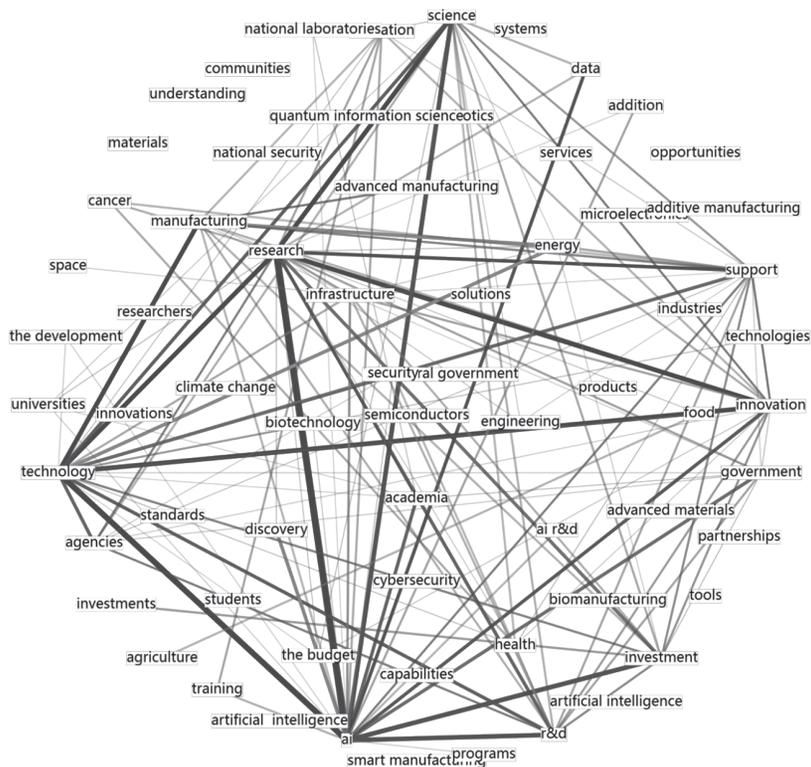


图 4 近 4 年主要发达国家未来产业报告英文关键词网络关系图

注: 网络关系图根据公式  $1/2 \times [P(A|B) + P(B|A)]$  计算而得, 其中,  $P(A|B)$  表示在给定单词 B 的情况下出现单词 A 的概率, 而  $P(B|A)$  表示在给定单词 A 的情况下出现单词 B 的概率。得出的数值越大, 表明相关性越大, 则线段越粗。

各项政策支持未来产业发展, 2024 年 1 月, 工业和信息化部等七部门联合印发了《关于推动未来产业创新发展的实施意见》(以下简称《实施意见》), 提出前瞻布局包括未来制造在内的六大新赛道, 到 2025 年中国实现未来产业技术创新、产业培育和安全治理等全面发展。省市层面, 已有上海、浙江、江西、山西、安徽以及深圳、南京、杭州、沈阳等省市出台未来产业相关政策文件, 例如, 《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》提出发展包括智能计算、通用人工智能、量子科技和 6G 等在内的未来产业, 到 2030 年未来产业产值达到 5 000 亿元。

基于政府在未来产业中的重要推动作用, 为研判国内未来产业重点领域, 本文梳理了上述未来产业专项政策、国家级以及全国 31 个省份(不含港、澳、台地区)的“十四五”规划、“十四五”科技创新发展规划、“十四五”制造业高质量发展规划、“十四五”战略性新兴产业发展规划、“十四五”

高精尖产业发展规划、“十四五”制造业发展规划、“十四五”制造强省规划、“十四五”时期科技创新中心建设等综合性产业规划共计 95 篇规划, 摘选其中涉及未来产业的内容, 如表 2 所示。

通过“微词云”进行共词分析, 选择名词和专有名词, 去除无实质意义单词, 对词频排名前 100 位的单词进行相关性分析, 如图 5 所示。可以看出, 国内政策重点与国外基本一致, 但仍存在一定差异。(1) 产业领域, 国内量子 and 材料是最为核心的两大产业领域。量子技术是国内优势产业领域, 尤其是细分领域量子通信相对于欧美国家具有明显的技术竞争力<sup>[35]</sup>。在这一领域, 根据词频统计, 量子通信是提及最多的细分领域, 其次是量子计算及量子计算机领域, 但二者在区域布局重点上具有一定的差异性, 国家层面的《实施意见》中仅提及要突破量子计算机等高端装备产品, 对量子通信并未涉及。地方层面, 北京更加重视量子计算, 例如, 《北京市“十四五”时期国际科技创新中心

表 2 全国部分省市未来产业相关政策文件

发布者	年份	文件名称
国家	2024 年	关于推动未来产业创新发展的实施意见
上海	2022 年	上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案
浙江	2022 年	浙江省未来产业先导区建设的指导意见
	2023 年	关于培育发展未来产业的指导意见
山西	2021 年	山西省“十四五”未来产业发展规划
河南	2021 年	河南省“十四五”战略性新兴产业和未来产业规划
江西	2023 年	江西省未来产业发展中长期规划（2023—2035 年）
安徽	2024 年	安徽省未来产业先导区建设方案（试行）
深圳	2022 年	深圳市培育发展未来产业行动计划（2022—2025 年）
	2022 年	深圳市人民政府关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见
杭州	2017 年	杭州市人民政府关于加快推动杭州未来产业发展的指导意见
九江	2022 年	关于加快推动九江未来产业发展的指导意见
南京	2022 年	南京市加快培育新赛道发展未来产业行动计划
	2023 年	南京市加快发展未来产业六大专项行动计划

建设规划》在量子领域也仅提及要聚焦量子计算，并未提及量子通信。除此之外，湖南、上海未来产业的相关规划中也仅提及量子计算相关发展要求，量子通信并未涉及。但也有一些省市更加重视量子通信发展，例如，九江市《关于加快推动九江未来产业发展的指导意见》中关于量子通信发展的要求提及了 26 次，而量子计算并未提及。（2）不同于国外，中国人工智能处于第二层级领域，位于四大核心之一“智能”的下一层级。一方面，体现了国内这一领域的发展并不局限于人工智能，中国更关注于智能化赋能，例如，《实施意见》中明确指出，要利用人工智能、先进计算等技术精准识别和培育高潜能未来产业。另一方面，在产业方向上，中国更加关注智能化方向，例如，智能终端、智能装备和智能制造等，而不仅仅局限于人工智能产业本身。以《实施意见》为例，文件中出现的“智能”一词 10 次，仅有 1 次具体涉及人工智能，其他主要是涉及包括智能网联汽车的智能终端以及类脑智能、智能船舶等。（3）网络关系图中的第 4 个核心词汇是“平台”，本文认为这一概念与国

外的“infrastructure”具有一定的类似性，但国外“infrastructure”建设更突出于对未来产业的基础性支撑作用，倾向于一种实体物质建设；而国内“平台”建设除强调对未来产业的支撑性作用，还担负起创新资源集聚作用。例如，《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》提及要放大世界顶尖科学家论坛、世界人工智能大会等溢出效应，搭建未来产业合作交流平台。

## 5 结语

本文通过知识图谱对国内外未来产业最新理论研究进行分析，从宏观层面上掌握未来产业趋势和重点方向；基于政府在未来产业推动中的作用，通过国内外政策高频词汇梳理，为未来产业重点和方向选择提供参考。经过研究发现，虽然从文献和政策不同角度看，国内外未来产业发展重点具有一定的差异性，但总体上是一致的，从发展方向看，主要集中在智能、低碳和健康三大领域；从特点上看，呈现多学科、多技术的高度交叉和深度融合趋势，例如，当前人工智能技术和类脑技术已经实现

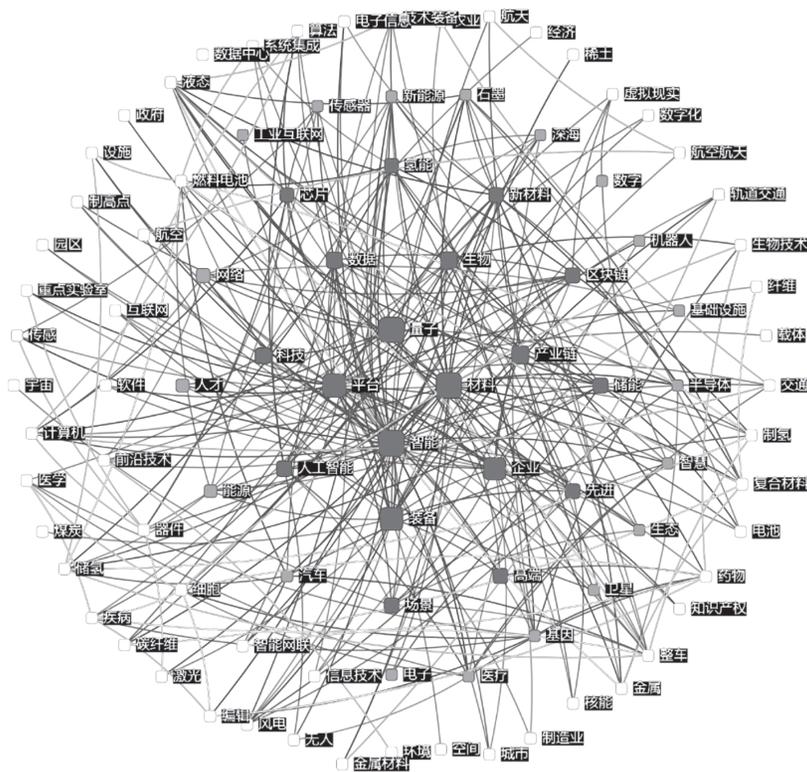


图5 国内各省规划中未来产业网络关系图

相互促进, 折叠蛋白的机器学习设计已经为人类医学的进步提供了更加广阔的发展空间, 单一技术的系统化、集成化转变呈现不可逆转的趋势; 从产业发展内涵看, 技术创新是未来产业的核心驱动, 生产制造是未来产业支持经济发展的关键, 资金投入、人才培养和平台建设是国内外未来产业发展的着力点。因此, 未来产业是集技术、生产、供应为一体的突破性变革, 而这种变革具有不确定性, 无论是变革性技术还是其应用都是在不断变化快速发展的。未来产业发展不是一蹴而就, 需要多部门相互配合, 也需要特定部门及时准确把握特定方向和趋势, 做到快速反应准确应对。

因此, 本文建议: 一是制定未来产业引导目录, 建立人才培养目录, 加快未来产业领域人才培养, 尤其是交叉学科人才的培养; 二是加强科技力量和创新资源高效配置力度, 及时发挥好政府作用, 如政府引导基金的发挥, 利用好资金对产业和市场的敏锐度, 促进资本投早、投小, 发挥好创新、产业、人才和资本对未来产业的支撑促进作用。三是加大跨领域、跨部门、跨行业的资源整合力度, 强化新

型基础设施建设, 加大“多云多芯多活”下一代数字基础设施的研发, 满足产业各类转型数字化需求。尤其在人工智能等新技术的引领带动下, 先进算力需求急剧扩增, 在人工智能和先进算力技术趋势和需求下, 注重国产人工智能大模型更新迭代、先进算力基础设施建设布局的同时, 加快国内分散、异构化算力整合, 提高算力调度力度, 形成全国一体化算力体系对中国实现算力强国, 提升全球未来产业竞争力具有重要意义。四是分步实施, 建立分析评估调整机制, 及时跟踪、调整政策支持领域, 在抓住“机会成本”的同时, 避免过多“沉没成本”产生, 保证政府能够把握未来产业方向的关键。■

参考文献:

[1] LUETH H C. The medical officer and future industrial medical practice[J]. Journal of the American Medical Association, 1945, 128(2): 93-94  
 [2] 谢科范, 陈云, 江婷. 未来产业: 内涵特征、成长模式与发展策略 [J]. 新经济导刊, 2022(3): 26-30.  
 [3] GREEN D. Promoting the industries of the future: the

- search for an industrial strategy in Britain and France[J]. *Journal of public policy*, 1981, 1(3): 333-351.
- [4] JAMES E Q. States industries of the future[R]. Albany: U.S. Department of Energy, 1999.
- [5] 曹方, 张鹏, 何颖. 全球布局未来产业发展行动要点与启示 [J]. *机器人产业*, 2022(1): 12-15.
- [6] 丛知. 试论“未来产业”[J]. *中国科技信息*, 2005(23): 173.
- [7] 颜振军. 关于“未来产业”孵化的思考 [J]. *科技与金融*, 2022(12): 67-68.
- [8] 吴晓秋, 吕娜. 基于关键词共现频率的热点分析方法研究 [J]. *情报理论与实践*, 2012(8): 115-119.
- [9] 安秀芬, 黄晓邴, 张霞, 等. 期刊工作文献计量学学术论文的关键词分析 [J]. *中国科技期刊研究*, 2002(6): 505-506.
- [10] 胡泽文, 孙建军, 武夷山. 国内知识图谱应用研究综述 [J]. *图书情报工作*, 2013(3): 131-137.
- [11] 李莹莹, 王宏起, 王珊珊, 等. 战略性新兴产业技术创新研究的知识结构: 基于 SSCI 和 CSSCI 的文献计量分析 [J]. *情报杂志*, 2022(5): 183-189.
- [12] 李晓华, 王怡帆. 未来产业的演化机制与产业政策选择 [J]. *改革*, 2021(2): 54-68.
- [13] MISTRY I, TANWAR S, TYAGI S, et al. Blockchain for 5G-enabled IOT for industrial automation: a systematic review, solution, and challenges [J]. *Mechanical systems & signal processing*, 2020(135): 106382.
- [14] PHUYAL S, BISTA D, BISTA R. Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: a state of art review [J]. *Sustainable futures*, 2020(2): 100023.
- [15] VAFADAR A, GUZZOMI F, RASSAU A, et al. Advances in metal additive manufacturing: a review of common processes, industrial applications, and current challenges [J]. *Applied sciences*, 2021, 11(13): 1213.
- [16] ZHANG T L, LIU C. Design of titanium alloys by additive manufacturing: a critical review [J]. *Advanced powder materials*, 2022, 1(1): 1-11.
- [17] 韩晗. 大众传播、商业出版与后现代性受众分析: 对“博客出版”诸问题再反思 [J]. *出版广角*, 2020(6): 22-25.
- [18] 李恒. 互联网重构体育产业及其未来趋势 [J]. *上海体育学院学报*, 2016(6): 8-15.
- [19] TILBURY D. Industries of the Future [EB/OL]. [2024-01-13]. [https://umaine.edu/epscor/wp-content/uploads/sites/25/2020/10/ENG\\_AdCom\\_Industries\\_of\\_the\\_Future\\_2020\\_Spring-508.pdf](https://umaine.edu/epscor/wp-content/uploads/sites/25/2020/10/ENG_AdCom_Industries_of_the_Future_2020_Spring-508.pdf).
- [20] The President's Council of Advisors. Recommendations for strengthening American leadership in industries of the future [EB/OL]. [2024-01-13]. [https://science.osti.gov/-/media/\\_/pdf/about/pcast/202006/PCAST\\_June\\_2020\\_Report.pdf](https://science.osti.gov/-/media/_/pdf/about/pcast/202006/PCAST_June_2020_Report.pdf).
- [21] VOUGHT R T, DROEGEMEIER K K. Fiscal Year (FY) 2022 administration research and development budget priorities and cross-cutting actions [EB/OL]. [2024-01-20]. [https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/08/M-20-29.pdf?dm\\_i=1ZJN,7013W,E29EK3,S7JP0,1](https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/08/M-20-29.pdf?dm_i=1ZJN,7013W,E29EK3,S7JP0,1).
- [22] National Strategy for Advanced Manufacturing. Critical and emerging technologies list update [EB/OL]. [2024-01-20]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>.
- [23] OSTP. OSTP report on the industries of the future act [EB/OL]. [2024-01-23]. [https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/04/04-2022-OSTP\\_IOTF\\_Report.pdf](https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/04/04-2022-OSTP_IOTF_Report.pdf).
- [24] YOUNG S D, NELSON A. Multi-Agency research and development priorities for the FY 2024 Budget [EB/OL]. [2024-01-24]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/07/M-22-15.pdf>.
- [25] National Strategy for Advanced Manufacturing. National Strategy for Advanced Manufacturing [EB/OL]. [2024-01-25]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/National-Strategy-for-Advanced-Manufacturing-10072022.pdf>.
- [26] The White House. President Biden's 2024 Budget Invests in American science, technology, and innovation to achieve our nation's greatest aspirations [EB/OL]. [2024-02-04]. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/13/fy24-budget-fact-sheet-rd-innovation>.
- [27] YOUNG S D, PRABHAKAR A. Multi-Agency research and development priorities for the FY 2025 Budget [EB/OL]. [2024-01-30]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/08/FY2025-OMB-OSTP-RD-Budget-Priorities-Memo.pdf>.
- [28] DONELAN M. Science & Technology Framework [EB/OL]. [2024-01-13]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/STF-2023-03-13.pdf>.

- OL]. [2024-01-30]. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6405955ed3bf7f25f5948f99/uk-science-technology-framework.pdf>.
- [29] Department for Business & Trade. Advanced manufacturing plan[EB/OL]. [2024-02-01]. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65788f51095987000d95df34/advanced-manufacturing-plan.pdf>.
- [30] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Zukunftsstrategie Forschung und Innovation[EB/OL]. [2024-02-03]. [https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie_node.html).
- [31] European Commission. A new industrial strategy for Europe[EB/OL]. [2024-02-03]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593086905382&uri=CELEX%3A52020DC0102>.
- [32] GABRIEL M. The EU Research & Innovation Programme 2021-27[EB/OL]. [2024-02-03]. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/ec\\_rtd\\_he-investing-to-shape-our-future\\_0.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/ec_rtd_he-investing-to-shape-our-future_0.pdf).
- [33] European Commission. Strategic plan 2020-2024 DG research and innovation[EB/OL]. [2024-02-04]. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy-2020-2024\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy-2020-2024_en).
- [34] MAIJA B, LARS D N, ATHANASIOS P. Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry[EB/OL]. [2024-02-05]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/>.
- [35] 杨秀丽, 赵今明. 量子通信领域专利分析及对我国发展的启示 [J]. 中国科技资源导刊, 2018(6): 63-72.

## Future Industries at Home and Abroad Based on Co-Occurrence Analysis

YANG Xiuli, ZHANG Limeng

Anhui Provincial Institute of Science and Technology Information (Archives), Hefei 230011

**Abstract:** To sort out and screen the main areas of future industries and provide support for subsequent research, CiteSpace and other softwares are used as tools to obtain a literature map related to future industries at home and abroad through co-word relationships, and future industry overview are obtained from a macro perspective. Combined with strategic policies of major developed countries abroad, as well as government documents such as plans for 31 provinces and cities nationwide in China, and its future industry special plans, the development focus and differences of future industries at home and abroad are sorted out, providing a basis for further screening and research. Through research, it has been found that overall, the key areas of focus for future industries at home and abroad are generally the same, mainly concentrated in the three major areas of intelligence, low-carbon, and health. Artificial intelligence is a key area of focus both domestically and internationally. The future industry presents a trend of highly interdisciplinary and deep integration of multiple disciplines and technologies. Technological innovation is the core driving force; production and manufacturing are the key; and capital investment, talent cultivation, and platform construction are the three major focus points of the future industry.

**Keywords:** future industries; keyword; knowledge graph; co-occurrence relation; policy sorting