中国新一代人工智能发展战略研究院
Chinese Institute of New Generation Artificial Intelligence Development Strategies

中国新一代人工智能科技产业发展报告·2022
China's New Generation Artificial Intelligence Technology Industry Development Report 2022

中国新一代人工智能科技产业发展报告·2022
China's New Generation Artificial Intelligence Technology Industry Development Report 2022

深科技创新驱动的中国人工智能科技产业发展

THE DEVELOPMENT OF CHINA'S ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY DRIVEN BY DEPTH TECHNOLOGY INNOVATION

2022年6月24日
JUNE 24, 2022

中国新一代人工智能发展战略研究院
Chinese Institute of New Generation Artificial Intelligence Development Strategies

中国新一代人工智能发展战略研究院

总撰稿人 Lead and Main Writer

刘刚，1965年出生，中国新一代人工智能发展战略研究院首席经济学家，南开大学经济研究所所长，教授，博士生导师。

主要研究领域：创新经济和创新政策

Professor Gang Liu , born in Febuary 1965, chief economist of Chinese Institute of New Generation Artificial Intelligence Development Strategies, director of Nankai Institute of Economics.

Main Research Fields: Innovation Economics and Innovation Policy

撰稿人 Other Writers

李依菲 Yifei Li	霍治方 Zhifang Huo	王杰 Jie Wang
李彪 Biao Li	郑凤阳 Fengyang Zheng	余山 Shan Yu
韩馥蔓 Fuman Han	童皓伟 Haowei Tong	刘汉文 Hanwen Liu

致谢：本报告得到了天津市科技局和中国工程院项目经费支持

目录 Contents

P1 摘要 Abstract in Chinese

P6 Abstract Abstract

P13 一、引言和研究方法 Introduction and Research Methods

P17 二、人工智能科技产业发展五年回顾 Five-year Review of Artificial Intelligence Technology Industry Development

P23 三、人工智能企业 Artificial Intelligence Enterprises

P25 (一) 创建时间 Establishment Time

P26 (二) 地域分布 Geographical Distribution

P28 (三) 员工规模 Employee Size

P28 (四) 营业总收入和市值 Sales Revenue and Market Value

P30 (五) 投融资情况 Investment and Financing

P33 (六) 技术层次分布 Technological Layer Distribution

P33 (七) 核心技术分布 Core Technology Distribution

P35 (八) 研发活动 Research and Development Activities

P41 四、中国人工智能科技产业创新生态 Innovation Ecosystem of China' s Artificial Intelligence Technology Industry

P43 (一) 价值网络 Value Network

P46 (二) 技术关系 Statistical Analysis of Technical Partnerships

P51 (三) 核心人力资本 Core Human Capital

P53 (四) 投融资关系 Investment and Financing Relationships

P55 五、技术体系演化 Technology System Evolution

P65 六、应用领域扩展 Application Areas

P79 七、人工智能和实体经济融合发展 Integration of Artificial Intelligence and Real Economy

P81 (一) 核心产业部门和融合产业部门 Core Industrial Sector and Integration Industrial Sector

P84 (二) 第二产业的智能化 Technical Cooperation of Artificial Intelligence in the Second Industry

P86 (三) 第三产业的智能化 Technical Cooperation in the Tertiary Industry

P87 八、社会价值观对中国人工智能科技产业发展的影响 Impact of Social Values on the Development of Artificial Intelligence Technology Industry in China

摘 要
ABSTRACT

在人工智能科技产业的发展上，中国走在世界的前列。回顾五年来的发展历程，中国人工智能科技产业的发展是深科技创新驱动的，不仅着眼于自主可控技术体系构建，而且表现出明显的社会价值引领和使命导向特征。

人工智能属于通用目的技术和普惠技术。发展生产力实现共同富裕，是社会主义的本质要求。中国人工智能科技产业的发展不仅创造新的社会生产力和激活历次工业革命积累的社会生产力发展潜力，而且为追求共同富裕和经济社会的可持续发展创造了条件。

中国的人工智能科技产业发展是深科技创新主导的。与商业模式创新相比较，深科技创新是指基于基础研究和关键核心技术研发而开展的创新活动，目的是培育未来产业和构建保障产业国际竞争力持续提升的自主可控技术体系。深科技创新引发了深科技创业浪潮。人工智能领域的深科技创业不仅表现为科学家的深度参与，而且表现为基础研究、应用开发和商业化的同步开展和正反馈。

人工智能领域的深科技创新和创业活动的主体不仅包括政府主导的研究型大学和科研院所，而且包括新型平台、新创企业、智能化转型企业和新型创新组织。围绕着关键和核心技术研发，多元异质创新主体的跨学科、跨组织、跨产业和跨区域知识、技术重组和互补性创新，在推动人工智能科技产业发展的同时，促进了国家创新系统的完善和产业创新生态的发展。

自2017年《新一代人工智能发展规划》发布和实施以来，面对美国技术封锁和新冠疫情带来的冲击，在深科技创新驱动下，中国人工智能科技和产业取得了重大进展。人工智能科技产业发展不仅表现为核心产业部门规模的扩张，而且表现为人工智能和经济社会的加速融合。国家的顶层设计和战略引领、地方政府的积极响应、新型平台主导的产业创新生态发展、政产学研用协同创新和产业智能化转型，是中国人工智能科技产业发展的关键动力和机制。

基础研究和高端人才培养是人工智能深科技创新和创业的基础。《新一代人工智能发展规划》明确提出，完善人工智能领域学科布局，设立人工智能专业，推动人工智能领域一级学科建设。2021年1月13日，国务院学位委员会批准设立“交叉学科”门类(门类代码为“14”)，下设“集成电路科学与工程”一级学科(学科代码为“1401”)和“国家

安全学”一级学科(学科代码为“1402”)。包括清华大学和北京大学在内的国内18所高校成为首批集成电路科学与工程一级学科博士学位授权点。截至2022年3月，全国共有440所高校设置人工智能本科专业、248所高校设置智能科学与技术本科专业、387所普通高等学校高等职业教育(专科)设置“人工智能技术服务”专业。

以是否主要为人工智能科技产业发展提供研发和服务为依据，本报告共发现包括之江实验室、鹏城实验室和上海人工智能实验室(浦江实验室)在内的347家人工智能新型创新组织。新型创新组织不仅具有基础研究和应用开发，而且具有市场推广、成果转化、创业孵化和人才培养功能。通过创新生态培育，新型创新组织打通了基础研究、应用开发和规模生产之间的创新循环，加速了人工智能基础研究成果的商业化。

在深科技创新过程中，包括15家国家级人工智能开放创新平台在内的新型平台发挥着关键作用。新型平台一方面通过自主创新展开前沿技术研发，另一方面通过产业创业生态建设广泛赋能产业发展。同时，新创企业在人工智能关键核心技术领域的突破，同样构成了深科技创新的重要推动力量。与商业模式创业不同，人工智能领域的深科技创业活动具有如下特征：一是科学家的广泛参与；二是风险资本的持续高投入；三是跨学科、跨组织、跨产业、跨区域和跨领域科技人才的汇聚；四是高度聚焦人工智能科技产业发展中的关键核心技术；五是积极培育创新生态。

基于2200家人工智能骨干企业技术、人力资本和投融资三个维度的关系数据，本报告构建了中国人工智能科技产业发展动态价值网络图。2021年价值网络的节点总数达到58800个，关系数119044条。2014-2021年价值网络的节点总数增加了1.77倍，关系数增加了2.94倍。2014-2021年价值网络的平均聚类系数和平均路径长度指标变化表明，2017年以来中国人工智能科技产业呈现出明显的报酬递增效应。

从价值网络节点度数中心度的分布看，包括15家国家级人工智能开发创新平台在内的新型平台属于度数中心度最高的节点类型，是中国人工智能科技产业发展的主导者。适应应用场景的扩张，新型平台通过不断衍生垂直业务子平台的方式持续推动人工智能和实体经济的融合发展。

2014-2021年价值网络技术合作关系中，技术赋能关系数快速增长，与技术输入关系数增长差距越拉越大。与国内技术输入和赋能关系数相比，国外技术输入和赋能关系数增长速度则相对平缓，这说明中国人工智能科技产业对国外关键核心技术的依赖程度逐步减弱。

从技术合作关系的度数中心度排名前列的企业看，2017年以来，包括华为、阿里云、百度和腾讯在内的以深科技创新为导向的新型平台在人工智能和实体经济融合发展过程中发挥着越来越重要的作用。度数中心度排名前列的国家级人工智能开放创新平台、基础设施服务商和关键技术开发者，是人工智能领域深科技创新的主导者。

从价值网络度数中心度排名前二十的关系节点看，包括清华大学、北京大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、北京航空航天大学和中国科学院在内的高校和科研院所，是中国2200家人工智能骨干企业基础研究和核心人力资本的主要来源方。以微软、英特尔、IBM、高通和英伟达为代表的跨国企业构成了中国人工智能科技产业创新生态的重要组成部分。包括长安汽车和中国银联在内的传统产业企业和政府机构，是人工智能企业的主要赋能对象，为人工智能的广泛应用提供丰富应用场景。

在2200家人工智能骨干企业的核心人力资本中，15.04%毕业于国外高校和科研院所，84.96%毕业于国内高校和科研院所；6.49%拥有国外企业和机构工作经验，93.51%拥有国内企业和机构工作的经验。无论是从前期学习经验还是前期工作经验来看，中国人工智能科技产业发展所需要的核心人力资本主要来自国内大学、科研机构和企业。同时，在核心人力资本培养上，国外高校、研究机构和企业同样为中国人工智能科技产业的发展做出了重要贡献。

在中国人工智能科技产业发展中，排名前十的投资机构分别为红杉资本中国、IDG资本、经纬中国、深创投、达晨财智、真格基金、高瓴资本、君联资本、顺为资本、五源资本。排名前十的非投资机构分别为腾讯、联想、百度、阿里巴巴、京东、小米、奇虎360、海尔、蚂蚁金服、科大讯飞。尤其是新型平台通过投资新创企业，不断优化和发展平台主导的产业创新生态。

中国人工智能科技产业技术体系包括大数据和云计算、物联网、5G、智能机器人、计算机视觉、自动驾驶、智能芯片、智能推荐、虚拟/增强现实、语音识别、区块链、生物识别、光电技术、自然语言处理、空间技术、人机交互和知识图谱在内的17类技术，构成了复杂技术体系。2021年，中国人工智能科技产业技术合作关系分布中，排名第一的技术类别是大数据和云计算，占比47.53%；排名第二的是物联网，占比11.37%；排名第三的是5G，占比7.26%；排名第四和第五的分别是智能机器人和计算机视觉，占比为6.66%和4.40%。

2017年以来，5G、智能芯片、自动驾驶、生物识别、自然语言处理和区块链是技术合作关系增长幅度较快的技术类别。尤其是5G、智能芯片和自动驾驶，是近年来深科技创新和创业最活跃的技术领域。

作为通用目的技术，人工智能技术赋能广泛分布在19个应用领域。其中，2021年排名前六的领域分别是企业智能管理、智慧城市、智能营销与新零售、智能制造、智能网联汽车和智能金融，占比超过50%。其中，2017年以来，智能营销和新零售、智能制造、智能网联汽车、智能教育、智慧文旅和智能农业是技术合作关系数增长较快的应用领域。

2200家人工智能骨干企业构成了人工智能科技产业核心产业部门，融合产业部门则由与样本企业存在技术合作关系的传统产业企业构成。2021年，在人工智能技术合作关系中，29.10%的合作对象是核心产业部门内部企业，70.90%的合作对象是融合产业部门企业和机构。从2014-2021年两个产业部门技术合作关系占比变动情况看，核心产业部门和融合产业部门的技术合作在中国人工智能科技产业发展过程居主导地位，占比从68.24%提高到70.09%。

2021年核心产业部门与三次产业技术合作关系占比中，排名第一的是第三产业，占比为76.85%；排名第二的是第二产业，占比为22.74%；排名第三的是第一产业，占比仅为0.41%。到目前为止，人工智能和实体经济的融合发展主要分布在第三产业。随着包括5G在内的新一代信息技术的创新发展，人工智能和第二产业尤其是制造业的深度融合进程将加快。

2021年核心产业部门与第二产业技术合作关系占比中，排名第一的是制造业，占比88.01%；排名第二的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比5.67%；排名第三的是建筑业，占比5.05%；排名第四的是采矿业，占比1.27%。2014-2021年，在第二产业中制造业人工智能技术合作关系占比逐年提升，从85.82%提高到88.01%。

2021年核心产业部门与制造业各行业人工智能技术合作关系占比中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比30.86%；排名第二的是汽车制造业，占比24.84%；排名第三的是电气机械和器材制造业，占比8.57%；排名第四和第五的分别是专用设备制造业和通用设备制造业，占比为6.57%和3.89%。排名前五的制造业行业均属于装备制造业。其中，2014-2021年汽车制造业是人工智能技术合作关系占比增长最快的制造业产业领域。

2021年核心产业部门与第三产业各行业人工智能技术合作关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，占比为28.46%；排名第二的是科学研究和技术服务业，占比21.25%；排名第三的是金融业，占比10.95%；排名第四和第五的分别是租赁和商务服务业、批发和零售业，占比为10.89%和9.06%。2014-2021年人工智能在科学研究和技术服务业中的技术合作关系占比增长明显。

作为第四次工业革命的核心引擎，人工智能具有通用目的技术和普惠技术双重属性。一方面人工智能通过广泛赋能引领经济社会全面发展；另一方面随着网络基础设施和智能终端设备的普及，人工智能能够赋能社会的每个成员，创造出更加公平的教育机会和更多的创业、就业机会，把可能出现的“数字鸿沟”转化为“数字红利”。而人工智能技术的商业和社会价值能否充分发挥，不仅取决于技术本身，而且取决于社会制度。

邓小平提出，“社会主义的本质，是解放生产力，发展生产力，消灭剥削，消除两极分化，最终达到共同富裕。”社会主义制度为人工智能先进生产力发展创造了条件。在政府的战略引领下，人工智能科技创新和产业发展表现出更强的社会使命导向，通过广泛赋能不仅创造商业价值而且创造社会价值。人工智能在中国的发展不仅能够引领经济高质量发展，而且能够为人类命运共同体的建设和发展做出贡献。

China is leading the world in the development of the artificial intelligence technology industry. Looking back over the past five years, the development of China’ s AI technology industry is driven by Depth Technology innovation, not only focusing on building a self-reliant and controllable technology system but also showing obvious social value and mission-oriented characteristics.

Artificial intelligence belongs to General Purpose Technology and Inclusive Technology. Developing productive forces to achieve common prosperity is the essential requirement of socialism. The development of China’ s AI technology industry not only creates new social productive forces and activates the development potential of social productive forces accumulated in previous industrial revolutions, but also provides conditions for achieving common prosperity and sustainable economic and social development.

In the early stages, China’ s digital economy development was driven by business model innovation. While the development of China’ s AI technology industry is dominated by Depth Technology innovation. Compared with business model innovation, Depth Technology innovation refers to innovative activities based on basic research and the research and development of key and core technologies, to cultivate future industries and build a self-reliant and controllable technology system that ensures the continuous improvement of international competitiveness of industries. Depth Technology innovation has triggered flourishing entrepreneurship in this sector. Depth Technology entrepreneurship in the field of artificial intelligence is not only manifested by the deep participation of scientists, but also by the simultaneous development and positive feedback of basic research, application development, and commercialization.

The entities of Depth Technology innovation and entrepreneurial activities in the field of artificial intelligence not only include state-led research universities and research institutes but also include new platforms, start-ups, intelligent transformation enterprises, and the new type of innovative organizations. Centering on the research and development of key and core technologies, the interdisciplinary, cross-organizational, cross-industrial and cross-regional knowledge, technology reorganization, and complementary innovation of diverse and heterogeneous innovation entities not only promote the development of the artificial intelligence technology industry but also promote the improvement of the national innovation system and the development of industrial innovation ecosystem.

Since the release and implementation of the “New-generation Artificial Intelligence Development Plan” in 2017, China, in the face of the US technology blockage and the impact of the COVID-19 pandemic, has made significant

progress in artificial intelligence technology and industry, which is driven by Depth Technology innovation. The development of the artificial intelligence technology industry is not only manifested by the expansion of the scale of core industrial sectors but also by the accelerated integration of artificial intelligence and the economy and society. The key driving forces and mechanisms for the development of China' s artificial intelligence technology industry include the top-level design and strategic guidance of the country, the active response of local governments, the ecological development of industrial innovation led by new platforms, the collaborative innovation of government, industry, university, research and user, and the intelligent transformation of industry.

The foundation of AI Depth Technology innovation and entrepreneurship is basic research and high-end talent training. The "New-generation Artificial Intelligence Development Plan" clearly states that it is necessary to improve the discipline layout in the field of artificial intelligence, set up artificial intelligence majors, and promote the construction of first-level disciplines in this field. On January 13, 2021, the Academic Degrees Committee of the State Council approved the establishment of the interdisciplinary category (disciplines code: "14"), which consists of the first-level disciplines of "Integrated Circuit Science and Engineering" (discipline code: "1401") and "National Security" (discipline code: "1402"). Eighteen universities in China, including Tsinghua University and Peking University, have become the first batch of first-level doctoral degree programs in integrated circuit science and engineering. By March 2022, a total of 440 colleges and universities across the country have set up artificial intelligence undergraduate majors; 248 colleges and universities have set up intelligent science and technology undergraduate majors; and 387 general colleges and universities have set up "artificial intelligence technology service" majors in higher vocational education (junior college).

Based on whether they mainly provide R&D and services for the development of the artificial intelligence technology industry, this report shows that a total of 347 new artificial intelligence innovation organizations are found, including Zhejiang Lab, Pengcheng Laboratory, and Shanghai Artificial Intelligence Laboratory (Pujiang Laboratory). The new innovative organizations not only have the functions of basic research and application development but also have the functions of marketing, achievement transformation, business incubation, and talent cultivation. Through the cultivation of innovation ecology, the new innovative organizations smooth the innovation cycle between basic research, application development, and large-scale production, and accelerate the commercialization of artificial intelligence basic research results.

New platforms, including 15 national-level artificial intelligence open innovation platforms, play a key role in the Depth Technology innovation process. On the one hand, the new platform carries out cutting-edge technology research through self-reliant innovation; on the other hand, it extensively empowers industrial development through the construction of industrial entrepreneurship ecology. At the same time, the breakthroughs made by start-ups in key and core AI technologies fields also constitute an important driving force for Depth Technology innovation. Different from business model entrepreneurship, Depth Technology entrepreneurship in the field of artificial intelligence has the following characteristics: first, extensive participation of scientists; second, the continuous high investment of venture capital; third, the convergence of interdisciplinary, cross-organizational, cross-industrial, and cross-regional scientific and technological talents; fourth, a high degree of focus on the key and core technologies in the development of artificial intelligence technology industry; fifth, actively cultivate the innovation ecology.

Based on the relationship data of 2,200 key AI enterprises in three dimensions of technology, human capital, and investment and financing, this report constructed a dynamic value network map of the development of China' s AI technology industry. In 2021, the total number of nodes of the value network reached 58,800, and the number of relationships reached 119,044. From 2014 to 2021, the total number of nodes of the value network increased by 1.77 times, and the number of relationships increased by 27.62 times. The changes in the average clustering coefficient and average path length index of value network from 2014 to 2021 indicate that China' s AI technology industry has shown a significant increasing return effect since 2017.

From the distribution of degree centrality of value network nodes, the new platforms, including 15 national artificial intelligence development and innovation platforms, belong to the node types with the highest degree centrality, and are the leader in the development of China' s artificial intelligence technology industry. To adapt to the expansion of application scenarios, new platforms continue to promote the integration of artificial intelligence and the real economy by constantly generating vertical business sub-platforms.

In the value network technical partnership from 2014 to 2021, the relationship number of technology empowerment grew rapidly, and the gap between the relationship number of technology input and technology empowerment was widened. The relatively flat growth rate of the relationship number of foreign technology input and foreign empowerment compared to the relationship number of domestic technology input and domestic empowerment indicates that

since 2017, China' s artificial intelligence technology industry has gradually reduced its dependence on foreign key and core technologies.

From the perspective of the top-ranked companies in the degree centrality of technical partnership, since 2017, new platforms oriented by Depth Technology innovation, including Huawei, Alibaba Cloud, Baidu, and Tencent, have played an increasingly important role in the integration and development of artificial intelligence and the real economy. The national artificial intelligence open innovation platforms, infrastructure service providers, and key technology developers ranked among the top in degree centrality are the leaders of Depth Technology innovation in the field of artificial intelligence.

From the perspective of the top 20 relationship nodes in the value network degree centrality, universities and research institutes, including Tsinghua University, Peking University, Harbin Institute of Technology, Shanghai Jiao Tong University, Beihang University, and the Chinese Academy of Sciences, are the sources of basic research and core human capital of 2,200 key artificial intelligence enterprises in China. Multinational artificial intelligence enterprises represented by Microsoft, Intel, IBM, Qualcomm, and Nvidia constitute an important part of the innovation ecology of China' s artificial intelligence technology industry. Traditional industrial enterprises and government agencies, including Changan Automobile and China UnionPay, are the main empowerment parties of artificial intelligence enterprises, providing rich application scenarios for the wide application of artificial intelligence.

In the core human capital of 2,200 key artificial intelligence enterprises, 15.04% of them graduated from foreign universities and research institutes, and 84.96% from domestic universities and research institutes; while 6.49% of them gain working experience from foreign enterprises and institutions, and 93.51% gain from domestic enterprises and institutions. Whether it is from the previous learning experience or work experience, the core human capital needed for the development of China' s artificial intelligence technology industry mainly comes from domestic universities, scientific research institutions, and enterprises. At the same time, foreign universities, research institutions, and enterprises have also made important contributions to the development of China' s artificial intelligence technology industry in the cultivation of core human capital.

In the development of China' s artificial intelligence technology industry, the top ten investment institutions are Sequoia Capital China, IDG Capital, Matrix Partners China, Shenzhen Capital Group, Fortune Capital, ZhenFund, Hillhouse Capital, Legend Capital, Shunwei Capital, and 5Y Capital. The top ten non-investment institutions are Tencent, Lenovo, Baidu, Alibaba, JD.com, Xiaomi, Qihoo 360, Haier, Ant Financial, and iFLYTEK. In particular, the new platform continuously optimizes and develops the platform-led industrial innovation ecosystem by investing in start-ups.

The technical system of China' s artificial intelligence technology industry includes 17 categories of technologies including big data and cloud computing, Internet of Things, 5G technology, intelligent robots, computer vision, autonomous driving, intelligent chips, intelligent recommendation, virtual/augmented reality, speech recognition, blockchain, biometrics, optoelectronic technology, natural language processing, space technology, human-computer interaction, and knowledge graphs, constituting a complex technology system. In the distribution of technical partnerships in China' s artificial intelligence technology industry in 2021, the top technology category was big data and cloud computing, accounting for 47.53%; the second place was the Internet of Things, accounting for 11.37%; the third was 5G technology, accounting for 7.26%; the fourth and fifth were intelligent robots and computer vision, accounting for 6.66% and 4.40% respectively.

Since 2017, 5G, intelligent chips, autonomous driving, biometrics, natural language processing, and blockchain have been the technology categories with a higher growth rate in technical partnership. In particular, the 5G technology, intelligent chips, and autonomous driving have been the most active technology fields in Depth Technology innovation and entrepreneurship in recent years.

As a general purpose technology, artificial intelligence technology empowerment is widely distributed in 19 application areas. Among them, the top six fields in 2021 were enterprise intelligent management, smart city, intelligent marketing and new retail, intelligent manufacturing, intelligent connected vehicle, and intelligent finance, accounting for more than 50%. Among them, intelligent marketing and new retail, intelligent manufacturing, intelligent connected vehicle, smart education, smart cultural tourism, and smart agriculture have been the application areas with the rapid growth in the number of technical partnerships since 2017.

The 2,200 key artificial intelligence enterprises constitute the core industrial sector of the artificial intelligence technology industry, and the integration industrial sector consists of traditional industry enterprises with which the sample enterprises have technical partnerships. In 2021, in the AI technical partnerships, 29.10% of the partners were enterprises within the core industrial sector, and 70.90% of partners were enterprises and institutions in the integration

industrial sector. According to the changes in the proportion of technical partnership between the two industrial sectors from 2014 to 2021, the technical partnership between core industrial sectors and integration industrial sectors was dominant in the development process of China' s artificial intelligence technology industry, with the proportion increasing from 68.24% to 70.09%.

In 2021, in the proportion of technical partnerships between the core industrial sector and the three industries, the tertiary industry ranked first, accounting for 76.85%; the second was the secondary industry, accounting for 22.74%; the third was the primary industry, accounting for only 0.41%. Up to now, the integrated development of artificial intelligence and the real economy has mainly been distributed in the tertiary industry. With the innovative development of the new generation of information technology including 5G, the deep integration of artificial intelligence and the secondary industry, especially the manufacturing industry, will be accelerated.

In 2021, among the technical partnerships between the core industrial sector and the secondary industry, the manufacturing industry ranked first, accounting for 88.01%; the second place was the electricity, heat, gas, and water production and supply industry, accounting for 5.67%; the third place was the construction industry, accounting for 5.05%; the fourth place was the mining industry, accounting for 1.27%. From 2014 to 2021, the proportion of artificial intelligence technical partnerships in the manufacturing industry increased year by year, from 85.82% to 88.01%.

In 2021, in the proportion of artificial intelligence technical partnerships between core industrial sectors and various sectors in the manufacturing industry, the computer, communication, and other electronic equipment manufacturing industries ranked first, accounting for 30.86%; the second place was the automobile manufacturing industry, accounting for 24.84%; the third place was the electrical machinery and equipment manufacturing industry, accounting for 8.57%; the fourth and fifth places were special equipment manufacturing and general equipment manufacturing, accounting for 6.57% and 3.89% respectively. The top five manufacturing industries belonged to the equipment manufacturing industry. Among them, from 2014 to 2021, the automobile manufacturing industry was the manufacturing industry with the fastest growth in the proportion of artificial intelligence technical partnerships.

In 2021, among the artificial intelligence technical partnerships between the core industrial sector and various sectors in the tertiary industry, the information transmission, software, and information technology services ranked first, accounting for 28.46%; the second was the scientific research and technical service industry, accounting for 21.25%; the third was the financial industry, accounting for 10.95%; the fourth and fifth places were leasing and business services, wholesale and retail, accounting for 10.89% and 9.06% respectively. From 2014 to 2021, the proportion of technical partnerships of artificial intelligence in scientific research and the technical service industry increased significantly.

As the core engine of the fourth industrial revolution, artificial intelligence has dual attributes of general purpose technology and inclusive technology. On the one hand, artificial intelligence leads the all-round development of the economy and society through extensive empowerment; on the other hand, with the popularization of network infrastructure and intelligent terminal equipment, artificial intelligence can empower every member of the society, create more fair educational opportunities and more entrepreneurial and employment opportunities, and turn the possible "digital divide" into "digital dividend". Whether the commercial and social value of artificial intelligence technology can be fully realized depends not only on the technology itself but also on the social system.

Deng Xiaoping proposed that "the essence of socialism is to liberate and develop productive forces, eliminate exploitation and polarization, and finally achieve common prosperity. The socialist system creates conditions for the development of advanced productive forces of artificial intelligence." Under the strategic guidance of the Chinese government, artificial intelligence technology innovation and industrial development show a stronger social mission orientation, creating not only commercial value but also social value through extensive empowerment. The development of artificial intelligence in China can not only lead overall development of the economy and society, but also contribute to the construction and development of a community with shared future for mankind.

01 引言和研究方法

INTRODUCTION AND RESEARCH METHODS

中国新一代人工智能发展战略研究院

01 引言和研究方法

NTRODUCTION AND RESEARCH METHODS

作为全球引领者，中国人工智能科技产业的发展是深科技创新驱动的，同时表现出明显的社会价值引领和和社会使命导向特征。人工智能属于通用目的技术和普惠技术。中国人工智能科技创新和产业发展不仅能够提升国家综合国力和国际竞争力，而且服务于解决包括脱贫攻坚、抗击新冠疫情、实现绿色低碳发展和构建人类命运共同体在内的社会问题。作为第四次工业革命的核心引擎，发展人工智能和社会主义制度的本质要求是内在一致的。随着人工智能和经济社会融合发展进程的加速，中国人工智能科技产业的发展将为探索人类经济社会发展新模式做出积极贡献。

在早期发展阶段，中国数字经济是商业模式创新驱动的，关键核心技术严重依赖于发达国家的科学研究和技术创新。2012年以来，中国人工智能科技产业的发展则是以深科技创新为主导的，强调自主可控技术体系的构建。与商业模式创新相比较，深科技创新聚焦关键核心技术领域，是基于基础研究的科技创新和商业化活动。围绕自主可控技术体系的形成和发展，中国在人工智能领域的深科技创新涉及包括企业、大学、科研院所、新型创新组织、政府和投资机构在内的多元异质创新主体的跨学科、跨组织、跨产业和跨区域知识、技术重组和互补性创新，不仅推动了人工智能科技产业的发展，而且促进了国家创新系统和产业创新生态的完善和发展。

与深科技创新相伴随的是深科技创业活动的涌现。2012年以来，深科技创业是人工智能科技创新和产业发展的重要推动力量。与商业模式主导的创业活动不同，人工智能领域的深科技创业不仅表现为科学家的深度参与，而且表现为基础研究、应用开发和商业化的同步开展和正反馈。

尤其值得关注的是，中国人工智能领域的深科技创新目标不仅局限于实现科技成果的商业价值，而且重视社会价值的创造。例如，面对美国的技术封锁，如何构建自主可控技术体系实现国家产业安全和国际竞争力提升?如何发挥人工智能在抗击新冠疫情和解决社会痛点问题中的积极作用?如何通过产业智能化实现绿色低碳和经济社会可持续发展?这些问题的解决成为人工智能领域深科技创新的目标和方向。

本报告运用价值网络分析方法，考察多元创新主体如何通过深科技创新推动中国人工智能科技产业发展的动力机制和内在逻辑。表1列出了《中国新一代人工智能科技产业发展报告(2022年)》样本库的结构。在2200家人工智能骨干企业中，基础层企业53家，占比2.41%，它们是中国人工智能科技产业发展的基础软硬件和基础设施服务商；技术层企业273家，占比12.41%，它们是包括核心算法在内的关键技术研发和生产企业；应用层企业1873家，占比85.18%，它们属于人工智能技术集成和应用企业。除了2200家人工智能骨干企业，样本库还包括5272家投资者(投资机构和非投资机构)、303家AI大学、123家非大学人工智能科研机构、781家人工智能产业联盟、国家和各省市累计出台的人工智能相关政策657项、人工智能产业园区1823个。

表 1 《中国新一代人工智能科技产业发展报告(2022年)》样本库结构

样本类别		数量
人工智能骨干企业	基础层	53
	技术层	273
	应用层	1873
	总计	2200
投资者(投资机构和非投资机构)		5272
大学和科研机构	AI大学	303
	非大学科研机构	123
人工智能产业联盟		781
人工智能政府政策		657
人工智能产业园区		1823

本报告把2200家人工智能企业作为样本节点，通过实际调查和网络资料搜索与样本节点存在技术、人力资本和投融资关系的关系节点。在采集和分析属性数据的同时，重点采集和分析样本节点和关系节点之间三个维度的关系数据。通过价值网络结构和关系数据量化分析，考察中国人工智能科技产业发展的动力机制、内在逻辑和发展路径。

02 人工智能科技产业发展五年回顾

FIVE-YEAR REVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY DEVELOPMENT

中国新一代人工智能发展战略研究院

02 人工智能科技产业发展五年回顾

FIVE-YEAR REVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY DEVELOPMENT

自2017年《新一代人工智能发展规划》发布以来，面对美国技术封锁和新冠疫情冲击，中国人工智能科技和产业发展取得了重大进展。人工智能科技产业发展不仅表现为核心产业部门规模的扩张[1]，而且表现为人工智能和经济社会的加速融合。

作为第四次工业革命的核心引擎，人工智能为发达国家保持国际竞争优势和后发国家实现赶超创造了条件。对于后发国家而言，基于新科技革命实现赶超不仅源于技术领域的突破性创新，更重要的是技术经济范式变迁的结果。[2]构建与人工智能技术体系变革和技术经济范式变迁相适应的国家创新系统，是加速人工智能科技产业成长和实现经济高质量发展的关键。

与工业时代不同，培育富有活力的产业创新生态是发展和完善与人工智能技术体系变革相适应的国家创新系统的焦点。以推进人工智能和经济社会深度融合为逻辑主线，产业创新生态的发展涉及多元异质创新主体的跨学科、跨组织、跨产业和跨区域知识、技术重组和互补性创新。国家的顶层设计和战略引领、地方政府的积极响应、新型平台主导的产业创新生态发展、政产学研用协同创新和产业智能化加速转型，是中国人工智能科技产业发展的关键动力和机制。

中国人工智能科技产业的发展是深科技创新驱动的。与商业模式创新相比较，深科技创新是指基于基础研究和底层技术研发的科学和技术创新活动，目的是构建培育未来产业和保障产业国际竞争力持续提升的自主可控技术体系。对人工智能科技产业而言，深科技创新强调加强基础软硬件和关键核心技术领域的研发活动。同时，与深科技创新相对应的是深科技创业。人工智能领域的深科技创新和创业活动的主体不仅包括政府主导的研究型大学和科研院所，而且包括新型平台、新型创新组织[3]、人工智能新创企业和智能化转型企业。

基础研究和高端人才培养是人工智能深科技创新和创业的基础。《新一代人工智能发展规划》明确提出，完善人工智能领域学科布局，设立人工智能专业，推动人工智能领域一级学科建设。为了落实规划，2018年4月教育部印发了《高等学校人工智能创新行动计划》，2020年1月，教育部、发改委、财政部联合发布《关于“双一流”建设高校促进学科融合加快人工智能领域研究生培养的若干意见》。两个文件提出了包括人工智能专业设置、学科发展、人才培养和科技创新在内的系统方案。截至2022年3月，全国共有440所高校设置人工智能本科专业、248所高校设置智能科学与技术本科专业、387所普通高等学校高等职业教育（专科）设置“人工智能技术服务”专业。

为了推动人工智能学科建设，国务院学位委员会批准设立“交叉学科”门类(门类代码为“14”)，下设“集成电路科学与工程”一级学科(学科代码为“1401”)和“国家安全学”一级学科(学科代码为“1402”)。2021年4月22日，清华大学成立集成电路学院。7月14日，华中科技大学未来技术学院和集成电路学院正式揭牌成立。7月15日，北京大学宣布成立集成电路学院。其中，清华大学集成电路学院在国内首次提出“1+N”联合机制，打破学科壁垒，强化交叉融合，聚焦集成电路全产业链，布局微电子科学、集成电路设计方法学与EDA、集成电路设计与应用、集成电路器件与制造工艺、MEMS与微系统、封装与系统集成、集成电路专用装备和集成电路专用材料等研究方向。包括清华大学和北京大学在内的国内18所高校成为全国首批集成电路科学与工程一级学科博士学位授权点，广泛分布在北京、上海、江苏、浙江、福建、湖北、广东、四川和陕西等省市。

积极响应国家重大战略需求，高校在人工智能基础研究和底层技术开发领域的布局取得一系列成果。近两年来，我国14所高校在芯片领域取得了包括小尺寸晶体管、量子芯片、光刻技术和设备、新材料在内的17项关键技术突破。

无论是在人工智能基础研究和应用开发还是在人才培养方面，高校和企业之间的产学研合作成为推动人工智能科技创新和产业发展的重要机制。例如，在人工智能和集成电路学院的建设和发展上，国内高校纷纷通过与包括华为、中芯国际、腾讯和比亚迪在内的前沿企业合作，加速科学研究和人才培养。

人工智能属于通用目的技术(General Purpose Technologies，GPTs)。人工智能和经济社会的融合发展涉及多元异质创新主体的跨学科、跨组织、跨产业和跨区域知识、技术重组和互补性创新。包括工业实验室、研究型大学和科研院所在内的传统创新组织难以适应人工智能技术体系变革的需要，具有平台属性的新型创新组织成为创新组织发展的前沿。

为了适应智能经济条件下创新组织发展的需要，在总结前期建设经验的基础上，2019年科技部印发了《关于促进新型研发机构发展的指导意见》，为人工智能新型创新组织的发展创造了条件。[4]以是否主要为人工智能科技产业发展提供研发和服务为依据，本报告共发现347家人工智能新型创新组织。人工智能新型创新组织包括两种类型：一类是2017年之后创建的专门从事人工智能基础研究和关键共性技术研发的新型创新组织。例如，之江实验室、鹏城实验室和浦江实验室；另一类则是2017年之前创建的新型研发机构，通过设立人工智

能研发部门发展而来的人工智能新型创新组织。例如，中科院深圳先进技术研究院。

新型创新组织不仅具有基础研究和应用开发功能，而且具有市场推广、成果转化、创业孵化和人才培养功能。通过创新生态建设，新型创新组织打通了基础研究、应用开发和规模生产之间的创新循环，加速了人工智能基础研究成果的商业化进程。同时，新型创新组织充分发挥政府和市场两种资源配置机制，实现了创新资源的有效配置，降低了基础研究和关键共性技术开发的技术和市场双重不确定性，加速了知识和技术扩散，促进了新创企业和科技型中小企业的成长。

在深科技创新过程中，包括15家国家级人工智能开放创新平台在内的新型平台是关键推动者。新型平台属于产业赋能型平台，部分来自传统交易平台的转型升级。中国的互联网产业起步于国外互联网基础研究和关键技术的应用，属于典型的商业模式创新。随着业务发展和应用领域扩张，互联网平台企业开始步入深科技创新领域，转型升级为具有产业赋能功能的新型平台。依托数据生态和应用场景优势，平台企业把深科技创新的重点放在基础和关键核心技术领域。例如，华为、阿里巴巴、百度和腾讯先后在操作系统、智能芯片、底层架构和网络基础科技领域进行研发。在关键核心技术自主可控的条件下，通过培育和构建开源创新生态，新型平台帮助开发者快速实现AI概念和创意，赋能产业智能化升级。

新创企业在中国人工智能关键核心技术领域的攻坚克难，同样构成了深科技创新浪潮的重要力量。在深科技创新和创业活动活跃的AI芯片领域，近年来涌现出包括壁仞科技、沐曦集成电路、摩尔线程、天数智芯和登临科技在内的一批新创企业。创建于2019年9月的上海壁仞科技的融资规模达到47亿元，估值超过100亿元。2022年3月31日，壁仞科技宣布首款基于自主原创芯片架构开发的GPU芯片BR100系列一次点亮成功。

与商业模式创新不同，人工智能领域的深科技创业活动具有如下特征：一是科学家的广泛参与和产学研协同；二是风险资本的持续高投入；三是跨学科、跨组织、跨产业和跨领域高端人才的汇聚；四是聚焦人工智能科技产业发展中的关键核心技术；五是重视开放和开源创新生态的构建。

传统制造企业的智能化转型同样是人工智能领域深科技创新的重要推动者。传统制造企业，尤其是龙头企业的智能化转型更多地聚焦在智能装备领域。产品的智能化和生产的智能化带动了智能机器人技术创新和应用。同时，传统制造企业的智能化转型为中小企业和新创企业的深科技创业创造了条件。

尽管取得了显著的成绩，中国人工智能科技产业的发展同样面临前所未有的困难。其中，国外技术封锁是中国人工智能科技创新和产业发展面临的挑战之一。围绕着关键核心技术研发，如何加强基础研究实现关键核心技术的突破，是研究型大学、科研院所、企业和政府共同面对的问题。同时，如何形成适应深科技创新和创业浪潮的基础研究、人才培养、组织、政策和治理体系，构建自主可控技术体系和更加开放的创新生态，同样是中国人工智能科技创新和产业发展亟待解决的难题。

[1]到目前为止，对中国人工智能科技产业发展规模和增长速度的统计仍然缺乏一致的指标体系。作为参考，德勤2021年《中国成长型AI企业研究报告》的统计数据显示，2017-2020年我国人工智能产业规模从709亿元增加到1608亿元，年均增速30%左右。

[2][英]克里斯托夫·弗里曼. 技术政策与经济绩效：日本国家创新系统的经验[M]，张宇轩译，东南大学出版社，2008.

[3]新型创新组织包括人工智能领域相关的新型研发机构和人工智能实验室。例如，之江实验室、鹏城实验室和浦江实验室。

[4]科技部火炬中心的统计数据显示，截至2020年底，全国新型研发机构数量达到2140家，主要为包括新一代信息技术、新材料、高端装备制造和生物医药在内的新兴科技产业提供服务。其中，为新一代信息技术产业提供研发服务的机构数量占比为33.69%，占比排名第一；排名第二的是新材料，占比31.21%；排名第三的是高端装备制造产业，占比31.12%；排名第四至六的分别是生物医药、节能环保和新能源产业，占比分别为25.65%、17.76%和6.31%。

03 人工智能企业

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENTERPRISES

中国新一代人工智能发展战略研究院

A 人工智能企业[5] 03

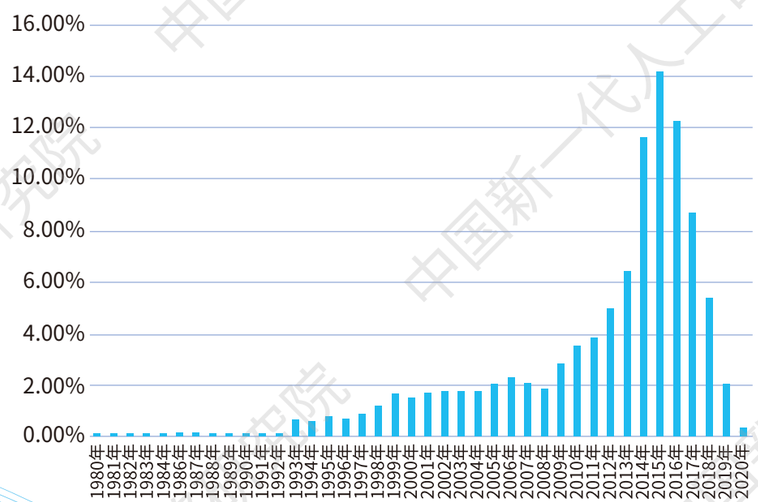
ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENTERPRISES

人工智能企业及其创新活动构成了智能科技产业发展的基础。本部分通过对2200家[6]人工智能骨干企业的属性数据分析，刻画和概括中国人工智能科技产业发展的微观基础和内在结构。

（一）创建时间

Establishment Time

图 1 2200家人工智能样本企业的创建时间分布



2200家人工智能企业创建的时间主要集中在2012至2018年之间，占比为63.36%。企业创建的峰值出现在2015年，占比为14.14%。2016年以来，深科技创新和创业活动不断增加，成为人工智能科技产业发展的关键支撑。

[5]为了保持数据和基本结构的连贯性，这一部分内容只是对《中国新一代人工智能科技产业发展报告(2018-2021年)》相对应内容的数据更新。

[6]2022年的报告在中国新一代人工智能发展战略研究院智能经济数据库10,000家基础样本数据库的基础上，通过动态数据采集和追踪，筛选出2200家企业作为《中国新一代人工智能科技产业发展报告(2022)》样本企业。

其中，创建于2010年之前的企业相当大比例在成立之初属于非初始人工智能企业。尤其是创建时间较早的上市公司，大都在2010年之后通过自主研发和技术引进转型升级为人工智能企业。非初始人工智能企业大致可以划分为两类：一类是信息技术企业；另一类是传统产业企业，主要包括传统制造业、商业和金融业企业。一般而言，信息技术企业进入人工智能领域的时间早于传统产业企业。通过数字化转型，传统产业的龙头企业成为融合产业部门的主导者。

（二）地域分布

Geographical Distribution

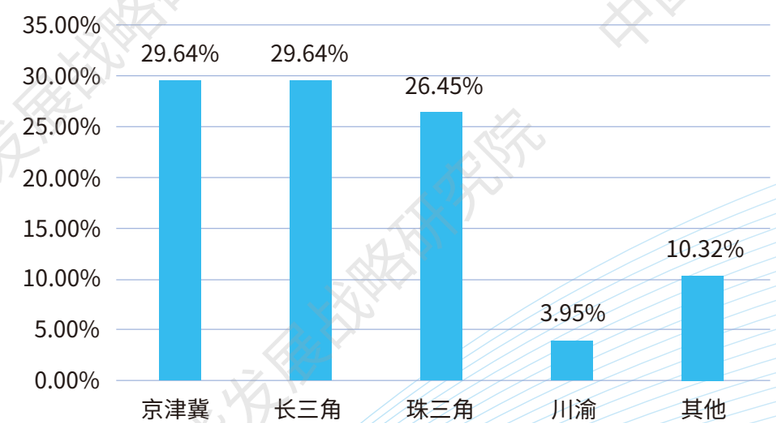


图 2 2200家人工智能企业在全国都市圈的分布

2200家人工智能骨干企业主要分布在京津冀、长江三角洲和珠江三角洲三大都市圈，占比分别为29.64%、29.64%和26.45%。依托科技创新和互联网产业发展优势，京津冀、长江三角洲和珠江三角洲地区在人工智能科技产业的发展上走在了全国的前列。与2017年相比，长江三角洲、珠江三角洲地区人工智能科技产业骨干企业所占份额增长速度明显高于京津冀地区。

在各省市自治区中，人工智能企业主要分布在北京市、广东省、上海市、浙江省、江苏省、四川省、山东省、湖北省、福建省和湖南省。其中，北京市占比最高，为28.32%；其次是广东省，占比为26.45%，主要分布在深圳市和广州市；排名第三的是上海市，占比为13.09%；排名第四的是浙江省，占比为9.00%，主要分布在杭州市。

在国内主要城市中，人工智能企业分布密集的城市是北京市、深圳市、上海市和广州市，占比分别为28.32%、13.41%、13.09%和8.55%。西部地区的成都市和中部地区的武汉市同样是人工智能企业数排名靠前的城市。

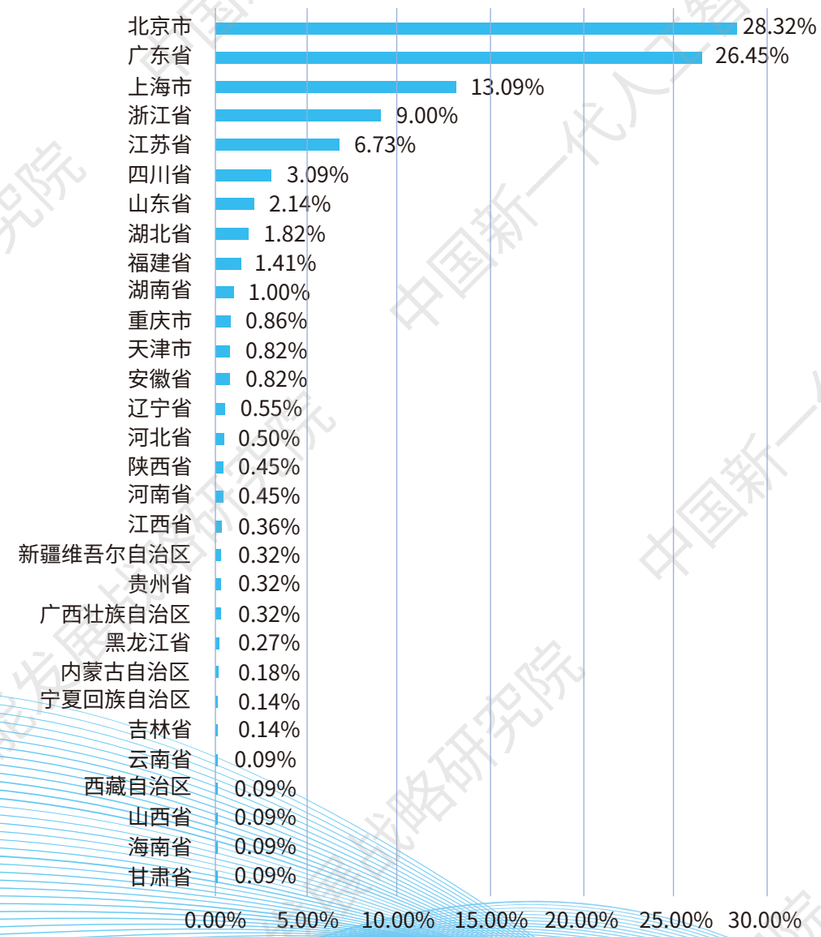


图 3 2200家人工智能企业在省市自治区的分布

(三) 员工规模

Employee Size

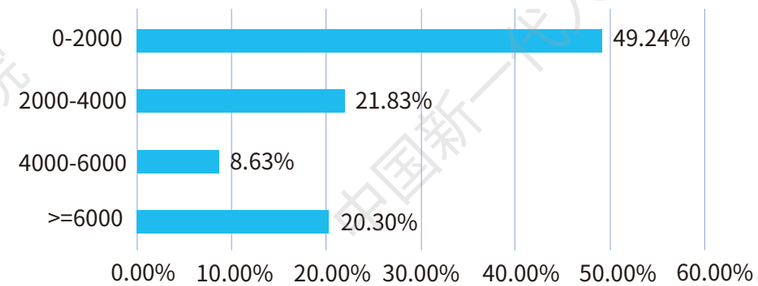


图 4 197家人工智能上市公司员工规模分布[7]（单位：人）

图4列出了197家人工智能上市公司员工规模分布情况。49.24%的人工智能上市公司员工数量在2000以内，员工数在2000-4000之间的企业占比为21.83%，员工数在4000-6000之间的企业占比为8.63%，员工数量在6000以上的企业占比为20.30%，大多属于应用层企业。

(四) 营业总收入和市值

Sales Revenue and Market Value

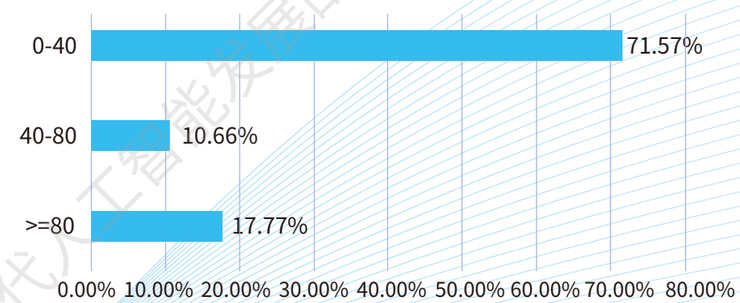


图 5 197家人工智能上市公司营业总收入分布情况[8]（单位：亿人民币）

图5列出了197家人工智能上市公司营业总收入分布情况。其中71.57%的企业营业总收入小于40亿元，10.66%的企业营业总收入在40-80亿元之间，17.77%的企业营业总收入超过80亿元。

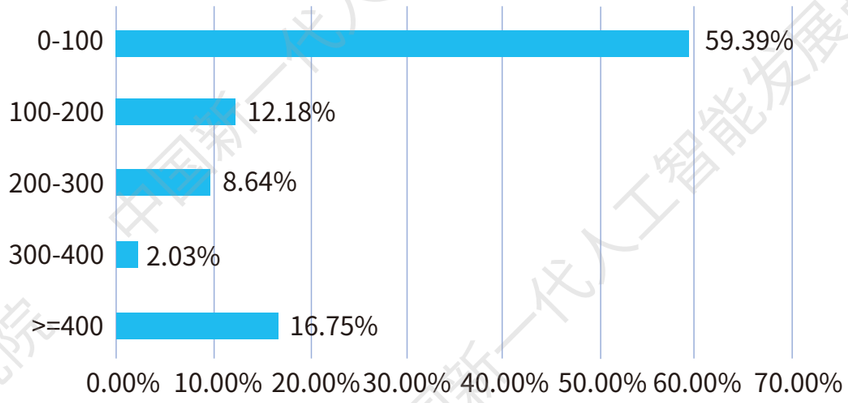


图 6 197家人工智能上市公司市值分布情况[9]（单位：亿人民币）

图6列出了197家人工智能上市公司市值分布情况。市值小于100亿元的企业数量占比最高，达59.39%；其次是市值超过400亿元的企业数量，占比为16.75%；市值在100-200亿元、200-300亿元、300-400亿元的企业数量占比为12.18%、9.64%、2.03%。

[7]在本报告的样本库中，只有部分人工智能上市公司的员工数、营业总收入和市值数据同时可得，因此统计分析以数据可得的197家企业作为分析样本。

[8]由于上市公司的财务报表披露相对较晚，上市公司员工数和营业总收入的统计截止时间为2020年12月31日。

[9]由于上市公司的日总市值披露更新较为及时，对上市公司总市值的统计截止时间为2021年12月31日。

（五）投融资情况
Investment and Financing

1.企业融资规模分布

截至2021年12月，在2200家人工智能企业中，能够检索到发生融资事件的企业数为1485家，在全样本中占比67.50%（如图7所示），累计融资总额为25925.44亿元。[10]从1485家企业融资情况看，40.88%的企业融资额小于1亿元，41.89%的企业融资额在1-10亿元之间，融资额超过10亿元的企业数量占17.24%。

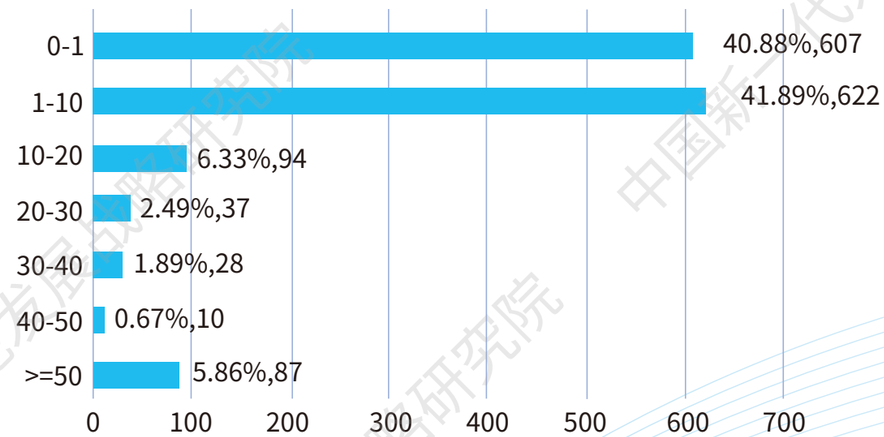


图 7 1485家人工智能样本企业融资规模分布（单位：亿人民币）

[10]融资规模是指人工智能企业的所有融资额，包括非人工智能领域的融资额。

2.地区融资总额分布

本报告可采集到的发生融资活动的样本企业共计1485家，分布在我国29个省市自治区。从地区融资规模看，排名前五的省市自治区分别是北京市、广东省、上海市、江苏省和天津市，融资总额分别为13972.53亿元、3339.13亿元、2966.88亿元、1392.14亿元和1199.11亿元。

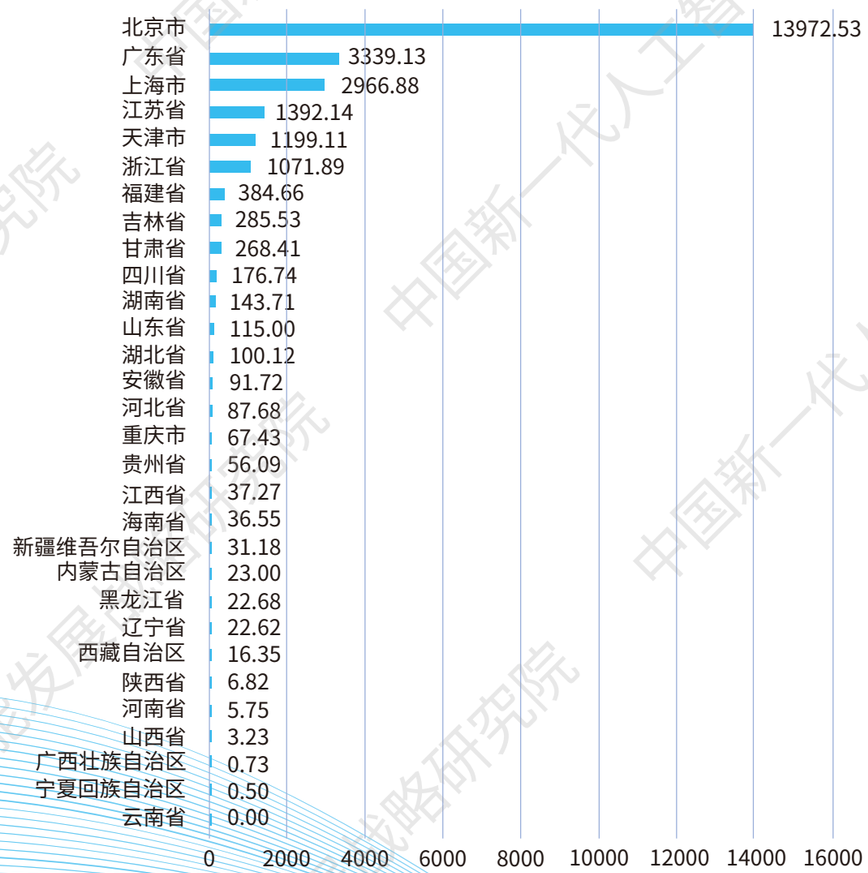


图 8 1485家人工智能企业所在省市自治区融资规模（单位：亿人民币）

3.地区平均融资规模分布[11]

从1485家企业平均融资规模地域分布看，企业平均融资额排名前五的省市分别是甘肃省、吉林省、天津市、北京市和海南省，企业平均融资额分别为134.20亿元、95.18亿元、66.62亿元、22.43亿元和18.27亿元。

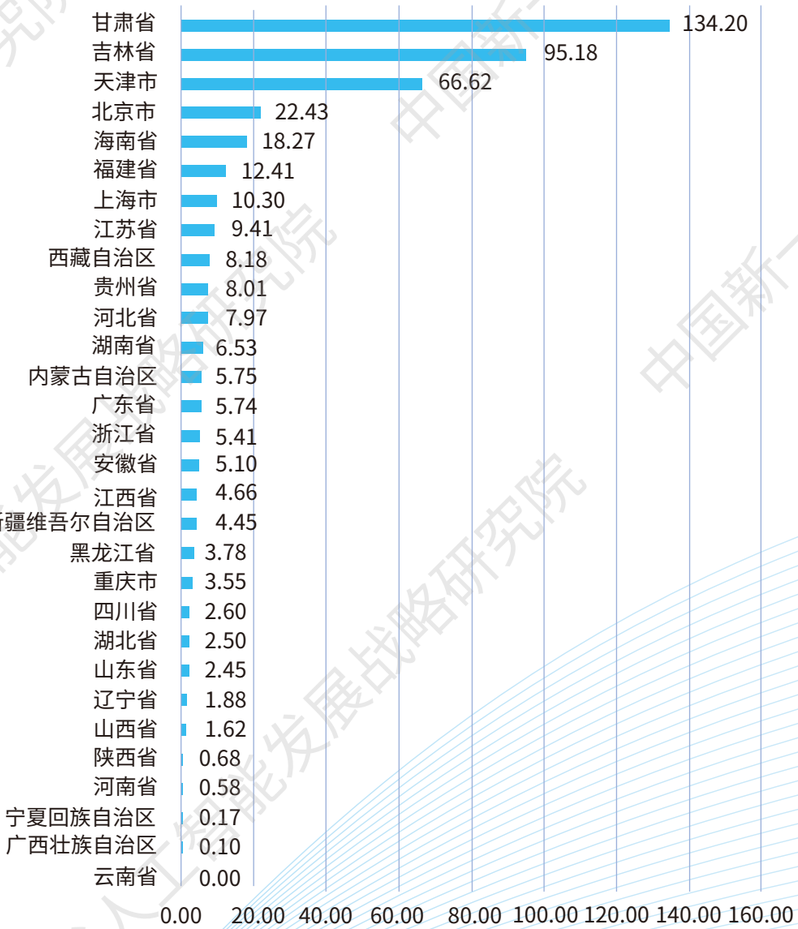


图 9 1485家人工智能企业平均融资规模地域分布（单位：亿人民币）

[11]平均融资规模受企业数量和融资规模的影响。企业数量少但是单个企业融资规模大的省市，地区平均融资规模较高。

(六)技术层次分布
Technological Layer Distribution

从人工智能企业技术层次分布看，应用层企业占比最高，达到85.18%；其次是技术层，占比为12.41%；基础层占比最低，为2.41%。基础和技术层企业是深科技创新的主体，应用层企业则为深科技创新的商业化提供技术集成和应用。

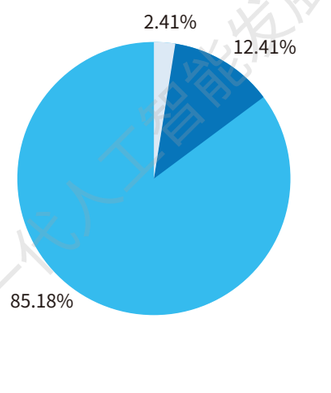


图 10 2200家人工智能企业技术层次分布

(七)核心技术分布
Core Technology Distribution

从人工智能企业核心技术分布看，大数据和云计算占比最高，达到42.55%；其次是硬件、机器学习和推荐、物联网，占比分别为7.64%、6.18%、6.00%；服务机器人、工业机器人、图形图像识别技术、语音识别和自然语言处理紧随其后，占比依次为5.64%、5.50%、4.82%和4.32%。

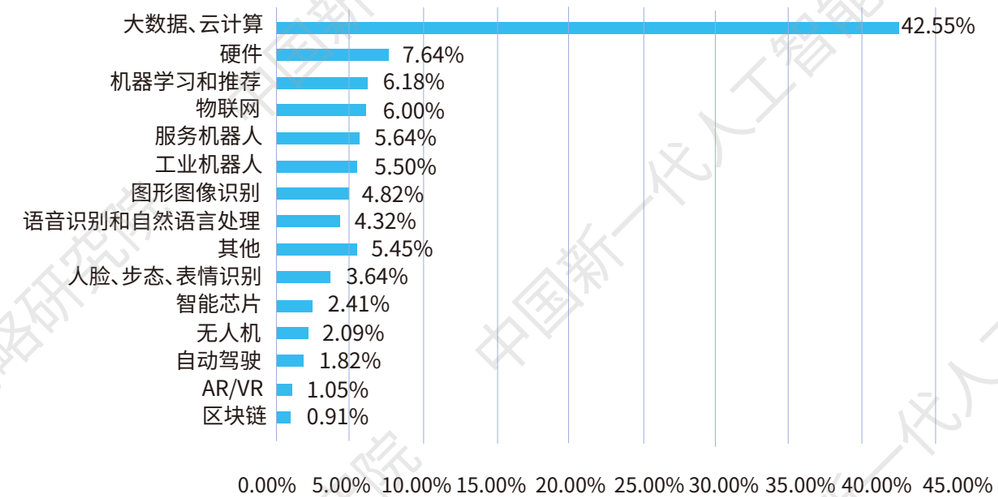


图 11 2200家人工智能企业的核心技术分布

图12展示了326家基础层和技术层人工智能企业的核心技术分布情况。其中，大数据和云计算、人脸和步态及表情识别两个技术领域的企业占比最高，分别为30.06%和13.19%；智能芯片、语音识别和自然语言处理、图形图像识别、机器学习和推荐、工业机器人、服务机器人的企业占比相对较高，依次为9.51%、9.20%、8.28%、4.91%、4.29%和3.68%。

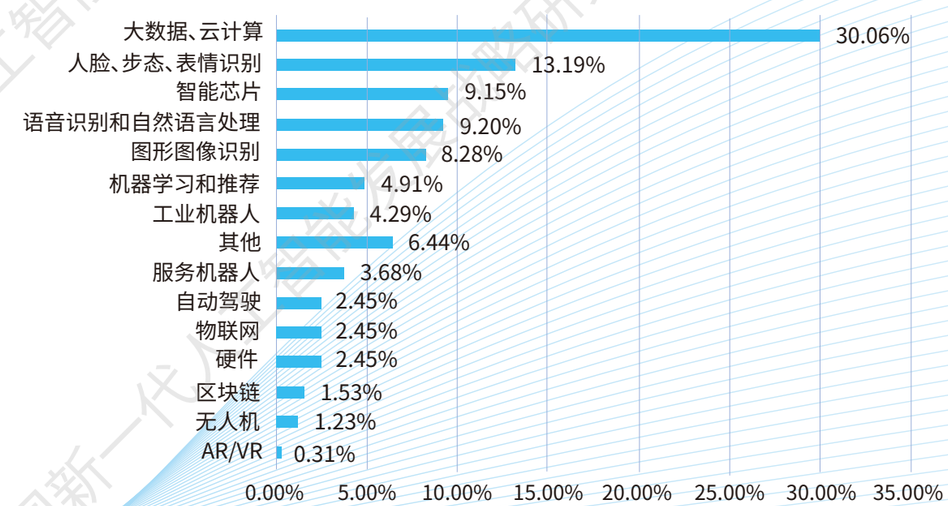


图 12 326家基础层和技术层人工智能企业的核心技术分布

(八)研发活动
Research and Development Activities

1.研发强度

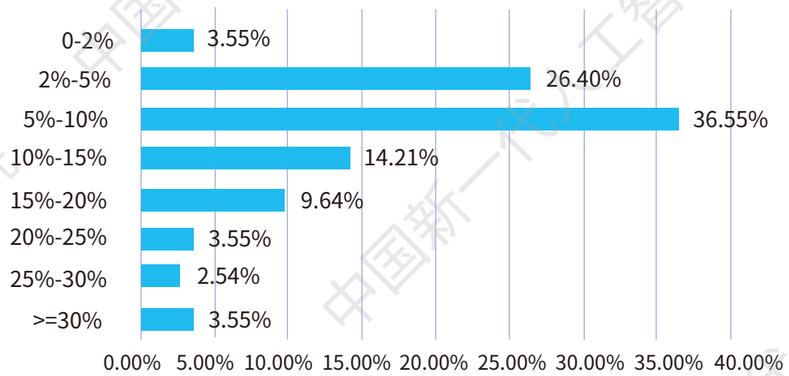


图 13 197家上市公司研发强度分布[12]

可获得研发数据的中国人工智能科技上市公司共计197家，其中研发强度小于5%的企业数占比为29.95%，研发强度在5%-15%之间的企业占比为50.76%，研发强度大于15%的企业占比为19.29%。197家人工智能企业的平均研发强度达到9.98%，远高于国内企业的平均水平。

197家人工智能企业中，研发强度最高的是ST网力（东方网力科技股份有限公司），研发强度高达74.56%，排名第二的是天智航-U（北京天智航医疗科技股份有限公司），研发强度为54.53%，排名第三的是虹软科技（虹软科技股份有限公司），研发强度为37.98%。在研发强度排名前二十的上市公司中，排名最低的卓易信息（江苏卓易信息科技股份有限公司），研发强度同样达到19.64%。

表 2 研发强度排名前二十的上市公司名单

公司名称	研发强度	公司名称	研发强度
ST网力	74.56%	汇顶科技	26.23%
天智航-U	54.53%	每日互动	25.98%
虹软科技	37.98%	三六零	24.72%
恒生电子	35.85%	大唐电信	24.32%
国民技术	34.90%	安博通	24.08%
中望软件	33.11%	蓝盾股份	21.60%
金山办公	31.44%	品茗股份	21.09%
奇安信-U	29.51%	远光软件	20.94%
深信服	27.65%	同花顺	20.58%
景嘉微	27.14%	卓易信息	19.64%

[12]由于上市公司的财务报表披露相对较晚，上市公司研发强度的数据统计截止时间为2020年12月31日。

2.研发人员占比

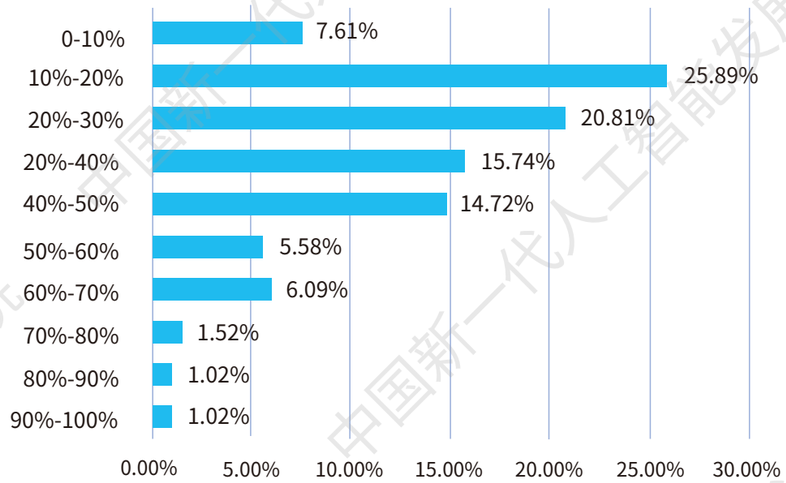


图 14 197家上市公司研发人员占比分布[13]

在可获得研发数据的中国197家人工智能科技上市公司中，7.61%的企业研发人员占比低于10%，研发人员占比在10%-20%之间的企业最为集中，占比为25.89%，有15.23%的企业研发人员占比高于50%。科研人员占比最高的是深圳市汇顶科技股份有限公司，高达92.36%，排名第二的是中科创达软件股份有限公司，92.20%，排名第三的是江苏卓易信息科技股份有限公司84.20%。197家人工智能企业的平均研发人员占比达到31.56%。

[13] 由于上市公司的财务报表披露相对较晚，上市公司研发人员占比的数据统计截止时间为2020年12月31日。

3.专利数

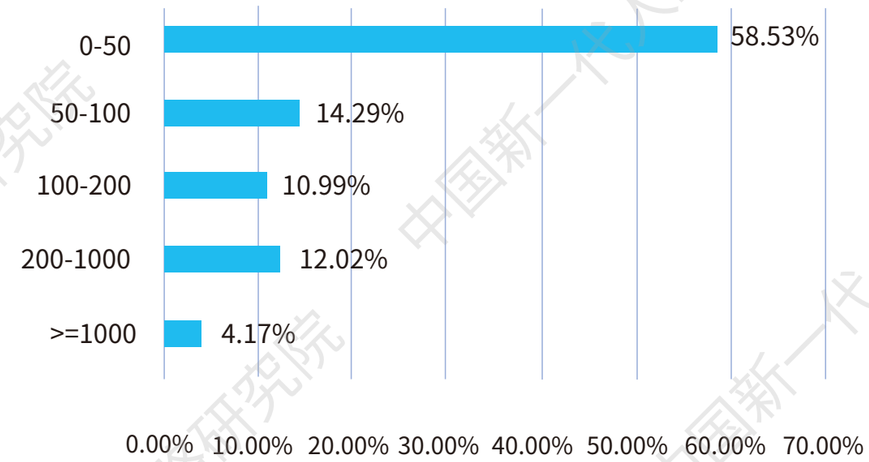


图 15 1847家企业的专利数分布（单位：项）

图15显示，在可获得专利数据的1847家样本企业中，专利数小于50件的企业占比高达58.53%，专利数在50-100件的企业占比为14.29%，专利数在100-200件的企业占比为10.99%，专利数在200-1000件的企业占比为12.02%，专利数超过1000件的企业占比为4.17%。

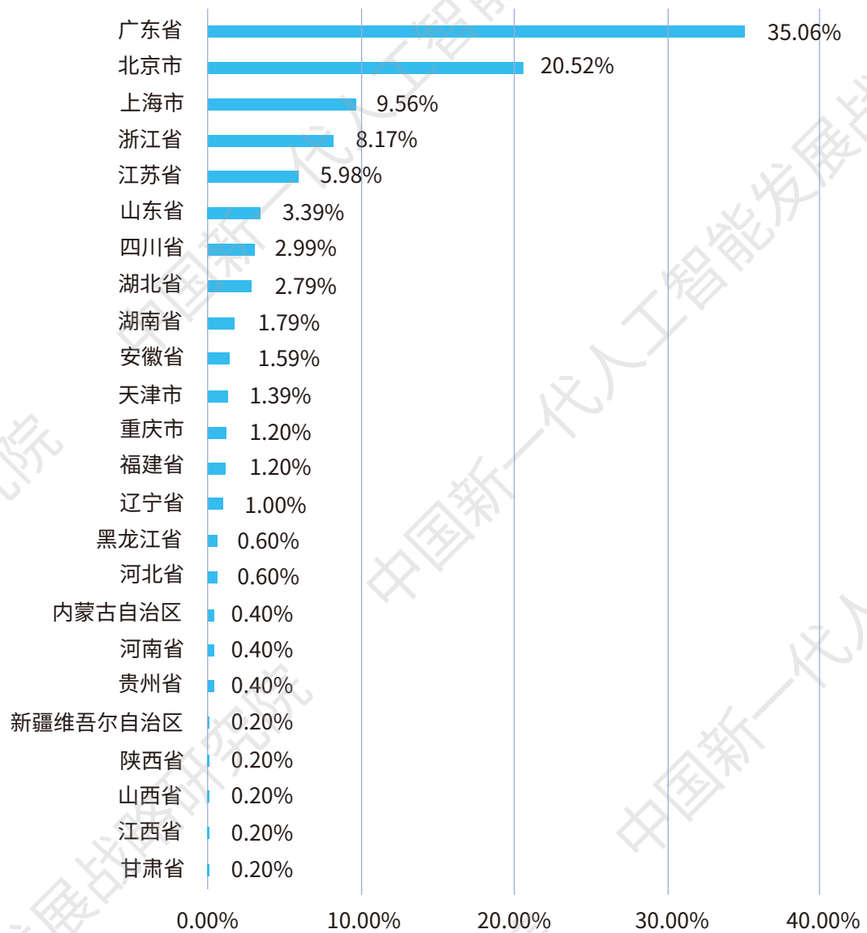


图 16 专利数大于100的样本企业地域分布

人工智能企业专利数大于100件的企业共有502家。从企业的地域分布看，专利数大于100件的人工智能企业主要集中在广东省、北京市、上海市、浙江省和江苏省，共计占比高达79.29%。其中，广东省占比最高，为35.06%，排名第二的是北京市，占比为20.52%，排名第三的是上海市，占比为9.56%，浙江省和江苏省分列第四和第五，占比分别为8.17%和5.98%。

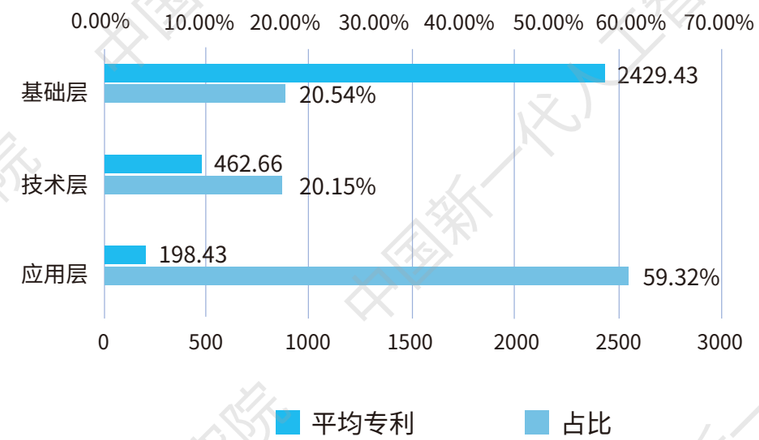


图 17 各技术层次企业专利数占比及平均专利数

从人工智能企业专利数分布的技术层次看，专利数占比最高的是应用层企业，达到59.32%，基础层和技术层企业的专利数占比分别为20.54%和20.15%。平均专利数最高的是基础层企业，处于基础层的人工智能企业平均专利数高达2429.43项，技术层和应用层企业平均专利数分别为462.66项和198.43项。

04 中国人工智能科技产业创新生态

INNOVATION ECOSYSTEM OF CHINA' S ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY

中国新一代人工智能发展战略研究院

04 中国人工智能科技产业创新生态

NNOVATION ECOSYSTEM OF CHINA' S ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY

(一) 价值网络

Value Network

将采集的2200家人工智能企业的三个维度的关系数据输入Gephi 0.9.2社会网络分析软件，得到2021年中国人工智能科技产业价值网络图（见图21）。表3的统计分析显示，2021年基于2200家人工智能企业所构建的价值网络节点总数为58800个，关系数为119044条，能够全面概括中国智能经济的基本结构和形态。价值网络平均度为2.025，平均聚类系数为0.017，平均路径长度为4.607。价值网络结构性统计指标表明，中国人工智能科技产业价值网络具有较短的平均路径长度和较小的平均聚类系数，属于典型的复杂网络。

为了刻画中国人工智能科技产业创新生态的动态演进，本报告绘制了2014、2017、2019和2021年四个年度价值网络图。通过纵向比较，可以清晰地观察到中国人工智能科技产业创新生态的网络结构和形态变化。

图20 2019年价值网络图

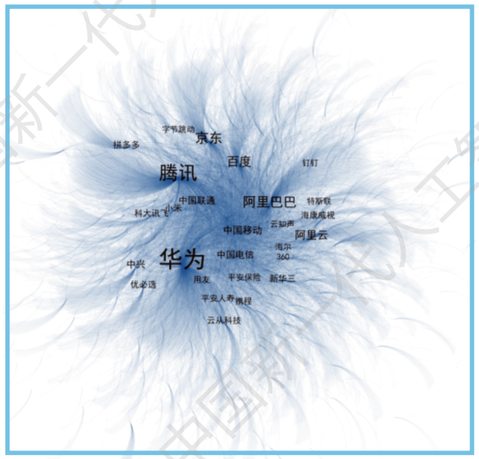


图21 2021年价值网络图

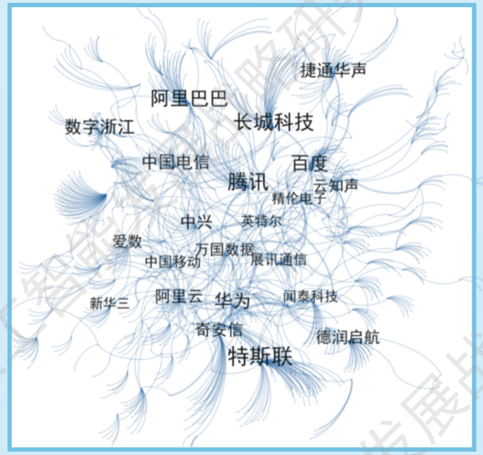


图18 2014年价值网络图

图19 2017年价值网络图

2014年，中国人工智能科技产业价值网络的结构和形态相对松散。随着《新一代人工智能发展规划》的出台，2017年之后，中国人工智能科技产业价值网络的密集度开始快速增加。

表 3 2014-2021年价值网络结构性统计指标的动态变化

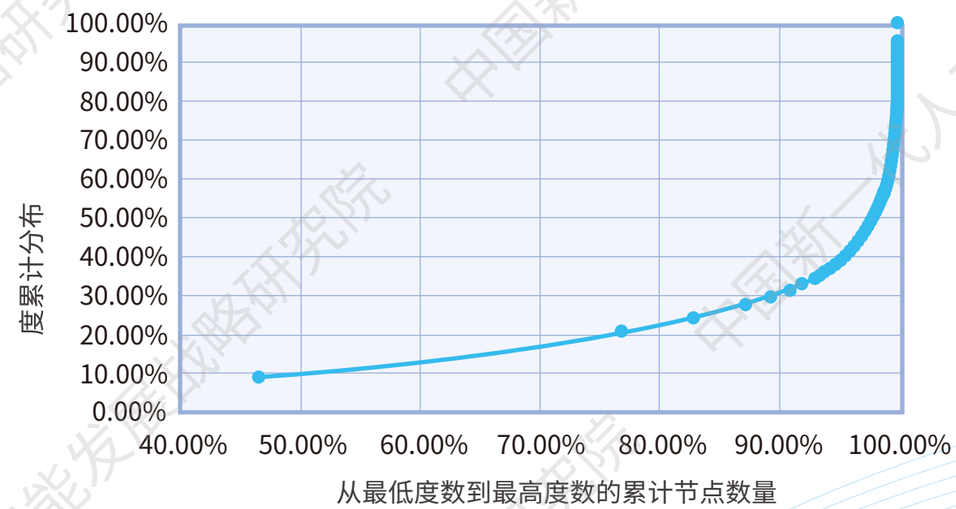
年份	样本节点总数	关系节点总数	节点总数	总边数	平均度	平均加权度	网络直径	模块化	平均聚类系数	平均路径长度
2014	2194	30974	33168	40513	1.221	1.221	17	0.877	0.003	6.688
2015	2197	32668	34865	44222	1.268	1.268	15	0.86	0.003	6.404
2016	2199	34939	37138	49672	1.337	1.337	20	0.837	0.004	6.269
2017	2201	37468	39669	56588	1.427	1.427	17	0.811	0.004	5.804
2018	2201	41254	43455	67607	1.556	1.556	15	0.775	0.005	5.449
2019	2203	45328	47531	79857	1.68	1.68	14	0.742	0.008	5.202
2020	2205	52638	54843	103468	1.887	1.887	15	0.701	0.015	4.767
2021	2200	56595	58800	119044	2.025	2.025	14	0.672	0.017	4.607

表3列出了2014-2021年中国人工智能科技产业价值网络结构性统计指标的变化情况。其中，在样本节点数相对不变的条件下，节点总数增加了1.77倍，关系数增加了2.94倍。[14]从平均聚类系数和平均路径长度指标看，2017年以来，快速增加的网络连通性表明中国人工智能科技产业呈现明显的报酬递增特征。

[14]从节点总数和边(关系)数的比较和动态变化可以清晰地看出，2200家人工智能骨干企业具有越来越强的技术赋能力和越来越广的技术赋能范围。

图22刻画了中国人工智能科技产业价值网络度数中心度分布特征。在中国人工智能科技产业价值网络中，度数中心度最高的10%节点拥有网络中约70%的链接。这表明，价值网络呈现明显的“极核”状结构，即占比很小的核心节点深刻地影响着中国人工智能科技产业发展的结构和方向。

图 22 度数中心度幂律分布特征图



(二)技术关系统计分析

Statistical Analysis of Technical Partnerships

1.技术输入和赋能关系比较

图23刻画了2014-2021年价值网络技术输入和赋能关系数的变化情况。2017年以来，2200家人工智能骨干企业的技术赋能关系数快速增长，与技术输入关系数的差距越拉越大。随着在核心关键领域技术创新能力和水平的提高，中国人工智能骨干企业通过广泛赋能，成为人工智能和实体经济融合发展的主要推动者。

图 23 2014-2021年价值网络技术输入和赋能关系数变化情况

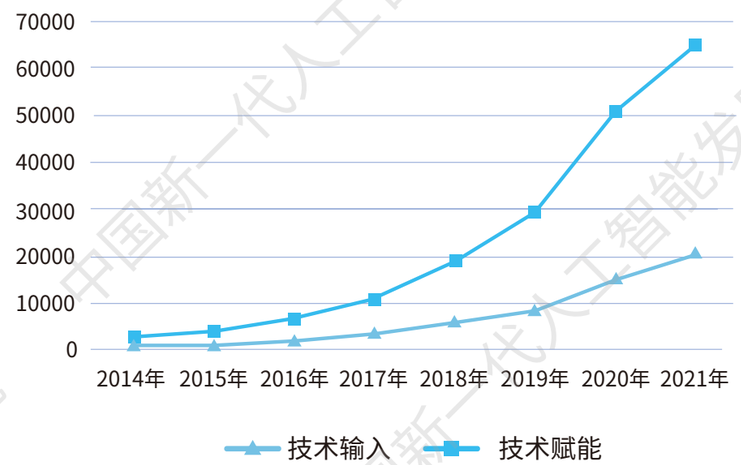


图24列出了2014-2021年技术输入关系数的变化情况。2017年以来，2200家中国人工智能骨干企业的技术输入关系数呈现出快速增长的势头。同时，国内技术输入关系数与总技术输入关系数的变动趋势保持一致，国外技术输入关系数的增长则相对平缓。

图 24 2014-2021年价值网络技术输入关系数变化情况

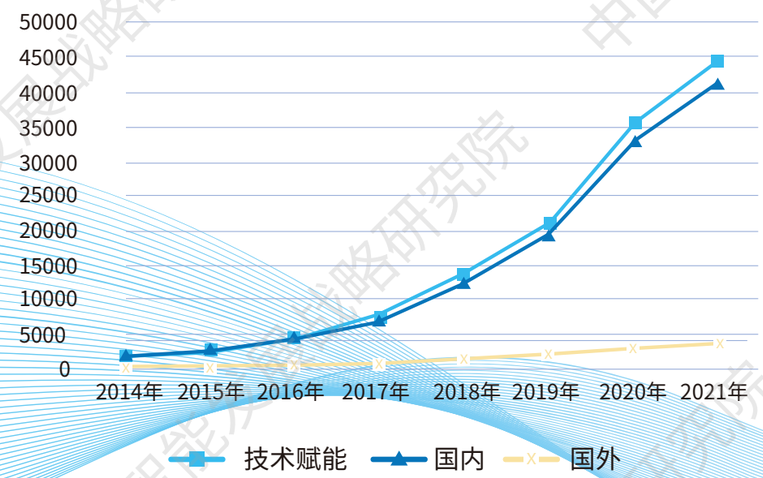
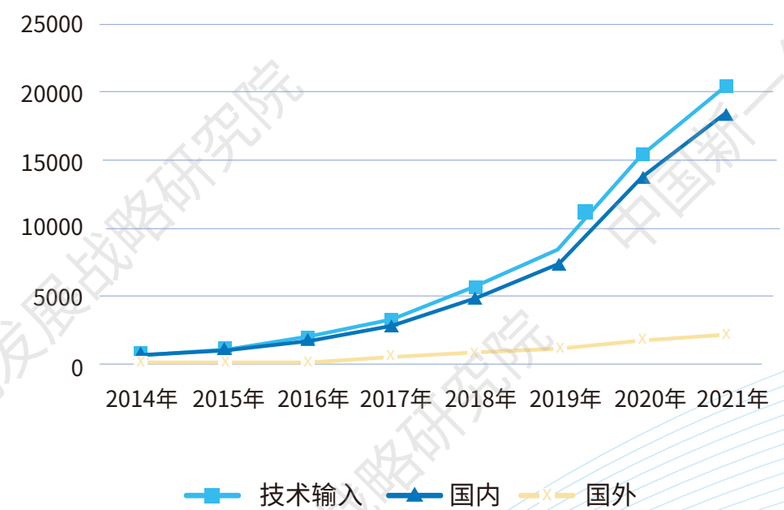


图25刻画了2014-2021年技术赋能关系数的变化情况。与技术输入关系数的变动趋势类似，2017年以来技术赋能总数和国内技术赋能关系数都呈现出快速增长的态势。与国内技术赋能关系数的变化趋势相比，国外技术赋能关系数呈现平缓增长趋势。

图 25 2014-2021年技术赋能关系数变化情况



2.技术合作关系节点度数中心度

表4列出了2015-2021年中国人工智能科技产业价值网络度数中心度排名前二十的样本节点。2015年度数中心度排名前五的节点分别是阿里云、华为、阿里巴巴、百度和腾讯。2017年度数中心度排名前五的节点分别是华为、腾讯、阿里云、阿里巴巴和百度。2019年度数中心度排名前五的节点分别是华为、腾讯、腾讯云、阿里云和百度。2021年度数中心度排名前五的节点分别是华为、腾讯、京东、百度和阿里云。度数中心度排名前列的节点都是国家级人工智能开放创新平台、基础设施服务商和人工智能关键技术开发者，是深科技创新的主导者。

表 4 中国人工智能科技产业价值网络排名前二十的样本节点

排名	2015	2017	2019	2021
1	阿里云(139)	华为(408)	华为(1639)	华为(5548)
2	华为(124)	腾讯(322)	腾讯(1064)	腾讯(2715)
3	阿里巴巴(105)	阿里云(327)	腾讯云(744)	京东(1782)
4	百度(104)	阿里巴巴(277)	阿里云(661)	百度(1669)
5	腾讯(92)	百度(273)	百度(660)	阿里云(1629)
6	中国长城(72)	华为云(168)	京东(599)	中国移动(1214)
7	京东(67)	腾讯云(197)	阿里巴巴(546)	华为云(1171)
8	特斯联(64)	京东(193)	华为云(525)	腾讯云(1171)
9	捷通华声(63)	中兴通讯(167)	中国移动(504)	中国电信(1059)
10	中兴通讯(59)	特斯联(143)	中国联通(486)	中国联通(1049)
11	中国电信(55)	中国电信(154)	中国电信(477)	中兴通讯(1048)
12	信息工程(54)	蚂蚁金服(122)	中兴通讯(450)	阿里巴巴(915)
13	万国数据(54)	今日头条(101)	云从科技(359)	钉钉(842)
14	新华三(48)	捷通华声(87)	特斯联(324)	新华三(657)
15	蚂蚁金服(48)	云知声(93)	优必选(294)	云从科技(562)
16	奇安信(47)	中国移动(87)	中国平安(272)	特斯联(561)
17	德润科技(46)	中国联通(89)	蚂蚁金服(249)	科大讯飞(482)
18	展讯通信(41)	展讯通信(98)	云知声(211)	用友(477)
19	云知声(37)	新华三(69)	小米(191)	拼多多(463)
20	数字政通(37)	滴滴出行(78)	今日头条(184)	小米(454)

表5列出了2015-2021年中国人工智能科技产业价值网络度数中心度排名前二十的关系节点。包括清华大学、北京大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、北京航空航天大学、中国信通院和中国科学院在内的高校和科研院所是中国人工智能价值网络中最具影响力的关系节点。它们是中国人工智能科技产业发展的人力资本供应方和技术提供方。作为关系节点，以微软、英特尔、IBM、高通和英伟达为代表的国际人工智能企业构成了中国人工智能科技产业创新生态系统的重要参与者。它们是中国人工智能企业核心人力资本的重要来源方和基础软硬件提供方。同时，包括长安汽车和上海市政府在内的关系节点是人工智能企业的赋能对象，为人工智能技术的广泛应用提供应用场景。

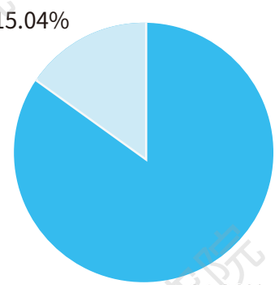
表 5 中国人工智能科技产业价值网络排名前二十的关系节点

排名	2015	2017	2019	2021
1	微软(42)	英特尔(118)	英特尔(269)	清华大学(437)
2	英特尔(41)	清华大学(95)	清华大学(218)	英特尔(432)
3	IBM(36)	微软(77)	微软(153)	高通(248)
4	清华大学(22)	英伟达(47)	高通(105)	微软(231)
5	北京大学(16)	IBM(45)	英伟达(95)	中国信息通信研究院(174)
6	高通(14)	高通(40)	IBM(74)	浙江大学(154)
7	哈尔滨工业大学(12)	浙江大学(36)	上海交通大学(73)	北京大学(153)
8	上海交通大学(10)	北京大学(34)	浙江大学(66)	上海交通大学(146)
9	上海市政府(10)	上海交通大学(23)	北京大学(63)	英伟达(138)
10	英伟达(9)	哈尔滨工业大学(20)	长安汽车(49)	中国科学院(95)
11	亚马逊(7)	中国信通院(20)	中国信通院(47)	上汽集团(95)
12	北京航空航天大学(7)	中国银联(19)	亚马逊(43)	浪潮(88)
13	中国信通院(7)	戴尔(17)	中国科学院(40)	IBM(88)
14	中山大学(6)	上海市政府(16)	哈尔滨工业大学(34)	长安汽车(86)
15	中国科学院(6)	中国科学院(15)	中国银联(34)	亚马逊(83)
16	浙江大学(6)	长安汽车(15)	四维图新(33)	复旦大学(75)
17	西门子(6)	贵阳市政府(15)	重庆市政府(33)	北京航空航天大学(75)
18	天津大学(6)	长安汽车(15)	西门子(32)	上海市政府(70)
19	复旦大学(6)	中国科学院(15)	贵阳市政府(31)	OPPO(67)
20	杭州市政府(5)	复旦大学(14)	上海市政府(31)	中国银联(67)

(三)核心人力资本
Core Human Capital

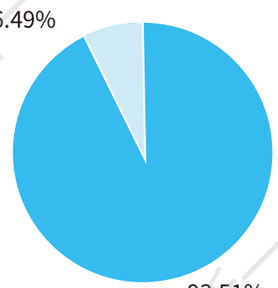
在2200家人工智能骨干企业的核心人力资本中，15.04%毕业于国外高校和科研院所，84.96%毕业于国内高校和科研院所。同时，6.49%的人力资本拥有国外企业和机构工作经验，93.51%的人力资本拥有国内企业和机构工作的经验。

拥有国外前期学习经验的核心人力资本比重高于拥有国外前期工作经验的比重。无论是从前期学习经验还是前期工作经验来看，中国人工智能科技产业发展所需要的核心人力资本主要来自于国内大学、科研机构和企业。同时，在核心人力资本培养上，国外高校、研究机构和企业同样为中国人工智能科技产业的发展做出了重要贡献。



国内 国外

A) 前期学习经验



国内 国外

B) 前期工作经验

图 26 2200家人工智能企业核心人力资本关系数据统计

在国内教育机构中，清华大学、北京大学、上海交通大学、浙江大学、复旦大学、武汉大学、中国人民大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、中欧国际工商学院、北京航空航天大学、中国科学技术大学、中山大学、华南理工大学、厦门大学是排名前十五的高校。在国外的教育机构中，斯坦福大学、加州大学伯克利分校、哈佛大学、麻省理工学院、新加坡国立大学、哥伦比亚大学、加州大学、牛津大学、南加州大学、西北大学、东京大学、华盛顿大学、剑桥大学、宾夕法尼亚大学、耶鲁大学是排名前十五的高校。这些研究型大学是中国人工智能科技产业发展中核心人力资本前期学习经验的重要来源机构。

在前期工作经验获取方面，华为、百度、中兴通讯、阿里巴巴、腾讯、联想集团、微软亚洲研究院、中国电子科技集团公司、清华大学、神州数码是国内排名前十的企业和机构。微软、IBM、谷歌、英特尔、麦肯锡、宝洁、普华永道会计师事务所、IEEE、西门子、摩根大通是排名前十的国外企业和机构。无论从国内还是国外看，中国人工智能科技产业核心人力资本获取前期工作经验的来源不仅包括互联网企业，还包括传统IT企业、大学和科研院所。尤其值得关注的是，跨国公司在中国设立的公司和研究院，例如微软亚洲研究院，是中国人工智能科技产业核心人力资本的重要来源方。

表 6 核心人力资本前期学习和工作经验来源排名前二十的机构

前期学习经验				前期工作经验			
国内	度数中心度	国外	度数中心度	国内	度数中心度	国外	度数中心度
清华大学	345	斯坦福大学	35	华为	104	微软	136
北京大学	219	加州大学伯克利分校	31	百度	96	IBM	43
上海交通大学	127	哈佛大学	24	中兴通讯	94	谷歌	41
浙江大学	121	麻省理工学院	21	阿里巴巴	90	英特尔	30
复旦大学	101	新加坡国立大学	18	腾讯	88	麦肯锡	23
武汉大学	92	哥伦比亚大学	18	联想集团	66	宝洁	22
中国人民大学	90	加州大学	13	微软亚洲研究院	49	普华永道	17
哈尔滨工业大学	88	牛津大学	12	中国电科	49	IEEE	16
华中科技大学	80	南加州大学	12	清华大学	47	西门子	14
中欧国际工商学院	72	西北大学	10	神州数码	38	摩根大通	14
北京航空航天大学	66	东京大学	10	东软集团	35	摩根士丹利	13
中国科学技术大学	66	华盛顿大学	9	富士康	32	惠普	12
中山大学	62	剑桥大学	9	中国科学院	29	摩托罗拉	11
华南理工大学	56	宾夕法尼亚大学	8	中兴通讯	28	诺基亚	11
厦门大学	54	耶鲁大学	8	北京大学	27	德勤	11
电子科技大学	54	卡内基梅隆大学	7	科大讯飞	23	甲骨文	11
西安交通大学	53	奥克兰大学	6	深圳证券交易所	17	高盛	11
北京邮电大学	49	伦敦大学	6	浙江大学	17	三星	8
北京理工大学	48	伦敦政治经济学院	6	华大基因	17	IDG资本	7
南开大学	47	曼彻斯特大学	6	中欧国际	14	爱立信	7

(四) 投融资关系

Investment and Financing Relationships

在中国人工智能科技产业发展中，排名前十的投资机构分别为红杉资本中国、IDG资本、经纬中国、深创投、达晨财智、真格基金、高瓴资本、君联资本、顺为资本、五源资本。排名前十的非投资机构为分别为腾讯、联想、百度、阿里巴巴、京东、小米、奇虎360、海尔、蚂蚁金服、科大讯飞。

表 7 排名前二十的投资和非投资机构

投资机构	投资样本企业数	非投资机构	投资样本企业数
红杉资本中国	201	腾讯	156
IDG资本	191	联想	88
经纬中国	114	百度	88
深创投	90	阿里巴巴	67
达晨财智	81	京东	60
真格基金	72	小米	37
高瓴资本	67	奇虎360	33
君联资本	67	海尔	31
顺为资本	67	蚂蚁金服	29
五源资本	67	科大讯飞	22
启明创投	64	红星美凯龙	20
在册股东	64	字节跳动	17
东方富海	60	TCL	15
金沙江创投	58	北汽集团	15
云锋基金	50	复星集团	15
北极光创投	49	富士康	14
创新工场	48	恒生电子	14
线性资本	47	美团	14
红杉中国	45	好未来	13
松禾资本	43	新浪微博	13

05 技术体系演化

TECHNOLOGY SYSTEM EVOLUTION

中国新一代人工智能发展战略研究院

05 技术体系演化

TECHNOLOGY SYSTEM EVOLUTION

图27描述了2014-2021年中国人工智能科技产业技术合作关系所属技术类别分布变化情况。中国人工智能科技产业技术体系包涵大数据和云计算、物联网、5G、智能机器人、计算机视觉、自动驾驶、智能芯片、智能推荐、虚拟/增强现实、语音识别、区块链、生物识别、光电技术、自然语言处理、空间技术、人机交互和知识图谱在内的17个技术类别。

2021年，中国人工智能科技产业技术合作关系分布中，排名第一的是大数据和云计算，占比47.53%；排名第二的是物联网，占比11.37%；排名第三的是5G，占比7.26%；排名第四和第五的分别是智能机器人和计算机视觉，占比分别为6.66%和4.40%。

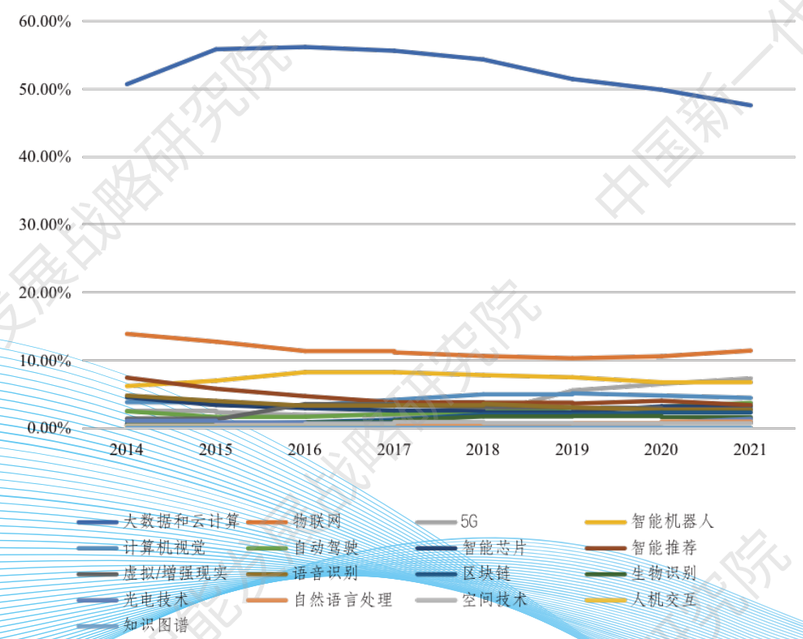
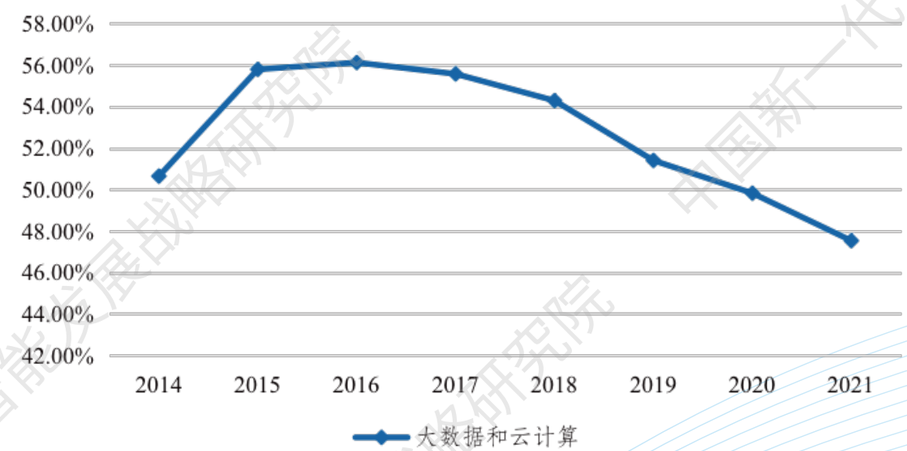


图 27 2014-2021年技术合作关系所属技术类别占比动态变化

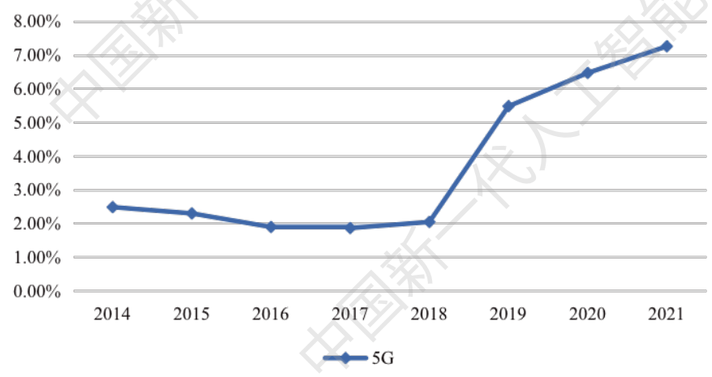
大数据和云计算、物联网和5G共同构成了人工智能科技产业发展的支撑技术体系。2014-2021年期间，大数据和云计算、物联网始终位列中国人工智能科技产业技术合作关系所属技术类别占比的前两位。

图 28 2014-2021年大数据和云计算技术合作关系占比变化情况



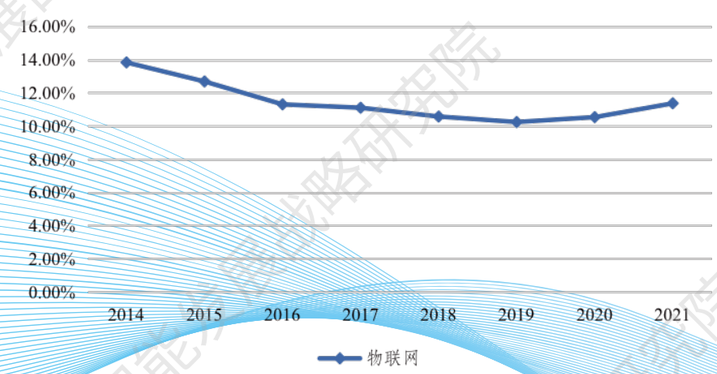
2014-2018年，中国人工智能科技产业5G技术合作关系发展相对平稳。2018年之后，随着华为和中兴通讯5G技术的成熟和商业化落地，技术合作关系占比持续快速增长，为人工智能技术体系的创新发展和广泛应用创造了条件。

图 29 2014-2021年5G技术合作关系占比变化情况



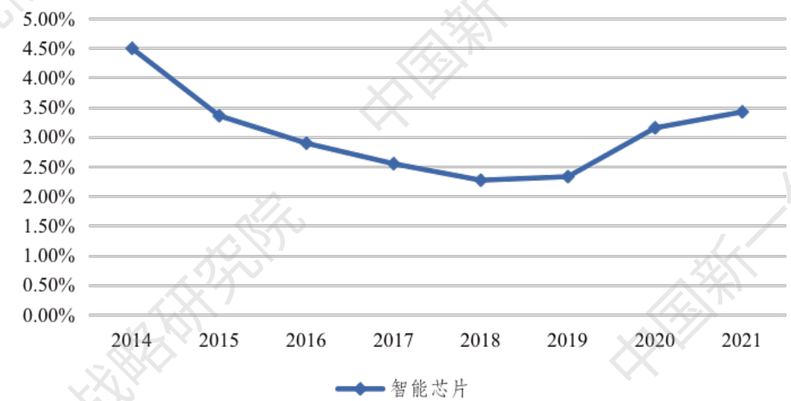
2014-2019年物联网技术合作关系占比从13.84%下降到10.24%。随着人工智能在工业互联网领域的创新应用，2019年之后，物联网技术合作关系占比开始呈现上涨态势。

图 30 2014-2021年物联网技术合作关系占比变动情况



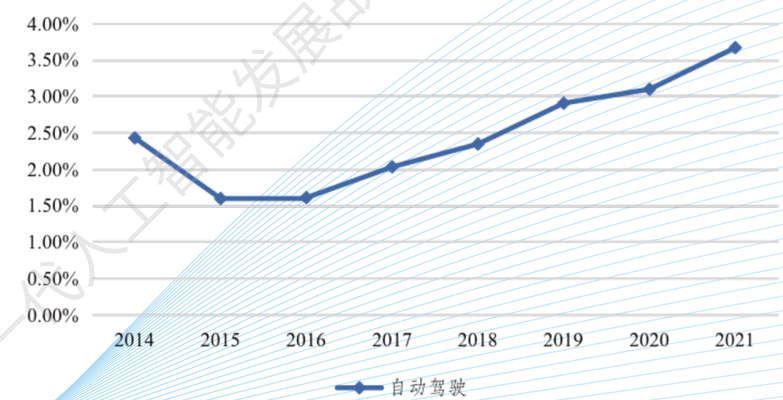
2014-2018年智能芯片技术合作关系占比从4.49%下滑到2.27%。2018年之后，智能芯片技术合作关系占比开始快速提高，从2.27%提高到2021年的3.42%。

图 31 2014-2021年智能芯片技术合作关系占比变化情况



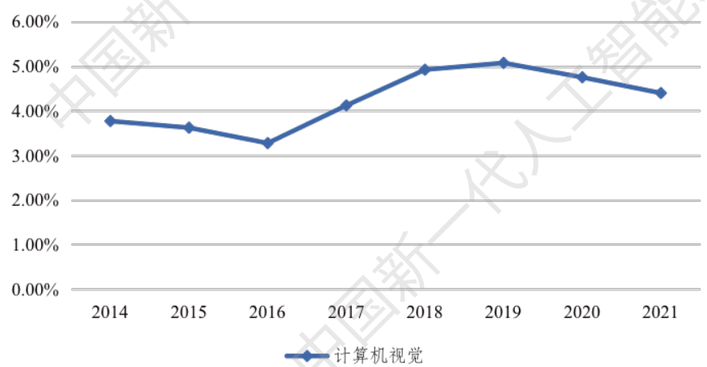
2014-2015年自动驾驶技术合作关系占比出现了一定幅度的下降。2015年之后，自动驾驶技术合作关系占比始终保持持续增长态势，从1.59%提高到3.67%。

图 32 2014-2021年自动驾驶技术合作关系占比变化情况



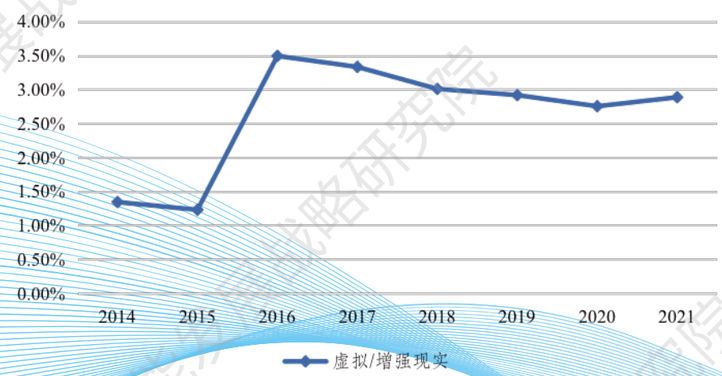
2014-2016年期间，计算机视觉技术合作关系占比出现下降趋势，从3.77%降到3.27%。2016-2019年计算机视觉技术合作关系占比则出现快速增长趋势，占比从3.27%提高到5.07%。2019-2021年则再次出现下降趋势，从5.07%下降到4.40%。

图 33 2014-2021年计算机视觉技术合作关系占比变化情况



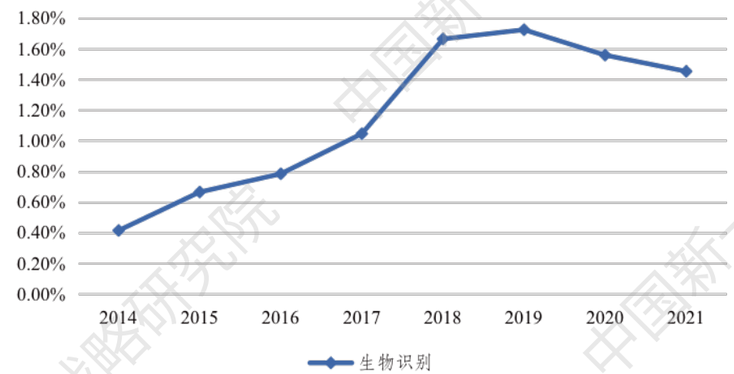
2014-2015年虚拟／增强现实技术合作关系占比由1.34%下降到1.23%。2016年，虚拟/增强现实技术合作关系占比快速增长到3.49%，之后则出现了平缓下滑的态势，从2017年的3.33%下降为2021年的2.89%。

图 34 2014-2021年虚拟/增强现实技术合作关系占比变化趋势



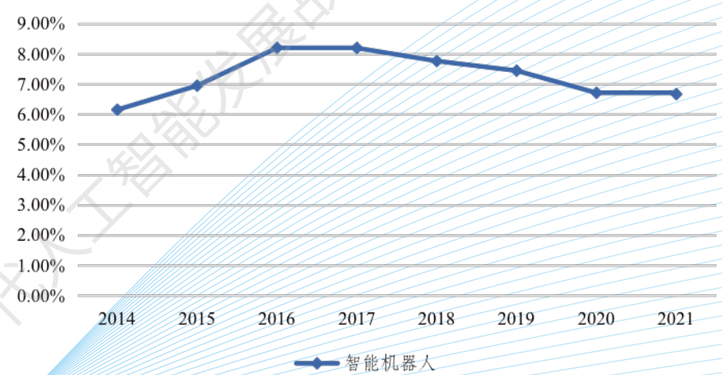
2014-2019年生物识别技术合作关系占比从0.41%持续提高到1.72%。2019年之后开始出现平缓下降，2021年下降到1.45%。

图 35 2014-2021年生物识别技术合作关系占比变化趋势



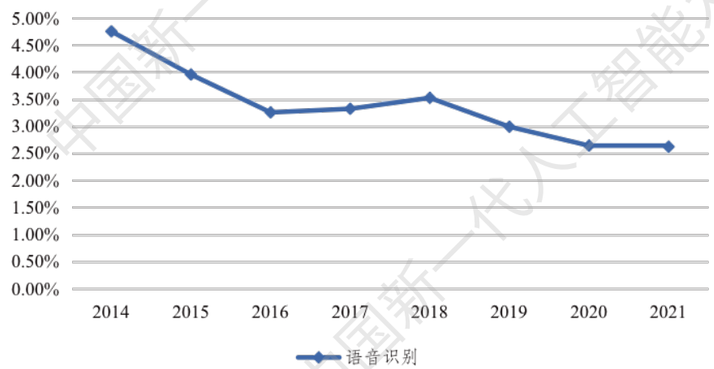
2014-2017年，智能机器人技术合作关系占比保持增长态势，从6.14%增长到8.19%。2017年之后，智能机器人技术合作关系占比出现下降趋势，从8.19%下降到6.66%。

图 36 2014-2021年智能机器人技术合作关系占比变化趋势



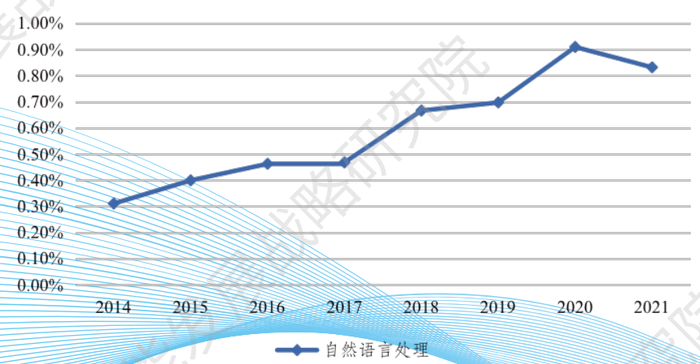
2014-2016年语音识别技术合作关系占比出现下降趋势，从4.75%下降到3.25%。2016-2018语音识别技术合作关系占比出现了上升，从3.25%提高到3.52%。2018年之后再次出现下降，占比从3.52%下降到2.62%。

图 37 2014-2021年语音识别技术合作关系占比变化趋势



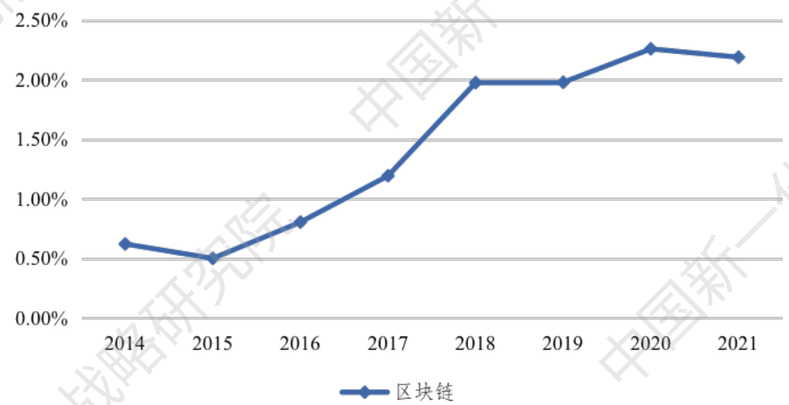
2014-2020年自然语言处理技术合作关系占比从0.31%增加到0.91%。2021年自然语言处理技术合作关系开始出现下降，占比为0.83%。

图 38 2014-2021年自然语言处理技术合作关系占比变化趋势



2015-2020年区块链技术合作关系占比始终处于增长状态，从0.50%提高到2.26%。2021年区块链技术合作关系占比下降到2.19%。

图 39 2014-2021年区块链技术合作关系占比变化趋势



06 应用领域扩展

APPLICATION AREAS

中国新一代人工智能发展战略研究院

06 应用领域扩展
APPLICATION AREAS

图40描述了2014-2021年人工智能科技产业技术合作关系在19个应用领域的分布。其中，排名前六的应用领域分别是企业智能管理、智慧城市、智能营销与新零售、智能制造、智能网联汽车和智能金融，占比超过50%。

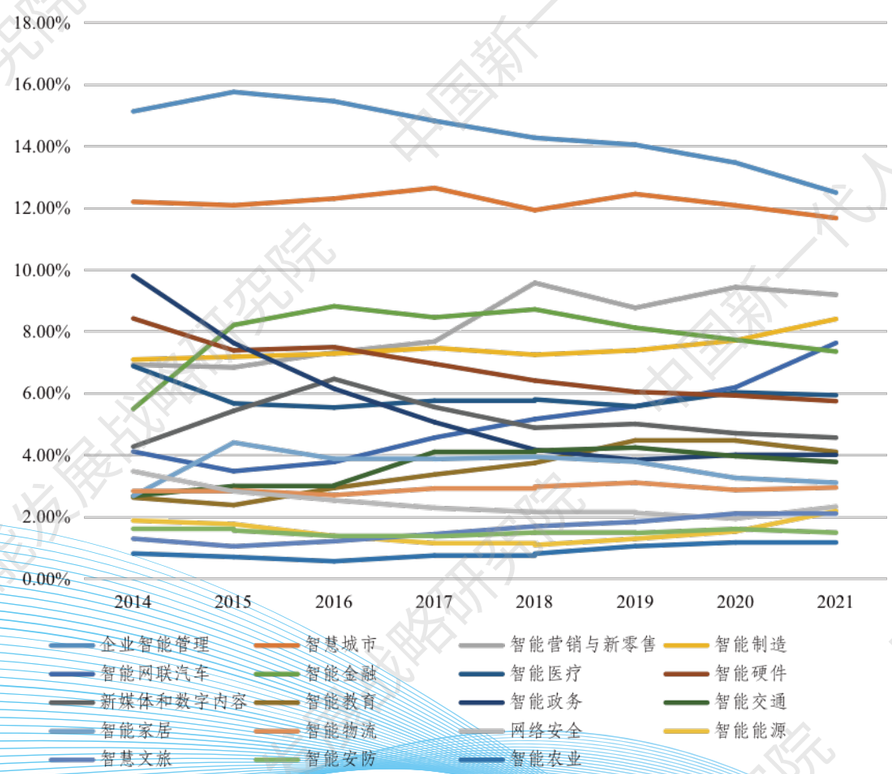
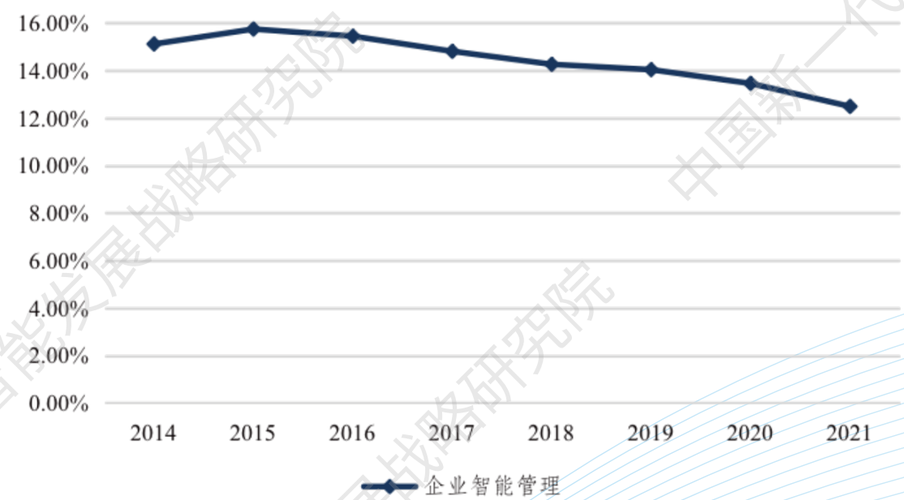


图 40 2014-2021年人工智能技术合作关系应用领域占比变化情况

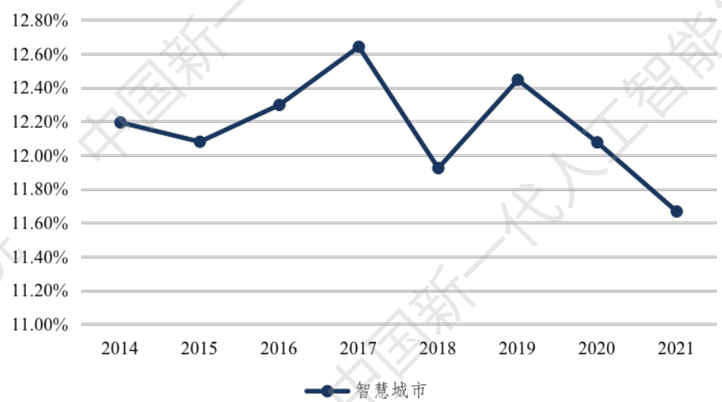
企业管理的智能化是人工智能较早应用的领域之一。2015-2021年，企业智能管理应用领域的技术合作关系占比出现逐步下降的趋势，从15.75%降至12.49%。

图 41 2014-2021年企业智能管理应用领域技术合作关系占比变化趋势



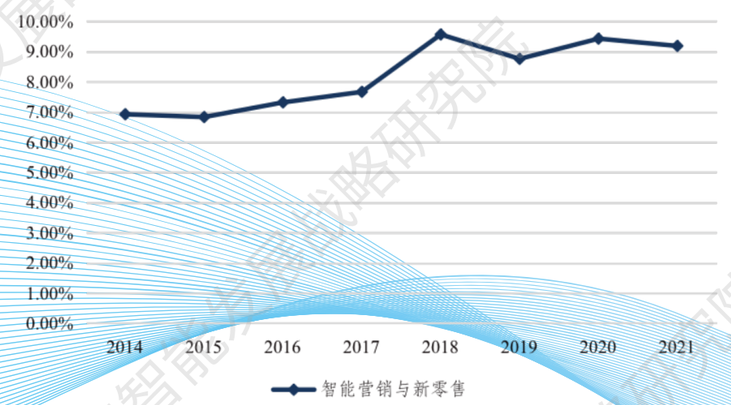
智慧城市是人工智能应用的重要领域，涉及诸多技术的集成。因为受技术和市场影响，2014-2021年智慧城市应用领域的技术合作关系占比在11.60%-12.80%之间波动。2017年达到最高点，占比为12.64%，2021年则下降为11.67%。

图 42 2014-2021年智慧城市应用领域技术合作关系占比变化趋势



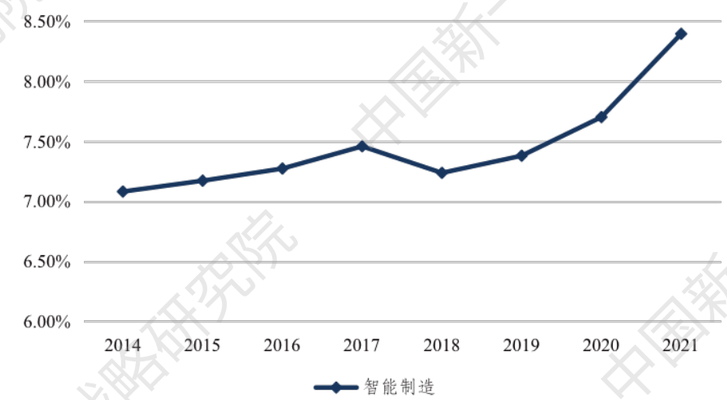
智能营销与新零售应用领域涉及包括大数据与云计算、智能推荐和计算机视觉在内的人工智能关键技术。2014-2021年，智能营销与新零售领域人工智能技术合作关系占比总体呈现上升趋势，2018年达到顶点，占比为9.57%，2021年为9.19%。

图 43 2014-2021年智能营销与新零售应用领域技术合作关系占比变化趋势



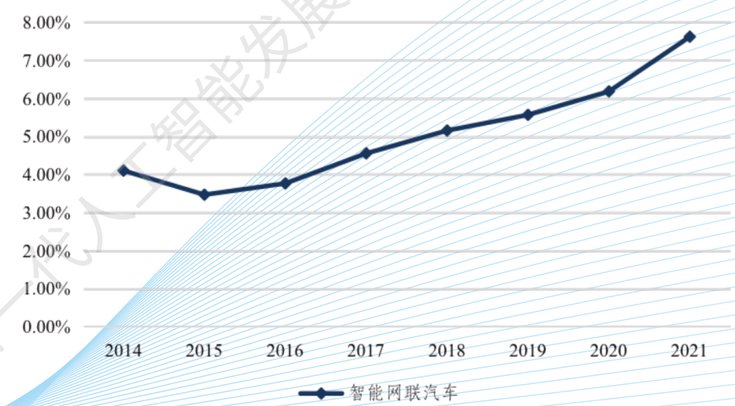
智能制造是人工智能创新应用的关键领域，代表了人工智能科技创新和产业发展的方向。2014-2021年，智能制造领域人工智能技术合作关系占比呈现快速增长趋势，从7.08%稳步增长到8.40%。人工智能和制造业的深度融合发展将引发一系列互补性创新，引领人工智能技术体系的复杂化和专用化。

图 44 2014-2021年智能制造应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



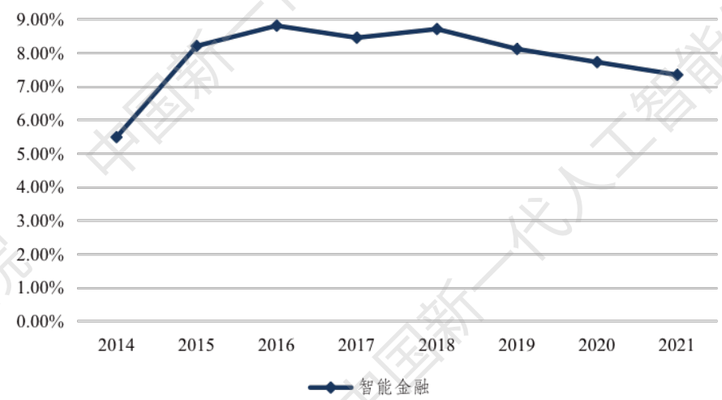
智能网联汽车应用领域涉及自动驾驶、复杂环境感知、智能决策、协同控制和车路协同等技术集成，是最具前景和值得期待的应用领域。2015-2021年智能网联汽车应用领域人工智能技术合作关系占比呈现快速上升趋势，从3.47%提升到7.62%。随着人工智能和汽车产业的深度融合，智能网联汽车将出现快速发展的局面。

图 45 2014-2021年智能网联汽车应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



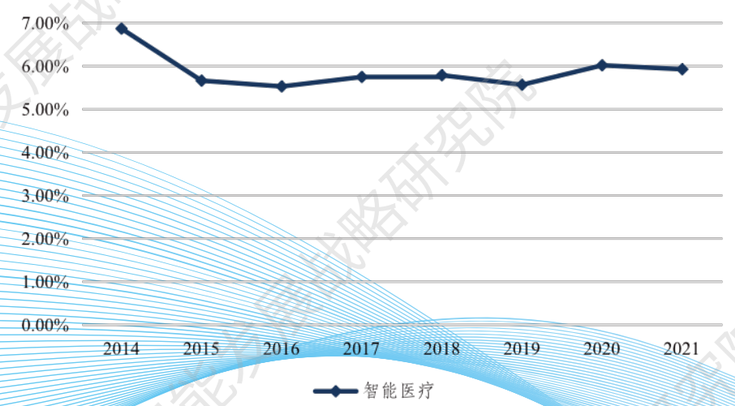
智能金融应用领域涉及包括大数据和云计算、计算机视觉、人脸识别和生物识别、区块链在内的人工智能关键核心技术。2014-2021年间智能金融领域的人工智能技术合作关系占比呈现先升后降的趋势。

图 46 2014-2021年智能金融应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



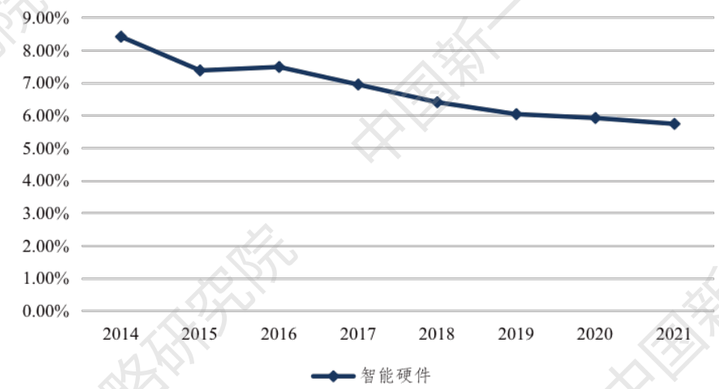
2014-2021年智能医疗应用领域人工智能技术合作关系占比呈现平稳波动趋势。2019年以来，尽管在抗击新冠疫情的过程中技术合作关系占比有所提升，但是始终没有超过2014年的6.87%水平。

图 47 2014-2021年智能医疗应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



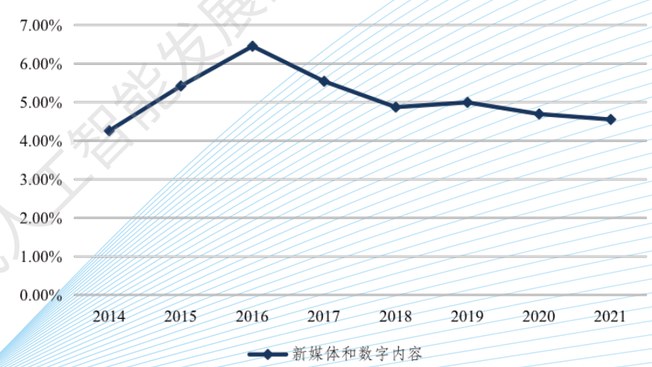
智能硬件是人工智能较早的应用领域。2014-2021年智能硬件应用领域人工智能技术合作关系占比呈现下降趋势，从8.41%下降到5.74%。

图 48 2014-2021年智能硬件应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



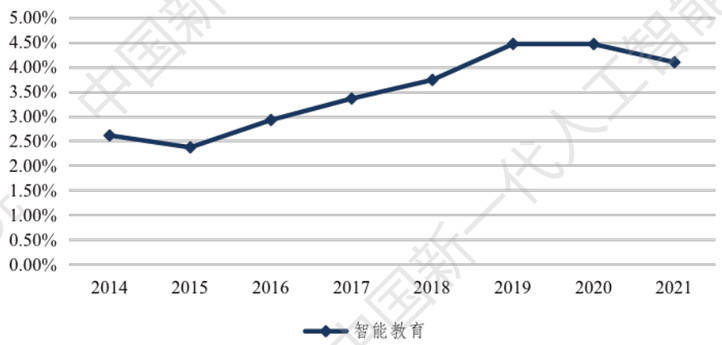
新媒体和数字内容应用领域涉及包括机器推荐和内容分发在内的人工智能技术创新应用。2014-2021年间，新媒体和数字内容占比呈现先上升后下降的倒U曲线，2016年达到峰值，占比为6.45%。

图 49 2014-2021年新媒体和数字内容应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



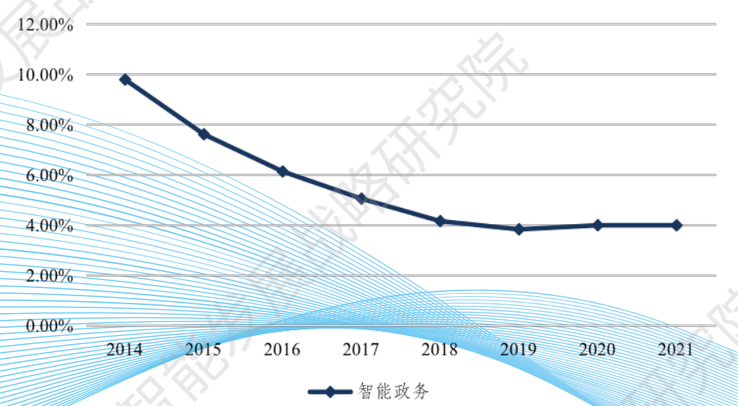
智能教育涉及包括计算机视觉、语音识别、自然语言处理和表情识别在内的人工智能关键技术应用。2014-2021年智能教育领域人工智能技术合作关系主要呈上升态势，占比由2.61%提高到4.09%。尤其是2019年新冠疫情爆发时，人工智能为线上教学工作的开展提供了技术支撑。

图 50 2014-2021年智能教育应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



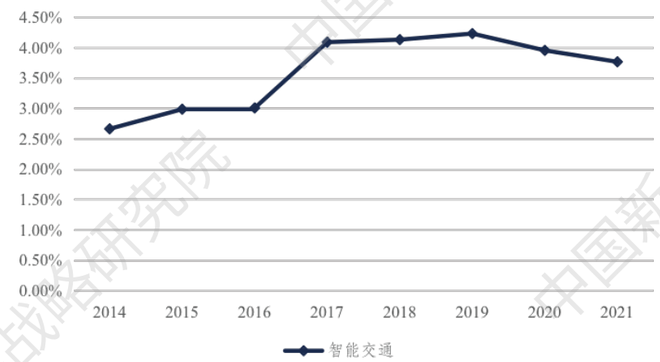
智能政务是以政府为服务对象的应用场景。2014-2021年智能政务应用领域人工智能技术合作关系占比逐年递减，从9.80%降低到3.99%。在初始阶段，智能政务对人工智能科技产业的发展起到了关键推动作用。

图 51 2014-2021年智能政务应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



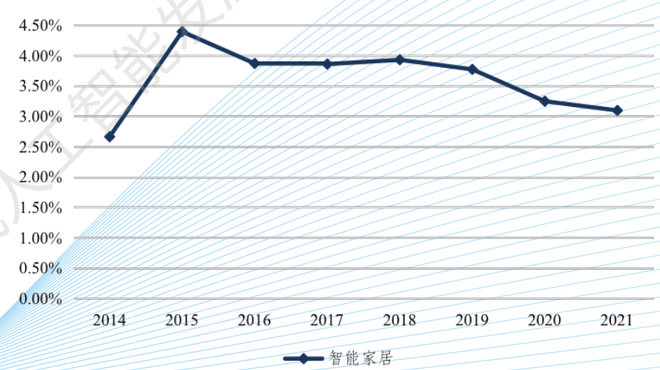
智能交通应用领域涉及5G、物联网、大数据和云计算、空间技术等人工智能关键核心技术。其中，2016年之前智能交通尚处于探索和成长期，以地区试点为主。随着《推进“互联网+”便捷交通促进智能交通发展的实施方案》的发布，在政府政策的推动下，2017-2019年智能交通合作关系占比呈现出明显上升趋势，占比保持在4%以上，2020-2021年稍有回落。

图 52 2014-2021年智能交通应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



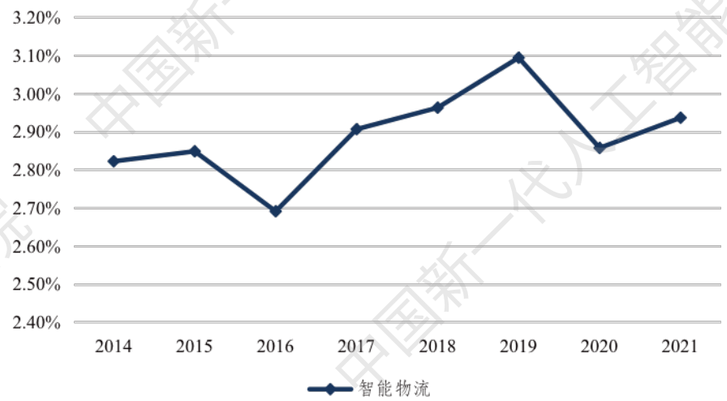
智能家居应用以家居生活为服务对象。2014-2015年智能家居领域人工智能技术合作关系占比增长较快，在达到4.39%的顶峰之后开始不断下降，2021年占比仅为3.09%。

图 53 2014-2021年智能家居应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



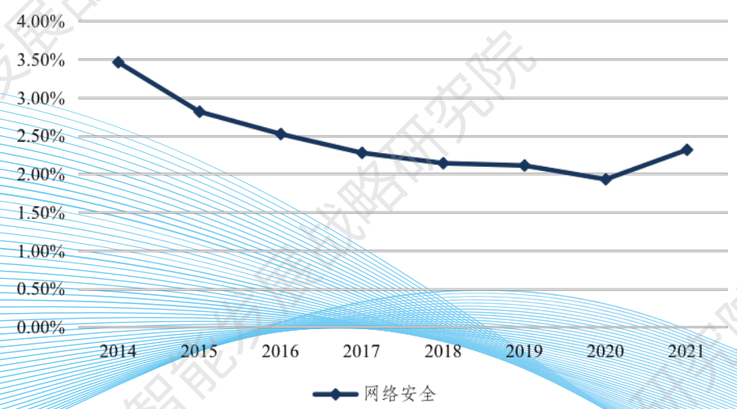
物流产业是实现国内经济循环的重要领域。2016-2019年智慧物流应用领域人工智能技术合作关系占比呈现上升趋势，2019年达到顶峰的3.09%。2019年之后，受新冠疫情影响，智慧物流应用领域的人工智能技术合作关系占比开始下降。

图 54 2014-2021年智能物流应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



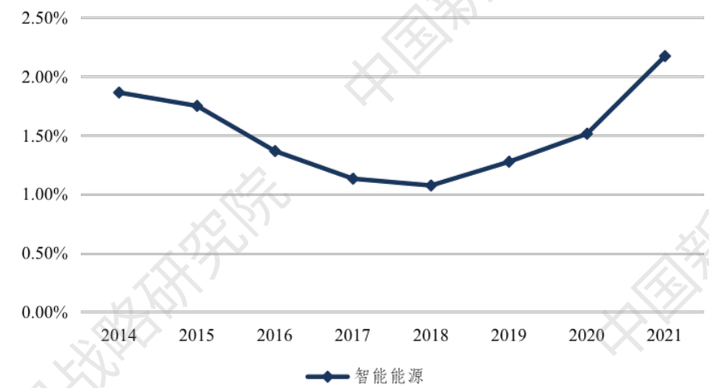
2014-2020年网络安全应用领域人工智能技术合作关系占比出现了持续下降趋势，从3.46%下降到1.39%。2021年网络安全应用领域的人工智能技术合作关系占比开始出现反弹，提升到2.32%。

图 55 2014-2021年网络安全应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



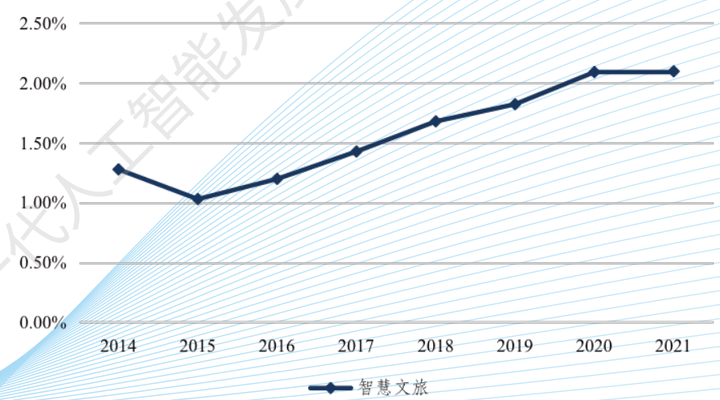
2014-2021年智能能源应用领域人工智能技术合作关系占比呈现出U型变化趋势。2018年是增长的拐点，占比为1.07%。随着“双碳目标”的提出，通过产业智能化实现低碳绿色发展成为能源和工业企业技术创新的重要方向，从而带动人工智能技术在智能能源领域的应用。2021年智能能源领域人工智能技术合作关系占比增长为2.17%。

图 56 2014-2021年智能能源领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



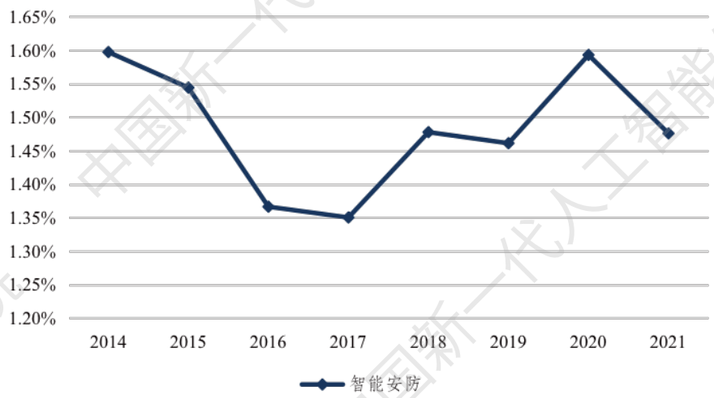
随着文化旅游产业的发展，智慧文旅成为人工智能重要应用领域。尤其是在包括携程、飞猪、抖音和快手在内的平台推动下，人工智能加速与文化旅游业融合发展。2015-2021年智慧文旅领域的人工智能技术合作关系占比持续增长，从1.03%增加到2.10%。

图 57 2014-2021年智慧文旅领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



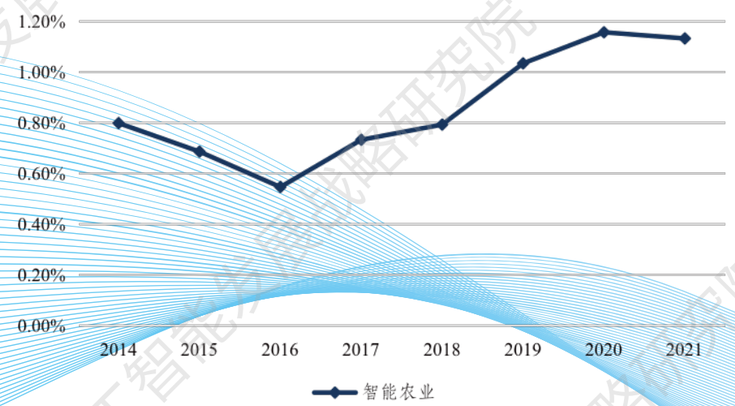
智能安防是较早进行智能化转型的产业领域。受政策和政府采购需求影响，2014-2021年智能安防领域人工智能技术合作关系占比呈现出波动态势。

图 58 2014-2021年智能安防应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



尽管是国家高度关注的人工智能应用领域，但是智能农业的人工智能技术合作关系占比最低。在《网络扶贫行动计划》和乡村振兴战略的推动下，2016-2021年智慧农业领域人工智能技术合作关系占比开始呈现快速增长的态势，从0.55%增长到1.13%。随着乡村振兴战略的进一步实施，智慧农业的发展将为人工智能技术创新应用提供广阔前景。

图 59 2014-2021年智能农业应用领域人工智能技术合作关系占比变化趋势



07 人工智能和实体经济融合发展

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND REAL ECONOMY

中国新一代人工智能发展战略研究院

07 人工智能和实体经济融合发展

NTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND REAL ECONOMY

人工智能属于通用目的技术(General Purpose of Technologies)，具有广泛的应用场景。人工智能通过与实体经济的深度融合发展，不仅创造新的社会生产力，而且能够激活历次工业革命积累的社会生产力发展潜力。人工智能科技产业包括两个基本部门：核心产业部门和融合产业部门。其中，核心产业部门是人工智能核心技术、产品和服务部门，融合产业部门指人工智能与经济社会深度融合过程中创造的新技术、新产品、新业态和新模式。根据关系节点所在行业可以进一步把融合产业部门划分为三次产业及其细分行业部门。

本报告把2200家人工智能骨干企业看作是核心产业部门。与2200家人工智能骨干企业存在技术合作关系的关系节点包括核心产业部门和融合产业部门的企业和机构。其中，关系节点中属于人工智能企业的技术合作归为核心产业部门内部合作，关系节点不属于人工智能企业的技术合作则归为核心产业部门和融合产业部门之间的技术合作。通过2200家人工智能样本节点技术合作关系所在行业的关系数据量化分析，本报告着重考察人工智能如何通过赋能实体经济，在推动产业智能化的同时，带动智能科技的产业化。

(一) 核心产业部门和融合产业部门

Core Industrial Sector and Integration Industrial Sector

在核心产业部门技术合作关系中，29.10%的合作对象是核心产业部门内部企业，70.90%的合作对象是融合产业部门企业和机构。从2014-2021年两个产业部门技术合作关系占比情况看，核心产业部门和融合产业部门的技术合作在中国人工智能科技产业发展过程居主导地位，占比从68.24%提高到70.09%。

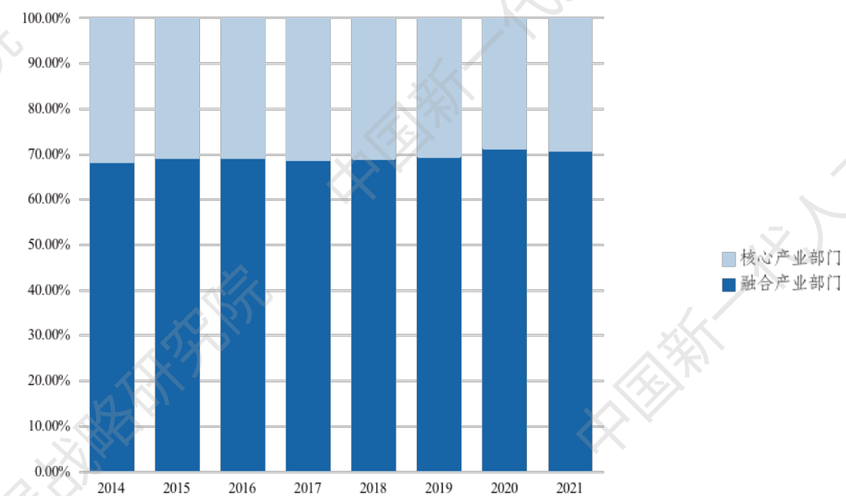


图 60 2014-2021年核心产业部门技术合作关系在两个产业部门分布变化情况

融合产业部门包括三次产业。2021年核心产业部门与三次产业技术合作关系占比中，排名第一的是第三产业，占比为76.85%；排名第二的是第二产业，占比为22.74%；排名第三的是第一产业，占比为0.41%。到目前为止，人工智能和实体经济的融合发展主要分布在第三产业。随着包括5G在内的新一代信息技术的创新发展，人工智能和第二产业尤其是制造业的深度融合进程将加快。

从2014-2021年核心产业部门与三次产业技术合作关系的变化情况看，第二产业的占比在经历了下滑之后，2016年以来出现了增长趋势。与第二产业相比，人工智能在第一产业的技术合作关系占比变化处于波动状态。

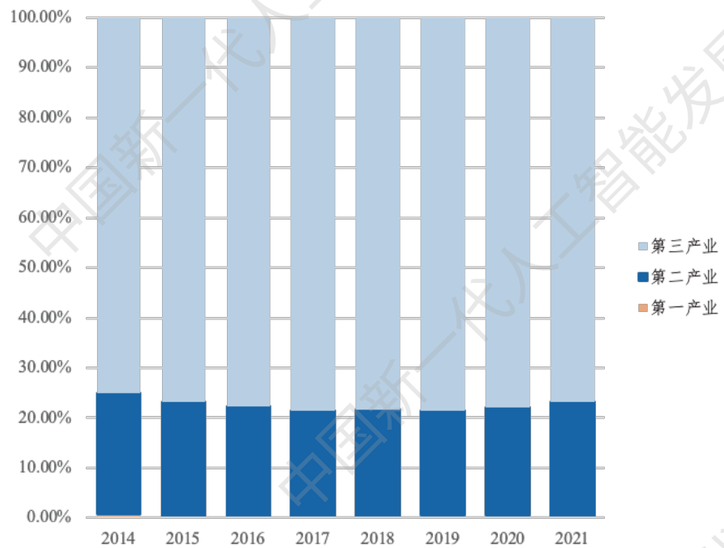


图 61 2014-2021年核心产业部门与三次产业技术合作关系分布变化

（二）第二产业人工智能技术合作

Technical Cooperation of Artificial Intelligence in the Second Industry

在2021年核心产业部门与第二产业技术合作关系中，排名第一的是制造业，占比88.01%；排名第二的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比5.67%；排名第三的是建筑业，占比5.05%；排名第四的是采矿业，占比1.27%。2014-2021年，制造业人工智能技术合作关系占比逐年提升，从85.82%提高到88.01%。在第二产业中，制造业是人工智能技术合作的重点领域。

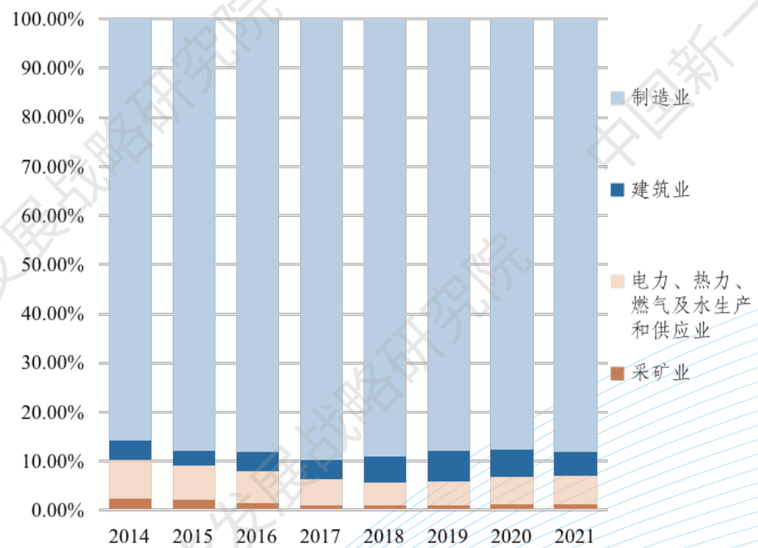


图 62 2014-2021年人工智能技术合作关系在第二产业的分布

在2021年核心产业部门与制造业各部门32行业人工智能技术合作关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比30.86%；排名第二的是汽车制造业，占比24.84%；排名第三的是电气机械和器材制造业，占比8.57%；排名第四和第五的分别是专用设备制造业和通用设备制造业，占比为6.57%和3.89%。排名前五的制造业行业都属于装备制造业。其中，汽车制造业是2014-2021年人工智能技术合作关系增长最快的制造业领域。

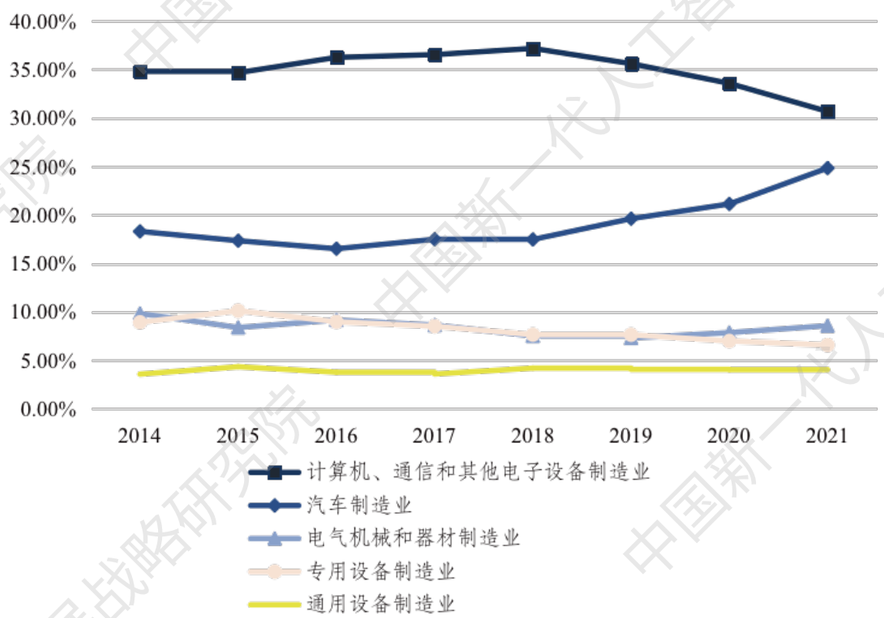


图 63 2014-2021年人工智能技术合作关系占比在制造业排名前五的行业变化情况

（三）第三产业的技术合作

Technical Cooperation in the Tertiary Industry

在2021年核心产业部门与第三产业各部门人工智能技术合作关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，占比为28.46%；排名第二的是科学研究和技术服务业，占比21.25%；排名第三的是金融业，占比10.95%；排名第四和第五的分别是租赁和商务服务业、批发和零售业，占比为10.89%和9.06%。2014-2021年人工智能在科学研究和技术服务业中的技术合作关系增长明显。

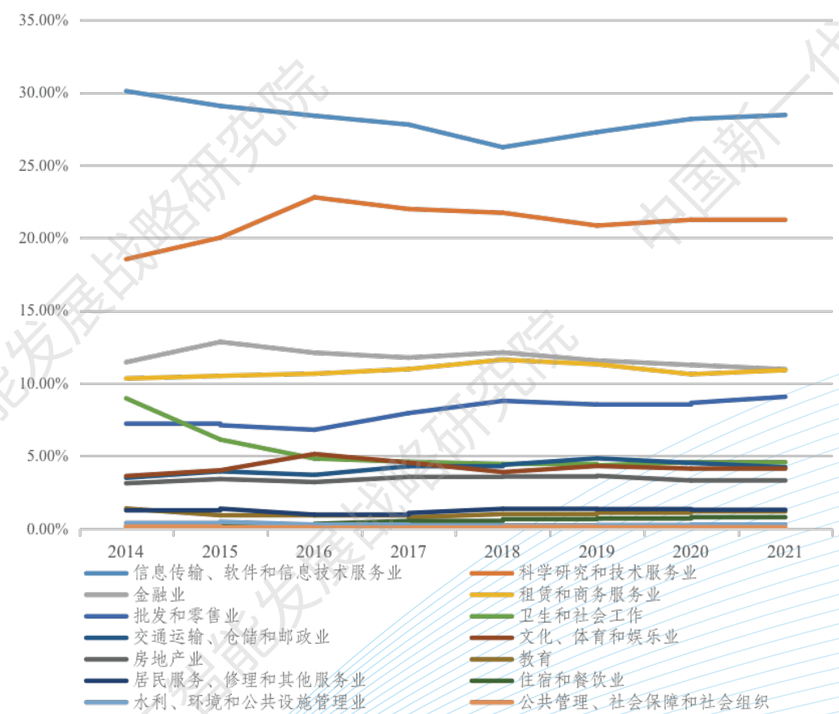


图 64 2014-2021年人工智能技术合作关系占比在第三产业行业的变化趋势

08 社会价值观对中国人工智能科技产业发展的影响

IMPACT OF SOCIAL VALUES ON THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY IN CHINA

中国新一代人工智能发展战略研究院

08 社会价值观对中国人工智能科技产业发展的影响

MPACT OF SOCIAL VALUES ON THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY INDUSTRY IN CHINA

作为第四次工业革命的核心引擎，人工智能具有通用目的技术和普惠技术双重属性。一方面人工智能通过广泛赋能引领经济社会全面发展；另一方面随着网络基础设施的完善和智能终端设备的普及，人工智能能够赋能社会的每个成员，创造出更加公平的教育机会和更多的创业、就业机会，把可能出现的“数字鸿沟”转化为“数字红利”。而人工智能技术的商业和社会价值能否充分发挥，不仅取决于技术本身，而且取决于社会制度。

邓小平提出，“社会主义的本质，是解放生产力，发展生产力，消灭剥削，消除两极分化，最终达到共同富裕。”[15]社会主义制度为人工智能先进生产力的发展创造了条件。人工智能科技创新和产业发展在中国表现出更强的社会使命导向，通过广泛赋能不仅创造商业价值而且创造社会价值。

使命导向和社会价值对人工智能科技创新和产业发展的影响首先体现在人工智能在“脱贫攻坚”工作中的创新应用。改革开放以来，在工业化发展实现经济持续高增长的同时，城乡分离和部分地区农村贫困人口问题始终没有得到妥善解决。为了彻底消除贫困现象，2015年11月29日国务院颁布了《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》。充分认识到包括人工智能在内的新一代信息技术在推动农村贫困地区经济和社会发展中的积极作用，2016年10月中央网信办、国家发展改革委、国务院扶贫办联合发布《网络扶贫行动计划》，要求充分发挥互联网在助推脱贫攻坚中的重要作用，实施网络扶贫五大工程，实现精准扶贫、精准脱贫。

在国家战略引领下，人工智能技术的创新应用推动了网络空间产业生态向农村地区的“下移”。通过线上和线下融合发展，网络空间产业生态打通了资源配置过程中城市和农村的地理空间限制，通过服务要素的在线化带动了农村居民的创业、就业和收入水平的提高。尤其是人工智能技术促进了互联网“长尾效应”的发挥，激活了农村多品种小批量生产方式，促进了劳动分工和生产专业化，不仅在脱贫攻坚过程中做出了贡献，而且为乡村振兴战略的实施奠定了基础。

其次，技术封锁激发了政府、企业、大学和科研院所在人工智能领域深科技创新中相互协作的决心和活力。2016年以来，美国对中国人工智能企业和机构日益增强的技术封锁打破了原有全球创新循环和分工体系。技术封锁一方面带来了严峻挑战，另一方面为中国企业和机构通过自主创新重塑全球创新网络创造了机遇。尤其是产业发展中存在的关键技术“卡脖子”、“痛点”和“堵点”问题，日益成为政产学研协同创新和科研攻关的重点领域和方向。围绕着对关键核心技术领域的突破，中国正在加速形成包括智能芯片、智能网联汽车、智慧城市、5G、智能装备、智慧医疗和智能硬件在内的新兴产业集群。

抗击新冠疫情为人工智能未来发展创造了一个特殊的应用和试验场景。为了应对新冠疫情的冲击，人工智能的创新应用正在通过发展网络空间打造一个新的“零距离社会”。随着城市化和人口聚集，人类经济和社会的可持续发展日益受到物理空间和环境的限制。在人工智能的创新应用推动下，“零距离社会”的到来，不仅优化了人类经济社会活动的现有空间，而且创造了具有无限可能的新空间。

最后，实现“双碳”目标成为人工智能创新应用的新领域和新方向。2020年9月中国政府明确提出2030年实现“碳达峰”和2060年实现“碳中和”的“双碳”目标。2021年10月24日，中共中央、国务院印发的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》指出，实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。

在《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》中，明确把新一代信息技术作为实现“双碳”目标的关键支柱。一是通过包括大数据分析、机器学习、区块链、分布式能源管理和云计算技术在内的新一代信息技术在能源产业领域的运用，优化能源供给结构和降低能源消耗；二是加速产业数字化和智能化推动生产方式变革，实现制造和流通环境的节能减排；三是运用新一代信息技术推动城市治理方式变革，实现城市生活场景的节能减排；四是通过数字和智能技术的应用，实现从生产到消费、全产业链和全生活场景的节能减排。人工智能技术的创新和应用在推动“双碳”目标实现的同时，将进一步带动人工智能技术本身的进步和发展。

社会价值在引导人工智能科技向善的同时，将创造出更高的商业价值，实现人工智能通用目的技术和普惠技术属性的相向发展。人工智能在中国的发展不仅能够引领经济社会全面发展，而且能够为人类命运共同体的建设和发展做出贡献。

---

[15]《邓小平文选》第三卷，人民出版社，1993年出版，第373页。