

中国新一代人工智能科技产业发展报告·2021

China's New Generation Artificial Intelligence Technology Industry Development Report 2021

# 全面融合发展中的 中国人工智能科技产业

The Comprehensive and Integrated Development of  
China's Artificial Intelligence Technology Industry



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

2021年5月20日

May 20, 2021

■ **致谢：** 本报告得到中国科协和天津市科技局项目经费的支持，特此感谢！

## ■ **总撰稿人：简介** Introduction of Lead 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，南开大学滨海开发研究院院长，教授，博士生导师。

主要研究领域：创新经济和创新政策；数字经济和智能经济。

Liu Gang, male, born in February 1965, chief economist of Chinese Institute of New Generation Artificial Intelligence Development Strategies, director of Nankai Institute of Economics, professor, doctoral tutor.

Main research directions: innovative economy and innovative policy; digital and intelligent economy.

## ■ **撰稿人：Writer：**

---

席江浩 Xi Jianghao    李依菲 Li Yifei    霍治方 Huo Zhifang    刘 晨 Liu Chen

李伟伟 Li Weiwei    李川川 Li Chuanchuan    张天然 Zhang Tianran    李汪媛 Li Wangyuan

余 山 Yu Shan    邓祥云 Deng Xiangyun

## ■ 目 录

---

|                   |    |
|-------------------|----|
| 内容摘要              | i  |
| 一、 前言             | 1  |
| 二、 研究设计和方法        | 5  |
| 三、 人工智能企业         | 7  |
| (一) 创建时间          | 7  |
| (二) 地域分布          | 8  |
| (三) 员工规模          | 10 |
| (四) 销售收入和市值       | 11 |
| (五) 应用领域          | 11 |
| (六) 投融资情况         | 12 |
| (七) 技术层次分布        | 15 |
| (八) 核心技术分布        | 16 |
| (九) 研发活动          | 17 |
| 四、 创新生态           | 21 |
| (一) 价值网络          | 21 |
| (二) 关系数据分类        | 23 |
| (三) 中国智能经济发展的主导者  | 24 |
| 五、 “极化”和“扩散”      | 32 |
| (一) 技术合作地域分布      | 32 |
| (二) 核心人力资本来源分布    | 39 |
| (三) 投融资关系地域分布     | 42 |
| 六、 核心-融合产业部门技术合作  | 47 |
| (一) 核心产业部门和融合产业部门 | 47 |
| (二) 核心产业部门和第二产业   | 49 |
| (三) 核心产业部门和制造业    | 50 |

## ■ 目 录

---

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| (四) 核心产业部门和第三产业                 | 54        |
| <b>七、 新型平台</b>                  | <b>57</b> |
| (一) 新型平台的产业赋能是人工智能和实体经济融合发展的推动者 | 57        |
| (二) 新型平台产业赋能的机制                 | 58        |
| <b>八、 人工智能新型研发机构</b>            | <b>61</b> |
| <b>九、 农村网络空间产业生态</b>            | <b>64</b> |
| <b>十、 产业智能化</b>                 | <b>67</b> |
| <b>总结和政策建议</b>                  | <b>75</b> |

## ■ Contents

---

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Abstract</b>                                                          | <b>i</b>  |
| <b>I. Introduction</b>                                                   | <b>1</b>  |
| <b>II. Research Methods and Design</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>III. Artificial Intelligence Enterprises</b>                          | <b>7</b>  |
| 1. Establishment time                                                    | 7         |
| 2. Geographical distribution                                             | 8         |
| 3. Staff size                                                            | 10        |
| 4. Sales revenue and market value                                        | 11        |
| 5. Application fields                                                    | 11        |
| 6. Investment and financing                                              | 12        |
| 7. Technological layer distribution                                      | 15        |
| 8. Core technology distribution                                          | 16        |
| 9. Research and development activities                                   | 17        |
| <b>IV. Innovation Ecosystem</b>                                          | <b>21</b> |
| 1. Value network                                                         | 21        |
| 2. Classification of relationship data                                   | 23        |
| 3. The leading players of the development of China's intelligent economy | 24        |
| <b>V. “Polarization” and “Divergence”</b>                                | <b>32</b> |
| 1. Geographical distribution of technological cooperation                | 32        |
| 2. Distribution of core human capital sources                            | 39        |
| 3. Geographical distribution of investment and financing relationships   | 42        |
| <b>VI. Interaction between Core and Converged Industry Sectors</b>       | <b>47</b> |
| 1. Core industry sectors and converged industry sectors                  | 47        |
| 2. Core industry sectors and the secondary industry                      | 49        |
| 3. Core industry sectors and manufacturing industry                      | 50        |

## ■ Contents

---

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4. Core industry and the tertiary industry                                       | 54        |
| <b>VII. New Platforms</b>                                                        | <b>57</b> |
| 1. The value network of 15 artificial intelligence open and innovative platforms | 57        |
| 2. The mechanism of industry empowerment of the new platforms                    | 58        |
| <b>VIII. New Artificial Intelligence Research and Development Institutions</b>   | <b>61</b> |
| <b>IX. Rural Cyberspace Industry Ecology</b>                                     | <b>64</b> |
| <b>X. Industrial Intelligence</b>                                                | <b>67</b> |
| <b>Summary</b>                                                                   | <b>75</b> |

## 内容摘要

对中国人工智能科技产业的发展而言，2020 年是载入史册的一年。中国人工智能科技产业的发展内生于经济转型升级创造出的智能化需求。新冠疫情对经济社会的冲击进一步刺激了潜在需求，加速了人工智能和经济社会全面融合的步伐。美国技术封锁在打破人工智能全球创新循环的同时，坚定了中国立足自主创新构建新的全球创新网络的决心和信心。人工智能和实体经济深度融合的加速发展，将掀起新一轮科技创新浪潮，为全球创新网络的重塑奠定基础。

—

企业是经济的细胞组织。人工智能企业及其创新活动构成了智能经济的微观基础。本报告首先以 2205 家人工智能骨干企业为样本，通过属性数据分析，刻画和概括中国智能经济的微观基础和内在结构。

2205 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 63.93%。企业创建的峰值出现在 2015 年，占比为 14.36%。2016 年之后，人工智能企业创建数量的占比逐步降低，其中资金和人才短缺是制约和影响人工智能企业创立、生存和发展的关键因素。

人工智能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 31.02%、30.23%和 26.39%。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。从各省市自治区看，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 29.73%；其次是广东省，占比为 26.39%，主要分布在深圳市和广州市；排名第三的是上海市，占比为 14.07%；排名第四的是浙江省，占比为 8.81%，主要集中在杭州市。

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、上海市、深圳市和广州市，占比分别为 29.73%、14.07%、13.99%和 8.14%，是中国人工智能科技产业发展的前沿城市。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家数排名靠前的城市。

2205 家人工智能企业广泛分布在 20 个应用领域。其中，企业技术集成与方案、智慧商业和零售两个应用领域的企业数占比最高，分别为 17.20%和 10.31%。智能机器人、智能硬件、科技金融、智慧医疗、智能制造领域企业数占比相对较高，分别为 8.39%、8.06%、7.39%、7.27%、6.26%。企业技术集成与方案提供应用领域占比最高，说明在全面融合发展阶段，突破应用领域的共性和关键技术是中国人工智能科技产业关注的焦点。

截至 2020 年 12 月 31 日，1566 家人工智能企业中 45.27%的企业融资额小于

1 亿元，39.59%的企业融资额在 1-10 亿元之间，融资额超过 10 亿元的企业数占 15.13%。从人工智能应用领域企业融资额的分布看，智慧商业和零售，科技金融、新媒体和数字内容类应用领域的融资额最高，占比分别为 16.82%、12.07%、11.22%。除此以外，智慧交通、关键技术研发和应用平台、企业技术集成与方案、智能硬件占比均在 5%以上，属于占比较高的应用领域。从地区融资总额看，排名前五的省市自治区分别是北京市、上海市、浙江省、广东省、江苏省，融资总额分别为 12613.26 亿元、3607.94 亿元、2414.82 亿元、1645.12 亿元和 1130.26 亿元。

从人工智能企业技术层次分布看，应用层人工智能企业数占比最高，达到 84.05%；其次是技术层企业数，占比为 13.65%；基础层企业数占比最低，为 2.30%。应用层企业占比高说明中国的人工智能科技产业发展是应用需求为牵引的。

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 41.13%；其次是硬件、机器学习和推荐、服务机器人，占比分别为 7.64%、6.81%、5.64%；紧随其后，物联网、工业机器人、语音识别和自然语言处理、图形图像识别技术的占比依次为 5.55%、5.47%、4.76%、4.72%。

可获得研发数据的中国人工智能科技上市公司共计 172 家，其中研发强度小于 5%的企业数占比为 29.07%，研发强度在 5%-15%之间的企业数占比为 47.67%，研发强度大于 15%的企业数占比为 23.26%。172 家人工智能企业的平均研发强度达到 11.66%，远高于国内企业的平均水平。

从研发人员的占比看，在 172 家人工智能科技上市公司中，7.56%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 24.42%，有 8.14%的企业研发人员占比高于 50%。科研人员占比最高的是诚迈科技，高达 91.76%；排名第二的是中科创达，占比为 88.76%；排名第三的是汇顶科技，占比为 88.04%。172 家人工智能企业的平均研发人员占比达到 36.47%。

人工智能企业专利数大于 100 的企业共有 470 家。从地域分布看，专利数大于 100 的人工智能企业主要集中在广东省、北京市、浙江省、上海市和山东省，五省市企业数占比高达 94.55%。其中，广东省占比最高，为 68.99%，排名第二的是北京市，占比为 14.04%，排名第三的是浙江省，占比为 4.08%，上海市和山东省分列第四和第五，占比分别为 3.85%和 3.59%。

从人工智能企业专利数排名的技术层次看，专利数占比最高的是应用层企业，达到 57.18%，基础层和技术层企业的专利数占比分别为 18.19%和 24.62%。平均专利数最高的是基础层企业，平均专利数高达 2153.44 项，技术层和应用层企业平均专利数分别为 496.94 项和 204.87 项。

从研发投入和产出的各项指标看，与传统制造企业相比，人工智能企业属于典型的以创新为导向的创新型企业。面对技术和市场的不确定性，人工智能企业的创新表现出更强的区域集聚特征。构建以城市为主体的区域创新生态，是发展人工智能科技产业的前提和基础。

基于 2205 家人工智能企业三个维度的关系数据，本报告构建的中国智能经济价值网络结构图包括 43742 个节点和 97980 条边（关系）。价值网络的平均聚类系数为 0.028，平均路径长度为 4.53。较短的平均路径长度和较小的平均聚类系数表明，中国智能经济的价值网络属于典型的复杂网络，是高度集聚的。

在技术关系中，技术输入方属于国内企业和机构的占比为 88.96%，属于国外企业和机构的占比为 11.04%；技术赋能对象属于国内企业和机构的占比为 92.11%，属于国外企业和机构的占比为 7.89%。在核心人力资本关系中，2205 家人工智能企业核心人力资本的前期学习经验，来自国内高校和科研院所的占比达到 84.33%，来自国外高校和科研院所的占比为 15.67%；前期工作经验来自国内企业和机构的占比为 93.64%，来自国外企业和机构的占比为 6.36%。在投融资关系中，获投关系数占比为 40.73%，而投资和收购关系数占比为 59.27%。

与 2018-2020 年度的《中国新一代人工智能科技产业发展报告》关系数据的对比分析表明，中国智能经济创新生态持续表现出高度开放性的同时，自主创新能力持续提升。一方面政产学研用的协同创新，不断化解人工智能科技产业发展中的技术和人才制约；另一方面人工智能和实体经济的深度融合发展使科技创新不仅依赖人工智能技术进步，而且依赖传统产业的互补性技术创新和专用性知识积累。

在中国智能经济发展中，技术关系度数中心度排名前列的节点包括华为、腾讯、京东、阿里云、百度、腾讯云、华为云、中国联通、钉钉、中国移动、中国电信、中兴通讯和阿里巴巴，它们都是最具影响力和辐射带动能力的人工智能企业。尤其是华为、腾讯、京东、阿里巴巴、百度、科大讯飞、平安集团等国家级人工智能开放创新平台，通过数字化和智能化赋能，推动智能科技与经济社会的全面融合，不仅催生出新技术、新产品、新业态和新模式，而且引发了一系列组织和制度变革，成为中国人工智能科技产业的关键主导者。

以清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学和中国科学院为代表的高校和科研院所是价值网络中最重要的关系节点。一方面，作为学术生态的重要组成部分，它们为人工智能企业输送人力资源；另一方面，它们为人工智能企业提供前沿科技支撑。以微软、高通、英伟达和 IBM 为代表的国际人工智能企业巨头，通过基础软件和硬件支持，是中国人工智能科技产业生态的重要组成部分。同时，以长安汽车、碧桂园和中国银联为代表的传统企业不仅接受人工智能企业的技术赋能，而且为人工智能和实体经济的深度融合发展提供互补性创新。作为关系节点，政府的作用不仅是激励和扶持政策的制定者，而且是政务和社会管理智能化的需求者。

在中国智能经济发展中，排名前十的投资机构为红杉资本中国、IDG 资本、经纬中国、中金公司、真格基金、深创投、五源资本（原晨兴资本）、达晨财智、金沙江创投和创新工场。排名前十的非投资机构为腾讯、联想、百度、阿里巴巴、京东、小米集团、奇虎 360、海尔、蚂蚁金服和 TCL。

从价值网络的结构看，人工智能企业、传统产业企业、大学、科研机构、投

资者和政府之间的相互作用和协同创新,是推动人工智能和实体经济深度融合发展的动力机制。在多元创新主体的协同创新中,平台及其垂直业务子平台通过构建和完善产业生态持续推动人工智能在经济社会各领域的应用和发展。

在技术合作关系中,技术输入关系为 15493,占比为 30.28%,技术赋能关系 35675 条,占比为 69.72%。其中,国际技术合作关系数为 4526,占技术合作关系数的比重为 8.85%。在技术输入关系中,11.04%来自国外企业和机构;在技术赋能关系中,7.89%的赋能对象是国外企业和机构。中国智能经济创新生态的开放性不仅表现为国际技术输入,而且表现为对国外企业和机构的技术赋能。

在与国外企业和机构的技术合作关系中,排名第一的是美国,关系数为 2265 条,占国际技术合作关系总数的 50.02%;排名第二的是德国,关系数为 438 条,占比为 9.68%;排名第三至第五的分别是英国、日本和韩国,关系数分别为 246、240 和 177 条,占比为 5.44%、5.31%和 3.91%。在国内技术合作中,排名第一的是北京市,关系数为 12588,占比 26.99%;排名第二的是广东省,关系数为 9546,占比 20.47%;排名第三的是上海市,关系数为 4689,占比 10.05%;排名第四至第五的分别是浙江省和江苏省,关系数分别为 3630 和 2330,占比为 7.78%和 5.00%。

从技术合作关系的国内城市分布看,排名第一的是北京市,关系数 12588,占比 26.99%;排名第二的是深圳市,关系数 5716,占比 12.26%;排名第三的是上海市,关系数 4689,占比 10.05%;排名第四至第五的分别是杭州市和广州市,关系数分别为 2862 和 2359 条,占比分别为 6.14%和 5.06%。

2205 家人工智能企业的核心人力资本中来自国内的核心人力资本关系总计 19533 条,占总量的 91.53%;来自国外的核心人力资本关系总计 1807 条,占总量的 8.47%。在核心人力资本前期学习和工作经验的国际来源分布看,排名第一的是美国,关系数 1183,占比 5.54%;排名第二的是英国,关系数 154,占比 0.72%;排名第三的是德国,关系数 80,占比 0.37%;排名第四和第五的是分别是日本和澳大利亚,关系数分别为 69 和 56,占比分别为 0.32%和 0.26%。

在核心人力资本来源的国内分布中,排名第一的是北京市,关系数 5475 条,占比 28.03%;排名第二的是广东省,关系数 3981,占比 20.38%;排名第三的是上海市,关系数 1995,占比 10.21%;排名第四的是江苏省,关系数 1074,占比 5.50%;排名第五的是浙江省,关系数 979,占比 5.01%。

在 2205 家人工智能企业 50954 条投融资关系中,国内投融资关系数为 50419,占比 98.95%;国际投融资关系数为 535 条,占比仅为 1.05%。在投融资关系的国际分布中,排名第一的是美国,关系数 343 条,占国际投融资关系数的 64.11%;排名第二是新加坡,关系数 59,占比 11.03%;排名第三的是德国,关系数 31,占比 5.79%。在投融资关系的国内分布中,排名第一的是北京市,关系数 14399,占比 28.56%;排名第二的是广东省,关系数 9775,占比 19.39%;排名第三的上海市,关系数 7073,占比 14.03%;排名第四和第五的分别是浙江省和江苏省,关系数分别为 4137 和 3768,占比分别为 8.21%和 7.47%。

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，而且激活现有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，融合产业部门则是指现有产业智能化过程中形成的产业部门。核心产业部门和融合产业部门的相互作用和正反馈，构成了人工智能科技产业的创新循环。

在核心产业部门技术赋能关系中，27.46%的赋能对象是核心产业部门，72.51%的赋能对象是融合产业部门。从核心产业部门在两个产业部门技术赋能关系对比看，核心产业部门对融合产业部门的技术赋能占主导。人工智能科技产业已经走出了核心产业部门内部循环，开始步入全面与实体经济深度融合发展阶段。

在核心产业部门对融合产业部门的技术赋能关系中，排名第一的是第三产业，占比为78.05%；排名第二的是第二产业，占比为21.45%；排名第三的是第一产业，占比为0.49%。到目前为止，人工智能和实体经济融合主要发生在在第三产业。

在核心产业部门与第二产业部门的技术合作关系中，核心产业部门对第二产业的技术赋能关系占比为72.22%，第二产业对核心产业部门的技术赋能关系占比为27.78%。在两个产业部门的技术合作中，以核心产业部门对第二产业的技术赋能为主导。

在核心产业部门对第二产业技术赋能中，排名第一的是制造业，占比87.24%；排名第二的是建筑业，占比5.91%；排名第三的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比5.63%；排名第四的是采矿业，占比1.22%。从核心产业部门与第二产业各部门的技术合作看，人工智能和制造业的深度融合是人工智能科技产业发展的主导。随着以5G为代表的新一代信息技术的创新发展，人工智能与制造业的融合发展代表了人工智能科技产业发展的方向。尤其与2018-2020年《中国新一代人工智能科技产业发展报告》的数据对比显示，除了以华为为代表的硬科技平台加速推动人工智能和制造业融合发展之外，以阿里巴巴、腾讯和百度为代表的互联网平台通过垂直子业务平台的建设，也在推动产业的智能化发展。

从核心产业部门与制造业部门的技术合作关系看，核心产业部门对制造业的技术赋能占比为71.21%，制造业对核心产业部门的技术赋能占比为28.79%。核心产业部门对制造业技术赋能是两个产业部门技术互动和合作的主导。

在核心产业部门与制造业各部门的技术合作关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，技术合作关系为2073，占比36.91%；排名第二的是汽车制造业，技术合作关系为1131，占比20.14%；排名第三的是电气机械和器材制造业，技术合作关系为452，占比8.05%；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，技术合作关系为431和233，占比7.67%和

4.15%。

从核心产业部门与第三产业的技术合作关系看，核心产业部门对第三产业的技术赋能占比为 70.81%，第三产业对核心产业部门的技术赋能占比为 29.19%。在核心产业部门与第三产业各部门的技术合作关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，技术合作系数为 7320，占比为 31%；排名第二的是科学研究和技术服务业，技术合作系数为 5425，占比 22.97%；排名第三的是租赁和商务服务业，技术合作系数为 2395，占比 10.14%。排名第四和第五的分别是金融业、批发和零售业，技术合作系数为 2383 和 1908，占比分别为 10.03%和 8.08%。

## 四

**2020 年，是中国人工智能科技产业步入全面融合发展阶段的元年。**在融合发展中，人工智能的创新应用不仅创造出新的社会生产力，而且激活了历次工业革命积累的社会生产力发展潜力，明确了固定资产投资的方向，为全要素生产率的提高和新的经济增长长周期的到来奠定了基础。其中，**新型平台和新型研发机构的发展，是人工智能和实体经济深度融合的重要推动者。**

平台源于互联网的发展，尤其是交互式互联网（Web 2.0）发展。作为网络空间的搭建者和运营者，平台首先出现在电子商务、搜索引擎、社交和众包领域。在服务线上交易活动的过程中，交易型平台实现了数据和计算的实时在线和可共享，为人工智能技术的创新和应用创造了条件。

近年来，人工智能技术的创新应用带来了平台发展的新变化。以产业赋能为导向的新型平台的出现不仅带动了人工智能和实体经济深度融合发展，而且通过网络空间产业生态的持续下移和农村网络空间产业生态的培育，不断消除“数字鸿沟”，通过赋能欠发达地区的“双创”活动激活社会生产力发展潜力。新型平台来自创新型企业和交易型平台的智能化转型。其中，创新型企业属于在传统产业中具有市场优势地位的龙头企业，通过智能化改造发展为具有产业赋能功能的新型平台。交易型平台通过人工智能技术的创新应用，依托数据生态优势和子平台建设，成为垂直业务领域产业赋能者，在提供交易服务的同时，为传统产业和企业提供包括品牌策划、柔性生产和客户定制在内的技术和服务。

以 15 家国家级人工智能开放创新平台为代表，新型平台主要通过四方面机制实现产业赋能。首先，人工智能开放创新平台通过建设和发展垂直业务子平台的方式满足产业智能化需求。平台的子业务平台创建的初始动因往往来自平台内部业务的智能化需求。在通过技术创新和集成满足内部业务发展需求的同时，子业务平台进一步通过产业赋能满足外部产业智能化的需求；其次，依托现有的子业务平台，人工智能开放创新平台在垂直领域为传统产业赋能。与新建的子业务平台不同，人工智能开放创新平台还通过现有业务平台的智能化改造对传统产业进行垂直赋能；第三，适应产业智能化需求，人工智能开放创新平台通过创建开源创新平台的方式赋能传统产业；最后，15 家人工智能开放创新平台通过赋能开发者的方式推动产业智能化发展。为了加速推动通用技术向实体经济的渗透，

平台通过创建开发者社区的方式赋能开发者，进而实现产业赋能。与交易型平台的开发者主要集中分布在核心部门不同，人工智能开放创新平台的开发者广泛分布在核心和融合产业部门。“平台+开发者”的产业赋能方式不仅能够推动交易型平台向产业赋能型平台的升级，而且能够带动传统产业创新型企业的智能化转型。

作为通用目的技术，人工智能科技创新不仅具有学科交叉和应用场景广泛特征，而且涉及技术和社会“双重”属性。为了推进人工智能和实体经济的深度融合，需要在基础研究、开发设计和规模应用之间加速建立创新循环。适应产业智能化需求，构建政产学研协同创新的新型研发机构成为加快人工智能科技产业发展的重要战略举措，是科技体制改革的方向。

以产业需求为导向，通过政产学研用协同创新，新型研发机构推进从基础研究到应用开发再到规模生产形成创新循环的创新网络组织和风险分摊机制。2017年国家《新一代人工智能发展规划》发布以来，以北京市、上海市、广东省、江苏省和浙江省为代表的人工智能发展前沿地区，先后出台政策创建和支持新型研发机构开展人工智能领域共性关键技术的研发和产业化，推进人工智能科技产业的发展。

与其他省市相比，广东省是最早建设新型研发机构的地区。1996年12月，深圳市政府和清华大学联合创建的深圳清华大学研究院被称为我国第一家新型研发机构。深圳清华大学研究院服务于清华大学的科技成果转化，服务于深圳市社会经济发展，开启了中国新型研发机构建设和发展的先河。近年来，为了推动人工智能科技创新和产业发展，广东省不仅创建了以鹏城实验室和深圳市人工智能与机器人研究院为代表的人工智能领域新型研发机构，而且支持现有的新型研发机构开展人工智能科技创新。尤其是把人工智能与广东省优势产业的深度融合发展作为突破口，在通过大力发展新型研发机构推动人工智能科技产业发展上走在了全国的前列。

## 五

**人工智能和实体经济的全面融合表现为消费互联网的升级和产业互联网的发展。**在人工智能推动下，消费互联网的升级不仅表现为规模的扩张，而且表现为质的改变。消费互联网质的改变首先表现为新型平台主导下的网络空间产业生态的下移和农村网络空间产业生态的发展。农村网络空间产业生态通过促进创业和就业激活了农村社会生产力发展潜力，为进一步实施乡村振兴战略和巩固脱贫攻坚成果指明了方向。其次，质的改变表现为依托强大的数据生态优势，消费互联网通过向供给端持续渗透，从需求端引导供给侧结构发生深刻变革。

随着人工智能技术的创新应用，平台主导的网络空间产业生态下移不断突破地理空间对资源优化配置的限制，为广大农村地区经济社会发展带来了新机遇。2018年以来，基于网络空间的农村产业生态系统的形成和发展拓展了农村地区中小企业和个体经营者的生存和发展环境，通过降低产品展示、营销、交易和物流成本，创造出新的就业和创业机会，不断提高中低收入人群的收入水平，助力

脱贫攻坚，为乡村振兴战略的进一步实施创造了条件。

包括人工智能和 5G 在内的新一代信息技术的创新应用，加速了产业互联网的发展。与消费互联网发展不同，产业互联网的发展不仅依赖通用数据、算力和算法，而且需要专用数据、算力和算法资源。人工智能和实体经济的深度融合涉及一系列以专用技术和知识创造为导向的互补性创新过程。人工智能在垂直领域的发展引发的一系列互补性创新将带来新一轮科技创新浪潮。

在人工智能和实体经济全面融合中，产业互联网的发展使人工智能走出认知科学的界域，成为为产业应用提供解决方案的系统性方法。尤其是人工智能在制造业领域的开发、验证、部署和广泛应用，正在催生新的生产方式。新生产方式实现了产品的持续创新和柔性制造。产品和生产过程的智能化不仅延伸了我们的体力和神经系统，而且延伸了我们的脑力。

产业智能化是产业互联网发展的结果，表现为产品的智能化和生产过程的智能化。与京津冀和长江三角洲地区人工智能科技产业的发展不同，珠江三角洲地区人工智能科技产业的发展以硬科技为主导。包括深圳市、广州市、东莞市、珠海市和佛山市在内的珠江三角洲城市群是我国最重要的制造业基地，尤其是在电子信息、电器机械、石油化工、纺织服装和汽车制造领域具有明显的竞争优势。

沿着产品智能化和生产智能化两个维度，珠江三角洲地区在人工智能和实体经济的深度融合发展上走在了全国前列。在电子信息和汽车产业领域，产品智能化和生产智能化都表现出较高的融合度。而在电器机械、石油化工和纺织服装产业领域，人工智能和产业的融合发展主要表现为生产的智能化。

无论是产品的智能化还是生产的智能化，广州市汽车产业智能化的主导者都是以广汽集团为代表的整车企业。到目前为止，依托在产品制造和市场销售优势，整车企业对人工智能和产业深度融合实际进程起着决定性影响。汽车生产属于典型的离散制造，生产和供应链体系复杂。同时，无论是在工艺和运维还是在汽车行驶方面，整车企业都拥有明显的生态优势。包括智能网联汽车企业在内的人工智能技术企业尽管拥有算法、软件、车载芯片和关键硬件技术优势，都要建立在整车企业生态优势的基础之上。智能装备企业是整车制造企业的智能化生产线的集成商和供应商。从发展趋势看，从汽车智能化生产线向其他产业的迁移是广州市汽车装备企业发展的重要方向。

随着人工智能和实体经济深度融合进程的加速，人工智能领域的创新将重塑全球创新网络和创新循环。与工业经济时代的创新循环相比，智能经济时代的创新循环对规模应用带来的数据资产及其对基础研究和研发设计环节的反馈更加倚重。同时，人工智能和实体经济的深度融合依赖不同产业专用技术和知识的互补性创新。而新的知识重组和知识创造将进一步引发新的创新浪潮的出现。

## Abstract

For the development of China's artificial intelligence technology industry, 2020 is recorded in the annals of history. The development of China's artificial intelligence technology industry is endogenous to the demand for intelligence created by the economic transformation and upgrading. The impact of the COVID-19 epidemic has further stimulated the potential demands and accelerated the pace of the comprehensive integration of artificial intelligence and the economic society. While the US technology blockade breaks the global innovation cycle of artificial intelligence, it strengthens China's determination and confidence to build a new global innovation network based on independent innovation. The accelerated development of the deep integration of artificial intelligence and the real economy will set off a new wave of technological innovation and lay the foundation for the reshaping of the global innovation network.

### I

Enterprises are economic cells. Artificial intelligence enterprises and their innovative activities constitute the micro foundation of intelligent economy. This report first takes 2205 key artificial intelligence enterprises as samples, characterizes and summarizes the micro foundation and internal structure of China's intelligent economy by attribute data analysis.

The establishment time of the 2205 artificial intelligence enterprises is mainly concentrated between 2012 and 2018, accounting for 63.93%. The peak of enterprise establishment appears in 2015, accounting for 14.36%. After 2016, the proportion of artificial intelligence enterprise establishment gradually decreases, and the key factor that restricts and affects the entrepreneurship, survival and development of artificial intelligence is the shortage of funds and talents.

Artificial intelligence enterprises are mainly distributed in the three metropolitan areas of Beijing-Tianjin-Hebei, Yangtze River Delta and Pearl River Delta, accounting for 31.02%, 30.23% and 26.39% respectively. Relying on the advantages of

technological innovation and the development of the Internet industry, the Beijing-Tianjin-Hebei, Yangtze River Delta and Pearl River Delta regions are at the forefront of artificial intelligence technology industry development in China. From the perspective of various provinces, municipalities and autonomous regions, artificial intelligence enterprises are mainly distributed in Beijing, Guangdong, Shanghai, Zhejiang, Jiangsu, Sichuan, Shandong, Hubei, Fujian and Hunan. Among them, Beijing accounts for the highest proportion at 29.73%; followed by Guangdong, accounting for 26.39%, mainly in Shenzhen and Guangzhou; Shanghai is in the third place, accounting for 14.07%; Zhejiang ranks fourth, accounting for 8.81%, mainly in Hangzhou.

Among the major domestic cities, the cities with dense distribution of artificial intelligence enterprises are Beijing, Shanghai, Shenzhen and Guangzhou, accounting for 29.7%, 14.1%, 14.0% and 8.1% respectively. They are the frontier cities for the development of China's artificial intelligence technology industry. Chengdu in the western region and Wuhan in the central region are also the top cities in the number of artificial intelligence entrepreneurs.

2205 artificial intelligence enterprises are widely distributed in 20 application fields. Among them, technology integration and solutions, and intelligent commerce and retail are the two application fields with the highest proportions of enterprise number, accounting for the 17.20% and 10.31% respectively. The number of enterprises in the fields of intelligent robots, intelligent hardware, technology finance, smart healthcare, and intelligent manufacturing is relatively high, accounting for 8.39%, 8.06%, 7.39%, 7.27%, and 6.26% respectively. The highest proportion of the application field of enterprise technology integration and solution providing indicates that the focus of China's artificial intelligence technology industry is to make breakthroughs in the common and key technologies in the application fields in the comprehensive and integrated development stage.

As of December 31, 2020, 45.27% of the 1566 artificial intelligence enterprises have a financing amount of less than 100 million RMB, 39.59% enterprises with a

financing amount between 100 million and 1 billion RMB, and 15.13% have a financing amount of more than 1 billion RMB. From the perspective of the distribution of artificial intelligence enterprise financing amounts, the application fields of smart business and retail, technology finance, new media and digital content have the highest financing amounts, accounting for 16.82%, 12.07%, and 11.22% respectively. In addition, the proportion of smart transportation, key technology research, development and application platforms, enterprise technology integration and solutions, and intelligent hardware are relatively high, respectively accounting for more than 5%. In terms of total regional financing amounts, the top five provinces, municipalities and autonomous regions are Beijing, Shanghai, Zhejiang, Guangdong, and Jiangsu, respectively with financing amounts of 1,261.326 billion RMB, 360.794 billion RMB, 241.482 billion RMB, 164.512 billion RMB and 113.026 billion RMB.

From the perspective of the technological layer distribution of artificial intelligence enterprises, the number of application-layer artificial intelligence enterprises accounts for the highest proportion, reaching 84.05%; followed by the number of technology-layer enterprises, accounting for 13.65%; and the number of base-layer enterprises accounts for the lowest proportion, at 2.30%. The high proportion of application-layer enterprises shows that China's artificial intelligence technology industry is driven by application demands.

From the perspective of the core technology distribution of artificial intelligence enterprises, big data and cloud computing account for the highest proportion, reaching 41.13%; followed by hardware, machine learning and recommendation, and service robot, accounting for 7.64%, 6.81%, and 5.64% respectively; followed closely by the Internet of Things, industrial robots, speech recognition and natural language processing, and graphics and image recognition technologies respectively accounting for 5.55%, 5.47%, 4.76%, and 4.72%.

The research and development data of a total of 172 Chinese artificial intelligence technology listed companies are available. Among them, 29.07% has the

R&D intensity less than 5%, 47.67% between 5% and 15%, and 23.26% greater than 15%. The average R&D intensity of the 172 artificial intelligence enterprises reached 11.66%, which is much higher than the average level of domestic enterprises.

In terms of R&D personnel proportion, 7.56% of the 172 artificial intelligence technology listed companies whose R&D personnel proportion is less than 10%, the enterprises whose R&D personnel proportion is between 10% and 20% are the most, accounting for 24.42%, and 8.14% enterprises whose R&D personnel proportion is more than 50%. ArcherMind has the highest proportion of R&D personnel, reaching 91.76%, ThunderSoft in the second place at 88.76%, and the third is Goodix at 88.04%. The average R&D personnel proportion of the 172 artificial intelligence enterprises is 36.47%.

There are a total of 470 artificial intelligence enterprises whose patents are more than 100. From the perspective of geographical distribution, the artificial intelligence enterprises with more than 100 patents are mainly concentrated in Guangdong, Beijing, Zhejiang, Shanghai and Shandong, and the total number of the enterprises in the five provinces and cities accounts for as high as 94.55%. Among them, Guangdong accounts for the highest proportion at 68.99%, Beijing in the second place, accounting for 14.04%, Zhejiang ranking third, accounting for 4.08%, Shanghai and Shandong ranking fourth and fifth, accounting for 3.85% and 3.59% respectively.

From the perspective of technological layer of artificial intelligence enterprise patent numbers, application-layer enterprises account for the highest proportion of patent numbers, reaching 57.18%, and base-level and technology-level enterprises account for 18.19% and 24.62% respectively. The base-layer enterprises have the highest average number of patents, reaching 2153.44, and the average number of patents of technology-layer and application-layer enterprises are 496.94 and 204.87 respectively.

From the perspective of various indicators of R&D investment and output, compared with traditional manufacturing enterprises, artificial intelligence enterprises

are typical innovation-oriented innovative enterprises. Confronted with technological and market uncertainties, the innovation of artificial intelligence enterprises shows a stronger characteristic of regional agglomeration. Constructing an urban-oriented regional innovation ecosystem is the prerequisite and foundation for the development of artificial intelligence technology industry.

## II

Based on the three-dimensional relationship data of 2205 artificial intelligence enterprises, the structure diagram of China's intelligent economy value network constructed in this report includes 43742 nodes and 97980 edges (relationships). The average clustering coefficient of the value network is 0.028, and the average path length is 4.53. The relatively short average path length and the small average clustering coefficient indicate that the value network of China's intelligent economy is a typical complex network, and highly agglomerated.

In technology relationships, the technology input belonging to domestic enterprises and institutions accounts for 88.96%, and the technology input belonging to foreign enterprises and institutions accounts for 11.04%; the technology empowerment objects belonging to domestic enterprises and institutions account for 92.11%, the technology empowerment objects belonging to foreign countries account for 7.89%. In the core human capital relationships, 84.33% of the 2205 artificial intelligence enterprises gain preliminary learning experience of core human capital from domestic universities and research institutes, 15.67% from foreign universities and research institutes; 93.64% gain preliminary working experience from domestic enterprises and institutions, and 6.36% from foreign enterprises and institutions. In investment and financing relationships, the number of investment relationships accounts for 40.73%, and the number of investment and acquisition relationships accounts for 59.27%.

A comparative analysis with the relationship data of the 2018-2020 "China's New Generation of Artificial Intelligence Technology Industry Development Report"

shows that China's intelligent economy innovation ecosystem still shows a high degree of openness, and meanwhile its independent innovation capabilities continue to improve. On the one hand, the collaborative innovation among government, industry, universities, research institutes, and users continuously resolves the technological and talent constraints in the development of artificial intelligence technology industry; on the other hand, the deep integration of artificial intelligence and the real economy makes technological innovation rely on both artificial intelligence technology progresses and the complementary technological innovation and specific knowledge accumulation of traditional industries.

In the development of China's intelligent economy, the top nodes in technology relationship centrality including Huawei, Tencent, JD, Alibaba Cloud, Baidu, Tencent Cloud, Huawei Cloud, China Unicom, DingTalk, China Mobile, China Telecom, ZTE and Alibaba, are all the most influential and radiation-driven artificial intelligence enterprises. In particular, the national-level open and innovative platforms of artificial intelligence such as Huawei, Tencent, JD, Alibaba, Baidu, iFLYTEK, Ping An Group, promote the comprehensive integration of intelligent technology and economic society by means of digitalization and intelligence empowerment, giving birth to new technologies, new products, new formats and new models, and triggering a series of organizational and institutional changes, and play a leading role in China's artificial intelligence technology industry.

Universities and research institutes represented by Tsinghua University, Peking University, Zhejiang University, Shanghai Jiao Tong University and Chinese Academy of Sciences are the most important relationship nodes in the value network. On the one hand, as important part of the academic ecology, they provide human resources for artificial intelligence enterprises; on the other hand, they provide cutting-edge technological supports for artificial intelligence enterprises. Giant international artificial intelligence enterprises represented by Microsoft, Qualcomm, Nvidia and IBM, with basic software and hardware supports, are the important components of China's artificial intelligence technology industry ecology. Meanwhile,

traditional enterprises represented by Changan Automobile, Country Garden and China UnionPay, accept the technology empowerment from artificial intelligence enterprises, and provide complementary innovation for the deep integration of artificial intelligence and the real economy. As a relationship node, the role of the government is not only an incentive and supportive policy maker, but also the demand side of intelligence for government affair and society management.

In the development of China's intelligent economy, the top ten investment institutions are Sequoia Capital China, IDG Capital, Matrix Partners China, CICC, Zhen Fund, Shenzhen Venture Capital, 5Y Capital (formerly Morningside Venture Capital), and Fortune Caizhi Venture Capital, Jinshajiang Venture Capital, and Innovation Works. The top 10 non-investment institutions are Tencent, Lenovo, Baidu, Alibaba, JD, Xiaomi Group, Qihoo 360, Haier, Ant Financial, and TCL.

From the perspective of the structure of the value network, the interactions and collaborative innovation among artificial intelligence enterprises, traditional industry enterprises, universities, scientific research institutes, investors, and the government are the driving mechanism for the deep integration of artificial intelligence and the real economy. In the collaborative innovation of multiple innovation subjects, platforms and their vertical business sub-platforms continue to promote the application and development of artificial intelligence in various fields of economic society by constructing and improving industry ecology.

In technological cooperation relationships, technology input relationships are 15,493, accounting for 30.28%, and technology empowerment relationships are 35,675, accounting for 69.72%. Among them, the number of internationally technological cooperation relationships is 4,526, accounting for 8.85%. In technology input relationships, 11.04% are from foreign enterprises and institutions; in technology empowerment relationships, 7.89% of the empowerment objects are foreign enterprises and institutions. The openness of China's intelligent economy innovation ecosystem is manifested in the input of international technologies, and the

technology empowerment for foreign enterprises and institutions.

In terms of the technological cooperation relationships with foreign enterprises and institutions, the United States is the top 1, with 2,265 relationships, accounting for 50.02% of the total number of international technological cooperation relationships; Germany ranks second, with 438 relationships, accounting for 9.68%; in the third, fourth, and fifth place are the United Kingdom, Japan and South Korea, with 246, 240 and 177 relations, accounting for 5.44%, 5.31% and 3.91% respectively. In domestic technological cooperation, Beijing ranks first, with 12,588 relationships, accounting for 26.69%; the second is Guangdong, with 9,546 relationships, accounting for 20.47%; the third is Shanghai, with 4,689 relationships, accounting for 10.05%; Zhejiang and Jiangsu are respectively in the fourth and fifth places, with 3630 and 2330 relationships, accounting for 7.78% and 5.00%.

From the perspective of the domestic city distribution of technological cooperation relationships, Beijing ranks first, with the relationship number of 12,588, accounting for 26.99%; Shenzhen is in the second place, with the relationship number of 5,716, accounting for 12.26%; and Shanghai ranks third, with the relationship number of 4,689, accounting for 10.05%; Hangzhou and Guangzhou are in the fourth and fifth places, accounting for 6.14% and 5.06% respectively.

The total number of domestic core human capital relationships of the 2205 artificial intelligence enterprises is 19,533, accounting for 91.53% of the total; the total number of foreign core human capital relationships is 1,807, accounting for 8.47%. In terms of the international source distribution of preliminary learning and working experience, the United States ranks first, with the relationship number of 1183, accounting for 5.54%; the second is the United Kingdom, with the relationship number of 154, accounting for 0.72%; the third is Germany, with the relationship number of 80, accounting for 0.37%; and the fourth and fifth are Japan and Australia, with the relationship number of 69 and 56, accounting for 0.32% and 0.26% respectively.

In the terms of domestic distribution of core human capital sources, Beijing ranks first, with the relationship number of 5,475, accounting for 28.03%; Guangdong ranks second, with the relationship number of 3,981, accounting for 20.38%; Shanghai ranks third, with the relationship number of 1,995, accounting for 10.21%; Jiangsu is in the fourth place, with the relationship number of 1,074, accounting for 5.50%; and Zhejiang ranks fifth, with the relationship number of 979, accounting for 5.01%.

Among the 50,954 investment and financing relationships of the 2,205 artificial intelligence enterprises, the number of domestic investment and financing relationships is 50,419, accounting for 98.95%; the number of international investment and financing relationships is 535, accounting for only 1.05%. In terms of international distribution of investment and financing relationships, the United States ranks first, with 343 relationships, accounting for 64.11% of the international investment and financing relationships; the second is Singapore, with 59 relationships, accounting for 11.03%; the third is Germany, with the relationship number of 31, accounting for 5.79%. In terms of domestic distribution of investment and financing relationships, Beijing ranks first, with the relationship number of 14,399, accounting for 28.56%; in the second place is Guangdong, with the relationship number of 9,775, accounting for 19.39%; Shanghai ranks third with the relationship number of 7,073, accounting for 14.03%; Zhejiang and Jiangsu rank fourth and fifth, respectively, with the relationship number of 4,137 and 3,768, accounting for 8.21% and 7.47%.

### III

Artificial intelligence is a general purpose of technology and has a wide range of application scenarios. Artificial intelligence through the in-depth and integrated development with the real economy, creates new social productivity, and activates the development potential of the existing social productivity. The artificial intelligence technology industry includes two basic sectors: the core industry sector and the converged industry sector. The core industry sector refers to the artificial intelligence

core technology, product and service sectors, and the converged industry sector refers to the industry sectors formed during the intelligence process of the existing industries. The interactions and positive feedback between the core industry sector and the converged industry sector constitute the innovation cycle of the artificial intelligence technology industry.

**In the technology empowerment relationships of the core industry sector,** 27.46% of the empowerment targets are the core industry sectors, and 72.51% of the empowerment targets are the converged industry sectors. Judging from the comparison of the technology empowerment relationships between the core industry sector and the two industry sectors, the core industry sector's technology empowerment for the converged industry sector dominates. The artificial intelligence technology industry has stepped out of the internal circulation of the core industry sector and has begun to enter the stage of comprehensive in-depth integration and development with the real economy.

In the technology empowerment relationships between the core industry sector and the converged industry sector, the tertiary industry ranks first, accounting for 78.05%; the secondary industry ranks second, accounting for 21.45%; and the third is the primary industry, accounting for 0.49%. At present, the integration of artificial intelligence and the real economy mainly occurs in the tertiary industry.

In the technological cooperation relationships between the core industry sector and the secondary industry sector, the relationships that the core industry sector technologically empowers the secondary industry account for 72.22%, and the relationships that the secondary industry technologically empowers the core industry sector account for 27.78%. **The core industry sector's technology empowerment for the secondary industry is dominant in the technological cooperation between the two industry sectors.**

In the core industry sector's technological empowerment for the secondary industry, manufacturing ranks first, accounting for 87.24%; the second is construction

industry, accounting for 5.91%; the third is electricity, heat, gas, water production and supply industry accounting for 5.63%; the mining industry ranks fourth, accounting for 1.22%. From the perspective of the technological cooperation between the core industry sector and the secondary industry sectors, the deep integration of artificial intelligence and manufacturing is the leading factor for the development of the artificial intelligence technology industry. With the innovative development of a new generation of information technologies represented by 5G, the integrated development of artificial intelligence and manufacturing presents the direction of the artificial intelligence technology industry development. In particular, compared with the data of 2018-2020 “China's New Generation of Artificial Intelligence Technology Industry Development Report”, Internet platforms represented by Alibaba, Tencent and Baidu promote the industry intelligence development by the construction of vertical sub-business platforms, in addition to the hard technology platforms represented by Huawei that accelerate the integrated development of artificial intelligence and manufacturing,

In terms of the technological cooperation relationships between the core industry sector and manufacturing sector, the core industry sector's technology empowerment for the manufacturing sector accounts for 71.21%, and the manufacturing sector's technology empowerment to the core industry sector accounts for 28.79%. The core industry sector's technology empowerment for the manufacturing sector dominates the technology interaction and cooperation between the two industry sectors.

In terms of the technological cooperation relationships between the core industry sector and various manufacturing sectors, the computer, communications and other electronic equipment manufacturing industries rank first, with the technology cooperation relationship number of 2073, accounting for 36.91%; in the second place is the automobile manufacturing industry, with the technology cooperation relationship number of 1131, accounting for 20.14%; the third is electrical machinery and equipment manufacturing industry, with the technology cooperation relationship number of 452, accounting for 8.05%; the fourth and fifth are special equipment

manufacturing industry and general purpose of machinery manufacturing industry, with the technology cooperation relationship number of 431 and 233, accounting for 7.67% and 4.15% respectively.

From the perspective of the technological cooperation relationships between the core industry sector and the tertiary industry, the core industry sector's technology empowerment for the tertiary industry accounts for 70.81%, and the tertiary industry's technology empowerment for the core industry sector accounts for 29.19%. In terms of the technological cooperation relationships between the core industry sector and the tertiary industry sectors, the information transmission, software and information technology service industries rank first, with the technological cooperation relationship number of 7,320, accounting for 31%; in the second place is scientific research and technological service industry, with the technological cooperation relationship number of 5,425, accounting for 22.97%; the third is the leasing and business service industry, with the technological cooperation relationship number of 2,395, accounting for 10.14%. The financial industry, wholesale and retail rank fourth and fifth, with technological cooperation relationship number of 2,383 and 1,908, accounting for 10.03% and 8.08% respectively.

#### IV

**2020 is the first year of the era of the comprehensive and integrated development of China's artificial intelligence technology industry.** In the integrated development, the innovative application of artificial intelligence not only creates new social productivity, but also activates the development potential of social productivity accumulated in the previous industrial revolutions, clarifying the direction of fixed asset investment, and contributing to the improvement of total factor productivity and the arrival of the new long-run economic growth. **The development of new platforms and new R&D institutes is the important promoter for the deep integration of artificial intelligence and the real economy.**

Platforms are originated from the development of the Internet, especially the

development of the interactive Internet (Web 2.0). As the builder and operator of cyberspace, platforms first appear in the fields of e-commerce, search engines, social networking and crowdsourcing. During the process of servicing online trading activities, transaction platforms realize real-time online and sharing of data and calculations, creating conditions for the innovation and application of artificial intelligence technology.

In recent years, innovative applications of artificial intelligence technology have brought about new changes in platform development. The emergence of the new platforms oriented by industry empowerment not only leads to the deep and integrated development of artificial intelligence and the real economy, but also continuously eliminates the “digital divide” by the continuous downward shift of the cyberspace industry ecology and the cultivation of the rural cyberspace industry ecology, to activate the development potential of social productivity by empowering the “mass entrepreneurship and innovation” activities in underdeveloped areas. The new platforms originate from the intelligent transformation of transaction platforms and innovative enterprises. Among them, innovative enterprises with market advantages are the leading enterprises in traditional industries, and develop into the new platforms that have industry empowerment functions by intelligence transformation. Through the innovative application of artificial intelligence technology, transaction platforms relying on the advantages of data ecology and the construction of sub-platforms, become the industry enablers in the vertical business field. While providing transaction services, transaction platforms provide traditional industries and enterprises with brand planning, flexible production and customer customization, and other technologies and services.

Represented by 15 national-level open and innovative platforms of artificial intelligence, the new platforms mainly achieve industry empowerment in four aspects of mechanism. First, the open and innovative platforms of artificial intelligence meet the needs of industrial intelligence by constructing and developing vertical business sub-platforms. The initial motivation for the establishment of sub-business platforms

often originates from the internal business intelligence needs of platforms. While meeting the needs of internal business development by technological innovation and integration, the sub-business platforms further meet the needs of external industrial intelligence by industry empowerment; secondly, relying on the existing sub-business platforms, the open and innovative platforms of artificial intelligence technologically empower traditional industries in vertical fields. Different from newly-built sub-business platforms, artificial intelligence open and innovative platforms also vertically empower traditional industries by the intelligent transformation of the existing business platforms; thirdly, to meet the needs of industrial intelligence, artificial intelligence open and innovative platforms empower traditional industries by creating open-source innovative platforms; finally, artificial intelligence open and innovative platforms promote the development of industrial intelligence by empowering developers. To accelerate the penetration of general purpose of technologies into the real economy, the platforms empower developers by creating developer communities, and then realize industry empowerment. Unlike transaction platform developers who are mainly concentrated in core sectors, the developers of artificial intelligence open and innovative platforms are widely distributed in core and converged industry sectors. The “platform + developer” industry empowerment method can promote the upgrading of transaction platforms to industry-empowerment platforms, and the intelligent transformation of innovative enterprises in traditional industries.

As a general purpose of technology, artificial intelligence technological innovation is interdisciplinary and has a wide application in various scenarios, involving the “dual” attributes of technology and society. To promote the deep integration of artificial intelligence and the real economy, it is necessary to accelerate the establishment of an innovation cycle among basic research, development and design, and large-scale application. Adapting to the needs of industrial intelligence and establishing new research and development institutes for the collaborative innovation among the government, industry, universities and research institutes

become an important strategic measure to accelerate the development of the artificial intelligence technology industry, and are the direction of scientific and technological system reform.

Oriented by industry demands, through collaborative innovation among the government, industry, universities, research institutes and users, new research and development institutes are the innovation network organization and risk sharing mechanism that promotes the innovation cycle from basic research to application and development, and then to large-scale production. Since the release of the National “New Generation Artificial Intelligence Development Plan” in 2017, those frontier areas of artificial intelligence development represented by Beijing, Shanghai, Guangdong, Jiangsu and Zhejiang have issued policies to create and support new research and development institutes to develop common and key technologies in the field of artificial intelligence, to further promote the development of artificial intelligence technology industry.

Compared with other provinces and cities, Guangdong is the first region to build new research and development institutes. In December 1996, Research Institute of Tsinghua University in Shenzhen was jointly established by the Shenzhen Municipal Government and Tsinghua University, considered China’s first new R&D institute. The Research Institute of Tsinghua University in Shenzhen serves the scientific and technological achievement transformation of Tsinghua University, and the social and economic development of Shenzhen, and opens a precedent for the construction and development of new research and development institutes in China. In recent years, to promote artificial intelligence technological innovation and industry development, Guangdong Province has created new research and development institutes in the field of artificial intelligence represented by Peng Cheng Laboratory and Shenzhen Institute of Artificial Intelligence and Robotics for Society, and supported the existing new research and development institutes to develop artificial intelligence technological innovations. In particular, it takes the deep integration of artificial intelligence and Guangdong's competitive industries as a breakthrough point, and

makes the development of artificial intelligence technology industry in the front rank in China by vigorously developing new research and development institutes.

V

**The comprehensive integration of artificial intelligence and the real economy is manifested in the upgrading of the consumer Internet and the development of the industrial Internet.** Driven by artificial intelligence, the upgrading of the consumer Internet is displayed as not only an expansion of scale, but also a qualitative change. The qualitative change of the consumer Internet is at first manifested in the downward shift of the cyberspace industry ecology and the development of the rural cyberspace industry ecology led by new platforms. The rural cyberspace industry ecology has activated the development potential of rural social productivity by promoting entrepreneurship and employment, and pointed out the direction for the further implementation of the rural revitalization strategy and the consolidation of the achievements in poverty alleviation. Secondly, the qualitative change is manifested in that relying on the strong advantage of data ecology, the consumer Internet leading the profound change of the supply-side structure from the demand side by the sustained penetration into the supply side.

With the innovative application of artificial intelligence technology, the downward shift of the platform-led cyberspace industry ecology continues to break the geographic space constraints on the optimal allocation of resources, bringing new opportunities for the economic and social development of the vast rural areas. Since 2018, the formation and development of the rural industry ecology based on cyberspace has expanded the survival and development environment of small and medium-sized enterprises and self-employed people in rural areas, and has created new opportunities for employment and entrepreneurship by reducing the costs of product display, marketing, transaction and logistics, to increase the income of medium and low-income populations, to promote poverty alleviation, and to create conditions for the further implementation of the rural revitalization strategy.

The innovative application of a new generation of information technologies, including artificial intelligence and 5G, has accelerated the development of the industrial Internet. Different from the development of the consumer Internet, the development of the industrial Internet relies on general data, computing power and algorithms, and requires dedicated data, computing power and algorithm resources. The deep integration of artificial intelligence and the real economy involves a series of complementary innovation processes oriented by dedicated technology and knowledge creation. A series of complementary innovations triggered by the development of artificial intelligence in vertical industries will bring a new wave of technological innovation.

In the comprehensive integration of artificial intelligence and the real economy, the development of the industrial Internet enables artificial intelligence to step out of the realm of cognitive science and become a systematic method to provide solutions for industrial applications. In particular, the development, verification, deployment and wide application of artificial intelligence in the manufacturing field are giving birth to new modes of production. The new modes of production realize continuous innovation and flexible manufacturing of products. The intelligence of products and production processes not only extends our physical strength and nervous system, but also extends our brain power.

Industrial intelligence is the result of the development of the industrial Internet, and is manifested in the intelligence of products and production processes. Different from the development of artificial intelligence technology industry in the Beijing-Tianjin-Hebei region and the Yangtze River Delta, the development of the artificial intelligence technology industry in the Pearl River Delta region is dominated by hard technology. The Pearl River Delta urban agglomerations, including Shenzhen, Guangzhou, Dongguan, Zhuhai and Foshan, are the most important manufacturing base in China, and have obvious competitive advantages especially in the fields of electronic information, electrical machinery, petrochemicals, textiles and clothing, and automobile manufacturing.

Along the two dimensions of product intelligence and manufacturing intelligence, the Pearl River Delta region has been at the forefront of the deep integration of artificial intelligence and the real economy in China. In the fields of electronic information and automobile industries, both product intelligence and manufacturing intelligence show a high degree of integration, while in the electrical machinery, petrochemical, and textile and clothing industries, the integrated development of artificial intelligence and industry is mainly manifested in manufacturing intelligence.

In terms of both product intelligence and manufacturing intelligence, automobile enterprises represented Guangzhou Automobile Group plays the leading role in the intelligence of the automobile industry in Guangzhou. So far, relying on the advantages in product manufacturing and market sales, automobile enterprises have played a decisive role in the actual process of the deep integration of artificial intelligence and industry. Automobile production is a typical discrete manufacturing, with complex production and supply chain systems. Meanwhile, automobile enterprises have the obvious advantages of data ecology, in the aspects of process, operation and maintenance, and automobile driving. Although artificial intelligence technology enterprises, including intelligent and connected vehicle enterprises, have advantages in algorithms, software, on-board chips, and key hardware technologies, they must build on the data ecological advantages of automobile enterprises. Intelligent equipment enterprises are the integrators and suppliers for the intelligent production lines of vehicle manufacturers. From the perspective of development trends, the migration from intelligent automobile production lines to other industries is an important direction for the development of automobile equipment enterprises in Guangzhou.

With the acceleration of the deep integration of artificial intelligence and the real economy, innovation in the field of artificial intelligence will reshape the global innovation network and innovation cycle. Compared with the innovation cycle in the era of industrial economy, the innovation cycle in the era of intelligent economy relies more heavily on the data assets brought about by large-scale applications and their

feedback on basic research, R&D and design. Meanwhile, the deep integration of artificial intelligence and the real economy is dependent on the complementary innovations of specific technologies and knowledge in various industries. The new knowledge reorganization and knowledge creation will further trigger a new wave of innovation.



## 一、前言

对中国人工智能科技产业发展而言，2020 年是载入史册的一年。中国人工智能科技产业发展内生于经济转型升级过程中创造的智能化需求。新冠疫情对经济社会的冲击进一步刺激了潜在需求，加速了人工智能和经济社会全面融合的步伐。美国技术封锁在打破人工智能全球创新循环的同时，坚定了中国立足自主创新的决心和信心。人工智能和实体经济深度融合在中国的加速发展，将为全球创新网络的重塑奠定了基础。

2020 年，是中国人工智能科技产业步入全面融合发展阶段的元年。2205 家中国人工智能企业广泛分布在 20 个应用领域。其中，企业技术集成与方案、智慧商业和零售两个应用领域的企业数占比最高，分别为 17.20%和 10.31%。智能机器人、智能硬件、科技金融、智慧医疗和智能制造领域企业数占比相对较高，分别为 8.39%、8.06%、7.39%、7.27%、6.26%。企业技术集成与方案应用领域占比最高，说明在全面融合发展阶段突破应用领域的共性和关键技术是中国人工智能科技产业关注的焦点。

人工智能科技产业划分为核心和融合两个产业部门。其中，核心产业部门是人工智能核心技术和产品的研发和生产部门，融合产业部门则是指人工智能和现有产业融合过程中出现的新产品、新技术、新工艺、新业态和新模式的产业部门。核心产业部门与融合产业部门的技术合作和互动，是人工智能和实体经济深度融合发展的关键指标。在核心产业部门技术赋能关系中，27.46%的赋能对象是核心产业部门企业，72.51%的赋能对象是融合产业部门企业。从核心产业部门在两个产业部门技术赋能关系对比看，核心产业部门对融合产业部门的技术赋能占主导。人工智能科技产业已经走出了核心产业部门内部循环阶段，开始广泛地与实体经济深度融合。

在核心产业部门对融合产业部门的技术赋能关系中，排名第一的是第三产业，占比为 78.05%；排名第二的是第二产业，占比为 21.45%；排名第三的是第一产业，占比为 0.49%。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。

在核心产业部门与第二产业部门的技术合作关系中，核心产业部门对第二产业的技术赋能关系占比为 72.22%，第二产业对核心产业部门的技术赋能关系占比为 27.78%。在两个产业部门的技术合作中，以核心产业部门对第二产业的技术赋能为主导。在核心产业部门对第二产业技术赋能关系中，排名第一的同样是制造业，占比 87.24%；排名第二的是建筑业，占比 5.91%；排名第三的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比 5.63%；排名第四的是采矿业，占比 1.22%。

从核心产业部门与制造业部门的技术合作关系看，核心产业部门对制造业的技术赋能占比为 71.21%，制造业对核心产业部门的技术赋能占比为 28.79%。核

心产业部门对制造业的技术赋能是两个产业部门技术合作和互动的主导。在核心产业部门对制造业的技术赋能关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比为 31.35%；排名第二的是汽车制造业，占比为 21.68%；排名第三的是电气机械和器材制造业，占比 8.18%；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 7.30%和 4.03%。

从核心产业部门与第三产业的技术合作关系看，核心产业部门对第三产业的技术赋能占比为 70.81%，第三产业对核心产业部门的技术赋能占比为 29.19%。在两个产业部门的技术合作中，核心产业部门对第三产业的技术赋能为主导。在核心产业部门对第三产业的技术赋能关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，占比 27.28%；排名第二的是科学研究和技术服务业，占比 20.64%；排名第三的是金融业，占比 11.63%；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 10.87%和 8.87%。从技术合作关系看，人工智能已经全面渗透到国民经济的各个主要行业领域，成为经济转型升级的基本驱动力量。

2205 家人工智能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 31.02%、30.23%和 26.39%。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。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 29.73%；其次是广东省，占比为 26.39%，主要分布在深圳市和广州市；排名第三的是上海市，占比为 14.07%；排名第四的是浙江省，占比为 8.81%，主要集中在杭州市。

随着人工智能和实体经济的全面融合，人工智能科技产业的地域分布呈现出“扩散”趋势。在 2205 家人工智能企业的国内技术合作中，排名第一的是北京市，关系数为 12588，占比 26.99%；排名第二的是广东省，关系数为 9546，占比 20.47%；排名第三的是上海市，关系数为 4689，占比 10.05%；排名第四至第五的分别是浙江省和江苏省，关系数分别为 3630 和 2330，占比分别为 7.78%和 5.00%。其中，广东省、浙江省和江苏省是人工智能和实体经济深度融合发展的前沿地区。

人工智能与实体经济深度融合发展不仅创造出新的社会生产力，而且激活了历次工业革命积累的社会生产力发展潜力，为全要素生产率的提升和新经济增长长周期的到来奠定了基础。其中，消费互联网升级和产业互联网发展是人工智能和实体经济深度融合发展的集中表现。

在人工智能推动下，消费互联网的升级不仅表现为规模扩张，而且表现为质的改变。质的改变首先表现为基于人工智能网络空间产业生态向广大农村地区的下移，创造出新的农村网络空间产业生态。通过促进创新、创业和就业，农村网络空间产业生态激活了农村社会生产力发展潜力，为进一步实施乡村振兴战略和巩固脱贫攻坚成果指明了方向。

从 52 个贫困县（截至 2019 年 12 月）63.52 万网络从业者的就业和收入数据看，农村网络空间产业生态的发展创造出 22 种新的职业类型。其中，网络从业者人数最多的职业类型为视频创作者，共计 23.34 万人，占比为 36.74%；其次为

内容创作者，共计 21.61 万人，占比为 34.02%；排名第三为市场拓展员，共计 18.14 万人，占比为 28.55%。2020 年 1-8 月月平均收入最多的网络从业者职业类型为独立剪辑师，为 6.33 万元；其次是骑手，为 2.55 万元；排名第三的是自由摄影师，为 2.1 万元。

消费互联网升级的另一个方面质的改变表现为，新型平台推动消费互联网向供给端持续渗透，为从需求端引导供给侧结构改革奠定了基础。随着新一代信息技术的发展，交易型平台通过人工智能技术的集成和创新，逐步转型升级为以产业赋能为导向的新型平台。依托强大的数据生态优势和算法驱动，新型平台从需求端带动我国中小企业产业集群的转型升级。

包括人工智能和 5G 在内的新一代信息技术的创新应用，加速了产业互联网的发展。与消费互联网发展不同，产业互联网发展不仅依赖通用数据、算力和算法资源，而且需要专用数据、算力和算法。人工智能和实体经济的深度融合涉及一系列以专用技术和知识创造为导向的互补性创新过程。人工智能在垂直产业领域的发展引发的一系列互补性创新将带来新一轮科技创新浪潮。

在人工智能和实体经济全面融合中，产业互联网的发展使人工智能走出认知科学界域，成为为产业应用提供解决方案的系统性方法。尤其是人工智能在制造业领域的开发、验证、部署和广泛应用，正在催生新的生产方式。新生产方式实现了产品的持续创新和柔性制造。产品的智能化和生产过程的智能化不仅延伸了我们的体力和神经系统，而且延伸了我们的脑力。

在人工智能创新应用推动下，新的科技创新浪潮不仅发生在产业领域，而且发生在科学研究和社会管理领域。寻找更有效率的研究工具一直是科学研究工作者的期望。作为新的研究工具，人工智能已经被广泛应用于包括天文、物理、化学和生物医药在内的基础科学研究领域，提高了科学研究的效率和水平。同时，人工智能在社会科学领域的应用使科学家能够更好地研究人类社会活动的新模式，为探索更加有效和公平的社会治理方式创造条件。

新型平台、研究型大学、新型研发机构和创新型企业，是人工智能和实体经济深度融合发展的关键推动者。平台在人工智能和实体经济的全面融合发展过程中同样发挥着主导作用。在新的阶段，推动消费互联网升级和产业互联网发展的是新型平台，即以产业赋能为主导的平台。新型平台的发展来自两个方面：一是传统交易平台的转型升级；二是现有产业龙头企业智能化转型升级。第一种类型的新型平台主要是消费互联网领域的平台企业，通过人工智能的研发和集成，通过在垂直业务领域建立子平台，推动人工智能和实体经济的深度融合。第二种类型的新型平台则来自现有产业的龙头企业，尤其是硬科技企业。通过智能化转型升级，在产业智能化领域发挥着赋能的作用。

除了研究型大学和科研机构，新型研发机构在人工智能和实体经济的深度融合过程中发挥着越来越重要的作用。与人工智能相关的新型研发机构包括两种类型：一是综合性新型研发机构；二是专业型新型研发机构。其中，前者主要是政府、研究型大学和科研院所共同创建的新型研发机构，赋能的业务领域广泛；后者主要是企业创建的新型研发机构，赋能的业务领域集中在某一特定的产业。

为了推动人工智能和实体经济的深度融合，政府政策更加聚焦于产业创新生

态的发展。一是通过新型平台、新型研发机构和人才的引进和培育，地方政府加速推进人工智能和当地优势产业的融合发展；二是通过促进优势企业和企业的智能化转型和新企业的发展，推动产业的智能化发展；三是通过构建富有活力的“双创”环境，以“双创”为驱动力推动产业创新生态系统的培育和完善。

随着人工智能和实体经济深度融合进程的加速，中国在人工智能领域的创新将重塑全球创新网络和创新循环。与工业经济时代的创新循环相比较，智能经济时代的创新循环对规模应用带来的数据资产及其对基础研究和研发设计环节的反馈更加倚重。同时，人工智能和实体经济的深度融合依赖不同产业专用技术和知识的互补性创新。而新的知识重组和知识创造会进一步引发新的创新浪潮的出现。

## 二、 研究设计和方法

为了准确刻画和揭示全面融合发展阶段中国人工智能科技产业的发展现状、基本形态、内在结构和动力机制，本报告把人工智能科技产业看作是一个复杂适应系统。构成智能经济发展的微观创新主体是多元的，不仅包括人工智能企业，还包括 AI 大学和非大学科研机构、链接者（产业联盟和会议）、投资者和政府在内的其他组织和机构。人工智能科技产业的发展表现为多元创新主体结网和互动中价值网络的形成和演进过程。对多元创新主体如何联系和互动的价值网络分析，是揭示智能经济发展动力机制的基本研究方法。

基于系统调查和公开数据采集，中国新一代人工智能科技产业发展报告（2021 年）的样本库与 2018-2020 年的中国新一代人工智能科技产业发展报告所使用的样本库相比有了较大的丰富和完善，不仅体现在人工智能企业样本数量的进一步扩大，而且还纳入了更多不同类型的数据。人工智能企业基础样本库的企业数量从 2018 年的 408、2019 年的 745、2020 年的 797，不断增长到了今年的 2205 家<sup>[1]</sup>（其中，579 家广东省人工智能企业）。同时，除人工智能企业基础样本库中外，今年还增加了对 32 家广州市汽车产业智能化企业、48 家涉农新型平台企业（包括 50 个 APP）、5500 个活跃 APP、4600 万网络从业者（包括截至 2019 年 12 月尚未脱贫的 52 个贫困县 63.52 万网络从业者）和 52 家广东省人工智能新型研发机构的在人工智能技术相关领域发展和应用的考察。具体样本库结构如下表所示。

表 1 2021 年中国新一代人工智能科技产业发展报告样本结构

| 样本            | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 | 2021 年   |
|---------------|--------|--------|--------|----------|
| 人工智能企业基础样本库   | 408    | 745    | 797    | 2205 家   |
| 广州市汽车产业智能化企业  | --     | --     | --     | 32 家     |
| 涉农新型平台        | --     | --     | --     | 48 家     |
| APP           | --     | --     | --     | 5500 个   |
| 网络从业者         | --     | --     | --     | 4600 万人  |
| 52 个贫困县网络从业者  | --     | --     | --     | 63.52 万人 |
| 广东省人工智能新型研发机构 | --     | --     | --     | 52 家     |

为了刻画新阶段中国人工智能科技产业发展的基本形态和结构，报告采集的样本数据包括两类：属性数据和关系数据。其中，关系数据是指样本节点（样本

<sup>[1]</sup>2205 家人工智能企业筛选自包括新一代人工智能发展战略研究院掌握的 10000 家人工智能基础样本库。筛选的依据为：一是企业是否专业从事人工智能技术和产品的研发和生产；二是企业是否存在公开融资事件；三是企业是否存在与其他企业和机构的技术合作关系和市场交易活动。

企业)和关系节点(其他企业、组织和机构)之间的相互联系和作用中所包含的三个维度关系(人力资本、技术和投融资)和互动规则方面的信息<sup>[1]</sup>。

基于 2205 家人工智能企业三个维度关系数据,本报告构建的中国智能经济价值网络图的节点数为 43742(其中,关系节点 41537),关系数为 97980 条。通过属性和关系数据的量化分析,本报告将从整体上概括和总结全面融合发展阶段中国人工智能科技产业的内在结构、基本形态和发展的动力机制。

为了考察人工智能技术驱动下的消费互联网升级,报告从 5500 个 APP 和 4600 万网络从业者中,筛选出 48 家新型平台的 50 个涉农 APP 和 52 个贫困县 63.9 万网络从业者,考察 2018 年以来农村网络空间产业生态发展对农村经济和社会的影响。在人工智能与制造业的融合发展中,排名前三的是计算机、通信和其他电子设备制造业、汽车制造业、电气机械和器材制造业。在人工智能和实体经济全面融合发展的新阶段,广东省走在了全国的前列。为了考察人工智能技术驱动下的产业智能化发展,在系统调研的基础上,本文筛选广东省 579 家人工智能企业和 32 家广东省汽车产业智能化企业,重点考察广东省人工智能和实体经济深度融合发展的重点领域。

为了推动人工智能和实体经济的深度融合发展,人工智能科技产业发展的前沿城市和地区通过发展新型研发机构,搭建基础研究、研发设计和规模应用之间的桥梁。报告选择了 52 家广东省人工智能新型研发机构为样本,分析新型研发机构如何推动人工智能和实体经济的深度融合。

---

<sup>[1]</sup>样本节点是指中国智能经济数据库的样本企业和机构,关系节点则是与样本节点存在着相互联系的其他企业、组织和机构。因为样本企业和机构之间同样存在着相互联系的情况,因而,关系节点可能包括样本节点。

### 三、 人工智能企业

企业是现实经济的细胞组织。人工智能企业及其创新活动构成了智能经济的微观基础。本报告通过 2205 家人工智能样本企业的属性数据分析，刻画和概括中国智能经济的微观基础和内在结构。

#### (一) 创建时间

从 2205 家人工智能样本企业创建时间的分布看，创建时间主要集中在 2012 年至 2018 年之间，占比为 63.93%，企业创建的峰值出现在 2015 年，占比为 14.36%。从实际调查的情况看，资金和人才短缺是制约和影响人工智能创业和生存发展的关键因素。

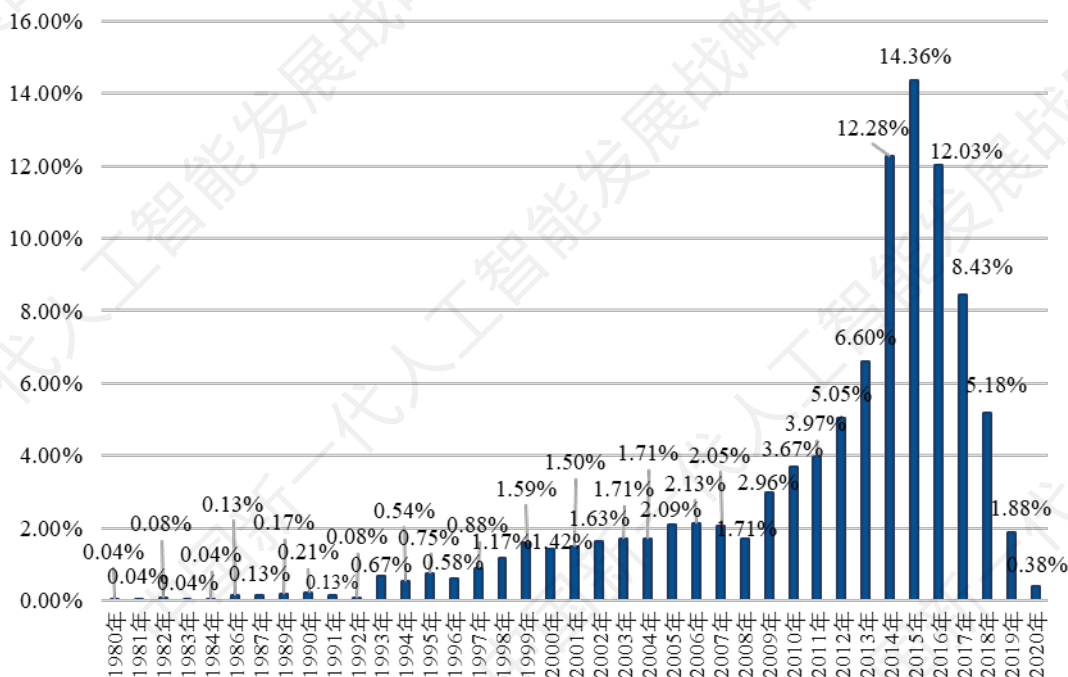


图 1 2205 家人工智能样本企业的成立时间分布

其中，成立于 2010 年之前的企业相当大的比例在创建之初不属于人工智能企业，即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引进人工智能技术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 IT/ICT 类企业；另一类是传统产业企业，主要包括制造业、商业和金融类企业。一般而言，IT/ICT 类企业进入人工智能领域的时间早于传统产业企业。传统产业企业集中进入人工智能领域的时间为 2013 年至 2015 年。通过智能化转型，传统产业类人工智能企业大都成为人工智能科技产业发展中融合部门的主导者。

## (二) 地域分布

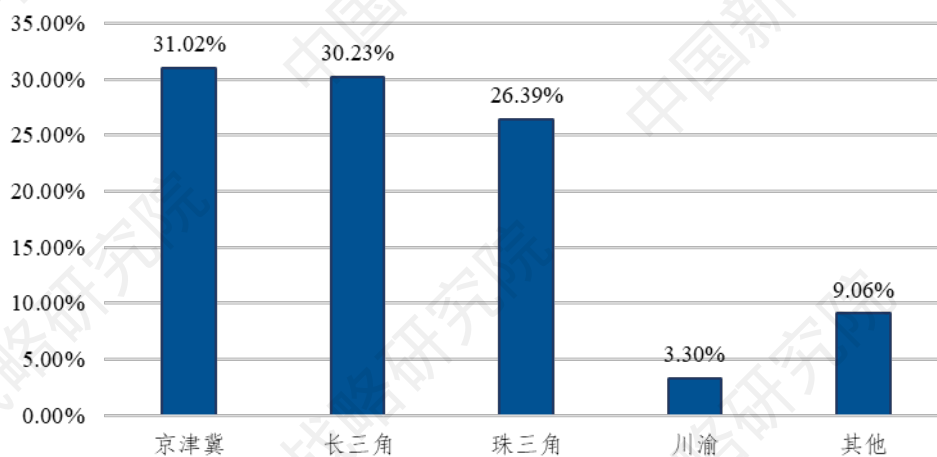


图2 2205家人工智能企业在全国都市圈的分布

从地域分布看，人工智能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31.02%、30.23%和26.39%。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中走在了全国的前列。

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29.73%；其次是广东省，占比为26.39%，主要分布在深圳市和广州市；排名第三的是上海市，占比为14.07%；排名第四的是浙江省，占比为8.81%，主要集中在杭州市。

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、上海市、深圳市和广州市，占比分别为29.73%、14.07%、13.99%和8.14%，是中国人工智能科技产业发展的前沿城市。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量排名靠前的城市。

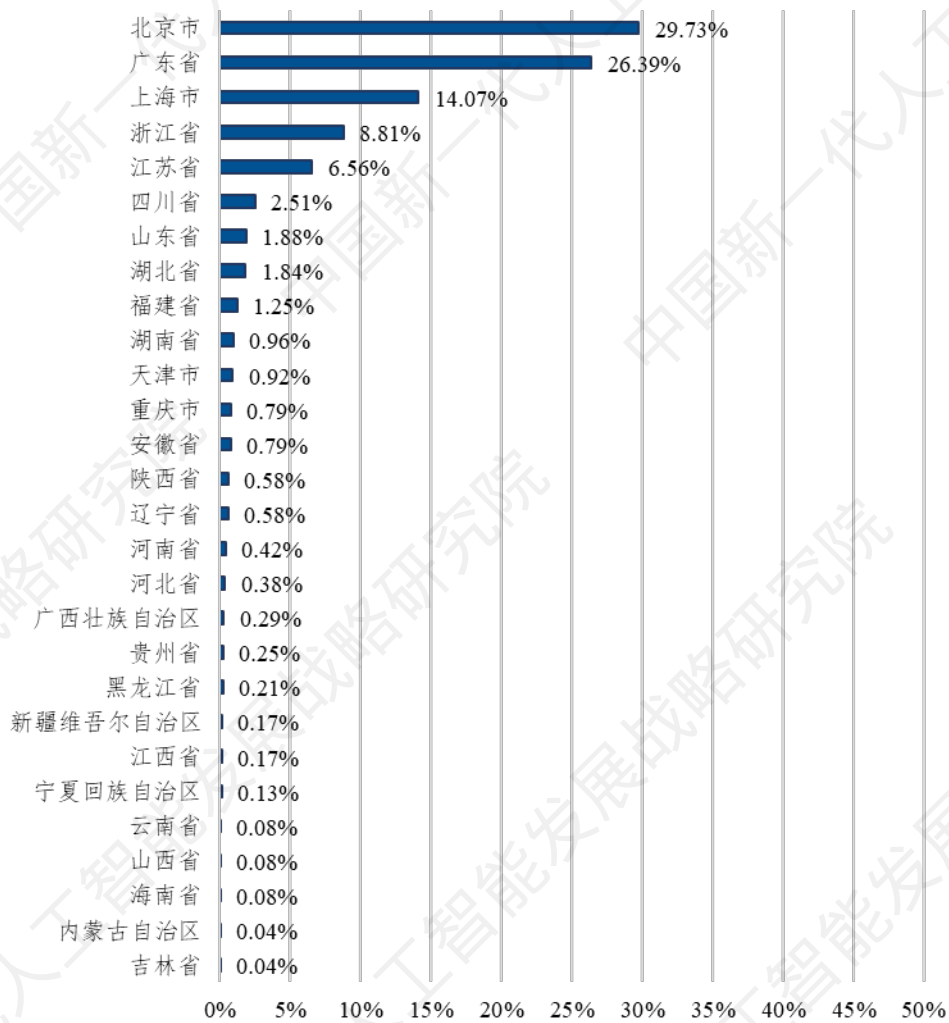


图3 2205家人工智能企业在省市自治区的分布

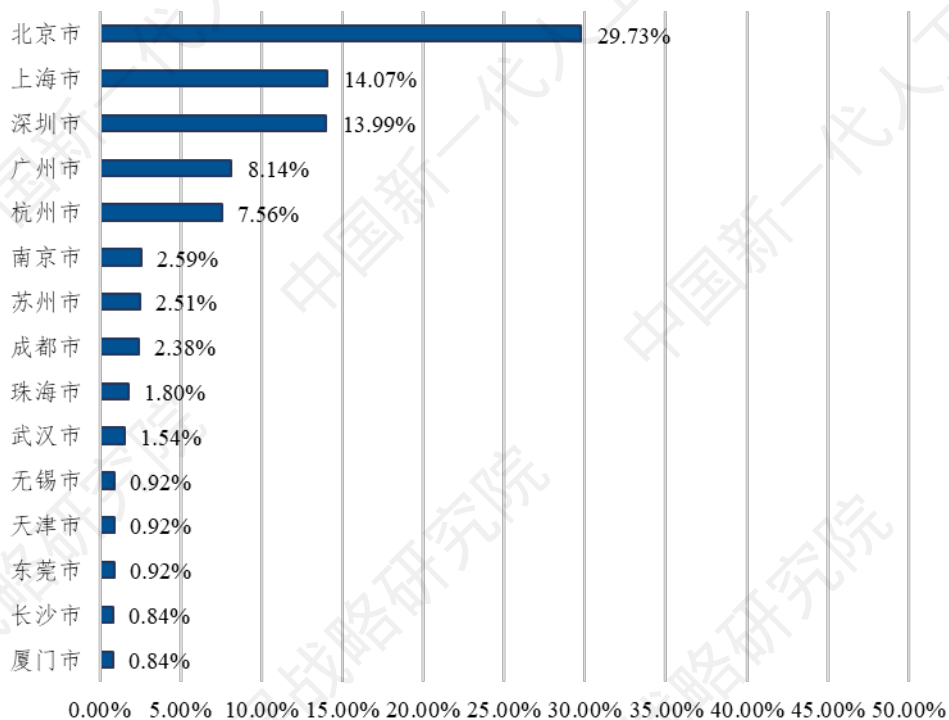


图4 2205家人工智能企业在全国主要城市的分布（占比排名前五）

### (三) 员工规模

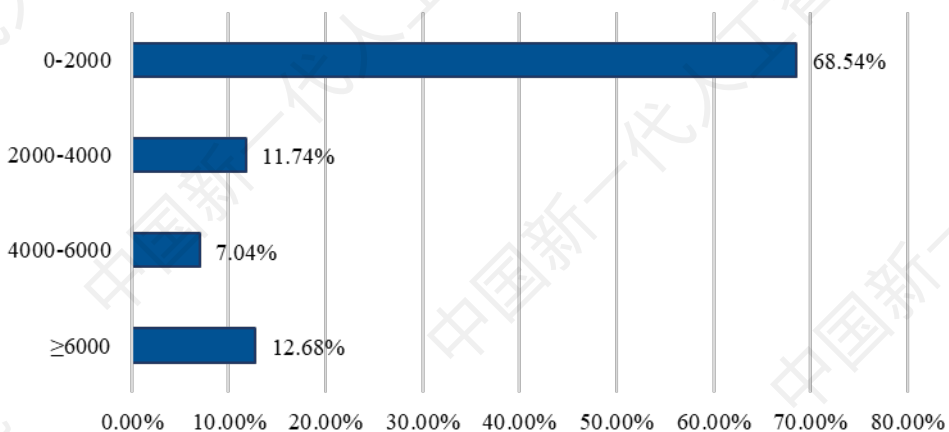


图5 213家人工智能上市公司员工规模分布情况<sup>[1]</sup>（单位：人）

图5列出了213家人工智能上市公司员工规模分布情况。68.54%的人工智能上市公司员工数量在2000人以内，员工数在2000-4000人的企业占比为11.74%，员工数在4000-6000人的企业占比仅为7.04%。尽管员工数量在6000人以上的企业占比较低，为12.68%，但是大多属于基础层和技术层平台企业，是中国人

<sup>[1]</sup>在对人工智能上市公司的员工数、销售收入和市值的数据采集过程中，只获得了部分样本企业的数据，数据的统计分析以可获得数据的企业为样本。

工智能科技产业发展的主导者。

#### (四) 销售收入和市值

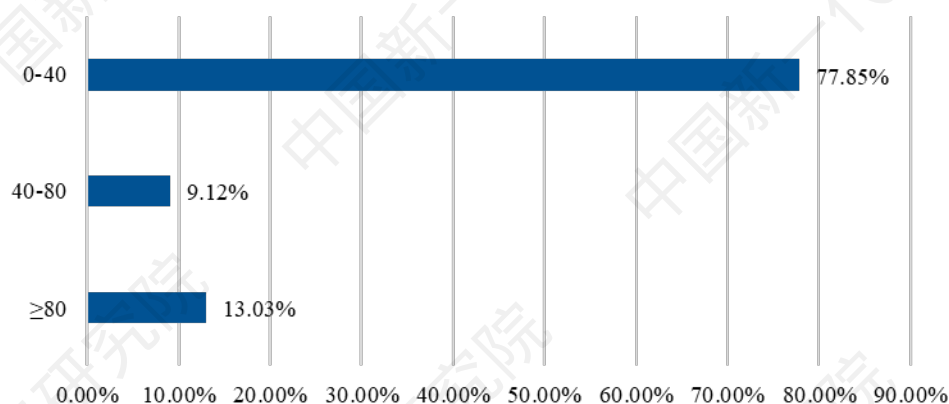


图6 307家人工智能上市公司销售收入分布情况（单位：亿人民币）

图6列出了307家人工智能上市公司销售收入分布情况。销售收入在40亿元以下的企业占比为77.85%，销售收入达到80亿元以上的企业占比为13.03%。

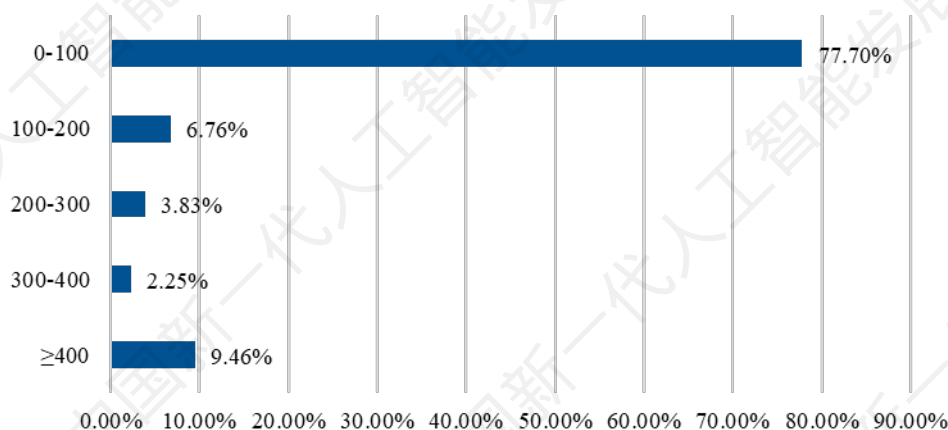


图7 444家人工智能上市公司市值分布情况（单位：亿人民币）

图7列出了444家人工智能上市公司市值分布情况。市值在100亿元以下的人工智能企业数量最多，占比达到77.70%，市值超过400亿元的占比达到9.46%。

#### (五) 应用领域

如图8所示，人工智能企业广泛分布在20个应用领域，其中企业技术集成与方案、智慧商业和零售两个应用领域的企业数占比最高，分别为17.20%和10.31%。智能机器人、智能硬件、科技金融、智慧医疗、智能制造领域企业数占比相对较高，分别为8.39%、8.06%、7.39%、7.27%、6.26%。企业技术集成与方案提供应用领域占比最高，说明在全面融合发展阶段突破应用领域的共性和关

键技术是中国人工智能科技产业关注的焦点。

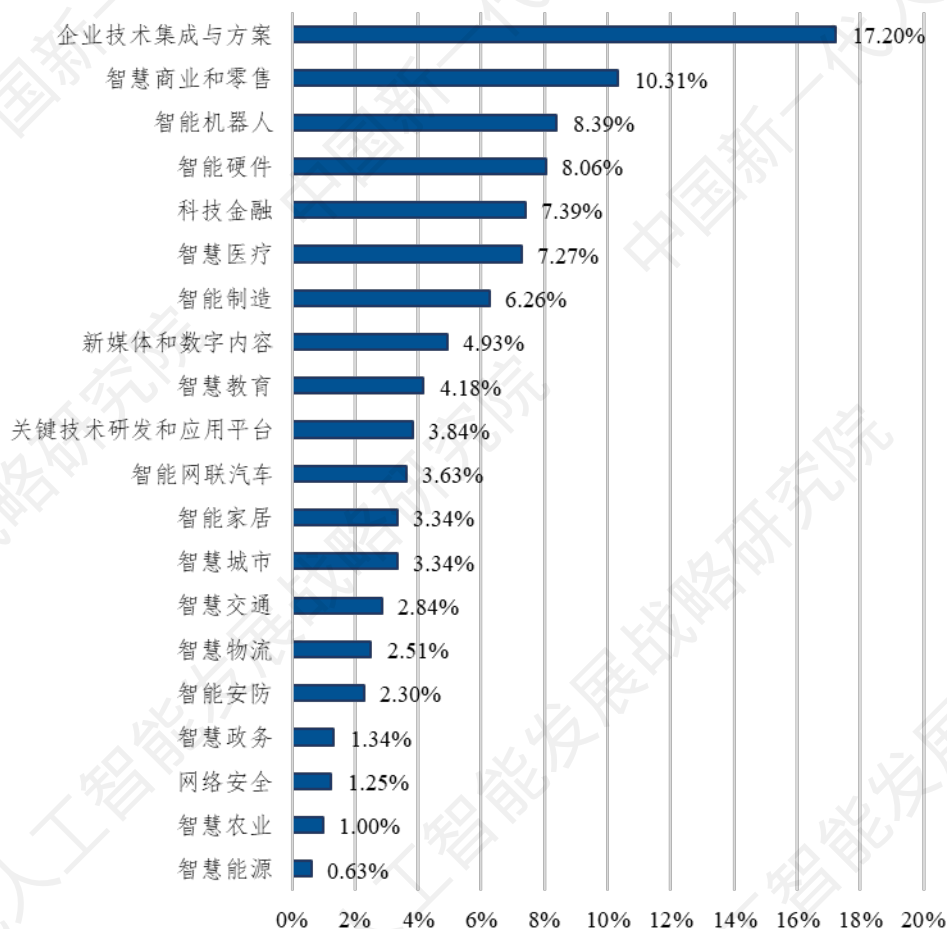


图 8 2205 家智能企业的应用领域分布

## (六) 投融资情况

### 1. 融资金额总体分布

截至 2020 年 12 月，在 2205 家人工智能企业中，能够检索到发生融资事件的企业数为 1566 家，占比 71.02%（如图 9 所示），累计融资总额 22665.39 亿元。从 1566 家企业融资情况看，45.27% 企业融资额小于 1 亿元，39.59% 的企业融资额在 1-10 亿元之间，融资额超过 10 亿元的企业数占 15.13%。

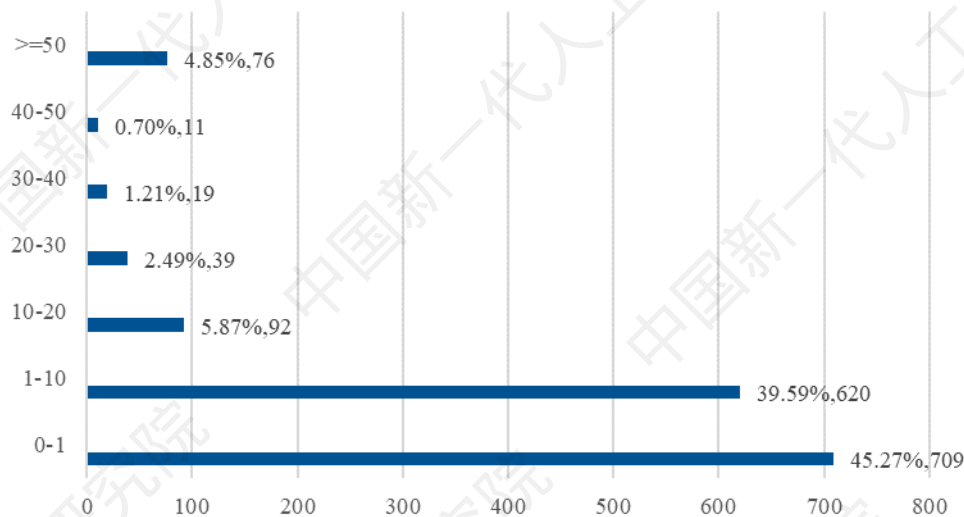


图9 1566家人工智能样本企业的融资总额分布（单位：亿人民币）

## 2. 应用领域融资额分布

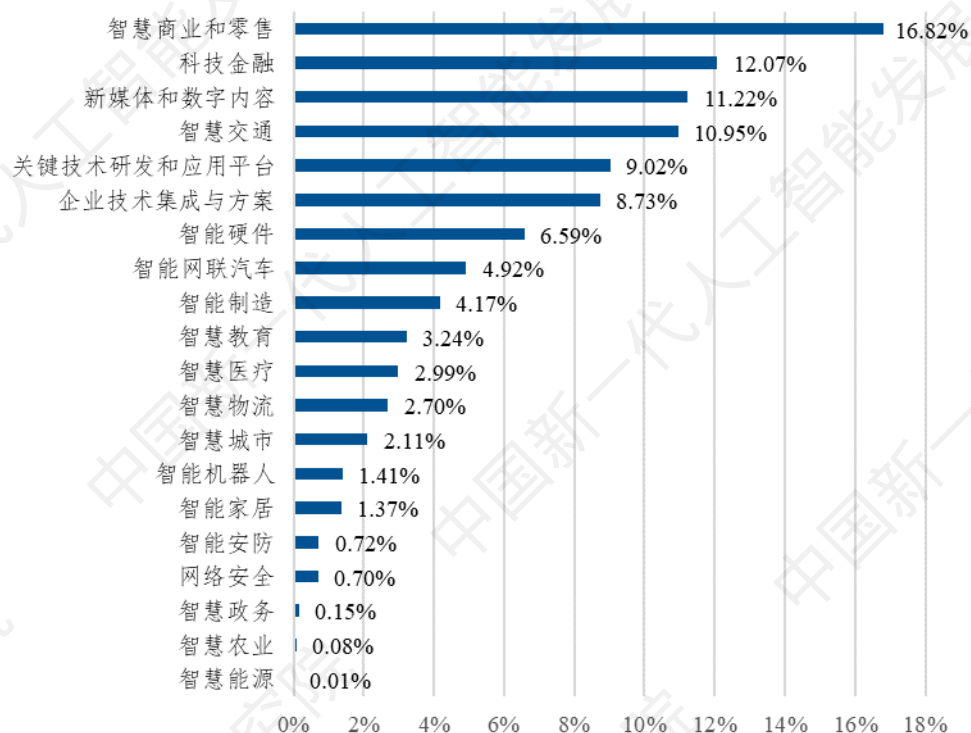


图10 1566家人工智能样本企业所在应用领域融资额占比

从人工智能应用领域企业融资额的分布看，截至2020年底，智慧商业和零售、科技金融、新媒体和数字内容类应用领域的融资额最高，占比分别为16.82%、12.07%、11.22%。除此以外，智慧交通、关键技术研发和应用平台、企业技术

集成与方案、智能硬件占比在 5%以上，属于占比较高的应用领域。

### 3. 地区融资总额分布

可采集融资活动的样本企业共计 1566 家，分布在我国 27 个省市自治区。从地区融资总额来看，排名前五的省市自治区分别是北京市、上海市、浙江省、广东省、江苏省，融资总额分别为 12613.26 亿元、3607.94 亿元、2413.82 亿元、1645.12 亿元、1130.26 亿元。

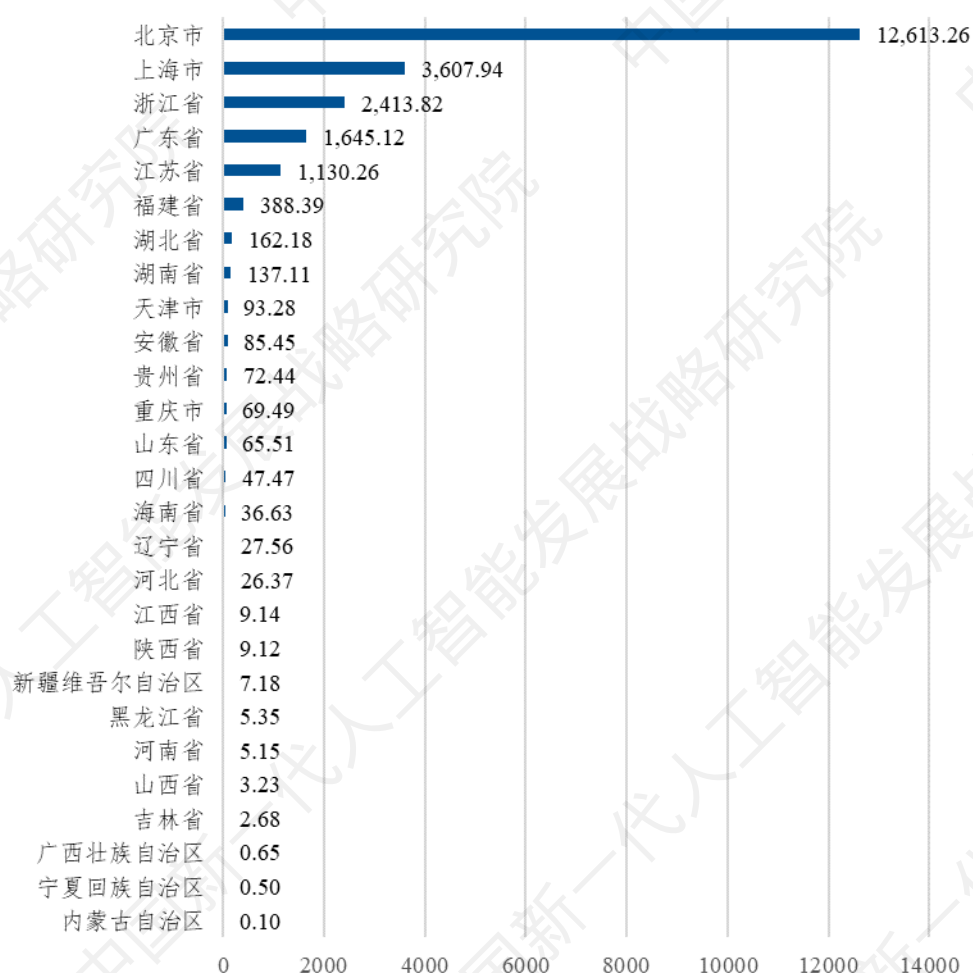


图 11 1566 家人工智能样本企业所在省市融资额（单位：亿人民币）

### 4. 地区平均融资金额分布

从 1566 家企业平均融资额的地域分布看，企业平均融资额排名前五的省市自治区分别是北京市、福建省、海南省、浙江省和上海市，企业平均融资额分别为 24.35 亿元、19.42 亿元、18.32 亿元、17.24 亿元、15.10 亿元。

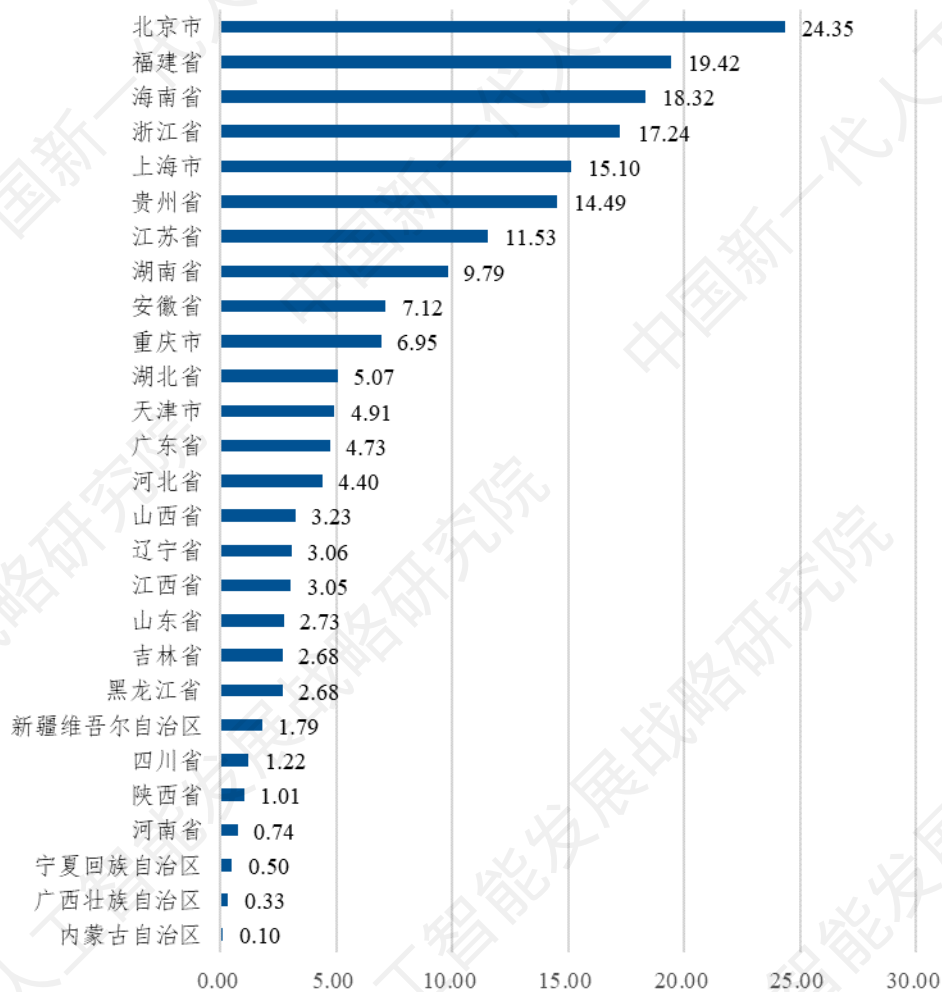


图 12 1566 家人工智能样本企业平均融资额地域分布情况（单位：亿人民币）

### (七) 技术层次分布

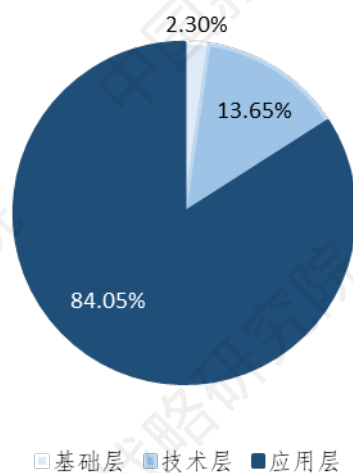


图 13 2205 家人工智能企业的技术层次分布

从人工智能企业的技术层次分布看，应用层人工智能企业数占比最高，达到 84.05%；其次是技术层企业数，占比为 13.65%；基础层企业数占比最低，为 2.30%。应用层企业占比高说明中国的人工智能科技产业是需求牵引的。

## (八)核心技术分布

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 41.13%；其次是硬件、机器学习和推荐、服务机器人，占比分别为 7.64%、6.81%、5.64%；紧随其后，物联网、工业机器人、语音识别和自然语言处理、图形图像识别技术的占比依次为 5.55%、5.47%、4.76%和 4.72%。

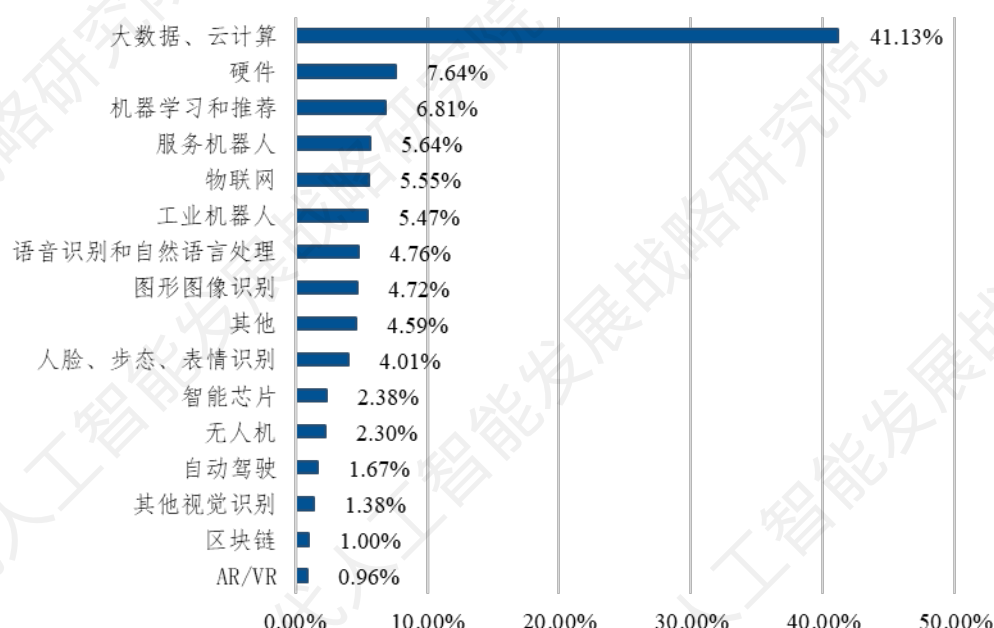


图 14 2205 家人工智能企业的核心技术分布

图 15 展示了 382 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数占比最高，分别为 28.27%和 13.61%；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、硬件的企业数占比相对较高，依次为 8.90%、8.64%、7.59%、5.76%、4.97%和 3.66%。

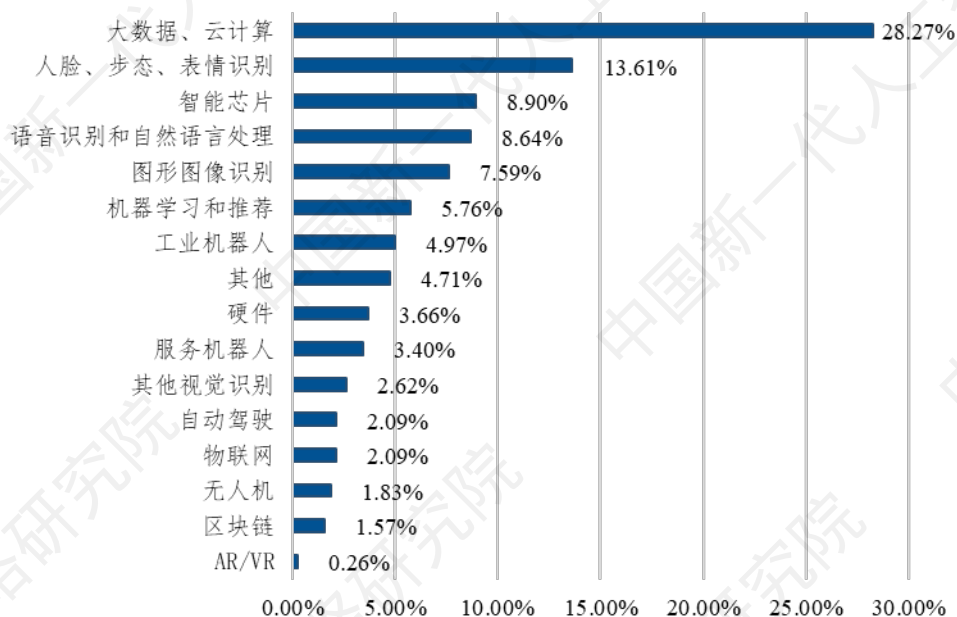


图 15 382 家基础层和技术层人工智能企业的核心技术分布

## (九) 研发活动

### 1. 研发强度

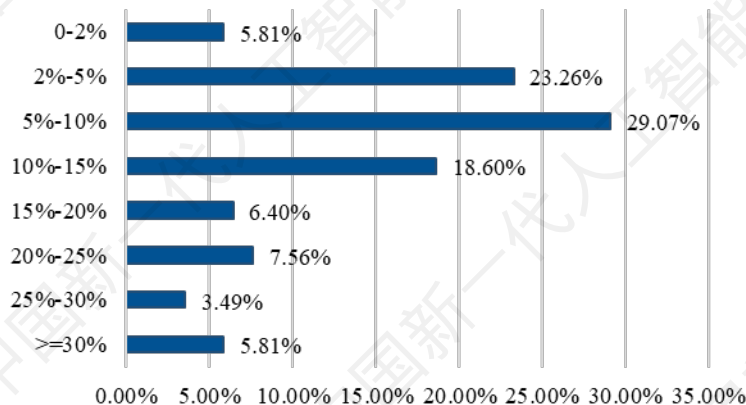


图 16 172 家上市公司研发强度分布

可获得研发数据的中国人工智能科技上市公司共计 172 家，其中研发强度小于 5% 的企业数占比为 29.07%，研发强度在 5%-15% 之间的企业数占比为 47.67%，研发强度大于 15% 的企业数占比为 23.26%。172 家人工智能企业的平均研发强度达到 11.66%，远高于国内企业的平均水平。

172 家人工智能企业中，研发强度最高的是云宏信息，研发强度高达 51.38%，排名第二的是捷尚数据，研发强度为 45.21%，排名第三的是点点客，研发强度是 44.59%。在研发强度排名前二十的上市公司中，排名最低的九安医疗，研发强度同样达到 3.81%。高强度的研发投入，为人工智能科技产业的发展注入了强

大的动力。

表 2 研发强度排名前二十的上市公司名单

| 研发强度 TOP20 上市公司名单 | 研发强度   | 研发强度 TOP20 上市公司名单 | 研发强度   |
|-------------------|--------|-------------------|--------|
| 云宏信息              | 51.38% | 深信服科技             | 27.65% |
| 捷尚视觉              | 45.21% | 英富森               | 27.25% |
| 点点客               | 44.59% | 百胜软件              | 26.67% |
| 中翔腾航              | 44.57% | 海鑫科金              | 25.82% |
| 泰久信息              | 44.53% | 远光软件              | 20.94% |
| 保千里               | 37.02% | 同花顺               | 20.58% |
| 恒生电子              | 35.85% | 华中数控              | 16.68% |
| 绿景控股              | 34.98% | 高德红外              | 13.66% |
| 美图秀秀              | 33.85% | 川大智胜              | 6.87%  |
| 蓝灯数据              | 29.48% | 九安医疗              | 3.81%  |

2. 研发人员占比

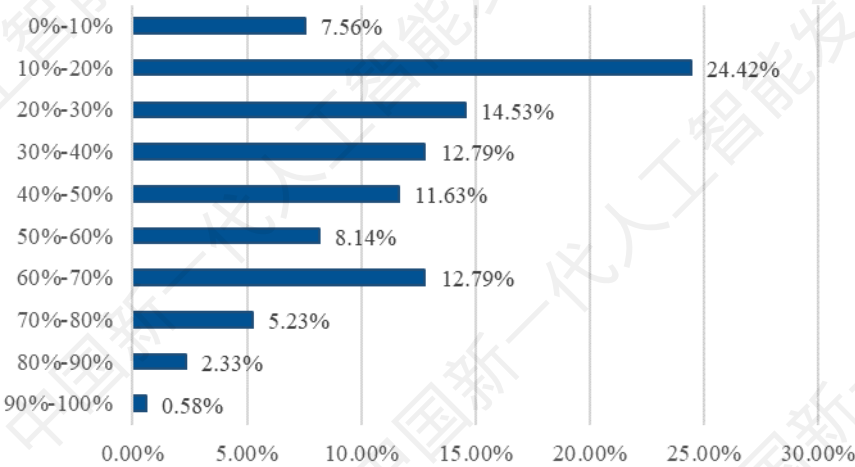


图 17 172 家上市公司研发人员占比分布

在可获得研发数据的中国 172 家人工智能科技上市公司中，7.56%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 24.42%，有 8.14%的企业研发人员占比高于 50%。科研人员占比最高的是诚迈科技，高达 91.76%，排名第二的是中科创达，88.76%，排名第三的是汇顶科技，88.04%。172 家人工智能企业的平均研发人员占比达到 36.47%。

### 3. 专利数

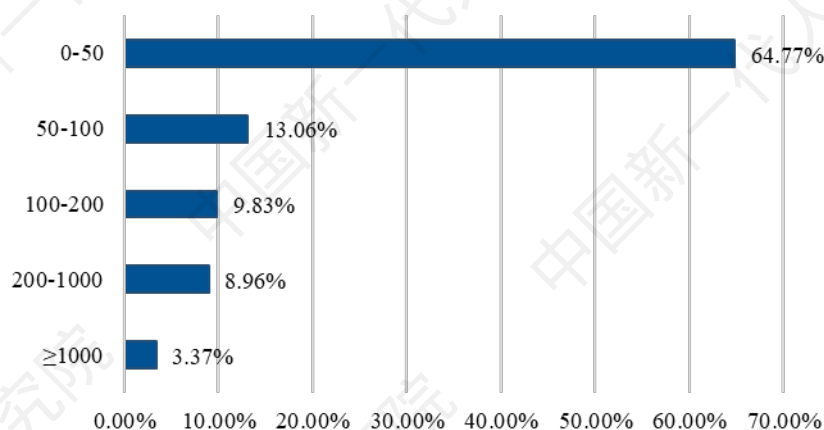


图 18 2075 家企业的专利数分布（单位：项）

图 18 显示，在可获得专利数据的 2075 家样本企业中，从专利数分布看，专利数小于 50 的企业占比高达 64.77%，专利数在 50 至 100 的企业占比为 13.06%，专利数在 100 至 200 的企业占比为 9.83%，专利数在 200 至 1000 的企业占比为 8.96%，专利数超过 1000 的企业占比为 3.37%。

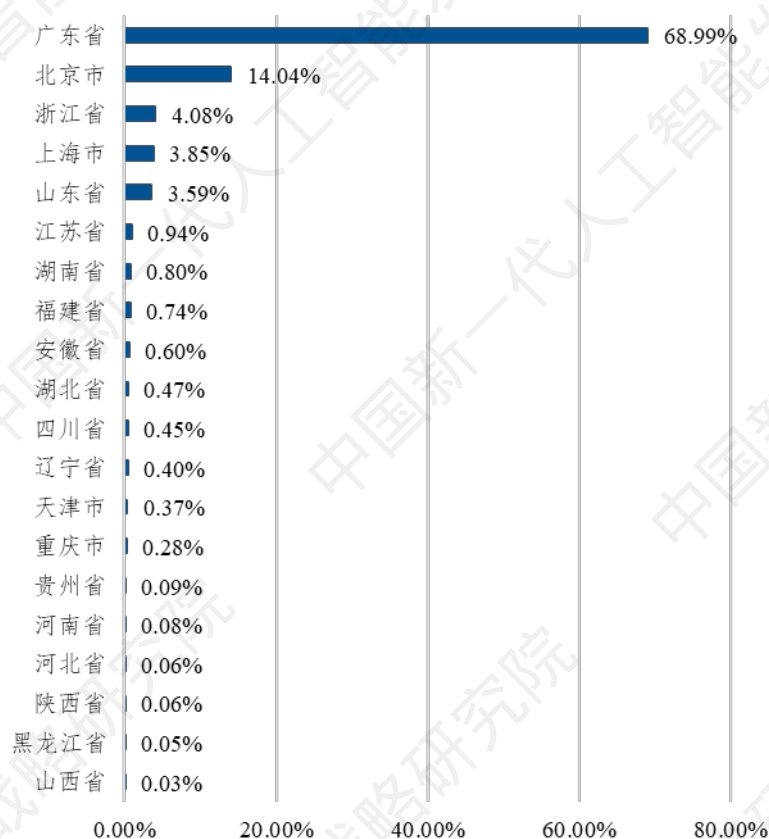


图 19 专利数大于 100 的样本企业地域分布

人工智能企业专利数大于 100 的企业共有 470 家，从企业的地域分布看，专利数大于 100 的人工智能企业主要集中在广东省、北京市、浙江省、上海市和山东省，共计占比高达 94.55%。其中，广东省占比最高，为 68.99%，排名第二的是北京市，占比为 14.04%，排名第三的是浙江省，占比为 4.08%，上海市和山东省分列第四和第五，占比分别为 3.85%和 3.59%。

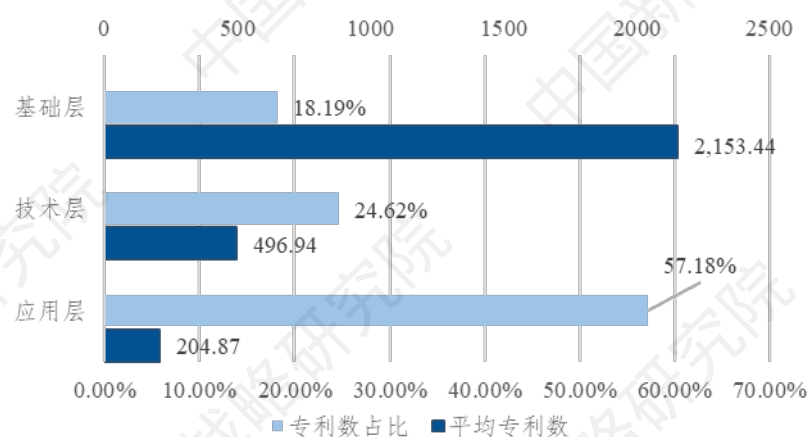


图 20 各技术层次企业专利数占比及平均专利数

从人工智能企业专利数排名的技术层次看，专利数占比最高的是应用层企业，达到 57.18%，基础层和技术层企业的专利数占比分别为 18.19%和 24.62%。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 2153.44 项，技术层和应用层企业平均专利数分别为 496.94 项和 204.87 项。

#### 四、 创新生态

智能经济的发展是多元创新主体相互联系和协同创新的结果。创新主体不仅包括人工智能企业和其他企业，而且包括大学、科研院所、投融资机构、中介组织和政府。多元创新主体相互作用共同构成了促进智能经济发展的创新生态。本报告通过价值网络分析，刻画和分析中国智能经济创新生态的基本结构和动力机制。

### (一) 价值网络

将采集的 2205 家人工智能企业的关系数据输入 Gephi 0.9.2 社会网络分析软件, 得到中国智能经济价值网络结构图 (见图 21)。表 3 的统计分析表明, 基于 2205 家人工智能企业所构建的价值网络节点总数为 43742 个, 关系数为 97980 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 2.28, 平均聚类系数为 0.028, 平均路径长度为 4.53。统计指标表明, 中国智能经济是高度集聚的。

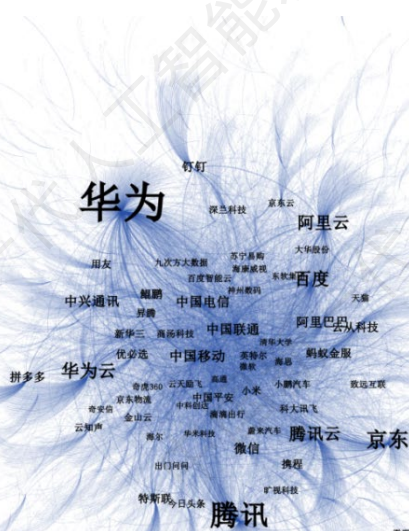


图 21 中国智能经济价值网络图<sup>[1]</sup>

表3 价值网络的结构统计指标

[1] 为了便于观察价值网络的核心节点和比较不同节点的重要程度差异, 图中仅显示了价值网络度数中心度排名前 50 的节点标签。

| 统计指标 | 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 | 图密度   | 模块化   | 平均聚类系数 | 平均路径长度 |
|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|
| 统计值  | 2205   | 41537  | 43742 | 97980 | 2.28 | 2.28  | 14   | 0.000 | 0.657 | 0.028  | 4.53   |

表 3 的价值网络结构性统计指标表明，中国智能经济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。中国智能经济价值网络度数中心度分布（如图 22 所示）情况表明，中国智能经济发展表现出明显的“极核”状结构：若干核心节点拥有很高的度数中心度。价值网络节点度数中心度的“幂率”分布特征表明：占比很小的核心节点深刻地影响着中国智能经济发展的结构和方向。

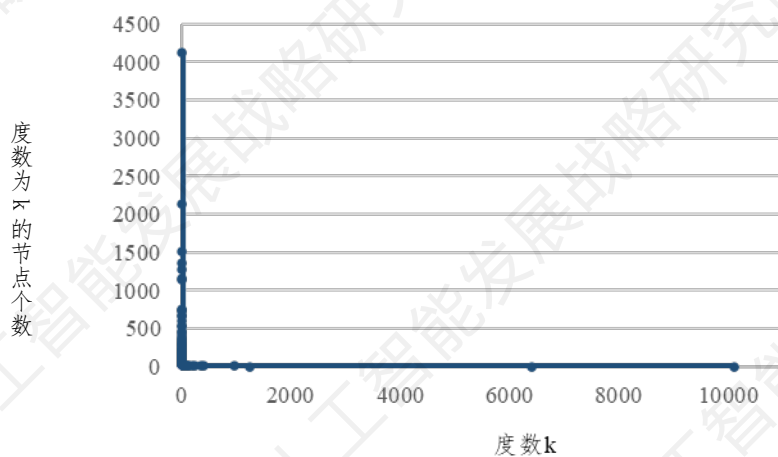


图 22 中国智能经济价值网络的度数中心度分布

## (二) 关系数据分类

表 4 人工智能价值网络关系数据分类统计

|       | 类别     | 关系数   | 占比     |
|-------|--------|-------|--------|
| 技术关系  | 技术输入   | 15491 | 100%   |
|       | 国内     | 13781 | 88.96% |
|       | 国外     | 1710  | 11.04% |
|       | 技术赋能   | 35675 | 100%   |
|       | 国内     | 32861 | 92.11% |
|       | 国外     | 2814  | 7.89%  |
| 人力资本  | 前期学习经验 | 4826  | 100%   |
|       | 国内     | 4070  | 84.33% |
|       | 国外     | 756   | 15.67% |
|       | 前期工作经验 | 16514 | 100%   |
|       | 国内     | 15463 | 93.64% |
|       | 国外     | 1051  | 6.36%  |
| 投融资关系 | 投融资次数  | 25499 | 100%   |
|       | 获投次数   | 10387 | 40.73% |
|       | 投资次数   | 15112 | 59.27% |

表 4 列出人工智能样本企业价值网络关系数据的分类统计结果。从技术关系数据的统计分析看，技术输入方属于国内企业和机构的占比为 88.96%，属于国外企业和机构的占比为 11.04%；技术赋能对象属于国内企业和机构的占比为 92.11%，属于国外企业和机构的占比为 7.89%。

从人力资本关系数据的统计看，人工智能样本企业核心人力资本的前期学习经验，来自国内高校和科研院所的占比达到 84.33%，来自国外高校和科研院所的占比为 15.67%；前期工作经验来自国内企业和机构的占比为 93.64%，来自国外企业和机构的占比为 6.36%。

从投融资关系数据的统计分析看，获投关系数占比为 40.73%，而投资和收购关系数占比为 59.27%。从投融资关系数的比较看，在获取社会资本投资的同时，人工智能骨干企业的投资活动是推动中国智能经济发展的重要因素。

与 2018-2020 年度的《中国新一代人工智能科技产业发展报告》关系数据的对比分析表明，中国智能经济创新生态在仍然表现出高度开放性的同时，正逐步摆脱对国外尤其是美国的过度依赖。一方面政产学研的协同创新，不断化解人工智能科技产业发展中的技术和人才制约；另一方面人工智能和实体经济的深度融合发展使科技创新不仅依赖人工智能技术进步，而且依赖传统产业的互补性技术创新和专用性知识积累。

### (三) 中国智能经济发展的主导者

#### 1. 技术关系度数中心度排名前三十的节点

表 5 列出了在中国智能经济发展中，技术关系度数中心度排名前三十的节点。从样本节点看，包括华为、腾讯、京东、阿里云、百度、腾讯云、华为云、中国联通、钉钉、中国移动、中国电信、中兴通讯和阿里巴巴在内的关键节点是最具影响力和辐射带动能力的人工智能企业。

表 5 中国智能经济价值网络排名前三十的节点

| Top30 样本节点 | 度数中心度 | Top30 关系节点 | 度数中心度 |
|------------|-------|------------|-------|
| 华为         | 4125  | 英特尔        | 362   |
| 腾讯         | 2129  | 清华大学       | 329   |
| 京东         | 1511  | 微软         | 194   |
| 阿里云        | 1357  | 高通         | 185   |
| 百度         | 1279  | 英伟达        | 118   |
| 腾讯云        | 1160  | 北京大学       | 113   |
| 华为云        | 1149  | 浙江大学       | 113   |
| 中国联通       | 752   | 上海交通大学     | 109   |
| 钉钉         | 740   | 中国科学院      | 86    |
| 中国移动       | 730   | IBM        | 82    |
| 中国电信       | 677   | 长安汽车       | 66    |
| 中兴通讯       | 665   | 亚马逊        | 61    |
| 阿里巴巴       | 604   | 中国信通院      | 60    |
| 云从科技       | 538   | 复旦大学       | 58    |
| 特斯联        | 528   | 中国银联       | 58    |
| 新华三        | 469   | 哈尔滨工业大学    | 57    |
| 拼多多        | 444   | 北京航空航天大学   | 56    |
| 蚂蚁金服       | 423   | 西门子        | 51    |
| 优必选        | 388   | 重庆市政府      | 51    |
| 微信         | 357   | OPPO       | 50    |
| 中国平安       | 329   | 上海市政府      | 47    |
| 科大讯飞       | 317   | 西安交通大学     | 45    |
| 云知声        | 305   | 华南理工大学     | 45    |
| 鲲鹏         | 296   | 碧桂园        | 44    |
| 用友         | 276   | 同济大学       | 43    |
| 小米         | 263   | 四维图新       | 43    |
| 携程         | 259   | 华中科技大学     | 42    |
| 金山云        | 233   | 招商银行       | 42    |
| 今日头条       | 232   | 上汽集团       | 42    |
| 深兰科技       | 231   | 中国工商银行     | 42    |

从技术合作关系看，排名前三十的人工智能企业在中国智能科技和经济发展中都扮演着重要角色。尤其是华为、腾讯、京东、阿里巴巴、百度、科大讯飞、平安集团等国家级人工智能开放创新平台，通过数字化和智能化赋能，推动智能科技与经济和社会的融合，不仅催生出新技术、新产品、新业态和新模式，而且引发了一系列组织和制度变革，成为中国人工智能科技产业的关键主导者。

从关系节点看，以清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学和中国科学院为代表的高校和科研院所是价值网络中最重要的关系节点。一方面，作为学术生态系统的重要组成部分，它们为价值网络中样本企业输送了大量人力资源；另一方面，作为样本企业重要的技术合作方，它们同时为整个价值网络提供了强力的技术支持。此外，以微软、高通、英伟达、IBM 为代表的国际人工智能企业巨头同样构成了中国人工智能科技产业创新生态系统的重要组成部分。它们一方面是人工智能企业人力资本的重要来源方，另一方面为中国人工智能科技产业提供国际技术支持。同时，关系节点中不乏长安汽车、OPPO、碧桂园、中国银联、重庆市政府、上海市政府在内的企业、行业协会与政府，表明智能科技与经济和社会深度融合进程的加速。

## 2. 技术输入和技术赋能排名前三十的节点

统计分析表明，2205 家人工智能企业的技术输入关系占比为 30.28%，技术赋能关系占比为 69.72%。从技术输入和赋能关系的对比看，2205 家人工智能样本企业具有强大的技术赋能能力，且技术赋能对象以国内企业为主。

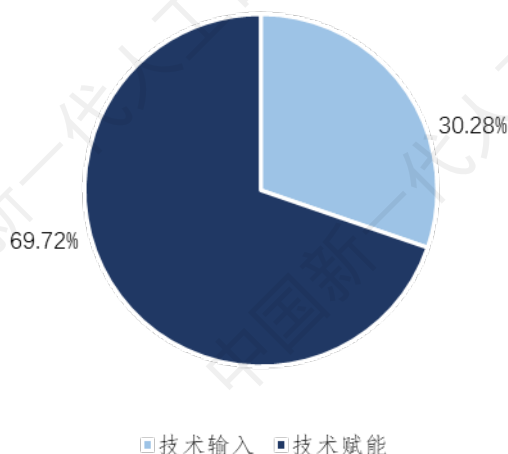


图 23 2205 家人工智能企业技术输入和赋能关系对比

在技术合作关系中，技术输入关系中 88.96% 来自国内，11.04% 来自国外；技术赋能关系中，92.11% 为国内赋能，7.89% 为国外赋能。从技术合作关系的国际比较来看，到目前为止，中国人工智能科技产业对国外技术的输入关系高于技术赋能关系。

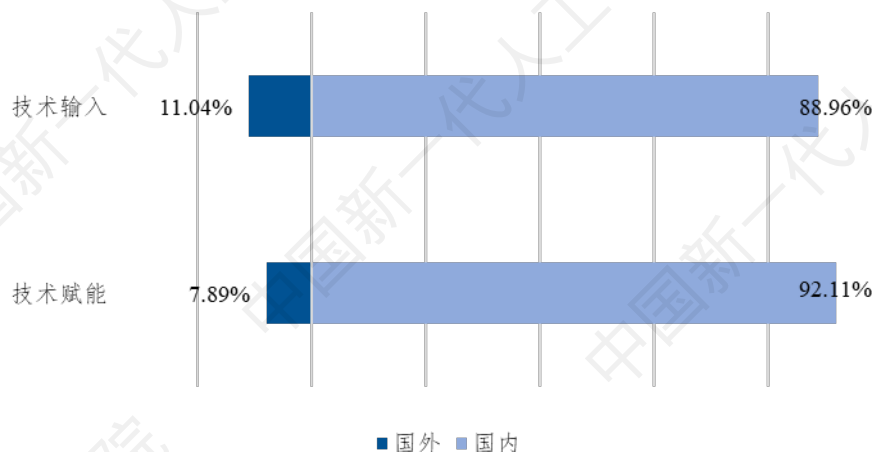


图 24 2205 家人工智能企业技术输入和技术赋能关系国内外占比

如表 6 所示，技术输入关系数排名靠前的样本企业包括华为、腾讯、京东、阿里云、百度、中国联通、腾讯云、钉钉、中国移动、中国电信和华为云。技术赋能关系数排名靠前的样本企业包括华为、腾讯、京东、阿里云、华为云、腾讯云、百度、钉钉、中国移动、中兴通讯、中国联通和中国电信。在技术输入和赋能关系排名靠前的企业中，华为、腾讯、京东、阿里巴巴、百度等人工智能开放创新平台企业在技术输入和赋能关系两个方面的表现都非常突出。

如表 7 所示，除了 2205 家人工智能企业，技术输入排名靠前的关系节点主要包括四类组织和机构：第一类是包括清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学、中国科学院在内的大学和科研院所；第二类是包括英特尔、微软、高通、英伟达在内的国外智能硬件和软件企业；第三类是包括长安汽车、碧桂园、OPPO、中国银联在内的国内融合产业部门企业；第四类是以重庆市政府、上海市政府、贵阳市政府为代表的城市政府部门。技术赋能排名靠前的关系节点主要包括两类组织和机构：第一类是以清华大学、北京大学、浙江大学为代表的大学和科研院所；第二类是包括英特尔、高通、微软和 IBM 在内的国外智能硬件和软件企业。

表 6 技术输入与技术赋能关系排名前三十的样本节点

| 技术输入关系 TOP30 样本节点 |       | 技术赋能关系 TOP30 样本节点 |       |
|-------------------|-------|-------------------|-------|
| 企业名称              | 技术输入数 | 企业名称              | 技术赋能数 |
| 华为                | 1231  | 华为                | 2894  |
| 腾讯                | 523   | 腾讯                | 1606  |
| 京东                | 435   | 京东                | 1076  |
| 阿里云               | 426   | 阿里云               | 931   |
| 百度                | 395   | 华为云               | 926   |
| 中国联通              | 281   | 腾讯云               | 889   |
| 腾讯云               | 271   | 百度                | 884   |
| 钉钉                | 251   | 钉钉                | 489   |
| 中国移动              | 246   | 中国移动              | 484   |
| 中国电信              | 243   | 中兴通讯              | 473   |
| 华为云               | 223   | 中国联通              | 471   |
| 中兴通讯              | 192   | 中国电信              | 434   |
| 阿里巴巴              | 176   | 阿里巴巴              | 428   |
| 新华三               | 166   | 云从科技              | 405   |
| 特斯联               | 162   | 特斯联               | 366   |
| 优必选               | 136   | 拼多多               | 366   |
| 云从科技              | 133   | 微信                | 316   |
| 小米                | 126   | 新华三               | 303   |
| 蚂蚁金服              | 125   | 蚂蚁金服              | 298   |
| 中国平安              | 116   | 鲲鹏                | 257   |
| 小鹏汽车              | 114   | 优必选               | 252   |
| 科大讯飞              | 111   | 云知声               | 217   |
| 蔚来汽车              | 96    | 中国平安              | 213   |
| 涂鸦智能              | 93    | 用友软件              | 207   |
| vivo              | 91    | 科大讯飞              | 206   |
| 云知声               | 88    | 携程                | 187   |
| 华米科技              | 83    | 深兰科技              | 168   |
| 爱奇艺               | 82    | 昇腾                | 168   |
| 奇安信               | 81    | 金山云               | 165   |
| 大华股份              | 80    | 今日头条              | 159   |
| 滴滴出行              | 80    | 商汤科技              | 144   |

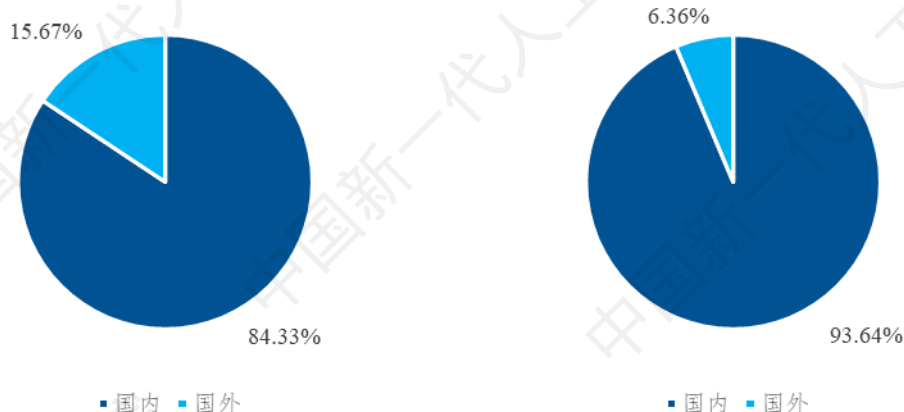
表 7 技术输入与技术赋能关系排名前二十的关系节点

| 技术输入关系 TOP20 关系节点 |       | 技术赋能关系 TOP20 关系节点 |       |
|-------------------|-------|-------------------|-------|
| 企业名称              | 技术输入数 | 企业名称              | 技术赋能数 |
| 清华大学              | 175   | 英特尔               | 193   |
| 英特尔               | 169   | 清华大学              | 154   |
| 微软                | 106   | 高通                | 113   |
| 高通                | 72    | 微软                | 88    |
| 北京大学              | 62    | 英伟达               | 67    |
| 浙江大学              | 62    | 北京大学              | 51    |
| 上海交通大学            | 58    | 浙江大学              | 51    |
| 英伟达               | 51    | 上海交通大学            | 51    |
| 长安汽车              | 51    | IBM               | 48    |
| 重庆市政府             | 51    | 中国科学院             | 42    |
| 上海市政府             | 47    | 亚马逊               | 30    |
| 中国科学院             | 44    | 中国信通院             | 27    |
| 中国银联              | 43    | 复旦大学              | 27    |
| 碧桂园               | 41    | 哈尔滨工业大学           | 27    |
| OPPO              | 40    | 北京航空航天大学          | 26    |
| 中国银行              | 40    | 四维图新              | 21    |
| 招商银行              | 39    | 联发科               | 21    |
| 贵阳市政府             | 39    | 西安交通大学            | 20    |
| 富士康               | 38    | 华南理工大学            | 20    |
| 中国工商银行            | 38    | 同济大学              | 20    |

### 3. 核心人力资本度中心度排名前二十的节点

2205 家人工智能企业的核心人力资本中，15.67%毕业于国外高校和科研院所，84.33%毕业于国内高校和科研院所；6.36%拥有国外企业和机构工作经验，93.64%拥有国内企业和机构工作的经验。

核心人力资本拥有国外前期学习经验的比重高于在国外的前期工作经验。无论从前期学习还是前期工作经验看，中国智能经济发展所需要的核心人力资本主要来自国内企业、大学和科研机构。同时，在人力资本的培养上，国外高校、研究机构和企业同样为中国智能经济的发展做出了重要贡献。



a) 前期学习经验 b) 前期工作经验

图 25 2205 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、哈尔滨工业大学、中国人民大学、华中科技大学、武汉大学、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、厦门大学和华南理工大学是排名前五的高校和科研机构。在国外教育机构中，斯坦福大学、新加坡国立大学、麻省理工学院、伊利诺伊大学、卡内基梅隆大学、哈佛大学、哥伦比亚大学、加州大学伯克利分校、宾夕法尼亚大学、华盛顿大学、加州大学、美国西北大学、牛津大学、英国曼彻斯特大学和美国南加州大学是排名前五的高校。这些高校是中国智能经济关键人力资本前期学习经验的重要来源。

在前期工作经验获取方面，百度、腾讯、中科院、华为、阿里巴巴、中兴通讯、联想、微软亚研院、清华大学和神州数码是国内排名前十的企业和机构。微软、谷歌、IBM、麦肯锡、普华永道、IEEE、宝洁、西门子、诺基亚和摩根大通国外排名前十的企业和机构。无论从国内还是从国际看，中国智能经济核心人力资本获取前期工作经验的机构不仅包括互联网企业，而且包括传统的 IT 企业、大学和科研院所。尤其值得关注的是，跨国公司在华设立的公司和研究院，例如微软亚洲研究院，是中国智能经济核心人力资本的重要供应方。

表 8 获得前期学习和工作经验排名前二十的机构

| 前期学习经验 TOP20 关系节点 |       |           |       | 前期工作经验 TOP20 关系节点 |       |       |       |
|-------------------|-------|-----------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| 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              | 275   | 斯坦福大学     | 34    | 百度                | 116   | 微软    | 88    |
| 北京大学              | 186   | 新加坡国立大学   | 30    | 腾讯                | 105   | 谷歌    | 41    |
| 上海交通大学            | 119   | 麻省理工学院    | 20    | 中国科学院             | 104   | IBM   | 29    |
| 浙江大学              | 103   | 伊利诺伊大学    | 20    | 华为                | 94    | 麦肯锡   | 22    |
| 复旦大学              | 98    | 卡内基梅隆大学   | 20    | 阿里巴巴              | 83    | 普华永道  | 21    |
| 哈尔滨工业大学           | 88    | 哈佛大学      | 18    | 中兴通讯              | 62    | IEEE  | 16    |
| 中国人民大学            | 84    | 哥伦比亚大学    | 16    | 联想                | 49    | 宝洁    | 15    |
| 华中科技大学            | 75    | 加州大学伯克利分校 | 15    | 微软亚洲研究院           | 45    | 西门子   | 13    |
| 中欧国际工商学院          | 69    | 宾夕法尼亚大学   | 14    | 清华大学              | 43    | 诺基亚   | 13    |
| 武汉大学              | 67    | 华盛顿大学     | 13    | 神州数码              | 34    | 摩根大通  | 12    |
| 北京航空航天大学          | 62    | 加州大学      | 13    | 中国电子科技集团          | 30    | 甲骨文   | 12    |
| 中国科学技术大学          | 62    | 美国西北大学    | 11    | 海航集团              | 28    | 英特尔   | 12    |
| 中山大学              | 60    | 牛津大学      | 11    | 科大讯飞              | 26    | 摩根士丹利 | 11    |
| 厦门大学              | 58    | 英国曼彻斯特大学  | 9     | 东软集团              | 26    | 摩托罗拉  | 10    |
| 华南理工大学            | 51    | 美国南加州大学   | 9     | 富士康               | 26    | 惠普    | 10    |
| 中国科学院             | 47    | 日本东京大学    | 9     | 北京大学              | 26    | 德勤    | 10    |
| 北京理工大学            | 46    | 耶鲁大学      | 8     | 中欧国际工商学院          | 25    | 三星    | 9     |
| 北京邮电大学            | 46    | 剑桥大学      | 8     | 中国联通              | 24    | 思科    | 8     |
| 电子科技大学            | 45    | 伦敦政治经济学院  | 8     | 用友软件              | 24    | 高盛    | 8     |
| 西安交通大学            | 45    | 佐治亚理工学院   | 8     | 深交所               | 21    | 苹果    | 8     |

#### 4. 投融资关系数排名前二十的节点

在中国智能经济发展中，排名前十的投资机构为红杉资本中国、IDG 资本、经纬中国、中金公司、真格基金、深创投、五源资本（原晨兴资本）、达晨财智、金沙江创投和创新工场。排名前十的非投资机构为腾讯、联想、百度、阿里巴巴、京东、小米集团、奇虎 360、海尔、蚂蚁金服和 TCL。

表 9 排名前二十的投资和非投资机构

| 投资机构 TOP20 | 投资样本企业数 | 非投资机构 TOP20 | 投资样本企业数 |
|------------|---------|-------------|---------|
| 红杉资本中国     | 198     | 腾讯          | 137     |
| IDG 资本     | 197     | 联想          | 93      |
| 经纬中国       | 116     | 百度          | 81      |
| 中金公司       | 108     | 阿里巴巴        | 66      |
| 真格基金       | 99      | 京东          | 64      |
| 深创投        | 89      | 小米          | 45      |
| 五源资本       | 88      | 奇虎 360      | 37      |
| 达晨财智       | 75      | 海尔          | 32      |
| 金沙江创投      | 74      | 蚂蚁金服        | 29      |
| 创新工场       | 72      | TCL         | 20      |
| 高瓴资本       | 71      | 红星美凯龙       | 19      |
| 启明创投       | 67      | 科大讯飞        | 18      |
| 君联资本       | 63      | 新浪          | 15      |
| 顺为资本       | 62      | 富士康         | 14      |
| 松禾资本       | 60      | 字节跳动        | 14      |
| 北极光创投      | 59      | 北汽集团        | 13      |
| 东方富海       | 49      | 恒生电子        | 13      |
| 华创资本       | 48      | 好未来         | 12      |
| 光速中国       | 45      | 苏宁          | 12      |
| 云锋基金       | 44      | 滴滴出行        | 9       |

## 五、“极化”和“扩散”

到目前为止，中国智能经济的发展表现出明显的“极化”特征：一是作为人工智能全球创新网络的重要节点，在强大的应用市场需求牵引下，中国为全球前沿人工智能科技提供应用场景；二是中国的人工智能科技产业主要集中在京津冀、长江三角洲和珠江三角洲地区的北京市、上海市、杭州市、深圳市和广州市；三是核心产业部门的技术创新方兴未艾，尤其是随着包括 5G 在内的前沿技术的突破，核心产业部门内部的技术重组和创新是智能经济发展的决定性因素。

在“极化”为主导的同时，中国智能经济同样表现出“扩散”趋势。“扩散”表现在两个维度：地域扩散和产业扩散。其中，地域扩散表现为包括北京市、上海市、杭州市、深圳市和广州市人工智能科技产业集聚区向其他地区的扩散。而产业扩散则表现为核心产业部门和融合产业部门的互动。两个“扩散”维度的交汇点是“扩散”地区优势产业的智能化。积极开放应用场景，推进当地优势产业的智能化，是“扩散”地区发展人工智能科技产业的战略支撑。

本部分考察人工智能科技产业地域空间的“极化”和“扩散”，分别从技术合作，人力资本和投融资关系分析人工智能科技产业的地域分布情况。研究表明，科技创新资源、人才培养和产业基础，是决定和影响人工智能科技产业“极化”和“扩散”的关键变量。

### （一）技术合作地域分布

#### 1. 国内外分布

2205 家人工智能样本企业技术关系数总计 51168 条。其中，技术输入关系数为 15493 条，占比为 30.28%；技术赋能关系数为 35675 条，占比为 69.72%。中国智能经济价值网络的技术合作关系主要分布在国内，国内技术合作关系数为 46642 条，占比 91.15%；国际技术合作关系数为 4526 条，占比为 8.85%。其中，在技术输入关系中，11.04%来自国外企业和机构；在技术赋能关系中，7.89%的赋能对象是国外企业和机构。

在国外技术合作关系中，排名第一的是美国，关系数为 2265 条，占国外技术合作关系总数的 50.02%；排名第二的是德国，关系数为 438 条，占国外技术合作关系总数的 9.68%；排名第三至第五的分别是英国、日本和韩国，关系数分别为 246 条、240 条和 177 条，占国外技术合作关系总数的比重分别为 5.44%、5.31%和 3.91%。

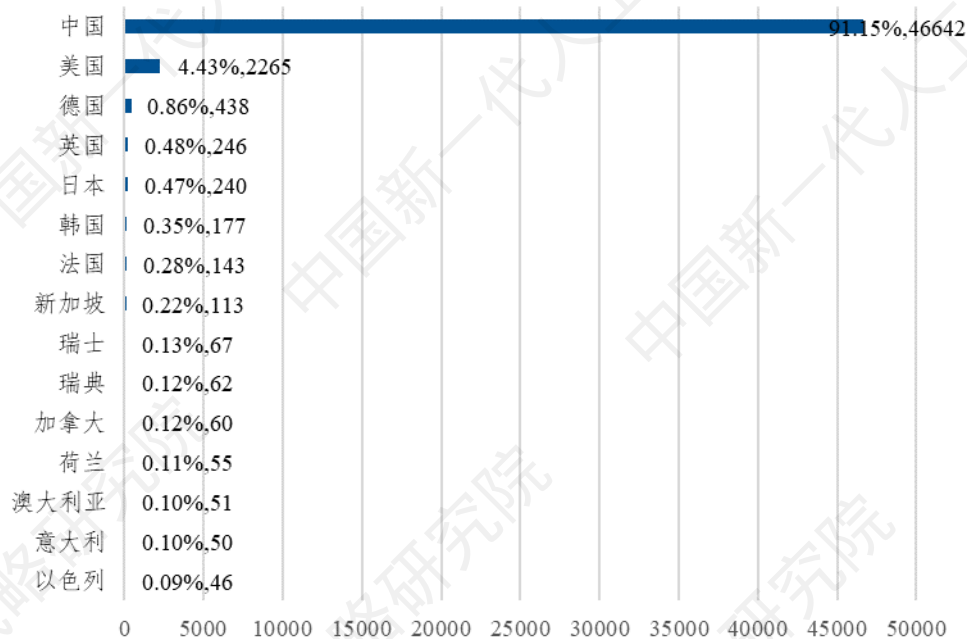


图 26 技术合作关系排名前五的国家

技术输入关系主要来自国内，共计 13782 条，占比 88.96%。从技术输入关系的国外分布看，排名第一的是美国，共计 1028 条，占比 6.64%；排名第二的是德国，共计 152 条，占比 0.98%；排名第四的是英国，共计 84 条，占比 0.54%；排名第五的是日本，共计 76 条，占比 0.49%。

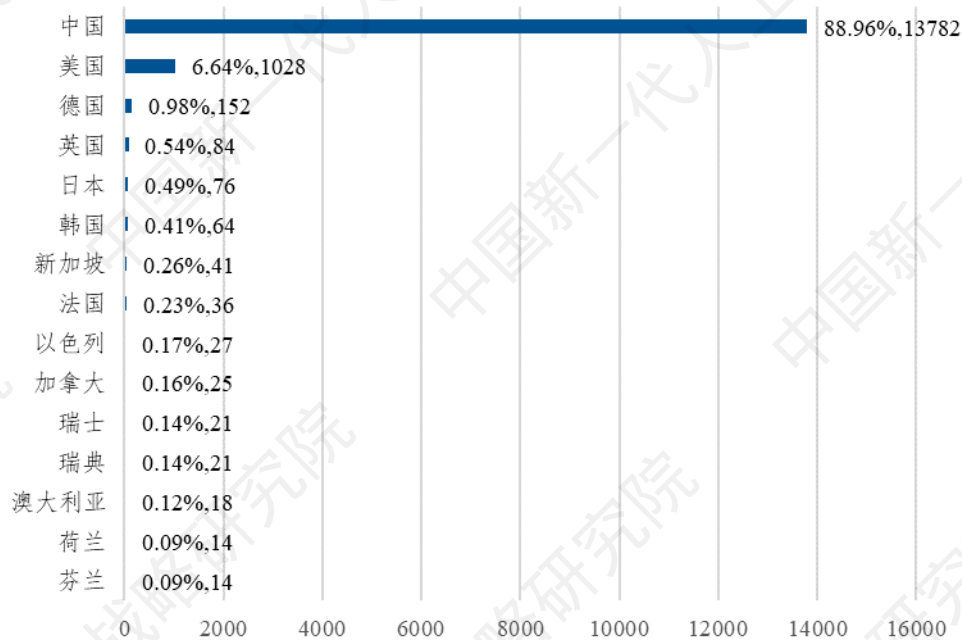


图 27 技术输入关系排名前五的国家

技术赋能对象同样以对国内企业和机构赋能为主，共计 32860 条，占比 92.11%。从技术赋能关系的国外分布看，排名第一的是美国，共计 1237 条，占比 3.47%；排名第二的是德国，共计 286 条，占比 0.80%；排名第三的是日本，共计 164 条，占比 0.46%；排名第四的是英国，共计 162 条，占比 0.45%。

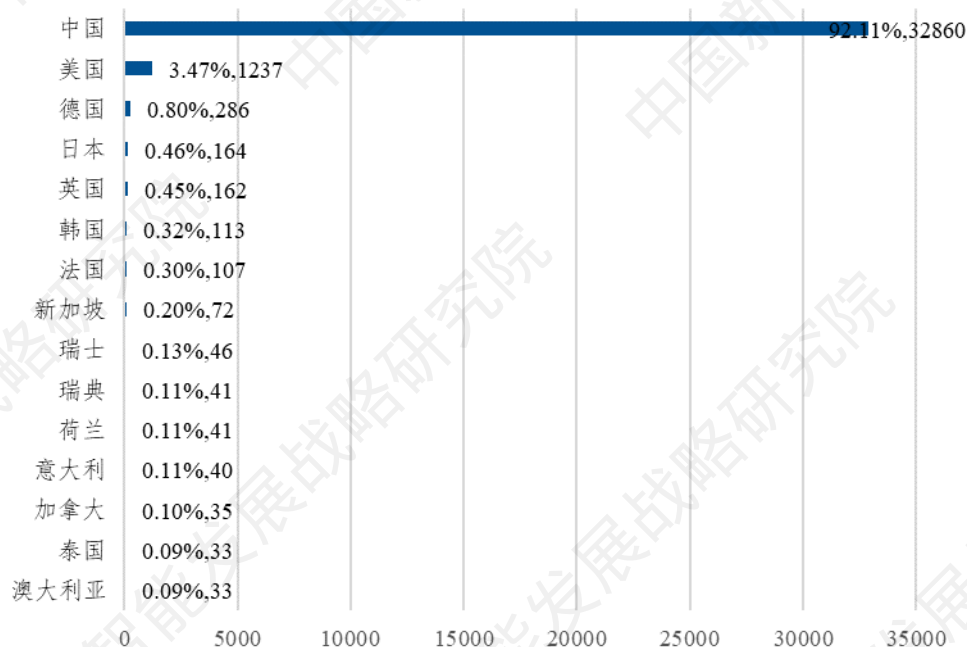


图 28 技术赋能关系排名前十五的国家

## 2. 国内各省市分布

国内技术合作关系共计 46642 条，其中，技术输入关系数 13782 条，占比 29.55%；技术赋能关系数 32860 条，占比 70.45%。技术赋能关系数远高于技术输入关系数。

从国内技术合作省市分布看，排名第一的是北京市，关系数为 12588 条，占比 26.99%；排名第二的是广东省，关系数为 9546 条，占比 20.47%；排名第三的是上海市，关系数为 4689 条，占比 10.05%；排名第四和第五的分别是浙江省和江苏省，关系数分别为 3630 条和 2330 条，占比为 7.78%和 5.00%。

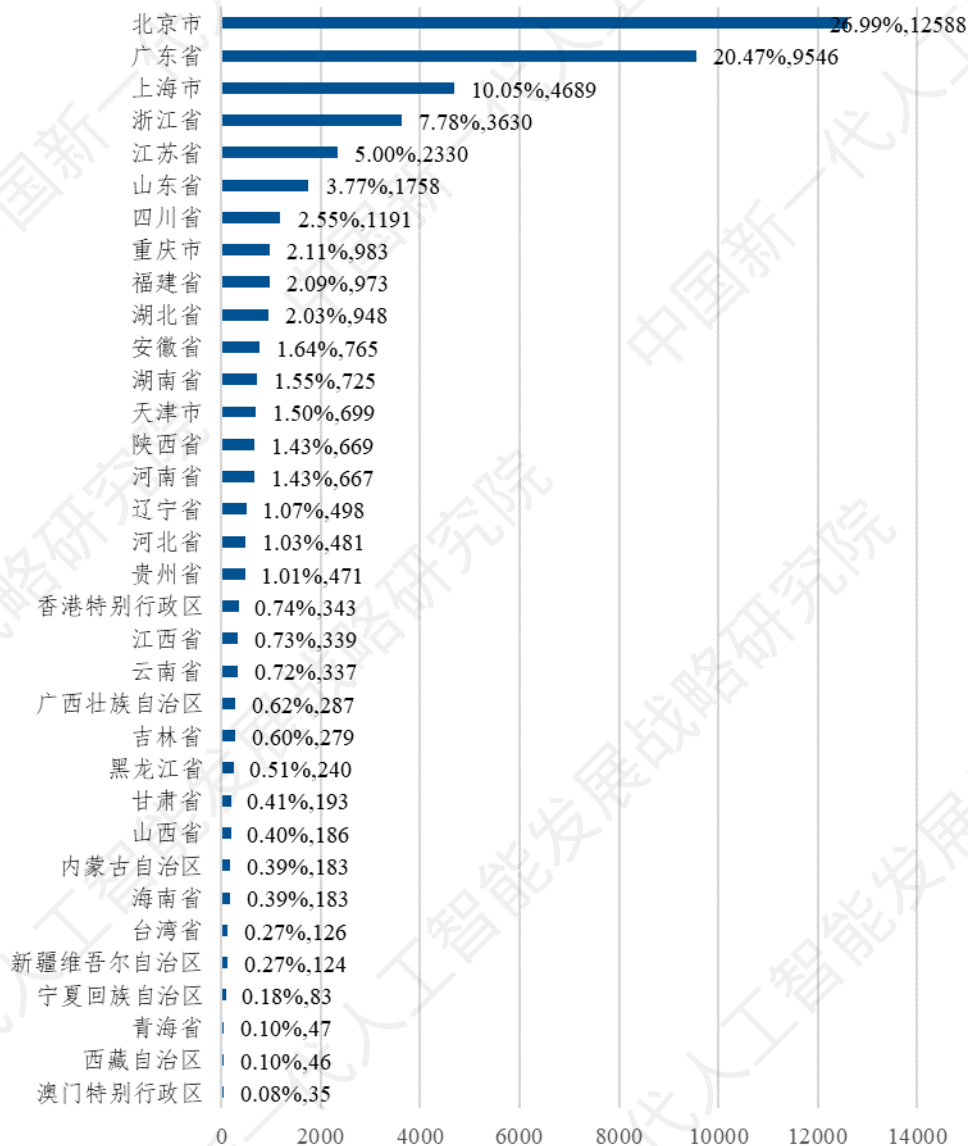


图 29 技术合作关系国内各省市分布

从技术输入关系看，排名第一的省市是北京市，关系数为 4357 条，占比 31.61%；排名第二的是广东省，关系数为 3051 条，占比 22.14%；排名第三的是上海市，关系数为 1451 条，占比 10.53%；排名第四的是浙江省，关系数为 1227 条，占比 8.90%；排名第五的是江苏省，关系数为 680 条，占比 4.93%。

从技术赋能关系看，排名第一的省市是北京市，关系数为 8231 条，占比 25.05%；排名第二的是广东省，关系数为 6495 条，占比 19.77%；排名第三的是上海市，关系数为 3238 条，占比 9.85%；排名第四的是浙江省，关系数为 2403 条，占比 7.31%；排名第五的是江苏省，关系数为 1650 条，占比 5.02%。

国内各省市技术输入和赋能关系数占比的对比表明，排名前四的北京市、广东省、上海市和浙江省的技术输入关系数要高于技术赋能关系数，充分说明人工智能科技产业在前沿省市仍然处于以“极化”为主导的阶段。包括江苏省（排名第五）、山东省（排名第六）和台湾省是技术输入关系数低于技术赋能关系数的

少数省市。

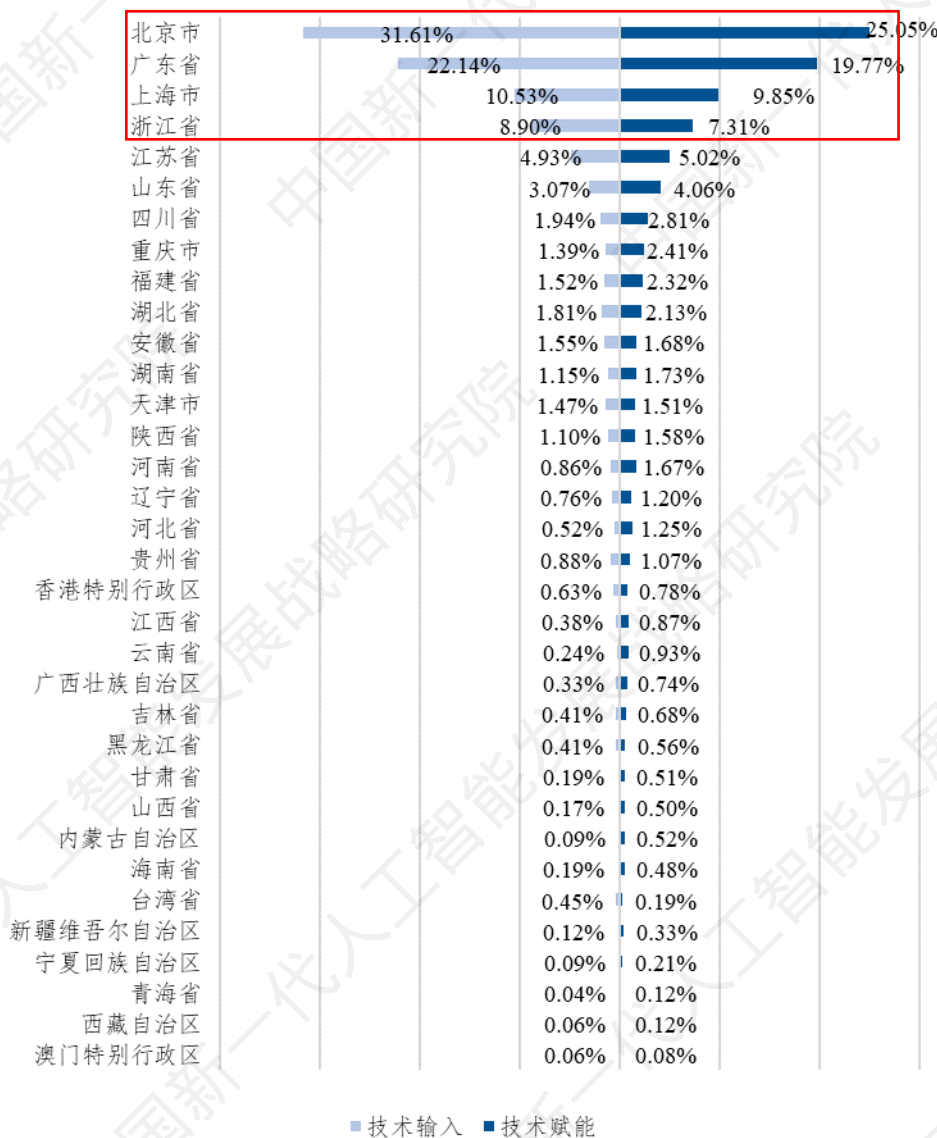


图 30 技术输入与技术赋能关系国内省市分布比较

3. 国内城市分布

从技术合作关系的国内城市分布看，排名第一的是北京市，关系数为 12588 条，占比 26.99%；排名第二的是深圳市，关系数为 5716 条，占比 12.26%；排名第三的是上海市，关系数为 4689 条，占比 10.05%；排名第四和第五的分别是杭州市和广州市，关系数分别为 2862 和 2359 条，占比分别为 6.14%和 5.06%。

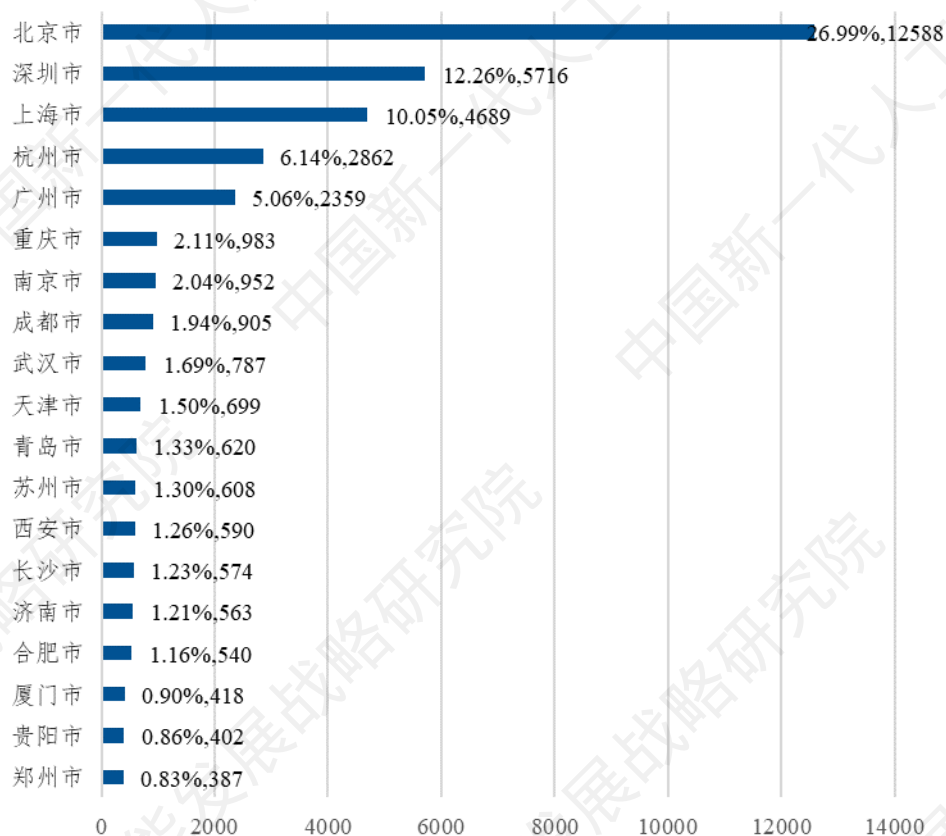


图 31 技术合作关系排名前二十国内城市分布

从技术输入关系看，排名第一的国内城市为北京市，关系数为 4357 条，占比 31.61%；排名第二的是深圳市，关系数为 2028 条，占比 14.71%；排名第三的是上海市，关系数为 1451 条，占比 10.53%；排名第四的是杭州市，关系数为 1076 条，占比 7.81%；排名第五的是广州市，关系数为 655 条，占比 4.75%。

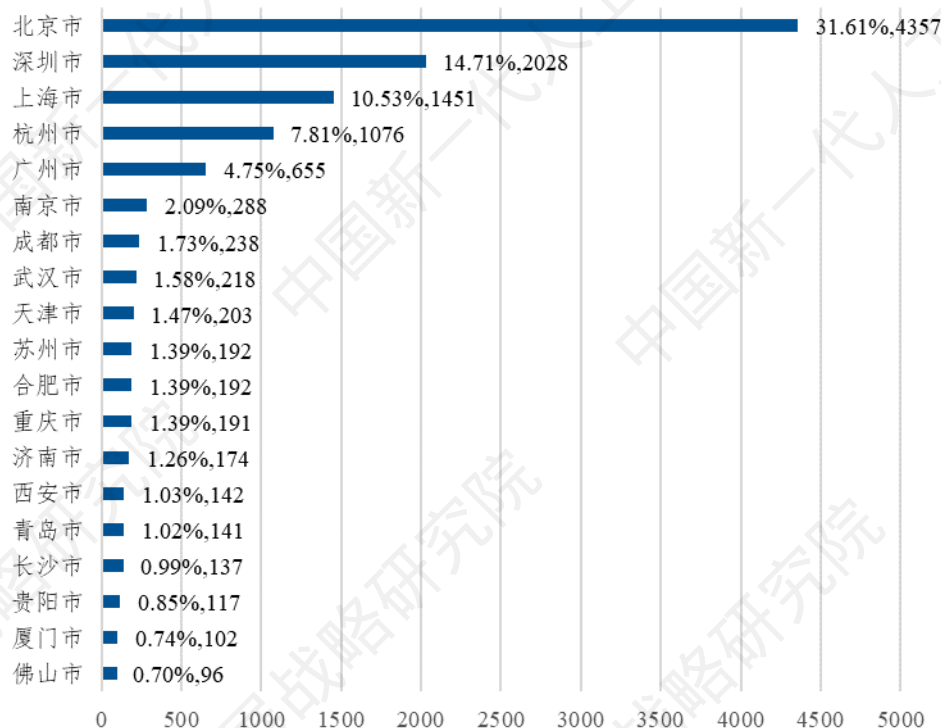


图 32 技术输入关系排名前二十的城市

从技术赋能关系看，排名第一的是北京市，关系数为 8231 条，占比 25.05%；排名第二的是深圳市，关系数为 3688 条，占比 11.22%；排名第三的是上海市，关系数为 3238 条，占比 9.85%；排名第四的是杭州市，关系数为 1786 条，占比 5.44%；排名第五的是广州市，关系数为 1704 条，占比 5.19%。

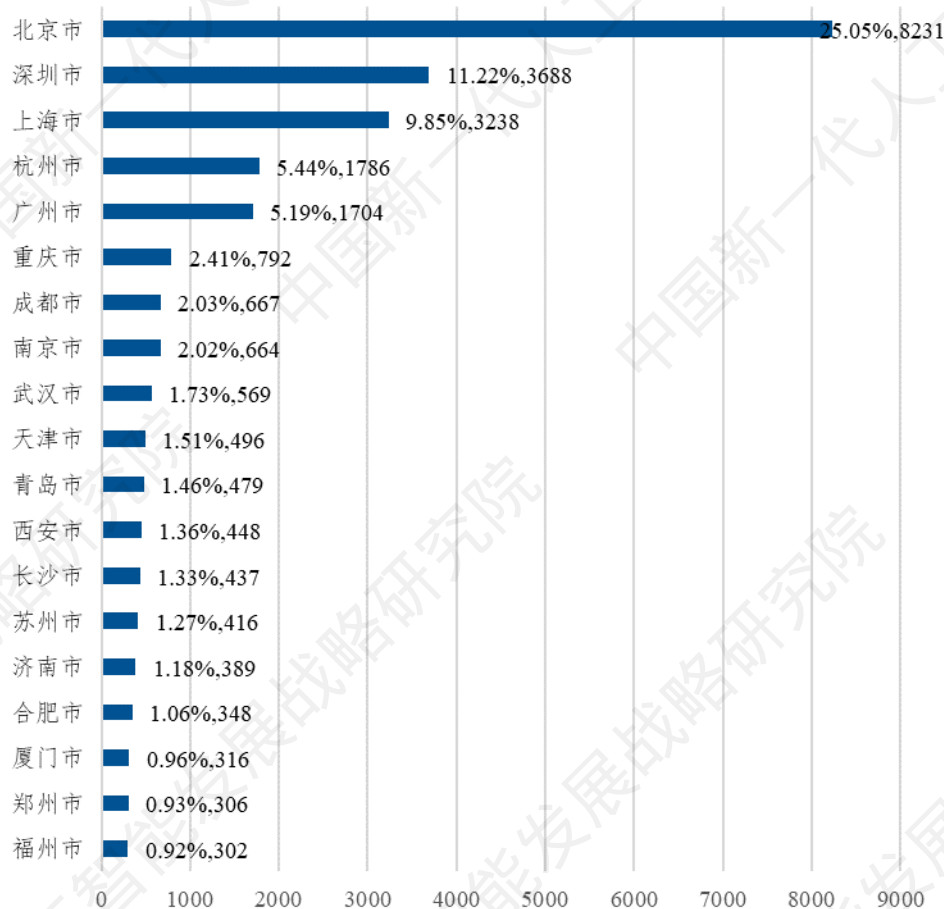


图 33 技术赋能关系排名前二十的国内城市

## (二)核心人力资本来源分布

以 2205 家人工智能企业作为样本节点，对其核心人力资本关系数据进行采集和整理，共获得 21340 条人力资本关系数据。<sup>[1]</sup>其中，来自国内的核心人力资本关系总计 19533 条，占总量的 91.53%；来自国外的核心人力资本关系总计 1807 条，占总量的 8.47%。

### 1. 国际分布

从 2205 家人工智能企业核心人力资本前期学习和工作经验的国际来源分布看，排名第一的是美国，关系数为 1183 条，占比 5.54%；排名第二的是英国，关系数为 154 条，占比 0.72%；排名第三的是德国，关系数为 80 条，占比 0.37%；排名第四和第五的是分别是日本和澳大利亚，关系数分别为 69 条和 56 条，占比为 0.32%和 0.26%。

<sup>[1]</sup> 样本企业的核心人力资本包括企业的创始人、联合创始人、CEO、首席技术官、首席科学家和副总经理在内的技术和管理人员。

表 10 核心人力资本来源国际分布

| 国家   | 人力资本关系数 | 占比     | 国家  | 人力资本关系数 | 占比     |
|------|---------|--------|-----|---------|--------|
| 中国   | 19533   | 91.53% | 瑞典  | 9       | 0.04%  |
| 美国   | 1183    | 5.54%  | 新西兰 | 9       | 0.04%  |
| 英国   | 154     | 0.72%  | 比利时 | 8       | 0.04%  |
| 德国   | 80      | 0.37%  | 俄罗斯 | 7       | 0.03%  |
| 日本   | 69      | 0.32%  | 印度  | 6       | 0.03%  |
| 澳大利亚 | 56      | 0.26%  | 丹麦  | 5       | 0.02%  |
| 新加坡  | 49      | 0.23%  | 爱尔兰 | 4       | 0.02%  |
| 加拿大  | 42      | 0.20%  | 挪威  | 2       | 0.01%  |
| 法国   | 34      | 0.16%  | 葡萄牙 | 2       | 0.01%  |
| 荷兰   | 29      | 0.14%  | 意大利 | 2       | 0.01%  |
| 瑞士   | 27      | 0.13%  | 冰岛  | 1       | 0.005% |
| 芬兰   | 14      | 0.07%  | 以色列 | 1       | 0.005% |
| 韩国   | 13      | 0.06%  | 越南  | 1       | 0.005% |

## 2. 国内省市分布

从 2205 家人工智能企业核心人力资本来源的国内省市分布看，排名第一的是北京市，关系数为 5475 条，占比 28.03%；排名第二的是广东省，关系数为 3981 条，占比 20.38%；排名第三的是上海市，关系数为 1995 条，占比 10.21%；排名第四的是江苏省，关系数为 1074 条，占比 5.50%；排名第五的是浙江省，关系数为 979 条，占比 5.01%。

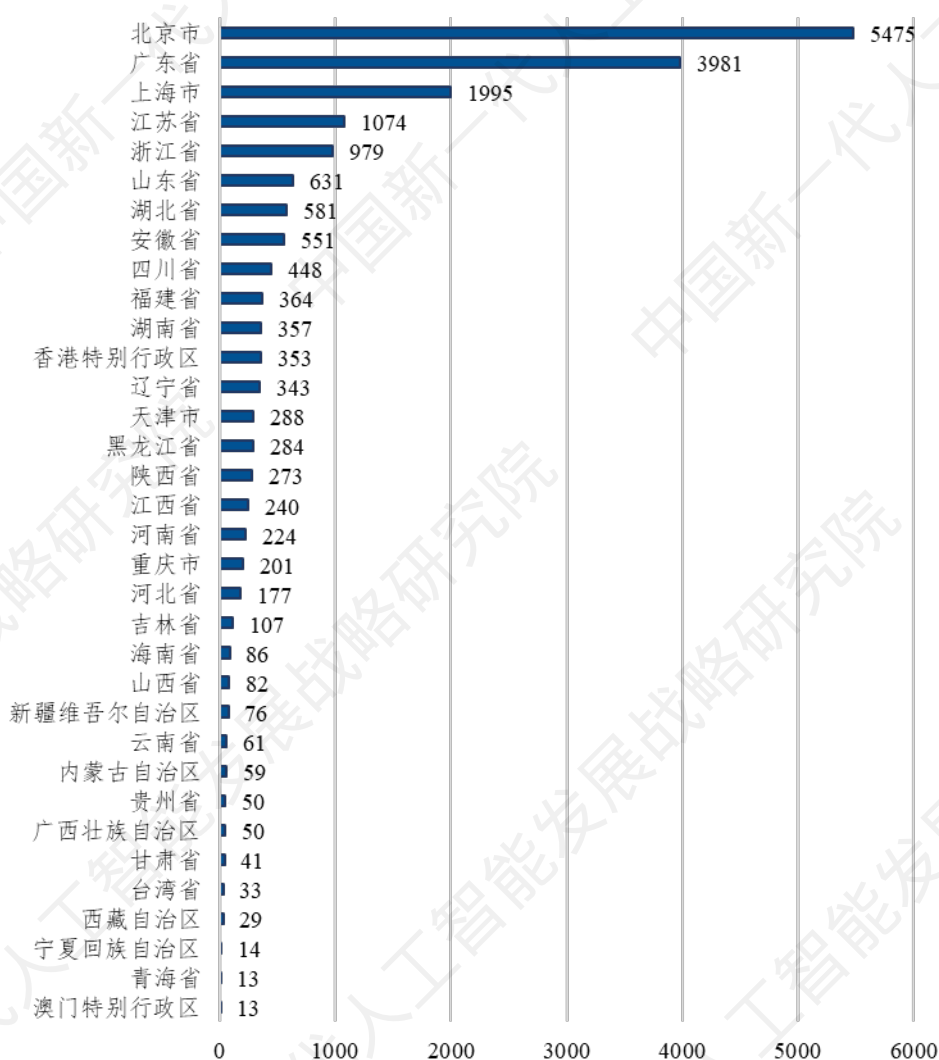


图 34 核心人力资本来源国内省市分布

### 3. 前期学习经验和工作经验来源排名前十的国家和地区

在 21340 条核心人力资本关系数据中，前期学习经验关系数为 4826 条，占比 20.08%，前期工作经验关系数为 16514 条，占比 79.92%。其中，前期学习经验方面，国内关系数为 4070 条，占比 84.33%，国外关系数为 756 条，占比 15.67%。前期工作经验方面，国内关系数为 15463 条，占比 93.64%，国外关系数为 1051 条，占比 6.36%。

从前期学习经验的国内来源看，排名第一的是北京市，占比 32.33%；排名第二的是上海市，占比 10.79%；排名第三的是湖北省，占比为 6.68%；排名第四和第五的分别是广东省和江苏省，占比分别为 6.17%和 4.32%。从前期学习经验的国外来源看，排名第一的是美国，占比 9.16%；排名第二的是英国，占比 2.20%；排名第三的是澳大利亚，占比 0.81%。

从前期工作经验的国内来源看，排名第一的是北京市，占比 26.90%；排名第二的是广东省，占比 24.12%；排名第三的是上海市，占比 10.06%；排名第四

和第五的分别是江苏省和浙江省，占比分别 5.81%和 5.41%。从前期工作经验的国外来源看，排名第一的是美国，占比 4.49%；排名第二的是德国，占比 0.35%；排名第三的是英国，占比 0.29%。

表 11 核心人力资本学习经验和工作经验来源排名前十的国家和地区

| 前期学习经验 TOP10 前期学习经验地区 |        |      |       | 前期工作经验前期工作经验 TOP10 地区 |        |      |       |
|-----------------------|--------|------|-------|-----------------------|--------|------|-------|
| 国内                    | 占比     | 国外   | 占比    | 国内                    | 占比     | 国外   | 占比    |
| 北京市                   | 32.33% | 美国   | 9.16% | 北京市                   | 26.90% | 美国   | 4.49% |
| 上海市                   | 10.79% | 英国   | 2.20% | 广东省                   | 24.12% | 德国   | 0.35% |
| 湖北省                   | 6.68%  | 澳大利亚 | 0.81% | 上海市                   | 10.06% | 英国   | 0.29% |
| 广东省                   | 6.17%  | 加拿大  | 0.60% | 江苏省                   | 5.81%  | 日本   | 0.25% |
| 江苏省                   | 4.32%  | 新加坡  | 0.58% | 浙江省                   | 5.41%  | 瑞士   | 0.13% |
| 陕西省                   | 3.96%  | 日本   | 0.56% | 山东省                   | 3.60%  | 新加坡  | 0.13% |
| 四川省                   | 3.54%  | 德国   | 0.48% | 安徽省                   | 2.78%  | 荷兰   | 0.11% |
| 浙江省                   | 3.49%  | 法国   | 0.39% | 湖北省                   | 2.00%  | 澳大利亚 | 0.10% |
| 香港特别行政区               | 3.29%  | 荷兰   | 0.23% | 四川省                   | 1.97%  | 法国   | 0.09% |
| 黑龙江省                  | 3.14%  | 新西兰  | 0.17% | 福建省                   | 1.80%  | 芬兰   | 0.08% |

### (三) 投融资关系地域分布

以 2205 家人工智能企业作为样本节点，对人工智能领域投融资关系数据进行采集和整理，共获得 50954 条投融资关系数据。其中，国内投融资关系数为 50419 条，占比 98.95%；国际投融资关系数为 535 条，占比 1.05%。

#### 1. 国际分布

从投融资关系的国际分布看，排名第一的是美国，关系数为 343 条，占国际投融资关系数的 64.11%；排名第二是新加坡，关系数为 59 条，占比 11.03%；排名第三的是德国，关系数为 31，占比 5.79%。

表 12 投融资关系国际分布

| 国家  | 投融资度数 | 国家    | 投融资度数 |
|-----|-------|-------|-------|
| 中国  | 50419 | 澳大利亚  | 3     |
| 美国  | 343   | 阿联酋   | 2     |
| 新加坡 | 59    | 爱尔兰   | 2     |
| 德国  | 31    | 法国    | 2     |
| 日本  | 23    | 卡塔尔   | 2     |
| 韩国  | 16    | 沙特阿拉伯 | 2     |
| 俄罗斯 | 15    | 泰国    | 2     |
| 英国  | 12    | 阿布扎比  | 1     |
| 加拿大 | 6     | 马来西亚  | 1     |
| 瑞士  | 6     | 西班牙   | 1     |
| 荷兰  | 4     | 新加坡   | 1     |

## 2. 国内分布

从投融资关系的国内分布看，排名第一的是北京市，关系数为 14399 条，占比 28.56%；排名第二的是广东省，关系数为 9775 条，占比 19.39%；排名第三的上海市，关系数为 7073 条，占比 14.03%；排名第四和第五的分别是浙江省和江苏省，关系数分别为 4137 条和 3768 条，占比为 8.21%和 7.47%。

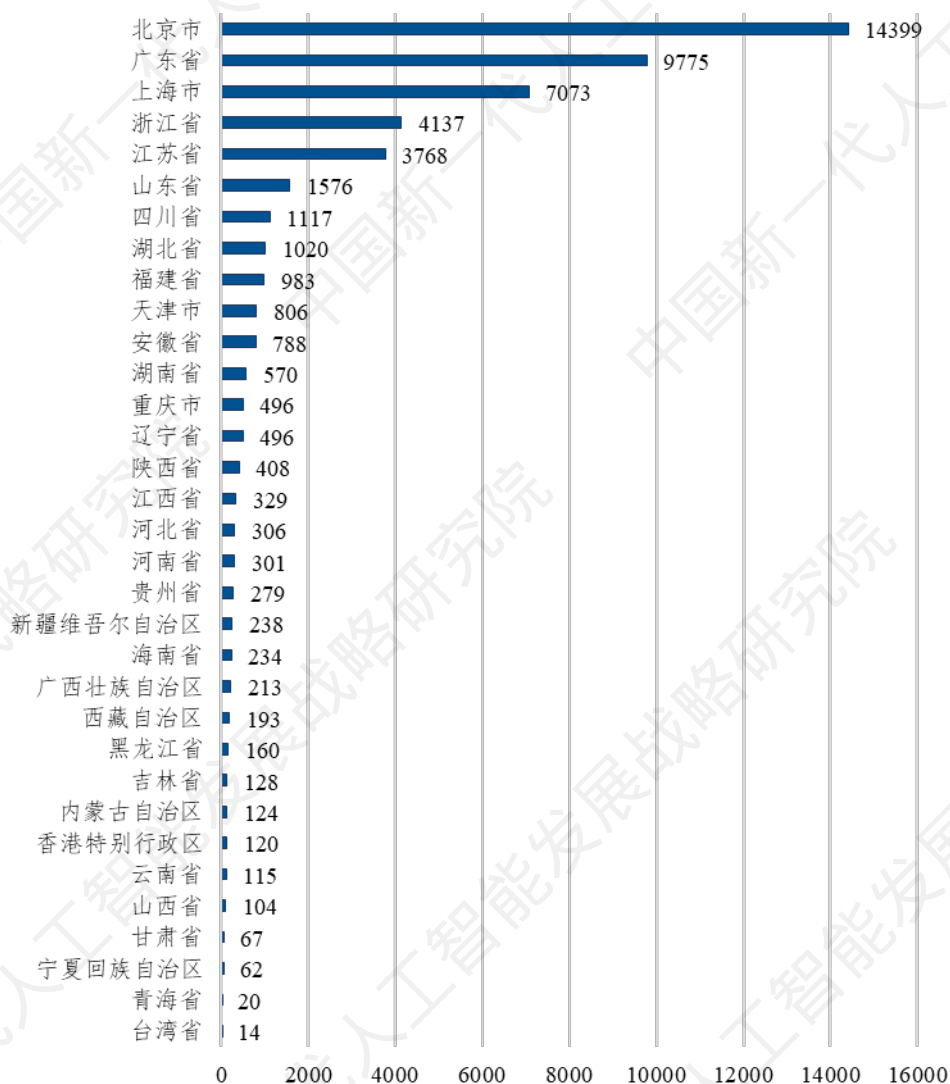


图 35 投融资关系国内分布

在总的投融资关系数据中，投资关系数共计 24942 条，占投融资关系总数的 49.47%。从投资的国内省市分布看，排名第一的是北京市，关系数为 7854 条，占比 31.49%；排名第二的是广东省，关系数为 5878 条，占比 23.57%；排名第三的是上海市，关系数为 3410 条，占比 13.67%；排名第四的是浙江省，关系数为 1954 条，占比 7.83%；排名第五的是江苏省，关系数为 1645 条，占比 6.60%。

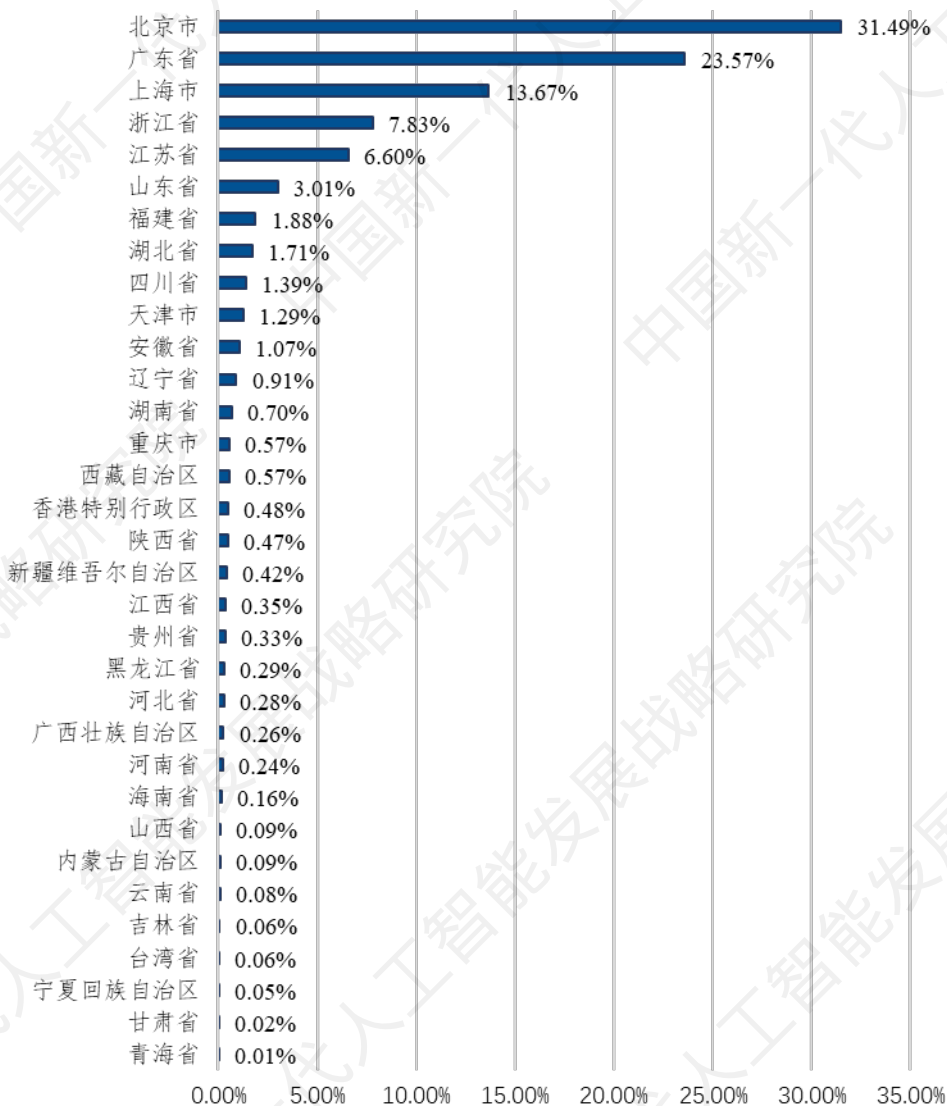


图 36 投资关系省市分布

在总的投融资关系数据中，融资关系数共计 25477 条，占投融资关系总数的 50.53%。从融资的国内省市分布看，排名第一的是北京市，关系数为 6545 条，占比 25.69%；排名第二的是广东省，关系数为 3897 条，占比 15.30%；排名第三的是上海市，关系数为 3663 条，占比 14.38%；排名第四的是浙江省，关系数为 2183 条，占比 8.57%；排名第五的是江苏省，关系数为 2123 条，占比 8.33%。

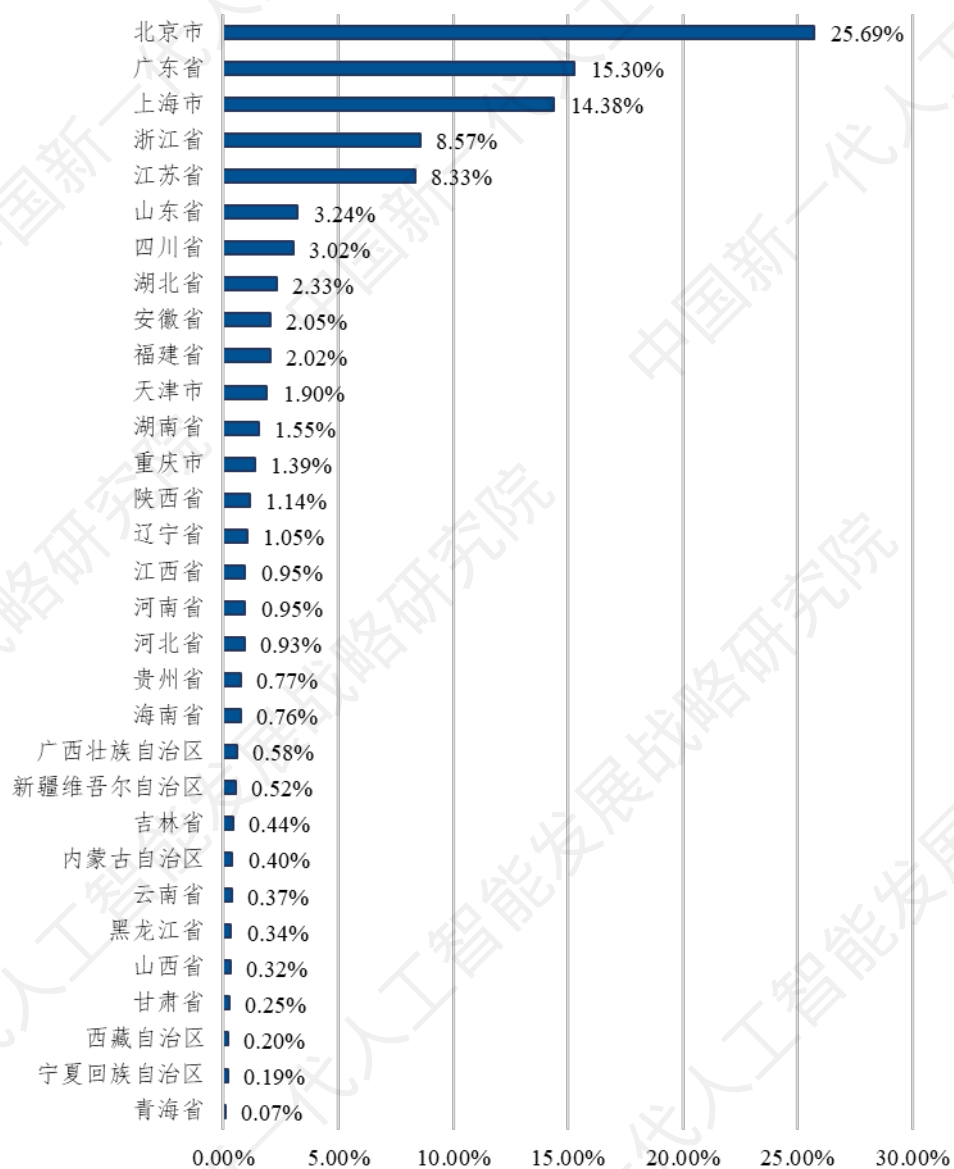


图 37 融资关系省市分布

## 六、 核心-融合产业部门技术合作

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,而且激活现有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。核心产业部门和融合产业部门的相互作用和正反馈,构成了人工智能科技产业的创新循环。

### (一)核心产业部门和融合产业部门

#### 1. 核心产业部门的技术赋能

在核心产业部门技术赋能关系中,27.46%的赋能对象是AI核心部门,72.51%的赋能对象是融合产业部门。从核心产业部门在两个产业部门技术赋能关系对比看,核心产业部门对融合产业部门的技术赋能占主导。人工智能科技产业已经走出了核心产业部门内部循环阶段,开始广泛地与实体经济深度融合。

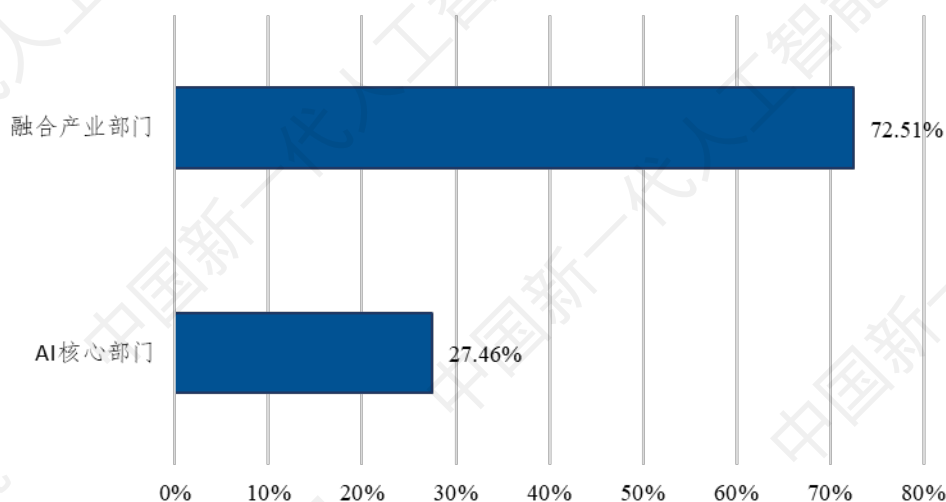


图 38 核心产业部门技术赋能关系在两个产业部门的分布

在核心产业部门对融合产业部门的技术赋能关系中,排名第一的是第三产业,占比为 78.05%;排名第二的是第二产业,占比为 21.45%;排名第三的是第一产业,占比为 0.49%。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。

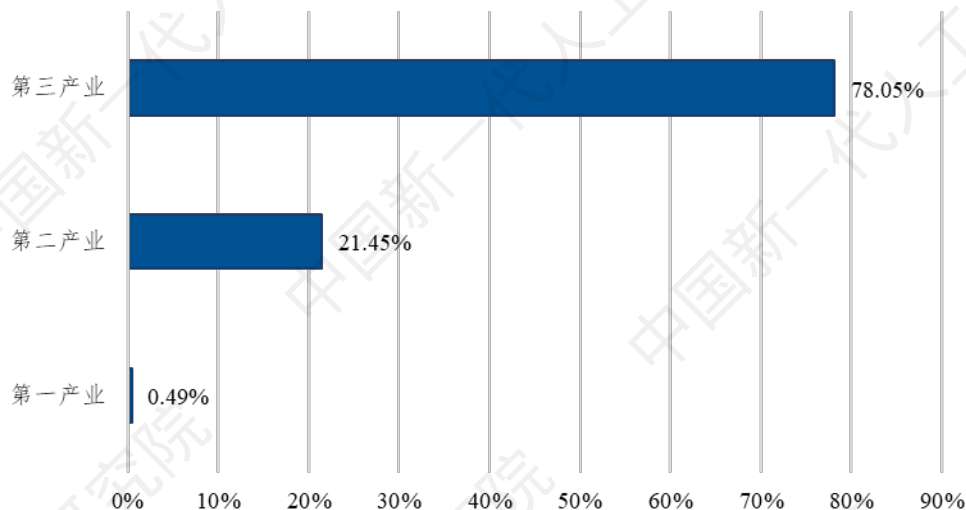


图 39 核心产业部门对三次产业的技术赋能关系

## 2. 核心产业部门的技术输入

核心产业部门的技术输入，42.44%来源于核心产业部门，57.56%来源于融合产业部门。到目前为止，人工智能技术创新主要源于核心产业部门内部的知识和技术重组。核心产业部门每一次重大技术创新，例如，5G 和区块链的出现，都会引发核心产业部门的技术创新浪潮。同时，融合产业部门的互补性创新和专用性知识积累在为核心产业部门的技术创新提供支撑的同时，推动人工智能和实体经济的深度融合发展。

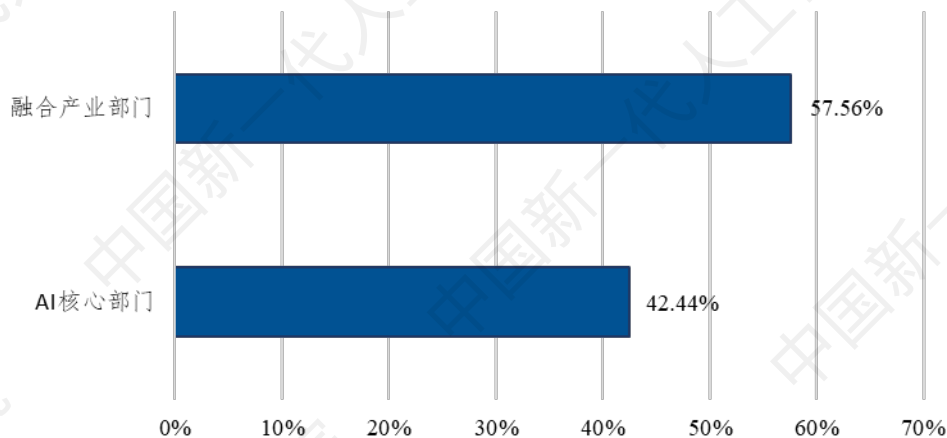


图 40 核心产业部门的技术输入来源

在融合产业部门对核心产业部门的技术赋能中，排名第一的是第三产业，占比 79.42%；排名第二的是第二产业，占比 20.41%；排名第三的是第一产业，占比为 0.71%。与核心产业部门的技术赋能相比，来自第三产业的技术输入更高。

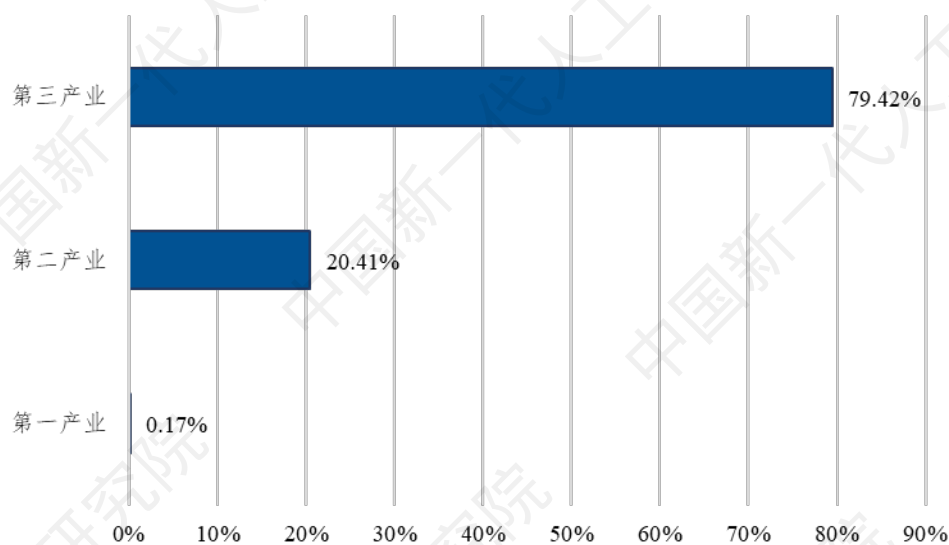


图 41 三次产业对核心产业部门的技术赋能占比

## (二)核心产业部门和第二产业

在核心产业部门与第二产业部门的技术合作关系中，核心产业部门对第二产业的技术赋能关系占比为 72.22%，第二产业对核心产业部门的技术赋能关系占比为 27.78%。在两个产业部门的技术合作中，以核心产业部门对第二产业的技术赋能为主导。

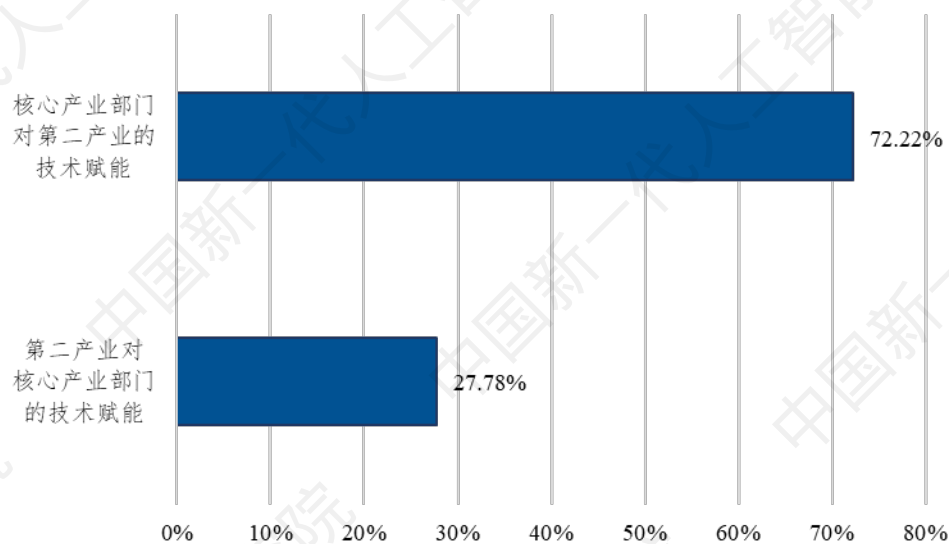


图 42 核心产业部门与第二产业部门的技术合作关系

在第二产业对核心部门的技术赋能中，排名第一的是制造业，占比 91.67%；排名第二的是建筑业，占比 4.42%；排名第三的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比 3.51%；排名第四的是采矿业，占比 0.40%。

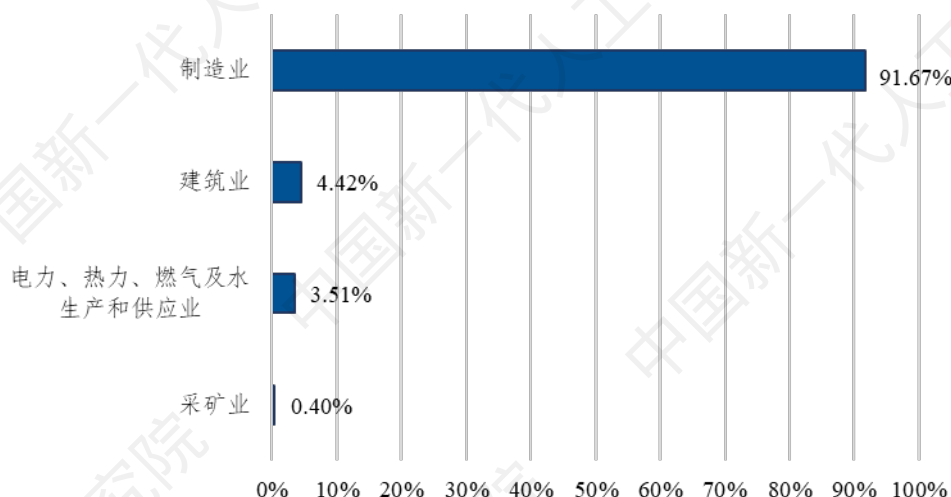


图 43 第二产业各部门对核心产业部门的技术赋能占比

在核心产业部门对第二产业技术赋能关系中，排名第一的同样是制造业，占比 87.24%；排名第二的是建筑业，占比 5.91%；排名第三的是电力、热力、燃气及水生产和供应业，占比 5.63%；排名第四的是采矿业，占比 1.22%。

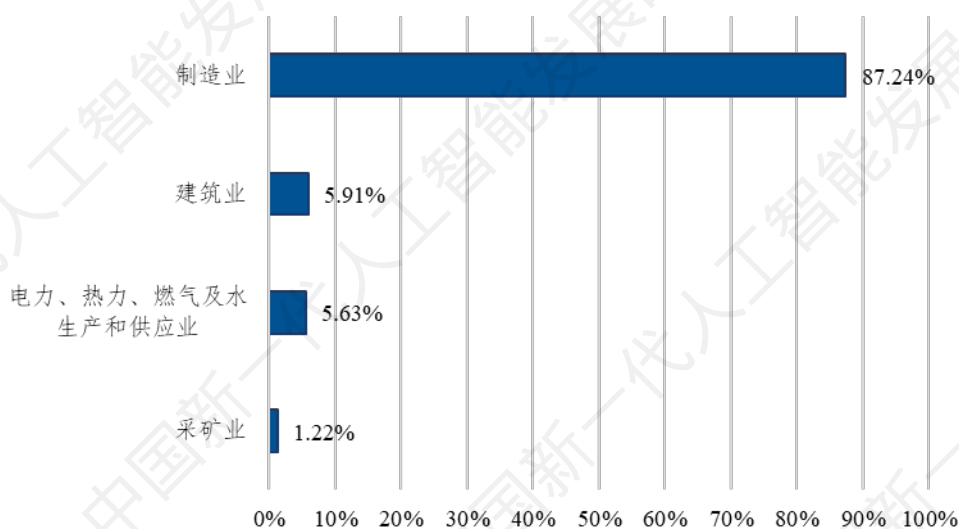


图 44 核心产业部门对第二产业各部门技术赋能占比

从核心产业竞争与第二产业各部门的技术合作看，人工智能和制造业的深度融合是人工智能科技产业发展的主导。随着 5G 为代表的新一代信息技术的创新发展，与制造业的融合发展代表了人工智能科技产业发展的方向。

### (三)核心产业部门和制造业

从核心产业部门与制造业部门的技术合作关系看，核心产业部门对制造业的技术赋能占比为 71.21%，制造业对核心产业部门的技术赋能占比为 28.79%。核

心产业部门对制造业的技术赋能是两个产业部门技术合作和互动的主导。

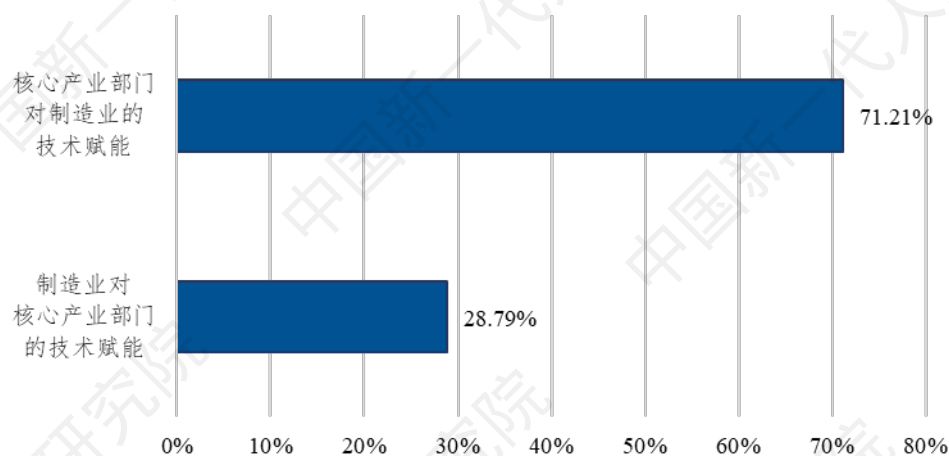


图 45 核心产业部门与制造业部门的技术合作关系

在核心产业部门与制造业各部门的技术合作关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，技术合作关系为 2073，占比 36.91%；排名第二的是汽车制造业，技术合作关系数为 1131，占比 20.14%；排名第三的是电气机械和器材制造业，技术合作关系数为 452，占比 8.05%；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，技术合作关系数 431 和 233，占比 7.67%和 4.15%。



图 46 核心产业部门和制造业各部门技术合作关系分布

在制造业对核心产业部门技术赋能关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比为 50.65%；排名第二的是汽车制造业，占比为 16.33%；排名第三的是专用设备制造业，占比 8.60%；排名第四和第五的分别是电气机械和器材制造业、通用设备制造业，占比分别为 7.73%、4.45%。

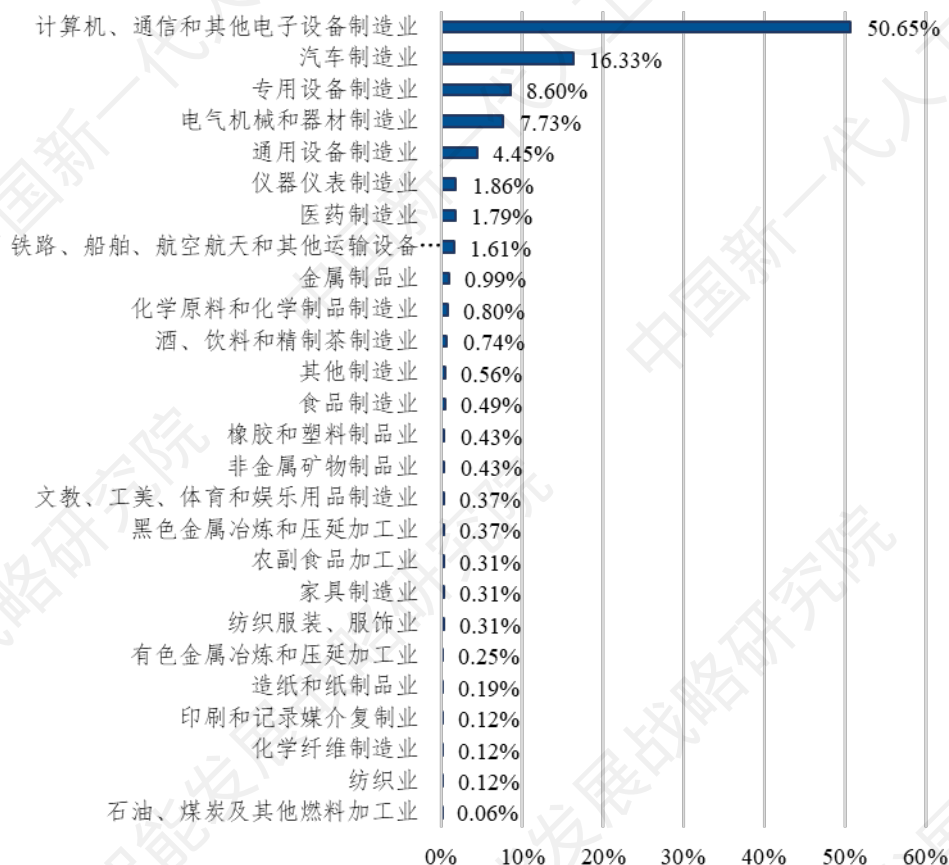


图 47 制造业对核心产业部门的技术赋能关系占比

在核心产业部门对制造业的技术赋能关系中，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比为 31.35%；排名第二的是汽车制造业，占比为 21.68%；排名第三的是电气机械和器材制造业，占比 8.18%；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 7.30%和 4.03%。

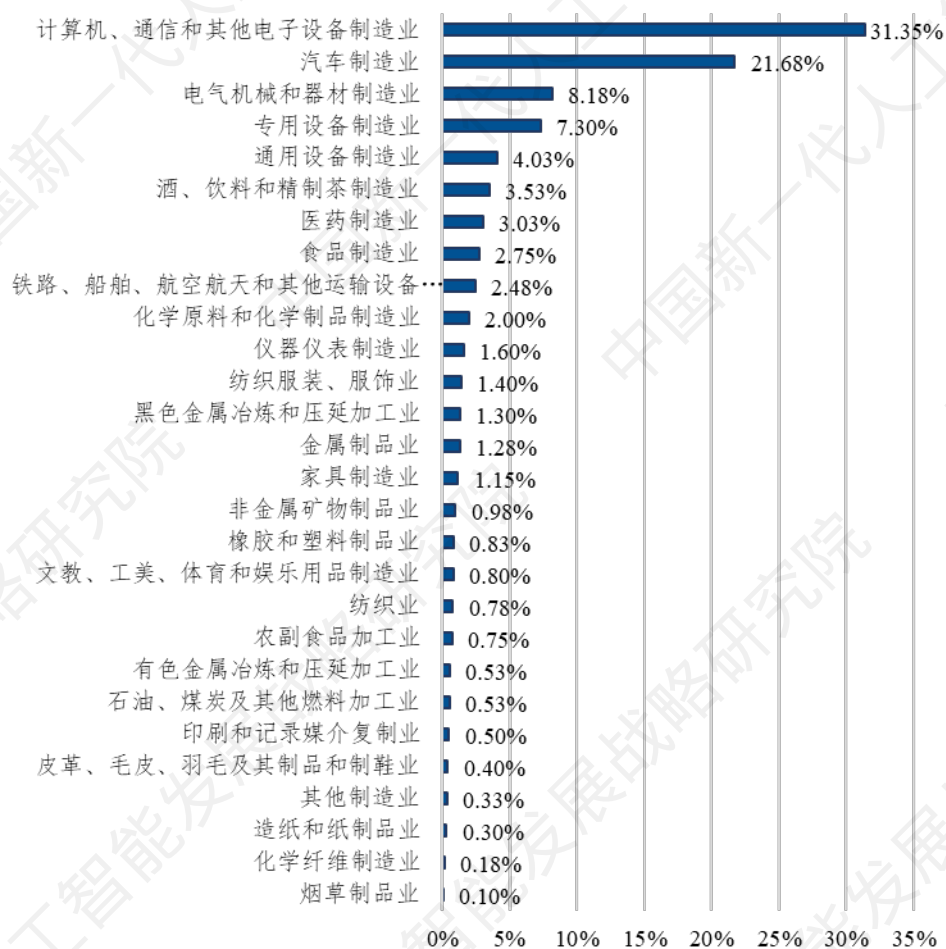


图 48 核心产业部门对制造业各部门技术赋能关系占比

#### (四)核心产业部门和第三产业

从核心产业部门与第三产业的技术合作关系看,核心产业部门对第三产业的技术赋能占比为 70.81%, 第三产业对核心产业部门的技术赋能占比为 29.19%。在两个产业部门的技术合作中,核心产业部门对第三产业的技术赋能为主导。

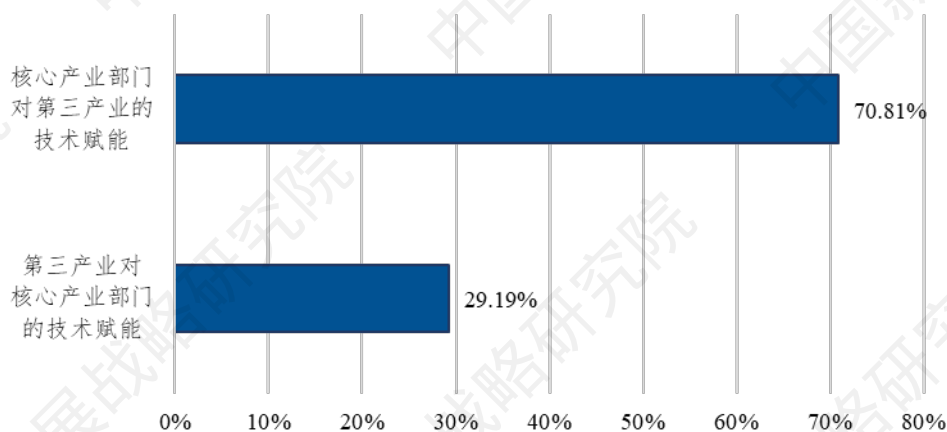


图 49 核心产业部门与第三产业部门的技术合作关系

在核心产业部门与第三产业各部门的技术合作关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，技术合作系数为 7320，占比为 31%；排名第二的是科学研究和技术服务业，技术合作系数为 5425，占比 22.97%；排名第三的是租赁和商务服务业，技术合作系数为 2395，占比 10.14%。排名第四和第五的分别是金融业、批发和零售业，技术合作系数为 2383 和 1908，占比分别为 10.03%和 8.08%。

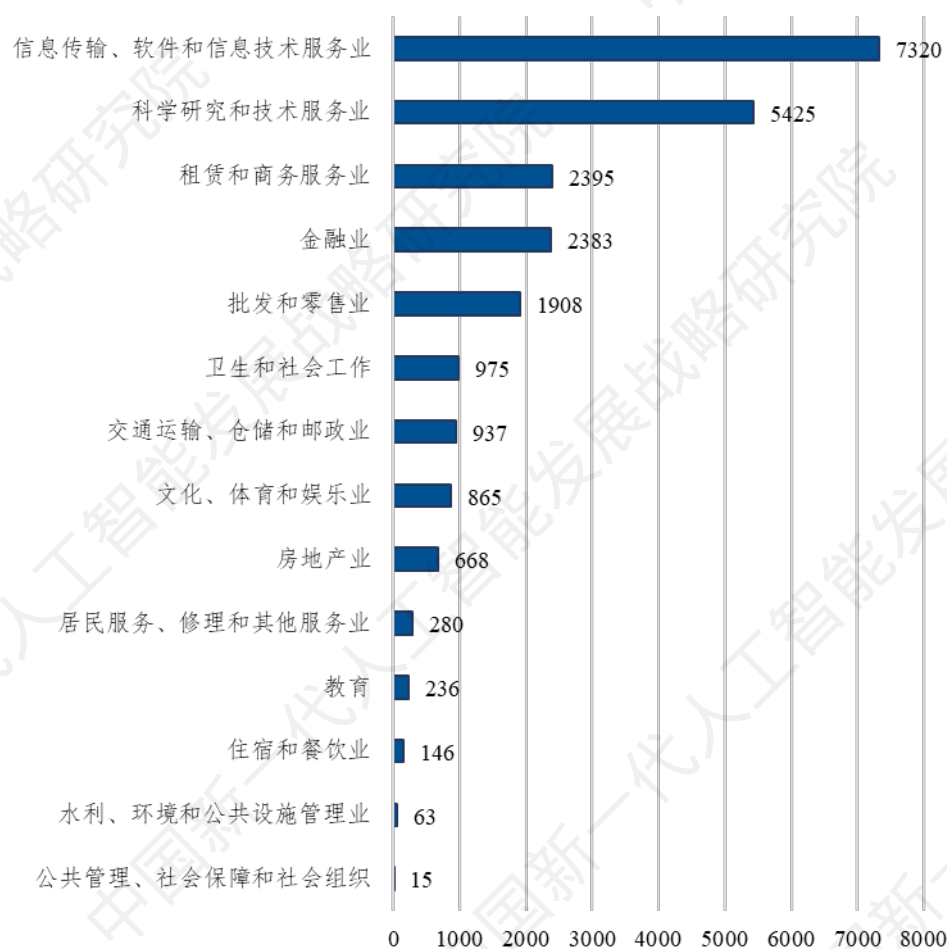


图 50 核心产业部门和第三产业各部门技术合作关系占比

在第三产业对核心产业部门技术赋能关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，占比 40.01%；排名第二的是科学研究和技术服务业，占比 28.64%；排名第三的是租赁和商务服务业，占比 8.37%；排名第四和第五的分别是金融业、批发和零售业，占比为 6.35%和 6.15%。

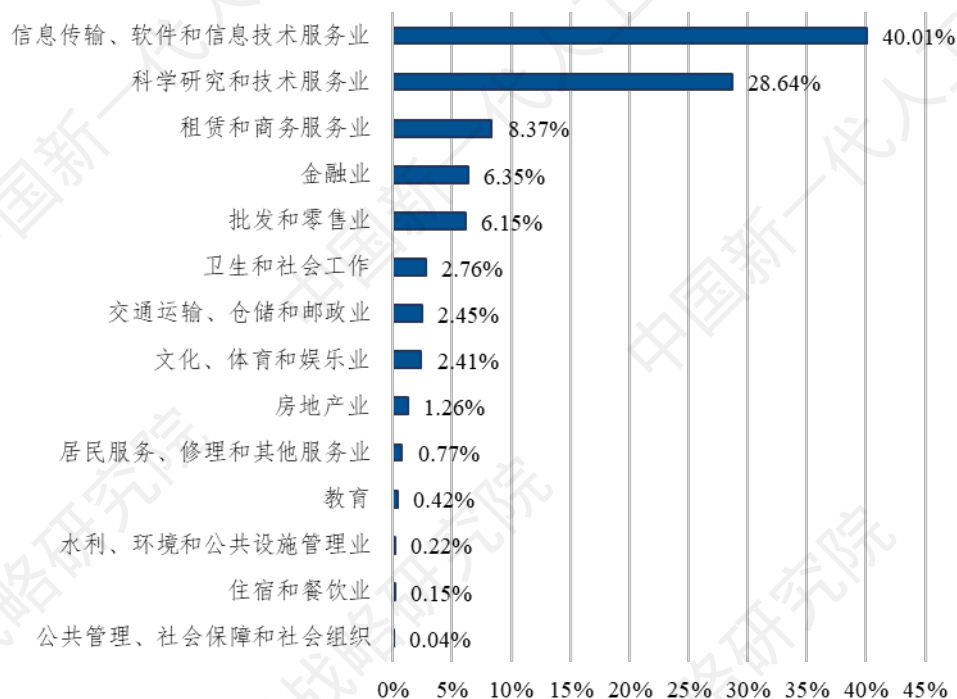


图 51 第三产业各部门对核心部门的技术赋能关系占比

在核心产业部门对第三产业的技术赋能关系中，排名第一的是信息传输、软件和信息技术服务业，占比 27.28%；排名第二的是科学研究和技术服务业，占比 20.64%；排名第三的是金融业，占比 11.63%；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 10.87%和 8.87%。

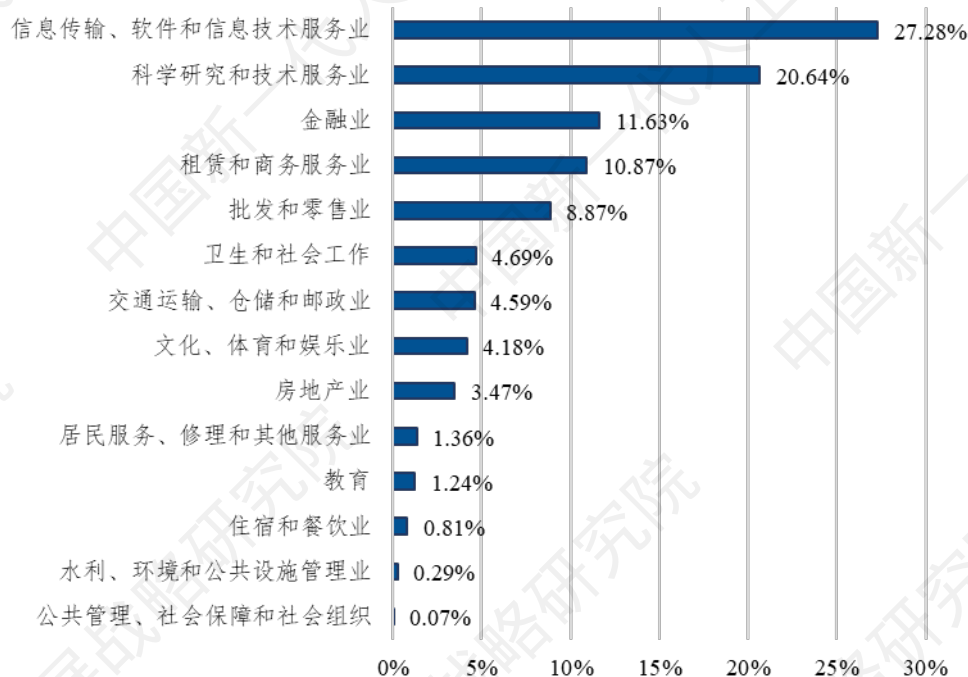


图 52 核心部门对第三产业各部门的技术赋能关系占比

## 七、 新型平台

### (一) 新型平台的产业赋能是人工智能和实体经济融合发展的推动者

联合国贸发会发布的《2019 年数字经济报告》指出，全球数字经济发展最为引人注目的是，美中两国占全球 70 家最大数字平台市值的 90%，共同发挥引领作用<sup>[1]</sup>。平台经济的发展使我国数字经济走在了世界的前沿。而人工智能技术的创新应用和新型平台的发展将进一步推动人工智能和实体经济全面融合，成为驱动经济转型和升级的新引擎。

平台源于互联网的发展，尤其是交互式互联网（Web 2.0）发展。作为网络空间的搭建者和运营者，平台首先出现在电子商务、搜索引擎、社交和众包领域。在服务线上交易活动的过程中，交易型平台实现了数据和计算的实时在线和可共享，为人工智能技术的创新和应用创造了条件。

近年来，人工智能技术的创新应用带来了平台发展的新变化。以产业赋能为导向的新型平台的出现不仅带动了人工智能和实体经济深度融合发展，而且通过网络空间产业生态的持续下移不断消除“数字鸿沟”，通过赋能创新创业活动，激活社会生产力发展潜力。新型平台来自交易型平台和创新型企业的智能化转型。其中，创新型企业属于在传统产业中具有市场优势地位的龙头企业，通过智能化改造发展为具有产业赋能功能的新型平台。交易型平台通过人工智能技术的创新应用，依托数据生态优势和子平台建设，成为垂直业务领域产业赋能者，在提供交易服务的同时，为传统产业企业提供包括品牌策划、柔性生产和客户定制在内的技术和服务。

无论是交易型平台的转型升级还是创新型企业的平台化，人工智能技术的应用都发挥着至关重要的作用。因而，新型平台是人工智能技术创新应用的结果。为了推进新型平台的发展，2019 年 8 月，科技部印发了《国家新一代人工智能开放创新平台建设指引》（简称“工作指引”），国家新一代人工智能开放创新平台建设将聚焦人工智能重点细分领域，充分发挥行业领军企业、研究机构的引领示范作用，有效整合技术资源、产业链资源和金融资源，持续输出人工智能核心研发能力的重要创新载体。从“工作指引”的要求看，人工智能开放创新平台建设的主要目标是为实体经济进行产业赋能，属于典型的新型平台。

2017 年 11 月，科技部公布第一批国家新一代人工智能开放创新平台建设名单。其中，依托百度公司建设自动驾驶国家新一代人工智能开放创新平台；依托阿里云公司建设城市大脑国家新一代人工智能开放创新平台；依托腾讯公司建设医疗影像国家新一代人工智能开放创新平台；依托科大讯飞公司建设智能语音国家新一代人工智能开放创新平台。

2018 年 9 月，科技部宣布依托商汤集团建设智能视觉国家新一代人工智能开放创新平台。2019 年 8 月，科技部公布第二批国家新一代人工智能开放创新

<sup>[1]</sup> UNCTAD. Digital Economy Report 2019. <https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2019>.

平台，依托上海依图网络科技有限公司建设视觉计算平台，依托上海明略人工智能（集团）有限公司建设营销智能平台，依托华为技术有限公司建设基础软硬件平台，依托中国平安保险（集团）股份有限公司建设普惠金融平台，依托杭州海康威视数字技术股份有限公司建设视频感知平台，依托北京京东世纪贸易有限公司建设智能供应链平台，依托北京旷视科技有限公司图像感知平台，依托北京奇虎科技有限公司建设安全大脑平台，依托北京世纪好未来教育科技有限公司建设智慧教育平台，依托北京小米移动软件有限公司建设智能家居平台。

从建设和发展的实践看，人工智能开放创新平台是新型平台。通过通用技术创新和产业赋能，人工智能开放创新平台建设的目标是推动人工智能和实体经济深度融合发展。通过对 15 家国家级人工智能开放创新平台产业赋能情况的分析，能够认识新型平台发展的现状和趋势，为发展平台经济和推动智能经济发展提供理论支撑。

从技术输入和赋能关系的结构看，在通用技术和传统产业融合发展过程中 15 家人工智能开放创新平台扮演着“结构洞”的角色。<sup>[1]</sup>一方面，15 家人工智能开放创新平台通过与大学、科研院所和其他企业的技术输入实现通用技术创新和集成；另一方面，15 家人工智能开放创新平台为传统产业的智能化提供技术、解决方案和其他服务。

## （二）新型平台产业赋能的机制

15 家人工智能开放创新平台产业赋能的机制主要包括：

首先，人工智能开放创新平台通过建设和发展子业务平台的方式满足产业智能化需求。平台的子业务平台创建初始动因往往来自平台内部业务的智能化发展需求。例如，阿里云、腾讯云和京东云。在通过技术创新和集成满足内部业务发展需求同时，子业务平台进一步通过产业赋能满足外部产业智能化的需求。在创建之初，阿里云主要服务于淘宝和天猫不断增长的数据存储和计算需求。在技术成熟之后，服务对象逐步涵盖包括智慧城市、智能交通、新零售、新媒体和数字内容、共享出行和智能制造在内的诸多产业领域。

其次，依托现有的子业务平台，人工智能开放创新平台在垂直领域为传统产业赋能。与新建的包括云计算在内的子业务平台不同，人工智能开放创新平台还通过现有子业务平台的智能化改造对传统产业进行垂直赋能。在阿里巴巴电子商务业务发展过程中，形成了淘宝、天猫和 1688 三个电子商务子业务平台。其中，1688 是阿里巴巴的线上内贸批发平台。经过 20 多年的发展，1688 的批发业务覆盖全国 172 个一级产业带。2020 年 3 月 25 日，阿里巴巴旗下淘宝特价版正式上线。通过整合淘宝和 1688 子业务平台的技术和市场资源，淘宝特价版的目标是建设全球首个以 C2M 定制商品为核心业务的新平台。依托电商平台长期积累的数字化赋能能力，在上线三个月之后就聚集了全国 145 个产业带和 120 万个产业带商家，通过供给和需求的直接对接实现生产组织方式的创新，为中小制造企业

<sup>[1]</sup> “结构洞”是社会网络理论中的概念，在伯特看来，“结构洞”是指能够将无直接联系的两者之间连接起来的第三者。作为“结构洞”的第三者往往拥有信息和控制优势。参见：[美] 伯特：《结构洞：竞争的社会结构》，上海格致出版社，2008 年出版。

转型升级创造条件。

第三，适应产业智能化需求，人工智能开放创新平台通过创建开源创新平台的方式赋能传统产业。与阿里云和淘宝特价版子业务平台的创建不同，为了赋能传统产业，人工智能开放创新平台通过创建开源创新平台的方式推动人工智能和传统产业的深度融合。包括阿里巴巴、百度、京东和华为在内的人工智能开放创新平台纷纷布局无人驾驶和车联网产业，通过开源创新平台的建设构建产业生态系统，推动汽车产业的智能化和网络化发展。2017年，阿里搭建了“Alios”，把车联网和物联网作为主攻方向，通过开源创新平台的搭建，推动平台及其软件与汽车硬件的结合。华为通过开源创新平台打造产业创新生态把5G和物联网技术应用于无人驾驶和车联网产业。2019年8月，在《HUAWEI HiCar生态白皮书》中，华为发布通过HiCar系统联通手机、汽车和其他智能设备的技术路线图。2020年5月，华为联合一汽集团（一汽红旗、一汽奔腾、一汽解放）、长安汽车、东风集团（东风乘用车、东风小康）、上汽集团（上汽乘用车、上海通用五菱）、广汽集团（广汽新能源）、北汽集团（北汽新能源）、比亚迪、长城汽车、奇瑞控股、江淮汽车、宇通（客车）、赛力斯、南京依维柯、T3出行等首批18家车企，正式发布成立“5G汽车生态圈”。<sup>[1]</sup>自2019年4月华为发布全球首款5G车载模组MH5000以来，华为先后向生态圈合作伙伴和汽车企业提供了5G车载模组MH5000、5G车载终端T-Box平台等产品和技术，支持5G汽车和5G+C+V2X智能网联应用创新。

最后，15家人工智能开放创新平台通过赋能开发者的方式推动产业智能化发展。为了加速推动通用技术向实体经济的渗透，平台通过创建开发者社区的方式赋能开发者，进而实现产业赋能。与交易型平台的开发者主要集中在核心部门不同，人工智能开放创新平台的开发者广泛分布在核心和融合产业部门。“平台+开发者”产业赋能方式不仅能够推动交易型平台向产业赋能型平台的升级，而且能够带动传统产业创新型企业的智能化转型。例如，截至2020年10月，科大讯飞的开发者团队人数达到157万人。通过开发者的技术开发活动，实现了科大讯飞语音识别技术在教育、汽车和交通等领域的广泛应用。

基于15家人工智能开放创新平台产业生态价值网络关系数据的量化分析，本报告的主要结论是，随着人工智能技术的创新应用，以产业赋能为主导的新型平台正在涌现。新型平台来自交易型平台和创新型企业的智能化转型和升级。尤其是作为传统产业的龙头企业，创新型企业智能化转型为新型平台，将成为产业智能化的关键推动者。因而，新型平台的出现是人工智能技术创新应用的产物。

数据、算力和算法是人工智能创新应用的三个基本构成要素。新型平台形成和产业赋能的前提和基础是垂直业务领域数据生态、计算能力和算法的形成和迭代。其中，数据生态、计算能力和算法资源的专用性程度决定着新型平台产业赋能的深度和广度。因而，新型平台在推动垂直业务领域数据生态、计算能力和算法资源领域的互补性创新和专用性技术积累的程度，决定着人工智能和实体经济深度融合的实际进程。而新型平台的发展和对实体经济的赋能能力，又是决定城

<sup>[1]</sup> 参见：华为携手首批18家车企成立“5G汽车生态圈”，  
<https://www.huawei.com/cn/news/2020/5/5g-car-eco>

市、区域和国家经济转型升级的关键因素。

新型平台的出现意味着平台经济发展步入新阶段。以交易型平台及其市场属性为分析对象的“双边市场”理论面临来自实践的挑战。对平台市场和企业“双重”属性和产业赋能机制的考察，将成为平台经济理论发展的方向。尤其是对新型平台企业属性、产业赋能功能和机制的理论认识，为制定和改善平台发展和治理策略提供了新的理论指导。

## 八、 人工智能新型研发机构

作为通用目的技术,人工智能科技创新不仅具有学科交叉和应用场景广泛特征,而且涉及技术和社会“双重”属性。为了推进人工智能和实体经济的深度融合,需要在基础研究、应用开发和规模生产(应用)之间加速建立创新循环。适应产业智能化需求,构建政产学研协同创新的新型研发机构成为加快人工智能科技产业发展的重要战略举措,是科技体制改革的方向。

以产业需求为导向,通过政产学研用协同创新,新型研发机构是推进从基础研究到应用开发再到规模生产形成创新循环的创新网络组织和风险分摊机制。2017 年国家《新一代人工智能发展规划》发布以来,以北京市、上海市、广东省、江苏省和浙江省为代表的人工智能发展前沿地区,先后出台政策创建和支持新型研发机构开展人工智能领域共性关键技术的研发和产业化,推进人工智能科技产业的发展。

为了响应国家发展人工智能战略,北京市聚焦高端芯片和基本算法领域,布局一批新型研发机构推进人工智能科技创新和产业发展。其中,北京智源人工智能研究院和北京量子信息科学研究院是人工智能基础研究领域的代表。上海市在人工智能领域先后布局建设了近 10 家人工智能领域新型研发机构。其中的代表是上海期智研究院和上海树图区块链研究院。依托人工智能小镇,浙江省重点建设包括之江实验室、阿里巴巴达摩院(杭州)科技有限公司、西湖大学(浙江西湖高等研究院)、北京航空航天大学杭州创新研究院、浙江大学杭州国际科创中心、浙江省北大信息技术高等研究院、华为杭州研究所和中电海康研究院(中电海康集团有限公司)在内的新型研发机构。

与其他省市相比,广东是最早建设新型研发机构的地区。1996 年 12 月,深圳市政府和清华大学联合创建的深圳清华大学研究院被称为我国第一家新型研发机构。深圳清华大学研究院致力于清华大学的科技成果转化,服务于深圳市社会经济发展,开启了中国新型研发机构建设和发展的先河。近年来,为了推动人工智能科技创新和产业发展,广东省不仅创建了以鹏城实验室和深圳人工智能与机器人研究院为代表的人工智能领域新型研发机构,而且支持现有的新型研发机构开展人工智能科技创新。尤其是把人工智能与广东优势产业的深度融合发展作为突破口,通过大力发展新型研发机构推动人工智能科技产业发展走在了全国前列。

在广东省正式公布的 275 家新型研发机构中,存在人工智能产业赋能关系的机构数为 120 家。其中 44 家<sup>[1]</sup>人工智能产业赋能关系相对密集,占 120 家机构全部人工智能产业赋能关系数的 80%。同时,结合 2017-2019 年广东省设立的广

---

<sup>[1]</sup> 样本选择的代表性:首先对广东省 275 家新型研发机构的数据进行采集,其次根据所得到的数据进行初步统计得到有 120 家新型研发机构在数字经济与实体经济融合中发挥作用,然后对 120 家新型研发机构采集的数据进行分析判断,最终选取 44 家新型研发机构作为研究对象,这 44 家新型研发机构所采集的有效数据占 120 家新型研发机构采集全部有效数据的 80%以上,具有一定的代表性。

东省级实验室和深圳市新型基础研究机构名单,进一步筛选出 8 家与人工智能直接相关且关系数据较为密集<sup>[1]</sup>的机构为样本。它们分别为深圳市人工智能与机器人研究院、深圳量子科学与工程研究院、深圳数字生命研究院、深港脑科学创新研究院、鹏城实验室、人工智能与数字经济广东省实验室(深圳)、人工智能与数字经济广东省实验室(广州)和深圳市大数据研究院。因而,报告选取 52 家作为样本考察新型研发机构在推进人工智能和实体经济深度融合发展中的作用和机制。

从 52 家新型研发机构涉及的人工智能应用领域看,24 家新型研发机构(占比 46.15%)主要专注于人工智能某一特定领域进行科技创新;28 家新型研发机构(占比 53.85%)的人工智能赋能领域是多元化的。为了更好地考察 52 家新型研发机构人工智能产业赋能情况,本报告将新型研发机构划分为综合型和专业型两类。其中,综合型是指在两个或多个产业应用领域赋能的新型研发机构,专业型则是指仅在一个产业领域赋能的新型研发机构。

深圳的新型研发机构以综合型为主,综合型占比 72.22%。广州的新型研发机构则以专业型为主,专业型占比 52.94%。综合型新型研发机构主要为事业单位性质,占比 85.71%,大部分由高校、科研院所和政府共建。专业型新型研发机构主要为企业性质,占比 50%,由企业自建或政府、高校、科研院所与企业共建。其中,专业型新型研发机构的产业赋能领域以创建企业所在行业为主,在产业智能化中发挥着引领作用。<sup>[2]</sup>

在广东省 52 家新型研发机构人工智能技术合作关系中,技术输入和技术赋能关系系数占比分别为 37.37%和 62.63%。其中,综合型新型研发机构的技术输入和技术赋能关系系数占比分别为 17.49%和 35.40%,专业型新型研发机构的技术输入和技术赋能关系系数占比分别为 19.88%和 27.23%。无论从总体样本还是从分类样本看,技术赋能关系系数占比均高于技术输入关系系数,其中,综合型新型研发机构的技术赋能关系系数高于专业型新型研发机构。<sup>[3]</sup>

图 53 描述了广东省新型研发机构人工智能技术赋能对象的分布情况。其中,新型研发机构技术赋能对象主要是企业和政府,技术赋能关系系数占比分别为 65.95%和 19.67%。从技术赋能企业类型看,广东省新型研发机构对人工智能企业技术赋能关系系数占比为 38.60%,对传统企业技术赋能关系系数占比为 61.40%。广东省新型研发机构对传统企业的技术赋能关系系数占比明显高于人工智能企业。因而,广东省新型研发机构人工智能技术赋能更侧重于产业智能化。

<sup>[1]</sup>由于 8 家机构或实验成立时间较晚,尚处于初步发展阶段,根据关系数据的采集情况,其中人力资本数据较为丰富,因而这些机构主要以技术输入为主。

<sup>[2]</sup>例如,成立于 2013 年 1 月的广东三维家信息科技有限公司,聚焦大家居产业,通过云计算、大数据和 AI 人工智能等多项核心技术,以信息化、数字化为基础,为大家居产业提供云软件解决方案,服务网点已覆盖国内外 100 多个城市。三维家以 C++为底层开发语言,以 3D 家居云设计系统、3D 家居云制造系统、数控系统为核心,开发贯穿家居设计、营销、生产、管理全流程的软件系统,链接行业数字化生态全链路,为大家居产业提供前后端一体化解决方案,让家居设计更便捷更真实,让家居生产更精准更高效,帮助企业降本增效,推动家居产业数字化升级。

<sup>[3]</sup>实际调查表明,专业型新研发机构的技术赋能关系系数小于综合型新型研发机构的主要原因,是前者的产业赋能更多地表现为产业智能化赋能,尚处于专用性技术积累期。

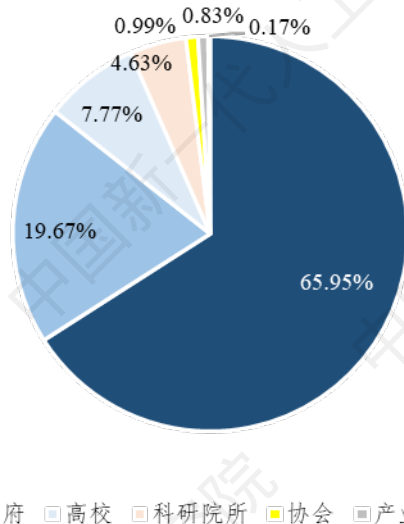


图 53 广东省新型研发机构技术赋能关系节点类型占比

图 54 描述了广东省新型研发机构人工智能技术合作的应用领域分布。其中，排名第一的是智能制造，占比为 24.73%；排名第二的是智慧医疗，占比为 22.64%；排名第三至第五的分别是智慧城市、智能家居和智慧交通，占比分别为 14.62%、13.41%和 8.35%。在智能制造领域，排名前三的技术类别为大数据与云计算、物联网和智能机器人。在智慧医疗领域，排名前列的技术类别是大数据与云计算、计算机视觉。

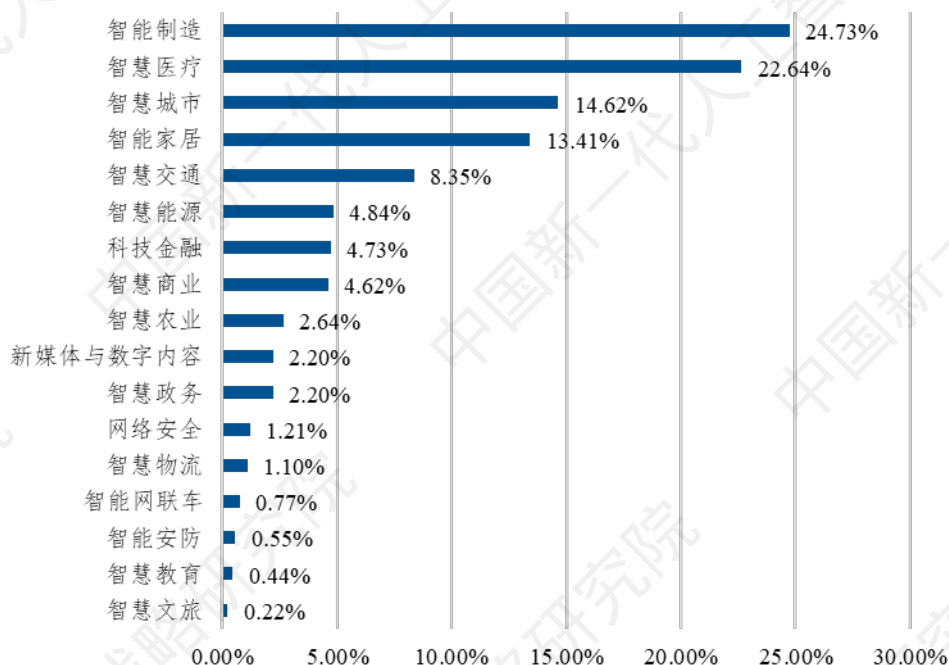


图 54 广东省新型研发机构技术合作关系的应用领域分布

## 九、农村网络空间产业生态

随着人工智能技术的创新应用，平台主导的网络空间产业生态下移不断突破地理空间对资源优化配置的限制，为广大农村地区经济社会发展带来了新机遇。2018 年以来，基于网络空间的农村产业生态系统的形成和发展拓展了农村地区中小企业和个体经营者的生存和发展环境，激活了社会生产力发展潜力，通过降低产品展示、营销、交易和物流成本，创造出新的就业和创业机会，不断提高中低收入人群的收入水平，助力脱贫攻坚，为乡村振兴战略的进一步实施创造了条件。

随着人工智能的创新应用，新型平台的涌现为网络空间产业生态下移创造了条件。新型平台基于移动互联网和人工智能技术应用。其中，移动互联网的发展和智能手机的普及降低了中低收入人群“触网”成本。而人工智能技术的创新应用实现了产品和服务交易的精准匹配。2016 年以来，新型平台主导的网络空间产业生态发展的重要趋势就是向农村下移。在网络长尾效应的作用下，网络空间产业生态的持续下移带动网络从业者和新个体户的指数级增长。

在消费互联网领域，新型平台主要包括两类：一类是以淘宝特价版和京东厂直优品计划在内的传统电商平台转型升级而来的新型平台；另一类来自新的 APP 的快速发展。例如，拼多多、抖音、快手和微信。其中，新电商平台在创建开始就重视人工智能技术的应用，以智能手机为入口，以社交为手段，是平台主导的网络空间产业生态持续下移的关键推动者。中国互联网络信息中心的统计资料显示，截至 2020 年 6 月，我国国内市场上监测到 359 万款 APP（Application，移动互联网应用），移动应用规模排在前四位的 APP 种类为游戏、日常工具、电子商务和生活服务类，占比达到 58.6%。<sup>[1]</sup>其中，具有市场活动度的 APP 是新型平台的主要来源。

与传统电商在创建之初立足于商业模式创新不同，新型电商强调技术驱动。例如，2015 年 9 月创建的拼多多，从创建之初就强调自己属于技术驱动型公司，通过人工智能技术的创新应用成长为国内移动互联网主流电子商务公司。拼多多 2018 年年报显示，在公司 3683 名员工中，工程师数量超过 1800 人，占 48.9%。2018 年拼多多投入研发经费为 11.16 亿元，较 2017 年同比增长 764%。其中，主要技术研发领域为分布式人工智能技术。与传统电子商务企业在转型升级过程中更多地布署集中式人工智能<sup>[2]</sup>不同，拼多多的商业模式主要基于分布式人工智能满足消费者的个性化需求。因为商业模式创新源于分布式人工智能的创新应用，拼多多被定义为人工智能公司。

作为今日头条孵化的一款音乐创意类短视频社交软件，自 2016 年 9 月 20 日上线至今，依赖在人工智能技术领域的创新应用，抖音已经发展为具有娱乐和电子商务功能的新型平台。抖音的海外版 Tik Tok 发展迅猛，已经覆盖了全球 150

<sup>[1]</sup> 中国互联网络信息中心. 第 46 次中国互联网络发展状况统计报告[R], 2020.9.

<sup>[2]</sup> 集中式人工智能是指把所有数据汇聚在平台，通过算法从数据中找寻模式为消费者服务的方式。

个国家和地区，75 种语言，在 40 多个国家和地区的应用商店下载排名中都名列前茅。为了推动人工智能技术的创新发展，抖音的母公司字节跳动创建人工智能实验室(AI Lab)，为包括抖音在内的平台提供人工智能技术支持。字节跳动人工智能实验室的基础研究领域包括计算机视觉、自然语言处理、机器学习、语音&音频处理、数据&知识挖掘、计算机图像学、系统&网络、信息安全以及工程&产品。强大的人工智能研发能力是抖音新型平台快速发展的关键。

在人工智能技术的推动下，微信已经从一个社交平台发展为具有交易和产业赋能功能的新型平台。尤其是对于农村中低收入人群而言，相比较其他平台，微信获取流量的成本最低。同时，充分利用社交领域的粘着度，微信同时是转化成本最低的平台。腾讯 2020 年第一季度的财报显示，2020 年第一季度，腾讯的营收突破 1000 亿，达到 1080.7 亿元，同比增长 26.5%。其中，包括微信小程序在内的数字商业业务的发展成为腾讯业务的新增长点。

随着人工智能技术的创新应用，2016 年以来，新型平台快速涌现，出现在涵盖消费者衣食住行在内的诸多垂直领域，在使消费者享受便捷服务的同时，为中低收入人群创造了大量的就业和创业机会。同时，新型平台的出现带动了基于传统电商发展的网络空间产业生态的规模扩张和体系的完善，不仅能够服务城市居民和创业者，而且能够服务农村居民和创业者，成为消费互联网升级的关键推动力量。

2018 年以来，网络空间产业生态下移通过激活社会生产力发展潜力，为农村地区中小企业和个体经营者带来了新的发展机遇。这种激活作用集中表现在以下几个方面：

(1) 网络空间产业生态下移，进一步打通了产品和服务的下行和上行通道，为农村地区中小企业和个体经营者的新发展创造了条件。对于农村后发和贫困地区的中小企业和个体经营者而言，实现成长和发展的关键是市场规模的扩张。而线上展示和交易突破了物理空间市场对农村企业和个体经营者规模扩张的限制。一方面，线上展示和销售，尤其是利用私域流量的展示和销售能够极大降低企业和个体经营者的营销成本；另一方面，通过线上大数据分析能够精准把握市场需求的变动情况。生产和需求的精准匹配使中小企业和个体经营者能够基于多品种和小批量生产组织方式，实现市场规模扩张和盈利水平提高。

(2) 服务要素的在线化使远离城市的农村中小企业和个体经营者获得优质服务要素。尤其是农村后发和贫困地区的中小企业和个体经营者能够在线上获得包括研发设计、品牌服务和营销策划等方面的知识密集型服务，不断提高产品质量和档次，改善生产效率，提高企业和产业的市场竞争力。

(3) 线上和线下的融合发展，为农村后发和贫困地区创造了新的就业和创业机会。网络空间产业生态下移推动了线上线下的融合发展。从服务要素线上线下融合的情况看，服务要素的在线化一方面实现了本地优质服务要素的线上化，可以为其他农村地区企业和个体经营者提供服务；另一方面通过线上服务要素线下化，线上优质服务商可以通过在当地设立线下企业的方式，为后发和贫困地区中小企业和个体经营者提供优质服务。无论是线下服务要素的线上化还是线上服务要素的线下化，都会在带动当地就业和创业的同时，不断完善当地服务要素市

场和提高服务水平。同时，服务要素线上线下融合发展，为农村后发和贫困地区创业活动提供了便利，激发了当地居民创业致富的热情。

（4）网络空间产业生态系统通过组织扁平化，实现物流系统线上线下融合，不断降低物流运输成本，减轻了交通区位因素对后发和贫困地区企业和产业发展的制约。网络空间物流服务生态的下移，通过为农村后发和贫困地区企业和产业发展提供货物运输供求信息支持，实现产供销精准匹配。同时，物流运输服务生态线上线下融合通过组织扁平化，在赋能线下交通运输单元的过程中，不仅降低了运行成本，而且创造了新的创业和就业机会。

（5）网络空间产业生态下移不仅能够促进后发和贫困地区工农业发展，而且能够促进文化旅游产业发展。对于后发和贫困地区而言，文化旅游业对经济社会发展具有很强的带动作用。网络空间产业生态下移不仅使消费者能够更好地了解和利用当地旅游资源，而且能够为消费者带来更好的休闲旅游体验。

（6）促进了生产的专业化、品质化和品牌化。服务要素线上线下融合，提高了后发和贫困地区中小企业和个体经营者产品的品质。改革开放以来，我国大部分制造业中小企业通过委托加工生产方式参与国际竞争，对跨国公司供应链的过度依赖导致企业品牌化不足。而网络空间产业生态下移为农村中小企业和个体经营者实施品牌战略，积极参与国内循环和国际国内双循环创造了条件。而产品品质和品牌价值的提升，将带动企业市场规模扩张和专业化生产水平的提高。

## 十、 产业智能化

产业智能化是产业互联网发展的结果，表现为产品的智能化和生产过程的智能化。与京津冀和长江三角洲地区人工智能科技产业的发展不同，珠江三角洲地区人工智能科技产业的发展以硬科技为主导。包括深圳市、广州市、东莞市、珠海市和佛山市在内的珠江三角洲城市群是我国最重要的制造业基地，尤其是在电子信息、电器机械、石油化工、纺织服装和汽车制造领域具有明显的竞争优势。2019年，广东省规模以上制造业企业接近5万家，制造业增加值达到3.06万亿元，位居全国第一。<sup>[1]</sup>在全国41个工业大类中，广东省拥有40个，是我国制造业门类最多，产业最为完整，配套设施最为完善的省份之一。

沿着产品智能化和生产智能化两个维度，珠江三角洲地区在人工智能和实体经济的深度融合发展上走在了全国前列。在电子信息和汽车产业领域，产品智能化和生产智能化都表现出较高的融合度。而在电器机械、石油化工和纺织服装产业领域，人工智能和产业的融合发展主要表现为生产的智能化。

基于广东省579家人工智能企业和广州市32家汽车产业智能化企业为样本，通过属性和关系数据量化分析，考察广东省人工智能科技产业发展的前沿进展。

在广东省579家人工智能企业应用领域分布中，排名第一的是企业技术集成与方案，占比15.54%；排名第二和第三的是智能硬件和智能机器人，占比均为13.3%。排名第四和第五的分别是智能商业和零售、智能制造，占比分别为10.36%和6.56%。与产业智能化相关的智能硬件、智能机器人、智能制造、智能商业和新零售是广东省人工智能科技产业发展的重点领域。

<sup>[1]</sup> 广东公布20个战略性新兴产业集群行动计划，广州日报，2020-09-28。

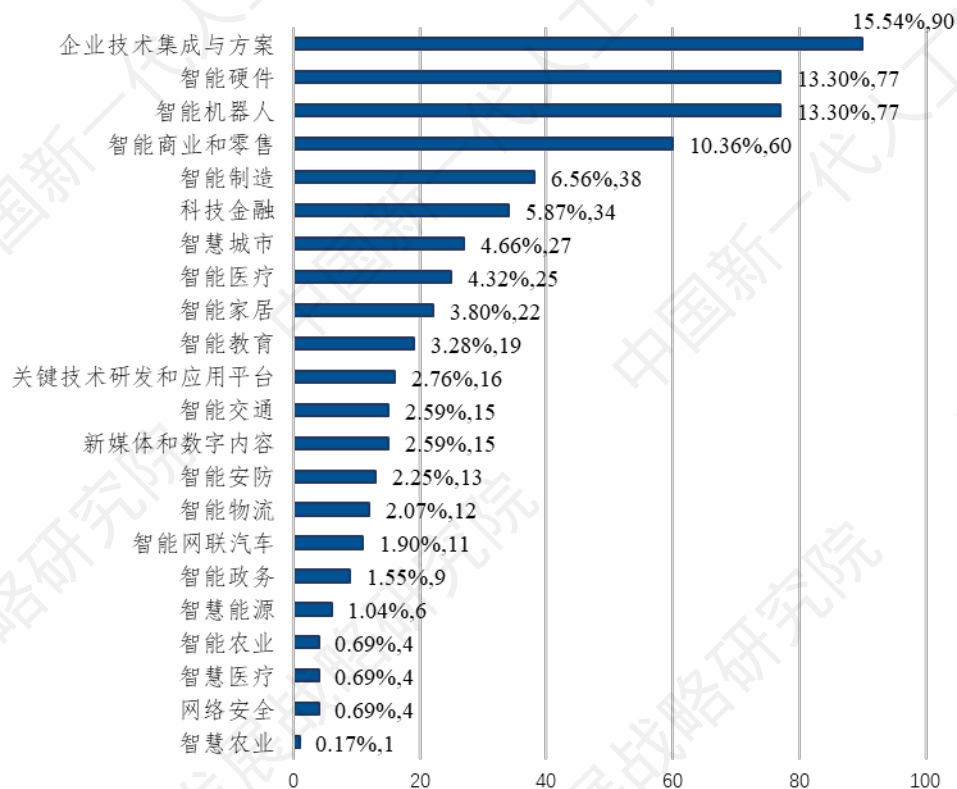


图 55 广东省人工智能企业的应用领域分布

从 579 家人工智能企业技术赋能的应用领域看，排名第一的是智慧城市，占比 15.65%；排名第二的是智能制造，占比 10.8%；排名第三的是智慧商业，占比 9.69%；排名第四和第五的分别是科技金融和智慧医疗，占比分别为 7.73%和 6.75%。

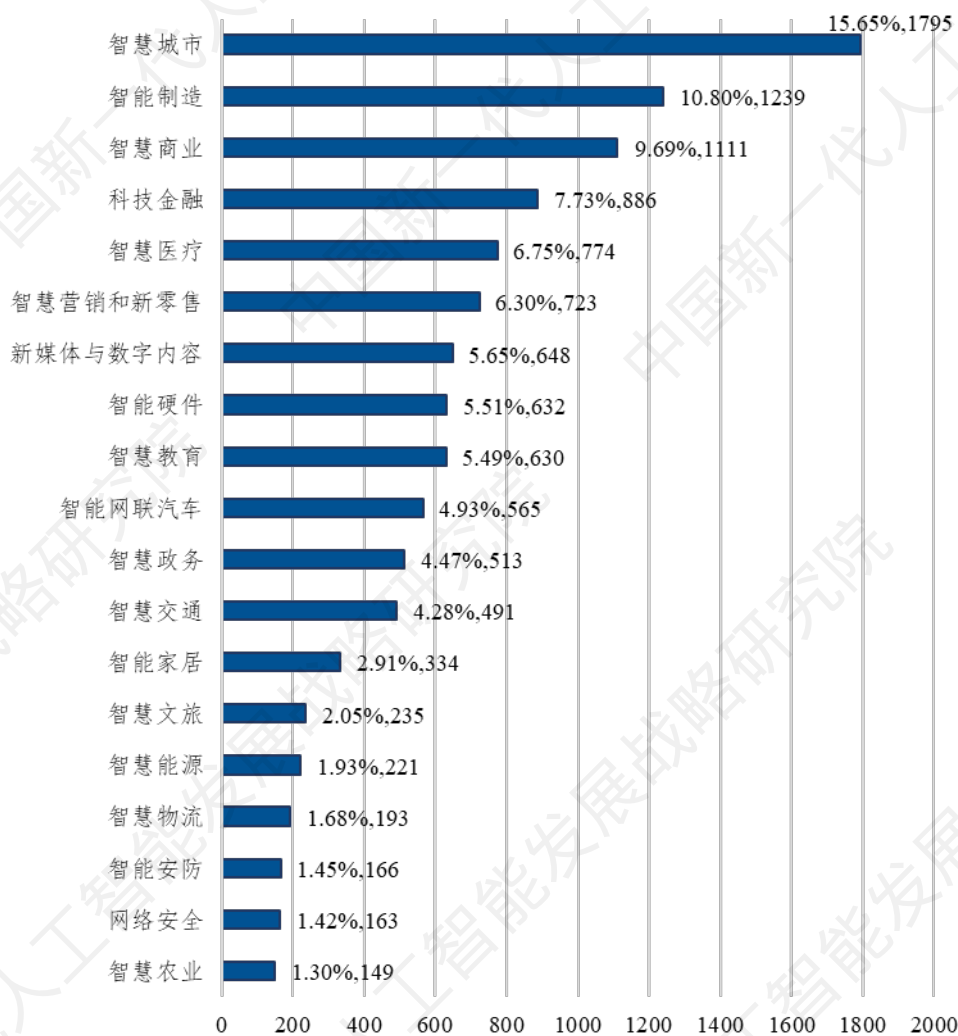


图 56 技术赋能的应用领域分布

从制造业领域技术赋能的细分行业看，排名第一的是计算机、通信和其他电子设备制造业，占比 30.76%；排名第二的是汽车制造业，占比 22.58%；排名第三的是电气机械和器材制造业，占比 9.75%；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，占比分别为 7.84%和 4.91%。

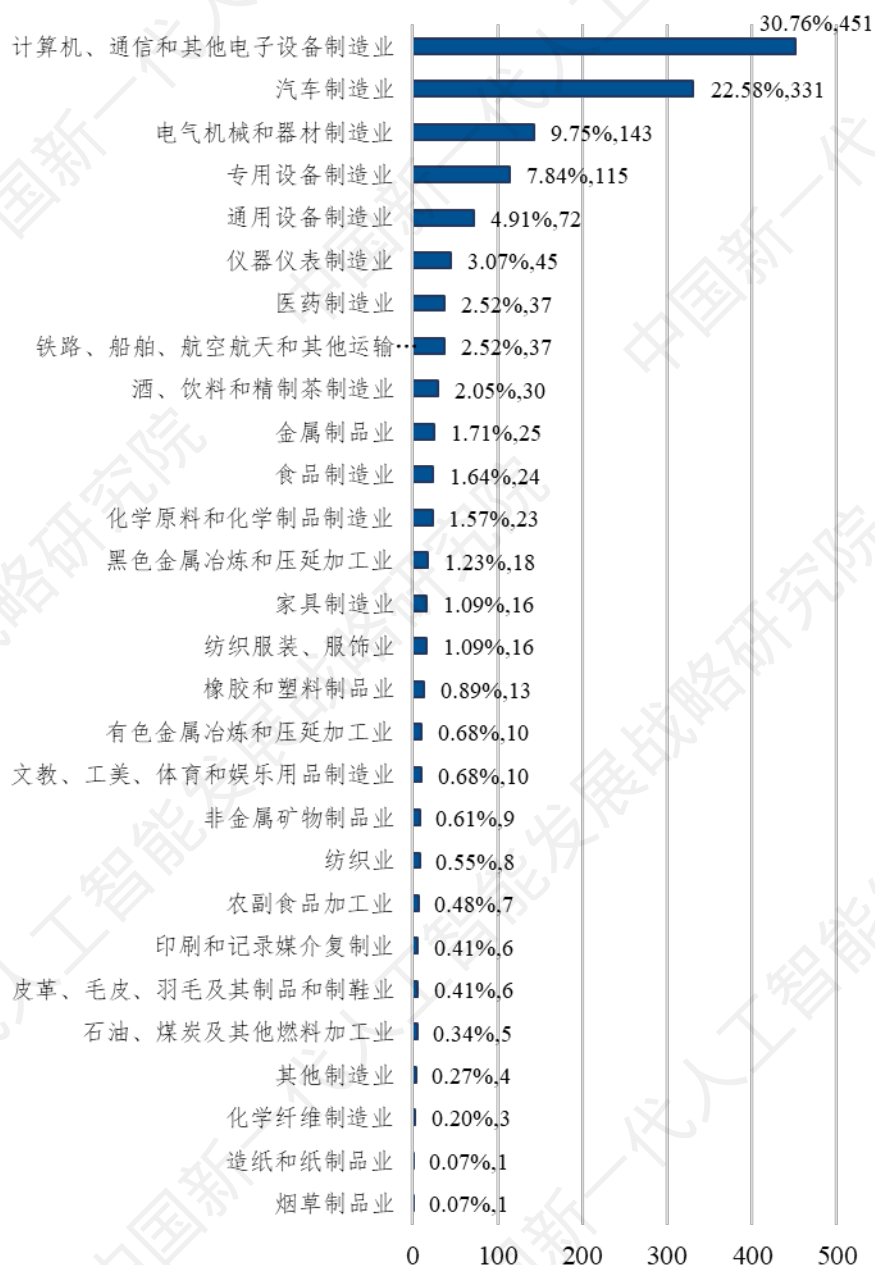


图 57 技术赋能在制造业中的分布

电子信息产业和汽车制造产业是广东省产业智能化发展的前沿地带。为了更深入地掌握广东省人工智能科技产业发展的实际，本报告选取广州市汽车产业智能化为对象，以 32 家企业为样本，考察汽车制造产业智能化发展的情况。32 家样本企业包括 3 类：一是以广汽为代表的 13 家整车企业；二是以明珞装备和瑞松科技为代表的 11 家智能装备企业；三是以小马智行和文运知行为代表的 8 家智能网联汽车企业。

图 58 列出了三种类型样本节点技术合作关系分布情况图<sup>[1]</sup>。在 32 家样本企

<sup>[1]</sup>整车企业、智能网联汽车企业和智能准备企业的技术合作关系占比分别为 62.70%、18.73%、18.57%。

业的技术合作关系中，技术输入和赋能关系占比分别为 56.59%和 43.41%。其中，整车企业的技术合作关系占比最高，技术输入关系占比为 43.09%，技术赋能关系占比为 19.61%；智能网联汽车企业和智能装备企业的技术输入关系为 8.92%和 4.58%，技术赋能关系则为 9.81%和 13.99%。

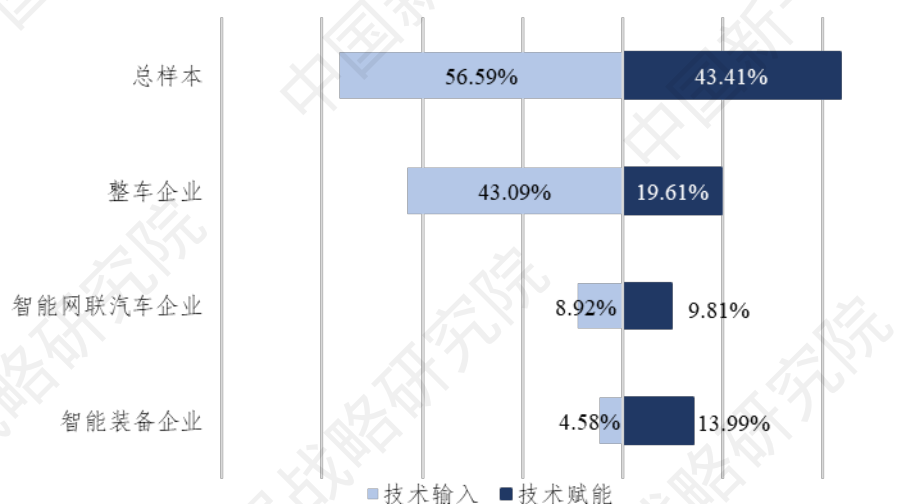


图 58 样本企业技术合作关系分布

从三种类型样本企业技术合作关系分类统计看，整车企业 22.95%的技术输入关系和 5.33%的技术赋能关系来自国外；智能网联汽车企业 20.72%的技术输入关系和 15.57%的技术赋能关系来自国外；智能装备企业 69.41%的技术输入关系和 14.94%的技术赋能关系来自国外。从技术输入关系国内外占比情况看，无论是整车和智能网联汽车企业还是智能装备企业的技术合作是高度开放的。

图 59 描述了广东省汽车产业智能化价值网络技术合作的技术领域分布。其中，排名第一的是物联网，占比为 43.19%；排名第二的是智能机器人，占比为 27.35%；排名第三的是大数据与云计算，占比为 12.18%。排名第四至第六位的分别为 5G、语音识别和空间先进技术，占比为 4.87%、3.54%和 3.32%。

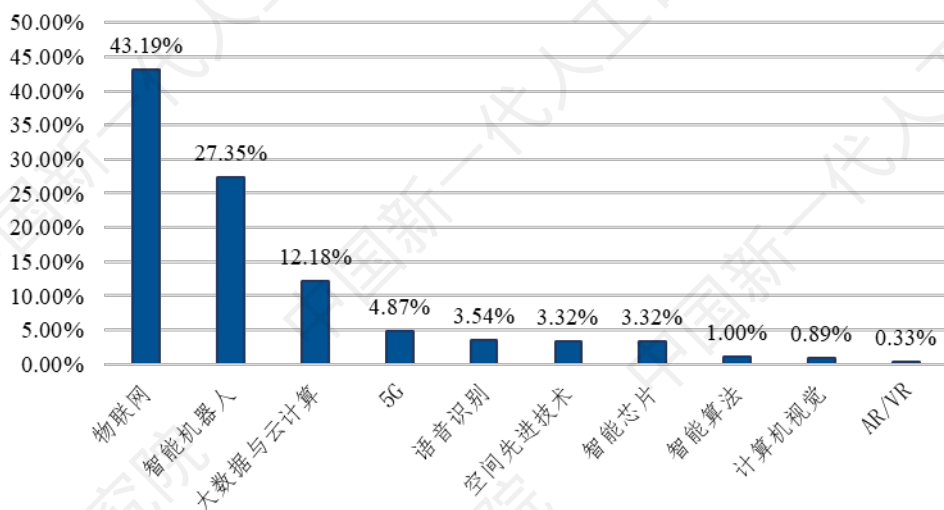


图 59 技术合作的技术领域分布

图 60 列出了技术合作的应用领域分布情况。技术合作的应用领域主要集中在智能网联汽车、智能制造和数据生态领域，占比分别为 57.14%、33%和 9.30%。智能网联汽车和数据生态领域的技术合作与汽车产品智能化相关。而智能制造领域的技术合作则是为了实现生产智能化。

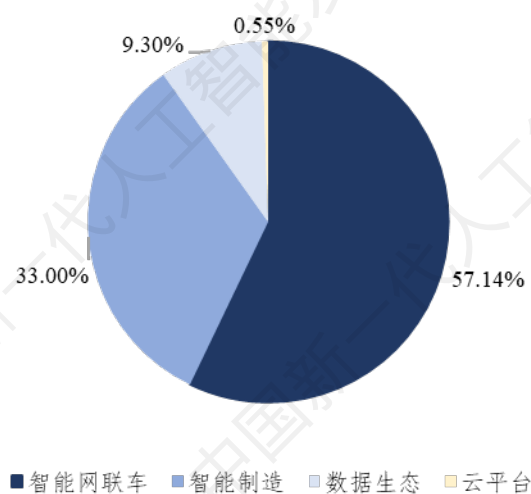


图 60 技术合作关系的应用领域分布

在智能网联汽车领域，技术合作的技术领域主要集中在智能网联系统、自动驾驶、智能语音和导航系统，占比分别为 30.04%、23.84%、5.43%和 5.04%。

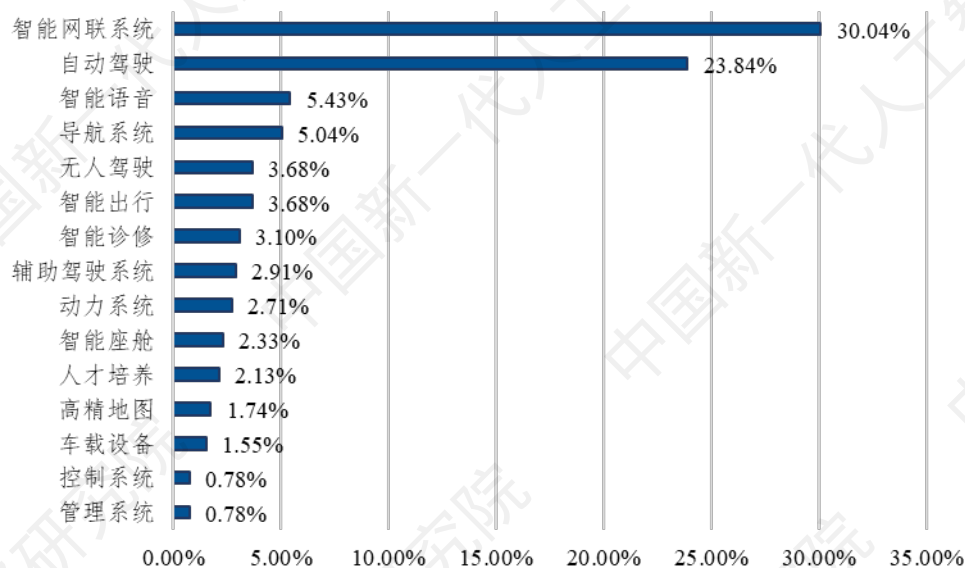


图 61 智能网联汽车领域技术合作关系分布

在智能制造领域，技术合作的技术领域主要集中在焊接生产线、智能装备、工业机器人和整车生产线<sup>[1]</sup>，合作关系占比分别为 23.15%、21.81%、17.11%和 15.77%。例如，瑞松科技为广汽丰田、广汽本田、广汽乘用车、广汽新能源和比亚迪等汽车制造企业提供智能焊接生产线。明珞装备则为奔驰、宝马、特斯拉、菲亚特克莱斯勒和法国标致等整车企业提供白车身生产线。作为自动化设备供应商，广州科腾为广汽集团、广汽菲亚特克莱斯勒、广汽本田、广汽丰田和广汽乘用车等提供生产线所需的智能装备。

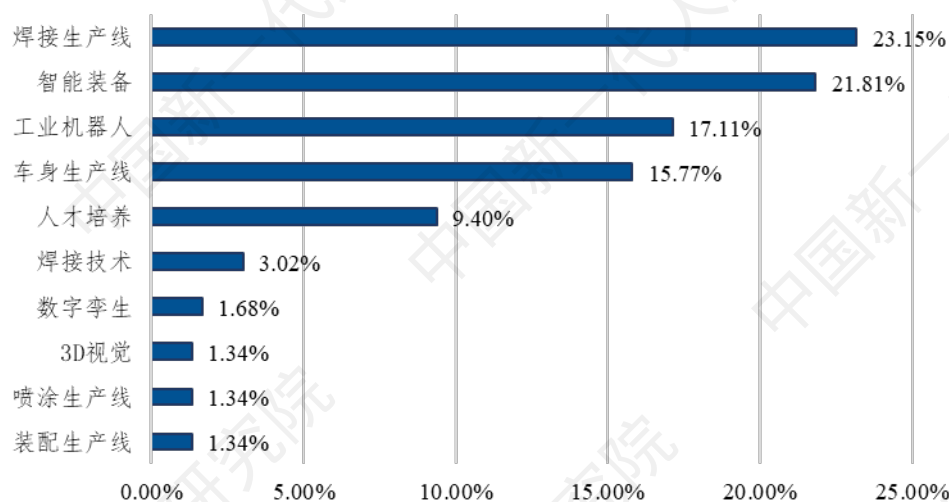


图 62 智能制造领域技术合作关系分布

<sup>[1]</sup> 智能装备指具有感知、控制、决策等功能的生产设备，主要包括桁架机械手、上下料机器人、机器人焊钳、车身焊机。与智能装备不同的是，焊接生产线和车身生产线强调汽车生产过程的智能化和无人化，为整车的提供柔性化、智能化的生产线。

在数据生态领域的技术合作主要分布在数据平台、营销数据、位置数据和用户数据方面，占比分别为 33.33%、17.86%、10.71%和 10.71%。

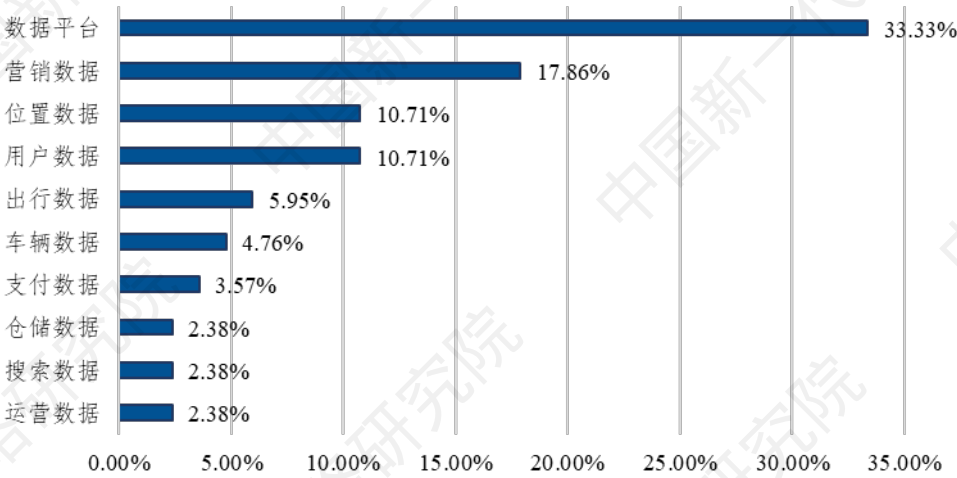


图 63 数据生态领域的技术合作关系分布

无论是产品的智能化还是生产的智能化，广州市汽车产业智能化的主导者都是以广汽集团为代表的整车企业。到目前为止，依托在产品制造和市场销售优势，整车企业对人工智能和产业深度融合实际进程起着决定性影响。汽车生产属于典型的离散制造，生产和供应链体系复杂。同时，无论是在工艺和运维还是在汽车行驶方面，整车企业都拥有明显的生态优势。包括智能网联汽车企业在内的人工智能技术企业尽管拥有算法、软件、车载芯片和关键硬件技术优势，都要建立在整车企业生态优势的基础之上。智能装备企业是整车制造企业的智能化生产线的集成商和供应商。从发展趋势看，从汽车智能化生产线向其他产业的迁移是广州市汽车装备企业发展的重要方向。

## 总结和政策建议

2020年,是中国人工智能科技产业步入全面融合发展阶段的元年。基于2205家人工智能企业的属性和关系数据分析,本报告认为,中国人工智能科技产业已经步入与实体经济全面融合发展的新阶段。在新的发展阶段,人工智能科技产业发展呈现出若干新特征和新趋势。对新特征和新趋势的科学分析和把握,是制定下一阶段人工智能科技产业发展策略的依据。

在全面融合发展阶段,人工智能科技产业发展的新特征首先表现为核心产业部门和融合产业部门之间广泛和深入的技术合作。在不断加深与第三产业技术合作的同时,人工智能和第二产业尤其是制造业的技术合作更加密切。从产业细分领域看,人工智能和实体经济的深度融合几乎涵盖了第二和第三产业的所有产业领域。

与第三产业的融合发展不同,人工智能和第二产业的深度融合需要互补性创新。尤其是与制造业的深度融合,互补性创新不断推动通用目的技术专用化,在带动社会生产力发展的同时,将引发生产方式的变革。核心和融合产业部门的良性互动是人工智能科技产业创新循环的重要构成。

基础研究、研发设计和规模应用构成了更大范围的创新循环。人工智能科技产业的创新循环具有强烈的需求牵引特征。其中,规模应用对核心算法的研发和基础研究的数据反馈,是创新循环发展的基础。核心产业部门和融合产业部门的良性互动和正反馈,不仅为基础研究创造条件,而且提出了新的问题和方向。

包括研究型大学、新型平台、新型研发机构、创新型企业 and 政府在内的多元创新主体的互动和协同,是推动创新循环发展的关键。研究型大学的主要职责是基础研究和人才培养,为企业 provide 知识和技术支撑。与生产型企业相比,新型平台和创新型企业以创新为使命,不仅承担核心技术和产品的研发和生产,而且与研究型大学合作共同承担部分基础研究任务,是人工智能科技产业发展的主导者。新型研发机构则是研究型大学和企业之间的桥梁,通过基础研究和产业共性技术的研发,为产业发展提供技术支持。政府则通过激励政策,以研究型大学、新型平台和创新型企业为抓手,推动基础研究、研发设计和规模应用之间的创新循环。

中国人工智能科技产业的创新生态是高度开放的,是全球创新网络的重要环节。随着人工智能和实体经济深度融合进程的加速,中国人工智能科技产业在全球创新网络和创新循环中将会发挥更加重要的角色。在某种程度上说,中国人工智能科技产业的创新生态将更加开放,一方面通过国际合作实现更高水平的科技创新,另一方面通过赋能更好地为全球经济发展做出自己的贡献。尤其是核心和融合两大产业部门的良性互动,不仅是国内创新循环形成和发展的关键,而且将对全球创新网络的发展和重塑产生深刻影响。

消费互联网和产业互联网的互动和协同，同样是创新循环的重要组成部分。一方面在消费互联网发展积累的通用技术通过迁移和改造能够适应产业互联网的发展；另一方面无论是产业智能化中的产品智能化还是生产的智能化都需要消费互联网的支撑。消费互联网和产业互联网的协同发展将进一步推动人工智能和实体经济的实度融合。

本报告的政策建议包括：

（1）随着人工智能和实体经济深度融合的加速，产业智能化需求将得到不断释放，如何持续增加技术供给，是推动人工智能科技产业发展的关键。以研究型大学、新型平台、新型研发机构和创新型企业的创新能力提升为抓手，积极促进基础研究、研发设计和规模应用创新循环的形成和发展，建设中国特色的国家和区域创新体系，是持续增加技术供给的根本途径。

（2）加快促进新型平台的发展。一方面通过促进现有交易平台集成和创新人工智能技术，转型升级为产业赋能型平台；另一方面推动在传统产业中具有行业龙头地位的创新型企业转型升级为新型平台。鼓励新型平台通过垂直子业务平台的建设，在垂直业务领域赋能传统产业。支持新型平台通过产业智能化关键和共性技术的研发，推动传统产业的智能化转型。

（3）积极推动消费互联网升级，以人工智能技术创新应用为抓手，积极发展垂直业务领域的消费互联网，从需求端引导供给侧结构改革。尤其是把农村网络空间产业生态作为乡村振兴和巩固脱贫攻坚的重要战略支持，鼓励农户和中小企业充分利用网络空间产业生态创业和就业。

（4）加快产业互联网的发展。鼓励传统产业开放应用场景，实现产业智能化转型。与消费互联网的发展不同，产业互联网不仅依赖新型平台，而且依赖新型平台、创新型企业 and 中小企业之间的协同。在某种意义上，产业互联网的发展需要建立在通用目的技术专用化的基础上。如何推动数据生态的形成和互补性创新的发展，是产业互联网发展的关键。

（5）加速消费互联网转型升级和产业互联网发展的协同。在人工智能和经济社会深度融合发展进程中，消费互联网的升级和产业互联网的发展同等重要。产品智能化和生产智能化是产业智能化的两个基本维度。无论是产品的智能化还是生产的智能化，都需要消费互联网的发展。消费互联网和产业互联网的互动是人工智能科技产业发展的重要方向。

尽管取得重大进展，但是在全面融合发展阶段，中国人工智能科技产业的发展同样面临着重大挑战。新的挑战不仅来自国外的技术封锁，而且来自体制和制度的滞后。随着人工智能和实体经济的深度融合进程的加速，人工智能技术和社会“两重属性”及其矛盾带来的问题可能越来越突出。如何适应新的社会生产力的发展，变革现有的社会生产关系，是建设中国特色社会主义经济体制面临的挑战和机遇。