

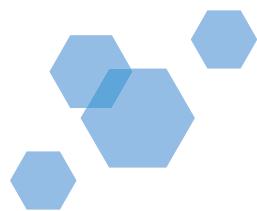
中国人工智能发展报告

2018



清华大学中国科技政策研究中心

2018年7月



目 录 Contents

前 言	1
执行摘要	2
1 人工智能：概念、方法和数据	5
1.1 人工智能的概念	6
1.2 研究方法和数据	6
2 人工智能科技产出与人才投入	9
2.1 人工智能论文产出	10
2.1.1 全球和中国论文产出总量	10
2.1.2 全球和中国高影响力论文	16
2.1.3 全球和中国施引文献情况	20
2.2 人工智能技术专利产出	23
2.2.1 全球人工智能技术专利产出	23
2.2.2 中国人工智能技术专利产出	26
2.3 人工智能人才投入	27
2.3.1 国际人工智能人才投入	28
2.3.2 中国人工智能人才投入	34
3 人工智能产业发展和市场应用	39
3.1 人工智能企业分布	40
3.1.1 中国人工智能企业地区分布	40
3.1.2 中国人工智能企业成立时间	42
3.1.2 中国人工智能企业技术领域	42
3.2 人工智能行业投资	43
3.2.1 中国人工智能行业投融资规模	43
3.2.2 中国人工智能行业投融资地区差异	44
3.2.3 中国人工智能行业投融资轮次变化	45
3.3 人工智能市场结构与规模	45
3.3.1 中国人工智能市场结构	45
3.3.2 中国人工智能市场规模	46
3.4 人工智能行业标准	46
3.4.1 国际人工智能标准	46
3.4.2 中国人工智能标准	47
3.5 人工智能产品 and 应用	47
3.5.1 人工智能终端产品	47
3.5.2 人工智能行业应用	50
4 人工智能发展战略与政策环境	53
4.1 国际人工智能战略 and 政策	54

4.1.1 主要国家和地区人工智能重点政策布局	54
4.1.2 主要国家和地区人工智能重点研发和应用领域	56
4.1.3 主要国家和地区人工智能政策推行相关机构	57
4.2 中国国家层面人工智能政策	59
4.2.1 中国国家层面政策发布趋势	59
4.2.2 中国国家层面人工智能政策主题变迁	60
4.2.3 中国国家层面人工智能政策引用网络分析	65
4.3 中国省级人工智能政策	66
4.3.1 省级人工智能政策发文数量	66
4.3.2 省级人工智能政策引用关系	68
4.3.3 国家和省级人工智能政策主题分析	68
5 人工智能社会认知和综合影响	71
5.1 国民对人工智能的社会认知	72
5.1.1 人工智能社会认知的调查	72
5.1.2 人工智能的社会关注度差异	74
5.1.3 人工智能的国民情感能认知度	75
5.2 人工智能对社会的综合影响	76
5.2.1 人工智能对教育与就业的影响	77
5.2.2 人工智能对隐私与安全的影响	78
5.2.3 人工智能对社会公平的影响	78
5.3 中国人工智能教育的调查	79
5.3.1 中国人工智能领域的教育发展现状	79
5.3.2 关于人工智能教育情况的问卷调查	80
6 反思与展望	87
6.1 问题与反思	88
6.2 研究局限与未来展望	90
附录 1 人工智能会议列表	91
附录 2 学科描述	91
附录 3 人工智能企业识别的两个维度	92
附录 4 人工智能标准与规范	93
附录 5 人工智能政策文件数据来源	94
工作组与致谢名单	95
机构简介	97

前 言

第四次工业革命正在来临，而人工智能已经从科幻逐步走入现实。从 1956 年人工智能这个概念被首次提出以来，人工智能的发展几经沉浮。随着核心算法的突破、计算能力的迅速提高、以及海量互联网数据的支撑，人工智能终于在 21 世纪的第二个十年里迎来质的飞跃，成为全球瞩目的科技焦点。自从 2016 年 AlphaGo 战胜李世石之后，全球对于人工智能发展的兴奋与担忧交织难分。即使如此，世界各国已经认识到人工智能是未来国家之间竞争的关键赛场，因而纷纷开始部署人工智能发展战略，以期占领新一轮科技革命的历史高点。对于中国而言，人工智能的发展是一个历史性的战略机遇，对缓解未来人口老龄化压力、应对可持续发展挑战、以及促进经济结构转型升级至关重要。中国从 2015 年开始就先后颁布了《中国制造 2025》、《国务院关于积极推行“互联网+”行动的指导意见》、《新一代人工智能发展规划》等重要国家级战略规划，各地方政府也积极出台政策支持人工智能发展，推动了中国人工智能发展的热潮。

尽管人工智能技术已经渗透到社会生产生活的各个方面，但对于什么是人工智能、其发展现状和未来方向如何还存在不同的观点。无论是政府、公众、还是企业，对人工智能这一新兴技术均表现出浓厚的兴趣。国内外研究机构对于中国人工智能的发展也予以高度关注，推出了一系列报告，但其中的一些观点认识、甚至是基础事实不尽客观全面。有鉴于此，清华大学中国科技政策研究中心、清华大学公共管理学院政府文献中心、清华大学中国工程科技发展战略研究院联合科睿唯安公司、科学家在线、中国信息通信研究院数研中心以及北京字节跳动科技有限公司，研究撰写了这部《中国人工智能发展报告 2018》，力图综合展现中国乃至全球人工智能发展现状与趋势，以提升公众认知水平，助力产业健康发展，服务国家战略决策。相比于已有的一些同类报告，本报告具有以下四个突出特征：

研究视角综合前瞻。报告从技术发展、市场应用、政策环境和社会影响四方面入手全面揭示中国人工智能发展的现状，包含了人才投入、论文与专利产出、企业发展、产业融资、国家和地方政策、以及社会认知和教育领域的数据和调查结果。在综合分析的基础上就人工智能现阶段发展问题进行了反思，并对其未来发展方向、特别是治理面临的挑战做了前瞻性展望。

国际国内统筹兼顾。报告从多维度横向比较中国与主要发达国家的人工智能发展情况，分析中国人工智能发展的优势与劣势，定位中国在此领域的国际竞争地位。同时，报告也详细地呈现了国内人工智能技术发展、市场应用、以及政策环境的区域差异，聚焦人工智能发展的活跃区域。

数据来源一手可靠。本报告使用的人工智能技术关键词表是由科睿唯安公司基于文献主题词分析并结合人工智能领域专家审定形成，并成为各部分数据检索的统一标准。报告的四个部分分别由业内领先的专业机构完成，包括科学家在线（人才部分）、科睿唯安公司（论文和专利部分）、中国信息通信研究院（产业发展和市场应用部分）、清华大学公共管理学院政府文献中心（政策环境部分）、以及字节跳动公司（社会影响部分），利用各机构专业数据库第一手数据和科学的调查分析方法研究撰写完成。

政策分析深入系统。除了呈现行业发展数据之外，报告对各国人工智能政策、中国国家级和省级政府人工智能政策等 1074 篇政策文献作了深入的梳理，比较和分析了各地区人工智能政策的战略重点和发展方向，为国内外现有同类报告中首次呈现。



执行摘要

报告从科技产出与人才投入、产业发展和市场应用、发展战略和政策环境、以及社会认知和综合影响四个方面描绘中国人工智能的发展面貌，以下总结各部分的主要发现。

科技产出与人才投入

论文产出：中国人工智能论文总量和高被引论文数量都是世界第一

中国在人工智能领域论文的全球占比从 1997 年 4.26% 增长至 2017 年的 27.68%，遥遥领先其他国家。高校是人工智能论文产出的绝对主力，在全球论文产出百强机构中，87 家为高校。中国顶尖高校的人工智能论文产出在全球范围内都表现十分出众。不仅如此，中国的高被引论文呈现出快速增长的趋势，并在 2013 年超过美国成为世界第一。但在全球企业论文产出排行中，中国只有国家电网公司的排名进入全球 20。从学科分布看，计算机科学、工程、和自动控制系统是人工智能论文分布最多的学科。国际合作对人工智能论文产出的影响十分明显，高水平论文里中国通过国际合作而发表的占比高达 42.64%。

专利申请：中国专利数量略微领先美国和日本，国家电网表现突出

中国已经成为全球人工智能专利布局最多的国家，数量略微领先于美国和日本，三国占全球总体专利公开数量的 74%。全球专利申请主要集中在语音识别、图像识别、机器人、以及机器学习等细分方向。中国人工智能专利持有数量前 30 名的机构中，科研院所与大学和企业的表现相当，技术发明数量分别占比 52% 和 48%。企业中的主要专利权人表现差异巨大，尤其是中国国家电网近五年的人工智能相关技术发展迅速，在国内布局专利技术量远高于其他专利权人，而且在全球企业排名中位列第四。中国的专利技术领域集中在数据处理系统和数字信息传输等，其中图像处理分析的相关专利占总发明件数的 16%。电力工程也已成为中国人工智能专利布局的重要领域。

人才投入：中国人工智能人才总量世界第二，但是杰出人才占比偏低

截至 2017 年，中国的人工智能人才拥有量达到 18232 人，占世界总量 8.9%，仅次于美国（13.9%）。高校和科研机构是人工智能人才的主要载体，清华大学和中国科学院系统成为全球国际人工智能人才投入量最大的机构。然而，按高 H 因子衡量的中国杰出人才只有 977 人，不及美国的五分之一，排名世界第六。企业人才投入量相对较少，高强度人才投入的企业集中在美国，中国仅有华为一家企业进入全球前 20。中国人工智能人才集中在东部和中部，但个别西部城市如西安和成都也表现十分突出。国际人工智能人才集中在机器学习、数据挖掘和模式识别等领域，而中国的人工智能人才研究领域则比较分散。

产业发展和市场应用

企业规模：中国人工智能企业数量全球第二，北京是全球人工智能企业最集中的城市。

中国人工智能企业数量从 2012 年开始迅速增长，截至 2018 年 6 月，中国人工智能企业数量已达到 1011 家，位列世界第二，但与美国的差距还非常明显（2028 家）。中国人工智能企业高度集中在北京、上海、和广东。在全球人工智能企业最多的 20 个城市中，北京以 395 家企业位列第一，上海、深圳和杭州也名列其中。中国人工智能企业应用技术分布主要集中在语音、视觉、和自然语言处理这三个方向，而基础硬件的占比很小。

风险投资：中国已成为全球人工智能投融资规模最大的国家

从 2013 到 2018 年第一季，中国人工智能领域的投融资占到全球的 60%，成为全球最“吸金”的国家。但从投融资笔数来看，美国仍是人工智能领域创投最为活跃的国家。在国内，北京的融资金额和融资笔

数均遥遥领先其他地区，上海和广东的人工智能投资也很活跃。从 2014 年开始，国内人工智能投融资活动的早期投资的占比逐渐下降，投资活动日趋理性，但 A 轮融资还是占主导地位。

市场规模：中国人工智能市场增长迅速，计算机视觉市场规模最大

2017 年中国人工智能市场规模达到 237 亿元，同比增长 67%。计算机视觉、语音、自然语言处理的市场规模分别占 34.9%、24.8%、21%，而硬件和算法的市场规模合计不足 20%。预计 2018 年中国人工智能市场增速将达到 75%。

产品应用：应用范围广泛，语音和视觉类产品最为成熟

人工智能已经在医疗健康、金融、教育、安防等多个垂直领域得到应用。全球智能音箱市场增长迅速，国内外主要互联网企业都有部署，其中谷歌和亚马逊的市场份额超过全球 60%，中国的阿里巴巴和小米分列第三和第四位。2017 年全球机器人市场达到 232 亿美元，中国市场占 27%。其它如无人机、智能家居、智能电网、智能安防、智能医疗和智能金融也发展较快。

发展战略和政策环境

国际比较：各国人工智能战略与政策各有着重点

2013 年以来，美、德、英、法、日、中等国都纷纷出台了人工智能战略和政策。各国人工智能战略各有侧重，美国重视人工智能对经济发展、科技领先、和国家安全的影响；欧盟国家关注人工智能带来的安全、隐私、尊严等方面的风险；日本希望人工智能推进其超智能社会的建设；而中国人工智能政策聚焦于实现人工智能领域的产业化，助力中国的制造强国战略。各国政策在研发重点和重点应用领域也存在着较大差异。

国家政策：从物联网，到大数据，再到人工智能

从 2009 至今，中国人工智能政策的演变可以分为五个阶段，其核心主题词也不断变化，体现了各阶段发展重点的不同。国家层面政策早期关注物联网、信息安全、数据库等基础科研，中期关注大数据和基础设施，而 2017 年后人工智能成为最核心的主题，知识产权保护也成为重要主题。综合来看，中国人工智能政策主要关注以下六个方面：中国制造、创新驱动、物联网、互联网+、大数据、科技研发。

地方政策：响应国家战略，地方政策主题因地而异

地方政府积极响应国家人工智能发展战略，其中，《中国制造 2025》处于人工智能政策引用网络的核心，在地方人工智能政策过程中发挥着纲领性的作用。通过政策发布数量来看，目前我国人工智能活跃的发展区域主要集中在京津冀、长三角、和粤港澳地区。各省的政策主题也大有不同，比如江苏省关注基础设施、物联网和云计算等基础研发领域，广东省关注制造和机器人等人工智能应用，而福建省关注物联网、大数据、创新平台和知识产权，与地方发展条件密切相关。

社会认知和综合影响

国民认知：国民对人工智能认知度高，超半数受访者支持其全面发展

从 2016 年 2017 年，人工智能的热度飙升，成为年度关注度增长最快的科普话题。今日头条对用户的问卷调查显示，只有 6.23% 的受访者对人工智能不了解；53% 的受访者支持人工智能全面发展，而持保守态度的比例为 27%。对于其风险，受访者最关心的问题是人工智能的就业替代，也担忧人工智能失控造成社会危机的可能。总体而言，国民对人工智能的乐观和愤怒情感都有下降，态度趋于理性。对人工智能的关注度，在不同应用领域、年龄、性别、和地域上差异显著。

社会影响：人工智能显著提升其他行业的运转效率，但风险亦存

人工智能技术的发展推动了零售、农业、物流、教育、金融等其他领域的发展模式，重构生产、分配、



交换和消费等各环节。未来五年内人工智能技术将应用到多个行业并极大提高其行业运转效率，具体效率提升为教育行业 82%，零售业 71%，制造业 64%，金融业 58%。人工智能将通过更加个性化的教育方案促进教育的发展。与此同时，人工智能对就业、隐私安全、社会公平等方面形成不小的挑战。

教育调查：高校积极开设人工智能相关专业，年轻人学习人工智能热情高

截至 2017 年 7 月，由教育部批准设立“智能科学与技术”本科专业的高校已达 36 个，人工智能相关专业方向达到 79 个。顶尖院校纷纷成立了关于人工智能研究的重点实验室。目前我国人工智能领域的教学和研究主要集中在计算机、电子信息、自动化等院系。针对网民的问卷调查发现，网络平台超过学校成为年轻人学习人工智能课程的主要平台。网民对学习人工智能的热情高，61% 的受访者学习人工智能的时间在每周 10–20 个小时之间。

结合既有研究和本报告以上具体发现，我们可以得到以下几点对中国人工智能发展的初步判断和反思。

从国际比较来看，中国人工智能发展已经进入国际领先集团

中国在历次工业革命里一直处于落后追赶的状态，而在第四次工业革命兴起之际，中国已经和其他国家一起坐在头班车上。在人工智能领域，中国在技术发展与市场应用方面已经进入了国际领先集团，呈现中美‘双雄并立’的竞争格局。

从发展质量来看，中国的人工智能发展还远未达到十分乐观的地步

中国的优势领域主要体现应用方面，而在人工智能核心技术领域，如硬件和算法上，力量依然十分薄弱，这使得中国人工智能发展的基础不够牢固。中国的人工智能技术发展缺乏顶尖人才，与发达国家特别是美国的差距还十分明显。

从参与主体来看，中国人工智能企业的知识生产能力亟待提升

科研机构和大学是目前中国人工智能知识生产的主要力量。相比国外领先企业，中国企业作为一个群体的技术表现还比较逊色，在人工智能专利申请上落后于国内高校和科研院所。即使是被公认为人工智能巨头的百度、阿里巴巴、腾讯（BAT）等企业，在人才、论文和专利方面也还没有突出的表现，而他们的美国对手 IBM、微软、谷歌等企业在每项指标的全球企业排名中均名列前茅。

从应用领域来看，人工智能与能源系统的结合是一个被忽视的重要领域

电力工程已成为中国人工智能专利布局的重要领域，而国家电网公司在人工智能科研论文和专利申请上都是中国表现最抢眼的企业。这个事实在以往的人工智能研究中都未被提及或重视，说明人工智能与能源系统的结合很可能是一个之前被忽视的领域，而这可能为中国人工智能技术应用开拓新的方向，并为能源低碳转型做出有益的贡献。

从发展方式来看，中国需要加强产学研合作促进知识应用和转化

国际合作和产学研合作是人工智能技术发展的重要途径。目前中国人工智能知识生产大量停留在大学和科研机构中，在产学研合作促进知识应用和转化方面仍然存在显著“短板”。展望未来，中国不但需要大力推进产学研融合创新，还需要更加鲜明地支持企业利用数据、算力等优势从事人工智能基础研究。

从政策环境来看，各地方政府积极支持但也存在盲目跟风的倾向

中国社会对人工智能的发展总体上是积极乐观的，为人工智能产业的发展提供了非常有利的政策、舆论、金融、市场、和人才供给等发展环境，但各地在人工智能发展政策方面仍然存在“跟风中央”，“追逐热点”的倾向。目前中国在人工智能发展政策上主要强调促进技术进步和产业应用，而对道德伦理、安全规制等问题还没有予以足够重视。

第1章

人工智能：概念、方法和数据





1 人工智能：概念、方法和数据

1.1 人工智能的概念

虽然“人工智能”（Artificial Intelligence, AI）已经成为一个人尽皆知的概念，但对人工智能的定义还没有达成普遍的共识。传统的人工智能发展思路是研究人类如何产生智能，然后让机器学习人的思考方式去行为。现代人工智能概念的提出者约翰·麦卡锡认为，机器不一定需要像人一样思考才能获得智能，而重点是让机器能够解决人脑所能解决的问题。人工智能核心技术发展的两条主线分别是脑科学和类脑科学的研究，

1.2 研究方法和数据

本报告从人工智能科技产出和人才投入、产业发展和市场应用、发展战略和政策环境、社会认知和综合影响这四个方面来认识中国人工智能发展的现状。文献计量和问卷调查是本报告研究以上维度的两个主要研究方法。文献计量法是指用数学和统计学的方法，定量地分析一切知识载体的方法。其计量对象主要是：文献量（如各种出版物）、作者数（个人集体或团体）、词汇数（各种文献标识）。本报告文献计量的主要对象是人工智能科技产出（学术论文和技术专利）、人才数量、和政策文件。问卷调查法是研究者将所要研究的问题编制成问题表格，让研究对象填答，从而了解被试对象对某一现象或问题的看法和意见。本文利用问卷调查法对人工智能的社会认知和学习展开调查。此外，我们结合行业研究机构的专业数据库，分析人工智能产业的现状。

主要指标的方法和数据来源如下：

（1）人工智能学术论文

首先基于专家提供的一组人工智能关键词列表。除 Artificial Intelligence（人工智能）和 Machine Learning（机器学习）两大常用

关键词外，我们加入了与 AI 相关的具体技术，如 Natural Language Processing（自然语言处理），Computer Vision（计算机视觉），Facial Recognition（人脸识别），Image Recognition（图像识别），Speech Recognition（语音识别），Semantic Search（语义搜索），Semantic Web（语义网络），Text Analytics（文本分析），Virtual Assistant（虚拟助手），Visual Search（视觉搜索），Predictive Analytics（预测分析），Intelligent System（智能系统）等关键词的搜索。使用这组关键词在科睿唯安公司的 Web of Science 进行预检索，筛选其中的高被引论文，专家进一步确认这组高被引论文的作者关键词与高被引论文参考文献的作者关键词，实现了对关键词的补充与完善。最后使用扩充后的关键词完成检索。

本部分主要关注人工智能的技术发展情况，因此在 Web of Science 检索时限定 Web of Science 核心合集中与科学相关的三大子库：Science Citation Index-Expanded (SCIE, 科学引文索引)；Conference Proceedings Citation Index – Science (会议论文引文索引 – 科学版)；Book Citation Index – Science (图书引文索引 – 科学版)。

学术会议也是人工智能领域科研活动不可或缺的环节，因此本部分的数据集还包含了人工智能领域具有代表性的学术会议论文（见附录 1）。同时，本部分的数据集也包含了 Web of Science 学科 Computer Science, Artificial Intelligence 中所涵盖的论文数据（学科描述见附录 2）。

人工智能的论文产出数据为以上三部分检索结果的并集，共检索得到论文 1,875,809 篇（未限定时间范围与文献类型，数据下载时间为 2018 年 4 月 26 日）并展开进一步的数据分析。

（2）人工智能技术专利

本报告的专利数据来自德温特世界专利索

引 (Derwent World Patents IndexTM, 简称 DWPI) 为原始数据，围绕专家提供的人工智能领域关键词，进一步补充相关领域关键词进行完善，通过专家筛选出人工智能技术领域相关的德温特手工代码对补充关键词进行主题范围限定，最终确定专利数据检索范围（专利公开年在 1997 年至 2017 年之间，专利引用时间截止至 2018 年 5 月）。利用 Derwent Innovation 专利数据库与 Derwent Data Analyzer 数据分析工具对专利进行多角度分析。本报告所呈现出的多种维度的分析结果以分析专利记录 (Records) 为主，即表示为当前实际的专利公开文献数量。另外，其中一些结果是按申请号 (Application Number) 或同族专利 (Patent Family) 对专利记录进行去重整理后进行分析得出。

本报告将专利记录按申请号归并去重，以申请号为基准，将对应不同专利公开 / 授权号(即多条专利记录) 的同一项专利归并为一条专利记录，因此按照专利申请号归并之后的专利检索结果中的每一条专利记录即代表一项专利，可得到技术领域的专利申请数量。

(3) 人工智能人才

本部分沿用科睿唯安公司通过 Web of Science 检索及专家确认等方法得到的论文与专利关键词列表，并将该列表与科学家在线国际与国内专家数据库进行匹配。科学家在线国际专家库基础数据来源于 Research gate 及 Google Scholar 专家主页，经过数据清洗与格式化处理，析出 650 万位有效专家信息。科学家在线国内专家库基础数据来源于百度学术、中国知网、国自科项目库、中国专利数据库等异构数据源，在格式化、重名剔除、异构数据匹配等处理后，形成包含 1100 万位专家有效信息的国内数据库。在此基础上，科学家在线平台依据专家论文及专利成果涉及的研究方向及领域对专家进行梳理与标记，形成标签云等专家画像。

国际人工智能人才数据取得方式是将科学家在线 650 万海外专家数据库与人工智能领域

关键词表进行匹配，若专家标签云中至少有一条词汇与关键词列表一致，则提取该专家信息作为世界人工智能人才数据子集。

中国人工智能人才数据取得方式是将科学家在线 1100 万位国内专家数据库与人工智能领域关键词表进行匹配，若专家标签云中至少有一条词汇与关键词列表一致，则提取该专家信息作为中国人工智能人才数据子集。

(4) 人工智能产业数据

人工智能产业的数据来自中国信通院数据研究中心数据监测平台和行业调研。在数据专家的管理下，该数据监测平台能够实时监测采集 ICT 领域上百个新闻源 (包括 Telecopaper、cnet、36Kr 等) 、主流投融资数据库 (如 CB insights、Crunchbase 等) 、创投网站 (如 IT 桔子、创业邦等) 以及工商信息库等多源异构数据，追踪行业企业动态，构建 ICT 企业监测平台，生成企业基础信息库，支持行业专家完成统计和分析研究。

本报告产业部分所述人工智能企业的界定范围总体上指核心业务为提供人工智能产品、服务和相关解决方案的企业。企业具体可以分为技术维度和产品 / 解决方案两个维度。技术维度包含算法平台、基础硬件、语音视觉等通用技术的提供方和制造方，产品 / 解决方案维度包含各类人工智能产品的生产商和解决方案提供商，以及各垂直行业的解决方案提供商 (详见附录 3)。

(5) 人工智能政策文献

基于科瑞唯安公司与专家确认的人工智能关键词表，在清华大学公共管理学院“政府文献数据系统” (GDIS) 进行预检索，筛选标题和正文包含上述检索词的政策文献，进一步基于专家知识确认政策领域人工智能关键词列表，实现了对关键词的补充与完善。最后使用扩充后的关键词完成检索，形成人工智能政策分析数据集，共检索得到国际 27 篇政策文献 (美国 9 篇、欧盟 5 篇、德国 5 篇、英国 4 篇、法国 2 篇、俄



罗斯 1 篇、日本 2 篇。其中，德法合作一篇），1047 篇中国人工智能政策文献。数据截止时间为 2018 年 5 月 15 日（详见附录 5）。

（6）人工智能社会认知和教育调查

人工智能社会认知的研究是通过字节跳动公司的今日头条平台对用户的人工智能认知展开调查。针对头条用户的调查时间为 2017 年 5 月 9 日 – 2017 年 5 月 13 日，共收回有效样本 3088 份。另外，利用丰富的数据资源，头条指数平台从行业、用户和地域等角度对人工智能的社会关注度差异进行监测，监测时间为 2017 年 1 月 1 日 – 2017 年 12 月 30 日。

人工智能教育调查是由清华大学科技政策研究中心设计问卷并通过“问卷星”平台展开数据搜集。问卷星推荐服务的原理是由系统自动推荐给每天超过 50 万名访问者填写。截至 2018 年 5 月 15 日，共收回 1154 份有效问卷。

— 第 2 章 —

人工智能科技产出与人才投几

2 人工智能科技产出与人才投入

2.1 人工智能论文产出

主要指标解释：

高被引论文 (Highly Cited Paper)：是指按照同一年同一个ESI学科¹发表论文的被引用次数按照由高到低进行排序，排在前1%的论文。

热点论文 (Hot Paper)：统计某一ESI学科最近两年发表的论文，按照最近两个月里被引用次数进入前0.1%的论文而给出。

高水平论文 (Top Paper)：高被引论文和热点论文取并集后的论文集合。

2.1.1 全球和中国论文产出总量

人工智能领域的全球论文产出在上世纪90年代初进入增长期，90年代末期论文增长速度明显加快，2010年论文产量略有下降，稍后继续保持了良好的增长趋势，近年来已经达到每年10万篇以上的数量级。该领域的论文占全球论文总数的比例也呈现出同样的趋势，说明人工智能领域今年来正得到科研人员越来越多的关注，与之相关的研究成果也越来越多地公开与发表。

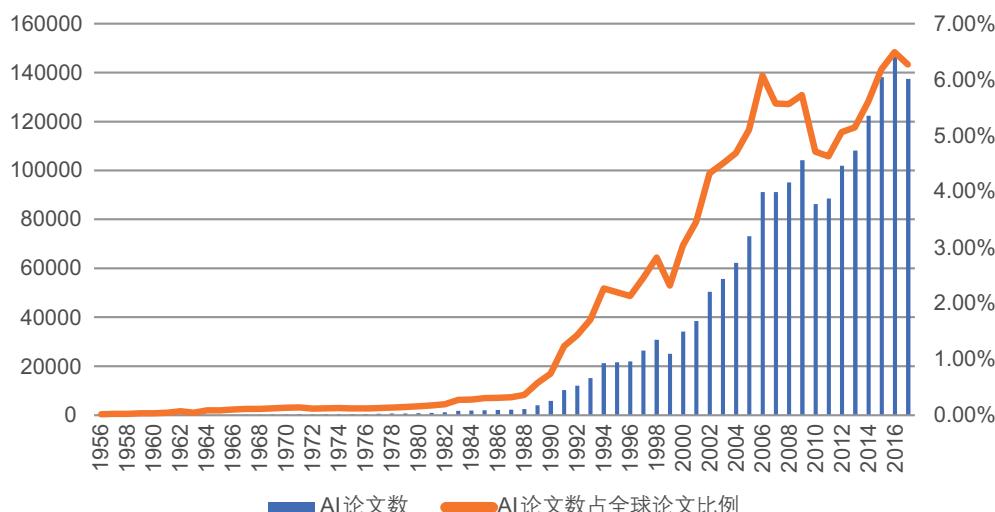


图2-1 AI领域论文产出及其占全球论文总产出比例发展趋势（1956-2017）（单位：篇）

在人工智能领域，会议论文占所有AI论文的58.64%，说明会议论文是本领域科研成果的重要体现方式。此外研究论文(article)的占比最高，占论文总量的42.49%。基于上述分析，本报告的后文中主要选取1997年至2017年出版的会议论文(proceeding paper)、研究论文(article)、综述(review)以及图书章节(book chapter)作为分析主体²。

¹ Web of Science核心合集收录的期刊共分为22个学科，简称ESI学科。

² 注：当会议论文与图书章节发表于SCIE收录的期刊中时，也会同时被标识为研究论文，因而它们此时将具有两种文献类型，故上图总和大于100%。

近 20 年来，中国（含港澳）在人工智能领域的论文产出取得了长足的发展，从 1997 年的 1000 余篇快速增长至 2017 的 37000 多篇，在该领域论文的全球占比也从 1997 年的 4.26% 增长至 2017 年的 27.68%（图 2-2）。

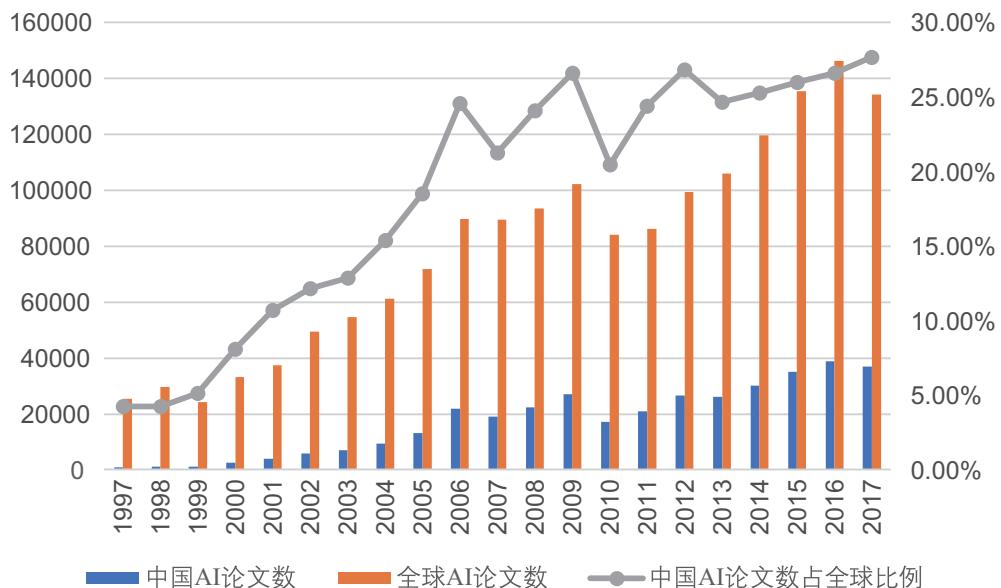


图 2-2 中国 AI 领域论文产出及其占全球占比发展趋势 (1997-2017) (单位: 篇)

上图中，中国 AI 领域的论文无论是产出量还是全球占比在 2007 年和 2010 年左右都出现了一定幅度的下降。中国的科研论文与综述文章的产出量在过去的 20 年间始终保持比较良好的增长趋势，只有 2007 年产量下降，此后持续上升；反之，会议论文的产出量波动较大，在 2006 年之前保持上升趋势，此后产出量发生波动，特别是在 2010 年，较前一年的产出量下降了将近 50%，由于会议论文占 AI 领域论文总量的比例较大，因此这也为图 2-2 中 2010 年论文产出总量下降较多提供部分解释（图 2-3）。

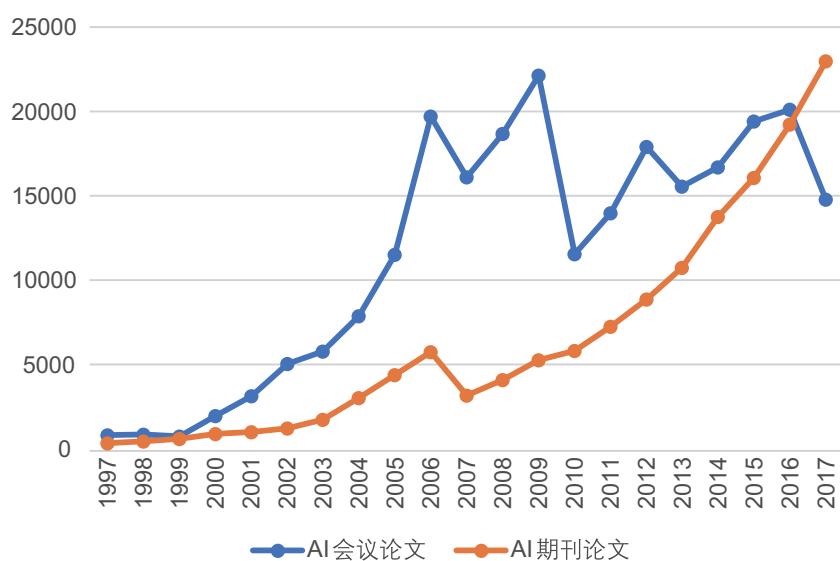


图 2-3 中国 AI 领域不同文献类型论文的产发展趋势 (1997-2017) (单位: 篇)

过去 20 年间，全球众多国家与地区广泛参与到人工智能领域的基础性研究中，其中中国与美国的论文产出位于全球的第一、二位，且是位于第三位的英国产出量的 3 倍以上（图 2-4）。英国、日本、德国、印度、法国、加拿大、意大利、西班牙、韩国、台湾、澳大利亚构成了该领域论文产出的第二梯队。伊朗、巴西、波兰、荷兰、土耳其、新加坡、瑞士等国组成第三梯队，也产出了较多人工智能领域的论文。

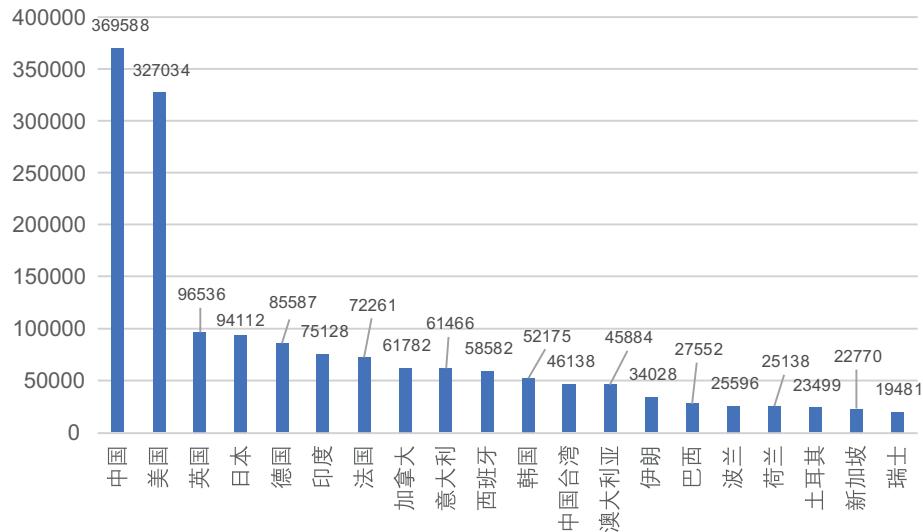


图 2-4 全球 AI 论文产出最多的 20 个国家和地区 (1997-2017) (单位: 篇)

从发展趋势来看（图 2-5），美国在 2005 年以前的论文产量一直位于全球首位，且远远超过其他国家的论文数量。中国在 1997 年的论文产量在八国中仅高于印度，其后中国的 AI 论文产出长足进步，在 2006 年首次超过美国位于全球首位。在之后的几年间，中国在 2007 年和 2010 年论文产出有所下降，但依然位于全球前列，2011 年以来对美国的领先优势逐渐拉大。此外，印度一直是八国中 AI 论文产出最少的国家，但自 2011 年以来增长迅速，在 2013 年成为仅次于中国和美国外论文产出最多的国家，并将这种优势一直保持至 2017 年。

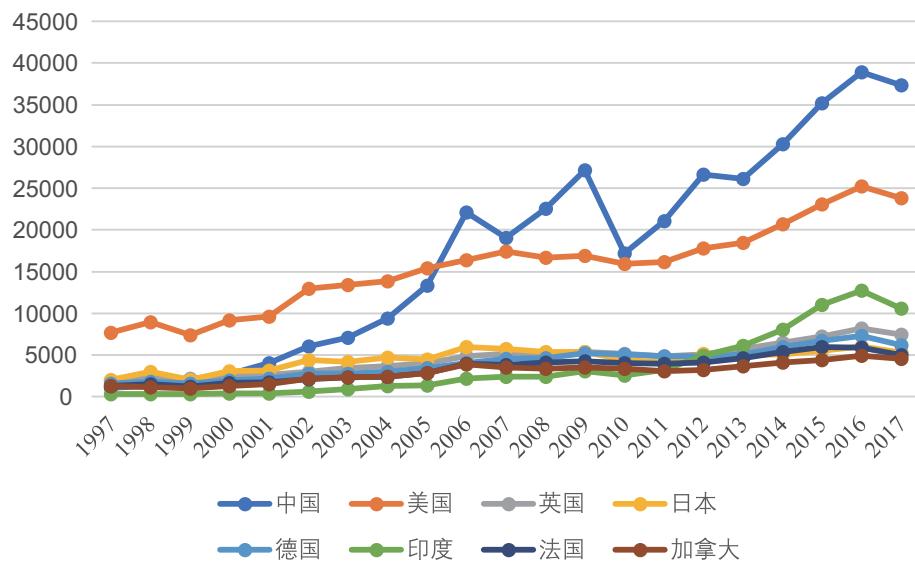


图 2-5 全球 AI 论文产出最多的 8 个国家的产发展趋势 (单位: 篇)

从机构层面，全球参与人工智能相关科研的主要机构中，中国科学院系统、法国国家科学研究中心（CNRS）以及美国的加州大学系统三足鼎立，其 20 年的论文产出量都超过了 24000 篇（图 2-6）。

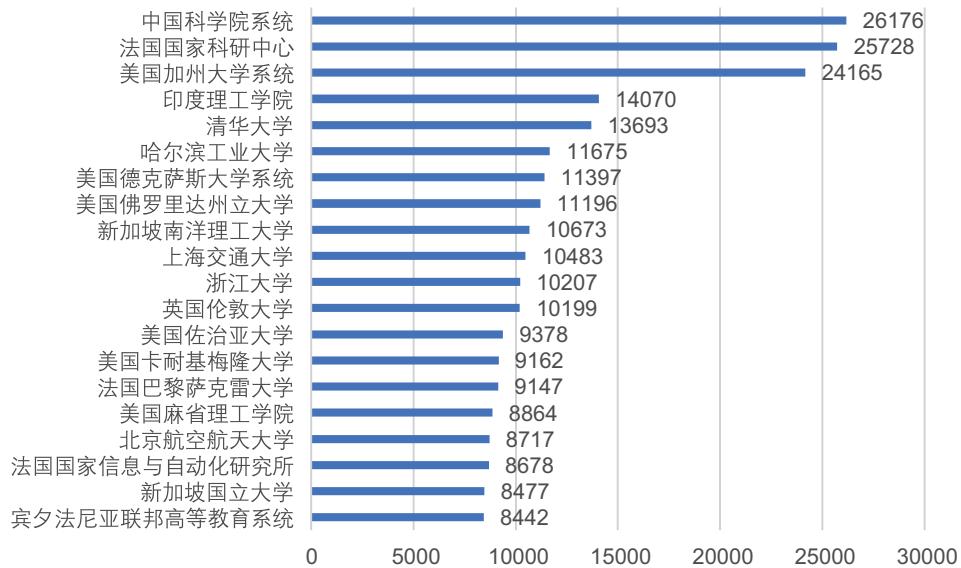


图 2-6 全球 AI 论文产出最多的 20 个机构 (单位: 篇)

在全球人工智能领域产出最多的百强机构中，87 家为高校，8 家为科研院所，3 家为政府机构，只有 2 家企业。其中，3 家政府机构为：美国能源部（DOE）、美国国防部（DOD）和美国国家航空和宇宙航行局（NASA）；2 家企业为：IBM 和微软。

图 2-7 展示了全球人工智能领域产出最多的 20 家科研院所。其中，中国科学院和法国国家科学研究中心遥遥领先于其他机构。此外，中科院软件研究所也跻身 Top 20 科研院所榜单。法国、德国和美国表现突出，各有 3 家科研院所上榜。

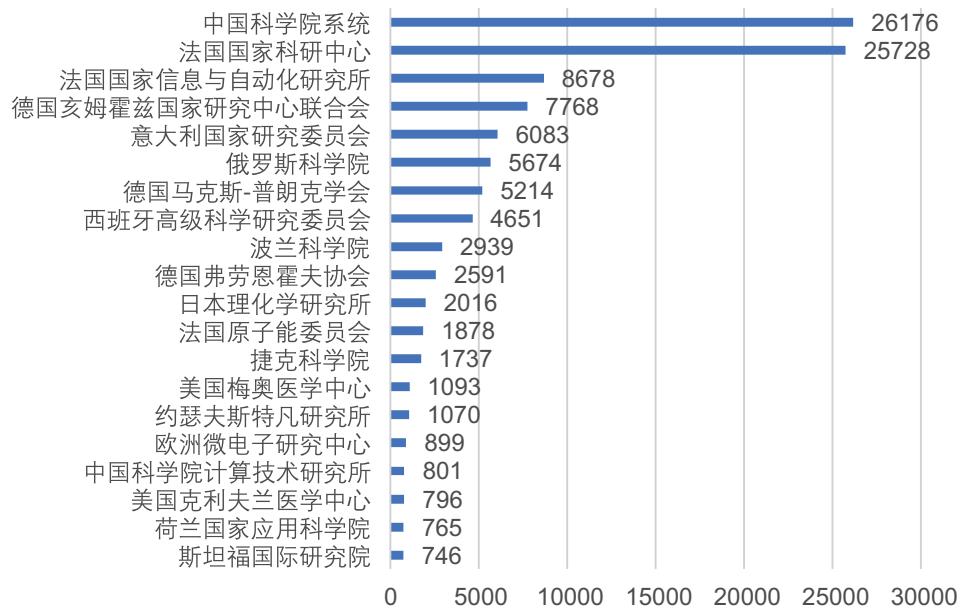


图 2-7 全球 AI 论文产出最多的 20 家科研院所 (单位: 篇)

全球人工智能产出最多的 Top 10 政府机构全部来自美国，其中既包括了国防部、能源部等政府下属部门，也包括了美国国立卫生研究院（NIH）等基金资助机构以及政府机构下属的一些国家实验室，体现出美国政府层面对该领域研究的关注与积极参与（图 2-8）。

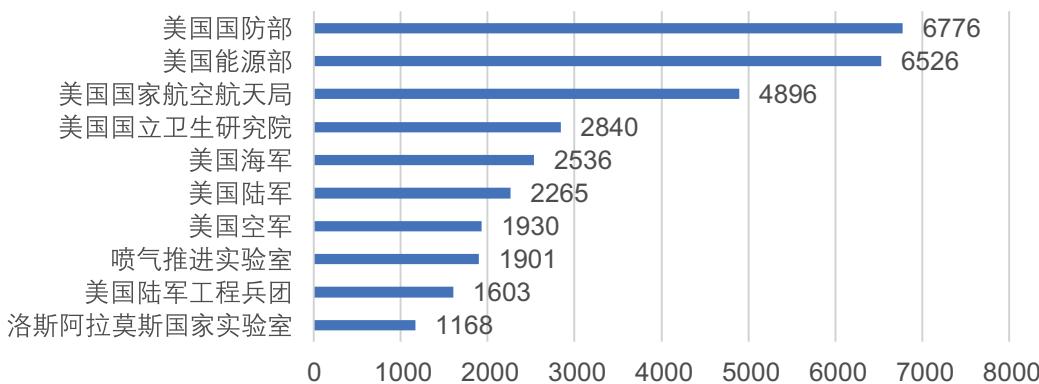


图 2-8 全球 AI 论文产出最多的 10 家政府机构（单位：篇）

全球很多企业在过去的 20 年间也积极投入人工智能的基础研究。图 2-9 列出了人工智能论文发表的全球 Top 20 企业。IBM 和微软均已在人工智能方面的论文产出在 Top 20 企业榜单中遥遥领先。西门子、三星、谷歌、英特尔等企业也产出了很多人工智能论文。

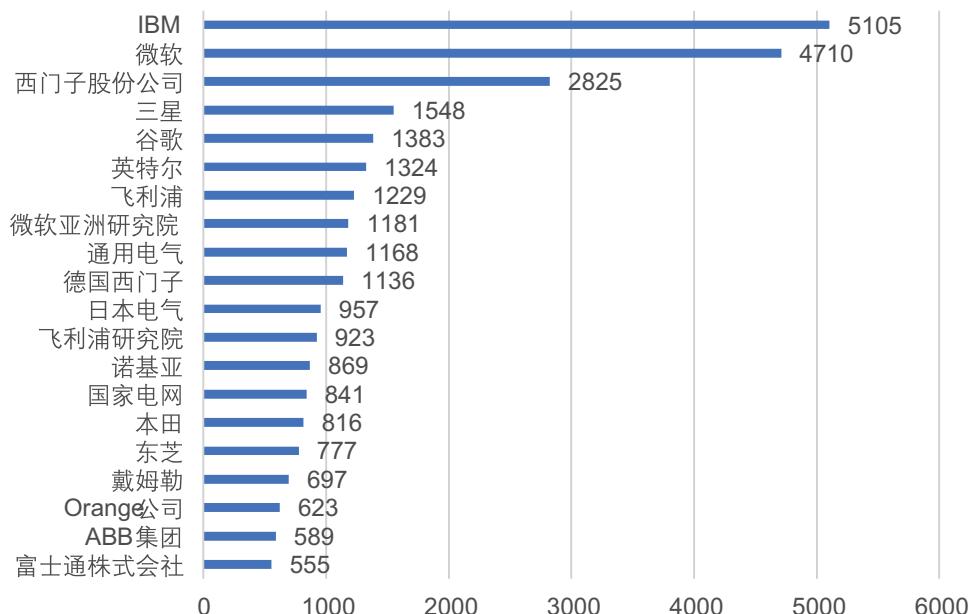


图 2-9 全球 AI 论文产出最多的 20 家企业（单位：篇）

中国也有很多机构在过去的 20 年间积极参与人工智能领域的研究，图 2-10 列出了论文产出数量前 20 的机构。中国科学院系统以两万六千余篇论文位居第一，也是榜单中唯一的科研机构。其余的上榜者均来自高校，清华大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学和浙江大学的论文产出均超过 1 万篇。前 20 榜单中还有三所来自香港的高校，分别为香港理工大学、香港城市大学和香港中文大学。

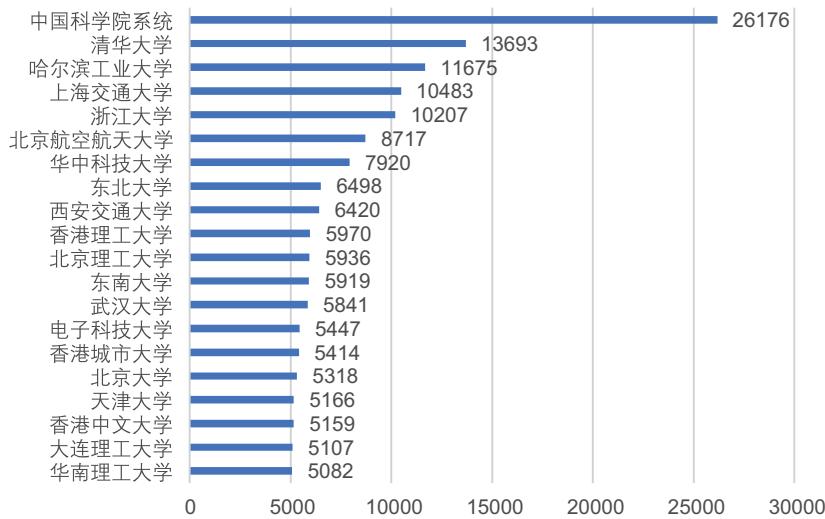


图 2-10 中国 AI 论文产出最多的 20 个机构 (单位: 篇)

从学科³分布看，无论是全球还是论文产出量最多的 8 个国家在人工智能领域发表论文最多的两个学科都是计算机科学与工程。除印度外，自动控制系统是全球以及论文产出量最多的其余七国产出排名第三的学科。电信是印度在人工智能领域论文产出排名第三的学科。此外，机器人学、数学以及影像科学和照相技术也是八国集中关注的学科。各国也基于自身的优势和特点，将人工智能拓展到不同学科的研究中。例如，美国、英国、日本、德国、法国、加拿大等发达国家已经将人工智能应用于神经科学和神经病学；印度作为能源短缺的国家将人工智能应用于能源与燃料学科；而中国利用在材料科学学科的优势，将人工智能应用于能源管理（电池系统）、机器人或其他器件的制作材料等方向。

表 2-1 AI 领域全球及论文产出最多的 8 个国家主要学科分布

排名	全球	中国	美国	英国	日本	德国	印度	法国	加拿大
1	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学	计算机科学
2	工程	工程	工程	工程	工程	工程	工程	工程	工程
3	自动化控制系统	自动化控制系统	自动化控制系统	自动化控制系统	自动化控制系统	自动化控制系统	电信学	自动化控制系统	自动化控制系统
4	机器人技术	电信学	机器人技术	机器人技术	机器人技术	机器人技术	自动化控制系统	机器人技术	机器人技术
5	电信学	影像学与摄影技术	影像学与摄影技术	数学	影像学与摄影技术	数学	影像学与摄影技术	数学	影像学与摄影技术
6	影像学与摄影技术	机器人技术	数学	影像学与摄影技术	电信学	影像学与摄影技术	能源和燃料	影像学与摄影技术	电信学
7	数学	材料科学	电信学	神经学与神经病学	仪器仪表	神经学与神经病学	数学	电信学	数学
8	运筹学与管理科学	数学	光学	电信学	神经学与神经病学	电信学	机器人技术	物理	神经学与神经病学
9	仪器仪表	运筹学与管理科学	神经学与神经病学	数学计算生物学	数学	物理	其他科技	运筹学与管理科学	运筹学与管理科学
10	物理	仪器仪表	运筹学与管理科学	其他科技	物理	生物化学与分子生物学	材料科学	神经学与神经病学	能源和燃料

³ 注：Web of Science 平台的 Research Area 共有五大学科门类，分别为艺术人文（Arts Humanities）、生命科学与生物医学（Life Sciences Biomedicine）、自然科学（Physical Sciences）、社会科学（Social Sciences）以及技术（Technology），每个学科门类由细分学科组成，Research Area 共包含 154 个学科
(参见：http://images.webofknowledge.com/WOKRS529AR7/help/WOS/hp_research_areas_easca.html)

2.1.2 全球和中国高影响力论文

参考文献（被引用文献）与正文（引用文献）的简单逻辑关系就是引文分析的基础和背景。引用体现了前序工作对后来科研工作的价值，获得较高引用频次的工作被认为具有更高的影响力⁴。图 2-11 展示了全球 AI 高水平论文的区域分布情况，可以看出，目前高水平论文的来源主要分布在北美、西欧和东亚等地区。

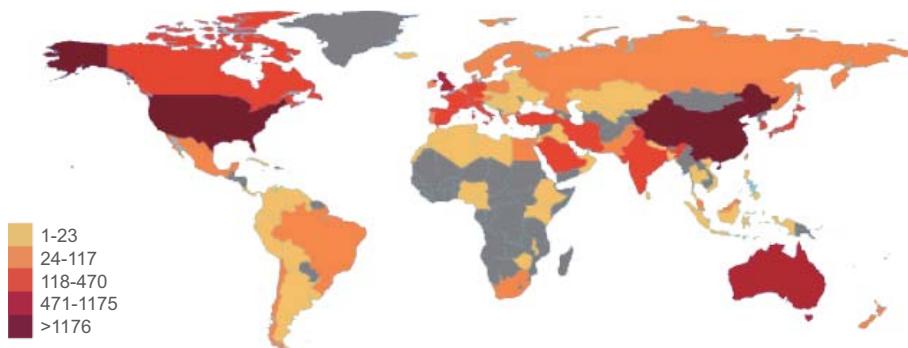


图 2-11 全球 AI 高影响力论文分布

表 2-2 中列举了全球高水平论文产出最多的 10 个国家的高被引论文数量和热点论文数量。中国、美国和英国在高水平论文产出的榜单上排名三甲，伊朗作为唯一的西亚国家排名第 8。进一步统计 Top 10 国家 AI 领域高被引论文占其在 AI 领域全部论文的百分比可以看到，Top 10 国家的高被引论文百分比均超过了全球平均水平 1%，其中澳大利亚在该指标中表现最佳，达到 2.66%，英国与中国也都是全球平均水平的 2 倍多。从热点论文绝对数量上，中、美、英三国依然保持着领先优势。从热点论文百分比来看，Top 10 国家的水平也都超过了全球平均值 0.1%，其中澳大利亚和中国的表现最佳，是全球平均水平的 7 倍。从过去 10 年 AI 领域的总论文量来看，澳大利亚表现并不突出，但其在高水平论文的产出方面表现突出，值得关注。此外，图 2-4 中产出量位于全球第四的日本以及第六的印度，在高水平论文的产出中并未进入全球前十，其中日本的高水平论文数排名第 19，印度为第 14。

表 2-2 全球 AI 高水平论文产出 Top 10 国家（单位：篇）

	高被引论文数	高被引论文占比(%)	热点论文数	热点论文占比(%)
中国	2349	2.01%	81	0.07%
美国	2241	1.94%	55	0.05%
英国	811	2.17%	23	0.06%
澳大利亚	472	2.66%	13	0.07%
德国	431	1.57%	12	0.04%
加拿大	397	1.73%	10	0.04%
法国	354	1.46%	6	0.02%
伊朗	271	1.28%	5	0.02%
意大利	253	1.12%	7	0.03%
西班牙	247	1.03%	4	0.02%

图 2-12 进一步展示了 AI 领域高被引论文产出 Top 10 国家的产出发展趋势。美国的高被引论文产出变化较为平稳，近几年稳中略有下降；中国则呈现快速增长的趋势，并在 2013 年首次超过美国位居全球第一。澳大利亚作为 AI 领域高被引论文百分比最高的国家，近几年论文数量也有所增长。另外，伊朗

⁴ Evidence Ltd. (2002) Maintaining Research Excellence and Volume: A report by Evidence Ltd to the Higher Education Funding Councils for England, Scotland and Wales and to Universities UK. (Adams J, et al.) 48pp.

作为高被引论文产出量 Top 10 国家中唯一的西亚国家，其高被引论文的产出量近年来也呈现出明显的增长势头。

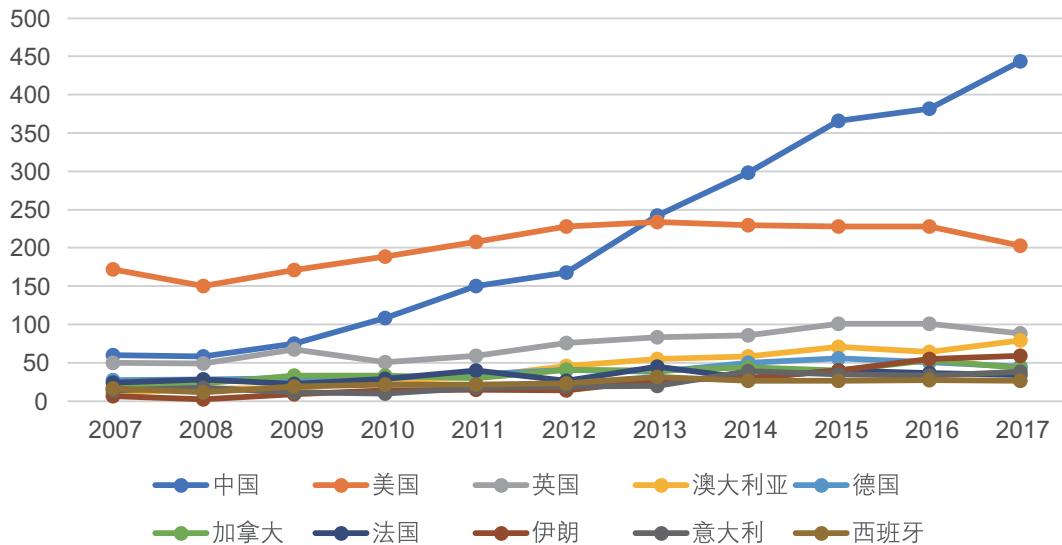


图 2-12 AI 高被引论文产出最多的 10 个国家的产发展趋势（单位：篇）

人工智能领域的基础研究中离不开全球科研人员的通力合作。图 2-13 展示了人工智能领域高水平论文产出最多的 10 个国家之间的合作网络图。其中，节点的大小体现了每个国家产出的高水平论文总数的多少，节点越大，则高水平论文越多；节点之间的连线代表了两国之间合作发表的高水平论文的多少，连线越粗，则两国之间的合作论文数越多。在合作网络图中，中国与美国、英国、澳大利亚等国合作发表的高水平论文数量较多，此外美国和英国、德国之间也合作发表了较多高水平论文。

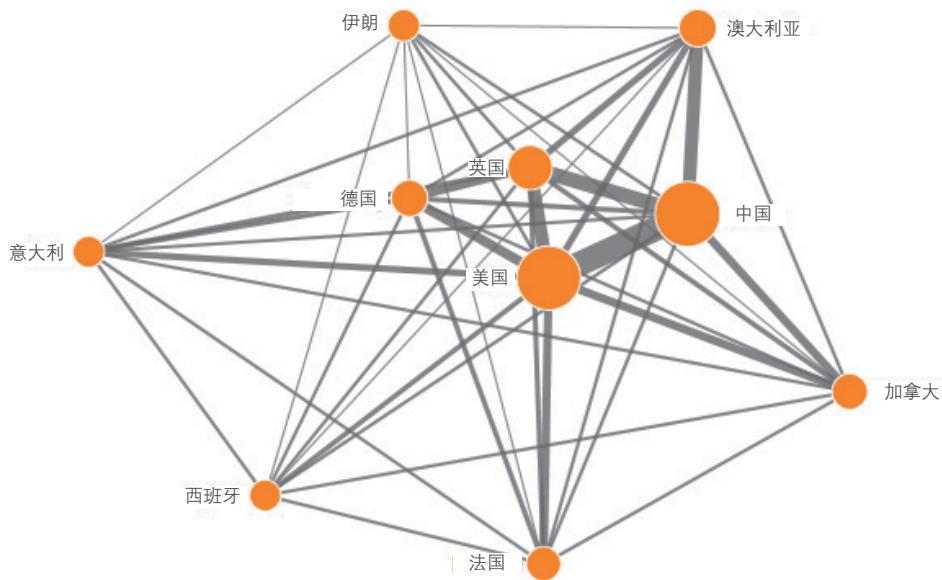
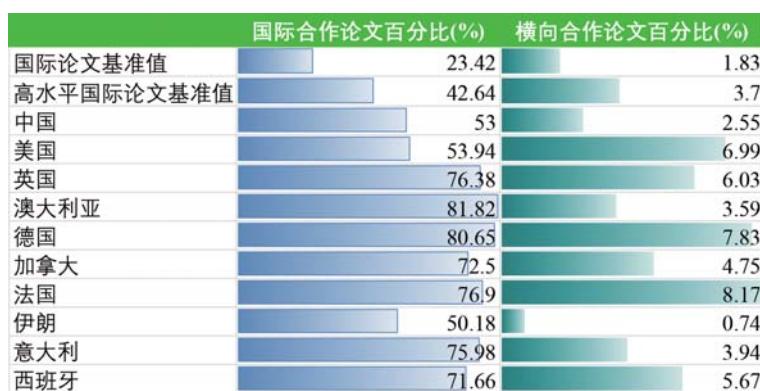


图 2-13 AI 高影响力论文产出最多的 10 个国家的合作网络

一般而言，国际合作论文能够带来较高的影响力，表 2-3 也充分体现了这一特点。全球 AI 论文中国际合作论文的占比为 23.42%，而高水平论文中通过国际合作而发表的占比高达 42.64%。高水平论文产出最多的 Top 10 国家，其高水平论文中国际合作论文的比例均超过了 50%，中国为 53%，澳大利亚和德国甚至超过了 80%。

人工智能与工业应用密切相关，因此在高水平论文中也有相当部分是通过与企业的合作而发表。全球横向合作论文的基准值为 1.83%，而 AI 领域高水平论文中，企业参与了其中 3.7% 的论文发表，是全球论文总体基准值的两倍多。在高水平论文产出 Top 10 国家中，法国的横向合作论文占比最高，达到了 8.17%，此外德国、美国、英国和西班牙的横向合作论文都超过了 5%。中国 AI 领域高水平论文中有 2.55% 的论文通过横向合作发表。

表 2-3 AI 高水平论文产出最多的 10 个国家的合作论文占比



一个机构高水平论文的数量能够体现其基础性研究的影响力，表 2-4 列举了人工智能领域高水平论文产出最多的 Top 20 机构，其中美国的加州大学系统以 337 篇高被引论文和 6 篇热点论文名列第一，中国的中国科学院和哈尔滨工业大学紧随其后。在 Top 20 机构中共有 7 家来自美国，中国有 6 家上榜，新加坡 2 家，沙特、法国、英国、伊朗、德国各有一家机构上榜。

表 2-4 全球 AI 高水平论文产出最多的 20 个机构（单位：篇）

机构	高被引论文数	热点论文数	国家/地区
加州大学系统	337	6	美国
中国科学院系统	242	7	中国
哈尔滨工业大学	189	9	中国
哈佛大学	164	7	美国
阿卜杜勒阿齐兹国王大学	136	6	沙特阿拉伯
法国国家科研中心	133	0	法国
东南大学	131	5	中国
南洋理工大学	125	0	新加坡
伦敦大学	122	2	英国
得克萨斯大学系统	115	2	美国
麻省理工学院	112	2	美国
清华大学	110	2	中国
香港城市大学	106	1	香港
斯坦福大学	104	2	美国
美国能源部	96	1	美国
新加坡国立大学	93	0	新加坡
伊斯兰阿扎德大学	91	1	伊朗
香港理工大学	88	1	香港
马克斯·普朗克学会	88	3	德国
加州伯克利大学	87	3	美国

很多企业也产出了一定数量的高影响力论文。微软、微软亚洲研究院、谷歌等企业都参与发表了超过 20 篇高水平论文（表 2-5）。

表 2-5 全球 AI 高影响力论文产出最多的 13 个企业（单位：篇）

企业	高被引论文数	热点论文数
微软	64	2
微软亚洲研究院	27	1
谷歌	23	3
IBM	18	0
西门子股份公司	13	0
英特尔	10	0
罗氏制药	8	1
三星	7	0
葛兰素史克	7	0
诺和诺德	6	2
东芝	6	0
通用电气	6	0
本田汽车	6	0

表 2-6 列出了中国在人工智能领域发表高水平论文最多的机构，中国科学院以 242 篇高被引论文和 7 篇热点论文位居榜首，哈尔滨工业大学、东南大学、清华大学和香港城市大学也都进入了前五名。值得注意的是，辽宁工业大学和渤海大学，在人工智能领域的总体产出虽然不多，但其中的高水平论文比例较高，双双进入了高影响力论文产出最多 Top 20 中国机构的榜单。

表 2-6 AI 高影响力论文产出最多的 20 个中国机构（单位：篇）

机构	高被引论文数	热点论文数
中国科学院系统	242	7
哈尔滨工业大学	189	9
东南大学	131	5
清华大学	110	2
香港城市大学	106	1
香港理工大学	88	1
华中科技大学	86	2
电子科技大学	77	4
辽宁工业大学	71	4
西北工业大学	67	5
北京大学	65	2
东北大学	65	1
浙江大学	64	2
西安交通大学	64	1
上海交通大学	63	0
中南大学	60	1
南京理工大学	58	1
华南理工大学	57	5
西安电子科技大学	55	1
渤海大学	53	0

2.1.3 全球和中国施引文献情况

参与高水平论文的作者、机构、国家在人工智能领域做出了重要的贡献，同时，引用这些高水平论文的施引文献可以反映出高水平论文所提出的技术、数据、理论在发表之后是如何进一步发展的，即使这些高水平论文的施引文献本身并不是高水平论文。

图 2-14 展示了人工智能领域高水平论文施引文献的 Top 20 国家，这里美国以超过 21 万篇施引文献超过中国排名第一，体现出美国对于该领域后继研究的重视。

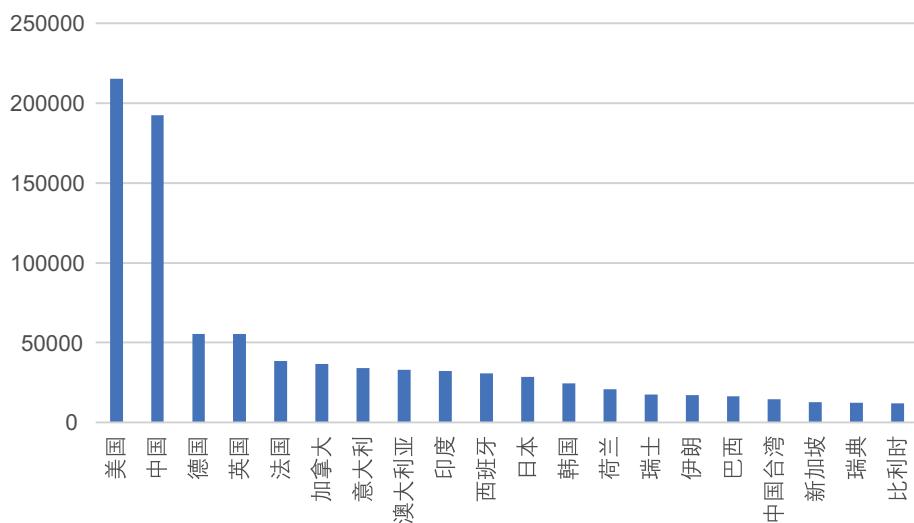


图 2-14 AI 领域高水平论文施引文献的 Top 20 国家和地区（单位：篇）

图 2-15 和图 2-16 展示了人工智能领域高水平论文施引文献最多的全球以及中国 Top 20 机构。中国科学院、清华大学、上海交通大学和浙江大学上榜全球 Top 20 施引文献机构。

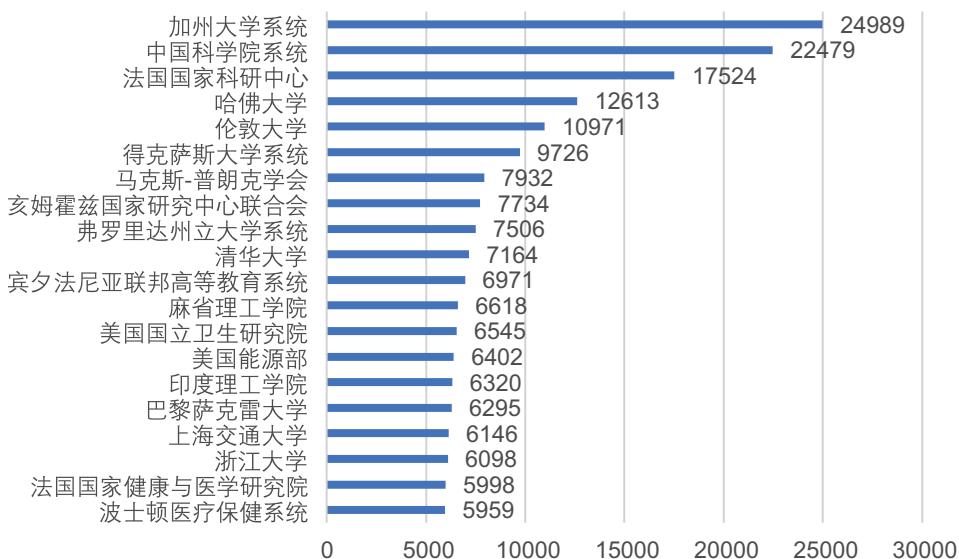


图 2-15 AI 领域高水平论文施引文献的 Top 20 机构（单位：篇）

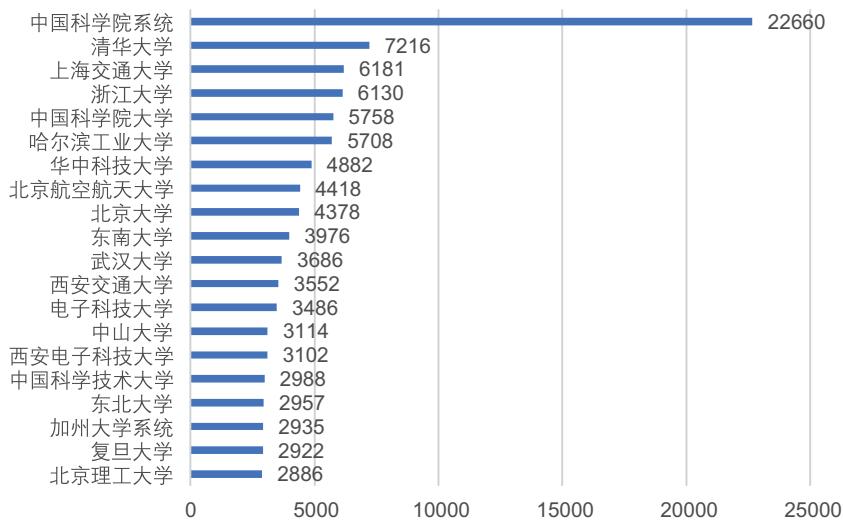


图 2-16 AI 领域高水平论文施引文献的 Top 20 中国机构 (单位: 篇)

图 2-17 展示了人工智能领域高水平论文施引文献最多的 Top 20 研究领域。人工智能的相关研究正被广泛的应用于工程学、计算机科学、生物化学与分子生物学、自动控制系统、神经科学和神经病学等学科，充分体现了这一领域广泛的学科交叉性。

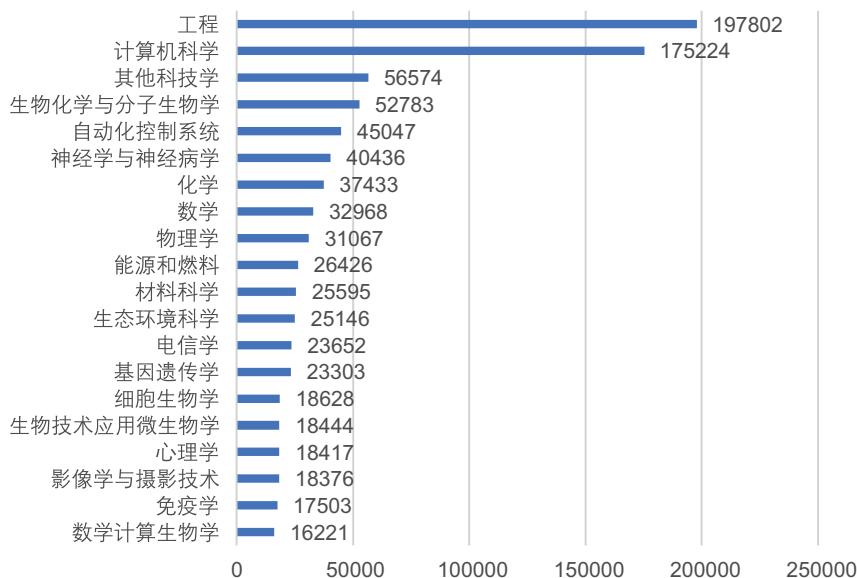


图 2-17 AI 领域高水平论文施引文献的 Top 20 研究领域 (单位: 篇)

图 2-18 和图 2-19 以叠加层的可视化方式展示了人工智能领域中全球以及中国高被引论文高频关键词的发展变化趋势。对于高频关键词的文本分析基于词语的共现程度，即两个词语之间的距离越短则其共现频率越高。叠加层图中选取了共现频率较高的词语，图中的颜色越接近红色，表明该区域的高频词越新出现；同样的，某一区域的高频词越早出现，则图中颜色越接近蓝色。可以看出，近年全球高水平人工智能论文关注深度学习 (deep learning)、神经网络 (neural network)、自适应控制 (adaptive control)、优化 (optimization)、智能电网 (smart grid) 和大数据 (big data) 等多个方向，而中国高水平人工智能论文近期的关注热点相对比较集中在自适应控制、神经网络和大数据等领域。

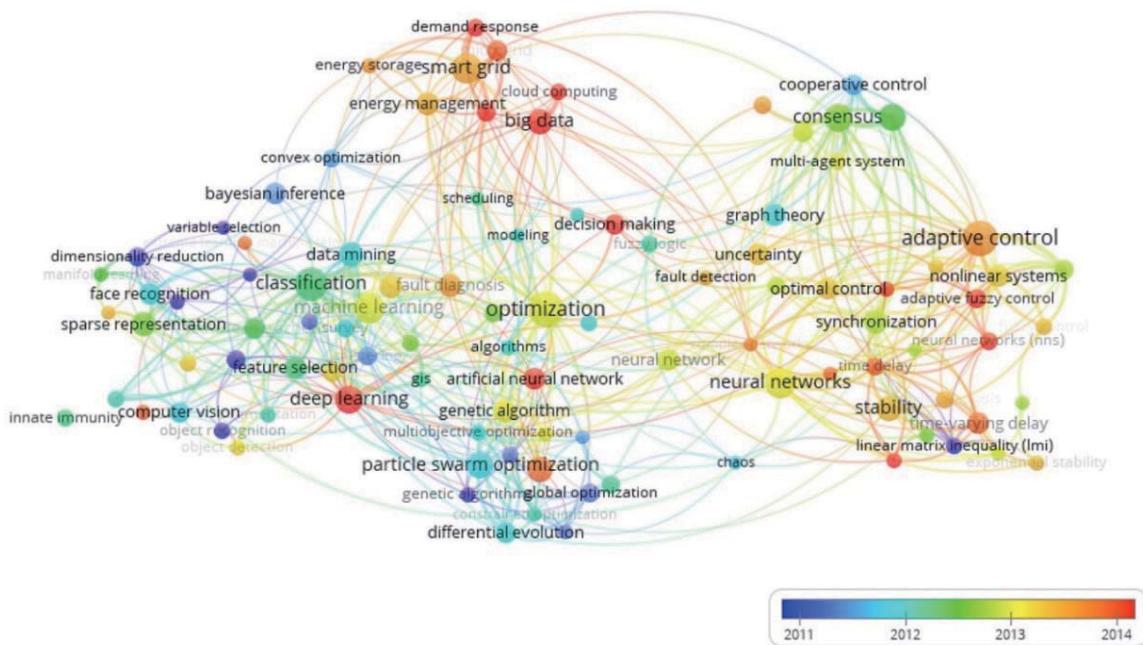


图 2-18 2007-2017 年全球 AI 高被引论文高频关键词共现分析

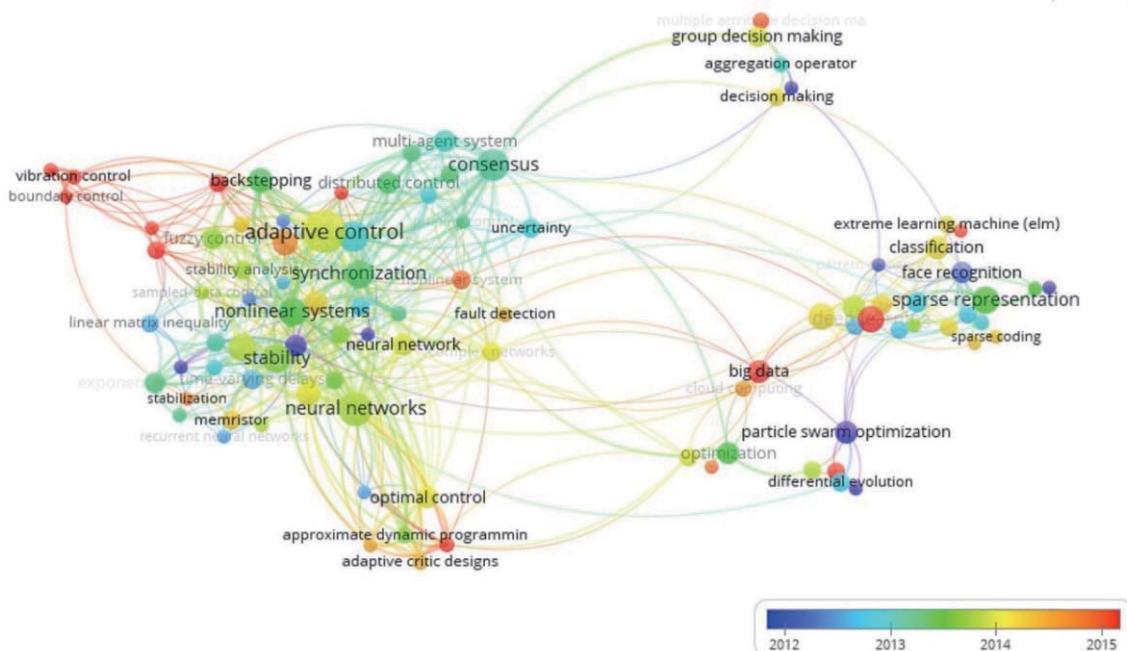


图 2-19 2007-2017 年中国 AI 高被引论文高频关键词共现分析

2.2 人工智能技术专利产出

2.2.1 全球人工智能技术专利产出

(1) 专利申请趋势

图 2-20 展示出 AI 领域专利申请总体趋势。从近二十年的发展情况来看，按照申请号归并后每年的专利申请量总体呈平稳上升趋势，其中 2016 年，专利申请总量达到 52000 多件。

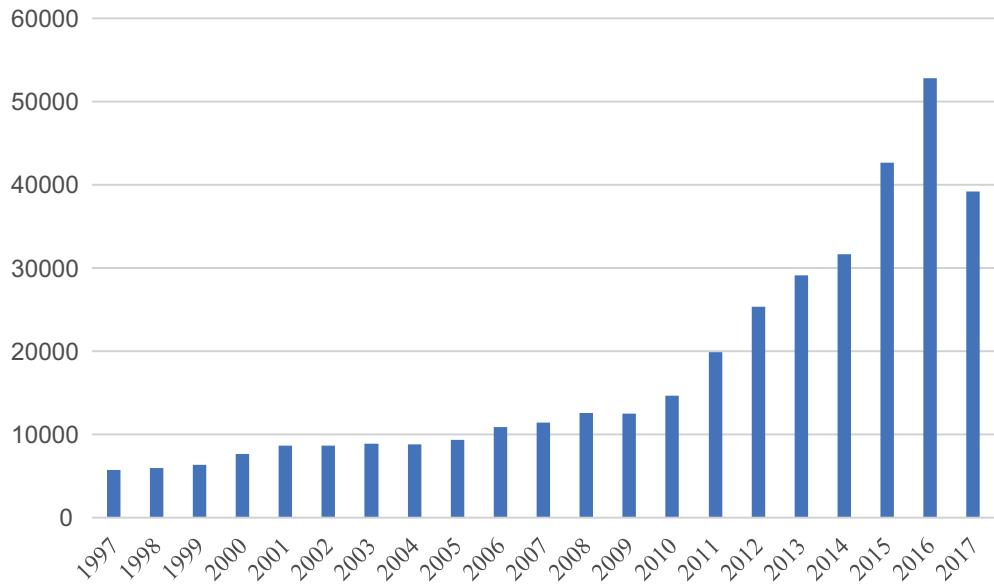


图 2-20 1997-2017 年 AI 领域专利申请趋势 (单位: 件)

(2) 主要专利权人

德温特世界专利索引数据库 (Derwent World Patent Index, DWPI) 中收录的每份专利文献的每个专利权人均指定有 4 个字母的专利权人代码。专利权人代码通常以专利权人名称为基础确定。通过对德温特专利权人代码对专利权人的专利公开数量进行分析，可以发现 IBM、微软公司、国家电网公司、三星等国内外企业均积极在 AI 领域进行专利布局，成为申请专利数量最多的专利权人（图 2-21）。

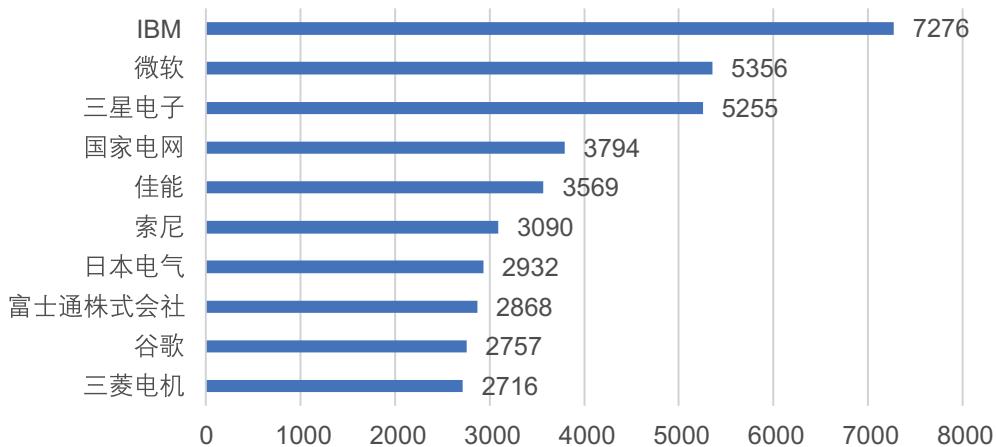


图 2-21 AI 领域中 Top10 专利权人分布 (单位: 件)

在主要专利权人的竞争态势分析中，IBM 专利数量比最接近的竞争对手微软公司多出 36%。在前十位专利权人的专利公开总量中，IBM 拥有的专利公开数量占 18%。另外，从专利维持状态分析中，国家电网公司的有效专利公开数量比例相对其他前九位专利权人中最高，87% 均为有效专利，而索尼公司在 AI 领域中目前 40% 的专利均已失效（图 2-22）。



图 2-22 AI 领域主要专利权人竞争态势分析

在主要专利权人的分析中，国家电网公司作为唯一一家中国企业在 AI 领域中与国际竞争对手在专利布局中占有一席之地。如图 2-23 所示，国家电网公司的 AI 相关发明技术主要应用在电网控制、配用电网、智能配电变压器、风电站、新能源等领域，同时对 AI 相关的智能算法、机器人等技术研发相对也比较重视。专家访谈显示，国家电网公司近年来人工智能专利增长迅速主要有三个原因：一是电网的运行和管理涉及不同类型数据的采集与分析，为图像处理、语音识别和大数据分析等人工智能技术提供了极好的场景；二是国家电网除了具备庞大的资产全生命周期数据和丰富的用户数据，还拥有电网广域多时间尺度运行数据，并且完成了数字化和信息化改造，电网的调度控制在很大程度上实现了自动化，这就为电网运行管理的进一步智能化创造了非常好的条件；三是国家电网公司有着指向明确的项目管理制度，人工智能方向的项目具有严格的量化的项目成果考核指标。



图 2-23 国家电网公司主要技术领域布局

(3) 全球专利布局

通过对优先权国家 / 地区进一步分析了解 AI 技术开发的起始国家 / 地区，图 2-24 展现了在 AI 领域技术起源国家 / 地区中，中国、美国、日本在全球位列前三，三个国家占总体专利公开数量的 74%。



图 2-24 AI 领域技术起源国家 / 地区分布（单位：件）

通过对所有专利的公开国家 / 地区的分析，可以看出 AI 领域专利技术在哪些国家 / 地区得到了进一步发展。图 2-25 显示中国的 AI 专利技术布局程度位居榜首，而其中授权专利比例最高的国家是美国。

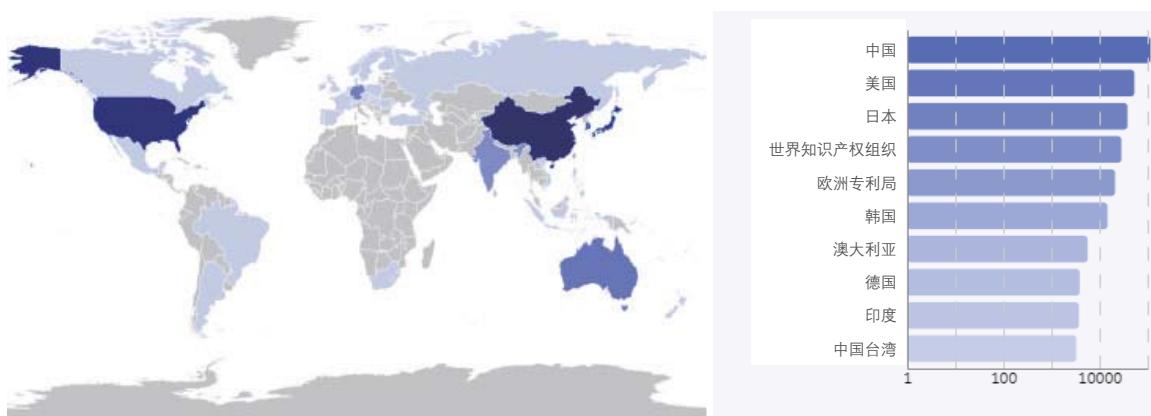


图 2-25 AI 领域专利的全球布局（单位：件）

(4) 专利技术领域

Derwent Innovation 专利数据库中的 ThemeScape 专利地图，通过分析专利文献中的语义相似度，利用科学的统计分析方法对专利的文本内容进行精细剖析整理，并以地图形式进行可视化展现，是形象地反映某一行业或技术领域的整体面貌的主题全景图。

图 2-26 通过 ThemeScape 专利地图展示了 AI 领域技术布局全景。在 AI 领域中，专利申请主要集中在语音识别、图像识别、机器人、以及当下最热门的机器学习（如神经网络、人机交互、决策树、模糊逻辑等）等细分方向。而图 2-26 也展现了 AI 技术的主要应用领域，如能源、通讯、汽车等。

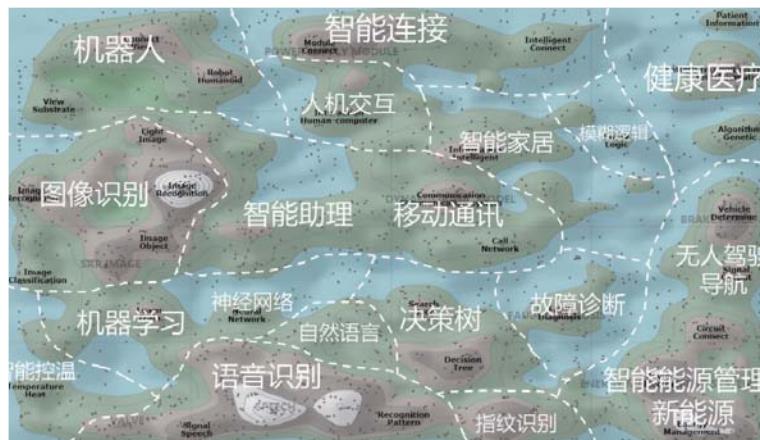


图 2-26 AI 领域 ThemeScape 专利地图

2.2.2 中国人工智能技术专利产出

(1) 主要专利权人分布

本报告将中国作为最早优先权国家进行分析，并按德温特专利家族进行同族专利去重整理。由于专利权仅在申请地区内有效，因此会出现同一项发明具有多件专利公开文献的情况。有鉴于此，本报告将针对同一项发明的多件专利文献合并到一个专利家族之中，这样计算的将是真正的发明数量而非每一件专利数量，从而避免重复计算。通过统计各专利权人创新发明专利数，进一步了解从中国研发的 AI 技术情况（最早优先权国家 / 地区：CN；公开年 2013–2017 年）。图 2-27 可以看到在近五年的发展中，分别来自科研院所与高校的以及来自企业的持有发明专利数量最高的前 15 位专利权人。在科研院所及高校的专利权人排名中，中国科学院、浙江大学、西安电子科技大学、华南理工大学、清华大学、河海大学、东南大学、电子科技大学、北京航空航天大学、天津大学等位列前茅，并且各专利权人拥有的技术发明专利数量相当。而来自企业的主要专利权人如国家电网公司、百度、长虹电器、OPPO、小米科技、美的公司等，其所持有发明专利数量差异较大，国家电网公司近五年的 AI 相关技术发展迅速，在国内布局的专利技术量远高于其他专利权人。纵观前 30 位专利权人整体情况，52% 的发明来自科研院所与高校，略高于企业专利权人。



图 2-27 科研院所与高校以及企业的主要专利权人分布（单位：件）

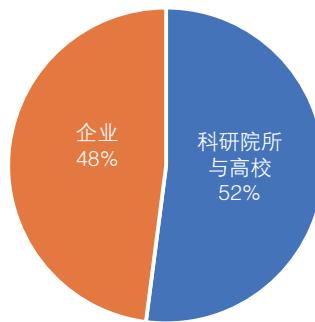


图 2-28 Top30 的两大类专利权人持有技术发明数量比例

(2) 重点技术领域分布

本报告将 AI 领域所属的德温特手工代码进行统计分析，进而了解中国近五年在 AI 中重点技术领域及子领域的专利布局。图 2-29 显示，中国发展的主要技术领域集中在数据处理系统、数字信息传输等。其中图像处理分析 (T01-J10B) 的相关专利技术创新发明数量较其他子领域更多，占总发明件数的 16%。

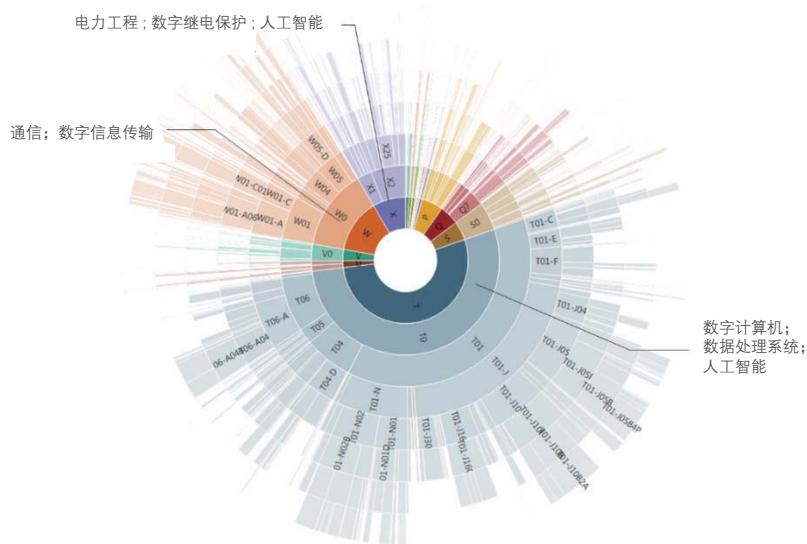


图 2-29 AI 领域的技术领域分布 (德温特手工代码)

2.3 人工智能人才投入

主要指标解释：

国际人工智能人才：具备从事领域创造性劳动的研究能力与专业技术知识，并在人工智能领域内取得创新成果的活跃研究人员。其中，取得创新成果是指，公开发表过专利或英文论文；活跃是指近 10 年有创新成果产出。

国际人工智能杰出人才：研究能力领先的世界人工智能人才。为保证评断标准可获取、可衡量，报告采用学术界相对公认指标 H 因子表征人才研究能力，并择取世界人工智能人才数据集中 H 因子排名前 10% 的人才作为世界人工智能杰出人才。

中国人工智能人才：具备从事领域创造性劳动的研究能力与专业技术知识，并在人工智能领域内取得创新成果的活跃研究人员。其中，取得创新成果是指，公开发表过中国专利或中英文论文；活跃是指，近10年有创新成果产出。

2.3.1 国际人工智能人才投入

(1) 地区间分布

国际人工智能人才投入高度集中于美、中、印、德、英等少数国家。截至2017年，国际人工智能人才投入总量达204575人，密集分布于北美、西欧、北欧、东亚、南亚、西亚地区。从国家层面上看，人工智能人才集中于少数国家，排名前十的国家AI人才投入占据总量的61.8%。

中国国际人工智能人才投入总量位列第二，是美国人数的65%。美国在人工智能人才投入量独占鳌头，累计高达28536人，占据世界总量的13.9%；中国投入量列居第二，累计达18232人，占据世界总量的8.9%；印度、德国、英国分别以17384、9441、7998人列席三、四、五位。从城市尺度看，美、中、印、德、英五国人才数量排名前五城市的人才累计占比分别为该国总量的10.5%、20.0%、14.9%、17.3%和23.3%。

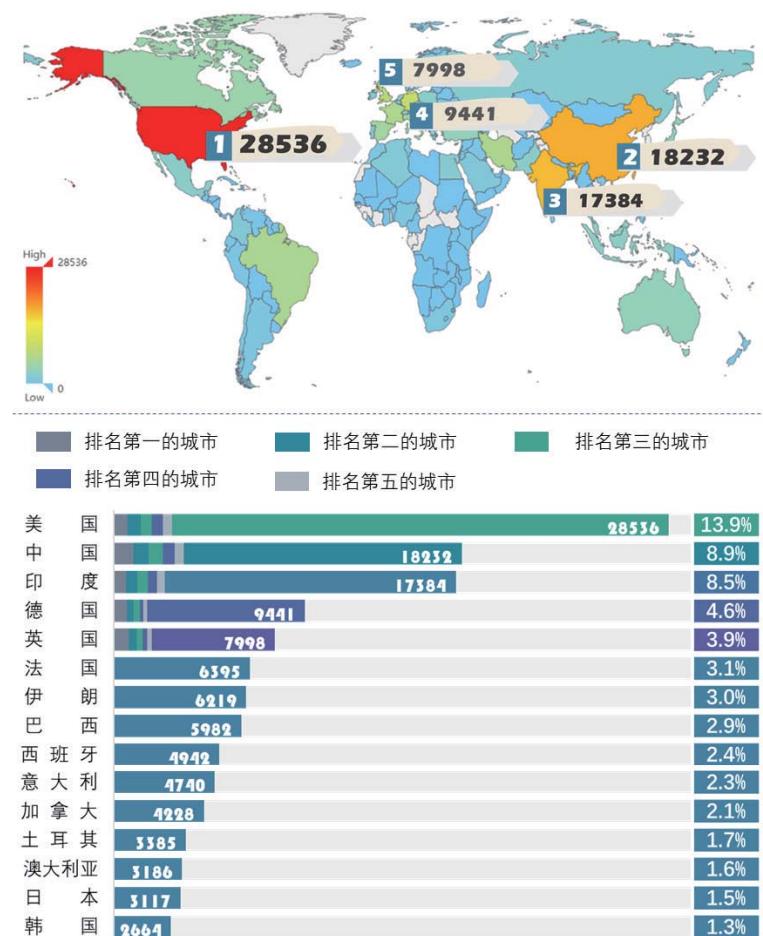


图2-30 全球AI人才分布(单位：个)

国际人工智能杰出人才集中投入于美、英、德、法、意等少数发达国家。截至 2017 年，国际人工智能人才投入总量达 20458 人，密集分布于北美、西欧、东亚、南亚地区。从国家层面上看，人工智能杰出人才集中于少数国家，排名前十的国家 AI 人才投入占据总量的 63.6%，集中程度略高于人工智能人才总量集聚程度（61.8%）。

中国等发展中国家杰出人才比例显著偏低。美国在人工智能杰出人才投入量上依旧遥遥领先，累计高达 5158 人，占据世界总量的 25.2%，是排名第二位英国的 4.4 倍；英国、德国、法国、意大利分列第二、三、四、五名，杰出人才投入量大体相当。中国杰出投入量 977 人，排名第六，相对于其全球第二的人才总量而言，杰出人才占比过低。同属发展中国家的印度（总量排名第三）、巴西（总量排名第八）也面临同样困境，相较于人才总量而言，其杰出人才排名显著下滑，分别排名第十一和第十三位。

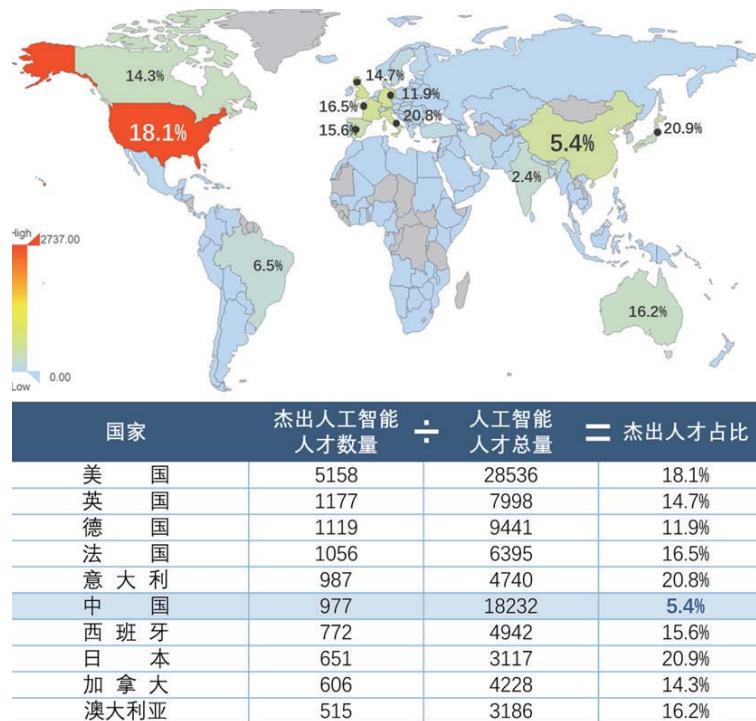


图 2-31 全球人工智能杰出人才分布（杰出人才占各国人才总量的比重）（单位：个）

（2）高校分布

国际人工智能人才投入集中在高校。全球累计 147914 位国际人工智能人才投入于高校，占据人才总量的 72.3%，31123 位投入于国家科学院、研究中心等科研机构，6488 位投入于商业企业等营利性主体。

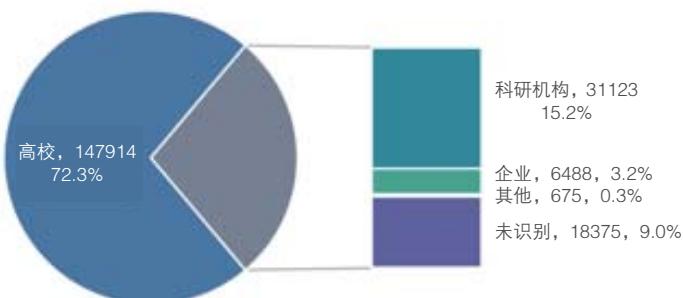


图 2-32 全球人工智能人才所属机构类型

高强度人才投入的高校院所集中在中国，清华大学成为全球国际人工智能人才投入量最大的载体。高校院所的人才投入量主要受科研人员数量及硕博招生规模的影响，清华大学依托优渥的科研基础汇集 822 名国际人工智能人才，名列世界第一；上海交通大学以 590 人的数量位列第二；韦洛尔大学、北京航空航天大学、卡内基梅隆大学分别以 526、525、523 人的数量位列第三、四、五名。美国麻省理工学院、斯坦福大学和乔治亚理工学院分别名列十四、十七和十八名。

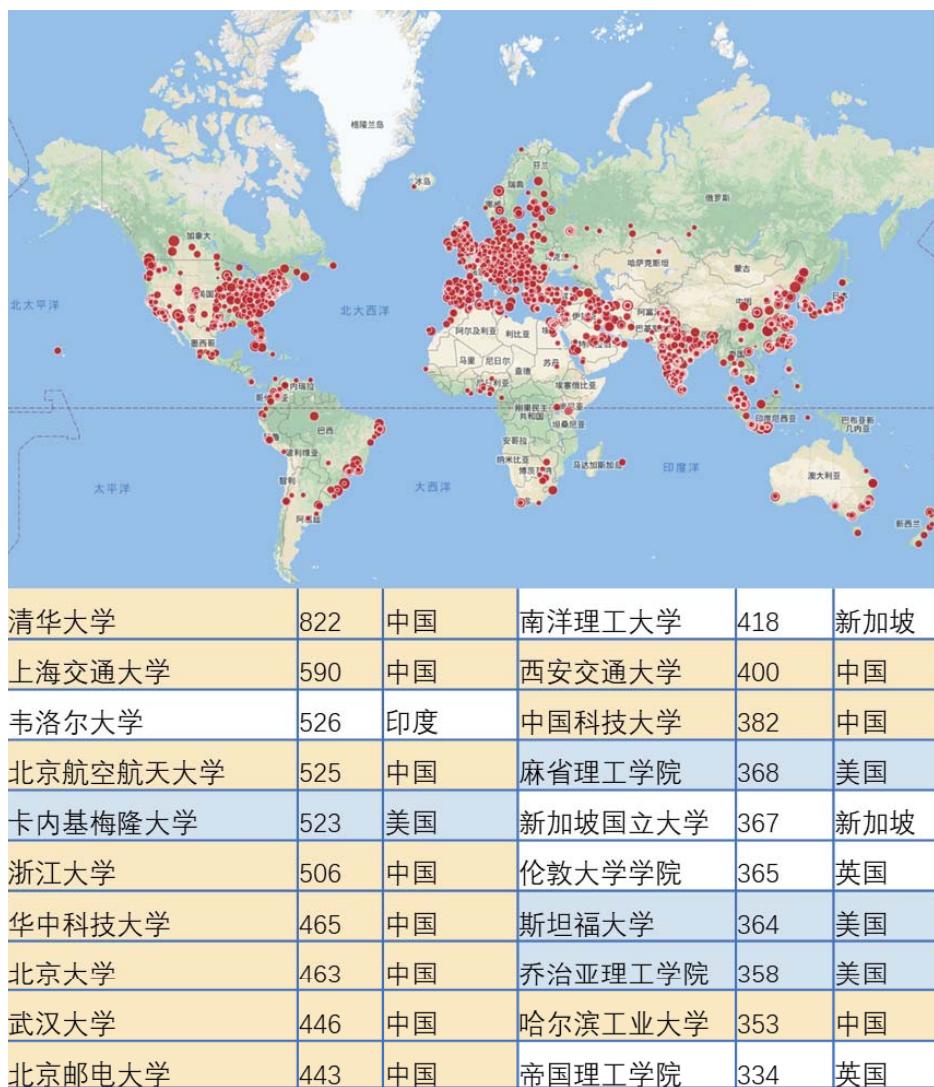


图 2-33 全球国际人工智能人才所属大学分布（单位：个）

然而，在全球人工智能杰出人才最多的高校排行中，中国没有高校进入前十。斯坦福大学杰出人才投入量达 79 人，全球领先；麻省理工学院、伦敦大学学院、华盛顿大学、圣保罗大学紧随其后。清华大学排名 15 位，上海交通大学排名第 33，与其国际人工智能人才总量相比，排名大幅下滑。



图 2-34 全球人工智能杰出人才所属大学分布（单位：个）

(3) 科研机构分布

中国科学院成为世界投入人才数量最大的研究机构。中国科学院体系庞大、分支机构众多，人才投入总量高达 1244 人，在世界范围内遥遥领先。美国国家航空航天局人员投入数量为 103 人，列居世界第二。希腊研究与技术中心、图卢兹情报研究所、保加利亚科学院分别以 67、64、63 的人才投入量，列居第三、四、五名。

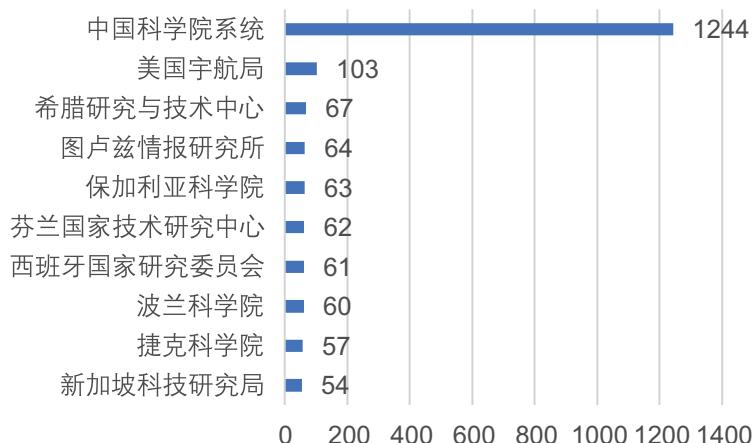


图 2-35 世界人工智能人才投入量排名前 10 研究院所（单位：个）

在人工智能杰出人才投入上，中国科学院依旧表现亮眼。中国科学院杰出人才数量达到 88 人，全球居首；意大利国家研究委员会、法国国家科学研究中心紧随其后。



图 2-36 世界人工智能杰出人才投入量排名前 10 研究院所 (单位：个)

(4) 企业分布

高强度人才投入的企业集中在美国，中国仅有华为一家企业进入前 20。国际人工智能人才投入主要以计算机软硬件开发企业为载体，美国相关行业发轫于 19 世纪末，IBM、微软、谷歌等公司皆为行业巨头，在世界范围内拥有广泛的影响能力，成为集聚人工智能领域人才的企业前三甲。英特尔、通用电气、惠普、霍尼韦尔、思科、高通、苹果等美国知名企業也榜上有名。德国的西门子、SAP 软件、博世三家企业入驻前 20，主要以大型制造企业为主。印度的塔塔咨询、高知特两家公司上榜，主要为 IT 技术服务公司。韩国、荷兰、中国、爱尔兰、意大利各有一家企业上榜。



图 2-37 国际人工智能人才所属企业分布 (单位：个)

IBM 是全球人工智能杰出人才投入量最多的企业。IBM 人工智能杰出人才数量位 83 人，全球范围内遥遥领先，英特尔、谷歌、微软分别以 39、32、31 的杰出人才数量排名其后。整体来看，美国互联网企业占据绝对优势。中国没有一家企业排名进入前十，只有华为排名第二十。

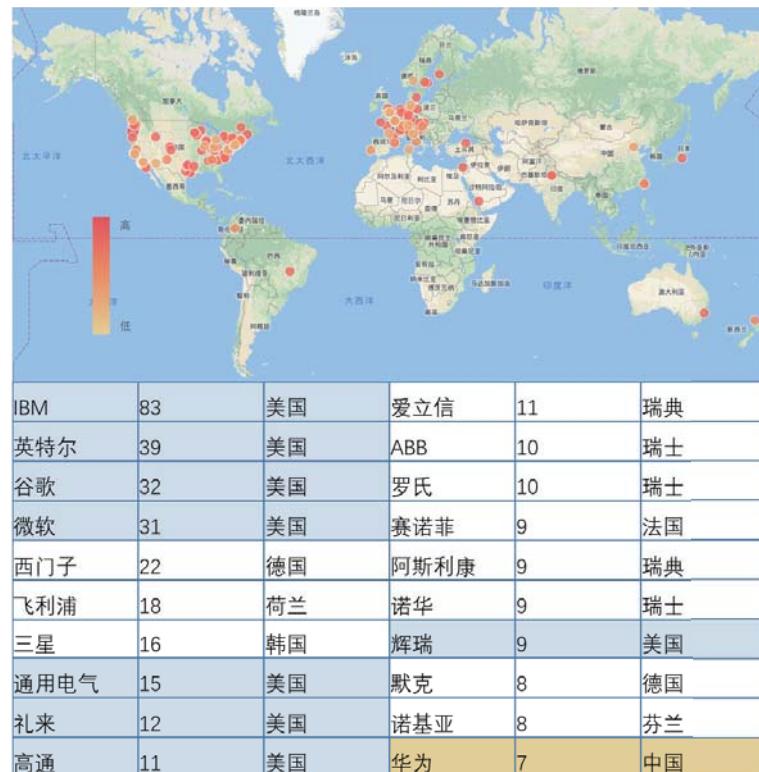


图 2-38 全球人工智能杰出人才所属企业分布（单位：个）

(5) 研究领域分布

国际人工智能人才投入主要集中在算法层面，机器学习、数据挖掘与模式识别是热门领域。从研究方向上看，机器学习领域人才投入累计达 70031 人，数据挖掘领域累计达 68736 人，成为人工智能人才投入的核心热门领域，其次分别是模式识别（53241 人）、计算机视觉（32619 人）、特征提取（21794 人）和人工神经网络（13404 人）。

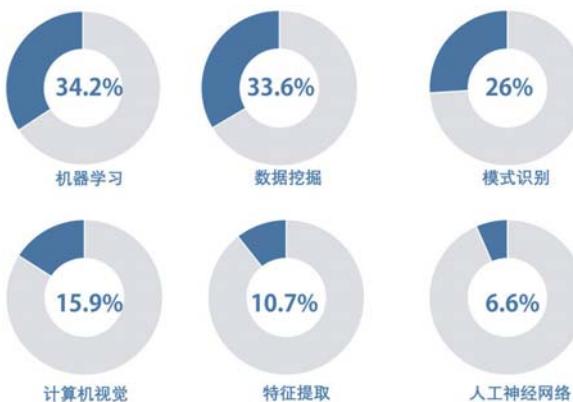


图 2-39 国际人工智能人才领域分布

2.3.2 中国人工智能人才投入

本报告中，中国人工智能人才是指过去 10 年公开发表过中国专利或中英文论文的研究人员，因而其分布与只发表英文论文或专利的国际人才分布有所不同。

(1) 区域分布

中国人工智能人才投入整体呈现东多西少的态势。截至 2017 年，中国人工智能人才投入总量达 201281 人，密集分布于东部地区。东部省份人工智能人才投入量高达 126120 人，占据全国总量的 62.7%，中部地区 37514 人，占全国总量的 18.6%，西部地区 37362 人，占据总量的 18.6%。北京市优势显著，人才投入量累计达 27355 人，名列全国第一。江苏省人才投入量累计达到 19293 人，排名第二；陕西省人才投入量达 12878 人，排名第三，也是唯一一个排名进入前十的西部省份。湖北省（11773 人）、上海市（10592 人）紧随其后。整体来看，东部人才投入呈现北京、江浙沪（合计 37624 人）双极态势，中部和西部则出现湖北省和陕西省两个高点。

与人才投入数量相比，各省市人才学术差距不显著。北京市人工智能人才的学术水平全国居前，平均 H 因子为 9，上海位列第二，平均 H 因子为 8。浙江、湖南、天津等省市次之，平均 H 因子为 7。

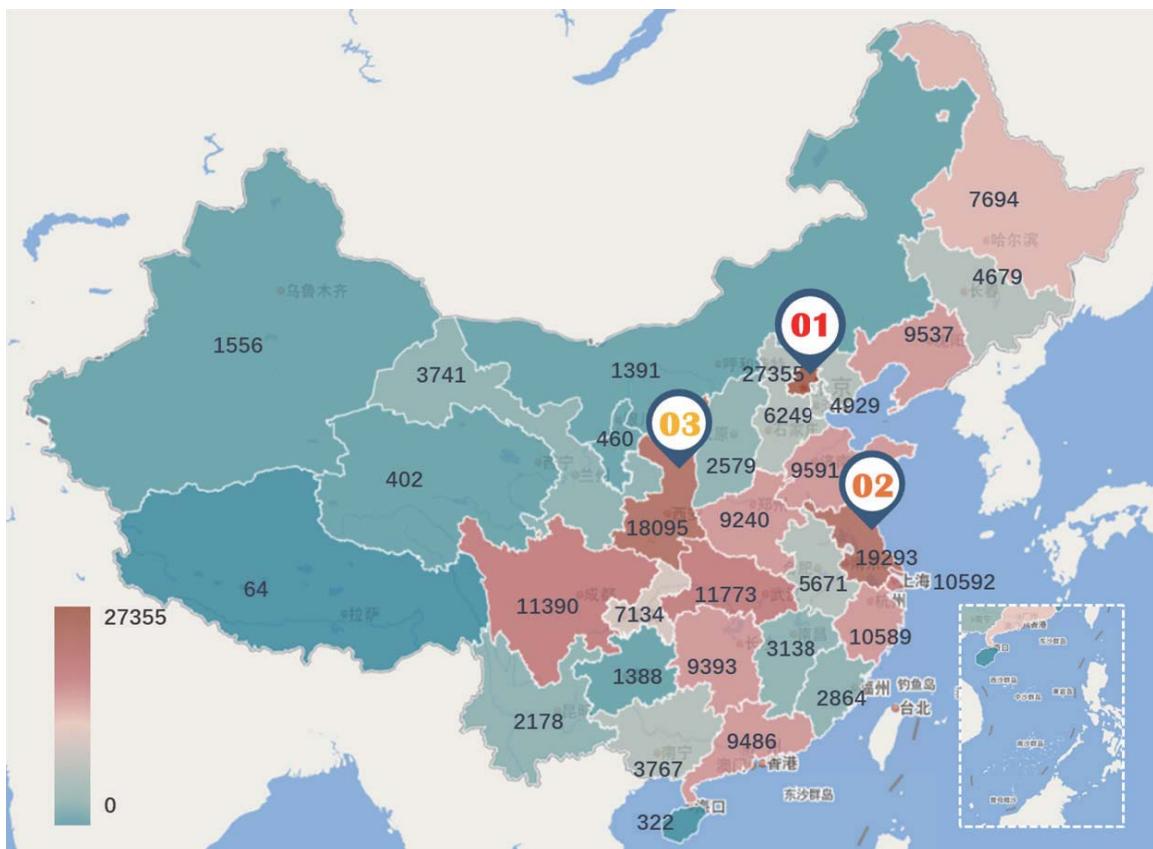


图 2-40 中国人工智能人才分布（单位：个）

从城市尺度看，北京领先优势大，西安、上海、武汉、南京紧随其后。北京市作为中国的文化中心，人才投入力度强劲，累计占据总量的 13.5%，在国内具有绝对优势。西安市、上海市、武汉市、南京市人才投入数量逾万，位列第二梯队。长沙市、广州市、成都市、哈尔滨市和杭州市人才投入逾 5000，位列第三梯队。

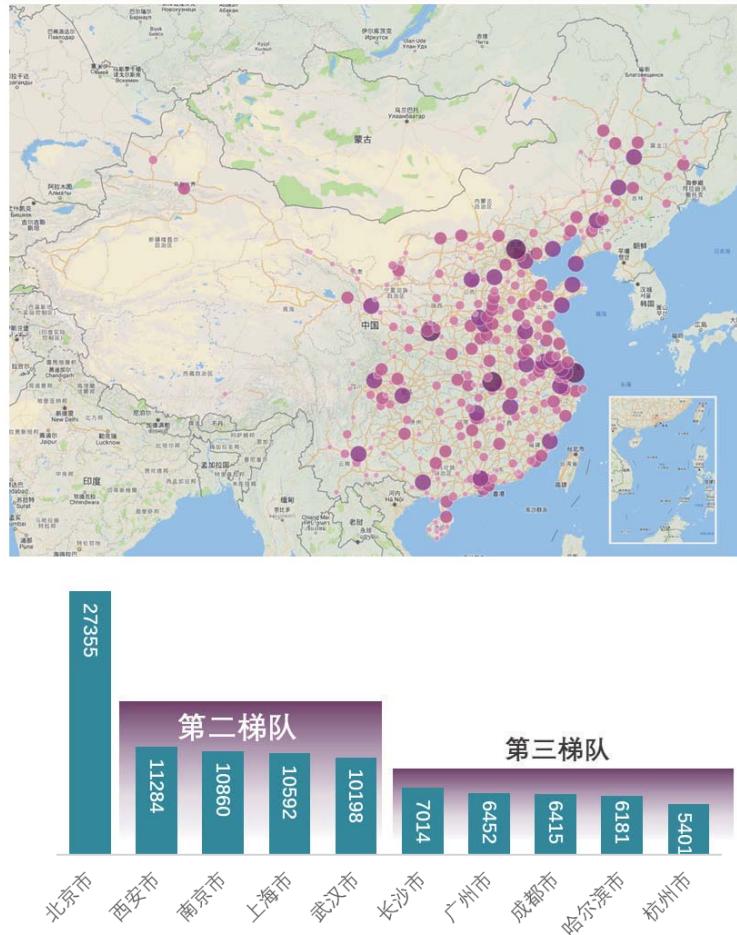


图 2-41 中国人工智能人才城市分布 (单位: 个)

(2) 高校分布

国内人工智能人才投入以高校为核心载体。全国累计 179349 位人工智能人才投入于高校，占据人才总量的 81.3%；19422 位人才投入于科研机构，占据人才总量的 8.8%。13065 位人工智能人才投入于商业企业，占据总量的 5.9%，略高于 3% 的世界平均水平。

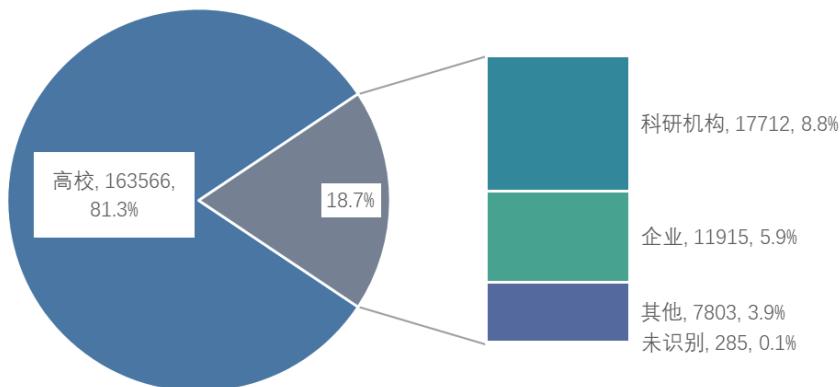


图 2-42 中国人工智能人才机构类型分布

在高校中，浙江大学人工智能人才投入量高达 2273 人，居全国首位。哈尔滨工业大学人才投入量达 2252 人，位列第二。上海交通大学（2211 人）、西北工业大学（2102 人）、清华大学（1996 人）紧随其后。与国际人工智能人才投入量相比，整体排名发生较大变化，说明清华大学、上海交通大学国际人才和国际杰出人才数量在全国范围内居前，而浙江大学、哈尔滨工业大学活跃于国内学术圈的人才数量占优。

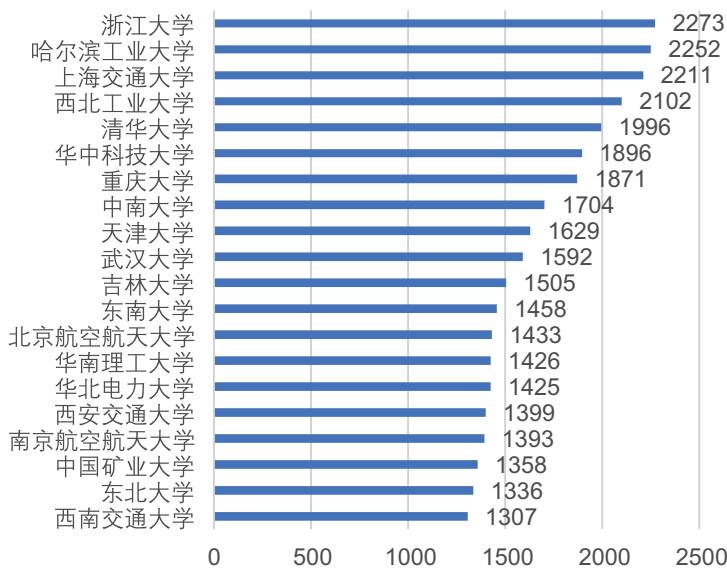


图 2-43 中国人工智能人才投入量排名前 20 科研院所（单位：个）

（3）科研院所分布

中国科学院系统是中国人工智能人才的主要投入机构。中国科学院体系累计投入人才 4832 人，全国领先，其中长春光学精密机械与物理研究所（191 人）、计算机所（188 人）、沈阳自动化研究所（135 人）是人才投入量居前的研究所。

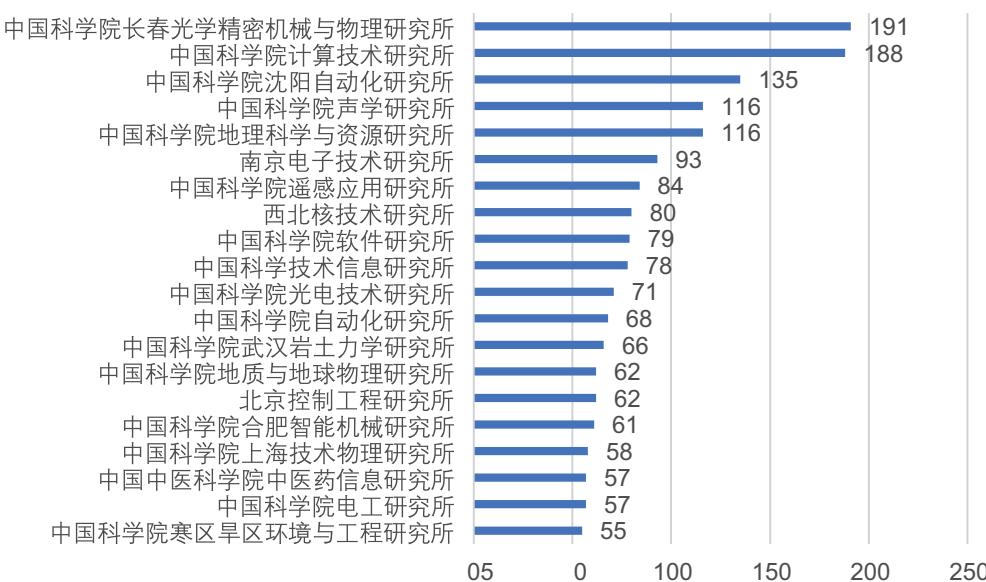


图 2-44 中国人工智能人才投入量排名前 20 科研院所（单位：个）

(4) 研究领域分布

中国人工智能人才研究领域更加分散。遗传算法、神经网络等算法领域是中国人工智能研究的热门方向，遗传算法领域人才投入累计达42706人，神经网络领域累计达41226人，二者占比皆逾15%。故障诊断（25161人）、数据挖掘（23976人）、BP神经网络（18945人）与支持向量机（18783人）紧随其后。

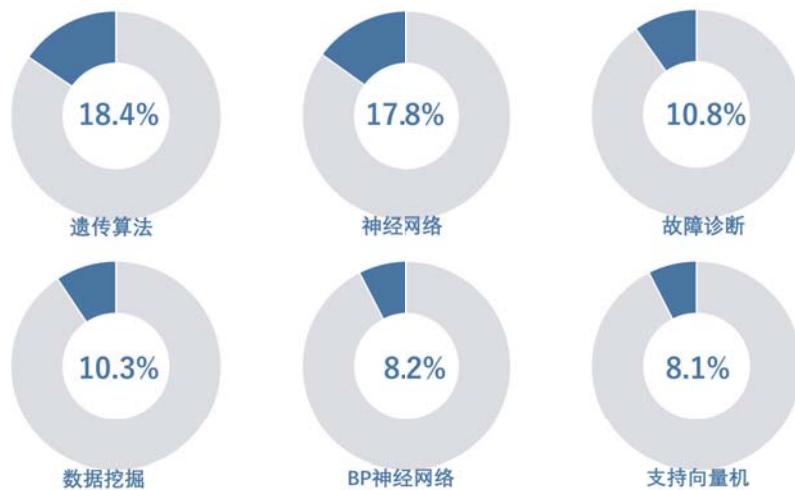


图2-45 中国人工智能人才领域分布

第3章

人工智能产业发展和市场应用

3 人工智能产业发展和市场应用

本章从人工智能企业、风险投资、标准制定、市场规模、产品和应用等角度，介绍中国人工智能产业发展的现状。由于人工智能的应用十分广泛，本报告所指人工智能企业只包含其中以人工智能技术或产品为核心业务的企业，其具体涵盖范围由中国信息通信研究院数据研究中心 ICT 产业监测平台所界定（详见附录 3）。

3.1 人工智能企业分布

3.1.1 中国人工智能企业地区分布

截至到 2018 年 6 月，全球共监测到人工智能企业总数达 4925 家，其中美国人工智能企业数 2028 家，位列全球第一。中国（不含港澳台地区）人工智能企业总数 1011 家，位列全球第二，其次分别是英国、加拿大和印度。

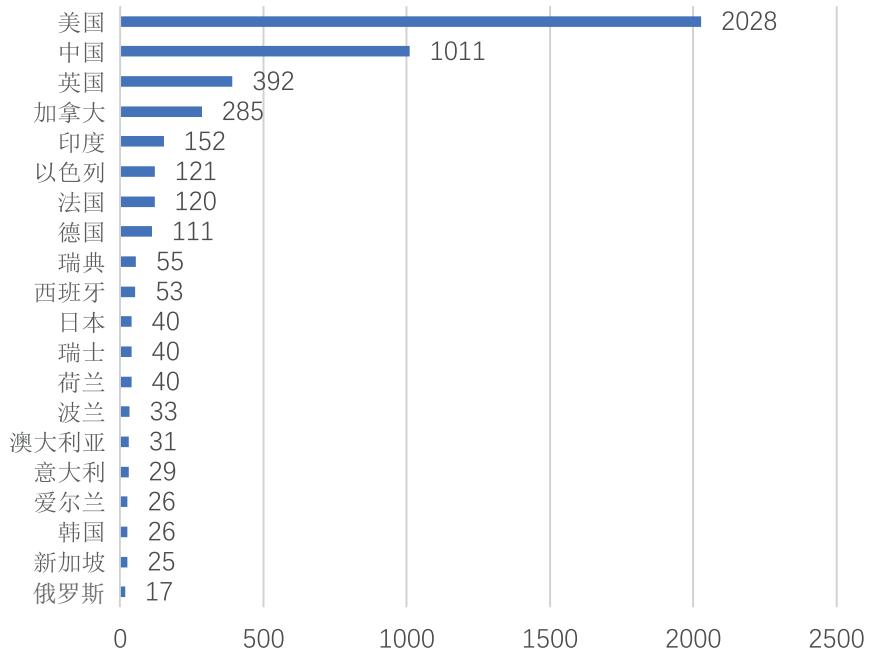


图 3-1 全球人工智能企业分布（单位：家）

从城市尺度看，全球人工智能企业数量排名 Top20 的城市中，美国占 9 个，中国占 4 个，加拿大 3 个，英国、德国、法国和以色列各占 1 个。其中，北京成为全球人工智能企业数量最多的城市，其次是旧金山和伦敦。上海、深圳和杭州的人工智能企业数量也进入全球前 20。

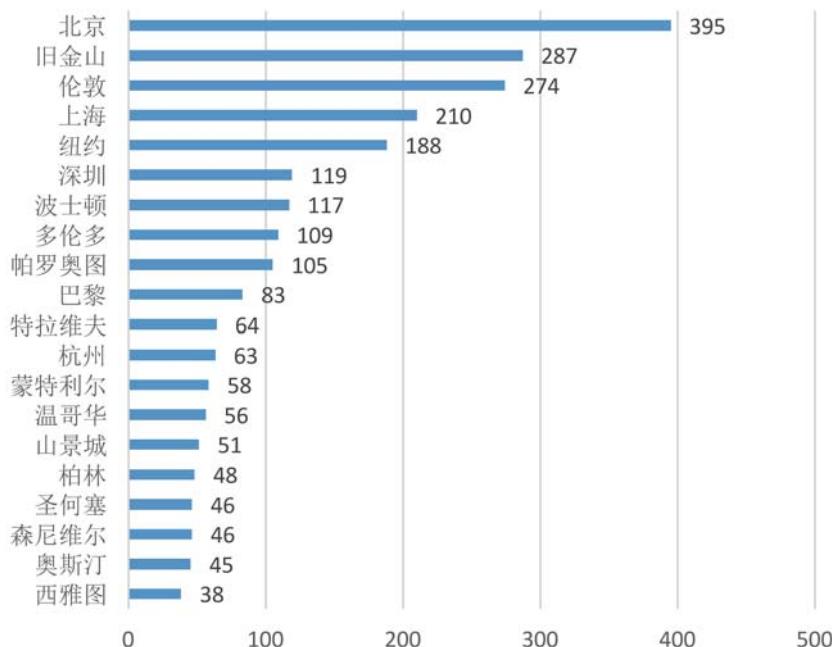


图 3-2 全球人工智能企业数量 TOP20 城市 (单位: 家)

在中国，人工智能企业主要集中在北京、上海和广东三地。其中，北京人工智能企业数量395家，遥遥领先其他省份。除此之外，浙江和江苏两省也有较多的人工智能企业。

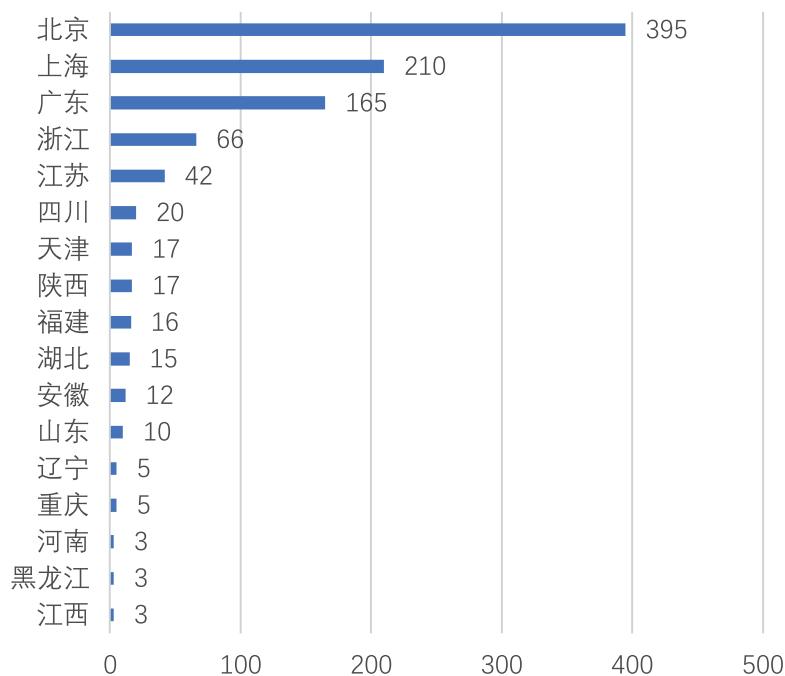


图 3-3 中国主要省份人工智能企业数量 (单位: 家)

3.1.2 中国人工智能企业成立时间

从成立时间看，中国人工智能创业企业的涌现集中在 2012–2016 年时期，在 2015 年达到顶峰，新增初创企业数量达到 228 家。从 2016 年开始，创业企业的增速有所放缓。

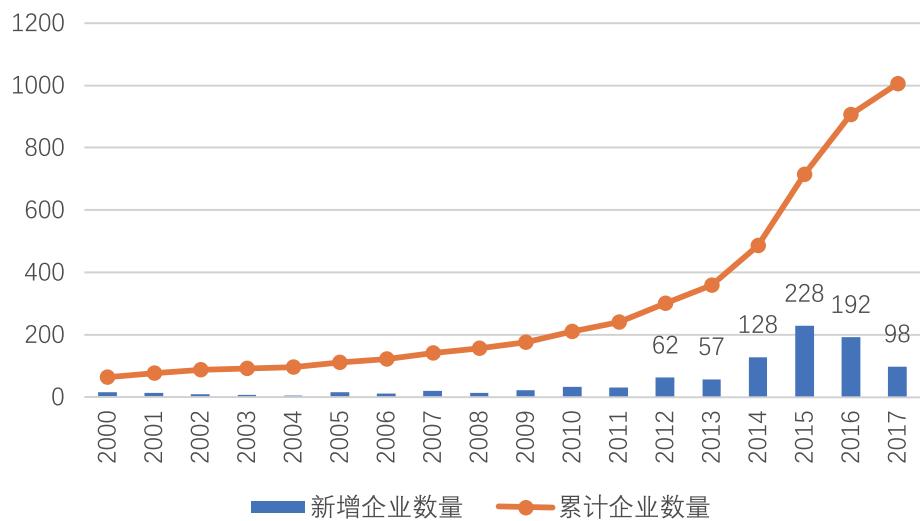


图 3-4 中国人工智能企业数量变化 (单位: 家)

全国人工智能企业的平均年龄为 5.5 年。其中，北京、上海和天津等地初创企业云集，企业平均年龄相较于全国更年轻，平均年龄在 5.5 年以下。山东和辽宁等地老牌工业机器人和自动化企业转型较多，企业年龄相对较大。

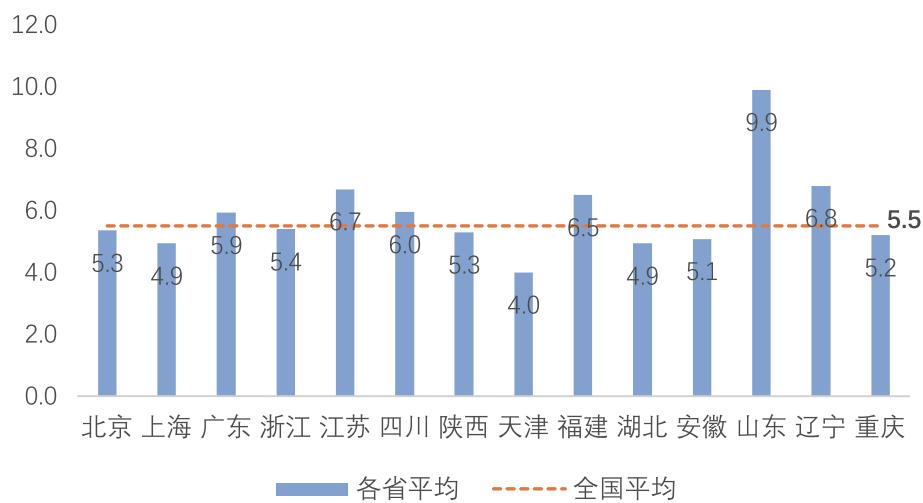


图 3-5 我国主要省份人工智能企业平均年龄 (单位: 年)

3.1.3 中国人工智能企业技术领域

人工智能的应用技术主要包括语音类技术(包括语音识别、语音合成等)、视觉类技术(包括生物识别、图像识别、视频识别等)和自然语言处理类技术(包括机器翻译、文本挖掘、情感分析等)。将基础硬件考虑在内，国内外人工智能企业应用技术分布如图 3-6 所示。相比国外，中国人工智能企业的应用技术更集中于视觉和语音，而基础硬件占比偏小。

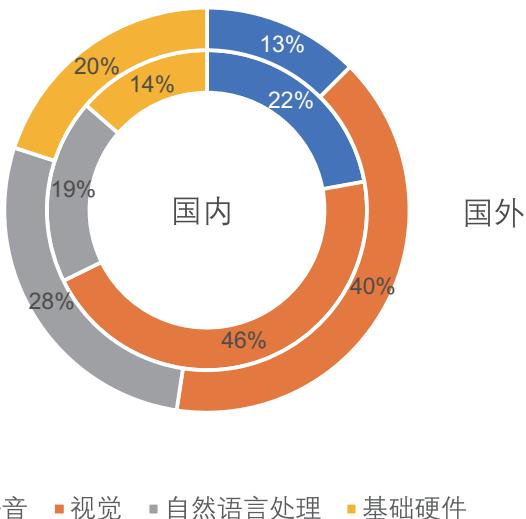


图 3-6 国内外人工智能企业应用技术分布

人工智能在行业应用上包括智能机器人、智能驾驶、无人机、AR/VR、大数据及数据服务、以及各类垂直领域应用（本文中定义为“AI+”）。国内外人工智能企业的行业应用分布如下图所示：

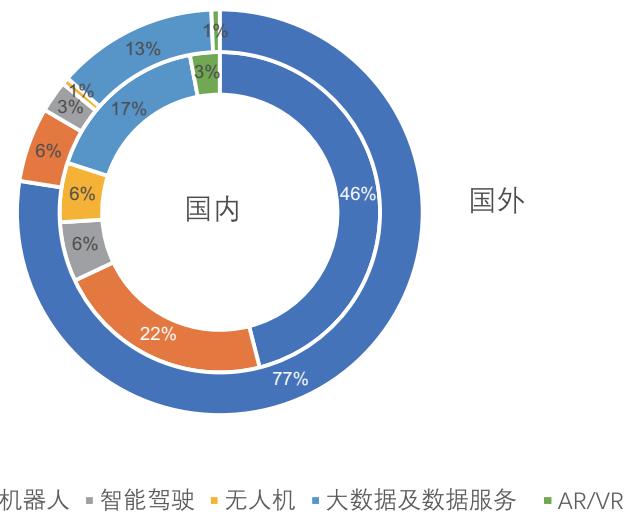


图 3-7 国内外人工智能企业行业分布

可以看出，相比于国外，国内企业更看重智能机器人、无人机和智能驾驶等终端产品的市场，而国外企业更注重 AI 在各类垂直行业的应用。

3.2 人工智能行业投资

3.2.1 中国人工智能行业投融资规模

自 2013 年以来，全球和中国人工智能行业投融资规模都呈上涨趋势。2017 年全球人工智能投融资总规模达 395 亿美元，融资事件 1208 笔，其中中国的投融资总额达到 277.1 亿美元，融资事件 369 笔。中国 AI 企业融资总额占全球融资总额 70%，融资笔数达 31%。

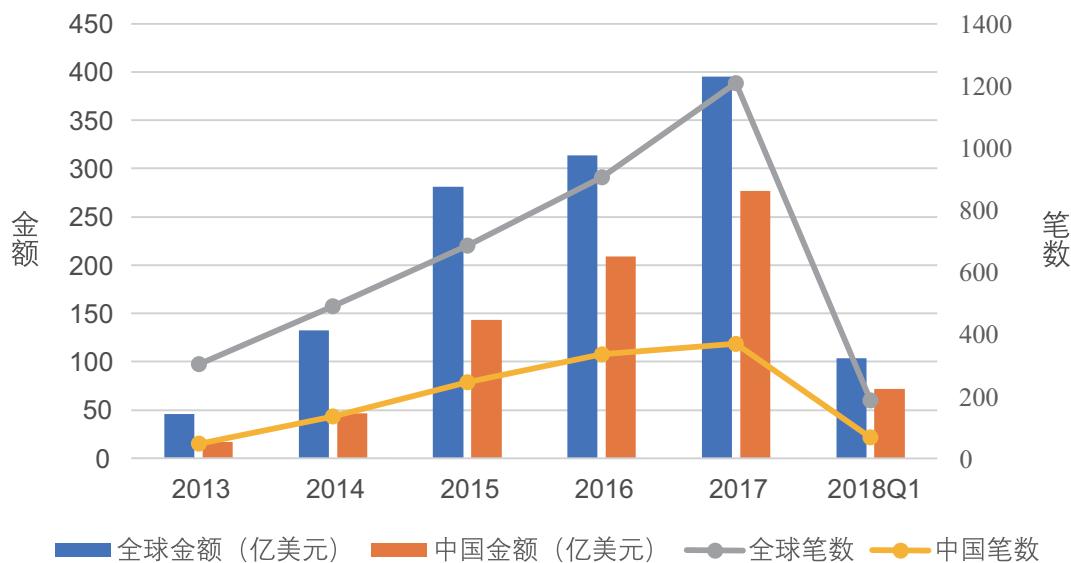


图 3-8 全球(含中国)/中国人工智能投融资变化趋势

根据 2013 年到 2018 年第一季度全球的投融资数据，中国已在融资规模上超越美国成为全球最“吸金”国家，但是在投融资笔数上，美国仍然在全球处于领先地位。

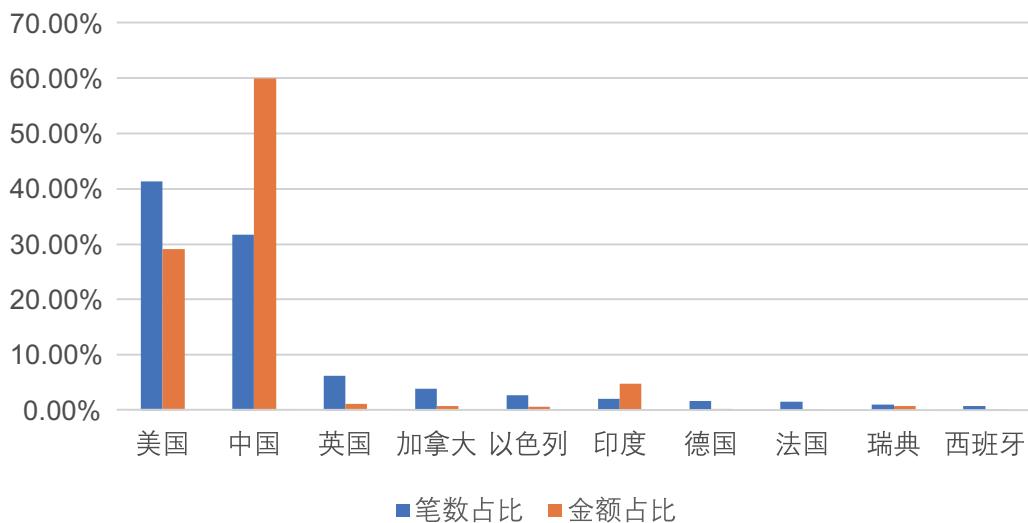


图 3-9 全球人工智能投融资地域分布 (2013-2018Q1)

3.2.2 中国人工智能行业投融资地区差异

国内融资金额和融资笔数最高的省市是北京，且遥遥领先其他各省。其次上海、浙江、江苏和广东等省市的表现也比较突出。值得注意的是，广东省虽然投融资总额相对较少，但活跃度很高，融资笔数仅次于北京和上海。各省融资金额和笔数如下：

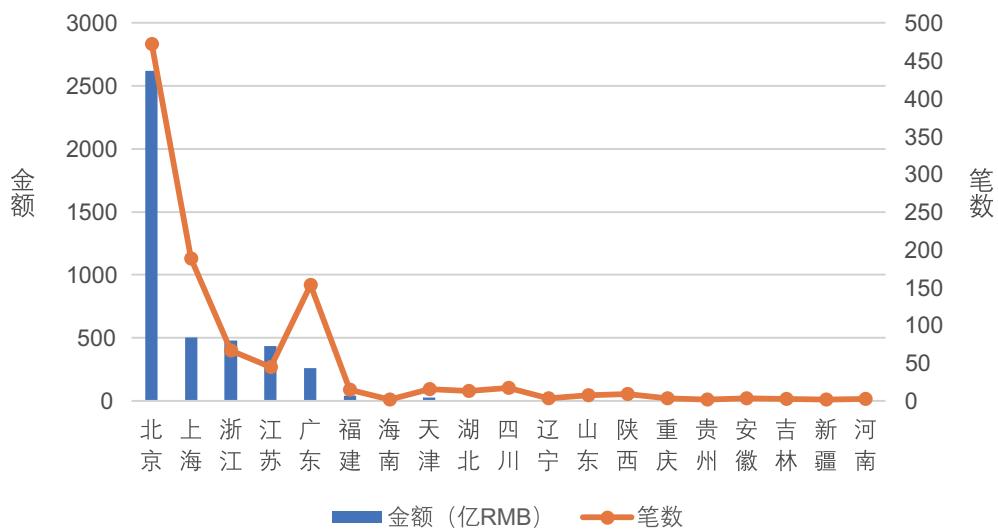


图 3-10 中国人工智能投融资地域分布 (2015-2018Q1)

3.2.3 中国人工智能行业投融资轮次变化

从投融资轮次分布看，从 2015 年开始，国内投融资活动早期投资（包括种子轮、天使轮和 A 轮）的占比逐渐下降，这意味着国内投融资活动愈加趋于理性，产业也逐渐走向成熟。国内投融资活动各个轮次占比如下：

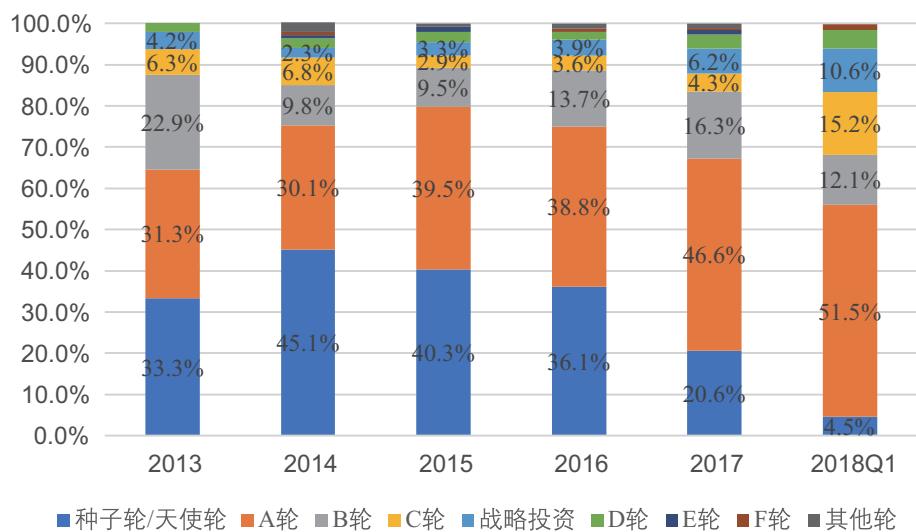


图 3-11 中国人工智能投资轮次分布

3.3 人工智能市场结构与规模

3.3.1 中国人工智能市场结构

2017 年我国人工智能市场规模达到 237.4 亿元，相较于 2016 年增长 67%。其中以生物识别、图像识别、视频识别等技术为核心的计算机视觉市场规模最大，占比 34.9%，达到 82.8 亿元。

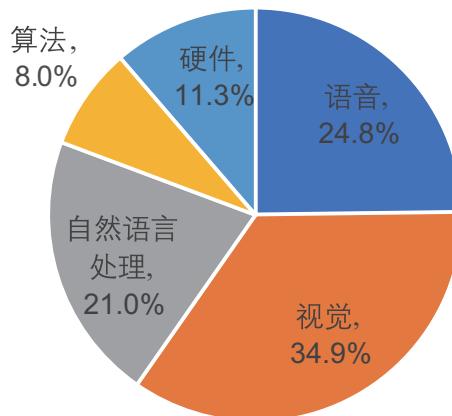


图 3-12 中国人工智能市场结构

3.3.2 中国人工智能市场规模

中国人工智能创业热潮与投融资热情在 2017 年回归理性，但随着人工智能各项技术的不断成熟以及各类应用场景的落地，预计在 2018 年，人工智能市场增速将达到 75%，整体规模将达到 415.5 亿元。

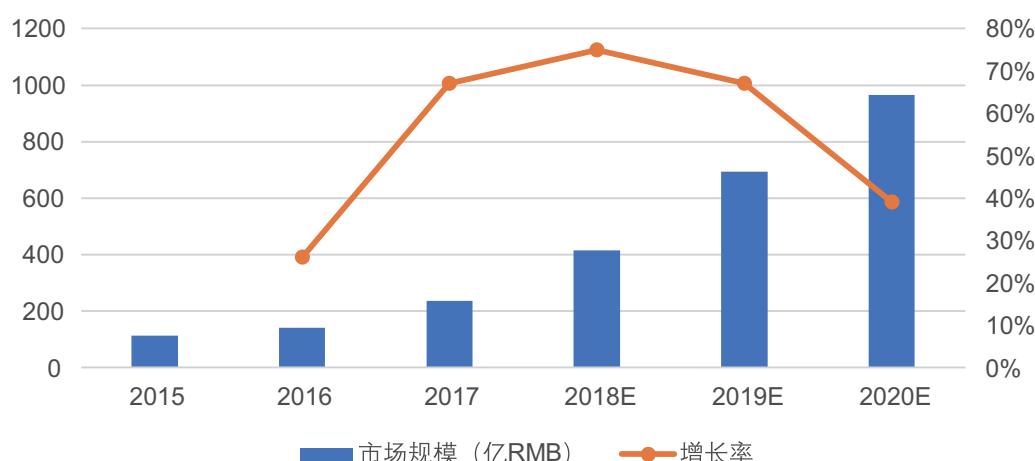


图 3-13 2015-2020 年中国人工智能市场规模 (单位：亿元)

2018 年，机器学习、深度学习等算法能力的增强将促进计算机视觉、语音等技术不断突破。核心计算芯片也成为巨头们战略布局的一环，谷歌升级 TPU 3.0，英伟达发布最大 GPU，国内寒武纪推出首款云端智能芯片 MLU100，阿里、华为、小米纷纷推出自己 AI 芯片产品，并将进入大批量商用上市阶段，人工智能产业将继续增长并与垂直行业加深融合。

3.4 人工智能行业标准

3.4.1 国际人工智能标准

伴随人工智能产业的不断发展，国际和国内各个标准化组织展开了多项标准制定工作。国际上，国际标准化组织和国际电工委员会第一联合技术委员会（ISO/IEC JTC1）在人工智能领域的标准化工作已

有 20 多年的历史。前期，在人工智能词汇、人机交互、生物特征识别、计算机图像处理等关键领域，以及云计算、大数据、传感网等人工智能技术支撑领域，ISO/IEC JTC 1 均已开展了相关标准化工作。国际标准化组织（ISO）主要在工业机器人、智能金融、智能驾驶方面开展了人工智能标准化研究。国际电工委员会（IEC）主要在可穿戴设备领域开展了人工智能标准化工作。

另外，电气和电子工程师协会（IEEE）聚焦人工智能领域伦理道德标准的研究，目前已经批准了 7 个 IEEE 标准项目。美国国家标准与技术研究院（NIST）在人工智能数据采集分析工具、未来专家系统、基于人工智能的集体生产质量控制、高通量材料发现和优化应用的机器学习方面有一定的研究基础，但目前为止，还没有在研或发布相关的标准。

3.4.2 中国人工智能标准

国内，全国信息技术标准化技术委员会（SAC）在术语词汇、人机交互、生物特征识别、大数据、云计算等领域开展了标准化工作，并已经制定发布了各个相关领域的一系列标准与规范（详见附录 4）。

3.5 人工智能产品 and 应用

伴随着算法、算力的不断演进和提升，基于语音、自然语言处理和视觉技术有越来越多的应用和产品落地。比较典型的包括语音交互类产品（如智能音箱、智能语音助理、智能车载系统等）、智能机器人、无人机、无人驾驶汽车等。在行业解决方案方面，人工智能的应用范围则更加广泛，目前已经在医疗健康、金融、教育、安防、商业、智能家居等多个垂直领域得到应用。

3.5.1 人工智能终端产品

目前，由于人工智能技术尚处于发展阶段，且以机器学习、深度学习为代表的新一代人工智能技术主要体现在算法层面，而成熟的实体终端产品并不多。下文主要对发展较为成熟，且已初具市场规模的三款终端产品予以介绍，分别是智能音箱、智能机器人和无人机。

（1）智能音箱

搭载了人工智能语音交互系统的联网智能音箱近几年年均复合增长率超过 30%，全球总市场规模将从 2017 年的 11.5 亿美元增至 2021 年的 35.2 亿美元，超过普通智能音箱市场。

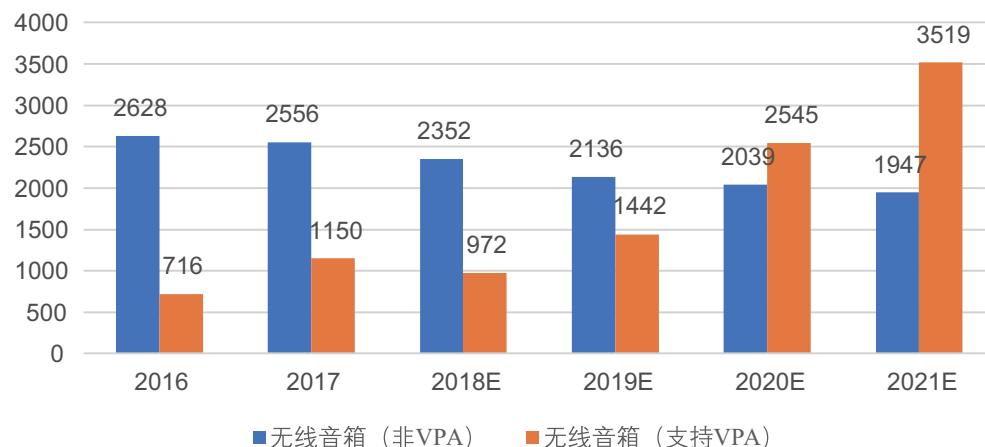


图 3-14 全球智能音箱市场规模（单位：百万美元）

全球智能音箱市场主流产品如表所示：

表 3- 1 全球智能音箱市场主流产品

	厂商	产品名称
国内	百度	小度
	腾讯	腾讯听听
	小米	小爱
	阿里巴巴	天猫精灵
	京东	叮咚
国外	Amazon	Echo 系列
	Google	Google Home 系列
	Apple	HomePod
	Microsoft	Invoke

研究公司 Canalys 今年 5 月发布的最新数据显示，谷歌已经超过了亚马逊成为全球智能音箱市场的第一。谷歌在 2018 年第一季度售出了 320 万台智能音箱，市场份额达 36.2%。相比之下，亚马逊售出了 250 万台 Echo 智能音箱，市场份额为 27.7%。中国两大品牌阿里巴巴天猫和小米在第一季度分列全球智能音箱市场第三和第四位，市场份额分别为 11.8% 和 7.0%。

表 3- 2 全球智能音箱市场份额

排名	厂商	Q1 2017	Q1 2018	同比增长
#1	Google (Home 系列)	19.3%	36.2%	483%
#2	Amazon (Echo 系列)	79.6%	27.7%	8%
#3	阿里巴巴 (天猫精灵)	-	11.8%	-
#4	小米 (小爱)	-	7.0%	-
	其他厂商	1.1%	17. 3%	161%
	总体市场 (美元)	290 万	900 万	210%

数据来源：Canalys

(2) 智能机器人

智能机器人的关键技术包括视觉、传感、人机交互和机电一体化等。从应用角度分，智能机器人可以分为工业机器人和服务机器人。其中，工业机器人一般包括搬运机器人、码垛机器人、喷涂机器人和协作机器人等。服务机器人可以分为行业应用机器人和个人 / 家用机器人。其中，行业应用机器人包括智能客服、医疗机器人、物流机器人、引领和迎宾机器人等；个人 / 家用机器人包括个人虚拟助理、家庭作业机器人（如扫地机器人）、儿童教育机器人、老人看护机器人和情感陪伴机器人等。

全球智能机器人企业结构如下图所示：

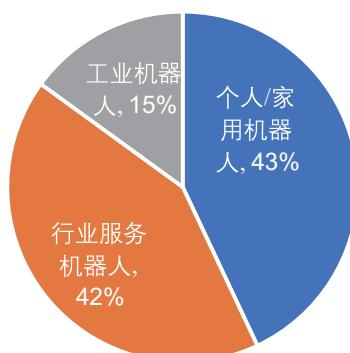


图 3- 15 全球智能机器人企业构成

根据 IFR 2018 年 6 月最新发布的数据，2017 年全球机器人市场规模已达 500 亿美元。2017 年全球工业机器人的总销量达 38 万台，同比增长 29%。中国自 2013 年以后一直是全球最大的工业机器人市场。2017 年，中国的工业机器人销量达 13.8 万台，其次是韩国约 4 万台，日本约有 3.8 万台。在美洲，美国是最大的单一市场，销售了约 3.3 万台工业机器人。在欧洲，德国则售出了约 2.2 万台。中、韩、日、美、德五国 2017 年工业机器人销量占全球总销量 71%。

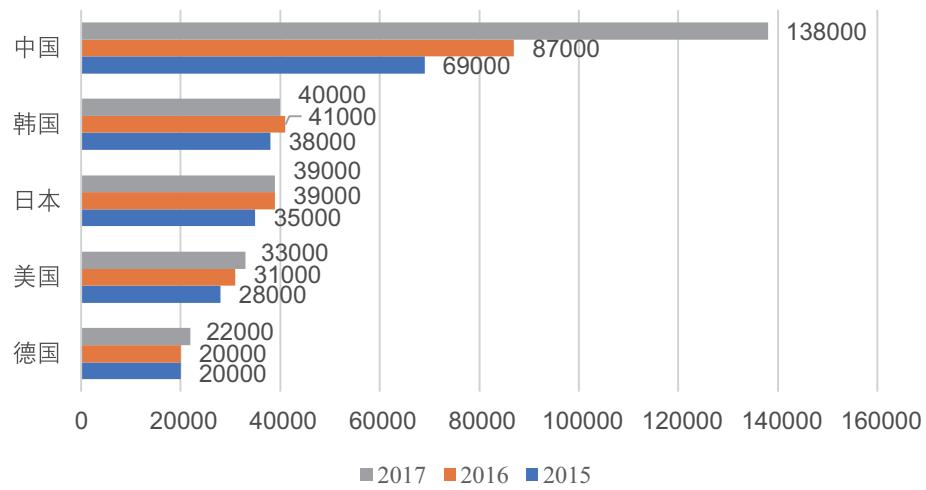


图 3-16 全球主要工业机器人市场出货量（单位：台）

（3）无人机

目前无人机市场主要由个人消费级无人机和商用无人机构成。消费级无人机主要用于航拍、跟拍等娱乐场景。商用无人机的应用范围则非常广泛，可以用于农林植保、物流、安保、巡防等多个领域。

消费级无人机售价基本保持在 5000 美元以下，续航能力不超过 1 小时。商用无人机相比于个人无人机，拥有更大的有效载荷和更长的飞行时间，目前在工业领域应用最为成功。商用无人机市场出货量虽小，但售价较高，其收入占据了无人机市场的三分之二。

Gartner 预测 2018 年全球无人机市场产量将达 313 万台，市场规模将达到 73 亿美元，预计同比 2017 年增长 28%。

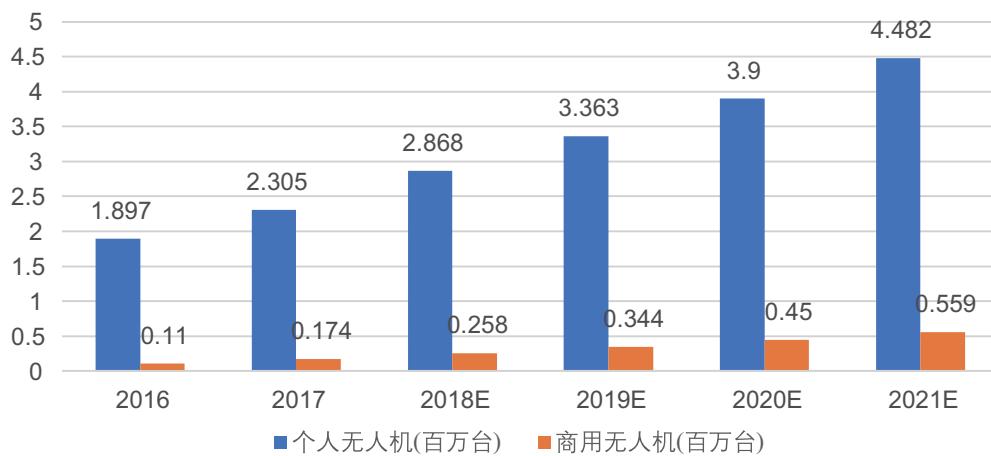


图 3-17 2016-2021 年全球无人机市场出货量（单位：百万台）



目前国内最有影响力的无人机企业是大疆创新（DJI）。大疆主要开发制造消费级无人机，同时在民用领域也有渗透。在消费级无人机市场，大疆在全球占有绝对领先的市场地位。

根据大疆最新公布的财报数据，2017年公司营收175.7亿元，同比增长79.6%。无人机产业市场调研公司SkylogicResearch的数据显示，在整个北美无人机市场，大疆占据了50%的份额。在主要用于拍摄的售价在500美元至1000美元的无人机市场，大疆2017年占据了北美市场销售总量的36%。在北美售价在1000美元至2000美元的无人机市场，大疆占据了66%的份额；在售价在2000美元至4000美元的市场，大疆占据了67%的份额。

除大疆外，国内还有一些发展较快、比较有影响力的无人机企业，如亿航、零零无限、零度智控和极飞科技等。

3.5.2 人工智能行业应用

相较于终端产品，人工智能相关的行业应用则更为丰富。下文重点介绍人工智能技术在智能医疗、智能金融、智能安防、智能家居和智能电网等领域的行业应用。

（1）智能医疗

随着人工智能技术的不断落地，已有不少应用人工智能提高医疗服务水平的成功案例。人工智能已深入医疗健康领域的方方面面，包括智能诊疗、医学影像分析、医学数据治理、健康管理、精准医疗、新药研发等场景中都可以看到人工智能的身影。

过去，医生以自己的医疗知识和临床经验为基础，根据病人的症状和检查结果判定病症及病程。如今，人们将人工智能应用于医疗辅助诊断，让计算机“学习”专业的医疗知识、“记忆”海量历史病例、识别医学影像，构建智能诊疗系统，为医生提供一个“超级助手”，帮助医生完成诊断。IBM Watson是智能诊疗应用中的一个著名案例，Watson可以在17秒内阅读3469

本医学专著、248000篇论文、69种治疗方案、61540次试验数据、106000份临床报告。2012年Watson通过了美国职业医师资格考试，并部署在美国多家医院提供辅助诊疗的服务。目前Watson提供诊治服务的病种包括乳腺癌、肺癌、结肠癌、前列腺癌、膀胱癌、卵巢癌、子宫癌等多种癌症。

（2）智能金融

智能金融是人工智能技术与金融体系的全面融合。人工智能在金融领域的应用主要包括“智能投顾”和金融欺诈检测等

“智能投顾”，即智能投资顾问，是金融科技中非常常见的一类应用场景。“智能投顾”通过机器学习算法，根据客户设定的收益目标、年龄、收入、当前资产及风险承受能力自动调整金融投资组合，以实现客户的收益目标。不仅如此，算法还能根据客户收益目标的变动和市场行情的变化实时自动调整投资策略，始终围绕客户的收益目标为客户提供最佳投资组合。目前美国的一些大中型投资公司如Betterment和WealthFront已经通过“智能投顾”为客户提供服务，并且价格低廉，获得了年轻一代的喜爱和认可。

以往金融欺诈检测系统非常依赖复杂和呆板的规则，由于缺乏有效的科技手段，已无法应对日益演进的欺诈模式和欺诈技术。伪造、冒充身份等欺诈事件常有发生，给金融企业和用户造成很大经济损失。国内以猛犸反欺诈为代表的金融科技公司，应用人工智能技术构建自动的、智能的反欺诈技术和系统，可以帮助企业风控系统打造用户行为追踪与分析能力，建立异常特征的自动识别能力，逐步达到自主、实时的发现新的欺诈模式的目标。

（3）智能安防

安防是人工智能落地较好的应用领域。安防以图像、视频数据为核心，海量的数据来源满足了算法和模型训练的需求，同时人工智能技术

也为安防行业事前预警、事中响应和事后处理提供了技术保障。

目前，人工智能在安防领域的应用主要包括警用和民用两个方向。警用方向，人工智能在公安行业的应用最具有代表性。利用人工智能技术实时分析图像和视频内容，可以识别人员、车辆信息、追踪犯罪嫌疑人，也可以通过视频检索对从海量图片和视频库中对犯罪嫌疑人进行检索比对，为各类案件侦查节省宝贵时间。在民用方向，利用人工智能可以实现智能楼宇和工业园区的智能监控。智能楼宇包括门禁管理、通过摄像头实现“人脸打卡”、人员进出管理、发现盗窃和违规探访的行为。在工业园区，固定摄像头和巡防机器人配合，可实现对园区内各个场所的实时监控，并对可能潜在的危险进行预警。除此之外，民用安防方向还有一个非常重要的应用场景，就是家用安防。当检测到家庭中没有人员时，家庭安防摄像机可自动进入布防模式，有异常时，给予闯入人员声音警告，并远程通知家庭主人。而当家庭成员回家后，又能自动撤防，保护用户隐私。

安防领域作为人工智能成功落地的一个应用，国内很多安防企业也开始从技术、产品等不同角度涉足人工智能。大华、海康威视、东方网力等传统企业在不断加大安防产品的智能化；另外，像商汤科技、旷视科技、云从科技和依图科技等算法见长的企业正将技术重点聚焦于人脸识别、行为分析等图像智能领域。

(4) 智能家居

智能家居基于物联网技术，以住宅为平台，由硬件、软件、云平台构成家居生态圈。智能家居可以实现远程设备控制、人机交互、设备互联互通、用户行为分析和用户画像等，为用户提供个性化生活服务，使家居生活更便捷、舒适和安全。

例如，借助语音和自然语言处理技术，用户通过说话即可实现对智能家居产品的控制，如语音控制开关窗帘(窗户)、照明系统、调节音量、

切换电视节目等操作；借助机器学习和深度学习技术，智能电视、智能音箱等可以根据用户订阅或者收看的历史数据对用户进行画像，并将用户可能感兴趣的内容推荐给用户。在家居安防方面，可以利用面部识别、指纹识别等生物识别技术对智能家居产品进行解锁，通过智能摄像头实时监控住宅安全，对住宅非法入侵进行监测等。

国内，小米打造的智能家居生态链在经历了几年的积累后，已经形成了一套自研、自产、直销的整体体系，接入生态链的硬件已经高达6000万台。另外，以美的、海尔、格力为代表的传统家电企业依托本身庞大的产品线及市场占有率，也在积极向智能家居转型，推进自己的智能战略。

(5) 智能电网

伴随着电网规模日趋庞大，未来人工智能将成为智能电网的核心部分。在需求方面，人工智能技术能持续监控家庭和企业的智能电表和传感器的供需情况，实时调整电网的电力流量，实现电网的可靠、安全、经济、高效。

在供应方面，人工智能技术能协助电力网络运营商或者政府改变能源组合，调整化石能源使用量，增加可再生资源的产量，并且将可再生能源的自然间歇性破坏降到最低。生产者将能够对多个来源产生的能源输出进行管理，以便实时匹配社会、空间和时间的需求变化。

在线路的巡视巡检方面，借助智能巡检机器人和无人机实现规模化、智能化作业，提高效率和安全性。智能巡检机器人搭载多种检测仪，能够近距离观察设备，运检准确性高。在数据诊断方面，相比人眼和各类手持仪器，机器人巡检也更精确，而且全天候全自主，大大提高了设备缺陷和故障查找的准确性和及时性。同时，可以对机器人巡检的每个点位的历史数据进行趋势分析，提前预警设备潜在的劣化信息，为精准检修策略的制定提供科学依据。无人机搭载高清摄像仪，具有高精度定位和自动检测识别功能，可以飞到几十米高的输电铁塔顶端，利用高清变焦



相机对输电设备进行拍照，即便非常细小的零件发生松脱现象，也可通过镜头得到清晰精准的呈现。来自广东电网的资料显示，广东电网在变电站的机巡年作业量超 18 万公里，相当于绕地球 4 圈半，其中无人机巡视占 85%，作业量全球第一，综合效率提升了 2.6 倍。

第4章

人工智能发展战略与政策环境



4 人工智能发展战略与政策环境

本部分主要从国际各国（美、欧盟、德、英、法、日、韩）人工智能政策、中国中央级人工智能政策、中国省级人工智能政策的梳理、比较、分析等三个层面开展研究。

4.1 国际人工智能战略和政策

4.1.1 主要国家和地区人工智能重点政策布局

近五年以来，世界各国关注和推进人工智能领域研究，围绕人工智能发展制定了相应的国家战略和政策。美国发布的人工智能政策有《国家人工智能研究和发展战略计划》（The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan）、《人工智能，自动化和经济》（Artificial Intelligence, Automation, and the Economy）、《为人工智能的未来做准备》（Preparing for the Future of Artificial Intelligence）、《人工智能白皮书》（Artificial Intelligence White Paper）等。

欧盟发布了《2014–2020 年欧洲机器人技术战略研究计划》（Strategic Research Agenda For Robotics in Europe 2014–2020），《地平线 2020 战略 – 机器人多年度发展战略图》（Robotics 2020 Multi–Annual Roadmap），《衡量欧洲研究与创新的未来》（Gauging the Future of EU Research & Innovation），《对欧盟机器人民事法律规则委员会的建议草案》（Draft Report with Recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics），《欧盟机器人民事法律规则》（Civil Law Rules on Robotics）等政策或计划。

德国发布了《新高科技战略》（Die neue Hightech–Strategie Innovationen für Deutschland）、《将技术带给人类 – 人机交互的研究项目》（Technik zum Menschen bringen–Forschungsprogramm zur Mensch–Technik–Interaktion）、《联邦教育研发部关于创建“学习系统”平台的决定》（BMBF gründet Plattform “Lernende Systeme”）、《创新政策》（Innovation Policy），以及与法国共同进行的《关于人工智能战略的讨论》（Präsentation zur Künstlichen Intelligenz）等。

英国围绕人工智能发布的政策有《机器人与自动系统 2020》（RAS 2020 Robotics and Autonomous Systems）、《现代工业化战略》（Industrial Strategy: Building a Britain fit for the future）、《在英国发展人工智能》（Growing The Artificial Intelligence Industry In The UK）、《机器人与人工智能：政府对委员会 2016–17 年会议第五次报告回应》（Robotics and artificial intelligence: Government Response to the Committee’s Fifth Report of Session 2016 – 17）等。

法国发布的人工智能政策有《法国及欧洲的人工智能》（For a Meaningful Artificial Intelligence—Towards a French and European Strategy）、与德国共同进行的《关于人工智能战略的讨论》（Präsentation zur Künstlichen Intelligenz）等。

日本发布的人工智能政策有《日本复兴战略 2016》（Japan Revitalization Strategy 2016）、《人工智能科技战略》（Artificial Intelligence Technology Strategy: Report of Strategic Council of AI Technology）两项。

中国自 2013 年开始围绕人工智能颁布了《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》、《国务院关于印发<中国制造 2025>的通知》、《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》、《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，在

被媒体称为“人工智能”元年的2017年中国发布了具有纲领性作用的《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》，对未来中国人工智能产业的发展方向和重点领域给予了指导性的规划。

图4-1体现了自2013年以来美、欧盟、德、英、法、日、中的世界各国人工智能的国家战略与政策发布情况。美国发布的人工智能政策着力点在于应对人工智能蓬勃发展的大趋势，着眼长期对国家安全与社会稳定的影响与变革，同时美国作为科技引领性强国，保持美国对人工智能发展始终具有主动性与预见性，对于重要的人工智能领域（互联网领域；芯片、操作系统等计算机软硬件领域；以及金融业、军事和能源领域）力图保持其世界领先地位。美国力图探讨人工智能驱动的自动化对经济的预期影响，研究人工智能给就业带来的机遇和挑战，进而提出战略以应对相关影响。欧盟以及德、英、法为代表的欧洲国家，着重关注的是人工智能带来的伦理和道德风险，在政策制定上关注如何应对人工智能给人类造成的潜在安全、隐私、诚信、尊严等伦理方面威胁。日本的人工智能政策发布较晚，政策预期在国家层面建立起相对完整的人工智能研发促进机制，希望借力人工智能来推进其超智能社会的建设。中国人工智能政策在初期偏向于互联网领域，因此相关产业偏重于应用层，如计算机视觉、自然语言处理、智能机器人和语音识别，尽管中国在这些领域具有一定优势，但相较于美国的产业布局，中国有“头重脚轻”的产业发展趋势。因此，目前中国的人工智能战略从国家层面对人工智能进行系统布局，十九大报告要求“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”，强调规划实施要构建开放协同的人工智能科技创新体系，把握人工智能技术属性和社会属性高度融合的特征，坚持人工智能研发攻关、产品应用和产业培育“三位一体”推进，强化人工智能对科技、经济、社会发展和国家安全的全面支撑。

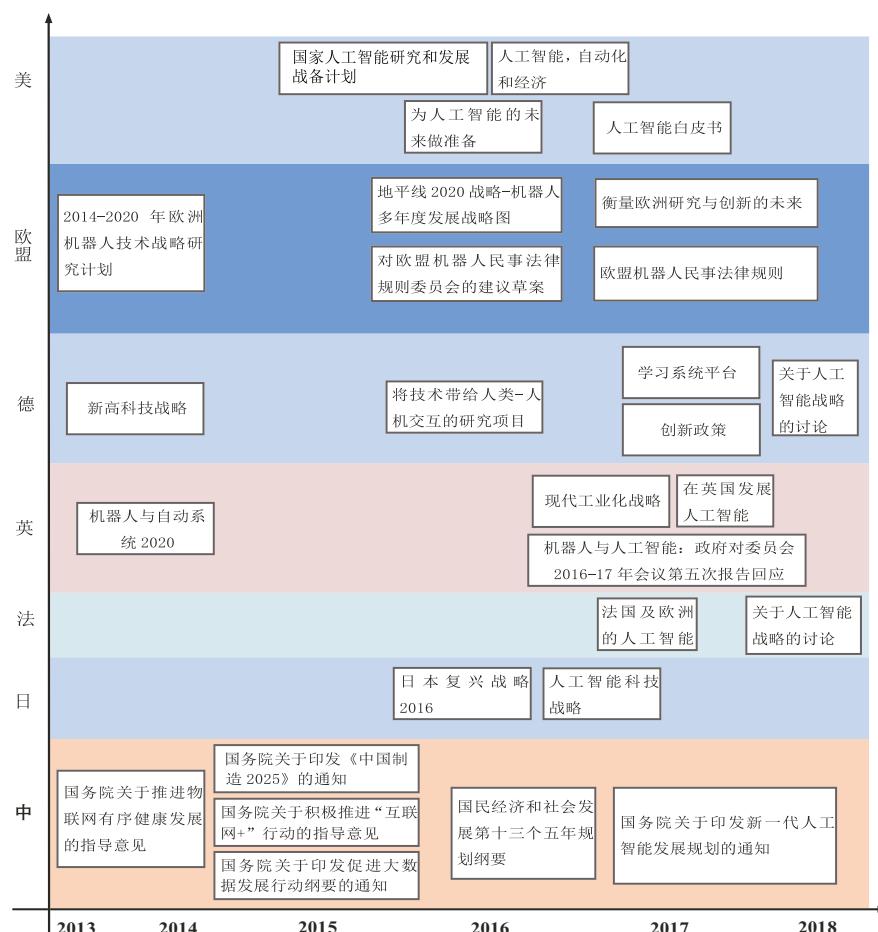


图4-1 世界各国人工智能战略与政策发布情况图



4.1.2 主要国家和地区人工智能重点研发和应用领域

各国科学技术水平和实际国情存在重大差异，因此其人工智能政策在研发重点和重点应用领域存在极大不同。

表 4-1 世界各国人工智能政策研发策略比较分析

	重点研发领域	重点应用领域
美	特朗普总统 FY2019 预算要求是美国历史上第一个指定人工智能和自主、无人系统作为行政研发重点的预算。特朗普政府的《让美国再次伟大的预算蓝图》中对国土安全、军事国防、医疗给予重点支持	国土安全领域：脸部识别，FLOOD APEX PROGRAM 项目，可穿戴警报系统等（国土安全局已出台《人工智能白皮书》，《就有关新兴技术战略执行概要向总统的报告（拟）》）；医疗影像（已出台《医疗影像研究和发展路线图》，有提到人工智能和医学影像的协调）；国防军事（特别项目通告//2018 海军研究办公室//基础研究机会：“促进海军领域的人工智能研究”）
欧盟	数据保护；网络安全；人工智能伦理；数字技术培训；电子政务	超级计算机；数据处理；金融经济；数字社会；教育
德	人机交互；网络物理系统；云计算；计算机识别；智能服务；数字网络；微电子；大数据；网络安全；高性能计算	智能交通（陆海空）；健康护理；农业；生态经济；能源；数字社会
英	硬件 CPU；身份识别	水下机器人；海域工程；农业；太空宇航；矿产采集
法	超级计算机	生态经济；性别平等（对女性的 AI 教育）；E-Government；医疗护理
日本	机器人、脑信息通信、声音识别、语言翻译、社会知识解析、创新型网络建设、大数据分析等	生产自动化、物联网、医疗健康及护理、空间移动（自动驾驶、无人配送等）
中	关键共性技术体系“1+N”计划：“1”是指新一代人工智能重大科技项目，聚焦基础理论和关键共性技术；“N”是人工智能的理论研究、技术突破和产品研发应用。 加强人工智能前沿领域交叉学科研究和自由探索的支持。	智能制造；智能农业；智能物流；智能金融；智能商务；智能家居；智慧教育；智能医疗；智能养老；行政管理；司法管理；城市管理；环境保护 在深海空间站、健康保障等重大项目，以及智慧城市、智能农机装备等国家重点研发计划重点专项部署中，加强人工智能技术的应用示范

特朗普政府初期对人工智能反应缓慢和冷淡，但这种情况正发生巨大改变。目前，在刚结束的美国工业人工智能峰会，美国宣布成立人工智能特别委员会，以改善联邦政府在人工智能领域的投入。其研发以自主、无人系统作为预算重点，尤其对国土安全和国防领域给予重点支持。在应用创新层面，美国的人工智能现已被广泛应用到国土安全领域、医疗影像、国防军事等领域，如，在国土安全领域，脸部识别、可穿戴警报系统等领域已开展实际应用；在医疗领域，美国积极将人工智能应用于医疗影像领域。

欧盟对于人工智能重视度很高，积极团结各成员国并开展立法讨论。大部分欧盟国家都加入了地平线 2020 计划以及 SPARC 机器人计划，力图通过这次革新提高欧洲的整体竞争力。有些欧盟国家，比如意大利，芬兰等，虽还没有形成统一的政府层面战略政策，但是其主要高校和研究机构也承担了其国家对于人工智能领域的研

究任务。总的来说，欧盟更加关注人工智能对人类社会的影响，其研究内容多涉及数据保护、网络安全、人工智能伦理等社会科学方面，目前其也投入了相当精力，致力于开展数字技术培训和电子政务相关研究。在应用领域，欧盟关注人工智能相关的基础研究，尤其对超级计算机和数据处理应用投入了大量资金。除此之外，欧盟也关注人工智能在金融经济、数字社会、教育等领域的深入应用。

德国依托其工业基础优势于 2013 年开启工业 4.0 计划，将研究重点确定为人机交互、网络物理系统、云计算、计算机识别、智能服务、数字网络、微电子与大数据、网络安全、高性能计算等方面。在人工智能应用领域，德国重点关注智能交通、健康护理、农业、生态经济、能源、数字社会等领域，涉及德国社会各个层次。

英国致力于硬件 CPU、身份识别领域的人工智能技术研发。在应用领域，英国将人工智能

技术广泛应用于水下机器人、海域工程、农业、太空宇航、矿产采集等领域。相较美、德，其研究和应用覆盖面小，但更加具体和深入，其人工智能产业发展注重应用上的实效性。同时，英国政府关注人工智能的人才培养，斥巨资建立“技术学院”，吸引众多高等学府的人才。

法国对人工智能相关的超级计算机研发投入了大量精力。在人工智能应用领域，十分关注生态经济、性别平等、电子政府、以及医疗护理。事实上，法国对人工智能的实际应用更加看重，关注社会医疗健康与自动驾驶等与人工智能密切关联的行业，而对增加人工智能新研究投入则抱持着谨慎态度，其研发多依托于传统科研领域。

日本社会一直对机器人相关研发和制造抱有强烈的兴趣，目前在机器人、脑信息通信、声音识别、语言翻译、社会知识解析、创新型网络建设、大数据分析等领域已经投入了大量科研精力。而在人工智能的应用领域，日本维持了两条主线：一是传统的替代人力的机器人制造与应用，力图实现日本国内的生产自动化、无人配送和大规模物联网；二是，为解决日益严重的人口老龄化问题，努力将人工智能应用于医疗健康、护理以及自动驾驶领域。可以看出，日本的人工智能研发与应用，即保持了日本社会的传统文化特点，也具有明确的解决问题意味。

中国的人工智能发展，强调“1+N”规划体系，聚焦人工智能基础理论和关键技术，同时支持对人工智能交叉学科研究的自由探索。在应用领域，中国关注人工智能在智能制造、智能农业、智能物流、智能金融、智能商务、智能家居、智慧教育、智能医疗、智能养老、行政管理、司法管理、城市管理、环境保护、海洋空间探索等领域的重要作用。从中可以看出，中国人工智能研究和应用满载了对中国经济与社会持续发展壮大的期望，覆盖了广泛的研究和应用领域，力图实现人工智能产业的全面发展。

4.1.3 主要国家和地区人工智能政策推行 相关机构

美国人工智能政策的推动机构为国家科学技术委员会（NSTC）、白宫科技政策办公室（OSTP）与国家预算办公室。美国政府与资本共同发力，成立了机器学习和人工智能小组委员会、人工智能特别委员会等机构，助力人工智能产业融资。2016年，美国国家科学技术委员会与美国网络和信息技术研发小组委员会共同发布人工智能战略计划，提出国家科学技术委员会（NSTC）是行政机构在各种实体之间进行科学与技术政策协调的主要手段，委员会负责监督人工智能不同科学与技术领域的行动小组，同时，国家科学技术委员会为联邦科学与技术投资制定明确的国家目标，成为影响人工智能投资的重要机构。

欧盟人工智能政策的基础推动力量为欧盟委员会 European Commission (EC) 以及欧盟议会法律事务委员会 European Parliament-JURI，这两个机构不但设计人工智能发展规划，更加关注人工智能发展可能遭遇的问题。2013年，欧盟委员会和欧洲机器人协会发起 SPARC 机器人计划，旨在推动欧洲机器人的发展，促进行业和供应链的建设，鼓励机器人技术团队进行技术开发。而欧盟议会法律事务委员会 European Parliament-JURI 提出立法建议草案，强调研究与机器人和人工智能发展相关的法律问题，涉及人工智能发展中的伦理原则，安全性和相关产权保护等。在欧盟，后续新加入人工智能相关机构包括欧洲机器人协会 euRobotics、SPARC、European Robotics Technology Platform (EUROP)、European Robotics Network (EURON)。其中，欧洲机器人协会发起了 SPARC 机器人计划和地平线 2020 计划，提出了机器人发展路线图。其他新加入结构（如 EUROP 和 EURON），则发挥了重要的组织协调作用，整合了人工智能相关研究机构和研究者，促进了人工智能的科研与产业发展。



德国人工智能政策的主要推动力量为联邦政府（Bundesregierung）、联邦教育研究部（BMBF）、联邦经济部（BMWi）与德国工程科学院（Acatech），以上四个机构主导德国人工智能政策的制定与推行。其中，联邦教育研究部直接参与到人工智能技术的开发中，例如其安排有服务机器人的项目。德国联邦经济部对6个机器人项目给予支持，开展机器人自主学习及行为决策模式的研究。后期，2013年的工业4.0平台、2017的学习系统平台、2018年的德法人工智能联合研发中心以及德国人工智能研究中心（DFKI）也成为德国人工智能政策的重要研发机构。

在英国，人工智能相关研究人员、开发商、企业主等主体共同构成了良性循环的生态系统，其中，推动英国人工智能政策制定的主要力量为工程和物理科学研究委员会（EPSRC）与皇家工程院（The Royal Academy of Engineering），后续新设或新加入机构有RAS领导委员会、国家人工智能研究中心、英国AI理事会（AI Council）等。英国政府希望将英国打造为人工智能的创新中心，并试图建立与业界的合作关系，以便将人工智能推广到各个领域中，在这样的背景下，英国AI理事会应运而生。该理事会是宣传与推动AI的机构，由从事人工智能领域的研究者构成，为政府的人工智能报告提供科学数据与参考，英国AI理事会曾对人工智能在医疗保健领域的应用进行讨论，并已成为影响英国政府人工智能政策制定的重要因素。

法国借助欧盟机器人发展机遇，积极进行人工智能创新研发，法国议会、法国国家信息与自动化研究所、法国数字委员会与法国国防采购机构（DGA）在其中发挥了重要作用。同时，法国的人工智能研究关注产业发展可能带来的伦理道德问题，因而成立了AI伦理委员会来推进《法国人工智能战略》，提出创立公正合理评估体系，确保数据的恰当和不偏不倚，避免非合理的误导。

在日本，首相安倍于2016年4月召开的第

5次“面向未来投资官民对话会议”上，提出了设定人工智能研发目标和产业化路线图。随后日本政府正式确定设立“人工智能技术战略会议”，并作为国家层面的综合管理机构，其下以总务省、文部科学省和经产省三省协作方式推进人工智能的技术研发及应用。其中，总务省主要负责脑信息通信、声音识别、语言翻译、社会知识解析、创新型网络建设等内容，由旗下的信息通信研究机构牵头；文部科学省主要负责基础研究、相关科技成果创新、新一代萌芽型基础技术开发、大型计算机资源提供及人才培养等，由旗下的理化研究所牵头；经济产业省主要负责应用研究、人工智能的实用化和社会应用，标准的评价方法等基础技术整备与标准化，以及规模化目标研究等，由旗下的产业技术综合研究所牵头。

在中国，2017年中国提出人工智能三步走战略，国务院、国家科技体制改革和创新体系建设领导小组与科技部统筹人工智能相关战略规划、工作方案的制定和实施，先后成立人工智能规划推进办公室与人工智能战略咨询委员会，针对人工智能理论技术、法律伦理等问题展开研究，并定期以政府白皮书的形式发布。2017年11月，随着中国新一代的人工智能发展规划的颁布，人工智能战略咨询委员会也在同一时间宣布成立，这一重大举措意味着中国要大规模地推进人工智能创新应用，优化人工智能系统布局，要将人工智能打造成带动中国产业升级与经济转型的主要动力。可以说，人工智能战略咨询委员会的成立标志着中国的人工智能已经进入到全面启动实施阶段。

表 4-2 世界各国人工智能政策的推动力量

国别	推动力量 (制定政策及提供资金)	后续新设或新加入机构
美	国家科学技术委员会 NSTC; 白宫科技政策办公室 OSTP; 国家预算办公室	机器学习和人工智能小组委员会 (隶属 NSTC) (帮助协调联邦在人工智能领域的活动); 人工智能工作组 NITRD(Networking and Information Technology Research and Development) (确定人工智能研发为联邦的战略重大计划); 人工智能特别委员会 (Select Committee on Artificial Intelligence) (协助 NSTC 提高联邦人工智能相关的研究与发展的整体效率)
欧盟	欧盟议会法律事务委员会 European Parliament-JURI; 欧盟委员会 European Commission (EC)	欧洲机器人协会 euRobotics; SPARC; European Robotics Technology Platform (EUROP); European Robotics Network (EURON)
德	联邦政府 Bundesregierung; 联邦教育研究部 BMBF; 联邦经济部 BMWi; 德国工程科学院 acatech;	德国人工智能研究中心 DFKI; 德法人工智能联合研发中心; 学习系统平台; 工业 4.0 平台;
英	工程和物理科学委员会 EPSRC; 皇家工程院 the Royal Academy of Engineering	RAS 领导委员会; 国家人工智能研究中心; 英国 AI 理事会 (AI Council); 开放数据研究所 (ODI); 皇家统计学会 (RSS) 数据科学部门; 工业代表 -TechUK; 人工智能全党派议会小组
法	法国议会; 法国国家信息与自动化研究所; 法国数字委员会; 法国国防采购机构 (DGA)	AI 伦理委员会; 准备创立评估环境影响的平台机构, 构建 AI 绿色价值链
日	面向未来投资官民对话会议	人工智能技术战略会议, 其作为国家层面的综合管理机构, 其下以总务省、文部科学省和经产省三省协作方式推进人工智能的技术研发及应用
中	国务院; 国家科技体制改革和创新体系建设领导小组; 科技部;	人工智能规划推进办公室; 人工智能战略咨询委员会 (科技部与有关部门推进项目实施)

4.2 中国国家层面人工智能政策

4.2.1 中国国家层面政策发布趋势

自人工智能研究在中国兴起以来, 我国关于人工智能的政策陆续制定出台, 有效推动人工智能技术与相关产业的稳步发展。基于“政策领域人工智能关键词列表”, 本报告共检索得到中国中央级人工智能政策文献 202 篇。

2016 年 8 月 8 日, 国务院发布《“十三五”国家科技创新规划》, 明确人工智能作为发展新一代信息技术的主要方向, 强调在构建现代产业技术体系中大力“发展自然人机交互技术, 重点是智能感知与认知、虚实融合与自然交互、语义理解和智慧决策”, 要求“重点发展大数据驱动的类人智能技术方法; 突破以人为中心的人机物融合理论方法和关键技术, 研制相关设备、工具和平台; 在基于大数据分析的类人智能方向取得重要突破, 实现类人视觉、类人听觉、类人语言和类人思维, 支撑智能产业的发展, 并在教育、办公、医疗等关键行业形成示范应用。”目前, 人工智能成为以战略高技术建立保障国家安全和战略利益“深蓝”计划的核心。十九大报告提出要“加快建设制造强国, 加快发展先进制造业, 推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”, 可见人工智能已经成为国家重要战略, 同时也是我国产业变革的重要方向。紧密围绕人工智能领域, 我国陆续出台了《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》、《中国制造 2025》、《机器人产业发展规划(2016—2020 年)》、《国务院关于积

极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》、《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》等文件。其中《新一代人工智能发展规划》指出，新一代人工智能相关学科发展、理论建模、技术创新、软硬件升级等整体推进，正在引发链式突破，推动经济社会各领域从数字化、网络化向智能化加速跃升。当前，我国国家安全和国际竞争形势复杂，必须放眼全球，把人工智能发展放在国家战略层面系统布局、主动谋划，牢牢把握人工智能发展新阶段国际竞争的战略主动，打造竞争新优势、开拓发展新空间，有效保障国家安全。规划中的具体措施包括：深入实施创新驱动发展战略，加快人工智能与经济、社会、国防深度融合，提升新一代人工智能科技创新能力，发展智能经济，建设智能社会，维护国家安全，构筑知识群、技术群、产业群互动融合和人才、制度、文化相互支撑的生态系统，前瞻应对风险挑战，推动以人类可持续发展为中心的智能化，全面提升社会生产力、综合国力和国家竞争力，为加快建设创新型国家和世界科技强国、实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦提供强大支撑。

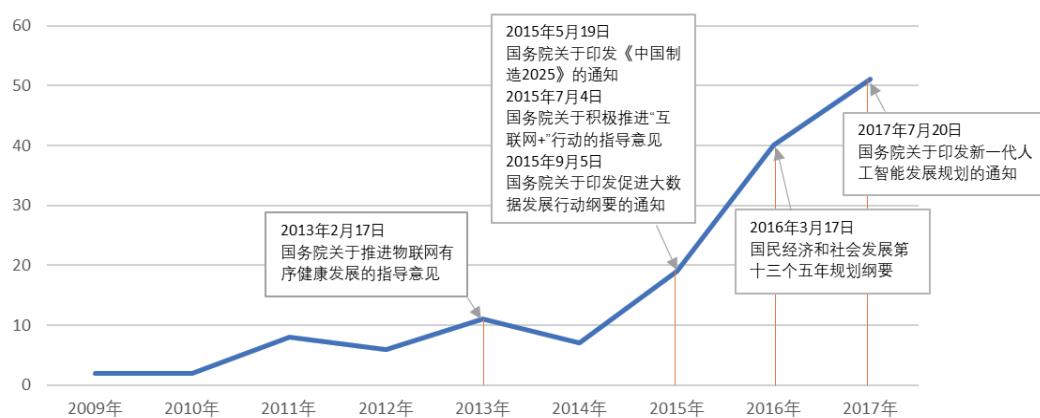


图 4-2 AI 政策频次趋势与阶段划分 (单位: 篇)

中国人工智能政策根据其重要政策发布时间点，可以分为五个阶段：1) 2013 年之前的潜在发展期，该阶段政策文献较少，人工智能并未列入国家发展重点；2) 2013—2015 年发展初期阶段，该阶段社会各界逐渐认识到人工智能的重要性；3) 2015—2016 的飞速发展期，该阶段出台了大量政策文献，发展人工智能上升为国家战略；4) 2016—2017 年的稳定发展期，对人工智能的研发和产业发展认识越发成熟，政策文献稳步发布；5) 2017—目前，该阶段经历了人工智能发展热潮，社会各界对人工智能的认识更加务实，相关政策更加具有针对性。

4.2.2 中国国家层面人工智能政策主题变迁

伴随着重要政策的发布，不同阶段的主题发生了显著变化。

在第一阶段 (2009 年 -2013 年)，人工智能政策主题关注重点在于物联网、信息安全、数据库、人工智能、基础设施。该阶段人工智能研发和应用尚未成为社会热点，对其研究多隐藏于相关基础科研之中，因此多以计算机学科研究展示出来；

在第二阶段 (2013.2—2015.5)，人工智能政策主题词频从高到低排序是物联网、技术标准、基础设施、大数据、人工智能，这一时期为中国新一代人工智能发展初期阶段，社会各界逐渐认识到人工智能的重

要性，政策调整体现在对于技术的重视（如大数据、基础设施等），同时强调在发展初期进行技术标准的制定；

在第三阶段(2015.5-2016.3),人工智能政策主题词为大数据、基础设施、物联网、云计算、数据共享。该阶段为中国人工智能飞速发展期,出台了大量政策文献,发展人工智能上升为国家战略,相关关键词注重人工智能发展的基础设施,包括技术和硬件,如大数据、云计算、数据共享和人工智能基础设施。不难发现,从这一阶段开始,人工智能进入大数据时代,相关政策开始重视对海量数据的深度挖掘和分析处理:

在第四阶段(2016.3-2017.7),人工智能政策主题词频从高到低排序是大数据、人工智能、基础设施、物联网、云计算。该阶段为中国人工智能稳定发展期,对人工智能的研发和产业发展认识越发成熟,政策文献稳步增加。人工智能的主题概念再次频繁出现,说明这一时期社会各阶层对人工智能的关注急剧增加,某些人工智能产业得到了快速发展:

在第五阶段（2017.7- 目前），人工智能政策高频主题词包括人工智能、大数据、信息安全、云计算、基础设施。该阶段经历了人工智能发展热潮，社会各界对人工智能的认识更加务实，相关政策更加具有针对性。因此，在这一阶段，人工智能以大数据、云计算、信息安全等技术为支撑，依托相关基础设施获得迅猛发展，并成为国家重要发展战略产业。

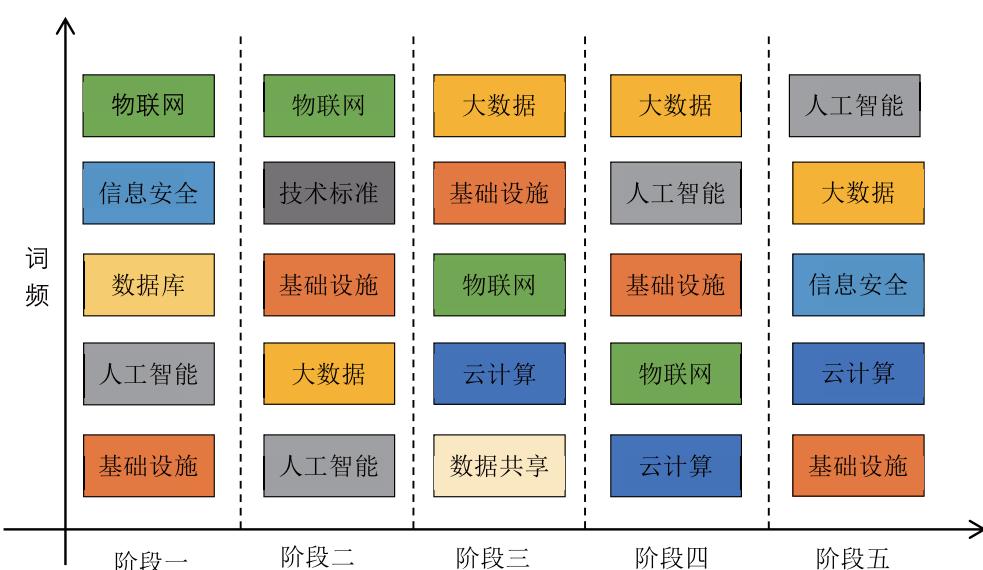


图 4-3 AI 政策主题变迁

词共现是文献计量最常用的分析方法之一，两个主题词同时出现在一篇政策文献中记为1次主题词共现，共现次数越多则两个主题词的关系越紧密，相关性越强。通过考察所有政策文献中的所有词的共现关系可以对主题词进行基于相关关系的聚类，识别领域核心主题。在基础之上，可通过构建各阶段的主题词共现网络，可以识别各阶段的核心主题。

(1) 阶段1: 2013年2月之前

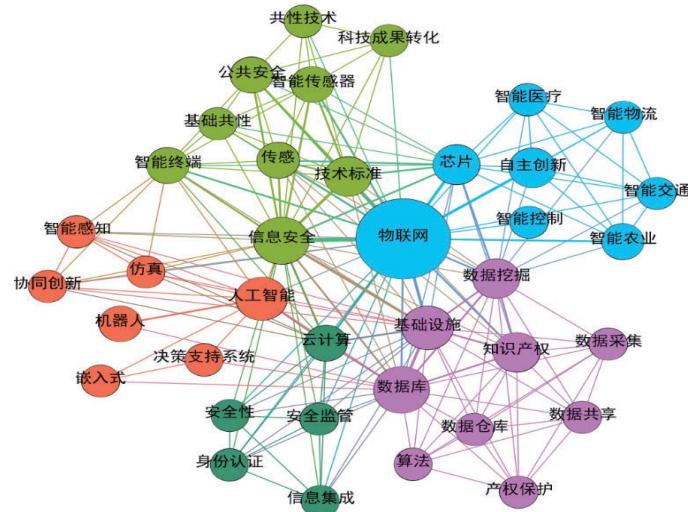


图 4-4 2013 年 2 月之前人工智能政策主题共现图

在此之前的时间阶段为人工智能潜在发展期，物联网、技术标准、信息安全、基础设施等是政策核心主题。之所以出现上述主题分布，与当时的社会发展阶段密不可分。这一阶段，人工智能发展所需的基础设施建设已具有一定基础，在数据采集、数据挖掘、数据共享以及数据库\数据仓库建设等方面成效显著。同时，在该阶段，物联网在我国逐渐兴起，已在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机、移动基站等方面取得重大进展，在智能医疗、智能物流、智能交通、智能农业等方面形成完整产业链。在这一阶段，与人工智能、物联网等相关的政策尚未出台，导致在这一时间阶段内知识产权、产权保护、技术标准、信息安全、公共安全等方面需要加强与完善。

(2) 阶段 2: 2013 年 2 月 -2015 年 5 月

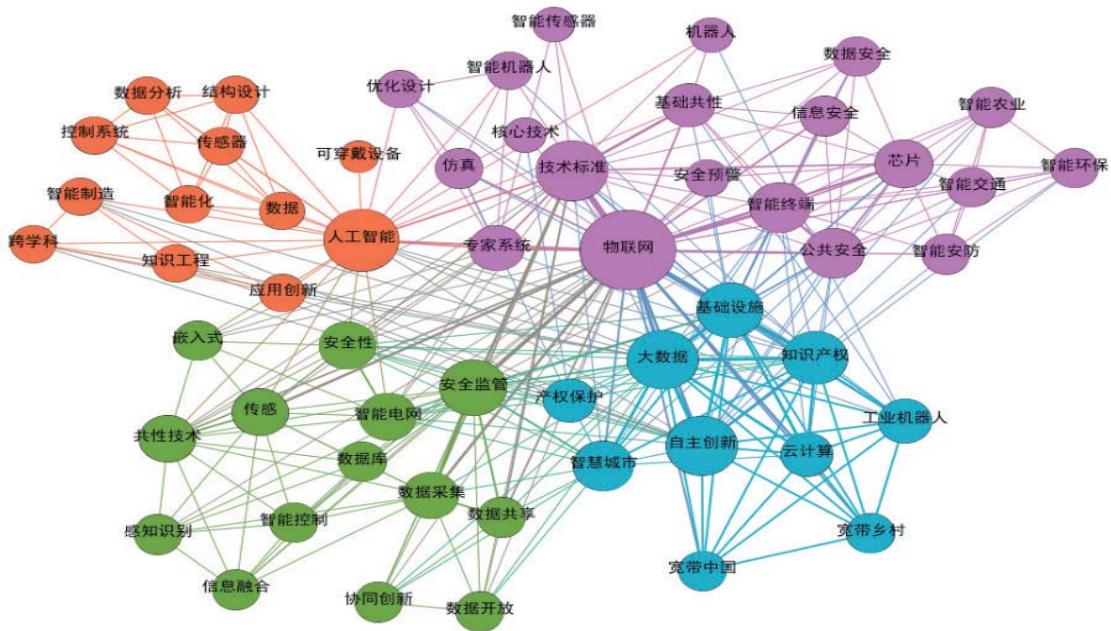


图 4-5 2013 年 2 月至 2015 年 5 月人工智能政策主题共现图

2013年2月17日颁布了《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，在这一时间阶段，物联网、技术标准仍为核心主题，而人工智能、安全监管、大数据、自主创新等主题的重要性逐步得到增强。这一阶段，我国在物联网技术研发、标准制定、产业培育和行业应用等方面已具备一定基础，大数据技术开始应用于物联网发展之中，由于依然存在核心技术研发困难、基础设施不完善以及信息安全存在威胁等问题，因此此阶段相关政策的核心主题重点是围绕上述问题而展开。同时，智能电网、智慧城市、智能终端等领域不断发展，人工智能相关研究在公共安全等领域有望获得实际应用，为人们提供能够更为先进的信息处理和分析能力。

(3) 阶段3：2015年5月–2016年3月

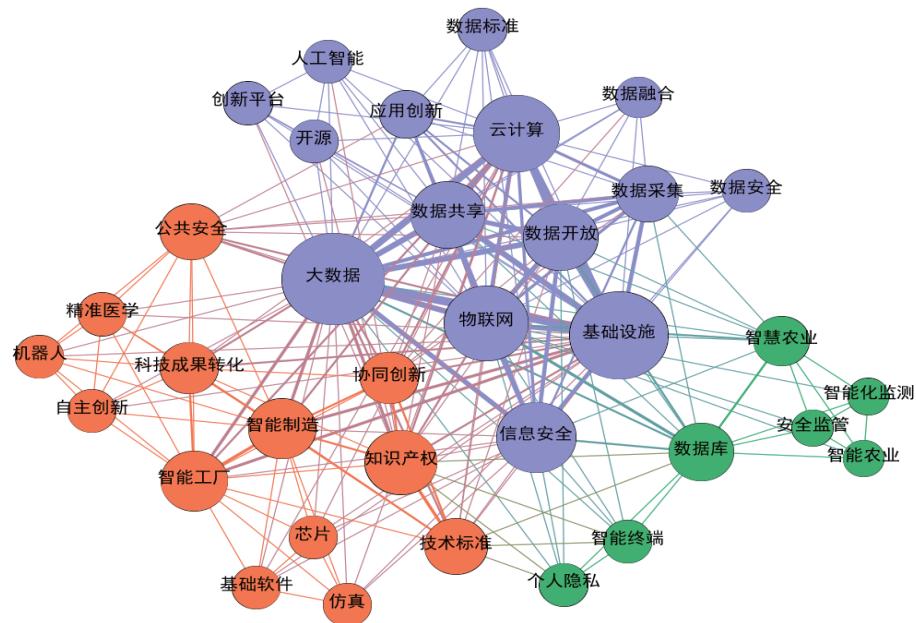


图 4-6 2015 年 5 月至 2016 年 3 月人工智能政策主题共现图

在此阶段，《中国制造 2025》、《机器人产业发展规划(2016—2020 年)》、《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》等重要政策颁布，大数据、基础设施、信息安全、物联网等人工智能基础技术成为核心主题，而人工智能关键词则不见踪影。这并非说明人工智能热潮退却，恰恰说明人们越来越重视人工智能的发展基础，对人工智能的认识越发成熟，进而转向了人工智能基础技术和相关实际应用（如智慧农业）。这一阶段是人工智能飞速发展阶段。2015 年 5 月国务院印发《中国制造 2025》，部署全面推进实施制造强国战略。“智能制造”被定位为中国制造的主攻方向，提出加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展，着力发展智能装备和智能产品，推动生产过程智能化，促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车、机器人等领域的广泛应用。2015 年 7 月国务院印发《“互联网+”行动指导意见》，明确人工智能为形成新产业模式的 11 个重点发展领域之一，将发展人工智能提升到国家战略层面，同时标志着中国人工智能进入互联网+、大数据的新时代。

(4) 阶段4：2016年3月–2017年7月

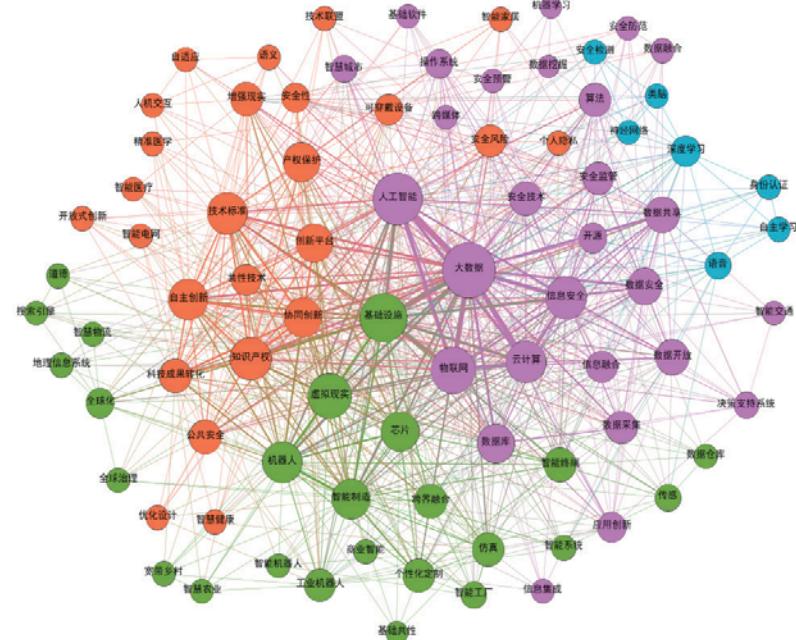


图 4-7 2016 年 3 月至 2017 年 7 月人工智能政策主题共现图

2016 年 3 月，《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要（草案）》颁布，其中提出，要重点突破人工智能技术。在这一阶段，其主题词共现网络趋于复杂，大数据、人工智能、基础设施、物联网、技术标准仍为核心主题。不同的是，机器人、智能制造、深度学习等主题凸显出来。这是因为，随着人工智能技术发展，社会各界对人工智能的研发和产业发展认识越发成熟，对于人工智能的未来应用（机器人、智能制造）和支持技术（深度学习等）给予了较多关注。其中，人工智能政策的高频核心词汇为大数据和人工智能，这也体现了这一阶段中国发展人工智能的决心和态度。在这一阶段，虚拟技术、智能商业、工业机器人等领域的发展标志着人工智能产业体系的逐步建立与完善，同时物联网、云计算、大数据等新型技术日益成为支撑人工智能创新发展的高地。

（5）阶段 5：2017 年 7 月至 2018 年 5 月

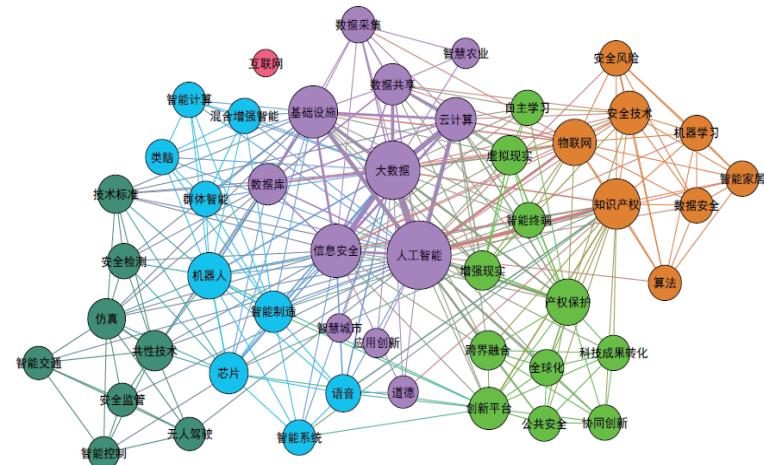


图 4-8 2017 年 7 月至 2018 年 5 月人工智能政策主题共现图

2017年7月，中国发布《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》，标志着推进新一代人工智能的时代已经开启。人工智能关键词成为最大的核心主题，其它比较突出的核心主题是知识产权和产权保护。该阶段经历了人工智能发展热潮，社会各界对人工智能的认识更加务实，视野更加国际化。结果是人们越发重视人工智能相关技术的知识产权和产权保护。同时，此阶段相关政策更加具有针对性。在这一阶段，中国更加重视建设安全的智能社会，提出发展高效的智能服务，强调利用人工智能提升公共安全的保障能力，促进社会交往的共享与互信机制，新一代的人工智能体现出军民双向转化的特点，并成为一项切实的惠民政策，将在制造、农业、物流、金融、商务、家居等6个重点行业进行融合创新，这也意味着人工智能的发展与应用正在各个实体经济领域全面启动。

4.2.3 中国国家层面人工智能政策引用网络分析

近年来，中国中央级政府已发布多项人工智能政策，中国发布的人工智能相关政策之间彼此交织，相互引用。基于此构建了中国中央级人工智能政策引用网络（如图4-9所示），在人工智能政策引用网络中，不同政策与其他政策之间的关联情况彼此存在差别，在总体网络中的地位也不甚相同。每个编码代表一份政策，政策文件具体目录信息可通过该报告电子版网址下载获得。

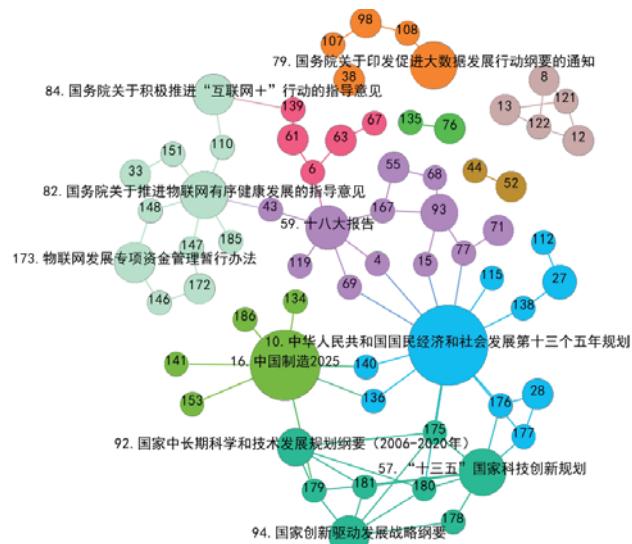


图4-9 中国中央级人工智能政策引用网络图

基于政策引用网络出入度发现，处于核心位置的人工智能政策包括以下：《中华人民共和国国民经济社会发展第十三个五年规划》、《中国制造2025》、《中国中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》、《“十三五”国家科技创新规划》、《国家创新驱动发展战略纲要》、《物联网发展专项资金管理办法》、《十八大报告》、《国务院关于积极推行“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》、《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，上述这些政策在中国人工智能政策体系中起到核心政策与纲领性文件的作用，相应地指导与影响着其他相关人工智能政策的颁布与制定。通过人工智能政策引用网络图可以发现，其中若干政策彼此关联紧密，在总体网络中构成了相对完整的子网络，本研究中用不同颜色予以区分，上述人工智能政策引用网络图中六个不同颜色区域分别体现出中国人工智能政策六个核心主题领域：中国制造、物联网、互联网+、大数据、创新战略、科技研发，从整体上呈现了表现了中国人工智能政策的主要布局领域。

4.3 中国省级人工智能政策

基于“政策领域人工智能关键词列表”共检索得到中国省级政府人工智能政策文献 845 篇。这些政策主要关注人工智能产业规划，从顶层设计角度，制定符合自身实际的指导性文件，为各地人工智能产业布局提供动力，进而通过一系列扶持政策与扶持资金，强化人工智能的技术研发与产品应用，推动其与医疗、教育、养老、文化等多个领域的融合，为人工智能产业提供了广阔发展前景。

4.3.1 省级人工智能政策发文数量

省级人工智能政策发布起始于 2009 年，随着 2012 年《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》发布，全国各省市发布人工智能政策的数量呈现逐年递增趋势。

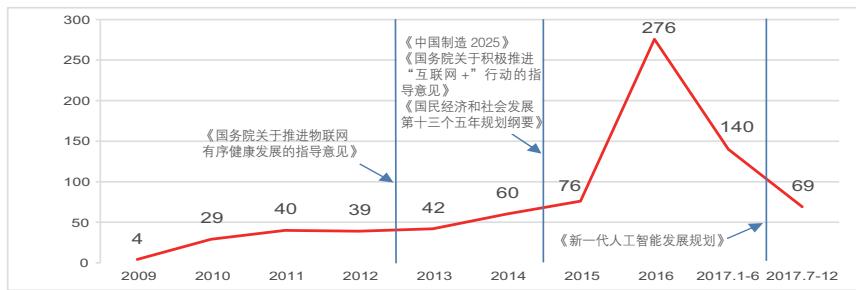


图 4-10 省级 AI 政策发布数量（单位：篇）

在 2014 年后，伴随着中央《国务院关于印发<中国制造 2025>的通知》、《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》、《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的颁布，各省市的人工智能政策发布呈现井喷式的增长态势。至 2016 年，各省市人工智能政策发布数量到达峰值 276 篇。近期，随着《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》出台，再一次推动各省市人工智能政策发布的热潮，各地的人工智能发展规划也相继出台。

近年来各省积极响应国家政策号召，发布了多项与人工智能相关的政策，其中江苏省、广东省、福建省自 2009–2017 年间政策发布数量上领先于其它省份，位居前三。

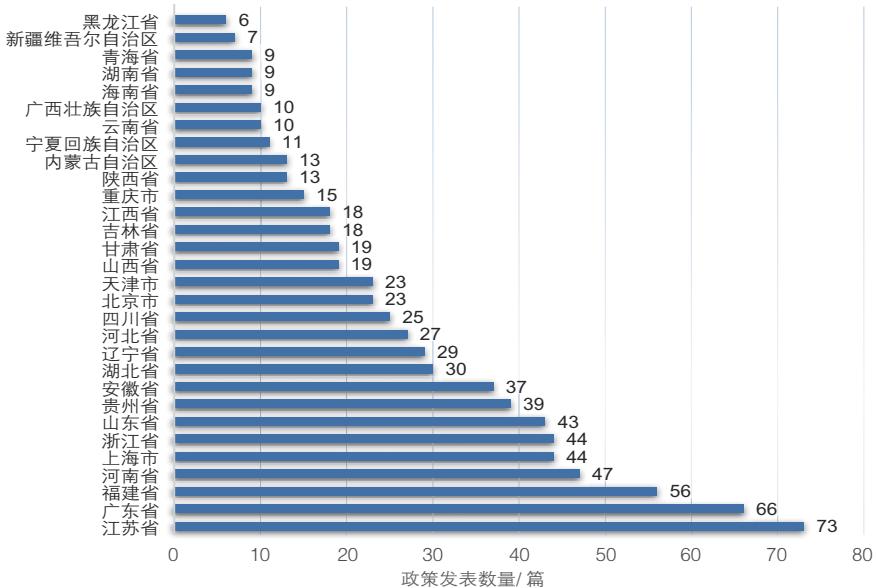


图 4-11 主要省市 AI 政策发布数量（单位：篇）

通过各地区政策发布数量可以看出，目前我国已形成了以京津冀、长三角、粤港澳三地为核心点的人工智能发展区域（如下图）。



图 4-12 AI 政策发布集聚区域

京津冀作为我国人才最为密集的地区，拥有多所国家级科研机构、众多科研院校和多个创新产业园区，汇聚了大量高科技人才。京津冀依托独特的知识资源优势，建成亚太地区知识创新中心，通过出台产业发展规划，搭建研发平台、建设产业基地等方式，带动了人工智能相关产业的发展，并且初步形成了包括无人驾驶、智能制造、智能医疗、公共服务等在内的，具备国际竞争力的人工智能产业集群。

长三角地区以浙江、江苏、上海等地为代表，其中江苏启动“江苏脑计划”，筹划建立国家级人工智能产业创新基地；上海位于长三角经济圈中心，依托雄厚的技术创新资源，在徐汇区率先打造“人工智能发展集聚区”，构建了“类脑智能技术及应用国家工程实验室”；浙江启动人工智能小镇建设计划，打造了之江实验室，依托浙江大学和阿里巴巴集团为主要研究力量，落户位于杭州未来科技城的中国（杭州）人工智能小镇。

粤港澳地区以广州、深圳、香港、澳门为代表，政府陆续出台《人工智能广州共识》、《否审视推动机器人应用及产业发挥扶持方案》等多项政策。深圳处于珠江经济圈中心，虽然没有北京、上海的知识资源优势，但依托与国际接轨的市场化贸易环境，将技术快速市场化、产品化、国家化，建设了高科技产业化平台，成为我国迎接人工智能等高科技挑战的前沿窗口。香港作为国际金融、信息、贸易中心，拥有专业的律师、评估师等专业人才队伍，拥有较为成熟的法制体系，成为我国人工智能技术与产品市场化的转换中心。而澳门政府也于 2017 年 8 月联合阿里巴巴，签署《构建智慧城市战略合作框架协议》，将阿里巴巴先进的人工智能技术应用于澳门城市建设中，旨在构建全球最大的城市人工智能系统。



图 4-13 京津冀、长三角、粤港澳 AI 发展趋势

4.3.2 省级人工智能政策引用关系

近年来，中国省级政策发布的人工智能政策之间彼此交织，相互引用。基于此构建了中国省级人工智能政策引用网络，在人工智能政策引用网络中，不同政策与其他政策之间的关联情况彼此存在差别，在总体网络中的地位也不甚相同。政策文件具体目录信息可通过该报告电子版网址下载获得。

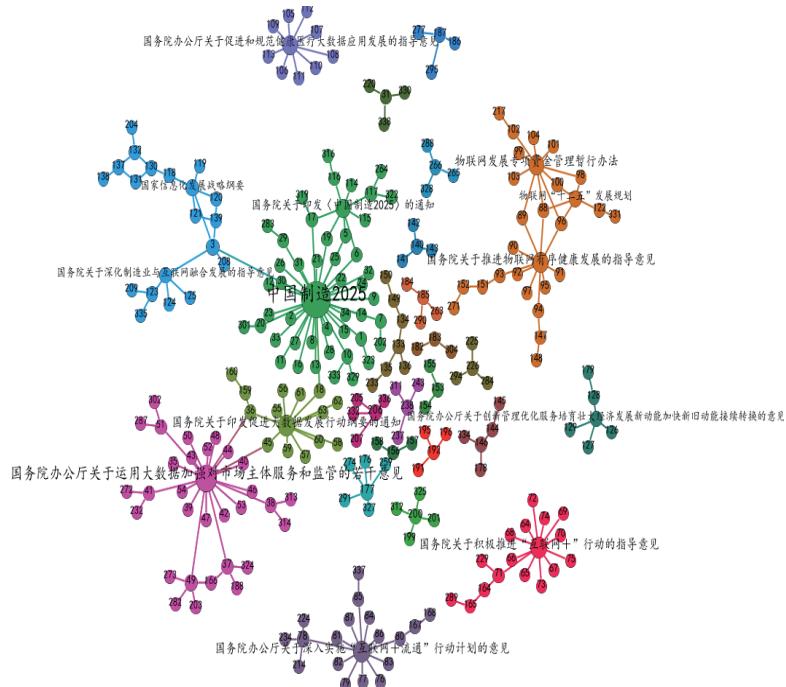


图 4-14 省级引用中央政策关系图

从图 4-14 中可以看到以《关于深入实施“互联网+流通”行动计划的意见》、《关于积极推动“互联网+”行动的指导意见》为代表的政策及其相应的省级施引政策构成了简单的一级引用网络，除此之外再无衍生政策，整个网络布局呈现出单核心、单级别的星形或雪花型网络，即以《中国制造 2025》等为代表的核心引用网络。该网络呈现出以单一政策为主中心，具有多个分中心的单核心、多中心、多级别网络。当核心政策的某一条实引政策在下一级网络中被引用，且引用频次较高时，该项政策就构成了整体网络中的一个分中心，网络明显分为若干个簇。从该图可以看出《中国制造 2025》在人工智能发展过程中的纲领性作用，该政策通过所连接的节点（即“引用政策”），与其他政策簇相连，直接或间接联系了省级大部分人工智能政策，在整个人工智能产业发展过程中具有不可替代的指导性作用。

4.3.3 国家和省级人工智能政策主题分析

(1) 国家及各省人工智能政策主题共现分析

图 4-15 为本研究所构建的国家与省级政策主题共现图，分析国家与省级政府在政策目标、政策内容上的相关性。通过对二者主题词的共现关系可以发现，中央与各省在人工智能政策设计方面，具有方向一致性和内容上的延续性，这些省市的政策目标与国家目标一致。具体来说，2017 年 7 月国务院印发了《新一代人工智能发展规划》，明确提到人工智能发展的三步走战略。在其指导下，上海市、北京市、浙江省、安徽省、贵州省和江西省等相继出台了各自的人工智能政策。整体来看，这些省市的政策目标

与国家目标基本一致，其政策发文内容也是一脉相承的。政策内容可分为三个方面，即行业层面、技术层面、以及应用层面。具体来说：1) 行业方面，关注机器学习、智能芯片、云存储等细分领域；2) 技术层面，关注物联网、大数据、人工智能、智能制造等内容；3) 应用层面，关注地理信息系统、智能电网、智能农业、信息安全、精准医学等。

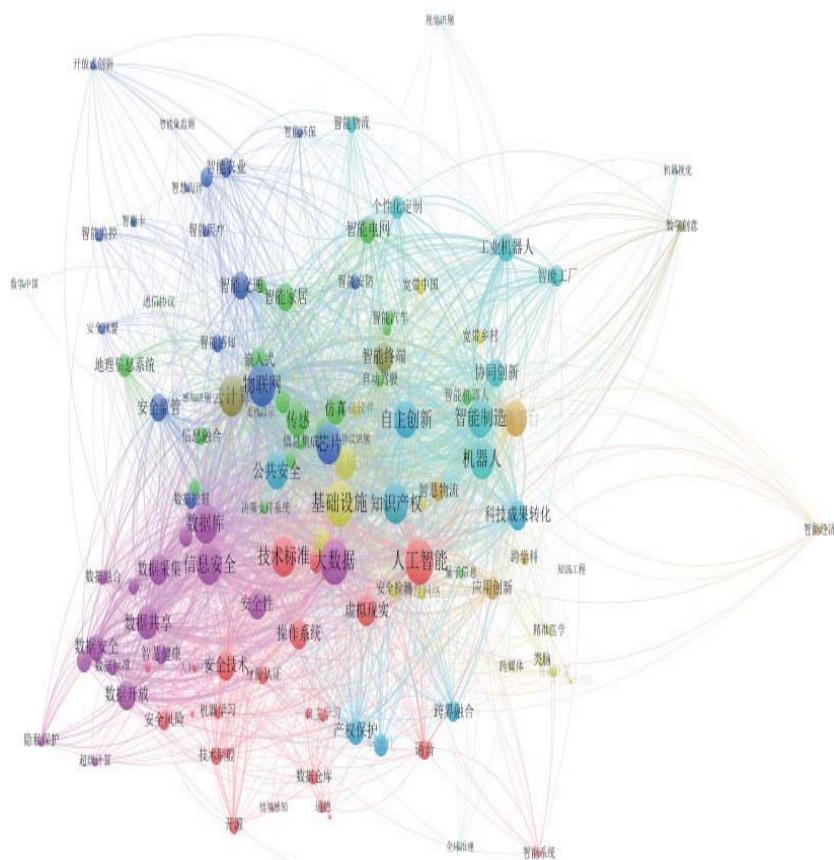


图 4-15 国家及省级人工智能政策主题共现

(2) 省级人工智能政策文献主题共现分析

图 4-16 为本研究所构建的省级政策主题共现图，分析那些更加接近人工智能产业具体实施阶段的各省级政策在人工智能领域上的关注点。通过图 4-16 可以发现，目前人工智能在无人系统、安防、家居、可穿戴工程、智能机器人等领域，具有良好的发展基础，具备智能分析、决策、感知与控制能力，具有支持环境监测、家庭安全、医疗健康、能源管理等方面的技术。而从各省人工智能发文主题来看，均是从大数据、物联网、自主创新、知识产权、科技成果转化、数据共享等角度，制定符合本地实际的政策法规，促进人工智能与多个行业的融合，强调自主创新和数据共享，将人工智能推向交通、地理、经济、安全监管等众多领域，让人工智能能够在第一时间惠及民生。

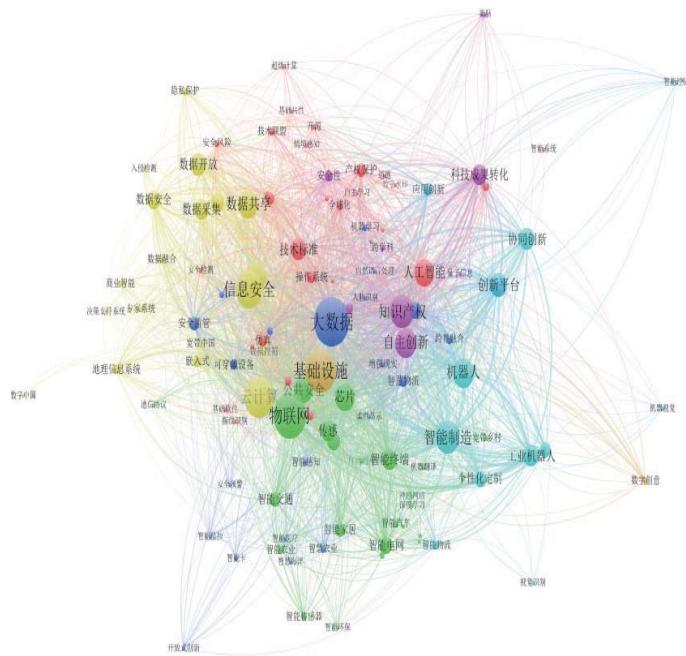


图 4-16 省级人工智能政策文献主题共现

地方政府的人工智能政策响应国家战略规划，但也结合地方发展条件和目标而大有不同。比如，在人工智能政策发文数量最多的前三个省份中，江苏省人工智能政策主要包含三大主题：基础设施、物联网和云计算；广东省人工智能政策关注三大主题：基础设施、智能制造和机器人，其对人工智能应用的关注较强；福建省人工智能政策关注四个热点区域：物联网、大数据、创新平台和知识产权。究其原因，江苏省更加关注人工智能的基础研发领域，注重云计算、大数据等人工智能基础技术的研究；广东省历来为制造业强省，拥有快速将技术应用于产品的能力，因此除开大数据、云计算等人工智能基础技术外，广东省更加关注人工智能在制造业和机器人领域的应用；而福建省的发展重点领域是物联网，依托其物联网产业联盟，福建省发挥马尾物联网产业基地的集群优势，整合物联网全产业链资源，打造全国领先的物联网感知识别产业聚集区。

第5章

人工智能社会认知和综合影响



5 人工智能社会认知和综合影响

5.1 国民对人工智能的社会认知

人工智能的蓬勃发展正深刻改变着人们的生活。半个世纪以前，当人工智能在破土萌芽时，大多数人都不会想到当今人类和机器已经靠得如此之近，人机关系已经快速溢出了学术科研领域。如今，从国家顶层设计再到各行各业的渗透，人工智能正逐步成为开启互联网颠覆性变革的新引擎。

从 2016 年到 2017 年，人工智能热度飙升了 286.3%，是年度关注度飙升最快的科普话题。高科技运用在改善普通人的生活质量上，则会有更高的美誉度和影响力。在 2018 年第一季度头条指数的监测中（图 5-1），根据对文章阅读量、评论量、转发量等的分析，发现用户对人工智能领域的关注度最高的日期是 3 月 14 日，这一天英国著名物理学家斯蒂芬·霍金去世而引发大量用户的关注，以及网友线上发起的各种类型的纪念活动。

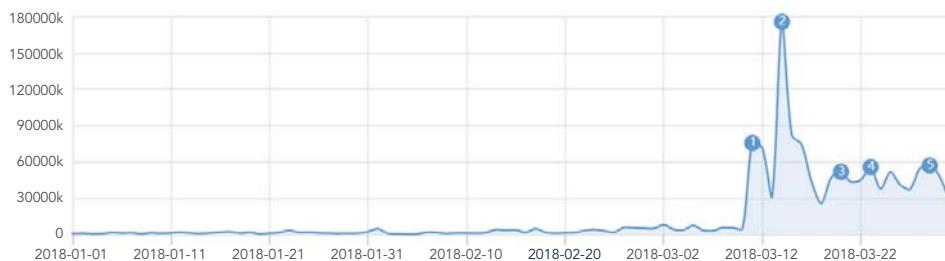


图 5-1 2018 年第一季度人工智能热度趋势

5.1.1 人工智能社会认知的调查

对头条用户关于人工智能认知的问卷调查时间为 2017.05.09–2017.05.13，有效样本量为 3088 份。结果显示，只有 6.23% 的国民对于 AI 不了解，民众了解人工智能的主要渠道是新闻和电影，分别占比达到了 80.27% 和 37.25%。

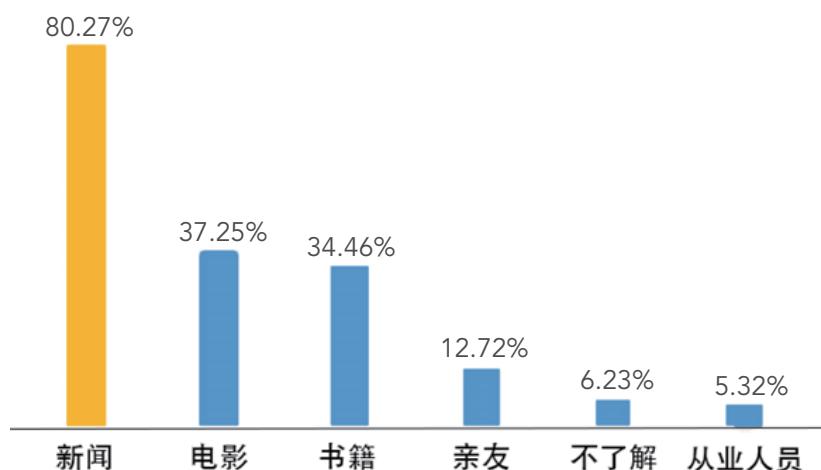


图 5-2 对人工智能的了解渠道

人工智能已经渗透到人们的生活中，但并非所有人都能意识到它的存在和所发挥的作用。尽管人们对于人工智能的认知度比较高，但是只有 41.58% 的人认为自己用过 AI 产品， 40.74% 的人认为自己并没有用过 AI 产品，而 17.68% 的人并不确定什么是人工智能产品。

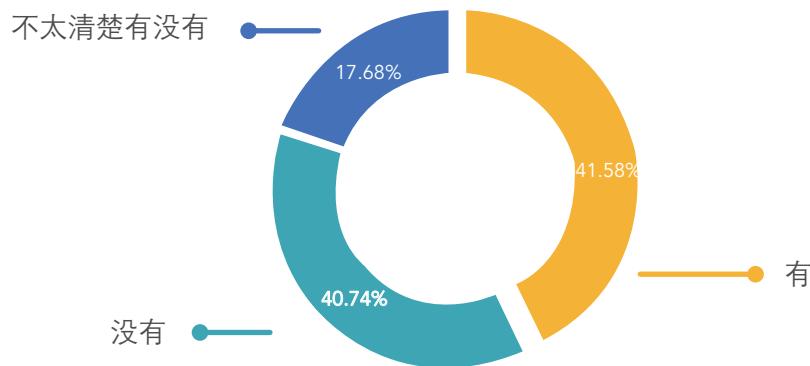


图 5-3 人工智能产品使用情况的认知

在问卷调查中，国民对于人工智能的发展最关注的还是和切身利益最相关的生计问题，关注度最高的三个问题是：哪类工作会先被人工智能取代（46.14%）？人工智能会带来哪些危害（43.61%）？人工智能究竟是否具有法律和道德意识与行为能力主体（40.36%）？这三个都是负面倾向的问题，可见虽然民众对于 AI 发展是支持的，但也更希望了解更多关于 AI 带来的直接风险。当被问及“AI 来了，你最担心什么？”此问题时，“人工智能失控了，造成社会危机”、“人工智能做出错误决策或者判断”、“人工智能失控造成人身伤害”这几个方面集中显示出人们的忧虑，选择这三项的受访者分别占比 54.9%、46.01%、45.81%。

在关于国民对人工智能的未来期望度调查结果中，有 53.15% 的人支持人工智能的深度全面发展，其中新疆、山西、贵州、安徽、山东的受访者支持率都超过了 60%。有 28.68% 的受访者持保守态度，认为应该继续发展人工智能，但只投资相对风险低的项目。另外有 15.77% 的人群表示不反对，但需要放缓发展脚步，还有 2.4% 的受访者表示反对人工智能的发展。

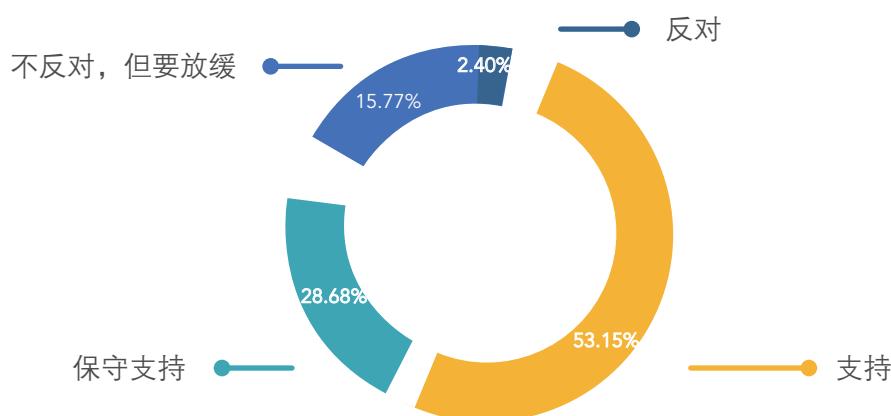


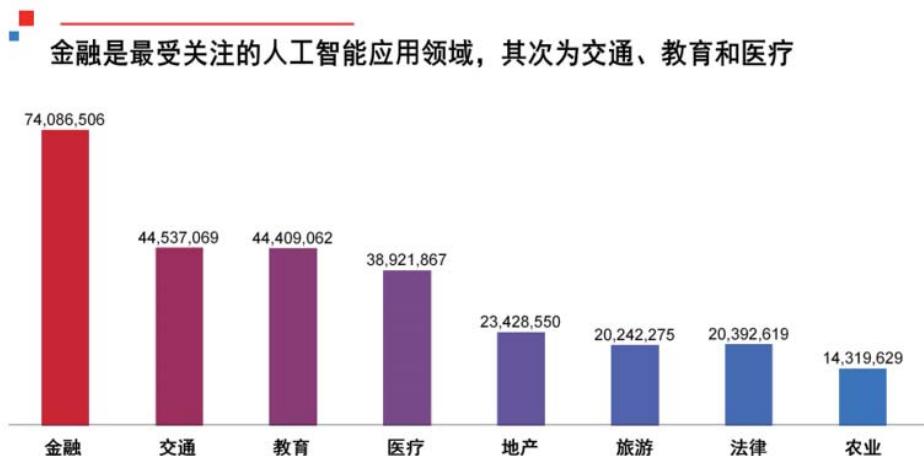
图 5-4 对人工智能的未来期望度

5.1.2 人工智能的社会关注度差异

(1) 行业差异

人工智能落地，关键在于丰富多样的应用场景。现阶段人工智能应用的领域已经比较广泛，最常见的、也是人们最为熟悉的包括自动驾驶汽车、机器人小助手、推荐引擎、多种语言翻译等方面，未来还会深度渗透到更多工作、生活场景中去。

根据头条指数的数据，2017 年全年最受关注的人工智能应用领域，前四位分别是金融、交通、教育和医疗。



* 数据说明：热度指数反映的是某个关键词受用户关注的程度。将关键词的阅读量、评论量、转发量、收藏量等加权而得

* 数据监测时间：2017 年 1 月 1 日 -2017 年 12 月 30 日

图 5-5 最受关注的人工智能应用领域

(2) 年龄和性别差异

在 2017 年 1 月 1 日到 2017 年 12 月 30 日的数据监测时间内，本研究分别选取了年龄渗透率和性别渗透率两个指标。年龄渗透率 = 该年龄段关注人工智能相关关键词的阅读数 / 该年龄段在头条全平台阅读数；性别渗透率 = 该性别关注人工智能相关关键词的阅读数 / 该性别在头条全平台阅读数。数据结果显示，30 岁以上的人群更关注人工智能，尤其是 31-40 岁年龄段的人群对人工智能关注度最高，其次是 41-50 岁这个年龄段的人群。在性别方面，男性的关注度要显著高于女性群体。

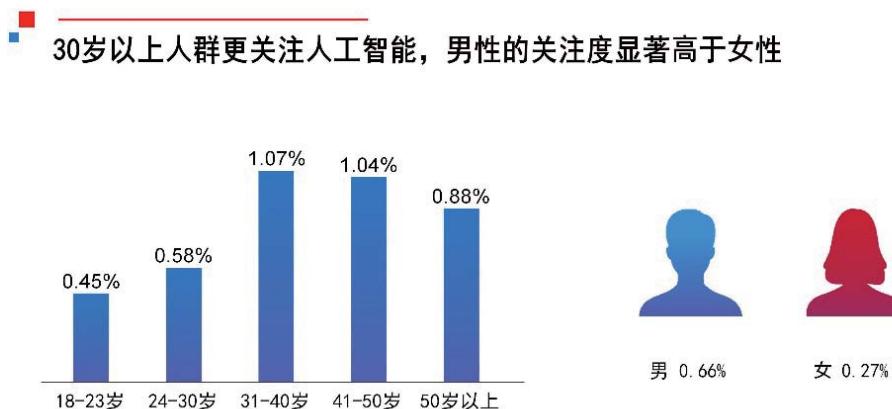


图 5-6 关注人工智能的年龄段与性别比例

(3) 地域差异

在地域方面本报告以地域渗透率为衡量指标，地域渗透率 = 该地域关注人工智能相关关键词的阅读数 / 该地域在头条平台阅读数。数据结果显示上海、北京、湖北、广东、浙江五个地区对人工智能领域关注度最高，分别位列第 1 至第 5 位（如图 5-7）。就城市而言，关注人工智能的用户主要分布在北京、上海、深圳、广州、杭州、成都、武汉等超一线和一线城市里（如图 5-8）。

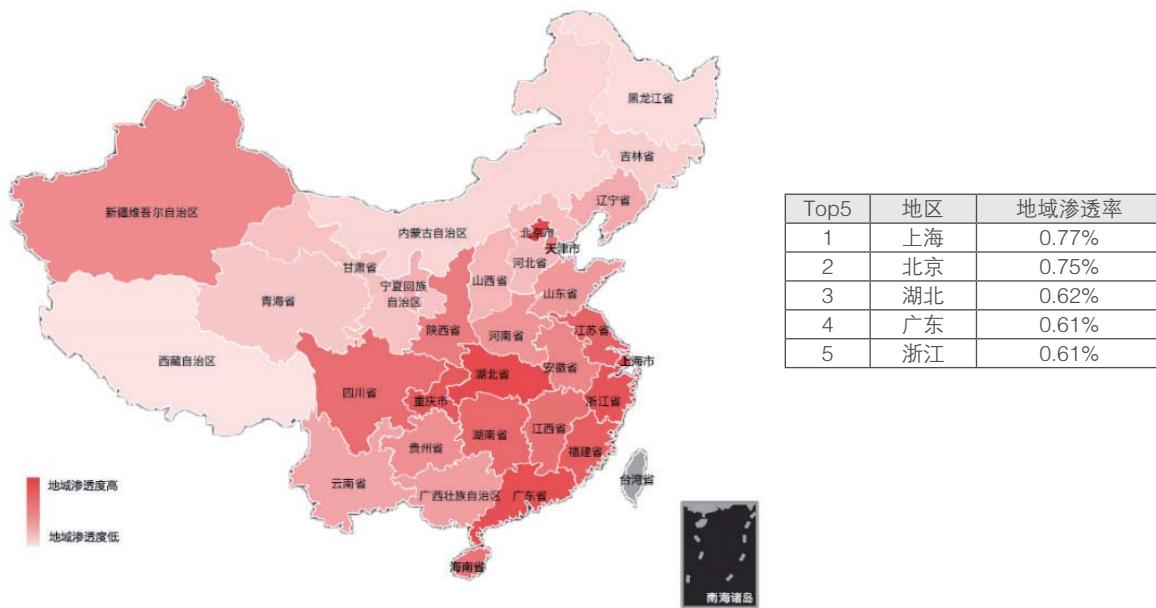


图 5-7 人工智能地域渗透率

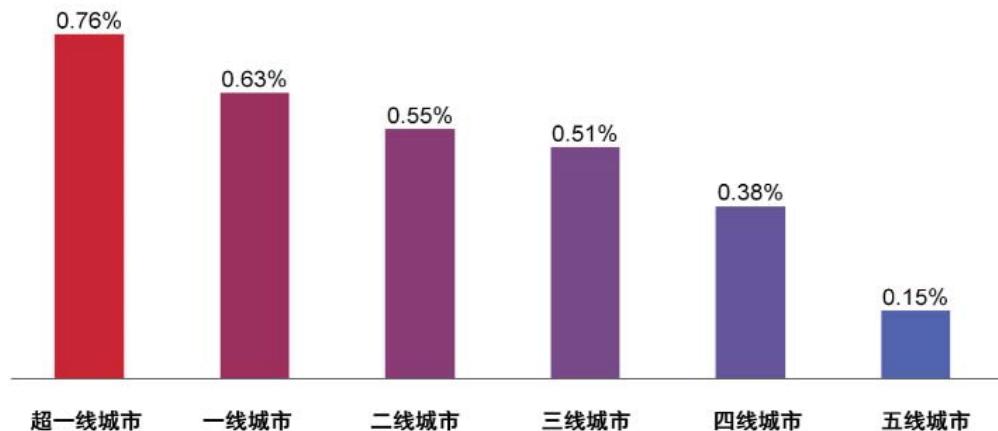


图 5-8 关注人工智能的用户分布

5.1.3 人工智能的国民情感情认知度

通过对数万条与 AI 相关文章的热门评论做情感分析，头条指数监测了 2016–2017 年用户对 AI 情感态度的变化。从 2016 年到 2017 年，对人工智能的情感情认知度有所下降，从狂热追捧到反思人工智能可能带来的隐忧，人们对于人工智能的态度趋于理性（如图 5-9）。



图 5-9 人工智能国民情感情认知度

- 数据说明：用户情感分析由合作伙伴语忆科技提供技术支持
- 情感情认知度的说明：情感情认知度是通过对数万条与 AI 相关文章的热门评论分析得出，认知度越高说明用户对人工智能的正向认可度越高
- 数据监测时间：2017.1.1–2017.12.30

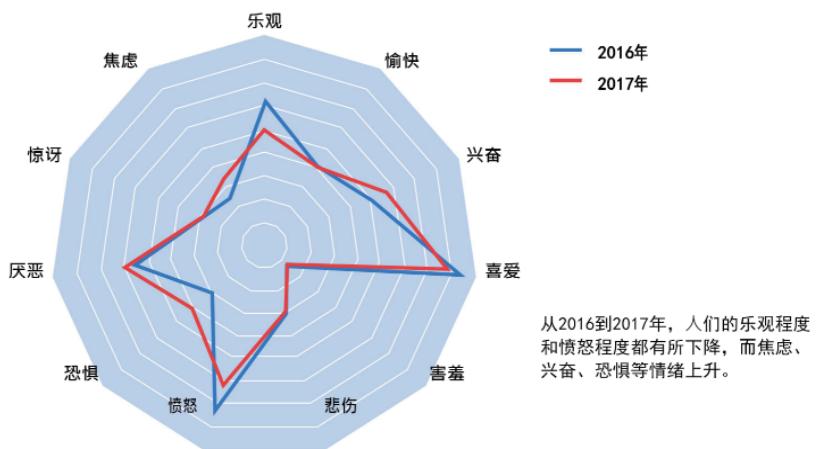


图 5-10 2016–2017 年用户评论中对 AI 的态度变化

- 数据说明：用户情感态度分析由合作伙伴语忆科技提供技术支持
- 数据监测时间：2017.1.1–2017.12.30

从 2016 到 2017 年数据监测时间内，人们的乐观程度和愤怒程度都有所下降，而焦虑、兴奋、恐惧等情绪上升。

5.2 人工智能对社会的综合影响

随着人工智能的充分发展，劳动生产率和生产力水平的提升，人们的生活体验将更加丰富多彩，将更多地将人们从体力劳动、乃至常规性的脑力劳动中解放出来，更多地投入到创造性活动当中，人类自身与社会得到更充分的发展。当前，人工智能技术的突飞猛进正不断改变着零售、农业、物流、教育、医疗、金融、商务等领域的发展模式，重构生产、分配、交换、消费等活动各环节。根据 IDC 数据显示⁶，在未来 5 年内人工智能技术应用到多个行业将极大提高其行业的运转效率，具体提升的效率为教育行业 82%、零售业 71%、制造业 64%、金融业 58%：

⁶ IDC China, 人工智能白皮书：信息流引领人工智能新时代，2017

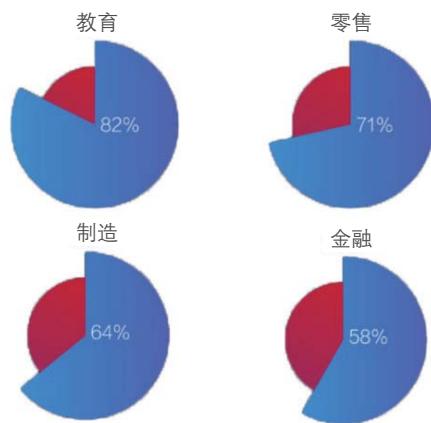


图 5-11 人工智能技术对主要行业的提升效率

从技术专家到科幻作者、从知识精英到社会大众，均将人工智能视为人类迄今为止最具开放性、变革性的创新，它是可以深刻改变世界但同时又难以准确预估后果的颠覆性技术。包括控制论提出者维纳、已故著名科学家霍金、《人类简史》作者赫拉利、以及特斯拉创始人马斯克在内的一大批有识之士均指出：人工智能的兴起与快速演进，在为人们带来极大便利的同时也蕴藏着巨大的风险，会挑战既有的社会价值观、甚至人类本身存在的价值，使得人们不得不重新思考人与机器之间的关系，乃至人类社会的前途。

5.2.1 人工智能对教育与就业的影响

发展人工智能的最终目的不是用来替代人类，而是帮助人类变得更加智慧，而教育将在这个过程中起到关键性作用。人工智能技术提升经济活动中的产能，使得人们逐渐从机械的、重复性的或危险的劳动中抽离出来，从而增加了思考、欣赏等闲暇时间，更专注于创新能力、思考能力、审美与想象力的潜能开发与提升。从获取知识的角度来讲，当人们的必要劳动时间缩短，自由时间增加，就会更多地去获取软性知识，这类知识与人类情感属性密切相关，并且不易转换为能被人工智能技术所识别的数据，因而也更加难以被机器学习与掌握。

但从教育的内在本质来看，个性化是基本

方向。不同时代对人才的需求有着非常巨大的差异，在人工智能时代，个性化自主学习与多维度交流协作将成为学习的主要方式，学生可获得量身定制的学习内容支持。目前，人工智能在教育领域的应用主要集中在以下几方面：自适应（个性化）学习、虚拟导师、教育机器人、基于编程和机器人的科技教育、基于虚拟现实 / 增强现实的场景式教育。用适合自己的方式去学习，不仅效率会提高，而且会保持更长时间的学习兴趣。在教育领域深度发展人工智能的意义并不是取代教师，而是协助教师使教学变得更加高效和有趣。另外，在人工智能技术所影响的教育体系中，对人才的信息输入与输出能力、自主学习能力等的要求骤然提高，创新能力的培养也成为重要方向。

随着技术的发展逐步替代人类从事大部分繁琐重复的工作或体力劳动，在给人们带来福利的同时也带来前所未有的挑战。今天已经有越来越多的人担忧是否自己的工作会被人工智能技术所取代，或者只能在人工智能所留下的“夹缝”中生存。有专家对中国的就业岗位被人工智能取代的概率进行了估算，结果显示未来二十年中，约占总就业人口的 76% 的劳动力会受到来自人工智能技术的冲击，若只考虑非农业人口，这一比例为 65%⁷。但同时，人工智能技术对就业的创造效应也已有所显现。调查显示，我国科技公

⁷ 陈永伟，人工智能会带来哪些就业冲击，《东北财经大学学报》2018 年第 3 期



司目前人工智能团队规模平均扩张 20%，而且这种需求还会增长。另外国家工业和信息化部教育考试中心专家称，在未来几年中国对 AI 领域的人才需求可能增至 500 万⁸。

可以判断，在人工智能重塑产业格局和消费需求的情境下，一部分工作岗位终将被历史淘汰，但是也会伴随着人工智能技术孵化出一系列新的岗位。另一方面，新型的人机关系正在构建，非程序化的认知类工作会变得愈发难以替代，其对人的创新、思考与想象力提出更高的要求。

机械化和智能化塑造着新的就业格局，但也要警惕新格局下有可能发生的衍生问题，比如由于失业率上升而引起的贫富差距和社会稳定问题。人工智能所带来的“冲击”是持续性的，对教育和就业的多重影响也是持续性的，因此也需要不断积极探索与技术革命相匹配、相适应的教育与就业机制。

5.2.2 人工智能对隐私与安全的影响

今天，在许多生活消费场景中，人们对个性化体验的需求不断增加，个性化、场景化服务也逐渐成为人工智能驱动创新的主要方向。服务供应方在信息获取社交化、时间碎片化的情境下，着力建立更灵活便捷的消费场景，给人们带来更加友好的用户体验。与此同时，随着语音识别、人脸识别、机器学习算法的发展和日趋成熟，企业可以通过分析客户画像真正理解客户，精准、差异化的服务使得客户被重视被满足感进一步增强。但是在蕴藏着巨大商业价值的同时，也对现有法律秩序与公共安全构成了一定的挑战。

网络空间的虚拟性，使得个人数据更易于收集与分享，极大地便利了身份信息编号、健康状态、信用记录、位置活动踪迹等信息的存储、分析和交易过程，与此同时，人们却很难追踪个人数据隐私的泄露途径与程度。例如，以人工智能技术为支撑的智慧医疗，病人的电子病例、私

人数据归属权如何界定，医院获得及使用私人数据的权限界限如何规范。再比如人工智能技术生成作品的著作权问题等。开放的产业生态使得监管机构难以确定监管对象，也令法律的边界变得越来越模糊。

人工智能的普遍使用使得“人机关系”发生了趋势性的改变，人机频繁互动，可以说已形成互为嵌入式的新型关系。时间与空间的界限被打破、虚拟与真实也被随意切换，这种趋势下的不可预测性与不可逆性很有可能会触发一系列潜在风向。与人们容易忽略的“信息泄露”不同，人工智能技术也可能被少数别有用心的人有目的地用于欺诈等犯罪行为。如基于不当手段获取的个人信息形成“数据画像”，并通过社交软件等冒充熟人进行诈骗。再比如，使用人工智能技术进行学习与模拟，生成包括图像、视频、音频、生物特征在内的信息，突破安防屏障，去年曾有报道新款苹果手机“刷脸”开机功能被破解即是这类例子。而从潜在风险来看，无人机、无人机、智能机器人等都存在遭到非法侵入与控制，造成财产损失或被用于犯罪目的的可能。

5.2.3 人工智能对社会公平的影响

随着人工智能研发与应用的突飞猛进，一系列价值难题也正逐渐显现在人们面前。目前还有大量不会上网、由于客观条件无法使用互联网及不愿触碰互联网的人群，已经被定义为人工智能时代的“边缘人”，而人工智能对人们的文化水平、信息流的掌握程度又有了更高的要求⁹。人工智能技术越发达，信息鸿沟就越深，进而演变为服务鸿沟、福利鸿沟，而在人工智能时代，“边缘人”将越来越难享受到便捷的智能信息服务，也更不易获得紧缺的服务资源。

对于人类社会，按照公正原则，人工智能技术应该使尽可能多的人群获益，技术所带来的福利和便捷应让尽可能多的人群共享。2017 年

⁸ 人工智能：抢走工作，还是创造就业机会 http://www.xinhuanet.com/tech/2018-02/26/c_1122452172.htm

⁹ 孙伟平，关于人工智能的价值反思，《哲学研究》，2017 年第 10 期

初在美国阿西洛马召开的 Beneficial AI 会议上提出的“阿西洛马人工智能原则”强调，应以安全、透明、负责、可解释、为人类做贡献和多数人受益等方式开发人工智能¹⁰。实实在在的公共服务将极大限度地促进和谐良好的人际关系，使均等的智能服务惠及各地区、不同行业和不同群

体。因此人工智能技术突飞猛进的同时，要积极思考与研究如何利用其提高基本公共服务平台的建设水平，不断缩小信息鸿沟，建设高效、发达、宜居的智能社会，推动社会包容与可持续发展，让全体公民能共享科技创造的美好未来。

5.3 中国人工智能教育的调查

5.3.1 中国人工智能领域的教育发展现状

人工智能作为一个跨学科的新兴技术领域，其知识体系涉及到计算机科学、数学、神经科学、统计学、电子信息工程及自动化等各个学科。人工智能领域的基础课程主要包含了编程语言、算法设计、数据结构等计算机基础课程，以及概率与数理统计、数值分析、数学规划等数学基础课程，但同时也涉及到工程与自然科学、人文社科等各个领域。

自从 2004 年教育部正式批准北京大学设立“智能科学与技术”本科专业以来，人工智能领域的高等教育受到越来越多高校的关注。截至 2017 年 7 月，由教育部正式批准设立“智能科学与技术”本科专业的高校已达 36 个，人工智能相关专业方向达到 79 个¹¹。中国科学院大学、西安电子科大、南京大学、重庆邮电大学、湖南工业大学、长春理工大学、天津大学、南开大学等高校已先后成立了人工智能学院¹²。

在本科生教育方面，国务院 2017 年发布的《新一代人工智能发展规划》明确指出，要“完善人工智能领域学科布局，设立人工智能专业，推动人工智能领域一级学科建设”，并且要在试点院校尽快建立人工智能学院。而由中国人工智能学会发布的《“智能科学与技术”一级学科论

证报告》则建议，在“智能科学与技术”的一级学科下面，进一步提出要设立“脑认知”、“机器感知与模式识别”、“自然语言处理与理解”、“知识工程”、“机器人与智能系统”五大二级学科，开设“脑认知机理、神经网络、计算认知、交互认知、记忆认知、人工智能导论、机器人学、机器伦理学”等专业基础课程，以及“认知物理学、记忆与推理、自然语言处理与理解、不确定性人工智能、机器翻译、情感机器人、智能机器人、图像认知、机器学习、数据挖掘、知识图谱”等其他专业课程。

在研究生教育方面，《新一代人工智能发展规划》指出，要“增加人工智能相关学科方向的博士、硕士招生名额。鼓励高校在原有基础上拓宽人工智能专业教育内容，形成‘人工智能 + X’复合专业培养新模式，重视人工智能与数学、计算机科学、物理学、生物学、心理学、社会学、法学等学科专业教育的交叉融合”。目前，我国关于人工智能领域的教学与研究活动主要集中在计算机、电子信息、自动化等院系。此外，国内顶尖院校都成立了关于人工智能研究的重点实验室（如下表）：

¹⁰ 段伟文，人工智能时代的价值审度与伦理调适《中国人大常委会公报》，2017 年第 6 期

¹¹ 资料来源：光明日报，“人工智能呼唤建立一级学科”，http://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2017-07/28/nw.D110000gmrb_20170728_1-06.htm

¹² 资料来源：南开和天津大学同日揭牌人工智能学院，各侧重机器人与脑认知，https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_2133192



表 5-1 国内顶尖院校人工智能重点实验室

序号	学校	机构
1	清华大学	智能技术与系统国家重点实验室
2	北京大学	视觉与听觉信息处理国家重点实验室、机器感知与智能教育部重点实验室
3	中科院	模式识别国家重点实验室、智能信息处理重点实验室
4	浙江大学	人工智能研究所、睿医人工智能研究中心
5	上海交通大学	智能计算与智能系统重点实验室（与微软亚洲研究院联合建设）
6	南京大学	计算机软件新技术国家重点实验室
7	复旦大学	类脑智能科学与技术研究院
8	哈尔滨工业大学	语言语音教育部－微软重点实验室
9	中国科学技术大学	类脑智能技术及应用国家工程实验室
10	北京邮电大学	移动机器人与智能技术实验室

来源：腾讯研究院，《2017 全球人工智能人才白皮书》

除了学历教育之外，各类网络平台也为我国的人工智能教育提供了必要的补充。目前，较为活跃的网络教学平台包括：网易云课堂（study.163.com），学堂在线（www.xuetangx.com），MOOC 中国（www.mooc.cn），中国大学 MOOC（www.icourse163.org）等等。

5.3.2 关于人工智能教育情况的问卷调查

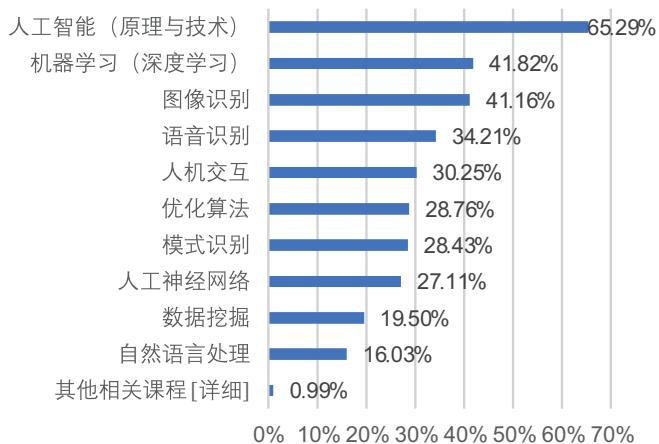
为了进一步了解我国人工智能领域的教育情况，本报告通过问卷调查的形式收集一手数据。本研究通过“问卷星”平台的推荐服务，共回收有效问卷 1154 份（截至 2018 年 5 月 15 日）。问卷星推荐服务的原理是“由系统自动推荐给每天超过 50 万名访问者填写”。从数据结果上来看，受访者的性别分布、学校分布均较为平衡，年龄分布上大部分（57.19%）是 20 至 30 岁之间的年轻人，符合本次调查的预期。

第 1 题：您是否有上过关于人工智能的课程？[单选题]



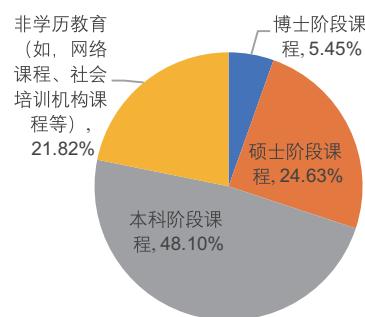
在 1154 位受访者中，上过人工智能相关课程的受访者超过一半（52.34%）。

第2题：请问您上过哪些和以下技术相关的课程？[多选题]



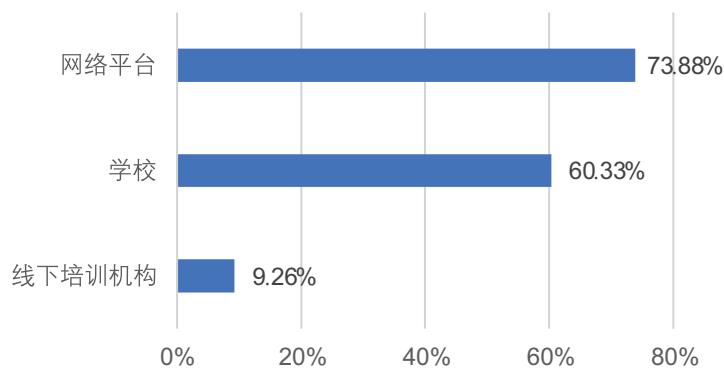
在众多人工智能相关课程中，“人工智能（原理与技术）”，“机器学习（深度学习）”，“图像识别”是三类最为热门的课程。

第3题：您上过的人工智能课程主要是属于什么阶段的课程？[单选题]



大多数人工智能相关课程属于本科阶段课程。

第4题：您上过的人工智能课程是由什么机构开设的？[多选题]



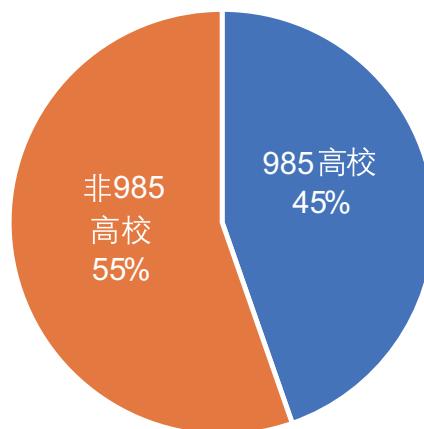
学校和网络平台同为开设人工智能课程的重要机构。

第 5 题：您上过的人工智能相关课程是哪所学校开设的？[填空题]

(部分) 受访者汇报的高校名称

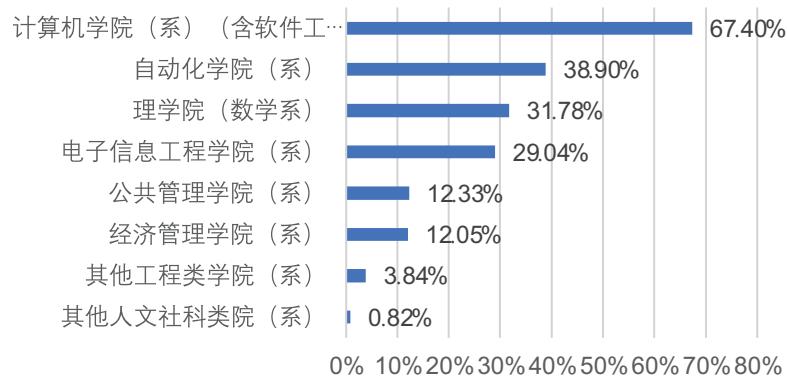
答案文本	答案文本	答案文本	答案文本	答案文本	答案文本
北京理工大学	浙江海洋	北京航空航天大学	北京交通大学	北京大学	北京师范大学
东华理工大学	北京语言大学	山东建筑大学	东北大学	北京语言大学	安徽大学
四川大学	长安大学	北京大学	清华大学	复旦大学	北京联合大学
湖南城市学院	华中农大	北京邮电大学	北京航空航天大学	北京航空航天大学	合肥工大
广西大学	北京邮电大学	中南大学	中山大学	华东理工	中国传媒大学
北京航空航天大学	清华大学	湖南大学	天津大学	广州大学	华东师大
广东工业大学	北京航空航天大学	中国传媒大学	东北大学	北京航空航天大学	北京大学
吉林建工	南京理工大学泰州科技学院	湖南大学	福建工程学院	北京大学	重庆交大
重庆大学	华东师大	山东财经大学	复旦大学	上海大学	上海财经
北京科技大学	复旦大学	四川大学	中山大学	湖南师大	东南大学
上海大学	南京财经	华中科大	大连理工	中国传媒大学	中国传媒大学
北京大学	北京大学	清华大学	北京化工大学	北京大学	济南大学
广西大学	华南理工大学	北京理工大学	华南理工大学	北京科技大学	常州大学
合肥工大	昆明理工	浙江大学	北京师范大学	上海大学	北京师范大学
山东科大	中国地质大学(北京)	北京航空航天大学	四川大学	北京大学	华南师范大学
华南理工大学	太原师范	山东科大	北京理工大学	南京理工	北京化工大学
中国农业大学	内江职业技术学院	郑州大学	福建师范大学	北方工业大学	山西师大
合肥工大	天津大学	电子科技大学	北京邮电大学	东南大学	华东师大
北京航空航天大学	北京林业大学	北京大学	电子科技大学	北京邮电大学	北京航空航天大学
北方工业大学	华南理工大学	北京交通大学	中国传媒大学	南京理工	南开大学

人工智能开课院校中 985 高校占比



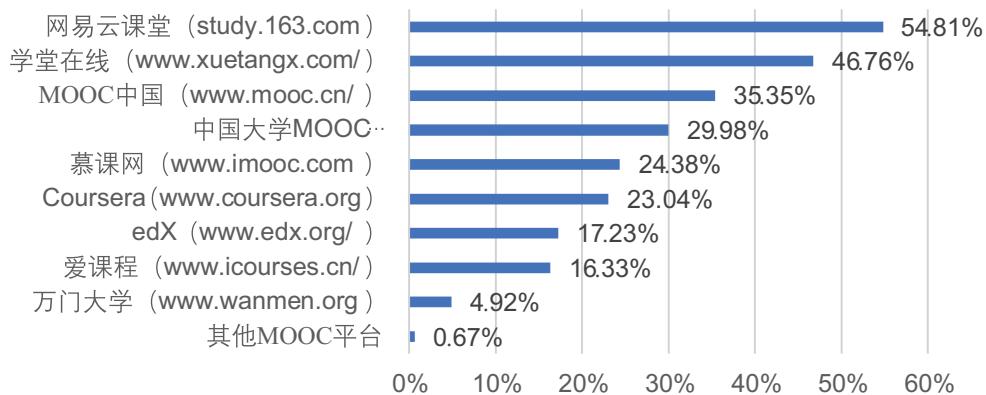
注：基于受访者人次，饼状图反映在某类院校（985，非985）学习过人工智能课程的受访者比例。

第 6 题：您上过的人工智能课程是由什么院（系）开设的？[多选题]

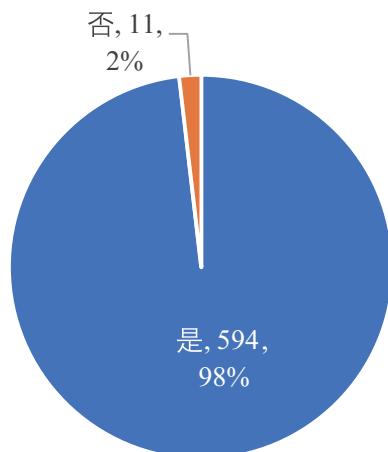


人工智能的学校教育主要集中在计算机学院和自动化学院。

第 7 题：您上过的人工智能课程是由哪家网络平台开设的？[多选题]

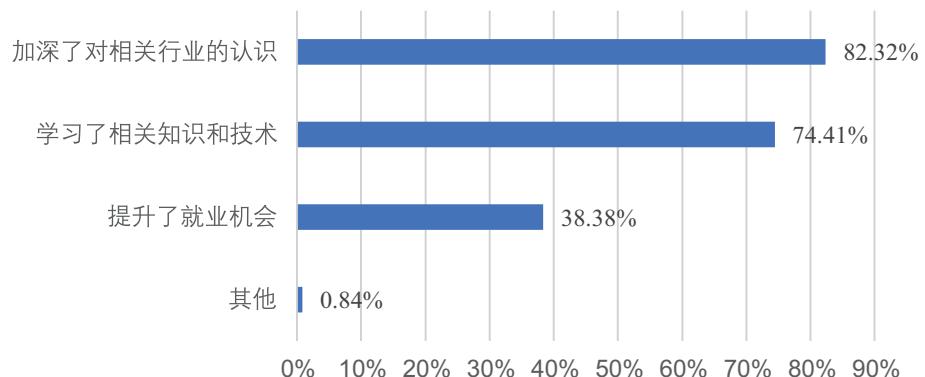


第 8 题：您觉得这些关于人工智能的课程对您是否有帮助？[单选题]



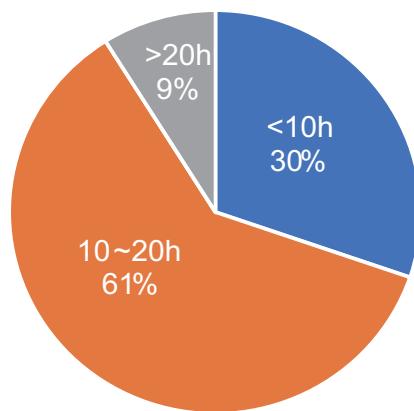
超过 98% 的受访者认为人工智能课程对自己有帮助。

第 9 题：您觉得这些人工智能课程对您有何种帮助？[多选题]



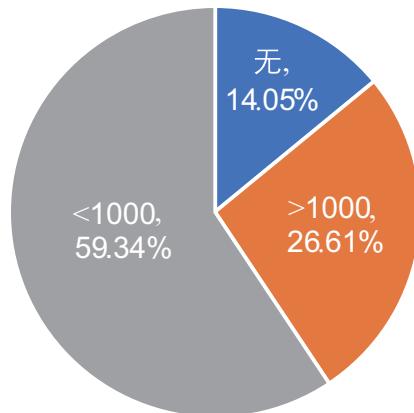
但仅有约 38% 的受访者认为人工智能课程提升了其就业机会。人工智能对受访者的帮助主要体现在增进了受访者的相关知识和技术，加强了其对相关行业的认识。

第 10 题：您在学习人工智能相关课程方面投入了多少时间？(平均每周) [单选题]



约 61% 的受访者每周学习人工智能课程的时间在 10 至 20 小时之间。

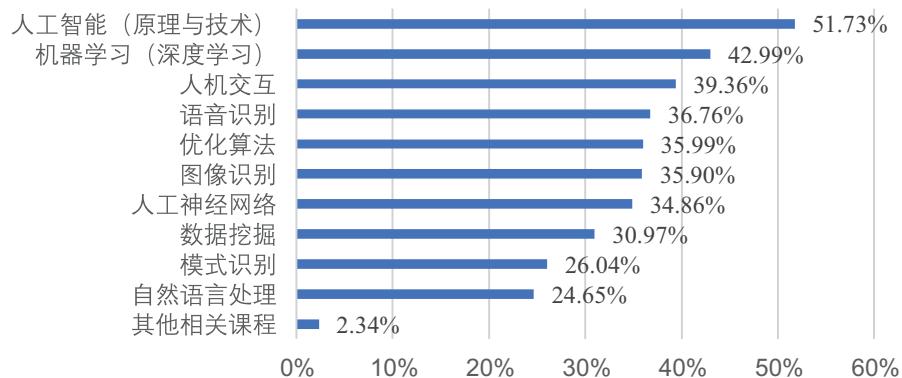
第 11 题：您在上人工智能相关课程方面投入了多少金钱？[单选题]



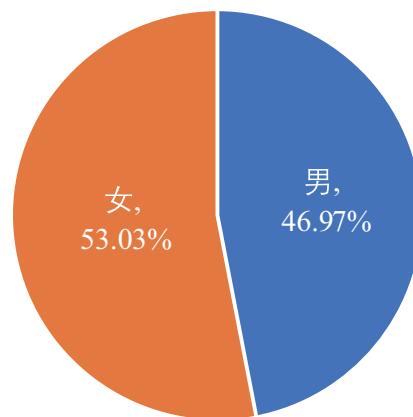
大多数受访者在学习人工智能课程方面的投入在 1000 元以下。



第 12 题：您未来还希望学习哪些人工智能相关课程？[多选题]

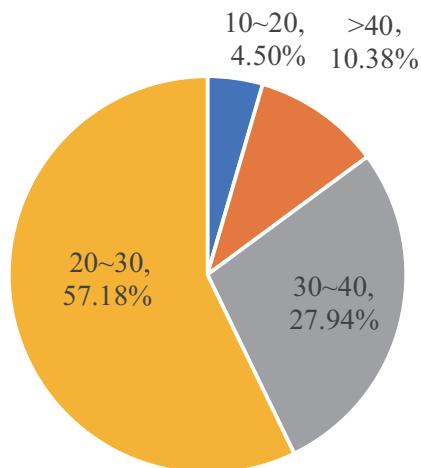


第 13 题：您的性别？[单选题]



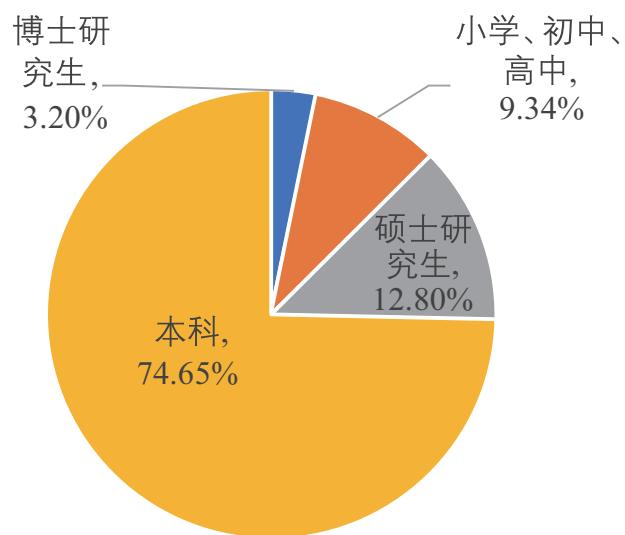
受访者的性别比例较为均衡，女性（约 53%）略高于男性。

第 14 题：您的年龄？[单选题]



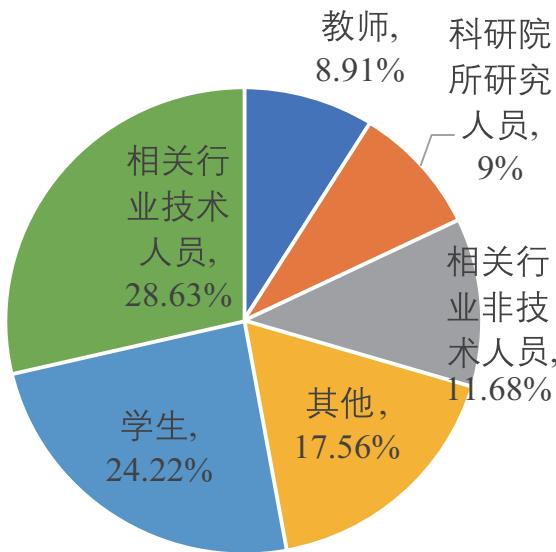
超过一半的受访者（约 57%）年龄在 20 至 30 岁之间。

第 15 题：您的学历？[单选题]



受访者学历以本科生为主（约 75%）。

第 16 题：您的职业？[单选题]



受访者的专业以学生（约 24%）和相关行业技术人员（约 29%）为主。

从调查结果可以看出，大部分的受访者对人工智能的学习热情高，61% 的受访者每周学习人工智能知识的时间在 10 到 20 个小时之间，且 85% 以上的受访者愿意付费学习。从学习渠道来看，网络平台已经成为人工智能课程学习的重要渠道；在高校中，计算机学院（系）、自动化学院（系）、理学院（数学系）和电子信息工程学院（系）是人工智能课程最集中的院系。相关行业技术人员、科研人员和学生是学习人工智能最为积极的群体。

第6章

反思与展望



6 反思与展望

6.1 问题与反思

结合既有研究报告和本文以上具体发现，我们可以得到以下几点对中国人工智能发展的初步判断和认识。

中国在人工智能领域的技术发展与市场应用方面已经进入了国际上的前沿发展国家群体，呈现出中美‘双雄’共同领跑局面。从科技产出、产业发展和行业应用等方面的情况看，中国人工智能发展的总体水平与美国相比仍有差距，但已经超过英、德、日、法等发达国家。中国在人工智能人才和企业的数量上落后于美国，但是在论文和专利等指标上，中国已经有了较大的领先优势。在一些具体的领域，如计算机视觉和智能语音，中国的技术发展和市场应用已经达到国际领先。在城市尺度，北京已经成为全球人工智能人才、企业、科研机构、和资本最集中的城市。总体来看，在人工智能的这个风口上，中国已经占据了较高的起点，而且发展势头和速度没有减弱的迹象，为 2030 年成为人工智能的领军国家做好了比较充分的准备。

但从发展质量来看，中国的人工智能发展还远未达到十分乐观的地步。中国的优势领域主要体现在应用方面，而在人工智能核心技术领域（如硬件和算法）力量依然十分薄弱，这使得中国人工智能发展的基础不够牢固。再比如，虽然中国人工智能人才的数量仅次于美国，但是在顶尖人才数量上，中国与美国、英国、德国还有较大差距。高盛的《中国人工智能的崛起》¹³ 报告也指出，中国领先的人工智能企业主要还是依赖从海外回来的华人顶尖人才。麦肯锡的报告《人

工智能的未来之路》¹⁴ 也认为，中国在核心算法领域远远落后于英美同行的一个主要原因就是缺乏顶级的人才。牛津大学的报告《解密中国 AI 梦》¹⁵ 比较中美在硬件、数据、算法和商业系统等四个方面的能力，中国只有在数据这一项有明显优势，而综合 AI 潜力指数只有美国的一半。因而，在人工智能发展的核心领域，中国跟世界的领先水平还有较大差距。

从参与主体来看，在全球层面科研机构和大学都是目前人工智能知识生产的主要力量。斯坦福大学的《AI 指数 2017》¹⁶ 报告指出，学术活动是推动美国人工智能产业早期稳步发展的主要推动力量。中国目前也是如此，科研机构和大学是目前中国人工智能知识生产的绝对主力。中国的科研院所和大学占据了 89% 的人工智能人才，在科研论文和专利申请上也是优势明显。一些中国科研机构和大学，如中国科学院系统和清华大学等，已经成为中国人工智能技术发展的高地，在全球范围内也占据重要的位置。但我们应充分认识到，中国近年来各个领域的科研论文均出现大幅增长，这一方面是国家多年来持续投入带来整体科研实力提升的结果，另一方面也与相当一段时期以来“唯论文化”“唯量化”的科研评价与考核体系相关。尽管我们看到中国在该领域的高影响力论文数量增长明显，但真正带有原创性、突破性、标志性的研究成果，特别是基础研究成果仍然乏善可陈。

中国目前已经是全球第一大专利申请国，同样是第一大发明专利申请国，在人工智能专利

¹³ 高盛，《China’s Rise in Artificial Intelligence》，2017

¹⁴ 麦肯锡，《人工智能的未来之路》，2017

¹⁵ Jeffrey Ding, 牛津大学,《Deciphering China’s AI Dream—The context, components, capabilities, and consequences of China’s strategy to lead the world in AI》,2018

¹⁶ 斯坦福大学,《Artificial Intelligence Index 2017》，2017

申请方面也超过了美国。但需要清醒认识到的是：中国近年来所出现的专利快速增长，甚至是“暴涨”，一方面是经济产业转型升级、从要素驱动向创新驱动转变的内在要求，另一方面也与各类激励政策，包括政绩考核指标密切相关。与此同时，我们也看到中国在该领域的大量专利申请集中在技术应用、而非原理和关键技术之上。相比国外领先企业，中国企业作为一个群体的技术表现还比较逊色，在专利申请上还落后于国内高校和科研院所，即使是被公认为人工智能巨头的百度、阿里巴巴、腾讯（BAT）等企业，在人才、论文和专利方面也没有突出的表现，而他们的美国对手IBM、微软、谷歌等企业在每项指标的全球企业排名中都名列前茅。高盛的《中国人工智能的崛起》报告中发现，虽然中国互联网巨头的研发投入占销售额比重并不比美国的对手低很多，但研发投入的绝对量差距非常显著。中国虽然已经成为世界第二大人工智能生态系统，但与美国相比差距仍然较大。

从领先企业来看，中国国家电网在人工智能科研论文和专利申请上都是中国表现最抢眼的企业，不仅数量大大领先于国内其他企业，在国际排行榜上也占据前列。在中国人工智能专利布局的技术领域中，电力工程方向的专利也很突出。这个事实在以往的人工智能研究中都未被提及或重视，说明人工智能与能源系统的结合很可能是一个之前被忽视的领域，而这可能为中国人工智能技术应用开拓新的方向，并为能源低碳转型做出有益的贡献。这个案例也说明，对人工智能的认识不能只限定在少数新兴应用领域中，人工智能与传统产业的结合也许是一个潜力更大的方向。

从发展方式来看，国际合作和产学研合作是重要的途径。人工智能领域的高水平论文中通过国际合作而发表的占比高达42.64%，中国AI领域高水平论文中有53%的论文通过国际合作发表。各国人工智能发展各有着重点和优势领域，国际合作对于取长补短、促进技术创新意义重大，应该积极创造环境和条件鼓励国际合作。与此同时也应看到，中国人工智能知识生产大量

停留在大学和科研机构中，在产学研合作促进知识应用和转化方面仍然存在“短板”。数据显示，该领域中国科研机构与企业的合作论文百分比只有2.55%，而美、英、法、德等国家都在6%以上。以微软、谷歌、IBM为代表的大企业，其研发人员不仅申请了众多专利，同样发表了大量论文，甚至是高影响力论文。以Deep Mind为代表的一批中小型公司，甚至引领着该领域的科学前沿。与传统的科研转化模式不同，在人工智能领域，由于数据、计算能力均掌握在大企业手中，意味着企业比大学和科研院所拥有更好的研究条件，更加前沿的研究问题。因而，要推动人工智能领域的前沿研究与应用，中国不但需要积极鼓励产学研协同合作，还需要更加鲜明地支持企业从事人工智能基础研究。

从发展环境来看，中央和地方政府都积极出台了大力支持人工智能发展的政策；资本市场对人工智能的热情高涨；大多数国民对人工智能持乐观态度，而且乐于接受人工智能产品；高校和网络教育平台也积极开设人工智能课程，年轻人学习热情高。这些都说明中国社会对人工智能的发展总体上是积极乐观的，为人工智能产业的发展提供了非常有利的政策、舆论、金融、市场、和人才供给等发展环境。而政策主题词分析则表明：各地在人工智能发展政策方面仍然存在“跟风中央”，“追逐热点”的倾向，如何在推动产业健康发展的同时避免过去在传统产业、战略性新兴产业领域屡屡出现的“盲目跟风、重复投资”现象，是在推动高质量发展这一全新背景下决策者们需要深入思考的问题。另一方面，调查显示公众对人工智能的发展还是存在一定的担忧和疑虑，并且在媒体宣传下有上升趋势。当前中国在人工智能发展政策上主要强调促进技术进步和产业应用，而对道德伦理、安全规制等问题还没有予以足够重视。人工智能“万能化”与“妖魔化”的论调同时存在，如何正确引导社会舆论与公众认知，如何平衡鼓励发展与合理规制，避免在如转基因食品等领域出现的种种负面问题，是对政府治理能力与治理水平的挑战与考验。



6.2 研究局限与未来展望

目前，对于人工智能还没有完全清晰的界定依据，这是研究此新兴领域面临的普遍难题。虽然本报告对定义人工智能的关键词进行了严格的筛选，并邀请技术专家层层审查，但还是不能完全排除一些与人工智能核心技术关系不大的活动。我们采用文献计量方法，也跟踪利用关键词搜索出来的主要共现词，因而我们的人工智能学术产出标准可能相对比较宽泛，涵盖的范围更宽。而由于人工智能刚刚开始兴起，许多产业数据统计无法及时跟上，比如市场销售、企业研发、和生产总值等数据，所以产业发展相关数据有可能覆盖不够，这些都有待更清晰的界定标准和数据调查。再如，鉴于数据的可获得性，本文的人工智能人才只是指发表过人工智能论文或专利的研究人员，而产业人才并没有包括在内。另外，本报告关注人工智能的总体发展情况，但对其细分垂直领域，比如基础设施、硬件、数据等还没有深入展开研究。这些都是人工智能发展非常重要的支撑，将在我们未来的研究中进一步加强。

中国人工智能的发展已经具备了非常优越的条件，不仅具有广阔的应用市场和丰富的数据，也有国家和地方政府强有力的支持。然而要成为真正的人工智能强国，中国还任重道远。中国必须加强基础研究，优化科研环境，培养和吸引顶尖的人才，在人工智能的核心基础领域实现突破，保证人工智能发展的根基稳固。同时，要大力鼓励产学研合作，让企业成为人工智能创新的主导力量。再者，我国的人工智能政策研究目前还是比较侧重技术发展和产业进步，而对其社会影响道德伦理等方面的深入研究还远远不够，亟待进一步加强。对人工智能技术的发展可以运用技术预见和社会预见等分析方法，展望技术发展路径和潜在的社会影响，通过合理的政策引导趋利避害。同时，要构建不同方式的政策参与机制，让社会各方面的意见能够理性地参与到相关政策过程中。大学、科研机构和专业性学术团队也应该进一步组织相关研讨，制定相关的技术标准和准则，并将其纳入相关的教育和设计实践中。此外，中国还应当积极参与到人工智能全球治理机制的构建中，在人工智能未来的技术发展、风险防范、道理伦理规范制定等领域发挥中国独特的作用，促进人工智能的健康发展，造福人类社会美好的未来。

附录 1 人工智能会议列表

简称	全称
AAAI	AAAI Conference on Artificial Intelligence
ICML	International Conference on Machine Learning
IJCAI	International Joint Conference on Artificial Intelligence
NIPS	Annual Conference on Neural Information Processing Systems
ACL	Annual Meeting of the Association-for-Computational-Linguistics
COLT	Annual Conference on Learning Theory
EMNLP	Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing
ICPAS	International Conference on Automated Planning and Scheduling
ICCBR	International Conference on Case-Based Reasoning
KR	International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning
AAMAS	International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems
COLING	International Conference on Computational Linguistics
UAI	International Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence
CVPR	Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
ECAI	European Conference on Artificial Intelligence
ICRA	International Conference on Robotics and Automation
ICLR	International Conference on Learning Representations
IROS	International Conference on Intelligent Robots
NIPS	Neural Information Processing Systems

附录 2 学科描述

Computer Science, Artificial Intelligence 学科描述

Computer Science, Artificial Intelligence covers resources that focus on research and techniques to create machines that attempt to efficiently reason, problem-solve, use knowledge representation, and perform analysis of contradictory or ambiguous information. This category includes resources on artificial intelligence technologies such as expert systems, fuzzy systems, natural language processing, speech recognition, pattern recognition, computer vision, decision-support systems, knowledge bases, and neural networks.



附录 3 人工智能企业识别的两个维度

技术维度	
语音	语音识别、语音合成、语音交互、语音评测、人机对话、声纹识别
视觉	生物识别(人脸识别、虹膜识别、指纹识别、静脉识别等)、情感计算、情绪识别、表情识别、行为识别、手势识别、人体识别、视频内容识别、物体和场景识别、移动视觉、OCR、手写识别、文字识别、图像处理、图像识别、模式识别、SLAM、空间识别、三维扫描、三维重建等
自然语言处理	自然语言交互、自然语言理解、语义理解、机器翻译、文本挖掘(语义分析、语义计算、分类、聚类)、信息提取、人机交互
基础算法及平台	机器学习、深度学习、开源框架、开放平台
基础硬件	芯片、激光雷达、传感器等
基础支撑技术	云计算、大数据
产品和行业维度	
智能机器人(含解决方案)	工业机器人(侧重生产过程,如搬运、焊接、装配、码垛、喷涂等)、行业服务机器人(应用于银行、餐厅、酒店、商场、展厅、医院、物流)、个人/家用机器人(虚拟助理、情感陪伴机器人、儿童机器人、教育机器人、家庭作业机器人(扫地、擦窗等)、家用安防机器人、车载机器人)
智能驾驶(含解决方案)	智能驾驶、无人驾驶、自动驾驶、辅助驾驶、高级驾驶辅助系统(ADAS)、激光雷达、超声波雷达、毫米波雷达、GPS定位、高精度地图、车载芯片、人车交互等
无人机(含解决方案)	消费级无人机(娱乐、航拍) 工业无人机(农林、电力、物流、安防等领域)
AI+	金融、保险、司法政务、文娱(社交、游戏)、旅游、医疗健康、教育、物流仓储、智能家居、智慧城市(交通、电力、环境)、网络安全、安防、商业(营销、零售、广告)、人力资源、企业服务

附录 4 人工智能标准与规范

	组织	主要研究领域	主要标准摘录
国际	ISO/IEC JTC1 (国际标准化组织和国际电工委员会第一联合技术委员会)	人工智能词汇、人机交互、生物特征识别、计算机图像处理等关键领域，以及云计算、大数据、传感网等方面	ISO/IEC2382-34:1999《信息技术 词汇 第 34 部分：人工智能神经网络》 ISO/IEC 19794-2:2005《信息技术 生物特征识别数据交换格式 第 2 部分：指纹细节点数据》 ISO/IEC 29794-6:2015《信息技术 生物特征样本质量第 6 部分：虹膜样本质量数据》 ISO/IEC 8632-3《信息技术 计算机图形 存储和传送图形描述信息的元文卷 第 3 部分：二进制编码》
	ISO (国际标准化组织)	工业机器人、智能金融、智能驾驶方面	ISO 11593:1996《工业机器人 末端执行器自动更换系统 词汇和特征表示》 ISO 9946:1999《工业机器人 特性表示》 ISO 14539:2000《工业机器人 抓握型夹持器物体搬运词汇和特性表示》 ISO 19092:2008《金融服务 生物特征识别安全框架》 ISO 14742:2010《金融服务 密码算法及其使用建议》
	IEC (国际电工委员会)	可穿戴设备领域	暂未发布具体标准
	ITU(国际电信联盟)	在 2017.6 “人工智能优势全球峰会”上，ITU-T 提出了对于人工智能建议的草案，包括 ITU-T.Y.AI4SC 人工智能和物联网以及 ITU-T.Y.qos-ml 基于机器学习的 IMT-2020 的服务质量要求。	暂未发布具体标准
国外	IEEE (电气和电子工程师协会)	主要聚焦人工智能领域伦理道德标准的研究 .	IEEE P7000《系统设计期间解决伦理问题的模型过程》； IEEE P7001《自主系统的透明度》； IEEE P7002《数据隐私处理》； IEEEP7003《算法偏差注意事项》； IEEE P7004《儿童和学生数据治理标准》； IEEE P7005《雇主数据治理标准》； IEEE P7006《个人数据 AI 代理标准》。
	NIST (美国国家标准与技术研究院)	在人工智能数据采集分析工具、未来专家系统、基于人工智能的集体生产质量控制、高通量材料发现和优化应用的机器学习方面有一定的研究基础	暂未发布具体标准
国内	全国信息技术标准化技术委员会 (SAC)	在术语词汇、人机交互、生物特征识别、大数据、云计算等领域	《信息技术 词汇 第 31 部分：人工智能机器学习》 《信息技术 词汇 第 34 部分：人工智能神经网络》 《中文语音识别互联网服务接口规范》 《中文语音合成互联网服务接口规范》



附录 5 人工智能政策文件数据来源

美国政策文件数据多来自于总统行政办公室（Executive Office of president）及其下属的国家科技委员会（National Science and Technology Council）和预算办公室（Office of Management and Budget）等管理部门。涉及网站如下：

总统行政办公室以及下属部门政策文件	https://www.whitehouse.gov
美国信息网络部门	https://www.nitrd.gov
国土安全局网站	https://www.dhs.gov
美国科学技术委员会（NSTC）	http://www.nstc.org.zm

其他各国或地区政策文献数据来自于相关国家政府部门、议会、国家科学院以及相关委员会。涉及网站如下：

欧盟	https://www.eu-robotics.net/
德国联邦政府	https://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial
德国联邦经济部	https://www.bmwi.de/Redaktion
德国工程科学院	http://www.acatech.de/
德国联邦教育研究部	https://www.bmbf.de
法国议会	https://www.aiforhumanity.fr
英国工程与物理科学理事会	http://hamlyn.doc.ic.ac.uk/ https://subtleengine.org/ https://assets.publishing.service.gov.uk/government
英国下议院科技委员会	https://publications.parliament.uk
英国相关专家	https://assets.publishing.service.gov.uk/government
日本首相内阁	https://www.kantei.go.jp
日本人工智能科技委员会	http://www.nedo.go.jp/

中国人工智能政策数据来源：中国人工智能政策数据来自于清华大学公共管理学院“政府文献数据系统”（GDIS）。

工作组与致谢名单

学术顾问

潘云鹤院士

邬贺铨院士

总体策划

清华大学中国科技政策研究中心：

薛澜 梁正 戴亦欣 邓兴华 李代天 余振 杨芳娟

课题研究

清华大学中国科技政策研究中心：

薛澜 梁正 余振 李代天 杨芳娟 张一鸣 徐伯宏

清华大学公共管理学院政府文献中心：

黄萃 苏竣 杨超 黄新平 王艺栋等

北京赛时科技有限公司：

智强 霍东云 李燕茜 徐世黔 谢松延 王进娣

科睿唯安

王琳 郭杨

中国信息通信研究院：

朱佳佳 王雪梅 张彦坤 陆亚鹏 云梦妍

北京字节跳动科技有限公司：

贺佳 王莹

致谢

报告研究过程中得到以下专家学者、业界人士的指导与帮助，在此一并表示衷心感谢！

清华大学公共管理学院

孟庆国教授 杨永恒教授 张楠副教授 周源副教授

清华大学社会科学学院

李正风教授 张成岗教授 陈首珠博士

清华大学法学院

申卫星教授 崔国斌副教授 郝元博士

清华大学自动化系

张涛教授 张佐教授 赵千川教授

清华大学电机系

沈沉教授

浙江大学管理学院

黄灿教授

上海大学战略研究院

李仁涵教授

中国科学院科技战略咨询研究院

穆荣平研究员 眭纪刚副研究员

中国科协创新战略研究院

罗晖研究员 刘萱副研究员

中国劳动和社会保障科学研究院

莫荣研究员 李宗泽博士

中国社会科学院数量经济与技术经济研究所

齐建国研究员

国务院发展研究中心

吕薇研究员 赵昌文研究员 王晓明研究员

字节跳动技术战略研究院

张宏江博士

中国信息通信研究院

刘越博士

北京工业大学大学经济与管理学院

李欣副研究员 袁菲博士

启迪控股股份有限公司

王书贵先生 杨明先生 林酌存先生

京东集团

周伯文博士

西门子英国

Paul Beasley 博士



康奈尔大学计算机系
斯坦福大学人工智能实验室
哈佛大学法学院
牛津大学技术管理发展中心
苏赛克斯大学科技政策研究中心
曼彻斯特大学创新研究院
诺森比亚大学纽卡斯尔商学院
科睿唯安科学信息研究所所长
欧盟委员会联合研究中心
IEEE
Open AI
世界经济论坛

John Hopcroft 教授
Yoav Shoham 教授
Urs Gasser 教授
傅晓岚教授
Ed Steinmueller 教授
Philip Shapira 教授
熊渝教授
Jonathan Adams 博士
Koen Jonkers 博士
John Havens 先生 王亮迪女士
Jack Clark 先生
Danil Kerimi 先生

机构简介

制作单位：



清华大学中国科技政策研究中心 (CISTP) 是 2003 年由国家科学技术部与清华大学联合成立的科技政策与发展战略研究机构。中心定位为“高起点、宽视野、前瞻性、国际化”，围绕科教兴国战略、可持续发展战略和国家长远发展目标，在国际科技发展趋势、国家科技发展战略及相关公共政策领域开展理论和应用研究，目标是逐步发展成为在科技发展战略和相关政策领域有影响的一流智库。中心自成立以来参与或承担了包括国家中长期科技发展规划战略研究，国家中长期教育改革和发展规划战略研究，中国科学院知识创新工程试点评估，《科学技术进步法》修订研究，中国工程院十一五规划咨询研究，“中国国家创新体系与创新政策研究”（与 OECD 合作）在内的一系列重要研究工作。在国家创新体系、科技全球化等领域形成一定优势积累，学术成果发表在《管理世界》、《中国软科学》、《科学学研究》、Nature 等国内外高水平学术期刊上，部分研究成果和政策建议得到国家领导人批示，并被相关决策部门采纳实施。



清华大学公共管理学院政府文献中心于 2005 年成立，作为学科建设支撑性研究平台，旨在为中国公共管理学科建设提供丰富的政策数据和政策文献量化实证研究支撑；为政策实践部门提供全面详实的政策数据，以及基于政策文献量化研究为政策制定和政策修订提供政策咨询和研究支撑。政府文献中心至今共收集中央和地方政府自 1949 年以来颁布的各种政策文献 160 万余件，并以每年逾 15 万件政府文献新增量持续增长。政府文献中心自主研发了政府文献信息管理系统(IPOLICY)，其涵盖文献采集录入、全文检索、文本量化分析等模块，实现了政府文献文本信息的增量采集、编码录入、集成管理、网络检索、模型分析、专题定制等功能。



“科学家在线”是浙江清华长三角研究院服务区域创新发展的重要平台，由长三院投资的北京赛时科技有限公司负责运营，该公司由清华－哈佛团队创建，致力于整合全球华人科学家的智力和技术供给，为企业技术转型需求提供流程服务，为政府决策提供数据支持——为知识寻找价值。“科学家在线”目前拥有 1100 万华人专家数据库以及 650 万国际专家数据库，其中 400 万专家可触达；1800 余万专利数据库；50 万科技项目数据库；80 万国内高新技术型企业数据库；全国地方政府产业规划数据库等科技大数据资源。



科睿唯安（Clarivate Analytics）是全球专业信息提供与分析服务领域的领导者。我们致力于帮助全球的开拓者们，将奇思妙想转变为颠覆性创新，加速创新与国际化的进程。通过提供全面的知识产权与科技信息、决策支持工具及服务，我们为全球客户的创新与国际化提供强大助力，帮助政府、学术界、出版商和企业：发现新想法，保护创新，直到最终实现商业化。科睿唯安旗下拥有诸多业界知名品牌，包括 Web of ScienceTM 平台（含科学引文索引，即 Science Citation Index，简称 SCI）、InCitesTM 平台、Derwent InnovationTM 平台、德温特世界专利索引（Derwent World Patents IndexTM，简称 DWPI）、CortellisTM、CompuMarkTM、MarkMonitorTM 以及 TechstreetTM 国际标准数据库等。



中国信息通信研究院（以下简称“中国信通院”）始建于 1957 年，是工业和信息化部直属科研事业单位。多年来，中国信通院始终秉持“国家高端专业智库 产业创新发展平台”的发展定位和“厚德实学 兴业致远”的核心文化价值理念，在行业发展的重大战略、规划、政策、标准和测试认证等方面发挥了有力支撑作用，为我国通信业跨越式发展和信息技术产业创新壮大起到了重要推动作用。



字节跳动公司成立于2012年3月，是全球第一家将人工智能应用到主产品的公司。随着大众用户的阅读行为广泛向移动设备迁移，字节跳动获得了高速发展，在行业内已建立起了极高的品牌知名度与影响力。在此过程中，字节跳动帮助内容创造者们更方便的进行内容的分发，助力各类媒体更好地适应移动互联网时代。在夯实国内市场的同时，字节跳动也在积极进行国际化部署，目标在全球范围内提供先进的移动互联网信息分发服务，成为全球领先的移动互联网公司。

顾问单位：中国工程科技发展战略研究院



简介：为提高我国工程科技发展战略研究水平，建设一流的思想库研究平台，中国工程院与清华大学于2011年4月联合成立了中国工程科技发展战略研究院。中国工程科技发展战略研究院坚持高层次、开放式、前瞻性的发展导向，围绕工程科技发展中的全局性、综合性、战略性课题，开展理论和应用研究、政策咨询、规划前期研究、人员培训等，着力构建“小实体、大联合、网络化”的一流战略研究机构，积极建设工程科技战略研究的一流思想库，努力成为国家高端智库的重要组成部分。其主要职能包括：承接中国工程院工程科技发展战略咨询研究项目，为国家及相关部委的战略决策提供咨询服务；研究工程科技发展中的重要理论问题，建设工程科技发展战略及政策数据信息库；研究工程科技发展战略制定的理论、方法和程序，推进工程科技发展战略相关学科建设；培养工程科技发展战略领域的研究人员、教学人员和管理人员；为大型企业、社会团体和组织提供工程科技战略咨询服务；推进工程科技发展战略研究领域的国际交流与合作。



清华大学中国科技政策研究中心

地址：北京市海淀区清华大学公共管理学院
邮编：100084
电话：+861062797212
邮箱：cistp@mail.tsinghua.edu.cn
网址：<http://cistp.sppm.tsinghua.edu.cn/>

