

智慧人才发展报告

Report of Smart Talent Development



清华大学—中国工程院知识智能联合研究中心

2021 年 1 月

A Miner

摘要

人才是国家科技创新经济发展的首要驱动力，是在当今日趋严峻的国际竞争中取得优势的核心要素。信息时代，面向海量的人才数据和复杂多样的人才需求，如何实现人才大数据的高效管理和人才情况的深度洞察，是困扰政府、企业、高校等人才业务关联部门的重大难题。本文首先通过对比分析美国、英国、日本、中国等全球主要经济体国家在人才竞争战略、人才培养制度、人才引进政策等方面的举措，总结了我国人才发展过程中的问题与原因；然后从数据的角度，描述了我国的人力资源总量和科研人员队伍建设情况。并以人工智能领域为例，从人才培养模式、科研和产业人才现状等角度进行深入分析，概括了该领域人才发展问题；最后，分别针对政府、企业、高校等场景的人才需求，分析了传统做法的不足，介绍了智慧解决方案和代表性案例，并从智慧人才的角度，给出了解决对策。将大数据、云计算、人工智能等智能化技术融入到人才大数据挖掘和管理任务中，打造一套智慧人才管理体系和人才生态平台，为提升人才治理能力和智能化水平提供了一种解决思路。

目录

1	引言.....	1
2	国内外人才发展实践历程.....	3
2.1	人才竞争战略.....	3
2.2	人才培养制度.....	5
2.3	人才引进政策.....	7
3	中国人才发展总体状况.....	11
3.1	中国人力资源总量.....	11
3.2	R&D 人员队伍.....	12
3.3	我国人才发展中存在的问题与原因.....	13
4	AI 领域人才现状分析.....	15
4.1	AI 人才培养模式.....	15
4.1.1	AI 学科建设概述.....	15
4.1.2	产学研人才协同培养.....	23
4.2	AI 科研人才现状.....	27
4.2.1	AI 科研人才总体分析.....	27
4.2.2	AI 高层次科研人才分析.....	32
4.3	AI 产业人才现状.....	36
4.3.1	全球 AI 专利申请量分析.....	36
4.3.2	中国省市 AI 专利申请量分析.....	37
4.3.3	中国 AI 专利申请量 TOP 机构分析.....	38
4.3.4	中国 AI 产业人才分析.....	38
4.4	AI 人才发展问题.....	42
5	智慧人才案例.....	45
5.1	政府.....	47
5.1.1	任务背景.....	47
5.1.2	传统做法与不足.....	47
5.1.3	智慧解决方案.....	47
5.1.4	代表性案例.....	50
5.2	学校.....	51

5.2.1	任务背景.....	51
5.2.2	传统做法与不足.....	51
5.2.3	智慧解决方案.....	52
5.2.4	代表性案例.....	53
5.3	企业.....	55
5.3.1	任务背景.....	55
5.3.2	传统做法与不足.....	55
5.3.3	智慧解决方案.....	56
5.3.4	代表性案例.....	56
6	智慧人才发展对策.....	58
	参考文献.....	61
	附录 1 人工智能领域高水平期刊和会议列表.....	63
	附录 2 AMiner 智慧人才系统功能与服务.....	65

图表目录

图 1	2015-2019 年中国研究与试验发展人员全时当量情况（万人年）.....	12
图 2	2015-2019 年中国研究与试验发展经费支出情况（亿元）.....	13
图 3	2015-2019 年中国研究与试验发展基础研究经费支出情况（亿元）.....	13
图 4	全球 AI 领域科研人才分布.....	28
图 5	AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 国家及其科研人才数量.....	29
图 6	AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 全球机构及其科研人才数量.....	30
图 7	AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 中国城市及其科研人才数量.....	31
图 8	AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 中国机构及其科研人才数量.....	32
图 9	AI 2000 榜单 20 个子领域.....	33
图 10	AI 高层次科研人才数量 TOP 10 国家分布.....	34
图 11	AI 高层次科研人才数量 TOP 10 全球机构分布.....	35
图 12	AI 高层次科研人才数量 TOP 10 中国城市分布.....	35
图 13	AI 高层次科研人才数量 TOP 10 中国机构分布.....	36
图 14	全球 AI 专利申请量 Top10 国家.....	37

图 15 全国 AI 专利申请量 TOP10 省份.....	37
图 16 中国 AI 专利申请量 TOP10 机构.....	38
图 17 人工智能产业人才岗位分布.....	39
图 18 人工智能产业人才岗位类型.....	40
图 19 人工智能产业人才能力要素.....	40
图 20 传统和智能化的人才管理对比.....	46
图 21 领域人才寻找功能展示.....	48
图 22 领域人才评价功能展示.....	49
图 23 领域人才引进功能展示.....	50
图 24 专家智能指派系统主要功能展示.....	51
图 25 学者库人才管理界面展示.....	52
图 26 XX 大学引进人才分析系统界面展示.....	54
图 27 XX 大学国际评估专家推荐系统界面展示.....	55
图 28 XX 公司学术资源地图平台界面展示.....	57
图 31 基础画像.....	66
图 30 关联画像.....	66
图 33 权威度分析.....	67
图 34 引进分析.....	67
表 1 CSRankings2019 年-2020 年美国 AI 排名 TOP 20 高校.....	16
表 2 CSRankings2019 年-2020 年英国 AI 排名 TOP 20 高校.....	18
表 3 CSRankings2019 年-2020 年日本 AI 排名 TOP 高校.....	20

1 引言

随着知识经济逐步发展，人才资源作为知识、技术载体已经成为经济社会发展中的“第一资源”。得人才者得天下，古今中外概莫能外。当今社会经济和科技的竞争，不仅是人才数量和结构的竞争，更是人才创新精神和创造能力的竞争。人才是国家科技创新经济发展的首要驱动力，也是实现中华民族伟大复兴的关键。建设智慧型的国家和城市，不仅需要在信息化和智能化方面投入较多的精力和资源，更要抓住人才这一关键要素。因为人才是具有高增值性和流动性的资源，是技术创新和智慧之本。然而在当今日趋严峻的国际竞争中，人才工作重要性居于全新历史高点。以下总结了国内外人才发展现状：

（1）全球面临人才紧缺危机，“人才争夺战”愈演愈烈，中国面临严峻形势。当前，无论发达经济体还是新兴经济体都面临着“人才荒”的战略危机。2018年，光辉国际发布的一项全球研究显示：全球 2030 年将面临着严重的高端人才短缺问题，这一问题将导致 8.5 万亿美元的年收入损失。

（2）中美贸易战持续升级，美方实施人才封锁，中国引才面临新挑战。美国对华发起科技战不断升级，从中兴事件到华为事件，从贸易战的谈判筹码升级为赤裸裸的战略遏制，工具手段之多、范围之大已经远超曾经的美苏、美日科技战。人才作为重点战略资源成为美国打压中国的重要方面，暂停人才交流、实施人才封锁等手段轮番上场。比如，限制中国留学生签证和中国学者赴美参加学术交流，加强对华裔科学家科研项目的审查等。

（3）我国高度重视人才工作，实施人才强国战略，“聚天下英才而用之”。中共中央、国务院一直高度重视人才工作，颁发了《2002-2005 年全国人才队伍建设规划纲要》、《国家中长期人才发展规划纲要（2010-2020）》等一系列人才政策文件。党的十八大以来，习近平总书记关于人才工作的重要论述达到了 100 多条，这些论述内涵丰富、思想深刻、要求明确，对于新形势下做好人才工作具有十分重要的政治意义、理论意义和实践指导意义。

（4）各省市立足国家战略，纷纷出台引才、留才政策，“抢人大战”渐趋白热化。在中外人才争夺战愈演愈烈的情况下，国内各地的人才战争也日趋激烈，各城市纷纷争相上演“抢人”大战，各地为了招揽人才频频出招，各地送房子、

送户口、简化手续办理流程等吸引人才的政策屡屡出新，西安甚至喊出了要“坚决打赢人才争夺攻坚战”的口号。2019 年以来国内超过 160 个城市对外发布了各种类型的人才政策，与 2018 年同期相比上涨幅度超过 40%，大部分城市人才政策和住房政策有关联。

创新是引领发展的第一动力，创新驱动实质上是人才驱动，人才是推动国家经济社会持续发展的重要力量。如何发现、培养、留住、吸引和使用人才，是在当今日趋严峻的国际竞争中取得优势的重要课题。信息时代，面向海量的人才数据和复杂多样的人才需求，如何实现人才大数据的高效管理和人才情况的深度洞察，是困扰政府、企业、高校等人才业务关联部门的重大难题。随着大数据、人工智能、云计算等智能化技术的发展和运用，将它们融入人才挖掘和管理任务中，打造一套智慧人才管理体系和人才生态平台，为提升人才治理能力和智能化水平提供了一种解决思路。

2 国内外人才发展实践历程

在国际竞争激烈、国内形势严峻的环境中，为抢夺人才这一紧缺战略资源，国际人才争夺战愈演愈烈，国际人才战略效应已经得到各国政府的高度关注，各主要国家已经或正在实施“短、平、快”的人才争夺战略，各类吸引和留住人才战略规划不断完善和创新。按照地域和发展阶段分类，重点分析了美国、英国、日本、中国等四个不同制度、不同文化背景、不同发展阶段国家的人才发展治理实践，聚焦各国在人才竞争战略、人才培养制度、人才引进政策等方面的治理措施，从中寻求世界主要经济体国家人才发展治理实践的规律性特征。

2.1 人才竞争战略

美国是全世界最发达国家之一，其在不同的历史阶段采取不同的人才战略。例如，美国早期移民阶段的人才战略是“所有的人都是才”；西部大开发时期的人才战略是“一方面以产权、补贴和法律保护收益来吸引人，另一方面利用优化制度激励和鼓励人发挥才能”；“二战”期间的人才战略是“集中和配套使用人才和资源进行集中科技攻关”，这时期实施的“曼哈顿工程”就是重要标志；“二战”后的人才战略是“关注科技人才的同时重视退伍军人培养”；当处于苏联斯普特尼克卫星（Sputnik）成功发射后的竞争阶段时，美国的人才战略是“高度关注国家对科技的支持”；在 20 世纪 90 年代至 21 世纪初的人才战略是依靠私营部门力量提升汽车和电子等方面的国家竞争力；进入全球创新创业竞争时期后，美国不断加大对科学、技术、工程和数学（STEM）人才的重视程度，扩大国外 STEM 人才引进力度，并制定了《STEM 教育战略规划（2013-2018 年）》。之后分别于 2009 年、2011 年、2015 年发布了《美国创新战略》，对培养和储备 STEM 领域人才进行部署，持续提升国际竞争力。

英国是世界上最重要科技强国之一，其科技战略具有鲜明的特点，不断与时俱进。英国人才竞争战略注重基础科学研究，采取开放宽松的移民政策以培养、保留高科技人才，同时注重政府与企业、代理机构间分工合作，从而营造良好的科学环境。其在不同时期的有不同的战略规划，制定出了不同的教育、科技、创新、研发和人才吸引与保留的政策。21 世纪以来，英国制定了一系列关于人才发展的战略和政策措施：包括 2000 年颁布的《卓越与机遇——21 世纪的科学

创新政策》，2008 年颁布的《创新国家》以及 2013 年颁布的《促进增长的创新和研究战略》等政策。其中，英国在 2014 年颁布了《我们的增长计划：科学和创新》战略文件，该政策的目标是培育世界一流的科技和商业环境，把“科学和创新”置于英国经济发展计划的长期核心位置。以卓越、敏捷、合作、融入和开放为原则，以优先重点、培养人才、科研设施、一流研究、刺激创新和国际化为战略要素。

日本一直重视国际优秀人才储备。早在 20 世纪 80 年代，日本政府就成立了 21 世纪留学生政策委员会，并于 1983 年提出到 21 世纪日本将接收 10 万名留学生的目标；2008 年日本又提出“30 万留学生计划”，目标是到 2020 年将留学生数量增加到 30 万人，战略重点是吸引亚洲国家优秀留学生。之后日本配套实施了“30 所国际大学”项目（简称 G30 项目），选择 30 所大学建设国际化大学基地，资助大学开展英语教学、完善接收留学生相关制度、促进国际合作和培养国际化人才，以这些大学为载体引进优秀科技人员和留学生。此外，日本注重通过与外国科学家合作达到吸引人才的目标。1988 年日本科学技术厅设置了科学技术振兴事业团，推行“日本科学技术厅奖学金”（STAFellowship）制度，支持国立科学事业和研究机构聘请优秀外籍人才。2007 年 5 月日本颁布“创新 25 战略（Innovation25）”，重点在设立研究基础项目以吸引世界级高层人才，加强环境、能源领域国际科研合作并促进日本科学家参与国际项目，其目标是在 2025 年前将日本发展成为世界先进创新国家，以应对老龄化和国际竞争。

中国中共中央、国务院对人才工作做出了一系列重大决策部署，以加快建设人才强国，实现建设创新型国家的目标。2002 年 5 月，中央办公厅、国务院办公厅联合印发了《2002-2005 年全国人才队伍建设规划纲要》（中办发〔2002〕12 号），根据事业长远发展和人才总体需求，做出树立发展新理念，实施“人才强国”战略的部署，至此，人才强国战略正式上升为国家战略，人才工作在党和国家整体部署中的战略位置得以确立。2003 年 12 月，我国第一次“全国人才工作会议”在北京召开，会上提出“把实施人才强国战略作为党和国家一项重大而紧迫的任务抓紧抓好”，随后，以中共中央、国务院印发《关于进一步加强人才工作的决定》（中发〔2003〕16 号），对人才强国战略实施进行具体部署，全国人才工作进入新的历史时期。

2010 年,《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020)》(简称《人才规划纲要》)正式公布,这是我国第一个中长期人才发展规划纲要,是这个时期国家人才工作的指导性文件。2011 年,为推动高层次创新型科技人才队伍建设,科技部等联合制定了《国家中长期科技人才发展规划(2010-2020 年)》。这两个规划文件为科技人才队伍的发展指明了方向,人才工作上升到了国家战略,科技人才也达到了建国以来最好的发展时期。

2016 年 2 月,中共中央制定了《关于深化人才发展体制机制改革的意见》,在这个文件中中央首次提出“构建科学规范、运行高效、开放包容的人才发展治理体系”的要求,以习近平总书记一系列人才发展治理理念为指导,对人才发展治理实践进行全面部署。2018 年 5 月 28 日,习近平总书记在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上强调,要牢固确立人才引领发展的战略地位,全面聚集人才,着力夯实创新发展人才基础。

党的十九大确立了中国特色社会主义进入新的时代,新时代对人才提出了新要求。对人才的定位是“实现民族振兴、赢得国际竞争主动的战略资源”。为建设创新型国家,要求“培养造就一大批具有国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队”;对科技体制改革提出“建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系,加强对中小企业创新的支持,促进科技成果转化”的方向;在政策方面,要实行“更加积极、更加开放、更加有效的”人才政策。

2.2 人才培养制度

自 20 世纪 60 年代起,美国就十分注重科技创新理论和创新人才的培养,表现在以下三个方面:

一是建立完善的人才培养模式,秉承教育优先发展理念,强化有利于教育发展的法律和制度保障,推动大学教育制度创新。旨在实现课内与课外相结合,科学与人文相结合,教学与研究相结合,形成了包括工程实践和创业实践在内的系统完善的实践体系,有效提高了学生的自主创新能力。

二是加大青年创新型人才储备力度。例如,海军设立了“青年研究员计划”,国家科学基金会设立了“总统青年研究奖”,并支持大学和私人研究机构设立基金等等。通过这些人才培养项目,培养具有博士学位的青年研究人员,引导最优

秀的人才进入国家急需的科学和工程领域。

三是加大科技人才资助。2009 年美国大幅提高了“美国国家科学基金会”、“美国能源部科学办公室”、“美国国家标准与技术研究所”三大基础研究资助机构预算经费，并实现研发税收抵免政策永久化，缩短专利审批周期，进一步强化了基础研究吸引人才的能力。

英国是世界上高等教育最发达的国家之一，被视为全球创新型科学研究的发源地，具有比较明确的人才培养导向。扩大教育规模与创建更高效多元教育体系是当前英国高等教育的战略重点。从其人才结构看，其生物、金融、医学、教育等领域科技人才和专业人员比例在世界排名靠前。英国人才培养分为早期教育、初等教育、中等教育、继续教育和高等教育五个阶段。英国本科教育突出专业化和职业化，大学拥有高度自治权，可以灵活设计与调整本科教育专业与课程；研究生教育兼顾学术与职业培养。

依靠持续稳定的科技研发投入，加之在欧盟地区经济与科技中的核心地位，英国成为欧盟地区重要的科研人员聚地。英国积极参与欧盟的科技合作，建立全球创新网络集聚全球科研人才，主动建立国家层面的配套计划和措施；实施“大学退休金计划”为到英国工作的科研人员提供养老金；设立“雅典娜天鹅奖金”，鼓励女性参与科研；英国政府还鼓励和促进政府实验室和大学的科研人员共同发展科研技术，重视对中小企业的技术培训，资助中小企业技术进步、产品更新换代和技术开发，以此推动科研成果向中小企业转移。

日本同样重视人才与教育，《日本国宪法》规定所有国民都拥有平等接受教育的权利。1943 年，日本创立育英会开始实行奖学金制度，同时地方公共团体、公益法人、学校、企业也开展培育英才奖学金制度。日本非常重视高等教育，不断提高国际化程度，提出“在下一代身上的投资要翻一倍”的目标，这些教育投资用在加大与亚洲其他国家的教育合作，给日本的学生更多接触外国教育的机会。在职业教育方面种类丰富，日本承担职业教育的学校有后中等教育阶段的专修学校、高等教育阶段的短期大学、高等专门学校、专修学校和专职研究生院等类别。

与此同时，日本设立诸多项目资助科技人才，包括：1996 年发布的《资助博士后等万人计划》为博士后等青年研究人员提供资金支持；2002 年发布《240 万科技人才开发综合推进计划》针对信息技术、环境、纳米材料等高科技领域培

养大学生、研究生及科研人员满足企业对实战型技术人员的需求，以及《21 世纪卓越研究基地计划》旨在造就世界范围内顶尖的创新型人才；2004 年发布《科学技术人才培养综合计划》，补助博士生生活，派遣优秀青年学者到世界一流研究机构从事研究；2009 年发布《最先端研究开发支援计划》，对有望达到世界顶尖水平的研究人员和课题提供资金资助。

中国也同样采取了一系列举措去培养、发展、引进人才。1985 年国务院批准《国务院批转国家科委、教育部、中国科学院关于试办博士后科研流动站报告的通知》，作为一种培养年轻高层次人才的制度，促进我国教育、科技、经济及社会发展，培养高水平的科研和管理人才，发挥了重要作用。

20 世纪 90 年代初，文辅相教授主持了国家“八五”教育科学规划国家教委重点课题“高等教育培养目标系统和规格的研究”，提出了“我国本科教育目标应当作战略性调整”的思想。自 1995 年起，人事部会同有关部门组织实施了培养造就年轻学术技术带头人的专项计划——“百千万人才工程”，到 2000 年，入选该工程的各类人才万余名，形成了分层次、多渠道培养造就优秀年轻人才的工作体系，有力地推动了全国高层次专业技术人才队伍建设。1998 年教育部启动“高层次创造性人才计划”，包括“长江学者和创新团队发展计划”、“新世纪优秀人才支持计划”和“青年骨干教师培养计划”等三个层次，为人才强校战略提供持续发展的人力资源。为保证“高层次创造性人才计划”的有效实施，教育部坚持统筹协调学科建设、人才培养、科技创新、队伍建设和国际交流合作等各方面工作，将人才计划与“985 工程”、“211 工程”、“高等学校科技创新计划”等工作紧密结合，充分发挥人才、基地、项目、资金和政策的综合效益。在教育部的示范和带动下，多数高校也制定实施了相应的高层次人才计划。

目前，在“双一流”建设背景下，教育部提出了建设一流本科教育的任务。全国教育大会和新时代本科教育工作会议强调，要“坚持立德树人，突出人才培养核心地位，着力培养具有历史使命感和高度社会责任心，富有创新精神和实践能力的创新型、复合型、应用型优秀人才”。

2.3 人才引进政策

在人才政策方面，美国、英国等世界不同国家或地区在人才发展治理方面采用多元与协同的治理主体、法制与规范的治理方式、现代和科学的治理能力、立

体与高效的治理结构，既体现出了人才发展治理的规律性特征，也为各国深入推进人才发展治理实践提供了有益借鉴。比如，人才资源管理系统用集中的数据库将几乎所有与人才相关的数据统一管理起来，形成集成的信息源和强有力的报表生成工具、分析工具和信息共享工具，能够进行迅速、有效的人才评价和筛选等。

各国家的具体的人才政策情况如下：

在美国 200 多年的发展史中，美国政府总是依据国家利益和需要来制定、出台和修改调定移民政策和移民原则。2019 年，特朗普政府宣布对 H-1B 签证进行改革，目的是以美国绿卡去优先吸引高技能人才来到美国。美国的移民体系呈现灵活多样的移民政策，同时又包含鲜明的实用主义和功利主义色彩，比如美国设置临时工作签证来应对短期人才需要和人才环流，又设置劳工签证确保移民与本土人才互补。同时也设法避免出现“临时居民”转正为永久居民的情况，防止其成为国家的负担。美国学者阿里斯蒂得·佐尔伯格就指出，“按照国家渲染的神话，美国多年来一直对全球人民敞开大门，为每一个有需要的人提供躲避风暴的港湾和各种机会。然而，各种社会和经济利益团体操纵移民政策达到服务于‘一个设计的国家’的需要。”美国对各个领域世界顶尖的“杰出人才”以及美国“国家利益”的人才，则可以不受任何限制，直接拿到绿卡，体现了美国“只欢迎人才移民”的政策初衷。同时，美国移民政策注重结合“学历”和“技能”筛选，根据人才的层次区分待遇，体现出自由、开放、多元的价值理念。

英国的引才机构主要包括内政部、外交与商业部等。内政部（Home Office）负责管理移民事务，其下属机构“边境与移民署”（UK Border Agency）是管理国际人才的源头机构，主要负责边境安全、移民管理、移民政策制定、审批入境、居留、归化入籍和难民保护等。由英国边境及移民署发起成立的移民顾问委员会（Migration Advisory Committee）作为非法定、无合约期限的非政府组织，为政府提供移民政策方面的建议。

另外，外交与商业部下属的英国贸易与投资署（UK Trade & Investment）间接参与外国人在英国的贸易与投资，帮助外来投资者提供包括人力资源在内的信息建议。在政策体系上，英国出台《英国高技术移民政策》，实施新的“记点积分制（PBS）”移民制度以市场需求为导向，将入境签证类别划分为：高技能人才（PBST1）、技能人士（T2）、低技能人才（T3）和临时工作（T5）。2011 年 8

月，英国启动“杰出人才签证”，委托世界知名评估机构与有关部门共同监督审核，被评估机构提名且能够获得“杰出人才签证”的，可以不必获得担保即可前往英国，通过这种政策鼓励和引导科学、人文、工程及艺术领域优秀人才到英国发展。

在吸引留学生方面，英国采取各种措施吸引更多国际学生到英国留学。政府建立专门的国家委员会分析国内留学生市场占世界市场的份额及国家能力和利益；先后设立一系列人才奖励和资助计划，吸引国外优秀学生到英国接受高等教育，吸引国外中青年杰出人才到英国从事学术研究，涵盖了支持创新人才的全过程；并发动企业尽可能多地提供赞助，通过奖学金吸引高层次留学人才。

日本在引进人才资助方面，实施“外国人特别研究员制度”，吸引外国青年博士科研人员到日本的学术科研机构开展研究，给予丰厚的研究费补助。比如，日本科技促进会的“自由研究计划”，每年为外籍博士后提供 200 个奖学金项目，为高级外籍科学家提供 70 项奖学金项目，类似的项目还有日本科学技术厅的“战略研究计划”等。

在改善科研及创业环境方面，早在 20 世纪 60 年代，日本就通过建造科学城吸引留住人才；吸引留学生方面，日本注重利用学校和企业两种主体吸引留学生，在高等教育部门加大本科生和研究生教育投资，使其软件和硬件设施更加国际化。2011 年 6 月日本政府投入 13 亿日元推出“亚洲校园计划”，在中日韩三国的高端教育机构间构筑学费互认、学习成绩统一管理、学位统一授予的合作教育项目，促进三国学生的跨国流动。到 2011 年底，已经有东京大学、名古屋大学等 5 所日本大学，清华大学、北京大学等 8 所中国大学，首尔大学、高丽大学生等 8 所韩国大学参与；在人才引进管理方面，日本实行外国人才评分制，2010 年 1 月，日本法务省提出吸引外国高级人才优待制度，2012 年 7 月正式出台吸引优秀科技人才评分政策，重点吸引科学技术和医疗方面的高级人才；另外，日本简化外国人管理和出入境制度，延长人才居留期限，对到企业和研究机构工作的外国专业技术人才，享受放宽永久居住许可限制政策，对专业人才的暂时性入国的在留期限从 3 年放宽到 5 年。

中国人才治理理念不断提升，治理制度体系不断完善，治理能力也不断提高，人才发展治理改革的探索实践不断丰富。我国主要通过十大引才策略，网罗和储

备全球人才，分别是：（1）完善技术移民制度吸引高技能人才；（2）推出双重国籍吸引环流型人才；（3）大量招收科学、技术、工程、数学领域外国留学生；（4）对高层次人才给予补贴或税收优惠；（5）鼓励跨国公司吸收海外人才；（6）设立国家猎头全球搜寻人才；（7）引导海外专业团队推动人才回流；（8）建立国际人才信息库与交流市场；（9）积极推动国际科技交流与合作储备人才；（10）建立高科技园区集聚人才。

近年来，我国一直是世界主要移民来源国，面临日趋激烈的国际人才竞争形势的挑战。党的十八大以来，习近平总书记先后两次组织外国专家座谈会，从治国理政的基本规律、时代发展的基本趋势、伟大中国梦的实现以及改革开放事业深入推进等高度，对引进海外人才工作进行一系列重要论述，全面、系统、深刻地阐述了引进海外人才的意义地位、方针原则及工作方向等重大理论和现实问题。

2014 年，习近平总书记在上海召开外国专家座谈会时强调“要实行更加开放的人才政策，不唯地域引进人才，不求所有开发人才，不拘一格用好人才。”并强调要在大力培养国内创新人才的同时，欢迎外国专家和优秀人才参与中国现代化建设，更加积极主动地引进以高层次人才为重点的国外人才。2016 年，中共中央、国务院结合人才国际流动的新形势，印发《关于加强新形势下引进外国人才工作的意见》（中发〔2016〕30 号），就加强新形势下引进外国人才工作作出全面部署，进一步提升了我国的人才竞争力。我国引进外国智力与人才工作的重心，由过去短期引进技术、引进智力，逐渐深化到引进海外高端人才、实施更加开放的人才政策、构建具有全球竞争力的制度体系，由党管人才的政治优势向赢得国际竞争主动的制度优势转变。

3 中国人才发展总体状况

3.1 中国人力资源总量

科技人力资源总量反映了中国科技人力资源的存量现状和科技人力投入的增长潜力。科技人力资源是指实际从事或有潜力从事系统性科学和技术知识的产生、促进、传播和应用活动的人力资源，既包含实际从事科技活动的劳动力，也包含有资格从事科技活动的劳动力。中国科技人力资源总量是指科技领域大专及以上学历（或学位）毕业生存量，以及虽然没有高等教育学历学位但实际从事科技活动的劳动力存量之和。

科技部在 2019 年 5 月发布的《中国科技人才发展报告（2018）》集中反映我国科技人才发展现状和未来形势，从多个维度展示了科技人才队伍的全貌。根据数据显示，中国科技人力资源总量由 2015 年的 7915 万，上升到 2016 年的 8301 万和 2017 年的 8705 万，年均增速为 4.9%。其中，大学本科及以上学历的科技人力资源总量在 2015 年为 3421 万，2016 年为 3687 万，2017 年为 3934 万，年均增速为 7.2%。报告指出，经过 70 年的发展，我国科技人力资源、全社会研究与试验发展（R&D）人员全时当量，均居世界首位。创新能力和国际影响力逐步扩大，对人才吸引力逐渐加强，形成新中国成立以来最大规模留学人才“归国潮”，在中国境内工作的外国人已达数十万。科技人才引领创新发展的作用显著增强，有力推动了我国创新驱动发展和创新型国家建设。

2020 年 8 月，中国科协调研宣传部和中国科协创新战略研究院联合发布《中国科技人力资源发展研究报告（2018）——科技人力资源的总量、结构与科研人员流动》（以下简称《报告》）。《报告》研究结果显示，不考虑专升本、死亡及出国因素，截至 2018 年底，我国科技人力资源总量达 10154.5 万人，规模继续保持世界第一。《报告》指出，我国科技人力资源学历呈金字塔形结构。目前，专科层次科技人力资源为主体，但近几年本科层次科技人力资源的增量和增速均超过专科，未来科技人力资源学历结构将进一步优化；在各学历层次的科技人力资源中，工学背景的科技人力资源最多，占比均为最高；我国科技人力资源中，39 岁及以下人群超过 3/4；女性科技人力资源比例将进一步提升，2016-2017 年新增研究生层次科技人力资源中女性超过一半。另外，我国科技人力资源培养的区

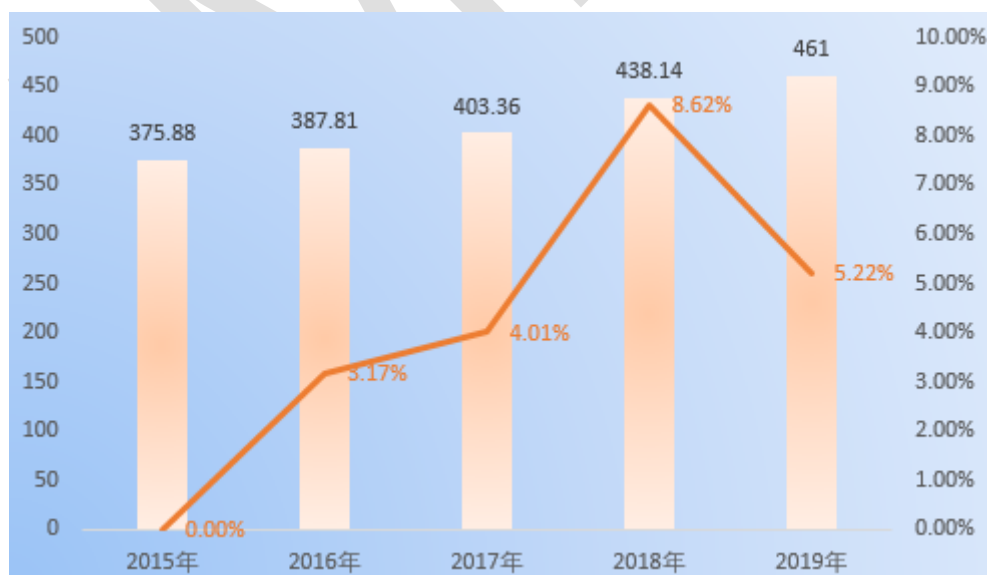
域分布不均衡，东部地区培养总量大、密度较高，中部地区相对均衡、各省培养总量与密度差异较小，西部地区培养总量小、密度低。

3.2 R&D 人员队伍

研究与试验发展（R&D）人员队伍建设是提高研发能力和水平的重要保障。R&D 人员是科技活动的核心要素。R&D 人员是指从事基础研究、应用研究和试验发展三类活动的人员，包括直接参加 R&D 活动的人员，以及直接为 R&D 活动提供服务的管理行政人员和办事人员。R&D 研究人员是指 R&D 人员中从事新知识、新产品、新工艺、新方法、新系统的构想或创造的专业人员及 R&D 课题的高级管理人员。

中国 R&D 活动人员总量保持十多年高速增长，数量和质量大幅提高，目前无论是按人头数还是按全时当量统计，中国投入研发活动的人力规模都已经成为全球最高的国家。全时当量是全时人员数加非全时人员数按工作量折算为全时人员数的总和。

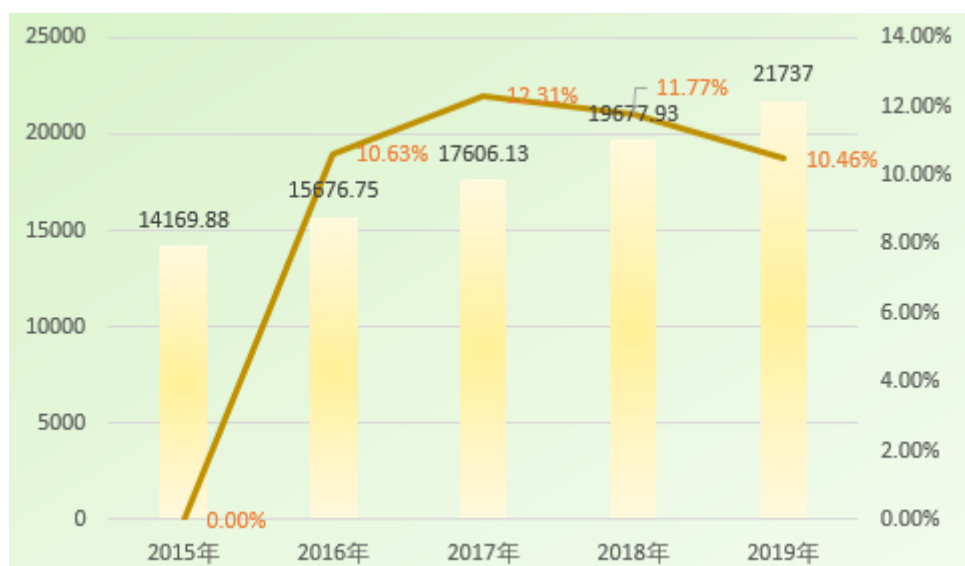
国家统计局数据显示，2018 年我国研究与试验发展人员全时当量 438.14 万人年，2019 年我国研究与试验发展人员全时当量 461 万人年，比上年末增加 22.86 万人年，同比增长 5.22%。



数据来源：国家统计局

图 1 2015-2019 年中国研究与试验发展人员全时当量情况（万人年）

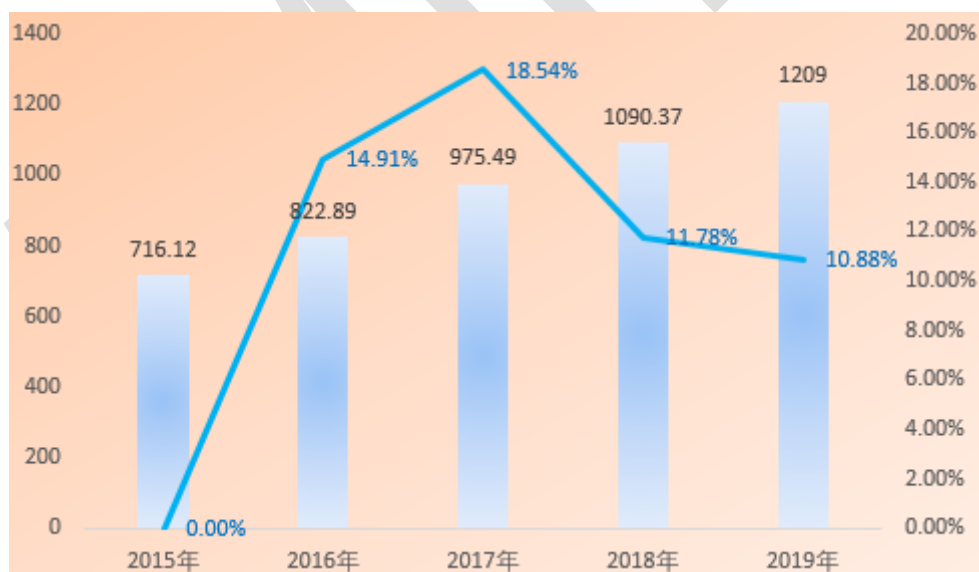
2018 年我国研究与试验发展经费支出 19677.93 亿元，2019 年我国研究与试验发展经费支出 21737 亿元，比上年末增加 2059.07 亿元，同比增长 10.46%。



数据来源：国家统计局

图 2 2015-2019 年中国研究与试验发展经费支出情况（亿元）

2018 年我国研究与试验发展基础研究经费支出 1090.37 亿元，2019 年我国研究与试验发展基础研究经费支出 1209 亿元，比上年末增加 18.63 亿元，同比增长 10.88%。



数据来源：国家统计局

图 3 2015-2019 年中国研究与试验发展基础研究经费支出情况（亿元）

3.3 我国人才发展中存在的问题与原因

在创新驱动发展背景下，当前我国人才发展治理还存在治理目标不明确、体制不顺、环境不优等诸多问题。例如，在人才发展的支撑上，倾向于高层次人才，通常以各类人才工程、人才项目为抓手，对各层级人才的全覆盖不够，存在着“重

人选申报、轻后期培养”，“重成果评价、轻潜质开发”，“重个人发展、轻相互合作”，“重视‘范人才’、忽视‘链人才’”等问题；从人才培养开发方面看，存在着人才开发盲目性强，队伍监测预测不够科学，高校专业设置、人才培养等不能根据发展需要及时调整，人才培养中重理论、轻实践，重研究、轻应用，技术技能人才培养开发模式不够科学等问题；从人才评价方面看，“机制缺失与建立问题”仍未解决，现有的评价维度设计过于单一等。这些问题需要在推进人才发展治理体系与治理能力现代化过程中逐步解决。

以上问题的主要原因可以归纳为：（1）人才培养机制与经济社会发展需求还存在较大差距。一方面，容易受到高等学校的教学内容和方法跟不上培养高素质、高层次人才的要求制约；另一方面，国家以及各级政府的教育投入未充分发挥作用。主要体现在教育投资容易用在规模扩大方面，从而导致求数量而忽视质量的问题；此外，缺乏多层次的高等教育体系，使得人才的培养层次比较单一，不利于人才的知识更新，导致人才的作用难以得到有效发挥。（2）缺乏科学合理的人才激励机制。我国存在人才短缺和浪费并存现象，因为国家知识创新工程的实施和人才引进政策的落实，而产生了新的分配不公等矛盾，使得高层次人才的作用没有得到充分发挥。比如，国家对从国外引进的人才和重点扶持的项目人员实施高薪政策，享受特殊待遇，但由此造成了其他类型人员与他们存在收入差距过大，挫伤这些人员的工作积极性，使得国家高薪激励人员发挥创新带头作用的目标受阻。（3）未建立成熟完善的人才流动机制。我国的高层次人才是短缺的，但是同时还存在许多单位人力过剩和人才供应不足的现象，导致以上问题的主要原因是人才流动的市场机制没有发育起来。虽然国家建立了形式多样的人才市场，但是通过这些市场流动的高层次人才数量非常有限，高层次人才跨单位、跨部门、跨地区的流动存在多种障碍。与先进发达国家相比，我国的高层次人才流动存在流动渠道窄、流动量小等问题，高层次人才难以通过流动来充分发挥作用。

4 AI 领域人才现状分析

人工智能（Artificial Intelligence, AI）是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，加快发展新一代人工智能是我国能否抓住新一轮科技革命和产业变革机遇的战略问题。为贯彻中央关于推动我国新一代人工智能健康发展的重要指示，社会各界加快推进在人工智能新技术、新业态、新模式、新人才等方面的探索，为产业转型升级提供强劲发展动能。党的十八大以来，人工智能技术先后三次被写入政府报告中，人工智能的发展已被提升到国家战略高度。但随着人工智能产业的飞速发展，出现了“行业火爆、人才稀缺”现象。因此，本报告以人工智能领域为代表，通过分析全球主要国家的 AI 人才的培养模式、科研人才和产业人才的发展情况，发现挖掘 AI 人才的痛点问题，可以“以小见大”推理和发现我国人才发展治理遇到的困境和挑战，并分析判断出我国人才发展治理的趋势要求。

4.1 AI 人才培养模式

4.1.1 AI 学科建设概述

当前人工智能已经成为各国创新技术竞争的焦点领域，包括中国在内的全球诸多国家将人工智能列入国家科技战略部署序列。中国、美国、欧盟、英国、德国、俄罗斯、日本、韩国、印度等主要国家在 2016 年至 2019 年间密集发布人工智能专项政策及行动规划，引导、推动人工智能产业的发展已成为全球经济共识。根据《2017 全球人工智能人才白皮书》中数据显示，全球共有 367 所具有人工智能研究方向的高校，AI 领域的学术及储备人才数量约有 10 万人。在这 367 所高校中，美国拥有 168 所，占据全球的 45.7%，美国无论是高校规模、学术能力，均遥遥领先。中国（20 所）和英国（20 所）紧随其后，处于第二梯队。本节主要分析美国、英国、日本、中国在 AI 领域的学科建设和人才培养等情况，旨在发现中国 AI 人才发展过程中的核心问题和薄弱环节，并借鉴 AI 发达国家的经验做法，提供指导建议。

(1) 美国

美国顶尖的大学正在加大研究力度,并提高其计算机科学学位课程的集中度,以适应人工智能领域。有些美国高校将人工智能专业设在了计算机系、电子工程系或自动化系的专业方向中,不直接提供 AI 专业,而只授予硕士学位和博士学位。将 AI 作为计算机科学学位的一部分来进行跟踪或集中研究。例如,人工智能是斯坦福大学计算机专业可以选择的九种课程之一。该课程的学生参加的课程包括:AI 原理和技术,自然语言处理,机器人技术和控制以及 AI 方法;加州理工学院在计算机学习和人工智能领域为其 CS 专业提供类似的课程;伊利诺伊大学为计算机工程专业的学生提供人工智能,机器人技术和控制论的专业。还有些高校的人工智能专业与认知科学结合在一起,例如在宾夕法尼亚大学, AI 方向的学生需要学习计算机与认知科学的双学位。

表 1 CSRankings2019 年-2020 年美国 AI 排名 TOP 20 高校

序号	学校名称	分值	领域教师数量
1	卡耐基梅隆大学	4.5	35
2	康奈尔大学	3.7	20
3	加州大学洛杉矶分校	3.5	10
4	伊利诺伊大学香槟分校	3.4	20
5	乔治亚理工学院	3.1	20
6	斯坦福大学	2.9	20
7	马里兰大学帕克分校	2.7	18
8	密西根大学	2.6	20
9	罗格斯大学	2.5	12
10	加州大学圣地亚哥分校	2.5	18
11	德州农工大学	2.4	7
12	马萨诸塞大学阿默斯特分校	2.4	17
13	匹兹堡大学	2.3	7
14	弗吉尼亚大学	2.2	12
15	马萨诸塞理工学院	2.1	20

16	密歇根州立大学	2.1	9
17	东北大学	2.1	9
18	石溪大学	2	12
19	北卡罗来纳大学	2	7
20	约翰霍普金斯大学	1.9	10

资料来源：CSRankings（注：排名分值计算主要依据各个机构在 AI 领域的顶级学术会议发表的论文数量的几何平均数）

根据 CSRankings 2019 年至 2020 年度排名，美国高校在 AI 方向的排名如表 1 所示。美国学生要获得人工智能学位，需要参加计算机科学课程的核心课程，这些课程的主题包括：命令式计算、函数式编程、顺序数据结构和算法以及计算机系统；数学方面要求学习微分和积分、矩阵和线性变换、线性回归及概率论等课程。下面介绍美国高校 AI 专业具体的本科课程设置，以在 AI 方面领先的卡耐基梅隆大学为代表进行详细说明。

● 卡耐基梅隆大学

卡耐基梅隆大学是美国顶尖的工程学院之一，卡耐基梅隆大学拥有数十年的 AI 研究经验，尤其是在计算机视觉、人机交互、机器学习、自然语言处理和机器人技术领域表现突出。卡耐基梅隆大学计算机科学学院的人工智能学士学位（BSAI）于 2018 年秋季首次向学生开放，这是美国第一个人工智能学士学位，在学习 AI 专业的同时，学生还可以学习计算机科学或计算生物学。此外，学校还设有 AI 的研究生课程。

卡耐基梅隆大学人工智能学士学位（BSAI）为学生提供了将大量数据转换为可行决策所需的深入知识，培养方向着眼于“如何将复杂的输入（例如视觉、语言和庞大的数据库）用于决策或增强人类能力”。BSAI 提供了数学和统计学、计算机科学、人工智能、科学与工程以及人文与艺术课程。同时学校致力于 AI 的社会公益事业，开设有关 AI 方向的道德与社会责任课程，还为学生提供参加独立研究项目的机会。

（2） 英国

根据 2017 年英国政府网站发布的《在英国发展人工智能产业》的报告显示，

英国大学有 26 所大学开设了人工智能本科课程，20 所大学有超过 30 个人工智能相关的研究生项目。尽管英国人工智能教育起步较早，但随着产业的快速发展，英国人工智能人才培养在专业结构、层次结构和数量上远远不能适应人工智能产业发展的需要。英国商务、能源和工业战略部与数字化、文化、媒体和体育部两部委联合发表声明，从 2019 年 9 月起，英国大学每年扩大招收人工智能硕士研究生 200 人，英国科技公司积极参与人才培养并提供资助。同时，英国统筹考虑人工智能教育的院校和学科布局，在 15 所大学设立了 16 个博士点，并结合人工智能的应用方向，把医学、医疗保健、语言、计算、环境、音乐作为重点应用的学科专业。每个博士点侧重一个学科或专业，例如伦敦大学学院人工智能支持医疗保健系统、爱丁堡大学生物医学人工智能、利兹大学人工智能在医学诊断和护理中应用、剑桥大学人工智能在环境风险研究中应用等，每个博士点由一名教授领导。人工智能硕士学位课程优秀毕业生有机会申请硕博连读课程，实行贯通培养。新设博士点每年招生 200 人，力争用 5 年时间，招生人数总计达到 1000 人。新设的硕士点和博士点，扩大硕士和博士研究生招生规模可使英国在几年内增加培养人工智能人才达数千人。

表 2 CSRankings2019 年-2020 年英国 AI 排名 TOP 20 高校

排名	学校名称	分值	领域教师数量
1	爱丁堡大学	2	11
2	伦敦帝国理工学院	1.9	14
3	牛津大学	1.9	10
4	卡迪夫大学	1.6	9
5	伦敦玛丽女王大学	1.6	7
6	萨里大学	1.6	7
7	伦敦大学学院	1.5	10
8	利物浦大学	1.4	9
9	谢菲尔德大学	1.4	5
10	华威大学	1.4	6
11	赫瑞瓦特大学	1.3	4
12	伦敦国王学院	1.3	5

13	伦敦皇家霍洛威大学	1.3	5
14	伯明翰大学	1.2	4
15	布里斯托大学	1.2	3
16	剑桥大学	1.2	4
17	曼彻斯特大学	1.2	2
18	诺丁汉大学	1.2	3
19	南安普敦大学	1.2	3
20	伦敦大学伯贝克学院	1.1	2

资料来源：CSRankings（注：排名分值计算主要依据各个机构在 AI 领域的顶级学术会议发表的论文数量的几何平均数）

表 2 展示了英国在 CSRankings2019 年至 2020 年度排名 TOP 20 高校情况。从这些高校的得分情况可以看出，相比美国，英国高校的高水平论文发表量存在一定差距。参考以上榜单，下面以爱丁堡大学为例进行详细说明英国高校 AI 课程设置情况。

英国爱丁堡大学开设了人工智能、人工智能与计算机科学两个有关人工智能的专业。下面就人工智能荣誉学士为例进行说明，其包含两个主要研究方向：一类是通过使用计算机模型来了解自然智能；另一类提供用于构建能够进行智能决策和动作的系统的技术，因此相当于 AI 既是一门科学又是一门工程学。开设的 AI 相关课程包括：视觉与机器人学导论、自动推理、应用型机器学习入门、语音处理、算法和数据结构、人机交互、算法博弈论及其应用、自动语音识别、机器学习与模式识别、机器学习实用、自然语言的理解和生成、机器翻译、生物信息学、自然计算等。

（3） 日本

目前许多大学正在建立部门，以帮助培养人工智能和大数据时代的学生。日本向全年约为 50 万人的所有大学生和高等专科学校学生提供初级水平的 AI 教育。要求学生理解最低限度的编程机制并理解 AI 的伦理道德，并向接受教育的学生颁发相应水平的结业证，方便学生未来就业与发展。日本将其中 25 万人作为专业级别的 AI 人才加以培育，除了掌握初级水平之外，还将对这些学生其进行深

度培训，目标是使其理解机器学习的算法。为了全面推进 AI 普及教育，日本的文科和理科学生都需要学习“AI 与经济学”和“数据科学与心理学”等科目。根据内阁创新小组发布的建议草案，所有入读大学和技术学校的学生将参加初学者 AI 课程。每年约有 600000 名毕业生，目标是使其中 250000 名拥有先进的 AI 专业知识。

表 3 CSRankings2019 年-2020 年日本 AI 排名 TOP 高校

排名	学校名称	分值	领域教师数量
1	东京大学	2.1	13
2	东京工业大学	1.4	4
3	京都大学	1.2	4
4	早稻田大学	1.1	1

资料来源：CSRankings（注：排名分值计算主要依据各个机构在 AI 领域的顶级学术会议发表的论文数量的几何平均数）

表 3 展示了日本在 CSRankings2019 年至 2020 年度榜单中的高校情况。日本入选高校无论是数量还是高水平论文发表量方面均与美国和日本存在一定差距。结合该榜单，以东京大学为代表，介绍其 AI 研究情况。东京大学成立了“下一代人工智能研究中心（AI Center）”，研究重点是“动态现实世界智能”和“人类人工智能”。该中心通过共享研究成果推动基础研究的进一步发展，努力为社会进步做出贡献。为此，该中心与行业和其他合作伙伴合作进行项目。下一代人工智能研究中心（AI Center）试图超越当前 AI 技术的框架和局限性，以构建有关人类和人工智能的新型科学技术计划。AI 中心成立了一个校际研究组织，将东京大学的所有相关学科从科学技术到人文科学，以及外部合作进行统一，以实现强大的综合功能。

（4） 中国

与国外相比，我国高校人工智能人才培育起步较晚，但近年来我国人工智能学科和专业正在加快推进。2018 年 4 月，为落实《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》（国发〔2017〕35 号），引导高等学校瞄准世界科技前沿，不断提高人工智能领域科技创新、人才培养和国际合作交流等能力，为我国新一

代人工智能发展提供战略支撑,教育部特制定《高等学校人工智能创新行动计划》。

《计划》中提出,要加强人工智能领域专业建设,推进“新工科”建设,形成“人工智能+X”复合专业培养新模式。

过去一年来,为了贯彻落实国务院《新一代人工智能发展规划》和教育部《高等学校人工智能创新行动计划》,国内高校积极快速地布局人工智能学科建设,开设人工智能专业的高校数量呈现上涨态势,2019 年度获批新增开设人工智能专业的高校数量较上年增加 400%以上。2020 年 2 月,教育部颁布《关于公布 2019 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》。统计结果显示,人工智能方面,本次全国范围内获得人工智能专业首批建设资格的共有 180 所,相比 2018 年的 35 所,增加了 414%,反映出人工智能专业的热度攀升。表 展示了中国在 CSRankings 2019 年至 2020 年度榜单中 AI 领域排名前 20 的高校情况。从中可以看出,中国 AI 高校无论从数量还是质量上均得到明显提升。

表 4 CSRankings2019 年-2020 年中国 AI 排名 TOP 20 高校

排名	学校名称	分值	领域教师数量
1	清华大学	6.3	50
2	北京大学	5.7	61
3	中国科学院	4.5	37
4	浙江大学	3.4	37
5	南京大学	3.3	26
6	上海交通大学	3.2	22
7	复旦大学	3.1	21
8	香港中文大学	2.9	18
9	香港科技大学	2.8	17
10	北京航空航天大学	2.6	20
11	中国科学技术大学	2.4	12
12	中国人民大学	2.3	12
13	哈尔滨工业大学	2.2	10
14	电子科技大学	2.2	13
15	中山大学	2.1	7

16	国立台湾大学	1.7	8
17	山东大学	1.7	9
18	武汉大学	1.7	3
19	西北工业大学	1.6	8
20	湖南大学	1.4	8

资料来源：CSRankings（注：排名分值计算主要依据各个机构在 AI 领域的顶级学术会议发表的论文数量的几何平均数）

中国高校面向不同人群开展多层次人才培养模式。高校积极布局人工智能相关的学科、专业体系，探索“人工智能+X”人才培养模式。目前，高校人工智能学科建设主要有三种模式：新增人工智能专业、原有相关专业中新增人工智能培养方向、重组原有相关专业设立人工智能学院。这三种学科建设模式在过去一年中均有不同程度进展。教育部于2019年3月颁布《关于公布2018年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，将人工智能专业列入新增审批本科专业名单，专业代码为080717T（T代表特设专业），学位授予门类为工学。在教育部发布的新增备案专业名单中，由于人工智能专业的设立，2019年度高校新增设置“机器人工程”专业、“智能科学与技术”专业以及“数据科学与大数据技术”专业的数据较上年均有不同幅度下降；新增“智能制造”专业、“大数据管理与应用”专业的获批高校数量仍有增长。

表5 2018-2019年度普通高等学校人工智能相关本科专业新增情况

新增本科专业高校数量	2018 年 度 (所)	2019 年 度 (所)	增 长 率 (%)
人工智能	35	180	414.3%
智能科学与技术	96	36	-62.5%
机器人工程	101	62	-38.6%
智能制造	50	80	60.0%
数据科学与大数据技术	203	138	-32.0%
大数据管理与应用	25	52	108.0%

4.1.2 产学研人才协同培养

(1) 美国

美国政府、高校和企业的共同推动 AI 发展，美国国家科学技术委员会、白宫科技政策办公室与国家预算办公室等顶层政府机构将人工智能发展视为国家发展战略重点。根据美国 2019 年全新发布的《国家人工智能战略》显示，美国未来将会持续关注并投资“基础人工智能研究”、“补充和增强人类能力的人工智能系统”、“人工智能伦理道德”、“人工智能系统的安全和健康性”等各方面的研究和探索。

从企业与高校的层面看，Google、Microsoft、Facebook 等科技巨头与麻省理工学院、斯坦福大学、卡耐基梅隆大学等全球顶尖学府致力研发与实践，通用、福特等传统产业巨头紧跟发展步伐，三方合力，效果显著。另外，IBM 在 2017 年 9 月 7 日计划在为期 10 年里投资 2.4 亿美元，与麻省理工学院合作建立新的 MIT-IBM-沃森实验室。该实验室将进行 AI 的研究，推动人工智能科学突破，发展与深度学习和其他人工智能领域有关的硬件、软件和算法，增强人工智能对诸如医疗保健和网络安全等行业的影响，以及探讨人工智能对社会的经济和伦理影响。此外，C3.ai 数字化转型研究所(C3.ai DTI)是美国一个致力于加速人工智能发展，以加快企业、政府和社会数字化转型步伐的研究联合体。C3.ai、微软和美国知名大学成立 C3.ai 数字化转型研究所，包括伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校、加州大学伯克利分校、普林斯顿大学、芝加哥大学、麻省理工学院和卡耐基梅隆大学。C3.ai 数字化转型研究所由加州大学伯克利分校和 UIUC 联合管理，C3.ai DTI 将赞助和资助世界知名科学家，协同努力推进企业、政府和社会的数字化转型，共同加速数字化转型的社会和经济效益。建立一个强大的学者和教育工作者生态系统，致力于应用 21 世纪的技术造福所有人。这个公私合作伙伴关系包括 C3.ai 和微软等创新者，为各个学科的世界级研究人员提供支持，有望为新领域带来快速创新。

研究方面，美国高校与政府及其他机构合作的 AI 实验室在不断进行理论的探索和产品的试验，美国大学开设有很多专门的 AI 实验室，包括：伯克利人工智能研究室 BAIR、麻省理工学院计算机科学与人工智能 CSAIL 实验室、斯坦福

大学 SAIL 人工智能实验室以及卡耐基梅隆大学机器人学院 CMRA 等等。

（2）英国

在全球领先的创新环境下，英国政府着力布局和探索人工智能与生命医学、服务业、农业以及政府公共服务等领域相结合的创新解决方案，致力发展人工智能与数据驱动型经济。伦敦、牛津、剑桥形成的“金三角名校”保障了英国人工智能的基础研究实力和人才输出质量，而艾伦·图灵研究所、EPSRC 人工智能研究所与全英最好的剑桥大学、爱丁堡大学、牛津大学、伦敦大学学院、华威大学形成的“2+5 模式”，已成为英国人工智能创新创业的重要动力源。英国政府、高校、企业形成的良性生态系统保障了英国始终处于全球人工智能创新的核心地带。英国对人工智能的投资保持着强劲势头。最新数据显示，英国快速增长的人工智能领域风险投资数量较上年增长了 17%。投资数量比欧洲的总和还多。

英国政府鼓励科技企业参与人工智能教育、参与人才培养。英国科技企业积极履行企业社会责任，捐助资金发展人工智能教育，资助学生攻读人工智能硕士学位课程，并且为受资助的在读学生提供工作实习机会。这是英国首次在全国范围内设置由产业资金资助、包含工作实习安排内容的人工智能硕士课程，代表政府、企业和教育共同应对人工智能人才缺口问题。剑桥大学的“加速计划”受益于 DeepMind 的实物支持。由 Demis Hassabis 创立的全球领先的英国 AI 公司已协助计划的开发，协同努力。

此外，英国企业还加盟教育联合体。2018 年，英国首相特雷莎·梅在达沃斯论坛上宣布英国将投资 2000 万英镑组建国家编码学院。这是一个由 60 多家教育机构、专业机构和企业组成的教育联合体，其主要任务是培养数字化人才、开展数字化技能培训。校企合作育人是英国培养实用型人才的重要途径。在工作实习过程中，学生在有经验的企业教师的指导帮助下接受理论和实践指导，在真实的工作环境中培养良好的职业精神、出色的工作能力和过硬的工作技能，实现理论与实践的真正结合，培养企业所需的高素质人才。英国一批知名科技企业每年资助 200 人攻读硕士课程，同时提供工作实习机会。

科研方面。英国政府与艾伦·图灵人工智能研究所合作设立人工智能研究奖学金，旨在利用该研究所的国际知名度，扩大英国的影响力。该机构设立了 5

项人工智能研究奖学金，以吸引和留住来自世界各地的人工智能优秀研究人才，抢占人工智能研究高地。

（3）日本

日本政府对 AI 和机器人的发展进行大力支援，扩充与新产业创造相关的创业支持，派遣 AI 专家帮助中小企业，还将支持创业等新事业市场的相关创新费用增加了 6 成，达到 120 亿日元。2019 年 8 月底，日本政府公开了 2020 年度预算概算要求的全部内容，对 AI 开发和通过互联网连接所有家电的物联网的普及的预算要求比 2019 年度的初始预算增加 3 成，达到 422 亿日元。而且政府还增加了派遣 AI 专家帮助中小企业的新政策。支持创业等新事业市场的相关创新费用增加了 6 成，为 120 亿日元。

日本的核心举措是向高等教育引入 AI 教育。日本政府推动各类人员学习“深度学习”机制和基于 AI 的数据分析方式等基础知识，以提高日本的产业竞争力。2019 年 3 月，日本政府制定的“AI 战略”提出了每年培养 25 万熟练使用 AI 的人才的目标。政府敦促大学不分文科和理工科，让全部大学生接受 AI 初级教育，还将在大学设置面向社会人的专门课程。日本政府要求大学把一系列的改革方案逐步体现到课程计划上，敦促企业通过实习等方式接受具备 AI 技能的学生。

日本企业和高校层面。本田的研发子公司日本本田研究所日本有限公司（HRI-JP）一直与京都大学信息学研究生院合作，以加快人工智能（AI）的研究，启动了一个项目团队，并于 2017 年 4 月开始了新的联合研究。日本京都大学还和约 70 家制药及 IT 相关企业联合组成研究机构，计划开发专门用于研发新药的人工智能，以大幅降低药品研发成本。2019 年日本软银集团和东京大学共同建立由人工智能专家组成了人工情报中心，该中心配备了来自大学和世界各地的专家，以将研究迅速转变为有利可图的商业活动。

（4）中国

在人工智能时代，探索产学研协同创新、探讨协同培养方式是社会经济发展与进步的重要环节。2019 年国务院政府工作报告指出，坚持创新引领发展，培育壮大新动能，促进新旧动能接续转换，深化大数据、人工智能等研发应用，健

全以企业为主体的产学研一体化创新机制。加大基础研究和应用基础研究支持力度，强化原始创新，加强关键核心技术攻关。教育部《高等学校人工智能创新行动计划》也强调，要加强人才培养与创新研究基地的融合，完善人工智能领域多主体协同育人机制，以多种形式培养多层次的人工智能领域人才。

2019 年，教育部大力开展深化产教融合、产学合作、协同育人项目，公布了两批产学合作协同育人项目申报。产学合作协同育人项目是由教育部高等教育司认可立项的项目。第一批产学合作协同育人项目共有 324 家企业支持项目 10647 项，并且已经立项成功。第二批有 346 家企业支持项目 12350 项。2019 年 10 月，经国务院同意，国家发展改革委、教育部等 6 部门印发《国家产教融合建设试点实施方案》。根据方案，产教融合型城市建设将覆盖每个省、自治区、直辖市。为平衡试点城市的示范性和代表性，国家将在 5 年内、拟分两批选择 50 个城市开展试点。在过去一年中，各区域各级政府带领并促进企业与院校合作。许多企业加入人工智能产学研的合作队伍，早期已开展校企合作的企业也不断推出新的合作模式与人才培养方式。例如，科大讯飞先后在西南政法大学、重庆邮电大学、南宁学院、安徽信息工程学院、江西应用科技学院、重庆科创职业技术学院创建人工智能学院。

从区域进展来看，北京、上海、广州在人工智能产学研协同技术攻关方面处于领先地位。其中，北京、广州基于高校与科研院所集中优势，着重提出了产学研用协同创新和成果转化，以及以引进技术创新和区域协同为主要内容的开放式创新。例如，中国科学院表示要统筹组织院内外的机构，共同研发人工智能的关键共性技术，将人工智能前沿技术和成果进行产业化转化。围绕产学研合作和生态共建，科大讯飞公司支持并协助推动中科院系统内优质的人工智能源头技术创新成果更快的落地到最后的产业应用里面。上海浦东新区开启了产学研专项资金（人工智能）申报，研究目标是推动人工智能创新技术突破，加强算法模型研究以及应用软件开发，有效支撑各种应用场景，推动人工智能技术与机器人技术在生产制造、服务等领域的融合创新。项目申报主体须由新区企业牵头，联合 1-2 家上海地区高校、科研院所、研究性平台共同申报。

从企业层面来看，实力企业更加主动与学术界联合开展研究，并提供资金及技术支持，以突破企业发展相关的前沿科技难题。2019 年度，腾讯公司与中国

计算机学会（CCF）共同发起搭建产学研合作及学术交流的平台 CCF-腾讯犀牛鸟基金，共设立 9 个重点技术领域的 29 项研究课题，在持续关注人工智能技术的同时，进一步扩充基金项目的专项研究领域，加入车联网、机器人、智能芯片、程序分析等产学研合作热门方向，同时持续设立微众银行技术专题，并新增以智慧教育为主题的开放研究课题。基金同时设立“犀牛鸟访问学者计划”，加强青年学者与企业研发团队在前沿科技领域的深入合作。科大讯飞认知智能国家重点实验室于 2019 年 3 月发布“认知智能国家重点实验室开放基金计划”，将在认知智能领域的深度学习、机器翻译、知识图谱、自然语言理解、辅助诊断等产学研热点方向资助项目 5-8 个，总额 100 万元，项目实施周期为 1 年。科大讯飞还将为获得资助的申请者，提供必要的数据库、应用场景、教师访问和学生实习的环境等优势资源。目前开放基金计划已经对外发布了覆盖 21 个研究方向的 7 个研究主题。

过去一年来，经过科研院所、高等学校、相关企业的相互配合、共同推动，人工智能技术在实体经济中逐渐落地应用。北京、上海、广州和深圳在人工智能产学研方面效果相对领先。综合来看，产学研协同培养已成为当前人工智能人才培养的重要途径。但是，产学研协同创新是一个长期过程，产业界仍需更多地参与以推动人工智能科研发展。根据科技部新一代人工智能发展研究中心、中国科学技术发展战略研究院联合国内外十余家机构共同编写发布的《中国新一代人工智能发展报告 2019》，中国人工智能校企合作论文比例与美国、以色列等国家相比还有较大差距，人工智能学术研究仍以高校为主，与企业的结合程度较弱。高校和科研机构的科研成果与企业的实际需求结合不够紧密，创新成果转化率不高，企业在科研项目中的参与程度较低，真正以市场为导向、产学研协同开展的人工智能科研活动仍有待加强。

4.2 AI 科研人才现状

4.2.1 AI 科研人才总体分析

过去十年，全球人工智能发展迅速。中国、美国、欧盟、英国、德国等国家纷纷从战略上布局人工智能，加强顶层设计和人才培养。根据清华大学唐杰教授

团队自主研发的“科技情报大数据挖掘与服务平台”（简称 AMiner）¹显示，全球人工智能领域学者数量共计 155408 位，覆盖 120 多个国家。从地域分布来看，全球 AI 人才主要集中在北美洲、欧洲、东亚地区，如图 4 所示。在学者分布地图中，颜色越深，表示学者越集中；颜色越浅，表示学者越稀少。

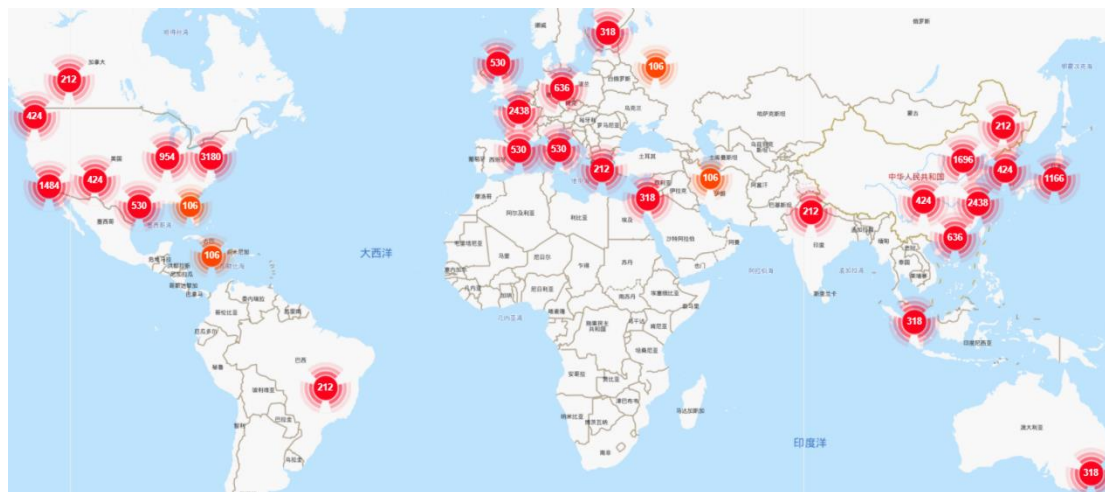


图 4 全球 AI 领域科研人才分布

论文是科技活动的重要表示形式，是科研人才的智慧结晶。高水平论文发表量不仅可以体现科研人才的学术水平，还可以反映一个国家、城市 and 机构的科研实力。本报告利用 AMiner 平台深入挖掘人工智能领域高水平期刊和会议（如附录 1 所示）上发表的论文，来获取论文作者及其工作单位，通过将各单位映射到对应的城市和国家，统计 AI 学者在全球各个国家、城市 and 机构的分布情况，以此来衡量不同国家、城市 and 机构在 AI 领域的科研实力和水平。

图 5 展示了 AI 领域的高水平论文发表量 TOP 10 国家及其科研人才数量。这些国家主要分布在北美洲（2 个）、欧洲（3 个）、亚洲（4 个）、大洋洲（1 个）。美国排名世界第 1，其高水平论文发表量为 69764，体现出美国对该领域的重视。中国的高水平论文发表量和学者数量均居世界第 2，且中国在论文发表量和论文作者数量两方面是位于第 3 名德国的 2 倍以上。中美两国的高水平论文发表量和论文作者数量远高于其他国家。但是，虽然中国仅次于美国，但是与美国相比仍存在较大差距：美国的高水平论文发表量（69764）是中国（25418）的 2.74 倍，美国（49116）高水平论文作者数量是中国（17368）的 2.83 倍。全球众多国家

AMiner 平台 (<https://www.aminer.cn/>)，2006 年上线，经过十多年的建设发展，已建立全领域论文文献及专家学者库，收录论文文献超过 2.3 亿及论文引用关系 7.5 亿，收录学者 1.3 亿。

已经充分参与到 AI 领域的研究中，中国应该继续加强高水平 AI 人才队伍的建设，进一步提升 AI 领域的基础创新能力，力争在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。

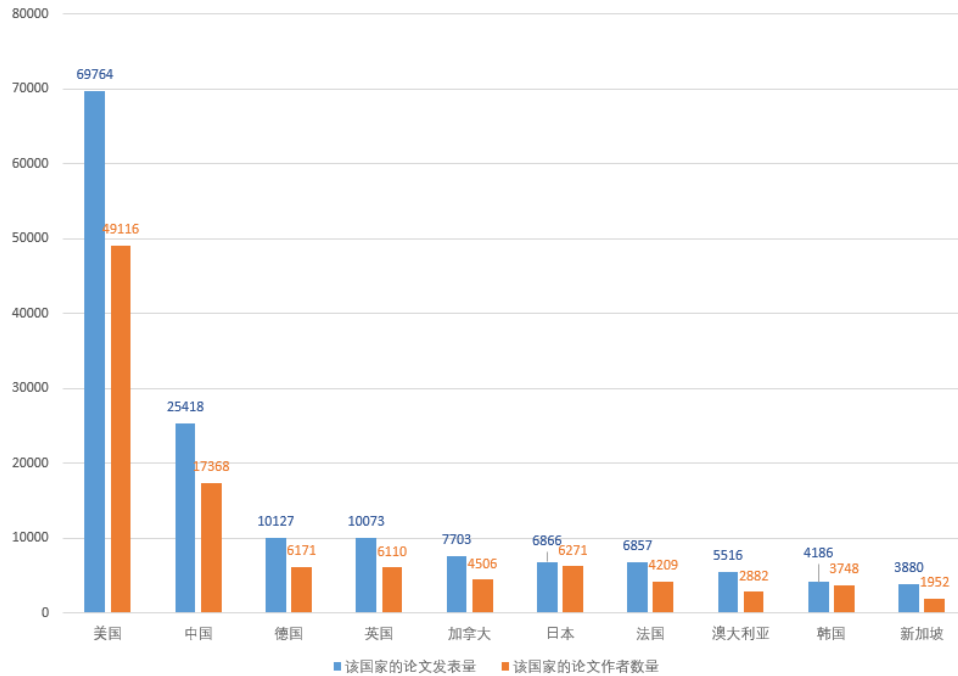


图 5 AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 国家及其科研人才数量

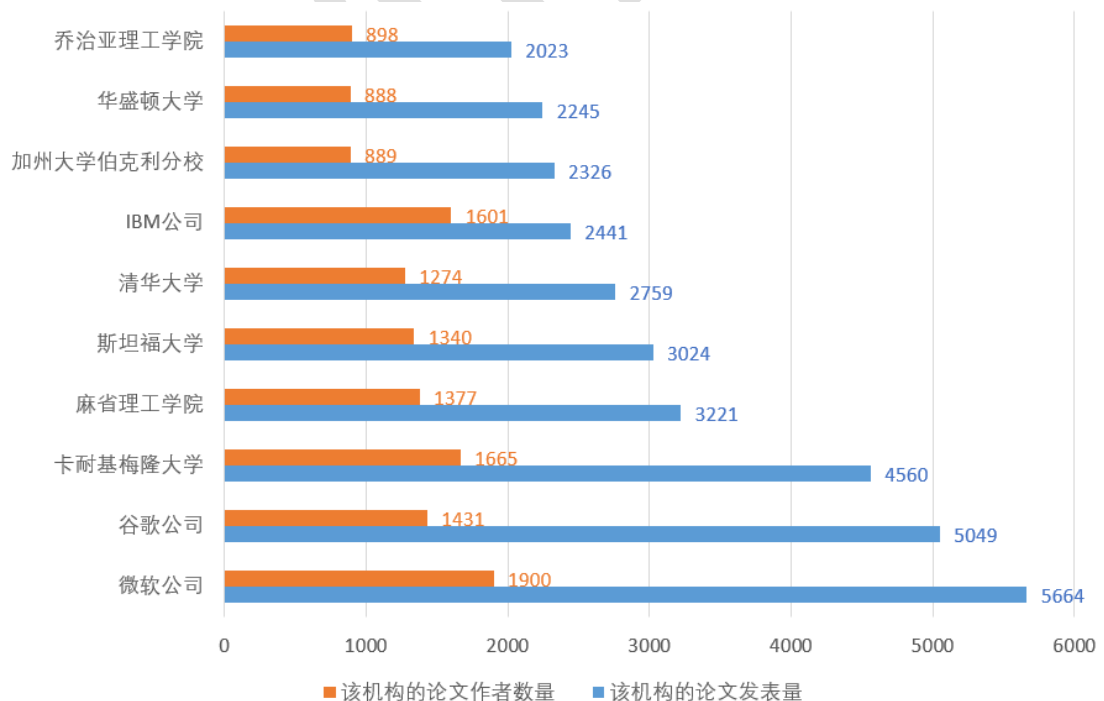


图 6 展示了 AI 领域的高水平论文发表量 TOP 10 全球机构及其科研人才数量。从高水平论文发表量排名 TOP 10 全球机构类型看，包含 7 所高校和 3 家企业。从归属地看，共有 9 所美国机构和 1 所中国机构，凸显了美国在 AI 领域研

究的地位和影响力。全球排名前3的机构分别是美国的微软公司、谷歌公司和卡耐基梅隆大学，三家机构的高水平论文发表量均超过4000。按照论文发表数量排序，清华学位居第6，按照论文作者数量排序，清华学位居第7。清华大学与世界顶级机构存在一定差距，排名第1的微软公司（5664）的论文发表量是清华大学（2759）的2.05倍，微软公司（1900）的AI论文作者数量比清华大学（1274）多出49%。以上数据从侧面反映出，中国机构与美国相比还存在一定差距，中国政府有必要采取相关措施，建设高水平人才队伍，加强机构的科研实力和水平。

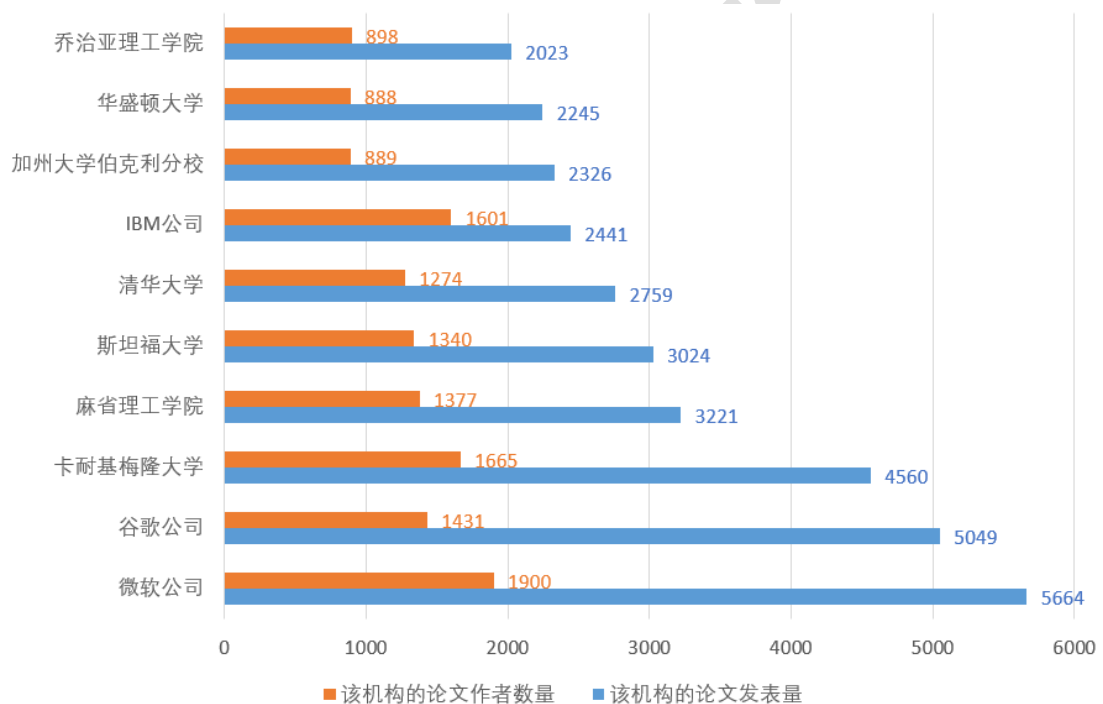


图6 AI领域高水平论文发表量TOP10全球机构及其科研人才数量

图7展示了AI领域的高水平论文发表量TOP10中国城市及其科研人才数量。排名前3的城市分别为北京、香港和上海。北京位居中国第1，具有突出优势，北京的论文发表量（7872）是排名第2位香港（3509）的2.24倍，论文作者数量（4167）是排名第2位上海（1503）的2.77倍。从分布上来看，南北差异较大，TOP10城市中有8座城市位于中国南方。北京、长三角和粤港澳大湾区等地区表现突出，中西部地区的成都、西安和武汉表现突出。从以上数据可以看出，中国高水平论文发表量TOP10城市主要集中在中国政治、经济发达地区。科研之间的差距会进一步拉大发达地区与欠发达地区之间的差距。人才的地区分布会影响科研资源的配置，政府应该加大经济弱势地区的科研投入和立项力度，

通过科技政策协调各个地区的科研资源配置，改善人才地区分布集中的情况。同时应该加强地区之间的人才合作交流，使技术在各地区平衡发展。

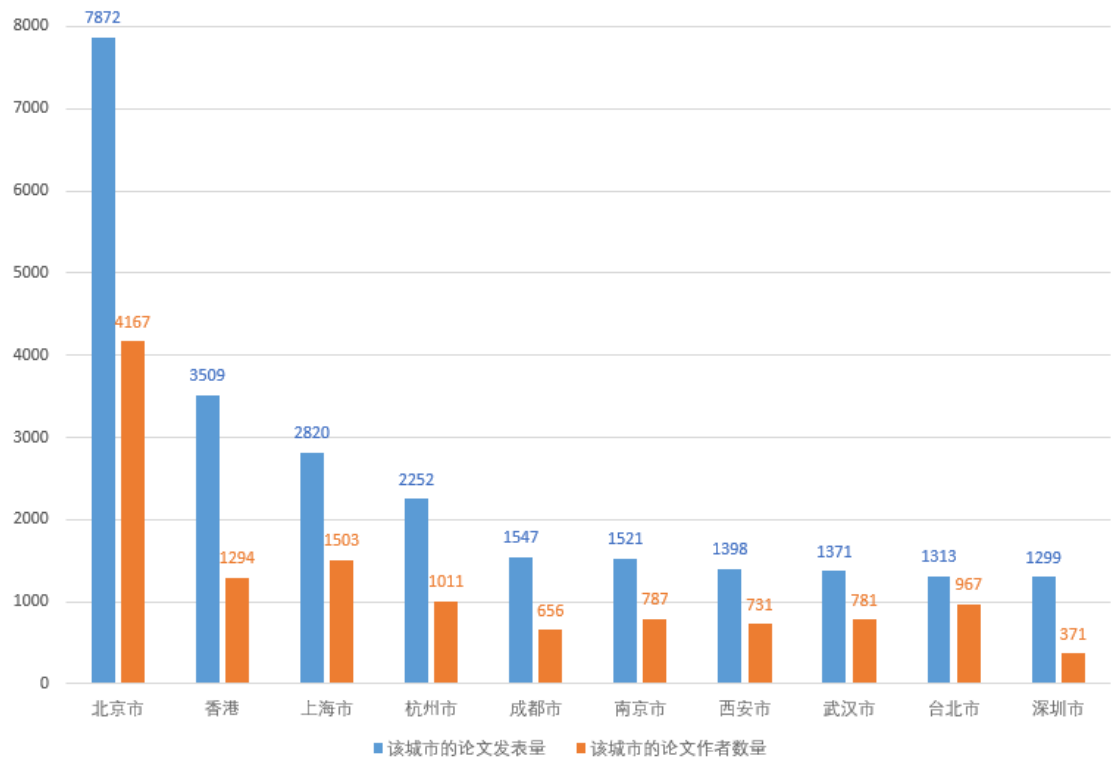


图 7 AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 中国城市及其科研人才数量

图 8 展示了 AI 领域的高水平论文发表量 TOP 10 中国机构及其科研人才数量。TOP10 机构中有 9 所科研院所和 1 家企业（阿里巴巴公司），这些机构主要分布在北京市（3 个）、浙江省（2 个）、香港特别行政区（2 个）、上海市（1 个）、安徽省（1 个）、台湾省（1 个）等地区。其中清华大学位居中国第 1，学术水平较高，遥遥领先于其他机构，其高水平论文发表量达到 2759，作者数量为 1274。值得注意的是，虽然香港中文大学和香港科技大学的作者数量不多，但是产出的高水平论文的数量却不少，双双进入了高水平论文发表量榜单的前 5 名。从图中可以看出，中国其他机构与清华大学之间的差距较大，应该加强清华大学与各机构之间的交流合作，促进各机构共同发展。

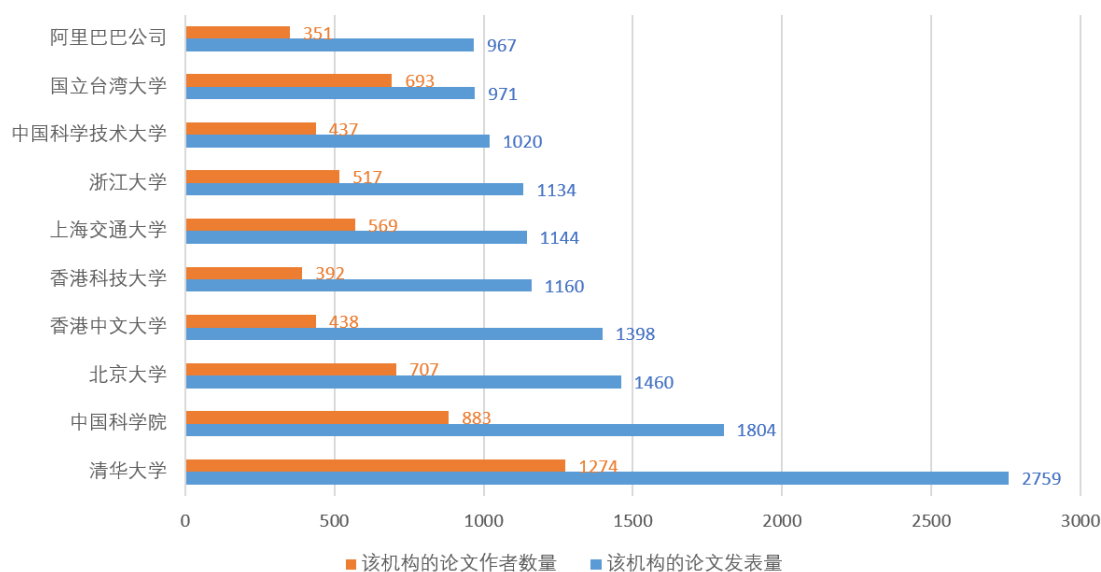


图 8 AI 领域高水平论文发表量 TOP 10 中国机构及其科研人才数量

4.2.2 AI 高层次科研人才分析

AI 高层次科研人才的数据来源是清华大学 AMiner 团队在 2020 年初发布的“人工智能全球最具影响力学者榜单”（简称 AI 2000）。该榜单涵盖人工智能学科 20 个子领域（如图 9 所示），共计 1833 位全球高影响力学者（其中 167 人分属多个子领域）。具体遴选方法为每个子领域每年选出 10 名获奖者，未来 10 年共产生 2000 名；每年遴选的时候，参考过去十年该领域最有影响力的会议和期刊发表论文的引用情况，排名前 10 的学者当选该领域当年【AI 2000 最具影响力学者奖】，排名前 100 的其他学者获【AI 2000 最具影响力学者提名奖】；每个领域的期刊和会议由技术委员会专家确定。榜单通过 AMiner 系统（<https://www.aminer.cn/>）中所收录的数据采用智能算法自动化生成，确保了榜单的客观、公平、公正、公开。榜单采用的引用数据来源于 Google Scholar，数据截止日期为 2019 年 12 月 31 日。有关 AI 各子领域更多的影响力学者信息，请参见详情页 <https://www.aminer.cn/ai2000>。

本节通过分析 AI 2000 榜单中所有学者（未去重）的国家、中国省市、机构等分布情况，旨在清楚全球 AI 高层次学者的发展情况，以及明确中国与全球其他国家，以及中国各省市和机构之间在 AI 高层次学者培养方面的差距。

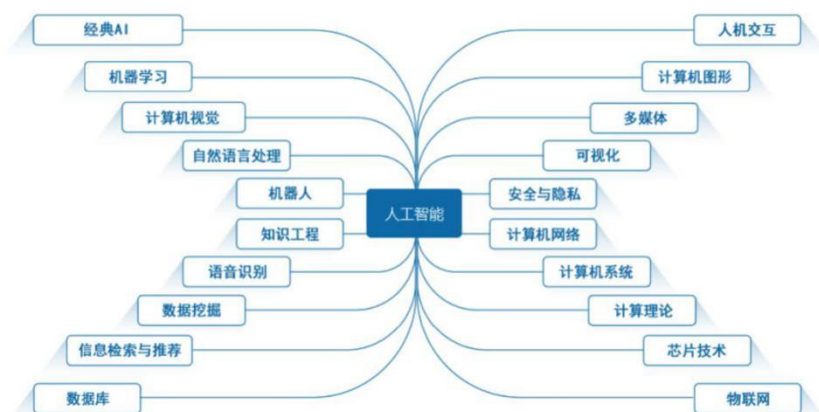


图 9 AI 2000 榜单 20 个子领域

图 10 展示了 AI 高层次学者数量 TOP 10 全球国家分布。全球高层次学者数量中排名第 1 的是美国，学者数量为 1244 人次，占比 67.87%，这体现出了美国对 AI 领域的高度重视和其出色的科研实力。中国以学者数量 196 人次居世界第 2，排名第 3 的是德国（113 人次），也是欧洲国家中拥有高影响力学者最多的地方。剩余国家的学者数量均在 100 人次以下。排名前 10 的国家中，除中国外均为发达国家，可见科研实力与各国的经济发展水平密切相关。高层次学者数量占比超过 10% 的只有美国和中国，虽然中国的排名仅次于美国，但是美国的高层次学者数量（1244）是中国（196）的 6.35 倍，差距相当之大。中国相关部门应该采取措施，吸收、引进和培养 AI 领域的人才，加快建设高水平的人才队伍。

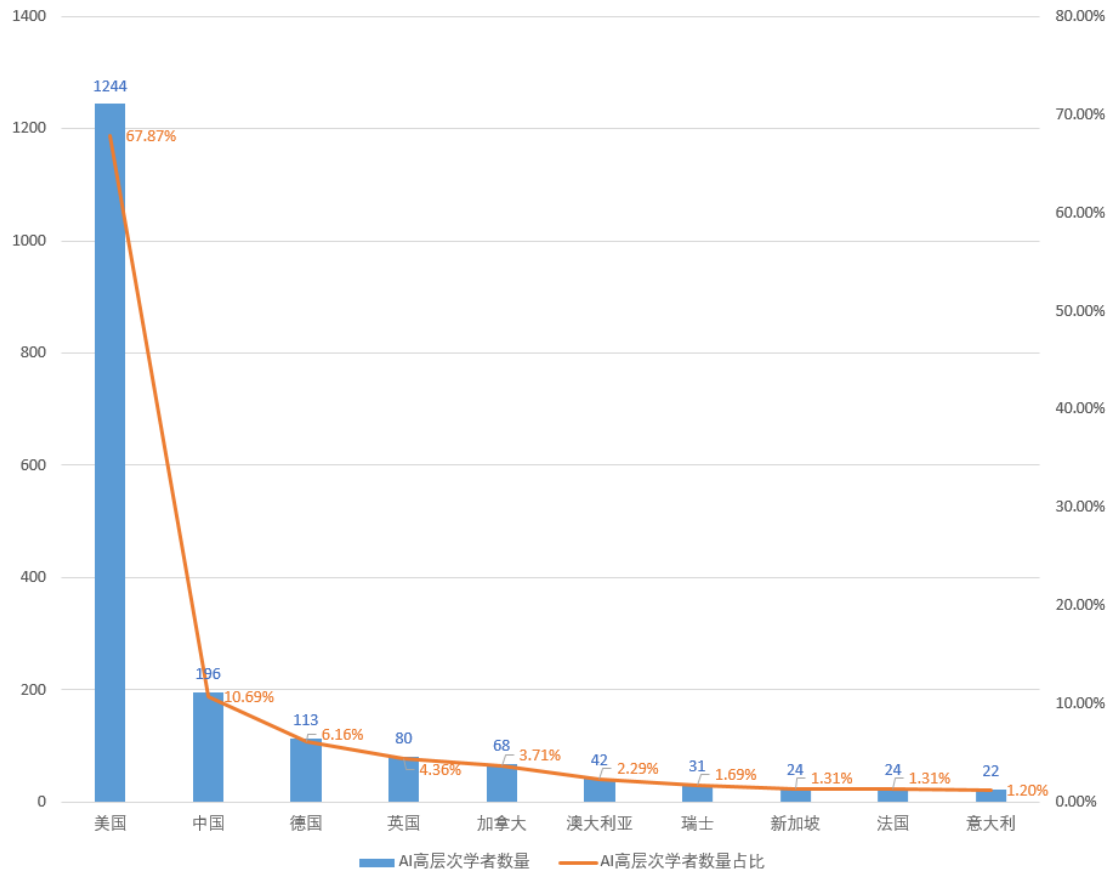


图 10 AI 高层次科研人才数量 TOP 10 国家分布

图 11 展示了 AI 高层次学者数量 TOP 10 全球机构分布。前 10 的机构中有 6 所高校、4 家企业。其中，美国的机构呈现出数量多、实力强的特点，在 TOP10 机构中，美国机构包揽前 9 名，第 10 名为中国的清华大学。美国的企业实力很强，全球排名前 5 的机构中，美国企业类型的机构占了 3 个，且包揽 TOP 2。排名第 1 的机构是美国谷歌公司，其高层次学者数量为 185 人次，也是 TOP 10 中唯一一家高层次学者数过百的机构。谷歌公司的高层次学者数量（185）约是排名第 10 名的清华大学（27）的 6.85 倍，可见中国机构的高层次学者数量与世界顶尖机构相比还存在很大的差距，中国有必要采取措施，实行人才奖励、引进等相关措施，加速建设高水平的人才队伍。

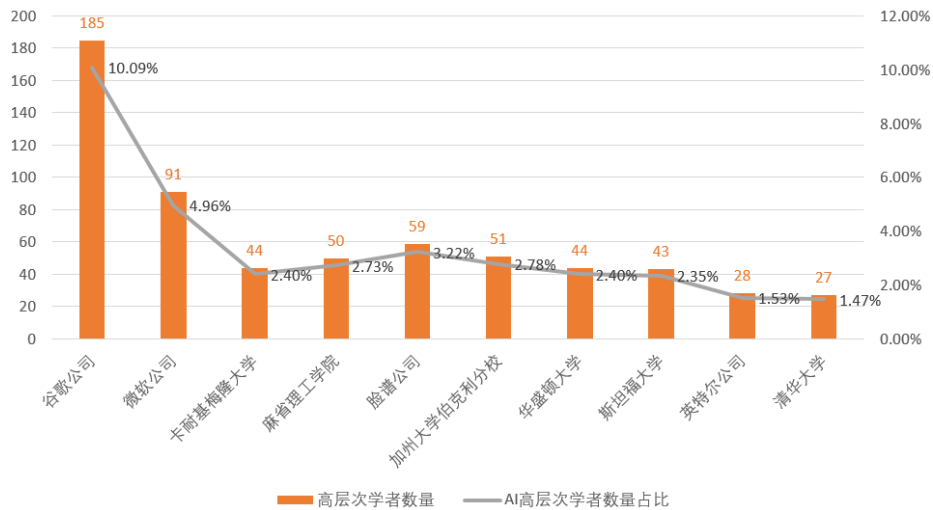


图 11 AI 高层次科研人才数量 TOP 10 全球机构分布

图 12 展示了 AI 高层次学者数量 TOP 10 中国城市分布。北京市排名第 1，数量为 79 人次，在全球 AI 高层次学者数量中占比 4.31%，是中国 AI 科研的前沿城市。北京市的高层次学者数量优势显著，是排名第 2 的香港（36 人次）的 2.19 倍。北京、香港和杭州的高层次学者数量占比均超过 1%。从地区分布看，数量较多的城市主要分布在东部地区；且南北差异明显，TOP10 城市中，南方城市占 8 座，北方只有 2 座。整体而言，北京、长三角地区和粤港澳大湾区表现突出。中国应该采取措施改善人才地区分布集中的情况，加强各地区之间的人才交流，促使技术在各区域之间平衡发展。

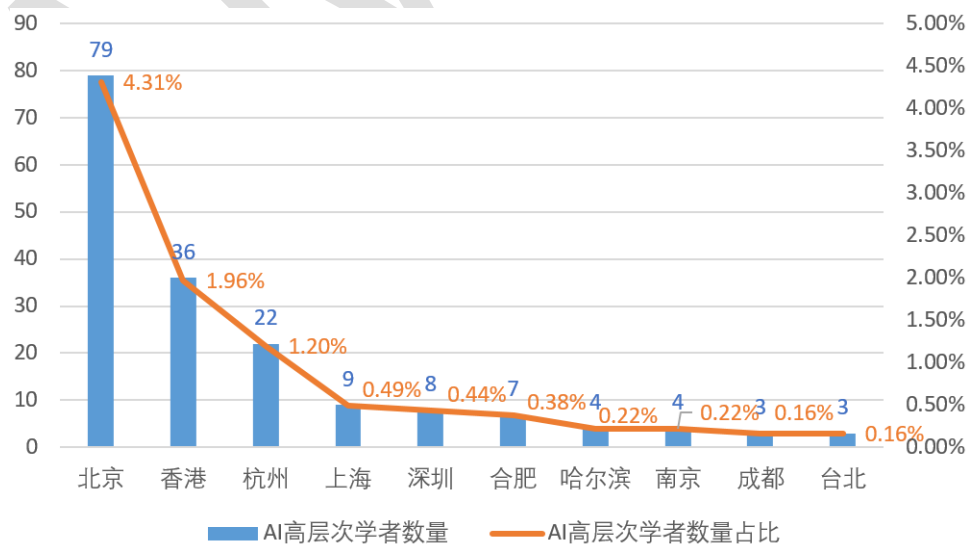


图 12 AI 高层次科研人才数量 TOP 10 中国城市分布

图 13 展示了 AI 高层次学者数量 TOP 10 中国机构分布。TOP10 机构分布在北京市（4 个）、香港特别行政区（2 个）、浙江省（2 个）、广东省（1 个）、安徽

省（1个）等中国的政治和经济发达地区，其中科研院所7所、企业3家。清华大学位居榜首，学者数量为27人次，占比13.78%。清华大学优势非常突出，学者数量是位居第2位香港中文大学（16人次）的1.69倍。TOP10机构中的中国企业分别是阿里巴巴、京东和华为，它们的学者数量均为6，实力相当。清华大学实力很强、人才数量占有明显优势，应加强清华大学与其他机构之间的人才交流合作，以促进各机构共同进步、共同发展。

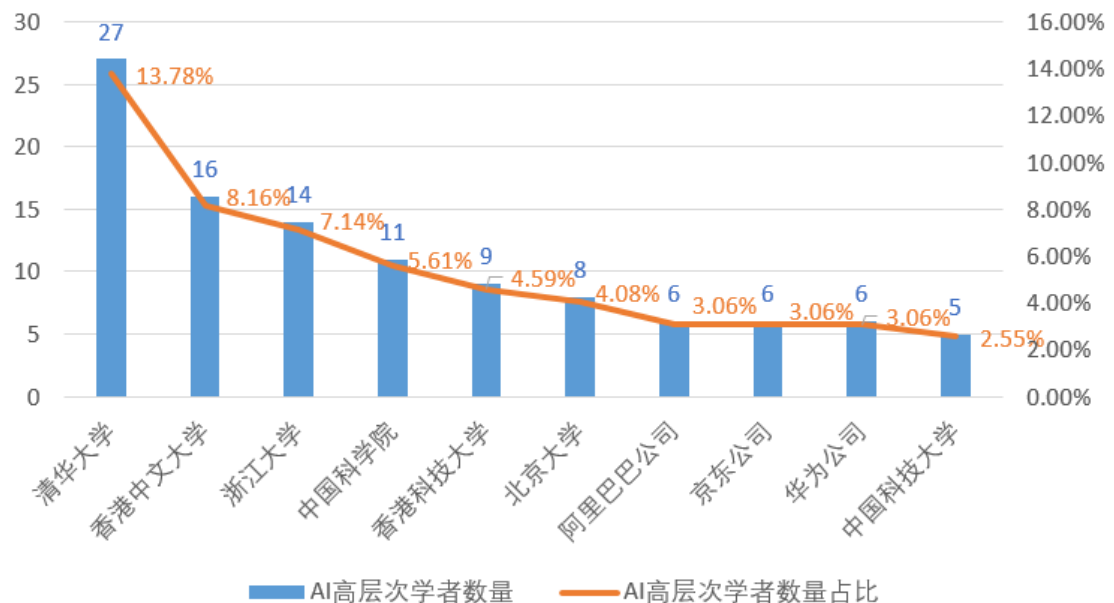


图 13 AI 高层次科研人才数量 TOP 10 中国机构分布

4.3 AI 产业人才现状

为了明确 AI 产业的发展情况，本节一方面根据 AI 关键词，通过与专利的标题、摘要和权利要求等文本进行匹配，获取 2010 年-2020 年的全球专利申请量数据（728349），从全球范围和中国范围分析对比不同国家、中国不同省市，以及中国不同机构之间的专利申请量情况。另一方面，根据资料调研，分析说明 AI 产业人才岗位分布和岗位类型，以及不同岗位和地区的 AI 人才供需情况。

4.3.1 全球 AI 专利申请量分析

图 14 展示了全球 AI 专利申请数量排名前十的国家。从图中可以看出，中国和美国处于领先地位，遥遥领先其他国家。中国专利申请量为 464449，位居世界第一，占全球总量（728349）的 63.77%，中国 AI 专利申请量是排名第二的美国的 3.12 倍。另外，亚洲国家表现突出，中、日、韩三国均位列前五名。整

体而言，全球 AI 专利申请量主要集中在中、美、日、韩等国家。

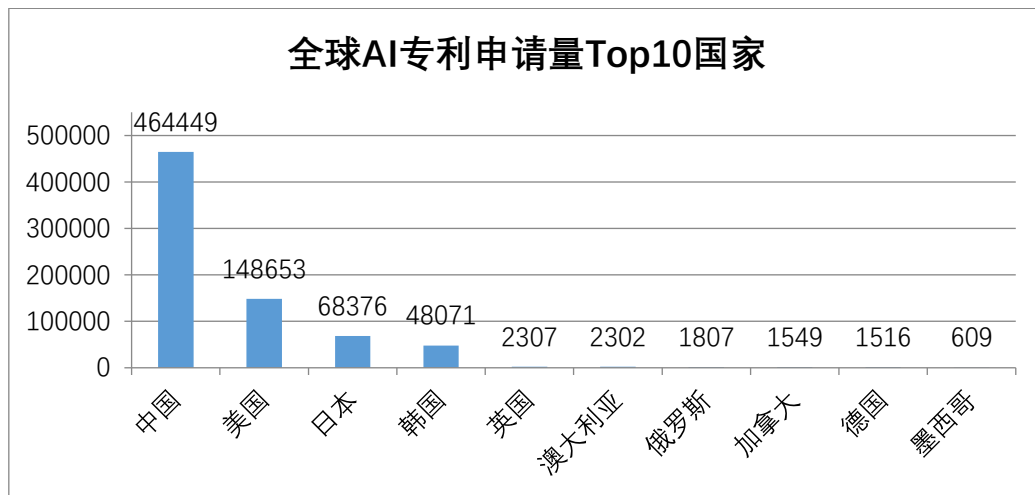


图 14 全球 AI 专利申请量 Top10 国家

4.3.2 中国省市 AI 专利申请量分析

图 15 展示了中国各省市 AI 专利申请数量的分布情况。从图中可以看出，广东省的 AI 专利申请量以 90191 位居第一，比排名第二的北京市（61072）多出 47.68%，具有突出优势。前十名的省份主要分布在东部、中部、西部等地区，分布较为均衡，但是以东部省市居多，江浙沪三省市均位居前五名。这与这些地区的经济水平、发展程度、科研投入及知识产权保护等因素密切相关。

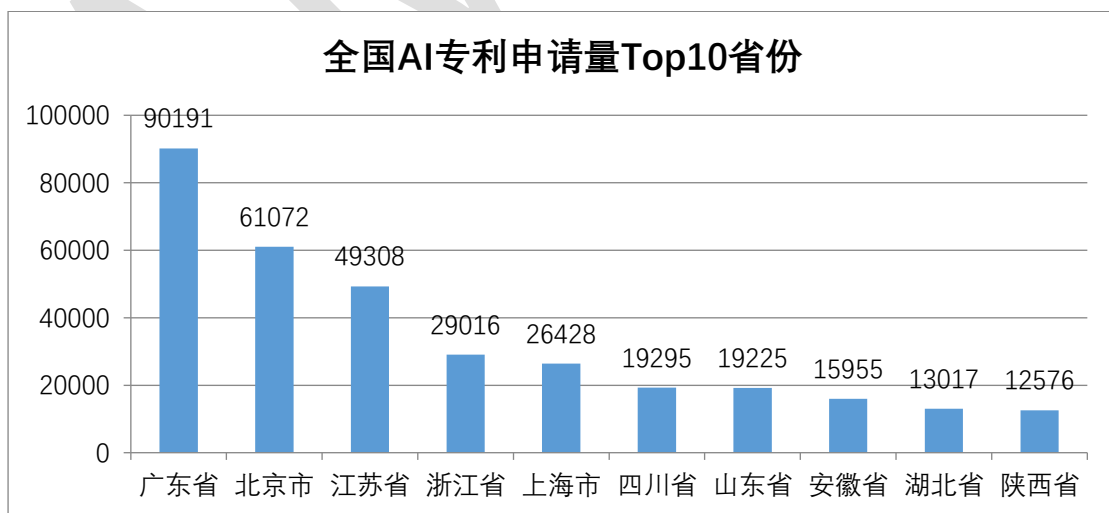


图 15 全国 AI 专利申请量 TOP10 省份

4.3.3 中国 AI 专利申请量 TOP 机构分析

图 16 展示了中国 AI 专利申请数量排名前十的机构。这 10 个机构中有 6 家企业和 4 所高校，主要分布在广东（4 所）、北京（3 所）、浙江（2 所）、四川（1 所）。目前中国在 AI 专利领域的创新主要还是依靠高科技互联网企业和高校科研机构等方面的共同努力。百度公司申请量排名第一，AI 专利申请量为 3919 件，国家电网紧随其后，申请量为 3729 件。体现出百度和国家电网在 AI 领域的创新能力比较突出，对相关技术领域的引领作用较强。

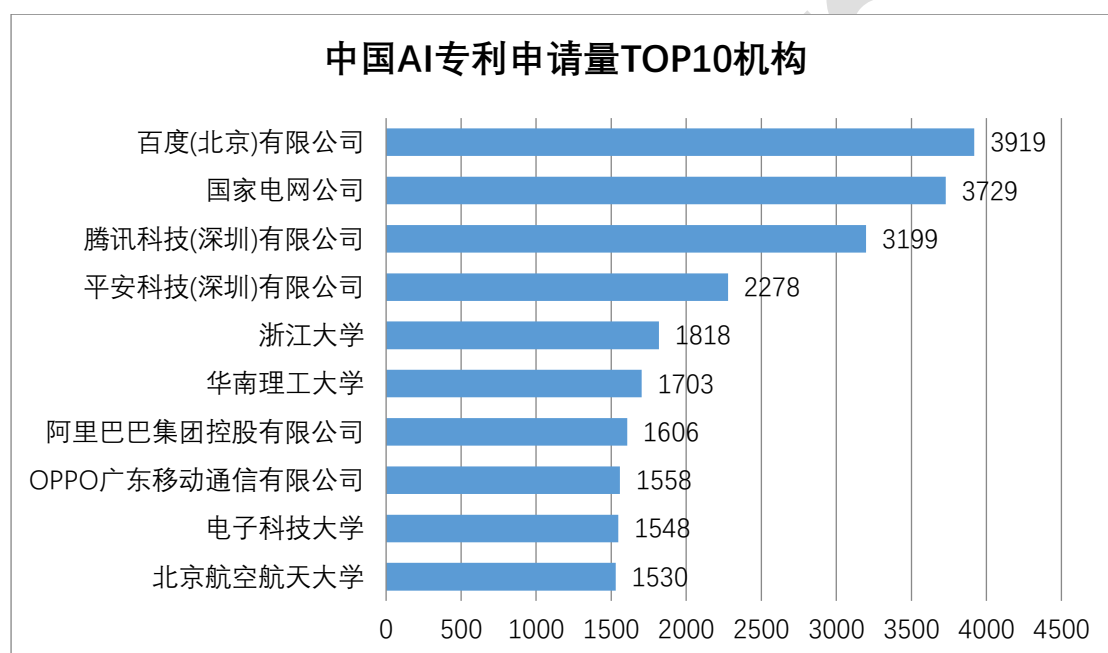


图 16 中国 AI 专利申请量 TOP10 机构

4.3.4 中国 AI 产业人才分析

人工智能的火热发展，展现了巨大的潜力，已成为当前经济发展的新引擎。国家在大力实施人工智能战略，扶持人工智能产业，一个产业的发展离不开人才的供给。国务院在《新一代人工智能发展规划》明确提出当前我国人工智能尖端人才远不能满足需求，并在总体部署中将加强人才队伍建设作为构建开放协同的人工智能科技创新体系四大主要支撑之一。本节主要结合工信部发布的《人工智能产业人才发展报告(2019-2020 年年报)》、《人工智能产业人才岗位能力要求》等文件，对 AI 产业人才的供需现状进行分析。

人工智能产业的稳步发展一方面加速了技术革新的进程，同时在产业人才需求上也催生出众多的人工智能相关岗位，如图 17 所示。这些岗位主要基于人工智能产业技术架构以及人工智能企业的实际用人需求进行梳理，涵盖技术架构中的基础层和技术层。



图 17 人工智能产业人才岗位分布

根据上述的人工智能企业岗位人才需求，可将岗位类型归纳为高级管理岗、高端技术岗、算法研究岗、应用开发岗、实际技能岗、产品经理岗等类型，如图 18 所示。其中，算法研究岗主要指创新、突破人工智能算法和技术研究，并将人工智能前沿理论与实际算法模型开发相结合的岗位。应用开发岗主要是将人工智能算法及各项技术（例如机器学习、自然语言处理、智能语音、计算机视觉等）与行业需求相结合，实现相关应用工程化落地的岗位。实用技能岗主要指理解人工智能技术的基本概念，能够结合特定使用场景，保障人工智能相关应用快速、高效的规模化产出和稳定运行的岗位。这一岗位需求分类也契合人工智能从研发到应用的众多环节。管理、技术和服务等多类型人才协同，推进人工智能应用落地，成为数字经济背景下人工智能产业人才内涵的特色。

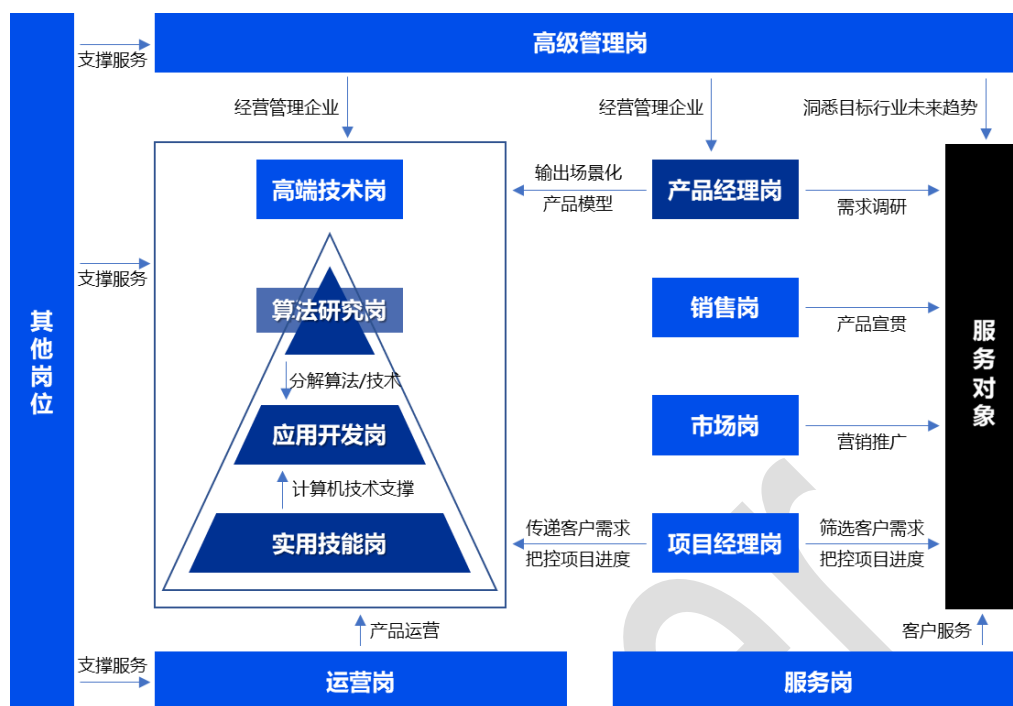


图 18 人工智能产业人才岗位类型

根据人工智能企业对核心岗位人才的能力遴选要求，同时参考本科及职业院校人工智能相关专业的培养目标，人工智能产业人才应具备的能力要素可以划分为综合能力、专业知识、技术技能以及工程实践能力四类，如图 19 所示。

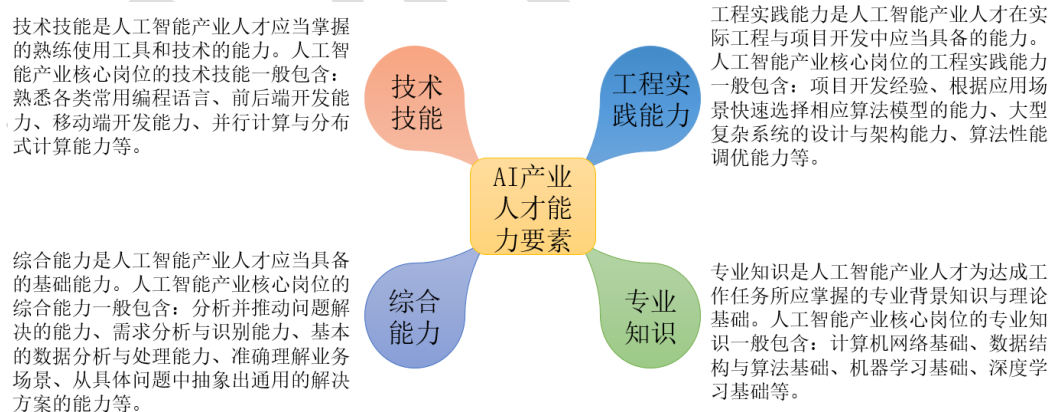
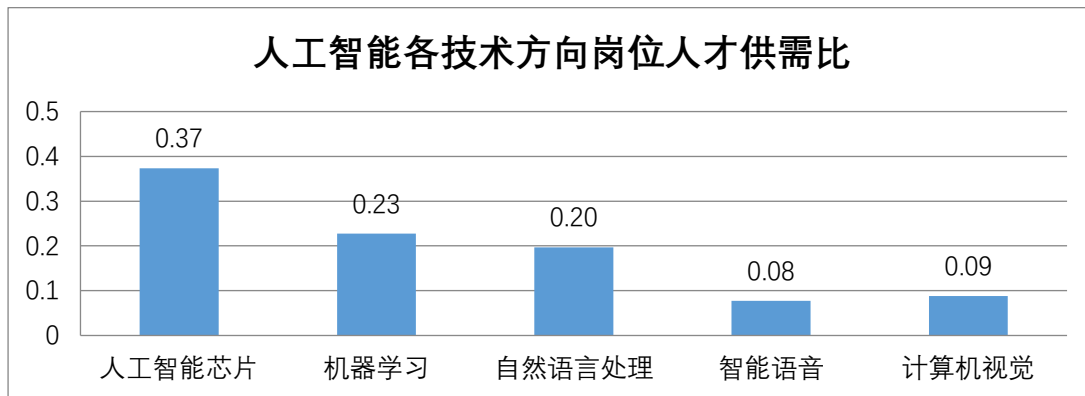


图 19 人工智能产业人才能力要素

(1) AI 各技术方向岗位人才供需情况

根据《人工智能产业人才发展报告 (2019-2020 年年版)》的数据显示人工智能不同技术方向岗位的人才供需比均低于 0.4，说明该技术方向的人才供应严重不足。从细分行业来看，智能语音和计算机视觉的岗位人才供需比分别为 0.08、0.09，相关人才极度稀缺。其中，岗位人才供需比计算方法是意向进入岗位的人才数量与岗位数量的比值。岗位人才供需比值来反映人工智能产业各技术方向岗

位和不同职能岗位的人才供需情况。岗位人才供需比越高，表明该岗位的人才供应越充足。

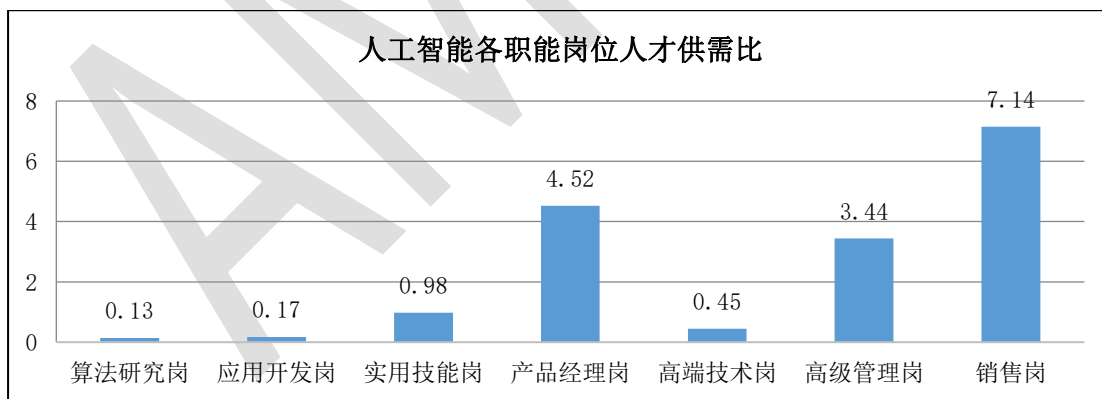


数据来源：《人工智能产业人才发展报告（2019-2020 年年报）》

图 20 人工智能各技术方向岗位人才供需比

(2) AI 各职能岗位人才供需情况

根据《人工智能产业人才发展报告（2019-2020 年年报）》的数据显示，现阶段，算法研究岗、应用开发岗、实用技能岗和高端技术岗的人才供需比分别为 0.13、0.17、0.98、0.45，表明技术类岗位的人才缺口较大，而实用技能岗人才供给处于相对充足状态。相比之下，产品经理岗、销售岗和负责企业经营管理的高级管理岗的岗位人才供需比分别为 4.52、7.14、3.44，人才供应较为充足。



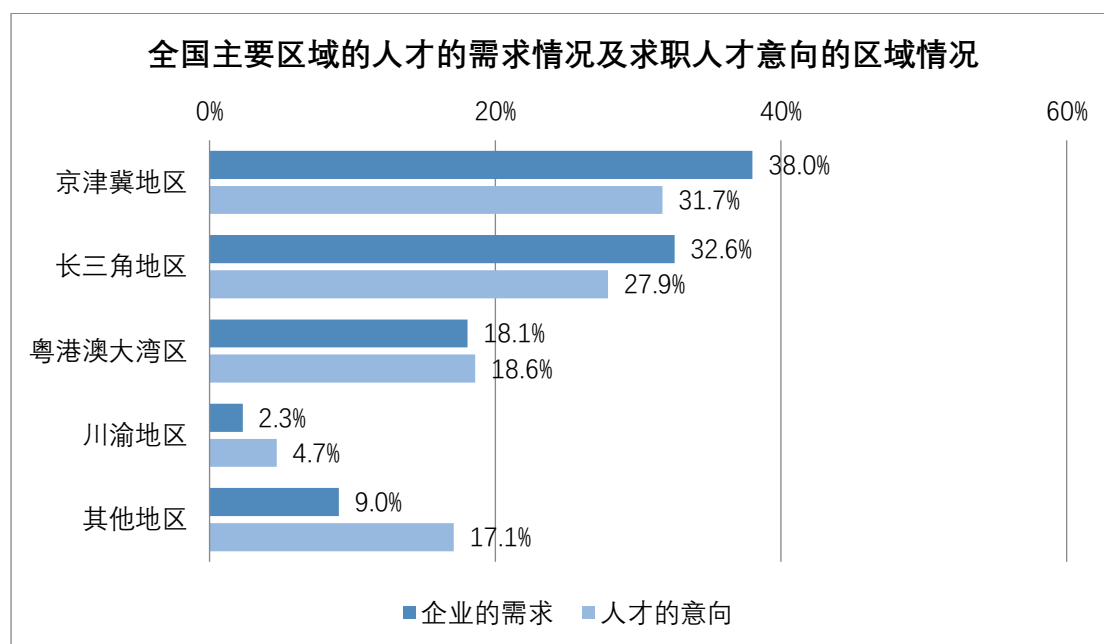
数据来源：《人工智能产业人才发展报告（2019-2020 年年报）》

图 21 人工智能各职能岗位人才供需比

(3) AI 产业人才主要区域的供需情况

根据《人工智能产业人才发展报告（2019-2020 年年报）》报告显示，人工智能产业人才在需求和供给方面的区域集聚效应尤为突出，这主要受制于区域产业基础、人才积累的差距。京津冀地区、长三角地区、粤港澳大湾区和川渝地区是当前人工智能产业的主要发展高地，同时也是人工智能产业人才资源的主要聚集

地，人才需求规模占全国总需求的 90.9%，人才供给规模占全国总供给的 82.9%。



数据来源：《人工智能产业人才发展报告（2019-2020 年年版）》

图 22 全国主要区域的人才的需求情况及求职人才意向的区域情况

4.4 AI 人才发展问题

随着科学技术的发展，人工智能深入人们的日常生活，出现越来越多的人工智能公司和产品，高校也纷纷开设人工智能专业课程。人工智能的发展已被提升到国家战略高度，各国纷纷出台相关政策促进人工智能产业的发展。人工智能和机器学习类专业人才正在变得炙手可热，而人工智能人才短缺也成为了中国乃至全球普遍的问题。国务院在《新一代人工智能发展规划》明确提出当前我国人工智能尖端人才远不能满足需求，并在总体部署中将加强人才队伍建设作为构建开放协同的人工智能科技创新体系四大主要支撑之一。本节主要基于前述的数据分析结果，总结概况中国 AI 人才发展过程中存在的现状和问题。

（1）中国 AI 高水平论文发表量和高层次学者数量排名全球第二，但与排名第一的美国差距较大。

AI 领域的高水平论文发表量排名前 10 的国家主要分布在北美洲（2 个）、欧洲（3 个）、亚洲（4 个）、大洋洲（1 个）。其中，美国 AI 高水平论文发表量排名第 1（69764），中国第 2（25418），美国约是中国的 2.74 倍，中国约是排名第 3 的德国（10127）2.51 倍。在 AI 高层次学者方面，美国（1244 人）排名第 1，约是排名第 2 的中国（196 人）6.35 倍。在 AI 高水平论文发表量和高层次学者

排名前 10 的全球机构中，美国占据 9 所，中国仅有清华大学上榜，分别位居第 7 和第 10。中国应该继续加强 AI 领域的高水平人才队伍建设和基础创新能力，力争在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。

(2) 中国的北京市、长三角和粤港澳等地区在 AI 高水平论文发表量和高层次学者数量方面表现突出

AI 领域的高水平论文发表量排名前 10 的中国城市主要分布在北京市、长三角地区（上海市、杭州市、南京市）、粤港澳大湾区（香港特别行政区、深圳市）等地区。其中，北京排名第 1，高水平论文发表量（7872）约是排名第 2 位香港（3509）的 2.24 倍。AI 领域的高水平论文发表量和高层次学者数量排名前 10 的中国机构主要分布在北京市、浙江省、香港特别行政区、上海市、广东省、安徽省、台湾省等地区。其中，北京的清华大学、中国科学院和北京大学，以及香港特别行政区的香港中文大学、香港科技大学表现突出。人才的地区分布会影响科研资源的配置，政府应该加大经济弱势地区的科研投入和立项力度，通过科技政策协调各个地区的科研资源配置，改善人才地区分布集中的情况。同时应该加强地区之间的人才合作交流，使技术在各地区平衡发展。

(3) 中国 AI 专利申请量位居世界第一，占全球总量一半以上，其中广东省和北京市领跑全国

中国专利申请量为 464449，位居世界第一，占全球总量（728349）的 63.77%，中国 AI 专利申请量是排名第二的美国的 3.12 倍。全球 AI 专利申请量主要集中在中国、美国、日本、韩国等国家，亚洲国家表现突出。AI 专利申请量排名前 10 的中国省市主要分布在东部、中部、西部等地区，分布较为均衡，但是以东部省市居多。其中，广东省的 AI 专利申请量以 90191 位居国内第一，约是排名第二的北京市（61072）1.48 倍。此外，中国 AI 专利申请数量排名前 10 的机构中，广东省（4 所）和北京市（3 所）占据 7 所。以上现象与这些地区经济水平、发展程度、科研投入及知识产权保护等因素密切相关。

(4) 中国 AI 技术岗位和职能岗位人才供需结构不平衡

参考岗位人才供需比计算方法，即意向进入岗位的人才数量与岗位数量的比值，人工智能不同技术方向岗位的人才供需比均低于 0.4，尤其是智能语音和计算机视觉的岗位人才供需比分别为 0.08、0.09，说明该技术方向的人才供应严重

不足,且相关人才极度稀缺。说明该技术方向的人才供应严重不足。算法研究岗、应用开发岗、实用技能岗和高端技术岗的人才供需比分别为 0.13、0.17、0.98、0.45,表明技术类岗位的人才缺口较大,而实际技能岗人才供给处于相对充足状态。

ANiner

5 智慧人才案例

当前，国内外经济和科技发展态势发生重大变化，对我国人才素质、能力和结构提出了新要求。我国经济转型升级和向技术前沿迈进，需要有更多的具有较强创新精神和创新能力的科技人员和企业家等人才。大数据、人工智能、机器人等新技术应用和创新加速，知识结构更新节奏加快，未来就业的不确定性明显提高，要求劳动者具有更强的学习能力和适应能力。因此，实现人力资本从规模扩张向质量提升转变，从“人口红利”向“人才红利”转变是我国在当前和今后较长时期内要解决的重要问题。我国是人才大国，科研人员和企业家等各类人才数量在全球居领先地位，人才红利潜力巨大，但人才结构、质量和能力仍不能满足高质量发展的需要。

经过 70 多年的发展，我国科技人才队伍量质齐升，创新能力和国际影响力逐步扩大。2017 年，我国科技人力资源达到 8705 万人，全社会研究与试验发展（R&D）人员全时当量达到 403.4 万人年，均居世界首位。随着我国科技人才数量的增加，业务形态多元布局，岗位特性千差万别，跨度大、体量大、差异大，多元多样的人才应用场景对国家和城市在人才管理上的精准、高效、敏捷和智能都提出了更高的要求。2020 年 2 月，德科集团与欧洲工商管理学院（INSEAD）及谷歌（Google）联合发布了 2020 年《全球人才竞争力指数报告》（GTCI）。报告指出，瑞士继续领先全球人才竞争力，排名从 2013 年指数首次发布至今一直稳居第 1 位。美国则从去年的第 3 位上升至今年的第 2 位，新加坡比去年下降 1 位，今年排名第 3。中国从去年的第 45 位，跃升 3 位至今年的第 42 位，但在不同核心领域的表现参差。研究表明，中国由于拥有较为领先的教育系统及创新能力，在全球知识技能方面表现突出，但在吸引人才和职业及技术技能两项指标则相较排名不够理想。2016 年发布的《制造业人才发展规划指南》估算，2025 年，新一代信息技术产业、生物医药和高性能医疗器械、节能与新能源汽车、新材料、机器人领域人才缺口将分别达到 450 万人、40 万人、103 万人、400 万人和 450 万人。此外，我国资深人工智能人才数量与美国差距显著，10 年从业者仅占 38.7%，而美国的 10 年以上 AI 从业人员比例达到 71.5%，为全球最高。

人才管理这一概念出现于 90 年代，多被企业用来招募、发展和保留人才，

通过人才来驱动公司的业绩。传统的人才挖掘、分析和管理方式主要依赖招聘猎头和人事工作者积累的人脉资源和管理经验,使得在人才管理过程中容易存在经验性、主观性、碎片化、模糊化、滞后性等缺陷。信息时代,随着大数据、人工智能、云计算等技术的发展和成熟应用,借助智能化技术手段协助人才挖掘和管理,具有科学性、客观性、完整性、清晰性、前瞻性等优点。图 20 展示了传统的和智能化的人才管理方式优缺点。

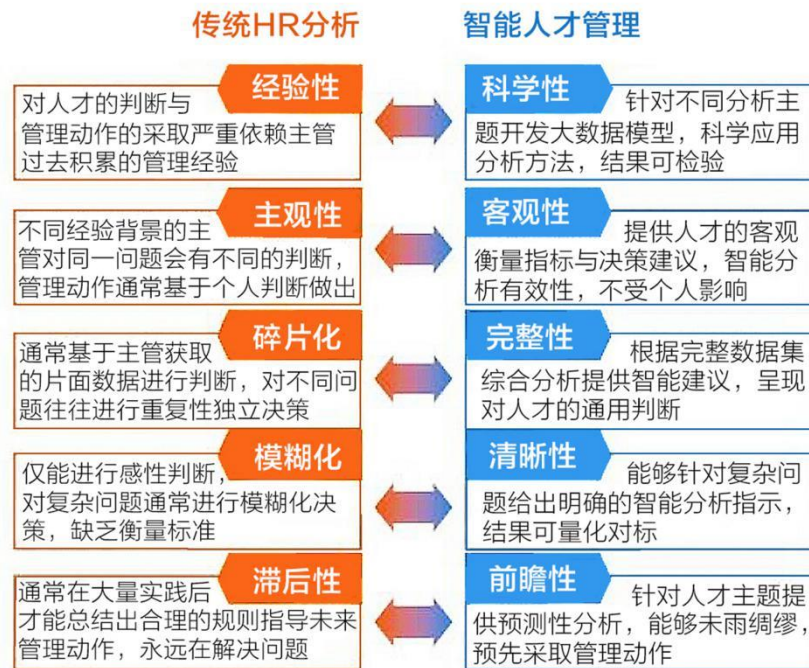


图 20 传统和智能化的人才管理对比

利用大数据、知识图谱等人工智能技术开展人才工作,是近年来国家战略的重要组成部分。全球范围内,研究发展大数据技术、运用大数据推动经济发展、完善社会治理、提升政府服务和监管能力正成为趋势。**AMiner 智慧人才系统**在一定程度上填补了国内将人工智能、大数据、知识图谱用于人才工作的空白,在技术先进性、数据规模、服务成熟度上,都具有相当的优势。该系统的官网地址为 top3-talent.com,具体功能请参见附录 2。

为了进一步说明智慧人才生态平台对人才队伍建设的积极促进作用,下面从政府、学校和企业三个角度进行案例陈述。

5.1 政府

5.1.1 任务背景

李某是 X 市组织部负责海外高端人才引进工作的工作人员。他接到了上级领导的工作安排：借助国家和政府制定的科技转型战略机会，梳理本市有优势的智能制造、先进装备等领域的人才状况，采集人才相关信息，并对比国内外同领域人才的分布、数量和质量等情况，形成相关领域的多层次战略人才储备库，最终为本市引进高端科技人才，建设高精尖人才队伍提供指导。

5.1.2 传统做法与不足

以上任务（即引进行业所需高端人才）的传统做法是通过联络相关部门寻找专业对口人才，运用各单位人员的人脉关系从各自渠道收集信息后，通过人工整理与专家分析形成人才评价报告。该做法存在下述不足：

- （1）传统做法过于依赖“人”，会影响信息的准确性，导致人才信息收集结果存在误差；
- （2）传统方法的辐射范围小，难以精准搜寻符合条件的人才；
- （3）对于某些研究领域特别垂直的项目进行评审时，难以挑出最佳人选，无法选出真正意义上的“小同行”；
- （4）邀请专家通常采用人工发送邮件方式，容易存在成本高、概率低等问题。

5.1.3 智慧解决方案

为了帮助李某实现高效、低成本引进高端人才的目标，可以借助智慧人才生态平台，通过地理、语言、获奖等维度筛选所需专家。以 XX 公司开发的智慧人才系统为例，支持人才寻找、人才评价、人才引进等多种功能，具体操作流程如下：

- （1）人才寻找：通过地理、语言、获奖等维度筛选所需专家

图 21 展示了领域人才寻找功能页面。首先，李某可以采用“选择、输入自

定义关键词”等方式获取目标领域，在系统中对领域人才进行查询；然后，系统反馈的结果中通过多维度属性过滤来浏览人才库中的人才，涵盖人才的基本信息并支持人才分布和统计数据分析；最后，利用“报告导出”功能将部分数据导出成一份带有可视化内容的分析报告。

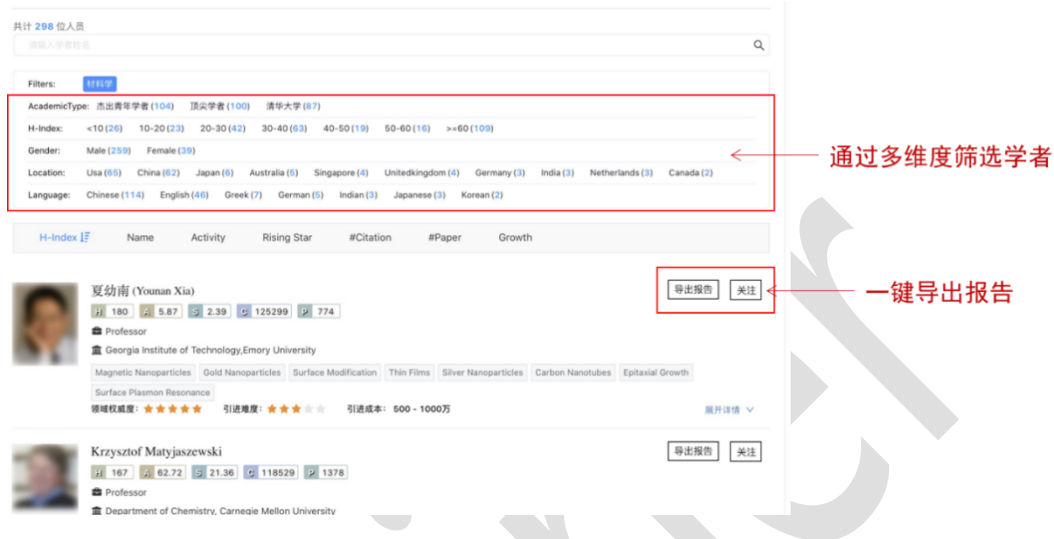


图 21 领域人才寻找功能展示

(2) 人才评价：对人才信息进行动态或静态的描述和评价

图 22 展示了人才描述和评价的功能页面。通过构建人才库，李某上传参评候选人的简要信息名单，即可快速获取候选人的完整信息和各类关联信息。并以创新人才评价指标为统一基准，运用数据挖掘分析算法，对候选人进行统一标准地挖掘分析，提供“人才基础画像”、“人才影响力评价”、“人才成长评价”、“人才潜力预测”和“人才信誉评价”等分析结果和可视化，并提供批量评价结果报告导出的功能，方便科技管理部门的使用。



图 22 领域人才评价功能展示

(3) 人才引进：分析人才引进的各方面因素，提供引进策略。

在系统内将引进对象列入重点关注，自动收集和分析引进对象的相关消息，以及与其密切有关的人物（例如配偶、老师、学生、同事等）的相关信息，并分析引进对象的主要动向信息，分级分类，推送较为重要的信息给用户，协助其及时掌握对象的行动轨迹和活动内容，提供可能的接触机会。图 23 展示了引进学者的学科贡献度分析功能页面，可为引进学者的价值分析提供参考。

学科贡献度 ★★★★★

如果引进该专家，引进后该学者的学科贡献度为178（贡献度无上限值，越高对学科的发展越有益），该专家的引入能帮助该学科发展 复合材料的制备、合成与制备技术、纳米结构与探测技术等学科，参见图 2-1。

当前在该学科的欠缺度是 38%，此数值是归一化处理后的数值，大小范围为 0~100% 之间，数值越大表示在该专家的研究领域空白度越大。

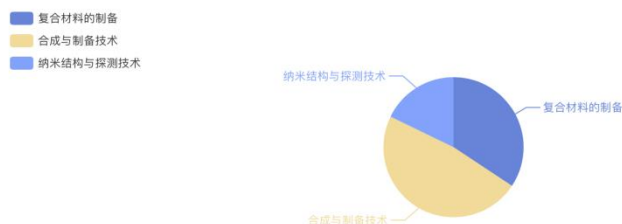


图 2-1 该专家能助力发展的学科

该专家在 Magnetic Nanoparticles（领域成就值：194）、Gold Nanoparticles（领域成就值：194）、Surface Modification（领域成就值：194）、Thin Films（领域成就值：194）、Silver Nanoparticles（领域成就值：194）、等领域都有较高建树，对应地，学者库中学者在这些领域的平均成就值分别为：23、3、22、27、5，参加图 2-2。

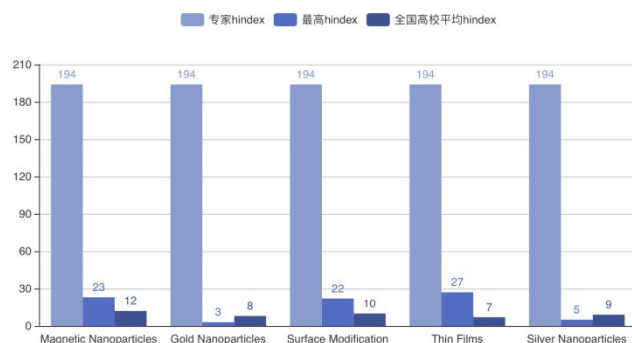


图 23 领域人才引进功能展示

5.1.4 代表性案例

基于国家某部委需要一套可以支持专家智能推荐的专家指派系统的项目需求，为其构建了一套专家智能指派系统，主要功能如图 24 所示。

在构建专家智能指派系统过程中，遇到的主要困难包括：项目指南学科交叉的特殊性、专家库中专家自填关键词粒度不一致等，直接从科技部现有专家库中匹配小同行的精准度不能满足需求。针对以上难点，采用的解决方案是：以研究项目指南为输入，采用深度语义分析和智能匹配算法，自动推荐适合参与研究项目评审的专家候选名单。专家智能匹配流程包含五个部分：

- （1）数据源获取：包含科技关键词网生成、专家以及指南数据处理过程；
- （2）关键词抽取：指南内容语义表示建模；
- （3）学科分布：给出指南包含学科的概率分布；
- （4）专家智能抽取：计算指南与相关学科专家信息语义相似度，提供专家推荐与排序服务。

(5) 结果处理：专家筛选，生成最终推荐名单。

基于以上处理流程，系统可以实现从申请指南到评审专家的可视化辅助决策；根据项目不同需求筛选专家条件，实现灵活专家推荐；基于语义智能匹配，提高“小同行”匹配的精准度等功能。



图 24 专家智能指派系统主要功能展示

5.2 学校

5.2.1 任务背景

陈教授是某高校统计与数学学院院长，学院计划在明年新增“数据科学与大数据技术”专业。陈教授想为该专业聘请一位有实力的系主任，以推动新专业发展。于是陈教授向其他教师了解情况，试图利用本校教职工的人脉圈，推举出合适的人选担任该职位。最后老师们推举出的人选们都已经各个高校任职，由于高校工作具有较强的稳定性，被举荐人并不愿意更换工作，导致陈教授未能成功聘请到系主任。

5.2.2 传统做法与不足

通过内部人员推举身边的亲朋好友的方式甄选到的人才范围十分有限，所推举的人才大都局限在个别区域、个别院校、个别单位。虽然同属于知识分子，但

是隔行如隔山，老师们对于其他专业的了解程度并不深入，如果再精确到某个细分专业，所推举的人才更未必适合这个工作。整体而言，通过传统做法寻找人才效率低，人才覆盖的范围小、数量少，难以获取全学科领域人才全面准确的信息，人才引进渠道单一被动，信息不畅通。

5.2.3 智慧解决方案

为了解决以上传统人才推荐做法的不足，有必要借助智慧人才技术体系打造学术校园生态平台，将学者库建设融入到校园管理生态，通过融合多源异构学者数据、对学者的学术影响力进行追踪和统计分析等，为获取全学科领域人才全面准备的信息提供数据支撑。



图 25 学者库人才管理界面展示

陈教授借助智慧人才系统的“寻”、“评”、“引”、“留”四个功能顺利完成了工作：

(1) “寻”：帮助陈教授将搜寻范围扩大到全球，无限延伸人才网络，精准搜寻定位全球范围内符合条件的海内外人才，找出传统方法难以触及的学者。陈教授可在线提交发布人才需求，系统将根据需求以及高层次人才岗位任职资格、条件、薪酬、目标国家地区等信息，通过智能搜索和筛选引擎，快速匹配对接符合条件的海内外高层次专家，实现对某一特定技术领域专家人才的寻找。同时提供他们的离职可能性分析、引进的难度和社会关系网络等。并且通过其社会关系网络，可以挑选出其中与本校职工有联系的专家，便于对其进行深入了解。

(2) “评”：评估所寻的专家与陈教授学院所需求岗位之间的匹配度。系统可以获取在相似领域具有竞争力的学者，分别找出他们的优势、短板和核心竞争力。这个系统不仅能够快速对评审材料的格式进行检查、校验，还能够对评审对象的学术成果进行复合维度的鉴定：不但可以对学术成果的真伪进行快速判断，而且这个系统提供的评测指标不再是传统的“唯五论”，而是更加科学、清晰的指标。当陈教授输入感兴趣的学者，该情报系统可以提供陈教授感兴趣的学者的信息、得出竞争学者之间的对比和分析、触达方式等，同时为他推送这些学者的实时资讯。

(3) “引”：

- a) 引群体：陈教授登录智慧人才系统，打开人才引才分析和模拟器，构建了本系现有科研人员的人才库，并逐个分析了候选人才与本系的契合度，包括科研领域契合度（填补空白或同质化竞争，带头作用、鲶鱼作用、长远布局）、合作资源和倾向契合度、引进成本和持续资源需求等。并通过人才引进模拟器功能，模拟了引进对象和本系在未来一段时间内各方面数据的变化情况，包括人才水平变化、资金变化、合作圈变化和影响力变化等。
- b) 引个体：智慧人才系统会根据陈教授的要求找到全球所有值得引进的人才；评估学者的竞争力，评估学者在同行业/同龄学者中的学术地位；评估这些学者的倾向、态度和引进难度；评估引进以后将会给学院带来哪些正面效果，预测学者的发展前景等。

(4) “留”：通过智慧人才的“人才流失预警”实时掌握（区域内、单位内）重点人才的动态信息，获取系统推送的人才流失概率分析结果，并对重点对象可能流动的对标区域/单位进行预测。

5.2.4 代表性案例

(1) XX 大学引进人才分析系统

XX 大学引进人才分析系统以 AMiner 平台 1.3 亿学者大数据为基础，解决了传统方法手段难以获取全学科领域人才全面、准确的信息等问题。该系统可以实现：（1）通过大数据挖掘和智能筛选构建所需的学科方向的学者库；（2）筛选

全球顶尖学者以及青年优秀学者；（3）对青年优秀学者提供成长性预测，助力多层次人才布。

该系统的功能界面如图 26 所示，主要功能包括：（1）分析目标人才密切相关的人物，分析其中的主要动向信息；（2）协助用户及时掌握对象的行动轨迹和活动内容，提供可能的接触机会；（3）基于学者画像，提供学者数据的查询、浏览、管理等功能。

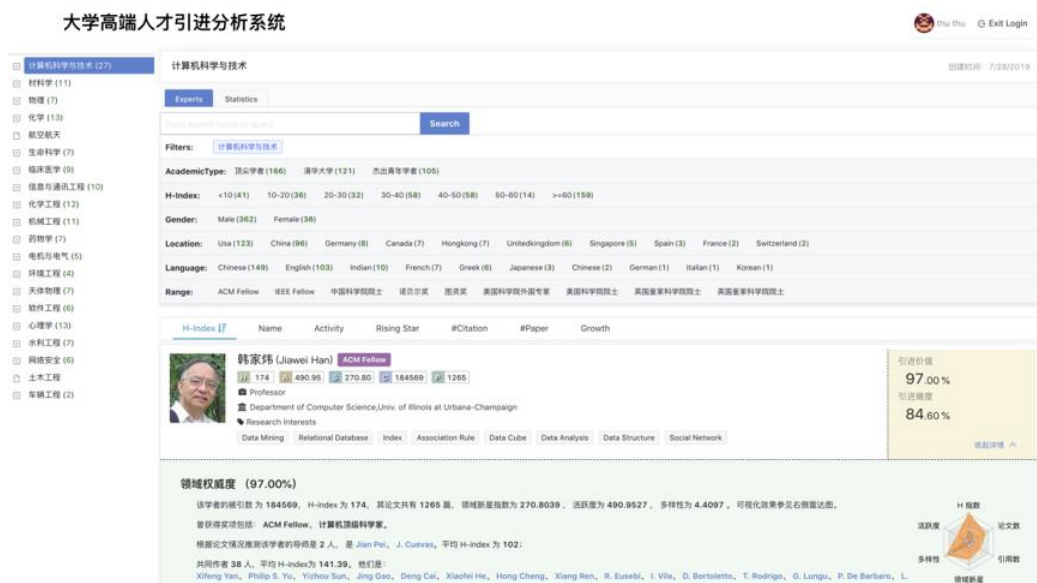


图 26 XX 大学引进人才分析系统界面展示

（2）XX 大学国际评估专家推荐系统

XX 大学国际评估专家推荐系统是一套智能推荐最佳评审专家系统。针对传统方法无法准确获取评审专家的信息等问题，该系统结合 AMiner 平台中的全领域全球专家库，通过智能化匹配算法自动推荐适合参与职称评审的专家候选名单，基于语义分析与智能分析获取满足评审要求的同行专家名单，实现人工智能辅助的学术同行分类与智能推荐。通过建立国际评估专家推荐系统，为大学高校教师评选职称推荐合适的评审专家。图 27 展示了该系统的主要功能页面，可以根据搜索结果定位出准确的专家，每位专家具有完整信息页面，以及提示信息中的链接直接访问深度分析结果页面。

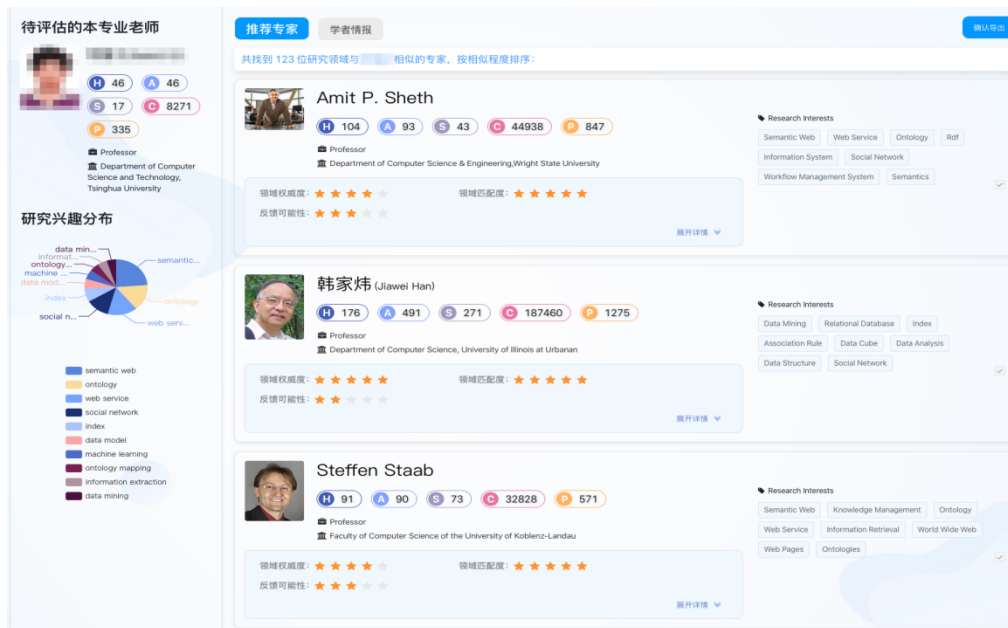


图 27 XX 大学国际评估专家推荐系统界面展示

5.3 企业

5.3.1 任务背景

某大型科技企业创办了一个校园“科技创新投资项目”，由王总负责。该项目向学生提供 500 万的创业投资资金。项目的主要目的是联系并挖掘优秀在校大学生，将其吸收进企业，从而加强公司的人才队伍建设。项目内容是面向国内各高校学生，对其中有前景的科技创新产品进行投资，帮助大学生实现创业梦想。

5.3.2 传统做法与不足

人才与信息是企业发展的最重要的资源，也是当今企业之间竞争的焦点。只有同时掌握了高质量人才与行业信息，企业才能在市场竞争中取得优势。企业现有的人才招聘方式主要依靠现场招聘、网络招聘、校园招聘、传统媒体广告、人才介绍机构、员工推荐等，具有成本高昂、应聘者范围有限等局限性，难以获取高质量且与岗位需求精准匹配的应聘者。此外，在人才引进方面，面对海量的专家学者，借助传统同行评议的方式一方面造成人力成本大大增加，另一方面细分领域的专家学者难以邀请。

5.3.3 智慧解决方案

王总借助智慧人才系统的“寻”、“评”、“留”三个功能帮助企业完成任务：

(1) “寻”

- a) 寻群体：为了在提升招聘对象质量，王总订阅了智慧人才平台提供的“校园精英”信息服务。该服务自动收集在各类顶级国际会议期刊上发表论文的名校杰出学生团队、参与大型创业比赛和招标的优秀团队信息，包括团队的成立时间等。并在团队学生本人同意的情况下向其推送企业投资项目信息，或者以邮件方式向王总推送重点关注类型的学生团队信息。
- b) 寻个体：王总需要找到合适的评审专家来审核“科技创新投资项目”，但是面对无数活跃在一线领域学者，在缺乏智能分类标签或筛选的情况下难以快速定位能与该项目对接的专家人才。过去主要通过传统的人脉关系去寻找专家，但是传统的人脉关系较为散乱、缺乏系统性，收集到的信息不够准确全面。而智慧人才系统的评审项目专家推荐系统通过智能匹配技术，依托亿级高端人才智力资源，精准匹配推荐小领域专家，助力评审工作有效进行。

(2) “评”：王总需要合理分配 500 万资金，并将资金按合适的比例分配于各个优秀的创新团队中，因此他需要听取创新竞赛专家的建议。通过使用智谱华章的人才评价产品，能让他了解到高校里各科技人才的信息和学术影响力。并能够提供科技人才之间的人际关系信息，例如那个学生和那个教授之间的联系。

(3) “留”：通过该服务，王总成功招聘到若干名高校的优秀科技创新团队的大学生。同时校园精英系统还向王总提供了近年杰出学生的就业、实习方向的统计情况，王总可以了解到其他单位是如何与人才接触并建立联系的，还可以知晓这些单位分别曾与哪些人才、团队建立过联系。

5.3.4 代表性案例

为 XX 公司建设的学术资源地图平台是一套拥有人才地图的引进系统，实时

掌握了高质量人才与行业信息。该平台解决了招聘者与企业和岗位要求不能精准匹配，猎头收费高昂；以及对技术前沿缺乏有效了解，对自身及其他企业无法准确定位等问题。针对以上问题，该平台采用的解决方案包括：（1）人才对接系统。根据各种需求对接可能满足要求的人才，并补充人才评价；（2）人才地图。以图表的可视化形式，宏观统计层面反映人才库内各类人才的基本信息以及分布和统计情况；（3）前沿分析。预测人才流失的风险概率，以及企业在未来一段时间内的人才水平变化、资金变化、合作圈变化、影响力变化等各方面数据的变化情况。

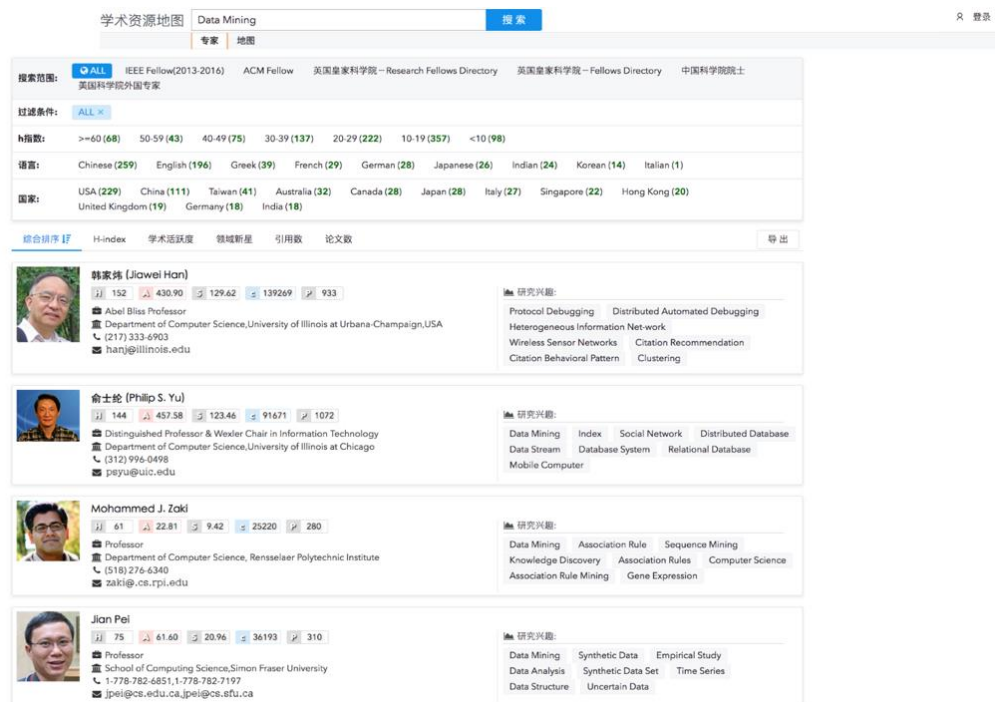


图 28 XX 公司学术资源地图平台界面展示

6 智慧人才发展对策

人才问题历来是经济社会发展的核心问题，也是理论研究者与实践工作者关注的重大问题。如何将大数据、人工智能、云计算等智能化技术融入人才大数据和管理任务中，打造一套智能人才管理体系和人才生态平台、提升人才治理能力和智能化水平，是政府、企业、高校等人才业务关联部门需要重点关注的重大课题。本节结合政府、高校、企业等机构的人才应用场景，从人才挖掘、引进、评价等业务中总结了部分痛点问题，如表 6 所示。

表 6 人才应用场景的痛点问题

场景	痛点
人才挖掘	(1) 人才数据规模庞大、分布零散、动态变化、多源异构、歧义多样
人才评价	(1) 难以精准匹配细分领域专家学者；(2) 无法准确、全面获取人才多方面信息；(3) 同行评议存在主观性和片面性
人才引进	(1) 引才渠道不够宽阔，单一被动，信息不畅通；(2) 引进人才效果难以评估；(3) 难以获取全学科领域人才全面、准确的信息；(4) 海量专家无从选择；(5) 专家网络无法建立； (4) 与人才联系紧密度有限；

在大数据和人工智能时代，人才队伍管理过程中主要痛点可以归结为：(1) 丰富多样的人才管理活动需要更加高效敏捷的运营；(2) 坐拥海量人才数据却并未深度挖掘利用，人才决策缺乏客观大数据支持和预测；(3) 缺乏可视智能化的人才管理平台，管理者无法及时全面了解团队成员能力现状及人才布局。

为了解决以上人才队伍管理过程中的痛点问题，提升人才运营效率，实时高效联结各行各业人才，为管理者提供人才决策的实时大数据支持，为人才定制个性化职业成长路径，为人才部门提供人才管理解决方案智库，有必要实现“智慧人才”管理模式。智慧人才旨在运用人工智能、互联网、大数据等现代信息技术手段，通过搭建起高质量的人才生态平台，实现人才情报的深度洞察，提升人才治理能力和智能化水平。依托智慧人才生态平台，利用大数据、云计算、人工智能等技术，可以实现人才大数据高效管理和人才情报深度洞察等功能（如图 所

示)。

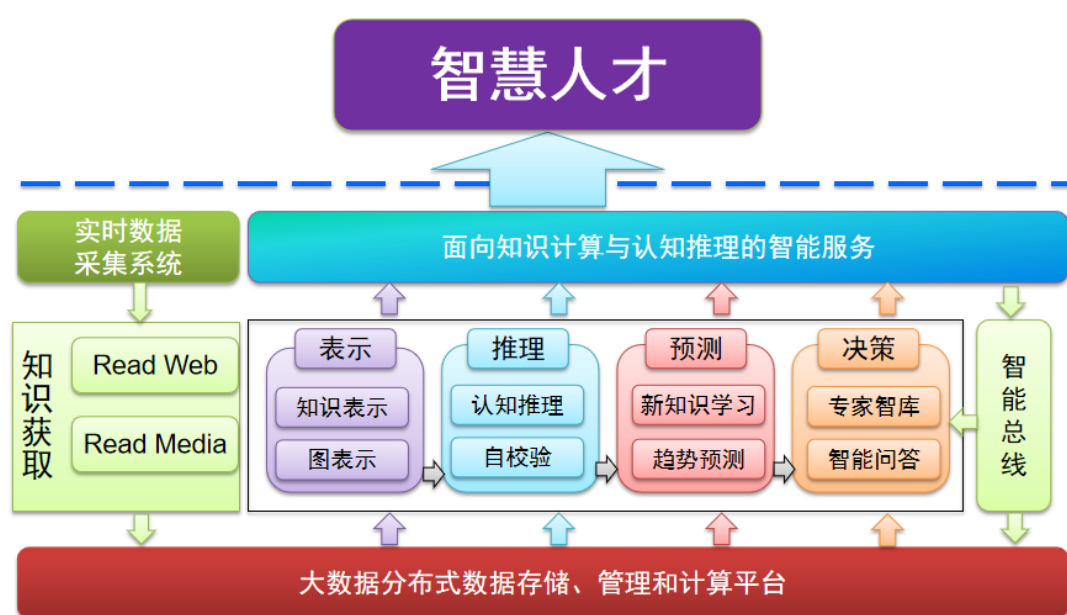


图 32 AI 驱动的智慧人才技术体系

下面介绍智慧人才理念在人才挖掘、人才评价、人才引进等应用场景的发展对策。

（1）人才挖掘

考虑到人才数据存在规模大、碎片化、异构化、噪音多、歧义大、动态变化等特征，比如，科研学者发表的论文数据分散在多个不同期刊和会议网站，不同来源的基本信息存在差异，任职单位和职称信息随时间会发生变化。需要利用大数据挖掘、自然语言处理、知识图谱等技术，对多源异构的人才多方面数据进行采集、清洗和融合，构建人才知识图谱，实现人才情报的深度洞察。以科研人才为例，从多种数据源中收集他们的基本信息（如性别、年龄、工作单位、职称、教育背景、个人简历等）、科研成果（如论文、专利、基金项目等）、社交信息等数据，便于学术水平评价、建立科研合作网络、分析研究方向相似的学者等功能实现，可用于国家、地区、机构、人才等创新主体的评价和高层次人才引进等任务。

（2）人才评价

现有的人才评价主要采用同行评议方法，但是同行评议方法需要邀请领域专家，一方面费时费力，另一方面细分领域的专家难以甄别，并且评议结果容易掺杂专家的主观感受，影响了结果的客观性。此外，同行评议方法能够评审的对象

数量有限，不利于大规模的评价结果输出。信息化时代，人才数据急剧增加，同行评议无法满足大规模数据处理需求，并且如果评价缺乏刚性的定量化标准，相关评审政策与程序就可能存在公信力的质疑。基于前述的智能化技术挖掘的人才各方面信息，通过构建多精度人才语义画像（包括基础画像、关联画像、行为画像、心理画像），可以满足各种不同场景和数据维度下的人才评价需求，比如，不同学者之间的学术水平、活跃度、社交度等对比分析，人才事业生涯预测等，这有助于为人才引进提供数据支撑与参考。

（3）人才引进

在人才引进方面，现有方法主要采用人工寻找、联系、同行推荐等方式，但是这些方法存在难以获取全学科领域人才全面准确的信息、引才渠道单一被动、信息不畅通、引进人才效果难以评估等问题，容易造成花费较大的人力物力，但引进的人才难以达到理想效果。利用前述的智慧人才挖掘和评价技术，以及多精度人才语义画像，通过学科领域分析获取待引进候选人，然后通过对待引进候选人进行领域权威度（如成果、奖项荣誉、合作圈等）、领域贡献度（如领域建设、国际影响力等）、引进难度（如领域契合度、人文因素、工作因素等）等多种维度深入分析，获得可解释性的人才引进情报，为人才引进提供渠道、减少阻力并降低引进难度和成本。

智慧人才发展理念目前正处于利用大数据技术挖掘、分析人才多维度数据并进行可视化展示阶段，未来将向人才大数据的精准实时抓取、动态分析、态势感知、认知决策等方向发展。

参考文献

- [1] 董博. 中国人才发展治理及其体系构建研究[D]. 吉林大学, 2019.
- [2] 张涵. 《中国人工智能发展报告 2018》正式发布[J]. 中国国情国力, 2018, 000(008):80-80.
- [3] 缪甜佳. 国内外人工智能教育研究现状分析[J]. 大众标准化, 2020(16).
- [4] 张卫峰, 潘晨光, 刘霞辉, et al. 国内外专业人才资源开发政策比较研究[J]. 社会科学管理与评论, 2004, 000(002):17-28.
- [5] 杨月坤, 查柳. 国外科技人才评价经验的启示与借鉴——基于英国、美国、德国的研究[J]. 科学管理研究, 2020, v.38; No.234(01):157-162.
- [6] 金雪云, 杜金莲. 借鉴德国经验的中国工程人才关键能力优化培养[J]. 计算机教育, 2019, No.296(008):179-182.
- [7] 杨山石, 牛玉宏, 金春林, et al. 国内外高层次人才培养和引进政策探讨[J]. 中华医学科研管理杂志, 2019, 032(005):358-363.
- [8] 顾华详. 论我国创造性人才培养的战略措施[J]. 都江学刊:综合版, 2001, 013(002):7-15.
- [9] 童文胜, 危怀安. 国家科技奖励政策导向与创新型人才培养研究[J]. 科技进步与对策, 2009(20):182-186.
- [10] 蔡三发, 王倩, 沈阳. 人工智能赋能:高校学科建设的创新与发展——访中国工程院院士陈杰教授[J]. 电化教育研究, 2020, 000(002):5-9.
- [11] 梁松, 赖锦辉. 人工智能+教育时期高校学科建设新探[J]. 现代计算机(专业版), 2018, 630(30):59-62.
- [12] 张波. 世界发达国家或地区高端人才集聚的主要做法及其借鉴[J]. 上海党史与党建, 2019, 380(01):62-65.
- [13] 吴瑞君, 陈程. 我国海外科技人才回流趋势及引才政策创新研究[J]. 北京教育学院学报, 2020(4).
- [14] 刘云等. 全球科技人才集聚和流动趋势及我国引进人才政策建议[C]// 中国科协创新战略研究院, 2016.
- [15] 搜狐. 人工智能产业人才发展报告 (2019-2020 年版) [EB/OL]. https://www.sohu.com/a/405939230_781358.

- [16]搜 狐 . 2017 年 全 球 人 工 智 能 人 才 报 告 [EB/OL].
https://www.sohu.com/a/209368735_298038
- [17]腾 讯 网 . 人 工 智 能 产 业 人 才 岗 位 能 力 标 准 [EB/OL].
<https://cq.qq.com/a/20190828/001820.htm>
- [18]Tang J, Zhang J, Yao L, et al. Arnetminer: extraction and mining of academic social networks[C]//Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. ACM, 2008: 990-998.

Arnetminer

附录 1 人工智能领域高水平期刊和会议列表

序号	期刊/会议全称	期刊/会议简称
1	ACM International Conference on Multimedia	MM
2	IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics	TVCG
3	IEEE Visualization Conference	IEEE VIS
4	ACM Conference on Computer and Communications Security	CCS
5	IEEE Symposium on Security and Privacy	S&P
6	USENIX Security Symposium	USS
7	ACM International Conference on Mobile Computing and Networking	MobiCom
8	ACM SIGCOMM Conference	SIGCOMM
9	ACM Symposium on Operating Systems Principles	SOSP
10	USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation	OSDI
11	ACM Symposium on Theory of Computing	STOC
12	IEEE Annual Symposium on Foundations of Computer Science	FOCS
13	IEEE International Solid-State Circuits Conference	ISSCC
14	Design Automation Conference	DAC
15	ACM/SIGDA International Symposium on Field-Programmable Gate Arrays	FPGA
16	IEEE Internet of Things Journal	IoT-J
17	IEEE Transactions on Wireless Communications	TWC
18	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	ACL
19	Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing	EMNLP
20	North American Chapter of the Association for Computational Linguistics	NAACL
21	IEEE International Conference on Robotics and Automation	ICRA
22	IEEE RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems	IROS
23	International Semantic Web Conference	ISWC
24	International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning	KR
25	IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing	ICASSP
26	ACM SIGMOD International Conference on Management of Data	SIGMOD
27	International Conference on Very Large Data Bases	VLDB
28	ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems	CHI
29	ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing	CSCW

30	ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining	KDD
31	ACM International Conference on Web Search and Data Mining	WSDM
32	International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval	SIGIR
33	ACM Recommender Systems	RecSys
34	International World Wide Web Conference	WWW
35	ACM SIGGRAPH Conference	SIGGRAPH
36	ACM Transactions on Graphics	TOG
37	AAAI Conference on Artificial Intelligence	AAAI
38	International Joint Conference on Artificial Intelligence	IJCAI
39	Annual Conference on Neural Information Processing Systems	NeurIPS
40	International Conference on Machine Learning	ICML
41	International Conference on Learning Representations	ICLR
42	IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition	CVPR
43	IEEE International Conference on Computer Vision	ICCV
44	European Conference on Computer Vision	ECCV

附录 2 AMiner 智慧人才系统功能与服务

AMiner 智慧人才系统采用 SaaS 服务模式。客户仅需提供管理员的联系方式，就可迅速完成具备独立域名的平台搭建，快速使用产品提供的各项功能，还可根据运维要求灵活部署，并基于用户的业务需求快速扩展产品功能与服务。

一、人才智库

这项服务源于清华大学知识工程研究所建成的科技情报挖掘与智能服务平台，收录了超过 2.3 亿篇的论文文献、论文引用关系达 7.5 亿，收录学者 1.3 亿人，其中超过 100 万专家数据经过了人工标注与审核，建立了如各国院士、大奖获得者、ACM fellow、各领域知名学者、知名高校教师、优秀青年人才等一系列特色人才智库，特色人才智库的数量超过了 1000 个。

查找目标学者功能

1. 通过访问特色人才智库来查看已经进行分类的人才信息。
2. 通过人才智库首页提供的全局检索。用户可以根据学者的研究领域、姓名以及机构进行检索，系统提供的检索功能是基于大规模知识图谱的人才语义检索，可以智能理解用户查询的语义信息，自动从学科领域、人才姓名、研究兴趣、就职单位等多个维度对系统提供的专家智库进行快速而准确地检索，准确定位用户寻找的专家人才，并提供多维度人才语义属性的快速过滤和智能排序。

二、人才特征画像

智慧人才系统针对全球人才，依托科技大数据挖掘技术，对人才特征进行全面评价描绘，采用**自动画像引擎**为每位人才抽取分析最具代表性的学术标签。

除了每位人才的精准、细致基本信息外，也会对人才的荣誉奖项、研究兴趣、学术评价、合作关系、科研成果、工作学习经历、相似学者、社交活跃度，学术活跃度，研究兴趣跨度等综合信息进行深度挖掘，收集有价值的情报信息，建立**高精度的编委动态画像档案**，并可按照以上维度建立综合评价模型，支持根据不同的评价角度和侧重，灵活调整模型，为专家学术成就评价提供客观的依据和辅助决策的支撑。

1. 基础画像

智慧人才系统依托大数据挖掘技术，提供每位人才的基础画像。如图 29 所示，基础画像是关于每位人才的精准细致的基本信息的描述，包括工作经历、教育背景、个人简介、学术网络关系图以及学者的学术雷达图（涵盖论文发表数、论文引用量、H 指数、G 指数、社会影响力、多样性和活跃度等七个维度指数）。

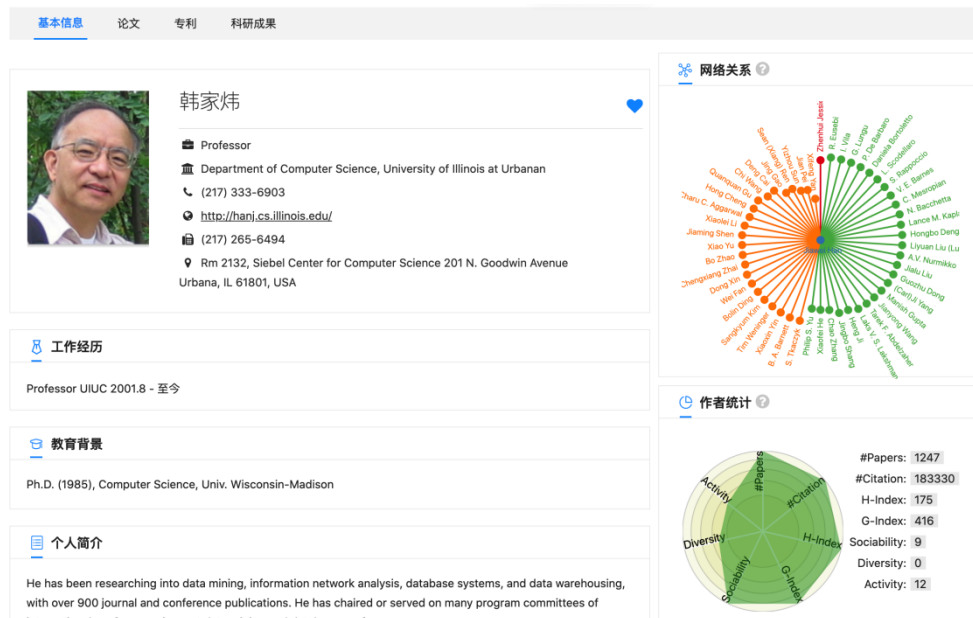


图 29 基础画像

2. 关联画像

智慧人才系统根据每位人才在相关领域取得的学术成果、专利奖项、研究兴趣和科研项目等情况，制定了关联画像。具体信息如图 30 所示。

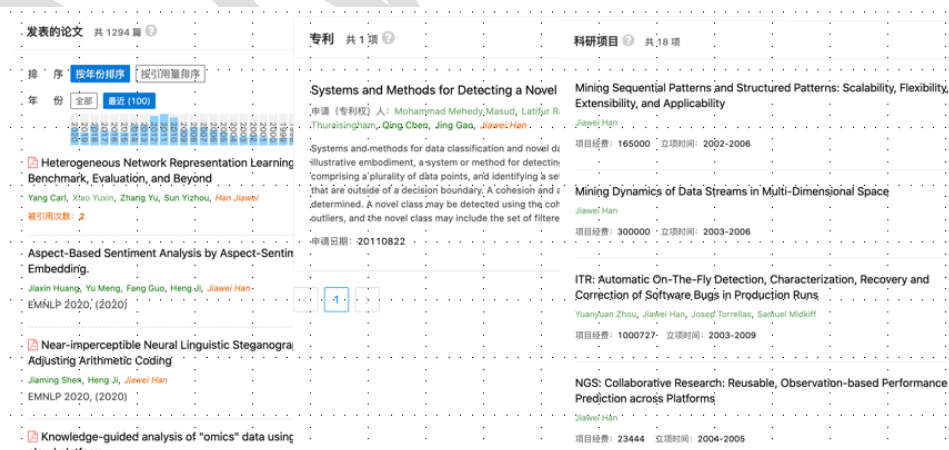


图 30 关联画像

3. 分析画像

(1) 权威度分析

智慧人才系统从每位专家的 H 指数、论文发表数量、论文引用次数、科研团队情况等方面进行权威度分析。同时评析得出引进该专家后对学科领域的贡献

度，让用户了解到每位人才的优势领域和欠缺领域，便于人才组合。示例信息如图 31 所示。



图 31 权威度分析

(2) 引进分析

智慧人才系统还分析了每位人才的引进难度，列举了诸如语言、国家等文化差异指标，同时也根据其社交关系网找出降低难度的渠道。综合专家在领域权威度、引进难度、专家职位、头衔、奖项等因素预估算出人才引进成本。示例信息如图 32 所示。

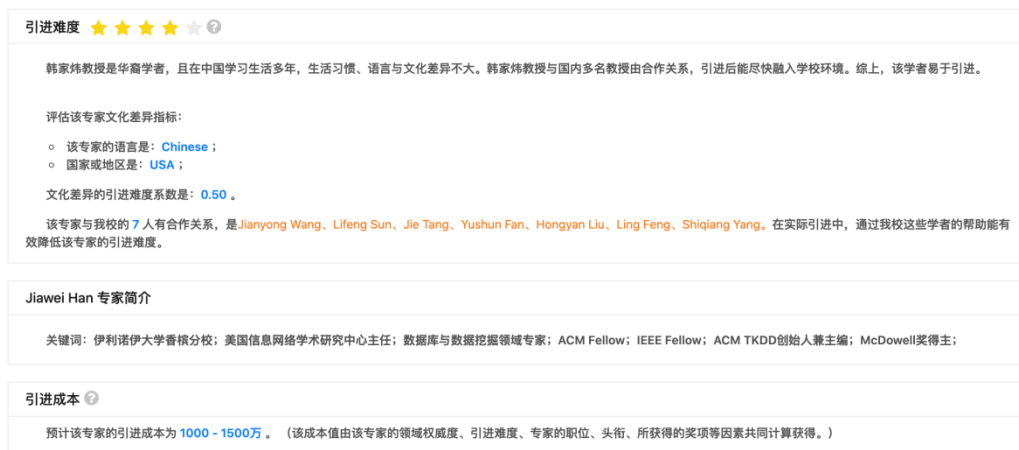


图 32 引进分析

4. 人才动态

智慧人才产品基于全网优质资讯内容，将科技进展、科研成果、重要奖项、人才迁徙等报道文章，人才信息进行结合，形成“人才多位画像+实时动态情报”的人才情报服务。

5. 人才地图

如果说人才智库是聚焦人才信息本身，提供的是“微观层面”的服务，那么人才地图则是在宏观层面提取了各地区、各研究领域的人才数据，对人才结构、发展目标等多维度指标进行分析和预测，提供对人才数据的可视化展示，实现对学者的“按图索骥”。

未来，智慧人才产品将结合对科技发展和成熟趋势 IDE 分析，实现对人才发展的态势感知、预测分析和仿造模拟，提供决策建议，并对决策效果进行实时模拟、数据跟踪和效果比对，为决策者和研究人员提供量化评估反馈的工具。