

总 报 告

General Report

B .1

2022年中国人工智能人才发展报告

莫 荣 刘永魁 战梦霞 *

摘 要： 随着人工智能技术的不断创新与完善，人工智能产业蓬勃发展，对人工智能人才的需求日益旺盛，我国人工智能人才供给存在较大缺口，亟待补齐。本报告系统梳理了我国人工智能人才发展的政策、产业、区域和教育环境，依托猎聘大数据全面分析了我国人工智能人才培养现状、供给特征和需求情况，阐明了人工智能人才培养存在的难点，并结合各地出台的“十四五”期间支持人工智能发展的相关政策，提出建立政产学研一体化培育机制、加大产教融合培养模式推进力度、优化人工智能人才培养体系、释放人工智能职业技能等级的市场评价活力等对策建议。

* 莫荣，中国劳动和社会保障科学研究院院长、研究员，主要研究领域为就业、职业培训、人力资源管理、国际劳动保障等理论和政策；刘永魁，中国劳动和社会保障科学研究院管理学博士，主要研究领域为就业服务和职业标准；战梦霞，中国劳动和社会保障科学研究院宏观战略研究室主任、研究员，主要研究领域为劳动就业、人力资源、职业标准、公共服务等。



关键词： 人工智能 人工智能人才 就业 产教融合

一 中国人工智能产业人才发展环境

（一）政策环境：中长期宏观统筹与保障技术创新应用协同发力为人工智能人才发展指明方向

党中央、国务院高度重视人工智能产业及人才发展。在“2018世界人工智能大会”上，习近平主席在贺信中提出：“新一代人工智能正在全球范围内蓬勃兴起，为经济社会发展注入了新动能，正在深刻改变人们的生产生活方式。”^① 习近平主席强调，中国正致力于实现高质量发展，人工智能的发展应用将有力提高经济社会发展的智能化水平，有效增强公共服务和城市管理能力。2019年5月16日，习近平主席向“国际人工智能与教育大会”致贺信，深刻指出：“把握全球人工智能发展态势，找准突破口和主攻方向，培养大批具有创新能力和合作精神的人工智能高端人才，是教育的重要使命。”^② 习近平总书记的重要论述，为加大人工智能人才培养力度、扩大人工智能人才规模、促进人工智能产业实现高质量发展提供了根本指引。

从2015年5月国务院在关于中国制造业发展的相关通知中提出，以推进智能制造为主攻方向，完善多层次多类型人才培养体系，到2022年1月12日《国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知》提出，高效布局人工智能基础设施，提升支撑“智能+”发展的行业赋能能力，国务院及相关部门出台了一系列政策（详见表1），支持人工智能产业及人才发展。与此同时，各省区市也相继出台了200余件具体配套政策文件，进一

^① 《习近平致信祝贺2018世界人工智能大会开幕强调 共享数字经济发展机遇共同推动人工智能造福人类》，央广网，http://m.cnr.cn/news/20180917/t20180917_524362811.shtml，2018年9月17日。

^② 《习近平向国际人工智能与教育大会致贺信》，央广网，http://china.cnr.cn/news/20190517/t20190517_524615616.shtml，2019年5月17日。

步促进人工智能人才培养、人工智能技术应用和人工智能产业发展。鉴于近年来对此类政策梳理汇总的报告较多，本报告不再详细列明。总结各地人工智能发展政策可知，各地充分结合区域特色，强调人工智能技术的实践应用，将人工智能与传统产业融合，以加快产业的转型升级，提高经济发展质量。

表1 2016~2021年中国人工智能产业及人才发展的相关政策

时间	部门	名称	内容
2016年11月	国务院	《国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》(国发〔2016〕67号)	培育人工智能产业生态,促进人工智能在经济社会重点领域的推广应用,打造国际领先的技术体系。
2017年7月	国务院	《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)	壮大人工智能高端人才队伍,把高端人才队伍建设作为人工智能发展的重中之重。
2017年12月	工业和信息化部	《工业和信息化部关于印发〈促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020年)〉的通知》(工信部科〔2017〕315号)	以多种方式吸引和培养人工智能高端人才和创新创业人才,支持一批领军人才和青年拔尖人才的成长。
2018年4月	教育部	《教育部关于印发〈高等学校人工智能创新行动计划〉的通知》(教技〔2018〕3号)	明确提出完善人工智能领域的人才培养体系
2018年9月	国家发展改革委等19部门	《关于发展数字经济稳定并扩大就业的指导意见》(发改就业〔2018〕1363号)	加快形成适应数字经济发展的就业政策体系,大力提升数字化、网络化、智能化就业创业服务能力,大力培育互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能等领域的就业机会。
2018年11月	工业和信息化部	《工业和信息化部办公厅关于印发〈新一代人工智能产业创新重点任务揭榜工作方案〉的通知》(工信厅科〔2018〕80号)	征集并遴选一批掌握人工智能核心关键技术、创新能力强、发展潜力大的企业、科研机构等,调动产学研用各方积极性。



续表

时间	部门	名称	内容
2019年3月	中央深改委	《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》	提出促进人工智能和实体经济深度融合,坚持以市场需求为导向、以产业应用为目标,深化改革创新,优化制度环境,激发企业创新活力和内生动力,结合不同行业、不同区域特点,探索创新成果应用转化的路径和方法,构建数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济形态。
2020年1月	教育部、国家发展改革委、财政部	《教育部 国家发展改革委 财政部印发〈关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见〉的通知》(教研〔2020〕4号)	提升人工智能领域研究生培养水平,为我国抢占世界科技前沿、实现引领性原创成果的重大突破提供更加充分的人才支撑。
2020年7月	国家标准化管理委员会等5部门	《国家标准化管理委员会 中央网信办 国家发展改革委 科技部 工业和信息化部关于印发〈国家新一代人工智能标准体系建设指南〉的通知》(国标委联〔2020〕35号)	到2023年,初步建立人工智能标准体系,重点研制数据、算法、系统、服务等重点急需标准,并率先在制造、交通、金融、安防、家居、养老、环保、教育、医疗健康、司法等重点行业和领域进行推进。
2020年9月	科技部	《科技部关于印发〈国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引(修订版)〉的通知》(国科发规〔2020〕254号)	提出开展人工智能技术应用示范、人工智能政策试验、人工智能社会实验,积极推进人工智能基础设施建设;到2023年,布局建设20个左右的试验区。
2021年12月	国务院	《国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知》(国发〔2021〕29号)	高效布局人工智能基础设施,提升支撑“智能+”发展的行业赋能能力。深化人工智能、虚拟现实、8K高清视频等技术的融合,拓展在社交、购物、娱乐、展览等领域的应用,促进生活消费品质的升级。

资料来源:笔者根据公开资料整理。

(二) 产业环境：转型升级与系统集成为人工智能人才发展提供动能

根据《中国互联网发展报告（2021）》，2020年，我国人工智能产业规模达3031亿元（详见图1），增速略高于全球增速。我国人工智能企业共计1454家，位居全球第二。^①为推动人工智能与经济社会的融合发展，我国依托领军企业建设了15家新一代人工智能开放创新平台，覆盖基础软硬件、自动驾驶等多个领域。

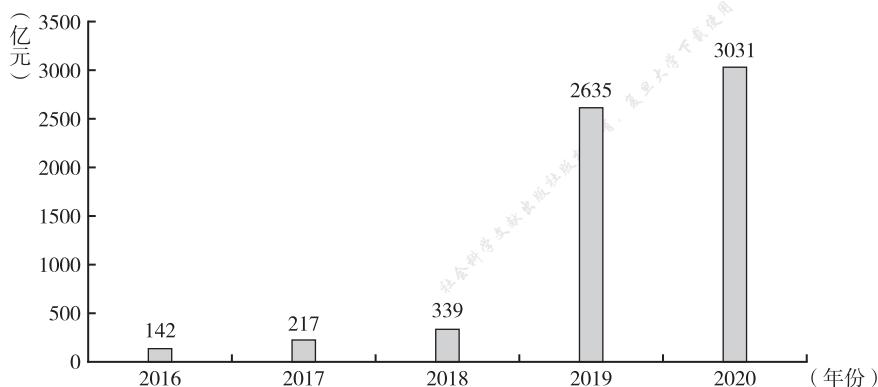


图1 中国人工智能产业规模（2016~2020年）

资料来源：中国互联网协会：《中国互联网发展报告（2021）》。

中国新一代人工智能发展战略研究院选取了2205家人工智能企业、15家国家级人工智能开放创新平台、52家人工智能新型研发机构和48家新型平台主导的农村网络空间产业生态作为样本，形成了《中国新一代人工智能科技产业发展报告（2021）》。该报告显示，从2205家人工智能企业对三次产业的技术赋能看，第三产业（78.05%）高于第二产业（21.45%），第二产业高于第一产业（0.49%）；截至目前，人工智能和实体经济的融合发展主要发生在第三产业。

^① 《位居全球第二，截至2020年，我国人工智能企业共计1454家》，新浪网，https://k.sina.com.cn/article_7517400647_1c0126e4705902233e.html，2021年12月18日。



在对第二产业的技术赋能中，从高到低的排序为制造业（87.24%），建筑业（5.91%），电力、热力、燃气及水生产和供应业（5.63%），采矿业（1.22%）。在对制造业的技术赋能中，从高到低的排序为计算机、通信和其他电子设备制造业（31.35%），汽车制造业（21.68%），电气机械和器材制造业（8.18%），专用设备制造业（7.30%），通用设备制造业（4.03%）。

在对第三产业的技术赋能中，排序从高到低为信息传输、软件和信息技术服务业（27.28%），科学和技术服务业（20.64%），金融业（11.63%），租赁和商务服务业（10.87%），批发和零售业（8.87%）。

人工智能和实体经济的深度融合发展表现为消费互联网的升级和产业互联网的发展。其中，农村网络空间产业生态的形成和发展是消费互联网升级的重要维度。基于48家移动互联网平台的数据分析表明，农村网络空间产业通过促进创业和就业为乡村振兴和巩固脱贫攻坚成果创造了条件。^①

（三）区域环境：一体化协调发展为人工智能人才发展拓展空间

2020年5月，《2020年政府工作报告》提出加快落实区域发展战略：继续推进西部大开发、东北全面振兴、中部地区崛起、东部率先发展；深入推进京津冀协同发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展；推进长江经济带共抓大保护；推动成渝地区双城经济圈建设。区域协调发展战略在促进产业结构优化升级的同时，也增强了人工智能人才发展的空间流动性。

以长三角地区为例，2020年长三角地区的数字经济总量达到10.83万亿元，占长三角地区GDP的44.26%，高于当年我国数字经济总规模（39.2万亿元）占GDP的比重（38.6%）。^②长三角地区的数字经济发展水平在全国名列前茅，在数字经济总量、数字产业化和产业数字化规模方面均高于国内其他主要城市群。数字经济是驱动人才高效汇聚，促进人才双向流动，实

^① 《〈中国新一代人工智能科技产业发展报告2021〉发布》，中国服务贸易指南网，<http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/article/szmy/hydt/202105/116704.html>，2021年5月26日。

^② 《长三角数字经济发展报告（2021）》，中国信通院，http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfbl-ztbg/202110/t20211008_390771.htm，2021年10月8日。

现长三角地区人力资本积累的重要力量，良好的数字经济发展环境将带动更多人工智能人才的聚集。

长三角地区出台多项政策促进人工智能人才发展。江苏出台《关于促进平台经济规范健康发展的实施意见》，全方位完善创新创业服务体系；安徽出台《支持5G发展若干政策》，加快5G人才的引进和培养；上海出台《上海市建设100+智能工厂专项行动方案（2020—2022年）》，积极推进智能制造应用型人才的培养；宁波制定《宁波市数字经济人才发展三年行动计划（2020—2022年）》，以满足本地数字经济快速发展对数字经济人才的巨大需求。其中，上海市将人工智能纳入市人才引进重点支持领域，创新开展人工智能专业高级职称认定工作，截至2020年底，累计有123人获得高级职称。

长三角地区人工智能发展势头强劲。在专利申请方面，长三角地区人工智能相关专利申请总量已超过12.8万件，特别是在医疗领域，与医疗相关的人工智能专利申请总量达4640件，其中，上海2070件，江苏1570件，浙江1000件。^① 在企业发展方面，以上海市为例，截至2020年底，上海人工智能产业重点企业超过1150家，工业互联网核心产业规模达到1000亿元，已培育15个具有国内影响力的工业互联网平台，建成94个示范性智能工厂，带动了12万家中小企业上平台。在人才培养方面，以上海市为例，上海市形成以高校为主的学科人才培养基地、以研究院所为主的专业继续教育基地和以龙头企业为主的高技能人才培养基地；上海有11所高校成立了人工智能研究院，9所高校设置了本科人工智能专业，38所高校开设了共计104个人工智能相关学科专业。

（四）教育环境：多层次人才培养体系成为人工智能人才发展的强大引擎

1958年，麦卡锡在麻省理工学院组建全球第一个人工智能实验室，开始开展人工智能研究和人才培养。经过半个多世纪的发展，人工智能产业逐渐成为各国竞相布局的重点产业，全球人工智能企业数量快速增长，人工智

^① 《长三角数字经济发展报告（2021）》，中国信通院，http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfl/ztbg/202110/t20211008_390771.htm，2021年10月8日。



能“独角兽”企业不断涌现，对人工智能人才的需求不断增加。^①人工智能人才数量和质量的水平将直接影响人工智能产业的发展，进而影响国家和地区在未来竞争中的国际影响力，人工智能人才的培养因而成为重中之重。于我国而言，在人工智能人才政策的引领下，高校、企业、科研院所不断加大人工智能人才的培养力度，共同完成政、产、学、研四位一体的培养路径。其中，政府通过政策手段实现其在人工智能人才培养中的作用，政策的主要执行对象为高校和科研院所。高校与科研院所是人工智能研究型人才的重要培养场景，亦是科研成果的重要产出来源。从全球人工智能人才培养模式看，我国人工智能人才培养相关的课程体系建设起步较晚，仍处于借鉴摸索阶段。近几年，主要强调建设集人工智能专业教育、职业教育和大学基础教育于一体的高校教育体系，在研究生阶段强调“人工智能+”相关交叉学科的设置，分层次培养人工智能应用型人才。企业则更加注重应用型人才的培养，通过输送师资力量、产业技术、产业实践经验实现自身的技术突破和人才储备。梳理我国人工智能人才的培养进程，相关重要事件节点详见图2。

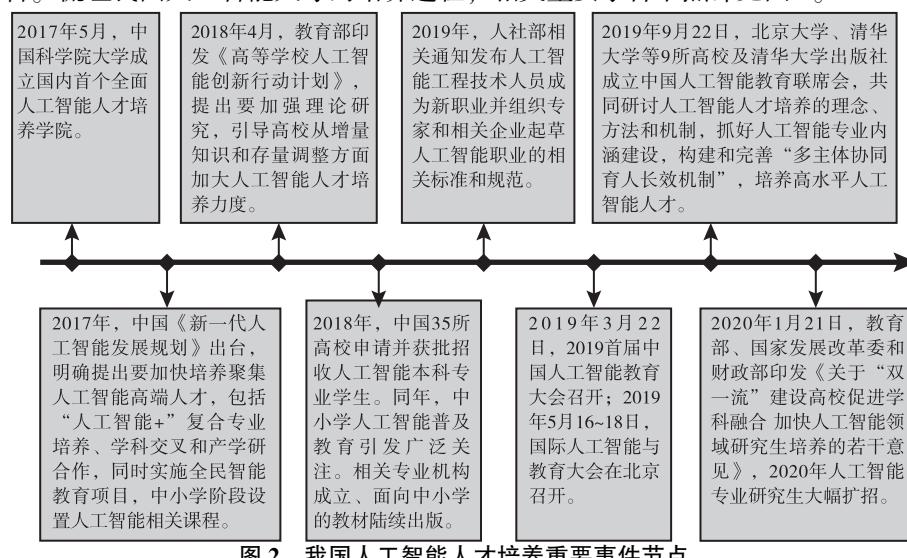


图2 我国人工智能人才培养重要事件节点

资料来源：笔者根据公开资料整理。

^① 亿欧智库：《2020全球人工智能人才培养研究报告解析》，《机器人产业》2020年第5期。



从图2中的重要事件节点可以看出以下几点。第一，我国人工智能教育开始时间虽不长，但已受到政府、高校、科研院所和企业等多方的高度重视。第二，我国已逐步开启学位教育与职业培训协同发展的多元化人工智能人才培养模式。第三，我国已经初步形成覆盖中小学、专科、本科、研究生等各个层次的人工智能人才培养链条。

二 中国人工智能人才供需现状

(一) 人才类型

亿欧智库将人工智能人才培养分为专业人才培养和科学素养培养两方面。其中，人工智能专业人才培养主要涉及当下或未来长期在人工智能领域工作或从事研究的人才培养；人工智能科学素养培养主要是针对高中及以下学生，使其了解人工智能科学知识、研究过程和方法、对社会和个人产生的影响等（详见图3、图4）。^①根据人工智能产业人才的稀缺度，亿欧智库又将其分为科学家人才、算法人才、应用型人才和数字蓝领人才。^②

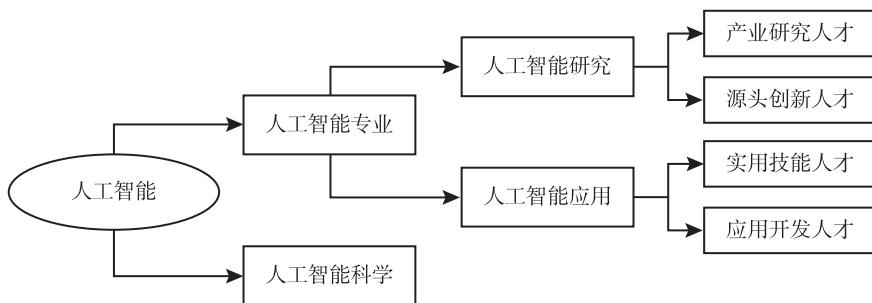


图3 人工智能人才培养类型

^① 亿欧智库：《2020 全球人工智能人才培养研究报告解析》，《机器人产业》2020 年第 5 期。

^② 亿欧智库：《2021 全球人工智能教育落地应用研究报告》，《机器人产业》2022 年第 1 期。



图 4 人工智能人才概念梳理

（二）人才培养现状

1. 设置人工智能本科专业的高校数量日益增多

我国先后已有 4 批共计 440 所高校获批设置人工智能专业，占 1270 所本科高校的 34.6%。2019 年，全国共有 35 所高校获得首批人工智能专业建设资格；2020 年，教育部再次审批通过 180 所高校开设人工智能专业；^① 2021 年，130 所高校获批；^② 2022 年，95 所^③高校获批。目前，在这已有的 440 所本科院校中，有 985 和 211 院校共计 81 所，一本院校 113 所，二本院校 24 所。从区域布局看，440 个人工智能专业点分布于全国 29 个省区市

^① 《教育部关于公布 2019 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，中华人民共和国教育部，http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/202003/t20200303_426853.html，2020 年 3 月 3 日。

^② 《教育部关于公布 2020 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，中华人民共和国教育部，http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/202103/t20210301_516076.html，2021 年 3 月 1 日。

^③ 《教育部关于公布 2021 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，中华人民共和国教育部，http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/202202/t20220224_602135.html，2022 年 2 月 24 日。

(详见图 5)。数量较多的省市是山东 (33 个)、江苏 (32 个)、北京 (30 个)、湖北 (27 个)，数量较少的省区是内蒙古 (1 个)、新疆 (1 个)、海南 (2 个)、青海 (2 个)、甘肃 (3 个)。

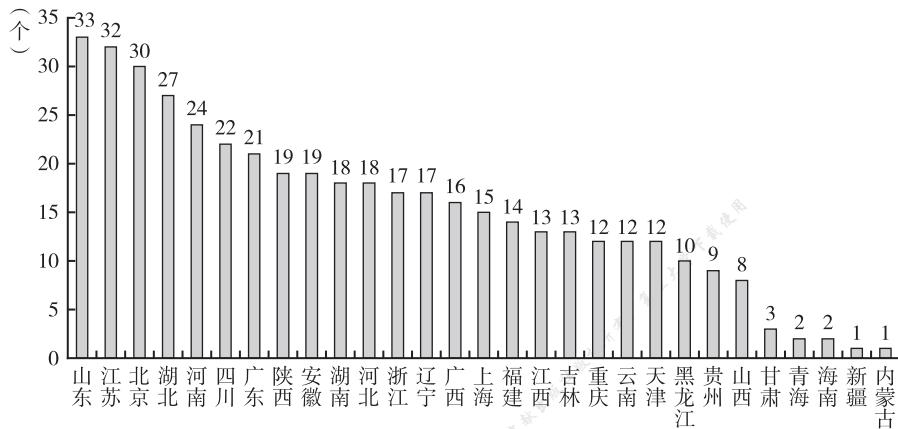


图 5 设立人工智能专业的 440 所高校的区域分布

资料来源：根据教育部《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》《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》《关于公布 2020 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》《关于公布 2021 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》公布的数据汇总所得。

2. 我国高校在人工智能领域的国际学术影响力不断提升

全球计算机科学专业排名榜 CS Rankings 发布的 2020~2021 年全球人工智能领域学术机构综合排名 (前 20 名) 显示，我国有 5 所学术机构进入榜单的前十，北京大学和清华大学占据了榜单的前两名，中国科学院、浙江大学和上海交通大学排名第四、第五和第六；南京大学、哈尔滨工业大学、香港中文大学分列第 11 名、第 17 名和第 19 名 (详见表 2)。

表 2 2020~2021 年 CSRankings 人工智能领域* 全球 20 强排名

单位：人

全球排名	学术机构名称	分值	教师数量
1	北京大学	20.9	94
2	清华大学	20.7	69
3	卡内基梅隆大学	16.8	63



续表

全球排名	学术机构名称	分值	教师数量
4	中国科学院	15.1	47
5	浙江大学	13.2	60
6	上海交通大学	12.9	47
7	伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校	12.6	40
8	南洋理工大学	11.8	40
9	韩国科学技术院	11.5	35
10	康奈尔大学	11.1	33
11	南京大学	10.7	42
12	新加坡国立大学	10.1	31
13	斯坦福大学	9.7	36
14	加利福尼亚州立大学洛杉矶分校	9.5	21
15	马里兰大学帕克分校	9.4	34
16	加利福尼亚州立大学圣地亚哥分校	9.1	41
17	哈尔滨工业大学	8.6	51
18	密歇根大学	8.5	33
19	香港中文大学	8.4	30
20	罗格斯大学	8.3	20

* 注：人工智能领域包含人工智能、计算机视觉、机器学习与数据采集、自然语言处理、网页信息检索。

资料来源：CSRankings：Computer Science Ranking 门户网站，<https://csrankings.org/#/fromyear/2020/toyear/2021/index?ai&vision&mlmining&nlp&ir&world>，最后检索日期 2022 年 7 月 24 日。

3. 人工智能领域产业人才存量近百万且以本科学历为主

教育部高教司发布的《2021 年人工智能专业人才培养情况调研报告》相关数据显示，我国人工智能领域产业人才存量数约为 94.88 万人。从学历分布看，当前人工智能领域产业人才以本科学历为主，占比为 68.2%；其次是大专学历，占比为 22.4%；排名第三的是硕士学历，占比为 9.3%；博士研究生稀缺，仅为 0.1%。

4. 顶级研究型人才数量有待进一步增长

科技情报大数据挖掘与服务平台（AMiner）的统计数据显示，过去 10 年中，在人工智能领域论文发表量排名前三位的分别是美国、中国和德国。

全球人工智能领域论文中有近四成出自美国，人工智能领域研究学者中美国学者占比为 31.6%，两项统计指标中，美国均排在首位。中国在人工智能领域的论文发表数量为 2.54 万篇，研究型人才数量为 1.74 万人，低于美国但远高于其他国家。《2022 年人工智能全球最具影响力学者榜单 AI 2000》数据显示，2022 年我国人工智能领域顶级研究人才数量达 232 人，占世界范围内总上榜人数的 11.6%，是仅次于美国（1146 人，全球占比为 57.3%）的世界第二大顶级研究人才聚集地，但是顶级研究人才总量依然仅为美国的 1/5 左右。

（三）中国人工智能人才供给特征

1. 男性、25~35岁、本科学历是我国人工智能人才的主要特征

基于猎聘中高端人才数据库数据的分析结果显示，从我国人工智能人才简历投递情况看，男性数量是女性的 4 倍（详见图 6）。2020 年，26~30 岁的人工智能人才占比最高，为 30.4%；其次是 31~35 岁的人工智能人才，占比为 27.1%。二者合计为 57.5%，表明我国人工智能人才的年轻化特征（如表 3 所示）。在学历分布方面，本科学历占比最高，为 57.3%；硕士学

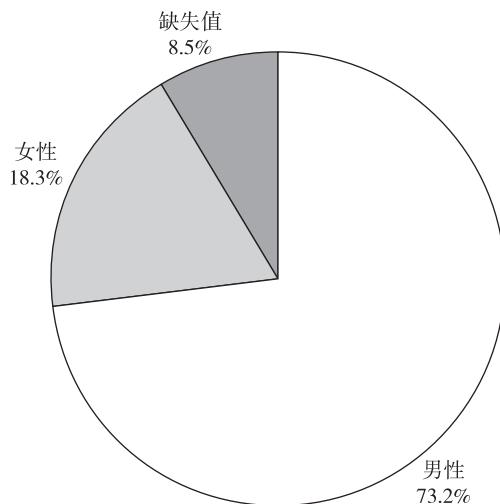


图 6 2020 年我国人工智能人才简历投递者的性别结构



历占比为 19.8%，位居第二；之后为大专学历，占比为 12.9%；博士学历占比仅为 0.9%（详见图 7）。根据猎聘大数据统计结果，人工智能人才与猎聘平台全部人才相比，本科学历以下的人工智能人才相对较少，但硕士以上学历的人工智能人才占比相对较高。

表 3 2018~2020 年我国人工智能人才的年龄结构

单位：%

年龄	2018 年	2019 年	2020 年
20 岁以下	0.1	0.1	0.1
20~25 岁	8.8	9.6	10.4
26~30 岁	30.1	29.1	30.4
31~35 岁	25.5	25.1	27.1
36~40 岁	16.4	15.7	14.2
41~45 岁	7.0	6.7	5.5
46~50 岁	3.4	3.2	2.4
50 岁以上	1.5	1.5	1.4
缺失值	7.2	9.0	8.5
合计	100.0	100.0	100.0

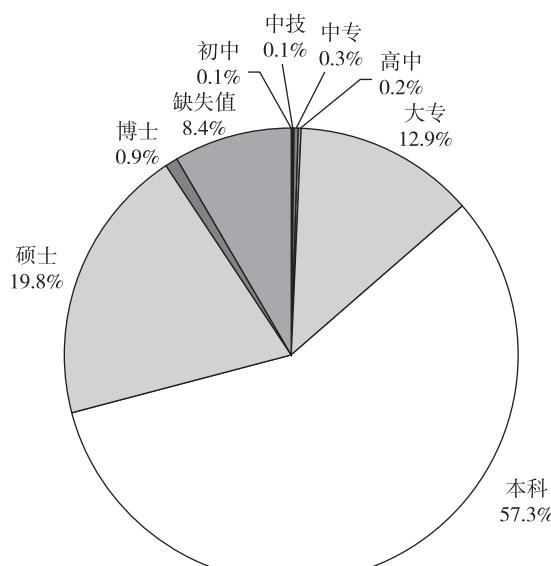


图 7 2020 年人工智能人才的学历分布

2. 计算机科学与技术专业毕业的人工智能人才最多

从我国人工智能人才所学专业看，计算机科学与技术专业占比最高，达 13.6%；其次分别为软件工程（占比为 5.3%）、机械设计制造及其自动化（占比为 4.9%）、电子信息工程（占比为 4.2%）、工商管理（占比为 3.4%）、土木工程（占比为 3.2%）、电气工程及其自动化（占比为 2.7%）、通信工程（占比为 2.6%）、自动化（占比为 2.5%）、车辆工程（占比为 2.3%）（详见图 8）。从毕业院校情况看，人才数量排名前 10 的为武汉理工大学、吉林大学、上海交通大学、华中科技大学、电子科技大学、上海大学、重庆大学、郑州大学、北京理工大学、合肥工业大学。

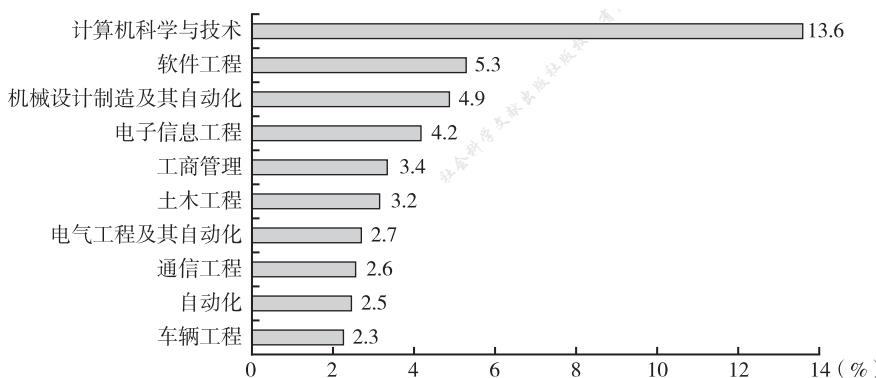


图 8 2020 年人工智能人才所学专业分布 TOP10

3. 超过六成的人工智能人才工作年限在10年以下

从我国人工智能人才的工作年限分布看，工作年限为 5 年及以下的占比最高，为 35.7%；其次是工作年限为 5~10 年的，占比为 26.0%；工作年限为 10~15 年和 15 年以上的分别占 15.2% 和 10.9%（详见图 9）。

4. 3/4 的人工智能人才来自长三角地区、京津冀地区、粤港澳大湾区

我国人工智能人才中来自长三角地区的最多，占比为 34.5%；其次是京津冀地区（占比为 20.7%）和粤港澳大湾区（占比为 20.5%）（详见图 10），这三个区域供给的人工智能人才占到了全国的 75.7%。

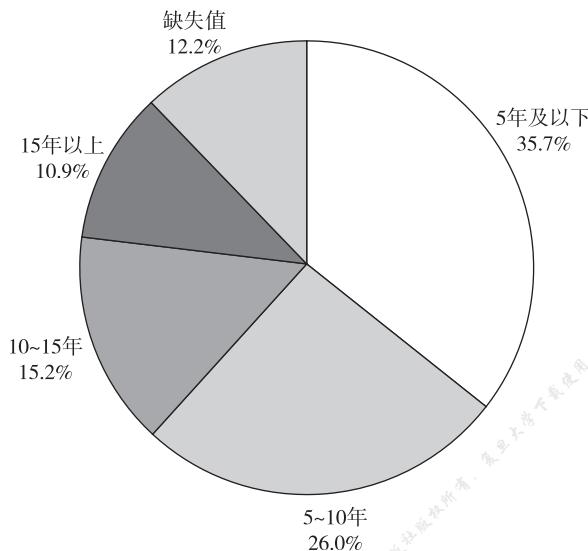


图 9 2020 年人工智能人才的工作年限分布

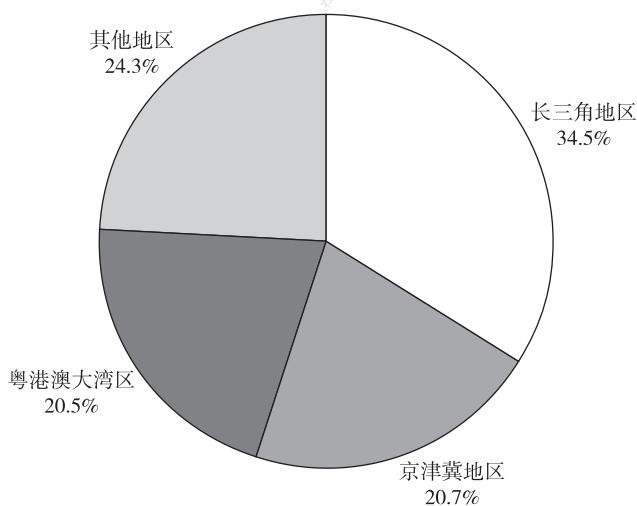


图 10 2020 年人工智能人才区域供给情况

5. 1/3人工智能人才的期望薪资为15万~25万元/年

从我国人工智能人才的期望薪资看，期望薪资为 15 万~25 万元/年的占比最高，达 33.1%；其次为 10 万~15 万元/年，占比为 20.4%；期望薪资为每

年40万元及以上的占比最低，仅为4.0%（详见图11）。与此同时，学历越高的人工智能人才，其期望薪资也越高（详见表4）。

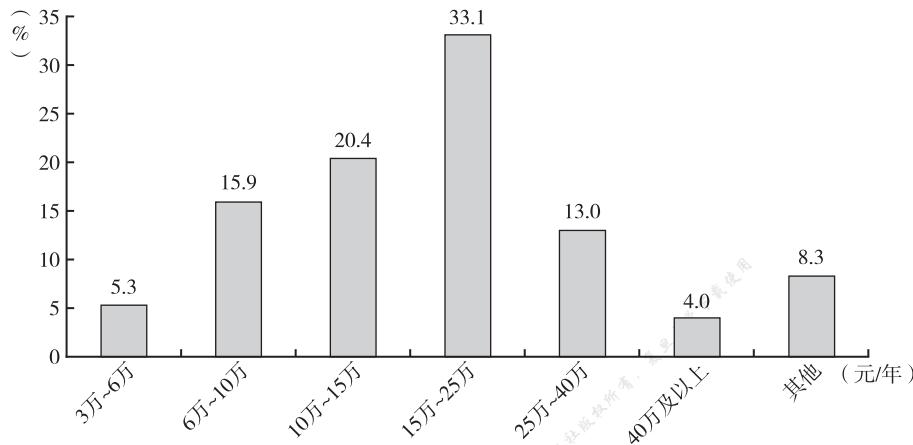


图11 2020年人工智能人才的期望年薪

表4 2020年不同学历人工智能人才的期望年薪

单位：%

学历	3万~6万元	6万~10万元	10万~15万元	15万~25万元	25万~40万元	40万元及以上
初中	0.22	0.06	0.03	0.01	0.01	0.04
高中	2.53	1.37	0.68	0.24	0.12	0.12
大专/本科	92.89	87.80	81.35	73.76	63.93	51.51
硕士	4.26	10.64	17.80	25.16	33.72	41.60
博士	0.1	0.13	0.14	0.83	2.22	6.73

注：3万包含在3万~6万元区间内，余同。

（四）人工智能人才需求量分析

1. 互联网、游戏、软件行业人工智能人才需求量最大

从人工智能新发职位量的一级行业占比情况看，互联网、游戏、软件行业对人工智能人才的需求量最大，占比接近六成，远超其他行业；之后依次为电子、通信、硬件，汽车、机械、制造，服务、外包、中介等行业（详见图12）。

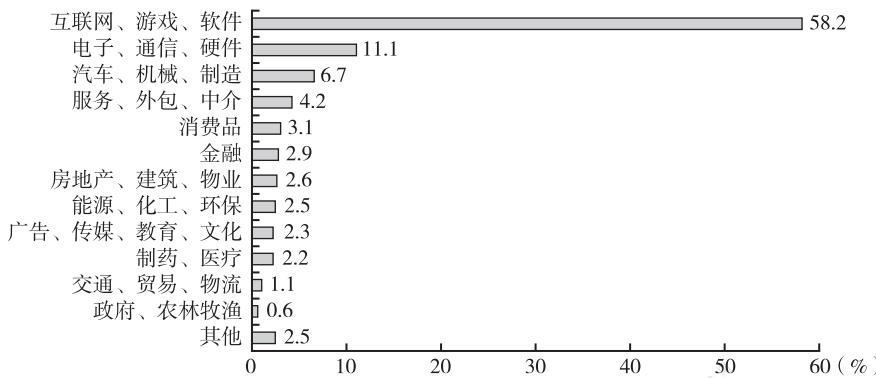


图 12 2020 年人工智能人才的行业需求

2. 平台架构岗位对人工智能人才的需求量最大

从人工智能新发职位的岗位情况看，平台架构岗位对人工智能人才的需求量占比最高，超过九成；其余为数据岗位、算法岗位、AI 硬件岗位和研发岗位（详见图 13）。

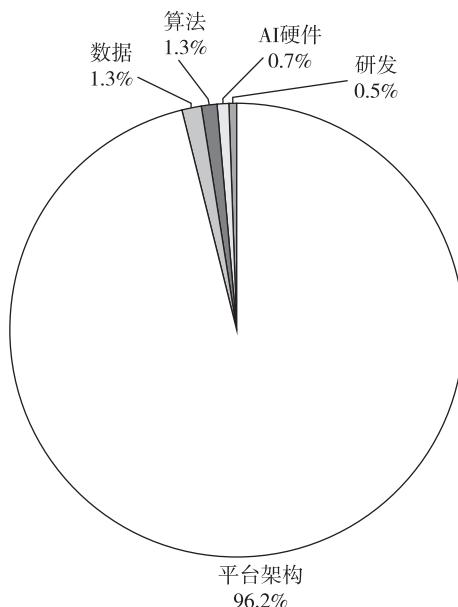


图 13 2020 年人工智能人才的岗位需求



3. 对本科学历人工智能人才需求量最多

从人工智能新发职位的学历需求情况看，对本科学历人才的需求量占比最高，超过 3/4；对大专学历人才的需求量次之；对博士以及中专/中技学历人才的需求量最低（详见图 14）。

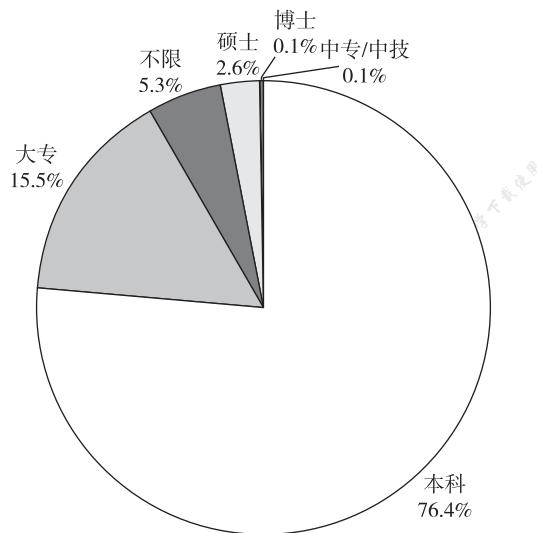


图 14 2020 年对不同学历人工智能人才的需求分布

4. 规模为 1000 人及以上的企业对人工智能人才的需求最大

从不同规模企业对人工智能人才的需求情况看，1000 人及以上的对企业对人工智能人才的需求最大，占比超过四成；100~499 人的企业对人工智能人才的需求占比超过 1/4；0~99 人的企业对人工智能人才的需求占比接近 1/6，500~999 人的企业对人工智能人才的需求占比为一成（详见图 15）。

5. 长三角地区对人工智能人才的需求量高于其他区域

从不同区域对人工智能人才的需求情况看，长三角地区的需求量最大，粤港澳大湾区次之，京津冀地区排名第三。从细分行业来看，数据涉及的所有地区（包括粤港澳大湾区、长三角地区、京津冀地区、中原地区、关中平原、长江中游地区和成渝地区）均表现为互联网、游戏、软件行业对人工智能人才的需求量最大，其中京津冀地区的占比超过六成，粤港澳大湾

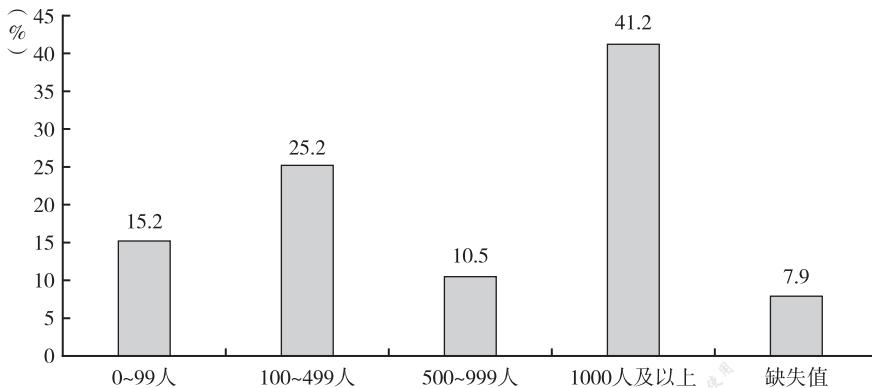


图 15 2020 年不同规模企业对人工智能人才的需求

区、长三角地区、关中平原、长江中游地区和成渝地区的占比均超过五成，中原地区的占比为四成（详见表 5）。从细分学历要求来看，粤港澳大湾区、长三角地区、京津冀地区对本科学历人工智能人才的需求最大，粤港澳大湾区、长三角地区的占比均超过七成，京津冀地区的占比超过八成（详见表 6）。

表 5 2020 年不同区域人工智能新发职位的一级行业占比

单位：%

一级行业	新发职位占比						
	粤港澳大湾区	长三角地区	京津冀地区	中原地区	关中平原	长江中游地区	成渝地区
互联网、游戏、软件	58.3	56.8	67.2	40.9	52.4	54.5	51.2
电子、通信、硬件	13.2	10.6	7.8	7.1	22.7	10.4	16
汽车、机械、制造	5.5	8.7	3.8	9.9	4	10.3	5.9
消费品	4.1	3.1	1.4	3.2	2.9	2.5	2.9
金融	3.4	2.7	4.0	1.8	1.6	1.7	1.8
服务、外包、中介	3.3	4.2	4.5	3.8	5.4	4	5.9
房地产、建筑、物业	2.7	2.1	1.5	6.5	2.4	3.1	3.9
广告、传媒、教育、文化	2.3	2.2	2.5	3.6	1.7	2.5	2.9
制药、医疗	2.2	2.6	1.9	7.1	1.3	2.5	1.7
能源、化工、环保	1.9	2.7	1.7	4.7	1.9	2.7	2.2

续表

一级行业	新发职位占比						
	粤港澳大湾区	长三角地区	京津冀地区	中原地区	关中平原	长江中游地区	成渝地区
交通、贸易、物流	1.1	1.2	0.9	1.5	1.5	1.1	1.5
政府、农林牧渔	0.3	0.5	0.3	7	0	2.4	1
其他	1.7	2.6	2.5	2.9	2.2	2.3	3.1

表 6 2020 年各区域对不同学历人工智能人才的需求

单位: %

学历	粤港澳大湾区	长三角地区	京津冀地区
中专/中技	0.1	0.1	0.1
大专	17.8	14.6	7.9
本科	74.7	76.6	84.1
硕士	1.9	2.8	3.3
博士	0.1	0.2	0.1
不限	5.4	5.7	4.5

6. 北京市对人工智能人才的需求量最大

根据猎聘大数据统计,北京、广东、上海、浙江四个省市对人工智能人才的需求领先全国,分别占全国总需求量的34.77%、20.16%、17.69%和8.18%。北广上浙的人工智能人才供给数量占比分别为21.12%、19.91%、19.71%和6.35%。从人工智能供需对比来看,北京、广东、浙江的人工智能人才供不应求,且北京的人才缺口最大。

7. 北京、广州、杭州、深圳、苏州对互联网、游戏、软件行业的人工智能人才需求最大

基于猎聘大数据,课题组选择了北京、广州、深圳、杭州、苏州五个人工智能人才供需市场较为活跃的城市作为典型城市样本,分析其不同行业和岗位的人工智能人才需求情况。从这五大典型城市相关行业的人工智能人才需求看,以互联网、游戏、软件行业最为突出,平均占比达60.9%,尤其是北京,以69.8%的占比居首位,广州、杭州分别居第二、第三位,苏州



的需求量最小；电子、通信、硬件行业次之，平均占比为 11.1%；汽车、机械、制造行业居第三位，平均占比为 6.6%。

苏州以四个行业对人工智能人才需求量均最多居于五大城市行业数量之首，分别是汽车、机械、制造行业，占比为 17.5%，是其他四个城市平均值的 4.6 倍；服务、外包、中介行业，占比为 4.4%，略高于北京的 4.3%；能源、化工、环保行业，占比为 4.3%，是其他四个城市平均值的 2.7 倍；制药、医疗行业，占比为 3.8%，是其他四个城市平均值的 2 倍。

从五大典型城市金融行业对人工智能人才的需求情况看，深圳金融行业对人工智能人才的需求占比最大，占比为 4.6%，是苏州的 4.6 倍、杭州的 3.8 倍、广州的 2.3 倍、北京的 1.2 倍。此外，在房地产、建筑、物业行业，深圳对人工智能人才的需求量也最大，占比为 2.2%，略高于苏州的 2.1% 和广州的 1.9%。

广州的消费品和广告、传媒、教育、文化两个行业对人工智能人才的需求大于其他四个城市，其中，消费品行业对人工智能人才的需求占比为 4.6%，是其他四个城市平均值的 1.8 倍；广告、传媒、教育、文化行业对人工智能人才的需求占比为 3.6%，是其他四个城市平均值的 1.6 倍（详见表 7）。

表 7 2020 年五大典型城市 TOP10 行业人工智能人才需求情况

单位：%

行业	深圳	苏州	杭州	广州	北京	均值
制药、医疗	2.6	3.8	1.9	1.5	1.6	2.3
消费品	2.4	3.9	2.5	4.6	1.3	2.9
汽车、机械、制造	4.5	17.5	4.2	3.8	2.8	6.6
能源、化工、环保	1.3	4.3	2.4	1.4	1.3	2.1
金融	4.6	1.0	1.2	2.0	4.0	2.6
互联网、游戏、软件	58.5	41.1	66.4	68.7	69.8	60.9
广告、传媒、教育、文化	1.8	2.9	1.8	3.6	2.6	2.5
服务、外包、中介	3.3	4.4	2.5	3.5	4.3	3.6
房地产、建筑、物业	2.2	2.1	1.0	1.9	1.2	1.7
电子、通信、硬件	15.7	14.9	11.2	6.0	7.8	11.1

8. 广州、杭州、深圳、苏州、北京对平台架构人才的需求量最大

从五大典型城市不同岗位对人工智能人才的需求情况看，平台架构岗位的需求十分明显，占比均超过九成；其次分别为算法岗位（占比为 1.6%）、数据岗位（占比为 1.1%）、AI 硬件岗位（占比为 0.8%）和研发岗位（占比为 0.5%）（详见表 8）。

表 8 2020 年五大典型城市对人工智能人才的岗位需求

单位：%

岗位	深圳	苏州	杭州	广州	北京	均值
AI 硬件	0.7	1.3	0.6	0.8	0.5	0.8
平台架构	96.4	95.4	96.7	96.8	94.8	96.0
数据	0.9	0.7	1.1	1.0	1.8	1.1
算法	1.5	2.1	1.2	1.1	2.1	1.6
研发	0.5	0.5	0.4	0.3	0.8	0.5

三 中国人工智能人才发展存在的问题、 对策建议及展望

（一）现存问题

1. 人工智能人才结构性矛盾依然突出

一是人工智能人才供需不匹配。在总量上呈供不应求之势。UIPath 2018 年推出的 AI Jobs 报告显示，在全球范围内，中国空缺的人工智能职位最多，共有 12113 个；其次是美国，有 7465 个；再次是日本，有 3369 个。^① 2020 年 6 月，工业和信息化部人才交流中心数据显示，当前在我国人工智能产业内，有效人才缺口达 30 万人。在岗位上，人工智能芯片、机器学习、

^① 亿欧智库：《2020 全球人工智能人才培养研究报告解析》，《机器人产业》2020 年第 5 期。



自然语言处理等技术岗位的供需比（意向进入岗位的人才数量与岗位数量间的比值）均低于0.4，算法研究、应用开发、实用技能和高端技术等职能岗位的供需比均小于1。二是人工智能人才分布不均衡。三大区域优势明显，其他地区的人才供给不足。当前及今后的一段时期，各地都将在人工智能产业发展和人才培养方面积极布局，受限于各自的资源禀赋和经济发展条件，长三角地区、粤港澳大湾区、京津冀地区表现出较强的人才吸附效应，其他地区人工智能人才的总量偏低，制约着人工智能产业和人才政策的落地见效。三是人才层次两头小中间大，结构不稳定。我国目前的人工智能人才以适应产业发展需要的应用型为主，高校人工智能专业布局处于起步阶段，基础研究和顶尖人才较为缺乏，不同层次人才分布尚未能形成稳定且内驱动力足的金字塔形。

2. 人工智能人才培养体系的支撑力不足

一是培养观念陈旧。当前，七成左右的地方高校是由以前的高等专科学校发展到一定规模后升级而成的。升级为本科院校后，大部分高校仍以原有的观念完成新发展阶段下的人才培养规划，不适应人工智能人才培养的新要求。二是培养体系滞后。人工智能是一门多学科交叉融合的新知识体系，实践性强，技术发展日新月异，学校制定的人才培养方案不能满足市场的动态变化需求。多数学校仍然按照传统的“专业教学”模式教学，缺乏对学生实践技能的培养，未能较好地将“新工科”理念贯穿到人才培养过程中，在人工智能产业高速发展的环境下，难以保证人才培养的速度和质量。三是培养理论不够全面。人工智能人才的培养涉及教育、社会学、管理、计算机技术、经济学等多学科内容，需要专业人员从多元化的角度进行研究，突破思维定式，从跨学科的角度进行全面分析。而当前的培养大多停留在单一学科的角度，缺乏全面性。四是培养条件有限。部分高校人工智能专业相关的师资、软硬件资源不足，教师不能将教学与研发有机融合，高校的师资培训机制不能完成人工智能专业的产教融合。部分高校所处地区缺乏大型自动化企业，而本地的小型企业产能落后，无法为人工智能人才的培养提供理论和实践支撑。因此，我国人工智能人才培养体系仍需完善、培养力度仍需增

强、培养数量亟待提高，以有效缓解我国人工智能人才缺口大、人工智能高端人才偏少、人工智能人才结构不均衡等问题。

3. 人工智能人才政策有待进一步完善

一是人才政策的附属性突出。国家出台了人工智能产业发展相关政策，人工智能产业的快速发展带动了人工智能人才需求的快速增加，人工智能人才紧缺成为我国人工智能发展面临的一大难题。然而，人工智能人才政策经常以人工智能产业政策的“附属品”存在，国务院并未出台专项政策支持人工智能人才的发展，制约了企业、行业协会等人工智能人才培养主体的主观能动性，阻碍了人工智能人才的规模化供给。二是人才政策的协调性不足。为了扩大人工智能人才队伍，教育部相继出台了相关文件支持高校培养人工智能人才。然而，高校培养人才耗费时间较长，人才类型较为单一，短期内不足以支持人工智能产业发展对多种类型人工智能人才的需要。此外，人工智能人才政策虽鼓励高校、科研院所与企业等机构加强产学研合作，但政府职能部门的协调力度不足，对校企合作政策的支持力度有限，使不同培养主体间的衔接度不够，实际效果不甚理想。

4. 人工智能人才的生态环境需持续优化

一是未形成统一的人工智能人才评价标准。我国大多数地区将人才分为ABCD四种类型，不同类型人才可享受相应标准的政策红利。当前对人工智能人才缺少统一的评价标准，经常以学历、毕业院校、工作年限等指标为参考。参照上述分类方式，可享受各地人才政策倾斜的人工智能人才占比较低。这主要体现在两个方面：一方面，同一层级缺少评价等级标准，使人才显示为同质化，掩盖了人才的竞争力；另一方面，不同层级间缺少跨层级流动标准，显示为人才扎堆，掩盖了人才的创新力。二是未形成开放的人工智能人才评价市场。截至2020年底，国家人力资源和社会保障部分3批次发布了38个技能人员新职业，其中与人工智能技术直接相关的新职业有2个，分别为人工智能工程技术人员和人工智能训练师，且均未颁布国家职业技能标准（详见表9）。人力资源和社会保障部鼓励第三方开展职业技能等级评价，但从已公布的结果看，通过备案的11家机构拟开展的职业（工种）评



价中，并不包含上述2个与人工智能技术直接相关的新职业。这不仅影响了技师、高级技师等高端技能人才的评定及后续的政策受益，也影响了人工智能人才的整体收入水平。三是未形成完善的人工智能人才服务体系。育才方向不明使高校难以精准培养人工智能人才“预备役”。高校和企业之间的培养方向不一致，一些高校在落实人工智能专业产教融合时不能与市场对接，双方互相存在多种疑虑和偏见，导致企业与高校的人工智能专业合作流于形式。引才目的不清使政府难以服务人工智能人才“生力军”。地方政府崇尚高学历人才，而不是真正契合地方经济社会发展需要的专业人才，将具有真才实干能力的相对较低学历人工智能人才排除在外。用才渠道不畅使人才链难以服务产业链。人才服务于产业发展，产业发展服务于国家战略需要。在产业智能化转型升级推进过程中，政府调控和市场引领作用存在延迟，人工智能人才不能及时配置到位，影响着整个产业系统的运行效率。

表9 人力资源和社会保障部发布的人工智能技术新职业

序号	职业名称	职业代码	职业描述	主要工作任务
1	人工智能工程技术人员	2-02-10-09	从事与人工智能相关算法、深度学习等多种技术的分析、研究、开发，并对人工智能系统进行设计、优化、运维、管理和应用的工程技术人员。	(1)分析、研究人工智能算法、深度学习等技术并加以应用； (2)研究、开发、应用人工智能指令、算法； (3)规划、设计、开发基于人工智能算法的芯片； (4)研发、应用、优化语言识别、语义识别、图像识别、生物特征识别等人工智能技术； (5)设计、集成、管理、部署人工智能软硬件系统； (6)设计、开发人工智能系统解决方案。
2	人工智能训练师	4-04-05-05	使用智能训练软件，在人工智能产品实际使用过程中进行数据库管理、算法参数设置、人机交互设计、性能测试跟踪及其他辅助作业的人员。	(1)标注和加工图片、文字、语音等业务的原始数据； (2)分析提炼专业领域特征，训练和评测人工智能产品相关算法、功能和性能； (3)设计人工智能产品的交互流程和应用解决方案； (4)监控、分析、管理人工智能产品应用数据； (5)调整、优化人工智能产品参数和配置。

资料来源：笔者根据公开资料整理。

(二) 对策建议

随着人工智能产业不断发展壮大、技术日益创新精进，市场对人工智能人才的需求必然会快速增加。高校、企业、科研院所在人工智能人才培养方面要适应产业发展需求、契合国家发展需要。为了进一步促进人工智能人才培养的高质量发展，让人工智能人才更好地服务于国家战略布局，结合人工智能人才培养现存的难点问题，提出以下对策建议。

1. 建立政产学研一体化培育机制

由政府相关职能部门牵头，建立行业企业和科研院所参与的校企合作的共建共商共享机制，从政策上保证校企合作的规范化和制度化。按照“不拘形式、因地制宜、深挖资源、互惠互利”的原则，建立政产学研长期合作的利益共同体机制。^① 鼓励高校与人工智能企业密切合作，建立企业学院和产业学院，建设教学工厂和生产性实训基地。搭建区域服务平台，成立公共实训基地和创业孵化基地。校企双方定期沟通会商，及时化解各种矛盾，实现差异化的利益诉求，击中利益各方的共同“兴奋点”，达到互惠多赢。^②

2. 加大产教融合培养模式推进力度

重点培养高校人工智能专业“产教融合”的师资力量，提高专业教师的技术水平和创新实践能力。创建产教融合人工智能实践教学基地，引入有成功经验的高校管理模式。建立高校“产教融合”信息化平台，将社会对人工智能的需求和高校人工智能专业培养方向进行无缝对接。紧密结合区域产业经济发展和技术更新情况，建立“招生—教学—管理—顶岗实习—就业”的“一条龙”合作，共同组建专业教学团队，推进现代学徒制和构建“工作课堂”，根据已深度合作企业的具体要求设计部分教学课程，融合企

^① 李美满等：《以需求为导向的开放教育计算机专业人才培养探究》，《高教学刊》2017年第24期。

^② 李美满、刘小飞、李可：《创新能力培养的人工智能人才模式改革探讨》，《计算机时代》2021年第7期。



业文化与校园文化，做到产教融合、工学结合、知行合一，满足企业用工需求，缩短企业对员工的考察和培养过程，降低企业人力资源成本，增强企业参与人才培养的主动性。

3. 优化人工智能人才培养体系

在专业设置上，依据人工智能行业和产业发展的前沿趋势，紧密对接产业链、创新链的相关要求，将“新工科”理念融入人工智能有关学科的专业建设中，以大力提升人工智能领域的学科专业质量。在教学课程上，借鉴世界一流高校的人工智能人才培养经验，采用“兼容并包”的视角对多元的学科、课程、知识体系加以考量，且在课程结构中注重通识课程的开设并贯穿通专融合的理念。在学习资料上，在学习和科研等方面做好国际化协同合作，引进全球知名企业的资源，将国际前沿的人工智能技术引入学校的教学中。建立开放式创新性教学模式体系，创新具有示范引领意义的人工智能专业人才培养新模式，为人工智能人才培养提质增效。

4. 释放人工智能职业技能等级市场评价活力

政府相关部门应助力人工智能新职业的国家职业标准尽快出台，加快推进人工智能新职业的第三方评价工作，鼓励和引导有资质、有条件的机构积极开展人工智能新职业的职业技能等级评价，充分发挥职业技能等级评价串联高校在培人工智能人才和企业应用人工智能人才、数字蓝领人才和科学家人才的纽带作用，提高不同领域、不同等级人工智能人才的适配度和社会认可度，突出市场在人工智能人才发展过程中的重要作用。

（三）发展趋势

结合国家新一代人工智能发展战略，我们汇总了各省（自治区、直辖市）出台的“十四五规划”“人工智能产业发展规划”“数字经济发展规划”等共计近百份政策文件，以期通过探析我国人工智能产业发展趋势和未来人工智能技术的创新进步，预判人工智能人才的发展趋势。

1. 关键核心技术攻关对技术研发型人才提出新要求

关键技术创新是人工智能产业发展的基石，随着人工智能技术应用边界的不断拓宽，对人工智能人才研发能力的要求也越来越高。黑龙江、浙江、江苏等多个省份均提出，重点突破机器视觉、生物识别、自然语言处理、图形图像处理、类脑智能、脑机接口、虚拟现实与增强现实、智能视频监测等基础关键技术和算法，拓展“人工智能+工业智能”。

2. 智能产品多场景应用对创新应用型人才提出新挑战

优化人工智能技术是为了研发更多人工智能产品以更好地服务于经济社会发展，多个省区市都提出促进人工智能融合发展的规划任务，对人工智能技术应用于不同场景的综合能力提出了挑战。北京、天津、河北、内蒙古等多个省区市均提出发展人工智能与实体经济深度融合新业态，推动人工智能规模化应用，全面提升制造业、农牧业、物流、金融、商务等产业的智能化水平。

3. 科技领军型人才的重要性将进一步突显

领军人才对行业发展具有较好的引领作用，突出人工智能领军人才的重要性，有助于人工智能人才的系统培养和人工智能产业的高效发展。北京、河南、上海等多个省市提出，在人工智能重点行业充分发挥领军型人才的引领和带动作用，促进重点学科交叉、关键技术融合和系统集成创新。

4. 人工智能人才队伍规模将进一步壮大

在未来较长时间内，人工智能人才需求量将持续处于高位。随着各地出台的人工智能人才培养政策的日益完善、职业技能等级评价工作的逐步开展，高校知识型人工智能人才和企业应用型人工智能人才供给量也会持续升高。河北、山西、上海、云南等多个省市提出，加强企业、科研院所与高校间的合作，加快形成“人工智能+”复合专业培养新模式，培养多层次人工智能人才队伍。



参考文献

《国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知》，<https://zycpzs.mofcom.gov.cn/ueditor/jsp/upload/file/20220118/1642492873238071096.pdf>，2022年1月18日。

《〈中国互联网发展报告2021〉发布：互联网引领数字经济新发展》，澎湃新闻，https://m.thepaper.cn/baijiahao_13579414，2021年7月14日。