



人工智能产业人才发展报告

(2019-2020 年版)

工业和信息化部人才交流中心

2020 年 6 月

编委会名单

指导委员会（按姓氏笔画排序）

朱秀梅 闫为革 李学林 邵 昕 陈 新 徐 鹏

工作委员会（按姓氏笔画排序）

丁兆增 王 正 石小涵 孙 鹏 李利利 李天佑 李 倩
江 涛 余海龙 张明英 吴子衿 杨佩瑜 董玉庆 程 宇
曾轶珉



序

人工智能作为新一轮产业变革的核心驱动力,正在深刻改变着人们的生产生活方式,为经济社会发展注入了新动能。习近平总书记指出,加快发展新一代人工智能是事关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。当前人工智能正呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征。作为引领未来的战略性新兴产业,我国人工智能要保持竞争优势,需要加强人才队伍建设。

在调研中,我们发现我国人工智能产业人才队伍还存在以下三个问题:一是人才供需结构不平衡,当前人工智能人才整体需求缺口较大,人才供给在当前面临着岗位类型和技术方向上与企业需求之间存在显著错位的严重现象;二是人才供需质量不平衡,随着人工智能技术的不断进阶,应用落地范围的持续扩展,企业对创新型、复合型人才的需求更加突出,而当前人才质量难以满足企业需求;三是人才供需区域不平衡,京津冀地区、长三角地区和粤港澳大湾区是现阶段我国人工智能产业的三大人才集聚地,人工智能相关企业数量也领先全国其他地区,部分欠发达地区由于缺乏人才,更进一步制约了人工智能产业本地化的发展趋势。

习近平总书记强调:“发展是第一要务,人才是第一资源,创新是第一动力。”人工智能产业的发展,要紧紧抓住人才这一资源,实现人尽其才、才尽其用、用有所成。只有加强顶层设计,紧密围绕实际用人需求,推进人工智能“产学研一体化”人才培养模式发展,精准培养产业所需人才,才是解决产业内人才问题的切实方法。

由工业和信息化部人才交流中心牵头编写的《人工智能产业人才发展报告(2019-2020 年)》从人才角度出发,全面分析梳理了人工智能产业人力资源发展情况,提出相关人工智能产业人才工作建议。由于时间仓促,报告中存在不当之处,还请指正!

《人工智能产业人才发展报告(2019-2020 年版)》编委会

2020 年 3 月

目录

序	1
报告相关说明	7
核心观点	8
第一章 人工智能产业发展概况	10
1.1 全球人工智能的发展及产业格局	10
1.1.1 人工智能的三次发展浪潮	10
1.1.2 人工智能的产业格局	11
1.1.3 全球人工智能产业发展概况	12
1.2 中国人工智能产业发展情况	14
1.2.1 中国人工智能产业规模	14
1.2.2 中国人工智能产业发展特征	15
1.2.3 中国人工智能产业发展优势	16
第二章 人工智能产业人才发展总现状	19
2.1 本次调研的企业情况	19
2.1.1 企业人员规模情况	19
2.1.2 企业区域分布情况	20
2.1.3 企业产业链分布情况	21
2.2 人工智能产业人才岗位类型	21
2.3 人工智能产业人才供需情况	23
2.3.1 人工智能产业人才整体供需情况	23
2.3.2 人工智能产业人才主要区域的供需情况	24
2.4 人工智能产业人才培养情况	25
2.4.1 高校人才培养情况	25
2.4.2 社会培训机构人才培养情况	28
第三章 人工智能产业人才能力素质要求及薪酬画像	30
3.1 岗位类型篇	30
3.1.1 岗位能力要求	30
3.1.2 工作年限要求	32
3.1.3 专业要求	33
3.1.4 学历要求	33
3.1.5 单月薪酬情况	34
3.2 技术方向篇	35
3.2.1 岗位能力要求	35
3.2.2 工作年限要求	38
3.2.3 专业要求	39
3.2.4 学历要求	39
3.2.5 单月薪酬情况	40
3.3 职业道德篇	42
第四章 人工智能产业人才发展存在的问题	43
4.1 人才供需不平衡	43
4.2 人才结构不均衡	44
4.3 人才质量不匹配	45

第五章 人工智能产业人才相关政策文件分析.....	47
5.1 国家层面人工智能产业人才政策概述	47
5.2 地方政府人工智能产业人才政策概述	48
第六章 人工智能产业人才发展趋势.....	50
6.1 人工智能产业人才本地化服务趋势明显	50
6.2 产教融合人才培养模式初步形成	52
6.2.1 企业与高校双主体的产教融合人才培养模式逐渐形成	52
6.2.2 产教融合人才培养模式仍需持续完善	52
6.3 人工智能产业人才培养生态体系建设重要性愈发凸显	52
第七章 人工智能产业人才发展政策建议.....	54
7.1 加强顶层设计，统筹推进人工智能产业人才工作有序发展	54
7.2 加快人工智能“政产学研一体化”人才培养生态体系建设	54
7.2.1 制定人工智能产业人才岗位能力标准	54
7.2.2 建立适配的人工智能产业发展的课程体系	55
7.2.3 构建深度产教融合人工智能教学体系	55
7.2.4 完善人工智能产业人才评价体系	55
7.2.5 加强人工智能师资队伍建设	56
7.2.6 打造精准就业的人才服务体系	56
7.3 鼓励区域人才流动，加强国际人才交流与合作	56



图目录

图 1 人工智能的三次发展浪潮.....	11
图 2 人工智能产业链及代表厂商.....	12
图 3 全球主要国家的人工智能产业政策（部分）.....	13
图 4 中国人工智能产业规模（单位：亿美元）.....	15
图 5 2018-2025 年中国数据总量（单位：ZB）.....	17
图 6 2010-2017 年中国企业法人单位数及个体工商户数（单位：万个）.....	17
图 7 2010-2018 年中国人口数量及互联网上网人数（单位：亿人）.....	18
图 8 本次调研企业的人员规模情况.....	20
图 9 本次调研企业的区域分布情况.....	20
图 10 本次调研企业的产业链分布情况.....	21
图 11 人工智能产业人才岗位类型.....	22
图 12 人工智能各技术方向岗位人才供需比.....	23
图 13 人工智能各职能岗位人才供需比.....	24
图 14 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.....	25
图 15 人工智能产业十大热门专业.....	26
图 16 新增人工智能本科专业高校区域分布.....	27
图 17 开展人工智能培训的社会培训机构（部分）.....	29
图 18 主要岗位的工作年限要求.....	33
图 19 主要岗位的专业要求.....	33
图 20 主要岗位的学历要求.....	34
图 21 典型岗位单月薪酬情况.....	35
图 22 主要技术方向对工作年限的要求.....	39
图 23 主要技术方向对专业的要求.....	39
图 24 主要技术方向对学历的要求.....	40
图 25 主要技术方向的单月薪酬情况.....	41
图 26 各类型岗位对人才的需求情况及求职人才的岗位意向情况.....	44
图 27 各技术方向对人才的需求情况及求职人才技术方向意向情况.....	45
图 28 “机器学习”和“机器视觉”百度指数搜索趋势.....	45
图 29 企业需求中应届毕业生的比重和求职人才中应届毕业生的比重.....	46
图 30 地方政府人工智能产业人才相关政策发布情况（单位：项）.....	48
图 31 意向京津冀、长三角、粤港澳、川渝地区的人才的来源地.....	51
图 32 意向湖北省、陕西省、山东省的人才的来源地.....	51

表目录

表 1 人工智能领域十大紧缺岗位.....	22
表 2 高校建设的人工智能学院/研究院名单（部分）	28
表 3 算法研究岗位能力要求	30
表 4 应用开发岗位能力要求	31
表 5 实用技能岗位能力要求	31
表 6 产品经理岗位能力要求	32
表 7 人工智能芯片相关岗位能力要求.....	36
表 8 机器学习相关岗位能力要求.....	36
表 9 自然语言处理相关岗位能力要求.....	37
表 10 智能语音相关岗位能力要求	37
表 11 计算机视觉相关岗位能力要求.....	38
表 12 人工智能产业人才道德要求.....	42
表 13 人工智能政策文件中与人才相关内容	47
表 14 地方政府发布的人工智能产业人才相关政策	48



报告相关说明

一、样本说明

（一）企业及岗位样本

企业类型 1：专注于人工智能领域，提供人工智能基础层、技术层、应用层产品和服务的人工智能科技企业，岗位样本包含该类型企业内部所有岗位。

企业类型 2：利用人工智能相关技术改造或重塑自身产品或服务的企业，包含软件企业、互联网企业以及其他传统产业企业等，岗位样本包含该类型企业内部涉及到人工智能的岗位。

（二）人才样本

在人工智能企业或相关人工智能岗位从事工作的人才。

二、样本数量

本次调研的企业样本总数为 2224 家，包含的岗位样本总数为 92741 个；人才样本总数为 383226 人次。

三、人工智能产业人才定义

本报告涉及的人工智能产业人才指的是在人工智能企业或者相关岗位上推动人工智能算法及相关技术研究、保障人工智能产品和服务落地应用的各类人才。

核心观点

1. 中国人工智能产业规模化发展起步较晚、基础研究较为薄弱，但在各级政府高度支持下，高校、企业等各界积极参与，中国人工智能产业规模呈快速扩张态势，2019 年突破 100 亿美元，已经成为全球人工智能产业的领军者之一。此外，中国的人工智能专利申请数量占全球总量的 37.1%，位居全球第一。论文总产出量达到 141840 篇，位居全球第二。现阶段中国也是全球人工智能产业投融资最为活跃的国家之一，其中总投融资事件数量占全球的 31.7%，投融资资金总额占全球的 60.0%。在数字经济蓬勃发展的浪潮中，人工智能正成为引领中国科技创新和产业发展的核心力量。

2. 在我国人工智能产业强劲的发展浪潮中，研究和应用人工智能技术的企业数量不断增加，人才需求在短期内激增。但由于我国人工智能起步较晚、发展历程较短，人工智能人才储备不足且培养机制不完善，导致当前高校、企业等各界的人才培养速度还无法匹配产业的需求扩张速度，产业内能够满足需求的有效人才密度不足。以《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》中确立的 2020 年实现人工智能核心产业规模超过 1500 亿元为目标，预计当前我国人工智能产业内有效人才缺口达 30 万。

3. 人工智能产业人才供需比严重不平衡：一是不同类型的岗位供需不平衡，当前企业对算法研究岗、应用开发岗和实用技能岗等技术型岗位的人才需求最为旺盛，分别占整体需求岗位的 12.2%、19.8%和 34.8%，但其人才供需比分别仅为 0.13、0.17 和 0.98；二是不同的技术方向供需不平衡，机器学习和计算机视觉在现阶段的人才需求最为突出，在整体需求岗位中的占比分别为 39.1%和 33.4%，但相关技术方向的人才极度稀缺，人才供需比仅为 0.23 和 0.09，有效供给严重不足。

4. 产业对人才质量有着高标准和高要求，企业需要的是保障人工智能技术工程落地的应用型人才、具备多行业经验或多岗位能力的复合型人才、推动算法攻关或产品研发的创新型人才和具备特定区域本地化服务能力的本地化人才。同时，企业对人才的教育背景、工作经验等方面设立了较高的准入门槛：在学历方面，2019 年 17.9%的岗位要求为硕士及以上学历，仅有 11.9%的岗位接受专科学历；在工作年限方面，2019 年仅有 5.4%的岗位接受 1 年以下工作经验的求职人才，接受应届毕业生的岗位也仅占 3.3%。

5. 为加快人工智能人才队伍建设，中央和各级地方政府、高校、企业正在积极营造良好的人才发展和培养环境，加速构建以政策为指引、产业发展为驱动、校企合作协同育人的人才生态体系。各地纷纷出台人工智能产业人才专项政策，以指引和规范产业人才的培养与引进；人工智能专业也于 2019 年正式获批列入本科专业名单，同期众多高校也已开始自建或者联合企业共建人工智能学院(或研究院)，专项培养基础研究、应用开发等多类型人才。整体看来，人工智能“政产学研一体化”人才培养生态体系的建设依然处于起步阶段，政府、高校、企业等各界的参与力度仍显不足，教学体系、人才评价体系、师资队伍、人才服务体系以及人才对外交流等各方面仍需进一步完善和加强。



第一章 人工智能产业发展概况

数字经济已经成为提升经济效率、优化经济结构的重要动力。以人工智能为代表的一大批创新技术和应用将作为数字经济时代的重要基石，推动着传统经济的转型升级和新兴经济的快速增长。可以预见，数字经济将是继农业经济、工业经济之后的一个全新的社会经济形态。2018 年，习近平总书记在中央政治局第九次人工智能发展现状和趋势的集体学习中指出，人工智能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事关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。

1.1 全球人工智能的发展及产业格局

云计算、大数据和 IoT 为代表的信息技术在快速迭代的同时也加速了人工智能走向实践应用的可能性，而各种数据和图形处理器技术以及以深度神经网络为代表的技术被融合到人工智能体系，更是让人工智能技术进入新的发展浪潮。技术与实践应用之间的差距迅速拉小，语音识别、图像分类、无人驾驶等若干细分应用领域内人工智能技术已经迈进可用、好用的阶段，未来人工智能技术应用在场景落地的过程必将迎来爆发式增长的新高潮。

1.1.1 人工智能的三次发展浪潮

1956 年，达特茅斯会议首次提出“人工智能”概念，为人工智能产业的发展拉开序幕。在 60 余年的发展过程中，人工智能已经经历了三次发展浪潮，当前全球人工智能正处于第三次发展浪潮之中。

第一次浪潮：1956 年，“人工智能”概念的提出掀起了人工智能的第一次发展浪潮。该时期的核心是让机器具备逻辑推理能力，并且研发出第一款感知神经网络软件和聊天软件。第二次浪潮：20 世纪 70 年代中期，人工智能掀起第二次浪潮。这一时期内，Hopfield 神经网络和 BT 训练算法被提出。同时，解决特定领域问题的专家系统得到广泛应用。第三次浪潮：2006 年，深度学习理论的突破带动了人工智能第三次浪潮的产生。这一阶段互联网、云计算、大数据、芯片等新兴技术为人工智能各项技术的发展提供了充足的数据支持和算力支撑，而以“人工智能+”为代表的业务创新模式也随着人工智能技术和产业的发展日趋成熟，这将极大优化社会的生产力，并对现有的产业结构产生深远的影响。

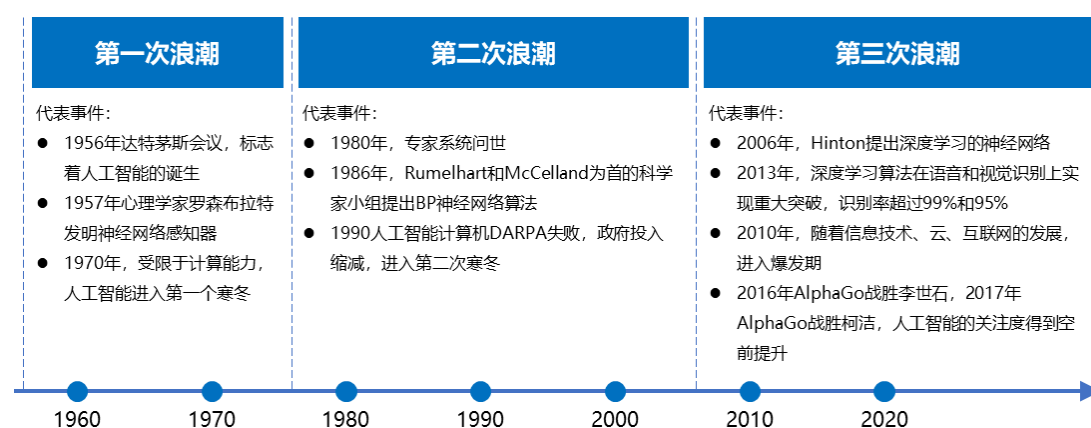


图 1 人工智能的三次发展浪潮人工智能的产业格局

随着人工智能产业的快速发展，全球人工智能已经形成较完整的生态体系，在人工智能生态的基础层、技术层和应用层走出了一大批领先的科技创新企业。

（1）基础层：为人工智能产业链提供算力和数据服务支撑。以 AWS、Azure、阿里云、腾讯云、百度云等行业巨头为代表，为人工智能的发展提供了充足的算力资源；传统芯片巨头 NVIDIA、Intel 和国内科技新贵寒武纪、地平线等正致力于为人工智能的计算需求提供专用芯片；另外数据服务领域也存在大量公司，例如国内的数据堂、海天瑞声以及国外的 Saagie 等。

（2）技术层：为人工智能产业链提供通用性的技术能力。以 Google、Facebook、阿里巴巴、百度为代表的互联网巨头，利用资金及人才优势，较早地全面布局了人工智能相关技术领域；同时也有一大批创新公司深耕细分技术领域，例如专攻智能语音领域的科大讯飞、致力于计算机视觉领域的商汤、机器学习领域的第四范式等。在国外，Proxem、XMOS 等企业也分别在自然语言处理、智能语音等领域做出了积极的实践和探索。

（3）应用层：面向服务对象提供各类具体应用和适配行业应用场景的产品或服务。目前全球绝大部分人工智能领域的创新科技公司聚集于此，典型企业有智慧建筑领域的 Verdigris、特斯联，智慧安防领域的 Genetec、宇视，智慧医疗领域的 Flatiron、推想科技等。



图 2 人工智能产业链及代表厂商

1.1.3 全球人工智能产业发展概况

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同体的重要共识。

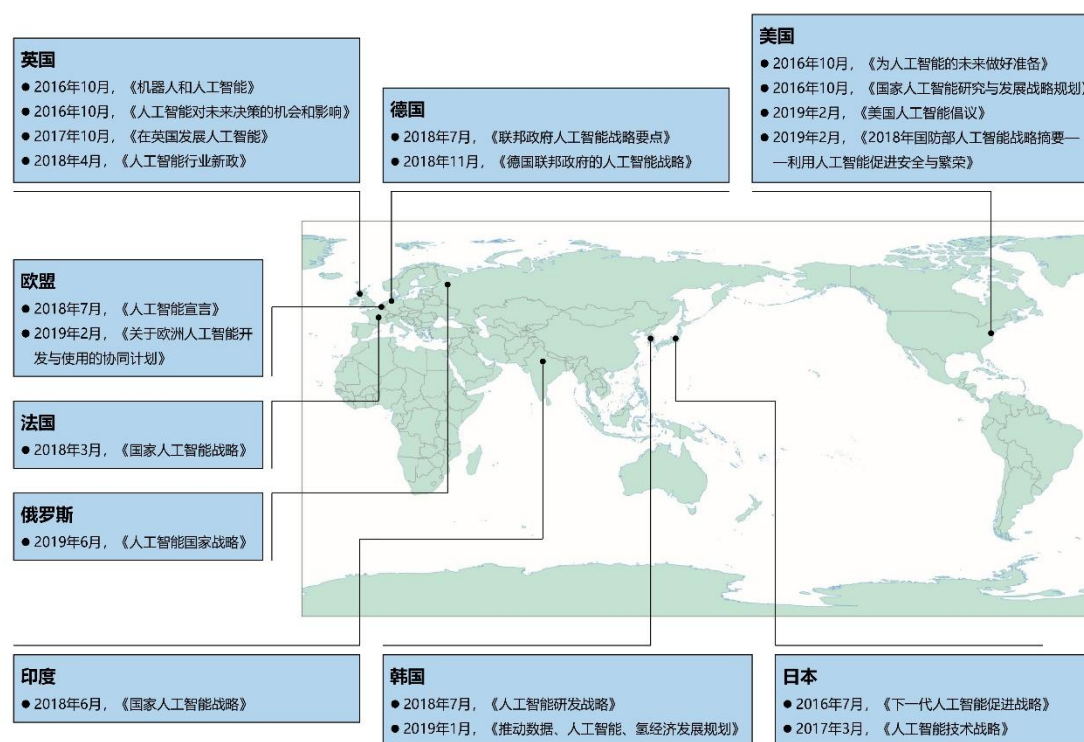


图 3 全球主要国家的人工智能产业政策（部分）

新一代人工智能正在全球范围蓬勃发展,全球正在迎来人机协同、跨界融合、共创分享的智能时代,深刻影响着各国的政治、经济和社会的发展。美国、英国、德国等全球主要国家在本国人工智能战略的引导下,立足本国优势,走出了各具特色的人工智能产业发展道路。

(1) 美国:人工智能基础雄厚,科研实力强大,占据全球人工智能领先地位。

作为人工智能的发源地,美国在人工智能 60 余年的发展进程中始终领跑全球。无论是人工智能基础研究还是应用落地,无论是民用领域还是军工领域,美国对人工智能的发展始终保持着主动性和预见性。尤其在人工智能芯片研发、人工智能算法攻关、顶尖人才培养等人工智能核心基础领域,美国牢牢占据全球领先地位。而这离不开美国政府、高校和企业的共同推动,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,麻省理工大学、斯坦福大学、卡内基梅隆大学等全球顶尖学府与 Google、Microsoft、Facebook 等科技巨头致力研发与实践,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。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。

(2) 英国:众多有实力、有影响力的人工智能初创公司保障英国持续处于全球人工智

能创新的核心地带。

从“人工智能之父”图灵到引发全球关注的 AlphaGo，支撑英国在全球人工智能的发展中始终占据优势地位。英国拥有悠久的人工智能发展历史，英国政府通过政策指引、资金支持和人才培养，为人工智能打造了良好、健康的发展环境。同时，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。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。

（3）德国：工业 4.0 有利推动德国人工智能的发展，新时期德国致力于成为全球领先的人工智能科研场。

依托全球领先的工业基础，德国在 2013 年发布的“工业 4.0 计划”中，人工智能被列为工业 4.0 的核心支持技术之一，其中以库卡工业机器人为代表的工业智能产品享誉全球。但德国并没有将本国人工智能的发展局限于工业领域，而是通过多项国家战略推动人工智能与更多产业融合，致力于打造全球领先的人工智能科研场。与此同时，作为目前全球最大的人工智能非营利科研机构——德国人工智能研究中心，与柏林、慕尼黑、蒂宾根等地的 6 所人工智能研究中心共同形成了德国人工智能研究网络，是德国人工智能科研创新的重要推动器。德国政府在其人工智能战略中明确区分了“强人工智能”和“弱人工智能”，并将未来的战略方向聚焦于“弱人工智能”，主要瞄向“机器证明和自动推理”、“基于知识的系统”、“模式识别与分析”、“机器人技术”和“智能多模态人机交互”五个研究领域。

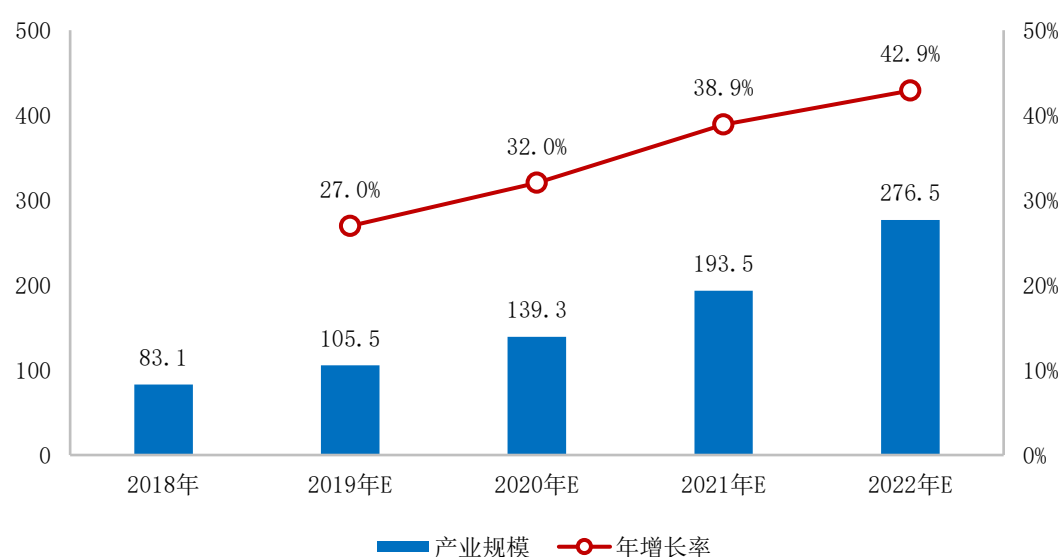
1.2 中国人工智能产业发展情况

人工智能技术的快速发展推动智能产业在多行业、多区域快速兴起，为经济社会发展注入了新动能，人工智能产业规模也随之持续快速扩充。同时，凭借在政策、数据和场景等方面的优势，我国具备了参与全球人工智能产业竞争的强大实力。

1.2.1 中国人工智能产业规模

随着人工智能产业实践的深入发展，人工智能已经成为数字经济时代的重要标志，以人

工智能为代表的数字经济将成为中国经济发展的新引擎。在企业服务市场，人工智能使得政务、安防、制造、金融、医疗、物流仓储以及更多行业的内外部治理变得更加智能与高效，极大程度上促进这些行业内的公司实现数字化转型；在个人消费领域，蕴含人工智能元素的产品和服务也进入了快速发展阶段，智能音箱、家庭机器人、可穿戴设备等智能化设备深受消费者的追捧和青睐。在各种消费场景中，人工智能正在帮助商家“更懂消费者、懂得消费者更多”，提升双方服务交互过程中的质量。根据相关研究机构估算，预计到 2020 年中国人工智能产业规模将达近 140 亿美元，而到 2022 年将超过 270 亿美元。



数据来源：《2019 新一代人工智能产业白皮书》，中国电子学会

图 4 中国人工智能产业规模（单位：亿美元）

1.2.2 中国人工智能产业发展特征

（1）中国人工智能产业基础研究能力亟待提高。人工智能科研能力是保障人工智能产业持续发展的源动力，现阶段中国人工智能专利申请数量占全球总量的 37.1%^①，位居全球第一，相关论文产出量也高达 141840 篇^②。虽然我国在专利申请和论文产出方面已经跻身全球领先序列，但我国从事人工智能基础研究的学者仅占全球总量的 11%^③，科研机构仅占 5%^④，仍落后于全球顶尖水平。由此看出，我国需持续加大在基础研究与顶尖人才培养方面的投入，缩小我国薄弱环节与全球顶尖水平的差距，继续抢占全球新一代人工智能产业发展的制高点。

^{①②③④⑤} 《2018 世界人工智能产业发展蓝皮书》，中国信息通信研究院、Gartner

（2）中国人工智能企业众多、应用广泛。2018 年，中国专注于人工智能领域的企业数量已达 1000 余家^⑥，位居全球第二，并且仍在快速增长。此外，在快速发展的数字经济环境和庞大的人工智能用户面前，不仅软件、互联网企业是人工智能市场的主要参与者，而且传统工业、金融业、服务业也加速参与到人工智能的实践进程中来。

（3）中国人工智能产业受到资本市场的高度关注。资金是人工智能产业持续向好发展的重要保障，现阶段中国是全球人工智能产业投融资最为活跃的国家之一。总投融资事件数量占全球的 31.7%^⑦，投融资资金总额占全球的 60.0%^⑦，有利地支撑和推动了中国人工智能产业化落地和数字经济的深化发展。

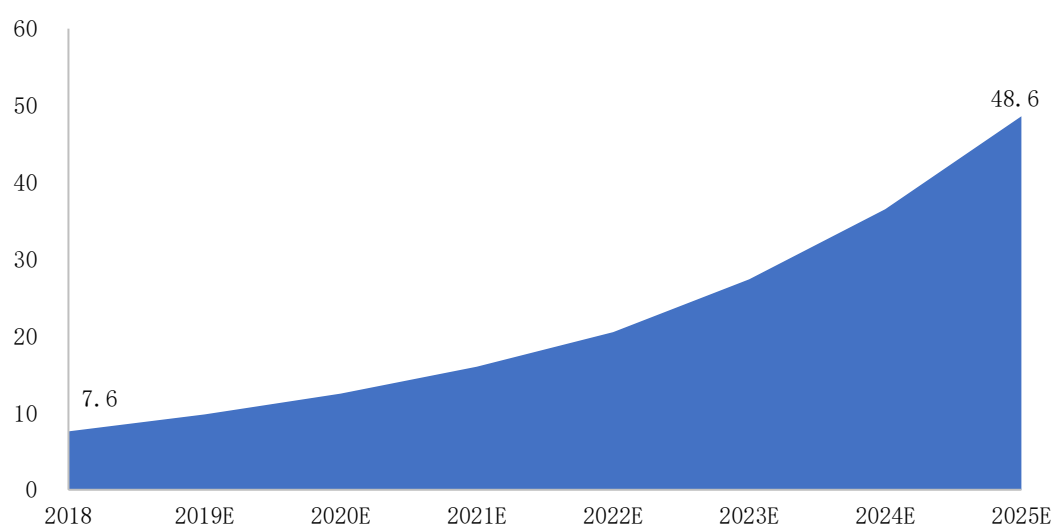
1.2.3 中国人工智能产业发展优势

（1）国家多部委联动，顶层设计人工智能发展规划，凝聚政策优势。习近平总书记强调，人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的“头雁”效应。加快发展新一代人工智能是我们赢得全球科技竞争主动权的重要战略抓手，是推动我国科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升的重要战略资源。在此宏观背景下，2016 年 5 月，国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、中央网信办四部门联合印发了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》的通知；2017 年 7 月，国务院印发的《新一代人工智能发展规划的通知》；2017 年 12 月，工业和信息化部印发《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。在中央顶层制度设计的基础上，各地方政府根据各区域产业发展实际需求，纷纷出台了相应的产业发展规划与政策指导意见，为人工智能产业发展提供了良好的社会政策环境。

（2）数字时代助力，广袤市场搭配先进信息技术，累积数据优势。数据是新一轮人工智能的发展需要具备三大核心要素之一，丰富的市场数据量为人工智能应用的深化实践提供了基础条件。随着我国迈入数字经济时代，互联网、云计算、大数据等现代信息技术在各领域的持续深入，当前已积累了大量的消费级数据和企业级数据。据 IDC、希捷统计数据显示，2018 年中国数据总量占全球 23.4%，为 7.6ZB（1ZB≈1 万亿 GB），预计到 2025 年将增至 48.6ZB，届时将占全球数据总量的 27.8%。

^⑥ 《2018 世界人工智能产业发展蓝皮书》，中国信息通信研究院、Gartner

^⑦ 《2018 世界人工智能产业发展蓝皮书》，中国信息通信研究院、Gartner



数据来源：IDC、希捷

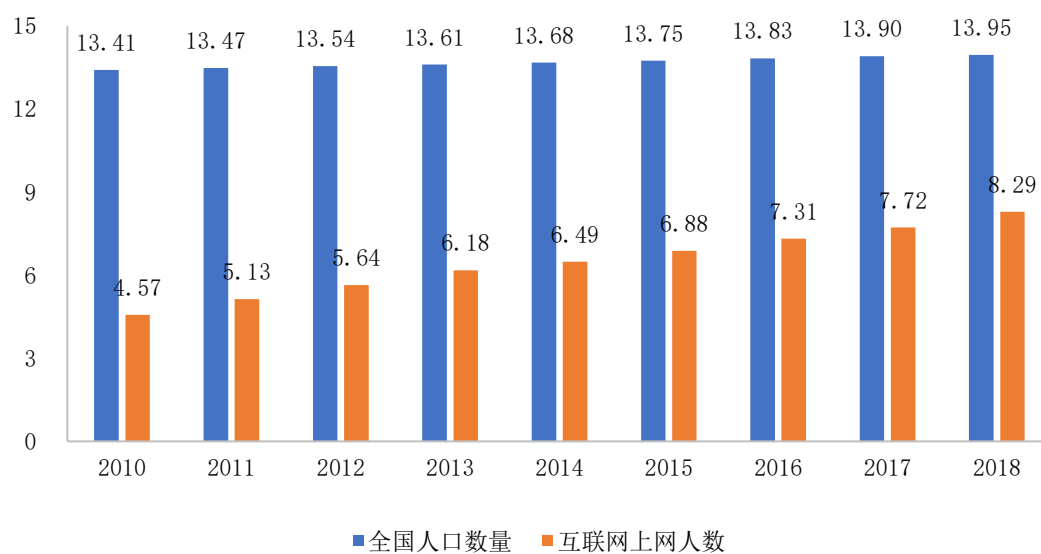
图 5 2018-2025 年中国数据总量（单位：ZB）

（3）网民基数大，中小企业众多，增强开发场景优势：中国庞大的人口数量和企业基数为人工智能提供了丰富的应用场景，并由此衍生出大量基于人工智能技术的商业和应用模式的创新。2017 年中国企业法人单位为 1809.77 万个，而个体工商户总数更是达到了 6579.37 万户。另外，2018 年中国人口总数达到 13.9538 亿人，其中互联网上网人数已经达到 8.2851 亿人。人工智能技术作为实践数字经济的重要构成和基石，逐步与互联网时代的社交电商服务、共享经济服务、网络直播服务和互联网金融服务等融合，探索出新型应用模式。



数据来源：国家统计局

图 6 2010-2017 年中国企业法人单位数及个体工商户数（单位：万个）



数据来源：国家统计局

图 7 2010-2018 年中国人口数量及互联网上网人数（单位：亿人）



第二章 人工智能产业人才发展总体现状

数字经济时代，人工智能正成为引领科技创新和产业发展的核心力量。人工智能产品与服务正在持续地渗透到人们的日常工作、生活、学习和社交等领域，也推动国内各区域、各类型的科技企业和传统产业企业纷纷向人工智能领域开拓。经过多年的持续发展，中国在人工智能领域取得重要进展，国际科技论文发表量和发明专利授权量已居世界前列，部分领域核心关键技术实现重要突破，但是人才问题仍然是制约该产业发展的关键。

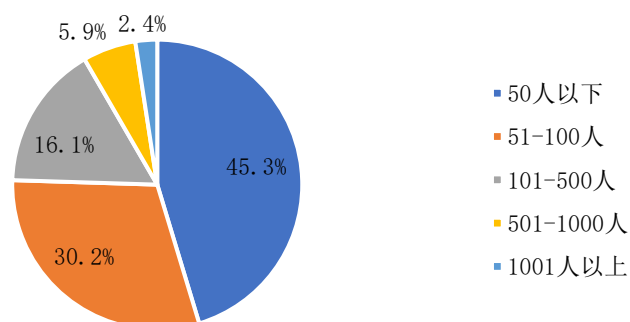
国务院在《新一代人工智能发展规划》明确提出人工智能尖端人才远远不能满足需求，并在总体部署中将加强人才队伍建设作为构建开放协同的人工智能科技创新体系四大主要支撑之一。在产业实践中，企业对人工智能人才的需求更加精细和多元，从技术研发、应用开发、应用交付到运营维护都需要大量人才支持。从产业端来看，一方面人工智能产业人才的覆盖面开始扩大，另一方面国内人工智能产业整体人才密度偏低，有效人才供给不足的问题突出。因此，人工智能产业人才供需矛盾将严重影响我国人工智能产业的进一步发展。鉴于此，现阶段高校、人工智能相关企业、社会培训机构等都已经采取诸多措施，加快推进人工智能产业人才的规模化培养。

2.1 本次调研的企业情况

本次调研的企业样本总数为 2224 家，既有专注于人工智能领域，提供人工智能基础层、技术层和应用层产品和服务的人工智能科技企业，也有利用人工智能相关技术改造或重塑自身产品和业务的企业，例如软件企业、互联网企业、传统产业企业等。总体上，本次调研的企业集中分布于北京、上海、广东、江苏、浙江、四川等经济较发达地区，应用层企业的数量居多，并且多数为初创型人工智能科技企业。

2.1.1 企业人员规模情况

本次调研企业人员规模在 50 人以下的企业占比为 45.3%，51-100 人规模的企业占比为 30.2%；企业人员规模在 101-500 人的企业占比为 16.1%；企业人员规模在 501-1000 人的企业占比为 5.9%；企业人员规模在 1000 以上的占比为 2.4%。

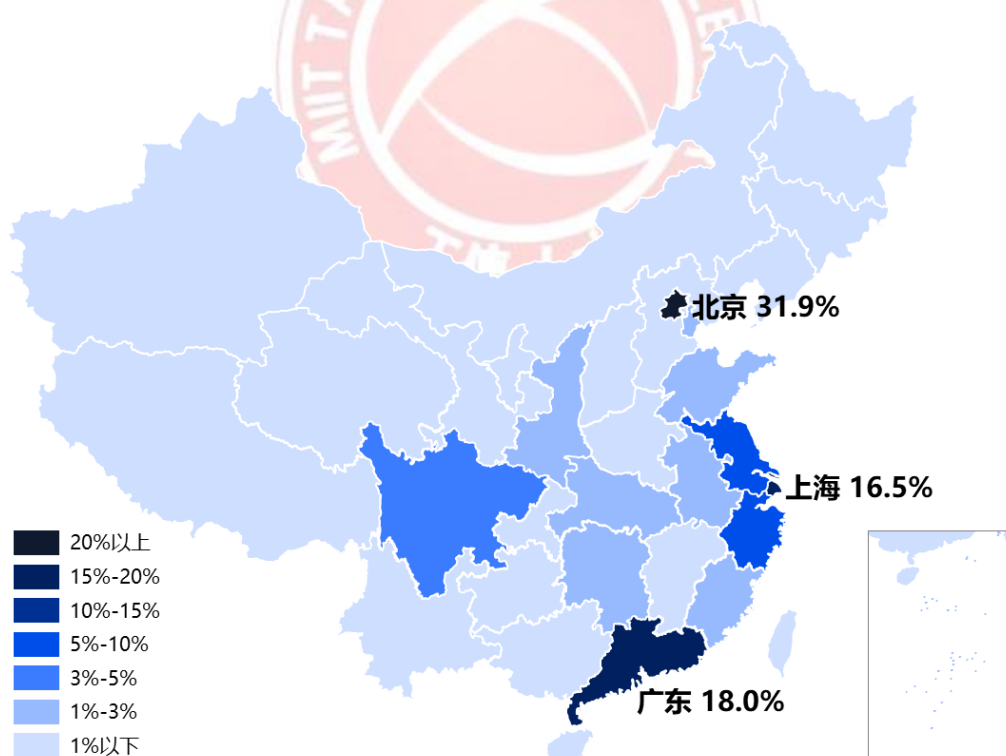


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 8 本次调研企业的人员规模情况

2.1.2 企业区域分布情况

北京、广东、上海是本次调研的企业分布最为集中的省市，其中北京的企业数量最多，占调研企业总数量的 31.9%，其次为广东和上海，分别为 18.0%、16.5%。除北京、广东和上海外，浙江、江苏、四川也是本次调研企业的主要分布省份。

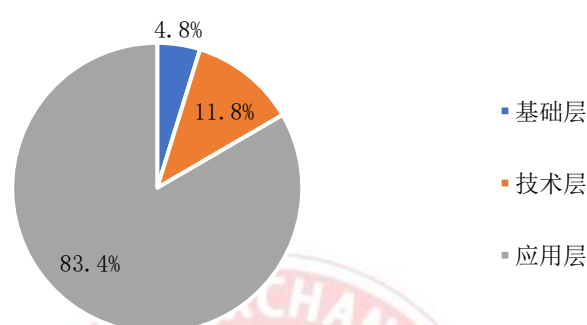


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 9 本次调研企业的区域分布情况

2.1.3 企业产业链分布情况

在本次调研中，将企业分为基础层、技术层和应用层，其中应用层企业是此次调研中的主要企业群体，占比为 83.4%。在本报告中，应用层企业指的是既包括专注于人工智能领域、对外输出人工智能终端产品或行业解决方案的人工智能企业，又包括众多的利用人工智能重塑和改造自身产品和业务的信息化、互联网和传统产业企业。此外，本次调研的基础层企业和技术层企业的占比分别为 4.8%和 11.8%。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 10 本次调研企业的产业链分布情况

2.2 人工智能产业人才岗位类型

根据各人工智能企业岗位人才需求，可归纳为高级管理岗、高端技术岗、算法研究岗、应用开发岗、实际技能岗、产品经理岗等类型岗位，如图 11 所示。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。

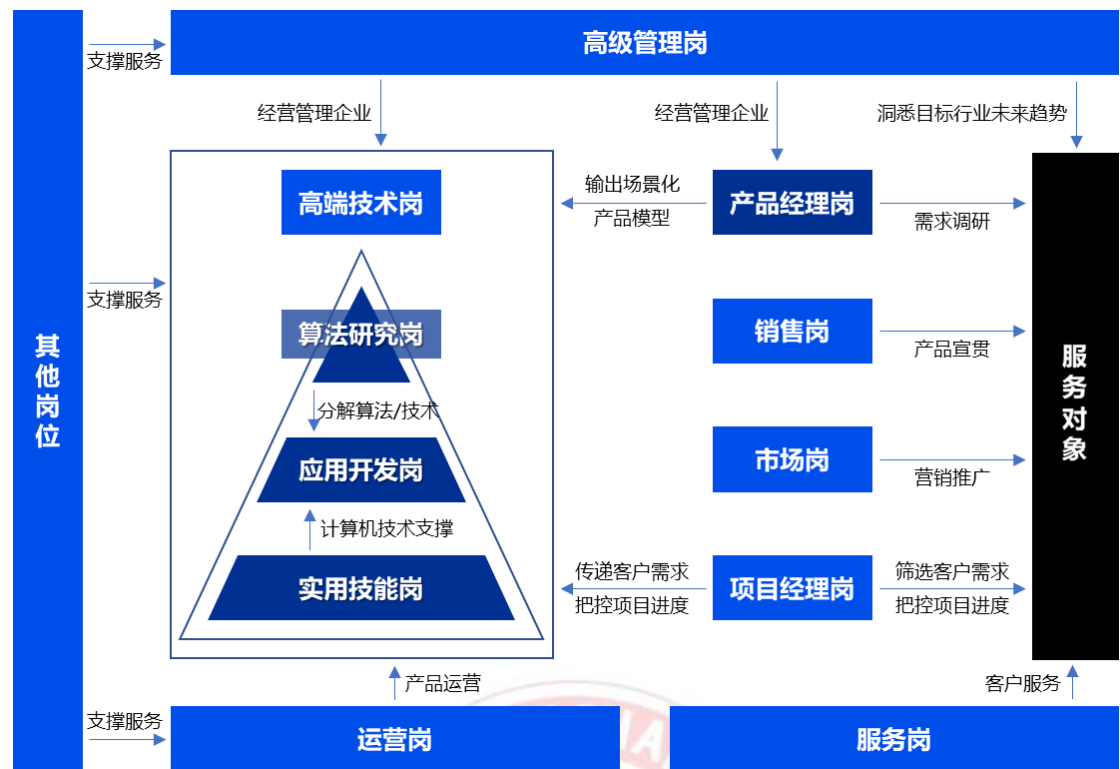


图 11 人工智能产业人才岗位类型

典型岗位类型简介：

- (1) 算法研究岗：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。
- (2) 应用开发岗：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。
- (3) 实用技能岗：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。

表 1 人工智能领域十大紧缺岗位

序号	岗位名称
1	人工智能算法研发工程师
2	人工智能开发工程师
3	人工智能算法研究员
4	人工智能系统/平台研发工程师
5	人工智能应用开发工程师
6	产品经理
7	人工智能测试工程师
8	软件开发工程师

9	建模应用工程师
10	数据标注工程师

2.3 人工智能产业人才供需情况

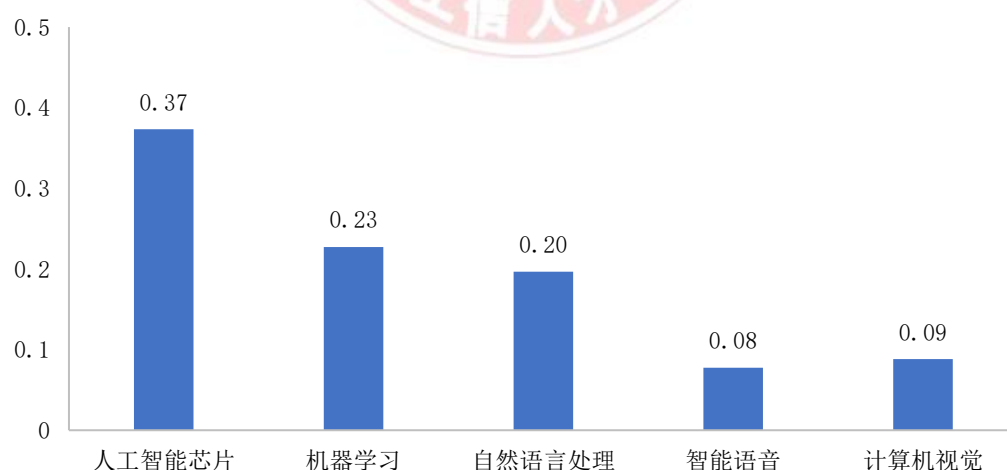
2.3.1 人工智能产业人才整体供需情况

受限于国内人工智能产业的起步较晚、前期积累不足，我国人工智能产业面临有效人才供给不足的窘境。《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》提出要到 2020 年实现人工智能核心产业规模超过 1500 亿元的目标。按照此产业规模目标，预计我国人工智能产业内有效人才缺口达 30 万，特定技术方向和岗位上供需失衡比例尤为突出。

本报告通过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。

岗位人才供需比计算方法： $\text{岗位人才供需比} = \frac{\text{意向进入岗位的人才数量}}{\text{岗位数量}}$

（1）人工智能各技术方向岗位人才供需情况：本报告选取了人工智能的典型技术方向，包括人工智能芯片、机器学习、自然语言处理等，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。

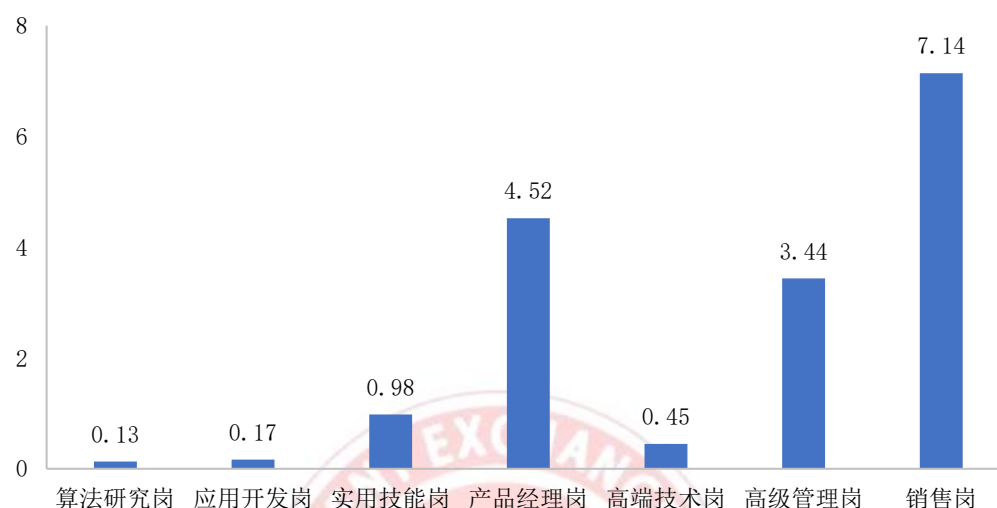


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 12 人工智能各技术方向岗位人才供需比

（2）人工智能各职能岗位人才供需情况：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，而实际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：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 13 人工智能各职能岗位人才供需比

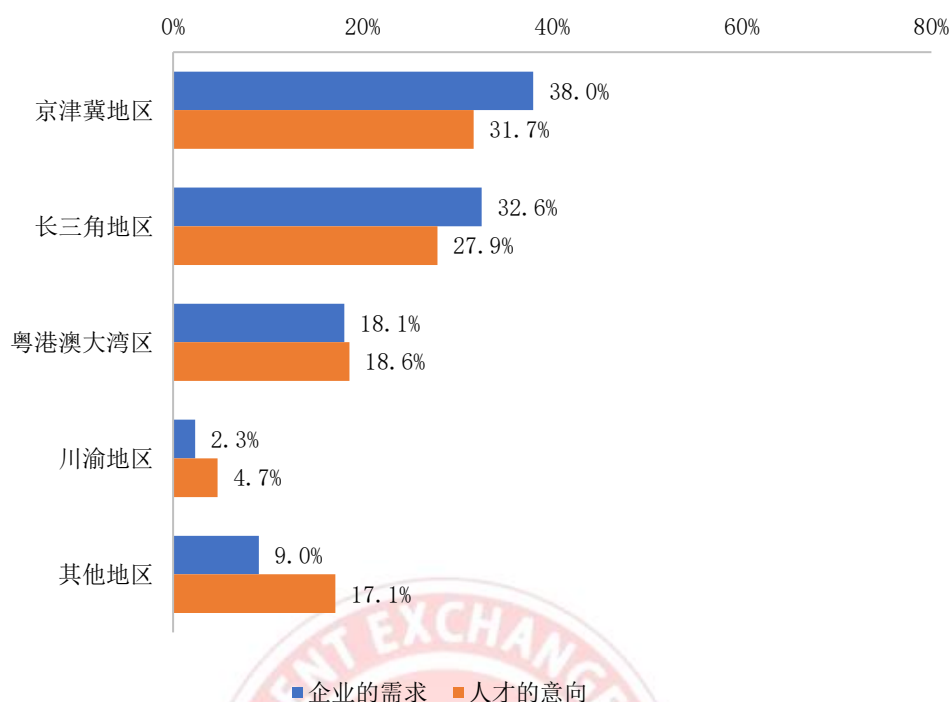
2.3.2 人工智能产业人才主要区域的供需情况

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%。

（1）在人才需求方面，上述四个区域的人才需求占全国总体需求的 90.9%。一方面因为这些区域聚集了全国绝大多数人工智能领域的科技创新企业和接入人工智能技术的互联网、软件企业，相应地产生了大量的人才需求；另一方面由于这些区域内传统产业正加速数字化改革，人工智能与传统产业融合的进程居于全国前列，需要大量相关人才支撑人工智能落地实践的快速推进。

（2）在人才供给方面，这些区域拥有顶尖的人工智能技术水平、广阔的职业发展空间和可观的薪酬福利，对人才集聚产生了较强的吸引力。目前人才供给端 82.9%的人才有意向

进入上述四个区域工作，而其他地区仅能吸引 17.1% 人才的关注。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

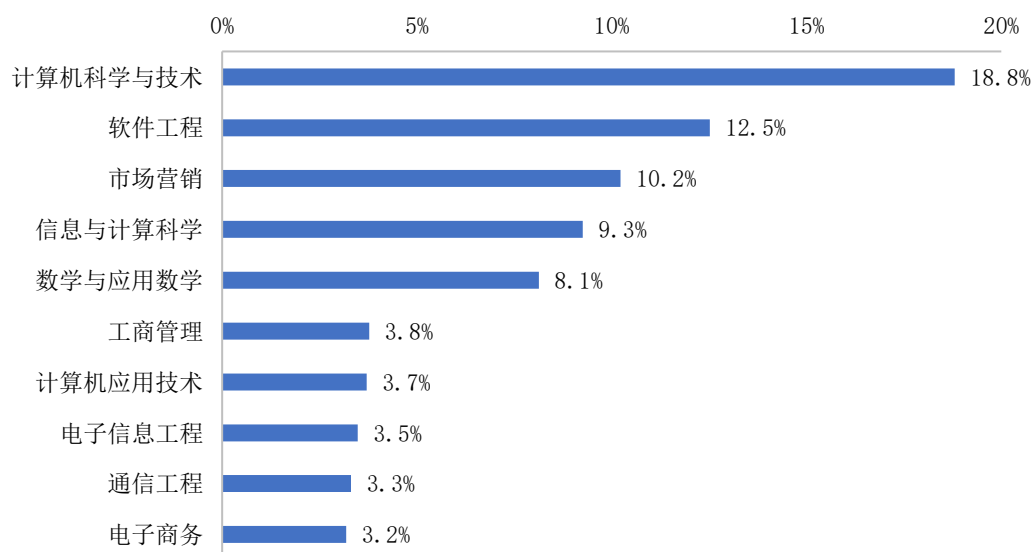
图 14 全国主要区域的人才的需求情况及求职人才意向的区域情况

2.4 人工智能产业人才培养情况

在国内人工智能产业人才供给不足的大背景下，高校、企业和培训机构纷纷依托自身优势，立足产业实际需求，采取了诸多应对措施，积极推动人工智能产业人才的培养。

2.4.1 高校人才培养情况

（1）根据产业需求，高校人工智能人才培养呈现出多学科特点。在现设专业中，计算机科学与技术、电子信息工程等专业方向是孕育人工智能技术人才的主要专业方向。除此之外，在行业融合的背景之下，高校也纷纷开设“人工智能+”的跨学科专业，覆盖计算机、数学、电子信息、统计学、心理学等多个专业领域。人工智能专业的设立加速了人工智能与基础教育学科融合，有助于培养出一批具备多专业、跨学科认知的复合型人工智能产业人才。根据招聘网站专业需求数据显示，人工智能领域十大热门专业包括计算机科学与技术、软件工程、数学与应用数学等。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 15 人工智能产业十大热门专业

（2）人工智能专业被正式纳入本科专业名单，加速了人工智能产业专项人才的培养进程。在传统电子信息类、计算机类、数学类专业的基础上，2019 年 3 月教育部公布了《2018 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，人工智能被列入新增审批本科专业名单，全国共有 35 所高校获首批建设资格；2020 年 2 月教育部公布《2019 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果》，新增人工智能专业的高校达 180 所。从学校数量来看，北京、江苏、山东、四川的新增院校较多；从学校层次来看，近两年新增人工智能本科专业的院校既有北京航空航天大学、北京理工大学、哈尔滨工业大学、浙江大学、南京大学、上海交通大学、复旦大学、同济大学、武汉大学等传统老牌名校，也有如安徽信息工程学院、泉州信息工程学院、东华理工大学等普通院校，共同推进人工智能基础研究型人才和应用型人才的培养。

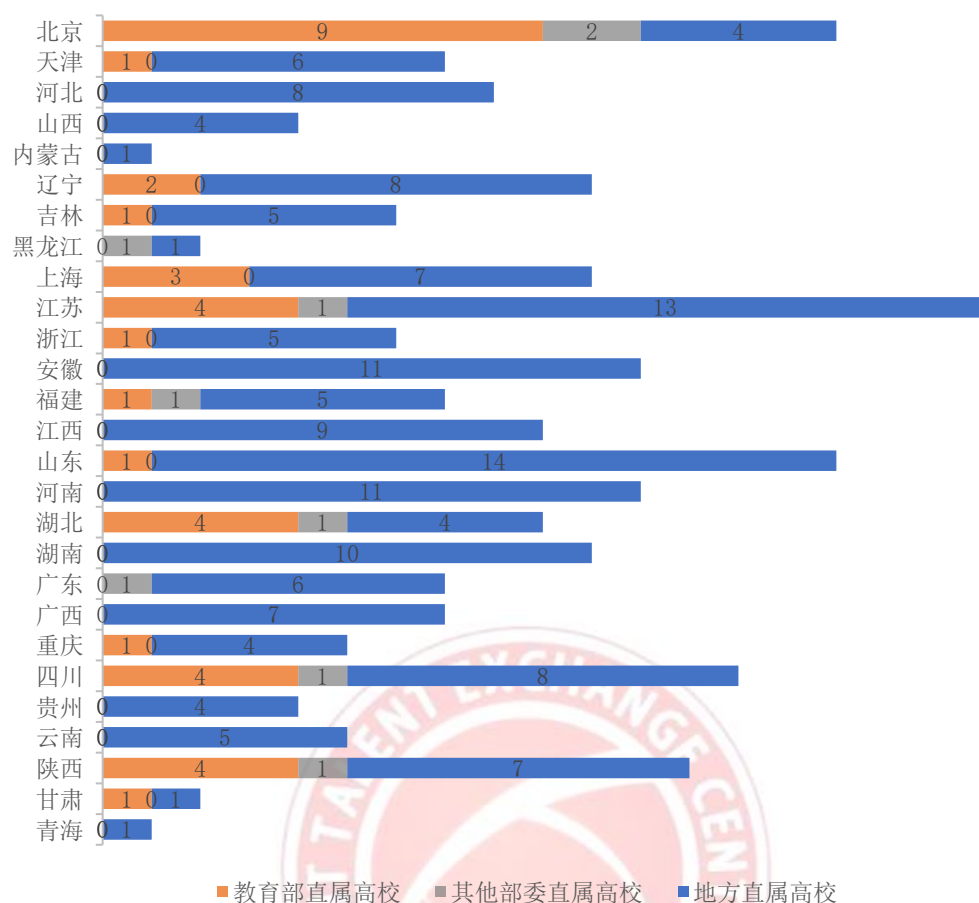


图 16 新增人工智能本科专业高校区域分布

（3）高校建立人工智能学院和研究院，重点培养基础研究型和应用开发型人才。除设立人工智能专业外，同期国内各类型高校已经着手建立人工智能学院、人工智能研究院[®]，国内顶尖高校如北京大学、清华大学、浙江大学、复旦大学等，成立人工智能教学与研究机构，主攻人工智能基础研究，包括数理基础、认知科学基础、智能感知、机器学习、类脑计算、人工智能治理以及智能医疗、智能社会等方面，旨在培养并输出具备人工智能基础研究能力的研究型人才。国内诸多本科大学和专科院校也已开始筹划和建设人工智能学院和研究院，通过联合人工智能产业链各环节的领先企业，例如百度、腾讯、科大讯飞等，加强在人才培养、实训课程、项目共享、实践机会等方面合作，着重培养具备人工智能实践经验的应用开发型人才。

[®] 报告中的人工智能学院和研究院仅指用“人工智能”命名的学院和研究院

表 2 高校建设的人工智能学院/研究院名单（部分）

双一流高校（部分）	普通高校（部分）
北京大学-人工智能研究院	上海电子大学-上电-临港人工智能学院
清华大学-人工智能研究院	安徽信息工程学院-大数据与人工智能学院
浙江大学-人工智能协同创新中心	重庆邮电大学-人工智能学院
复旦大学-类脑智能科学与技术研究院	华东交通大学-人工智能研究院
哈尔滨工业大学-人工智能研究院	东北财经大学-人工智能学院
华中科技大学-人工智能与自动化学院、 人工智能研究院	四川大学锦江学院-人工智能学院
同济大学-人工智能研究院	南宁学院-人工智能学院
上海交通大学-人工智能研究院	杭州电子科技大学-百度云人工智能学院
南京大学-人工智能学院	河南财政金融学院-人工智能学院
南开大学-人工智能学院	深圳大学、腾讯云-人工智能学院
吉林大学-人工智能学院	辽宁工程技术大学、腾讯云-人工智能学院
大连理工大学-人工智能大连研究院	山东科技大学、腾讯云-人工智能学院
西安交通大学-人工智能学院	聊城大学、腾讯云-人工智能学院
中山大学-智能工程学院	东营科技职业学院-人工智能学院
北京理工大学-人工智能研究院	合肥财经职业学院-人工智能学院
天津大学-人工智能学院	亳州职业技术学院-人工智能学院
中国科学院大学-人工智能技术学院	福州职业技术学院-百度云人工智能应用技 术协同创新中心与百度云智学院人工智能 学院
中国石油大学（北京）-人工智能学院	南宁职业技术学院-人工智能职业教育研究
北京科技大学-人工智能研究院	湖南科技职业学院-人工智能学院
北京邮电大学-人工智能研究院	深圳职业技术学院-人工智能学院、粤港澳 大湾区人工智能应用技术研究院
北京交通大学-人工智能学院	郑州商贸旅游职业学院-人工智能学院

2.4.2 社会培训机构人才培养情况

社会培训机构开展人工智能培训是当前解决人工智能产业人才供应不足的重要补充，并且现阶段政府正着力实施全民智能教育，对社会机构开展人工智能培训也做出了明确的支持。

（1）针对培训机构类型，现阶段既有北大青鸟、达内教育、光华国际等传统老牌职业培训学校，又有小象学院、深蓝学院、咕泡学院等新型培训机构。各类型培训机构在授课方

式上已经形成线上、线下相结合的全方位人工智能培训方式。

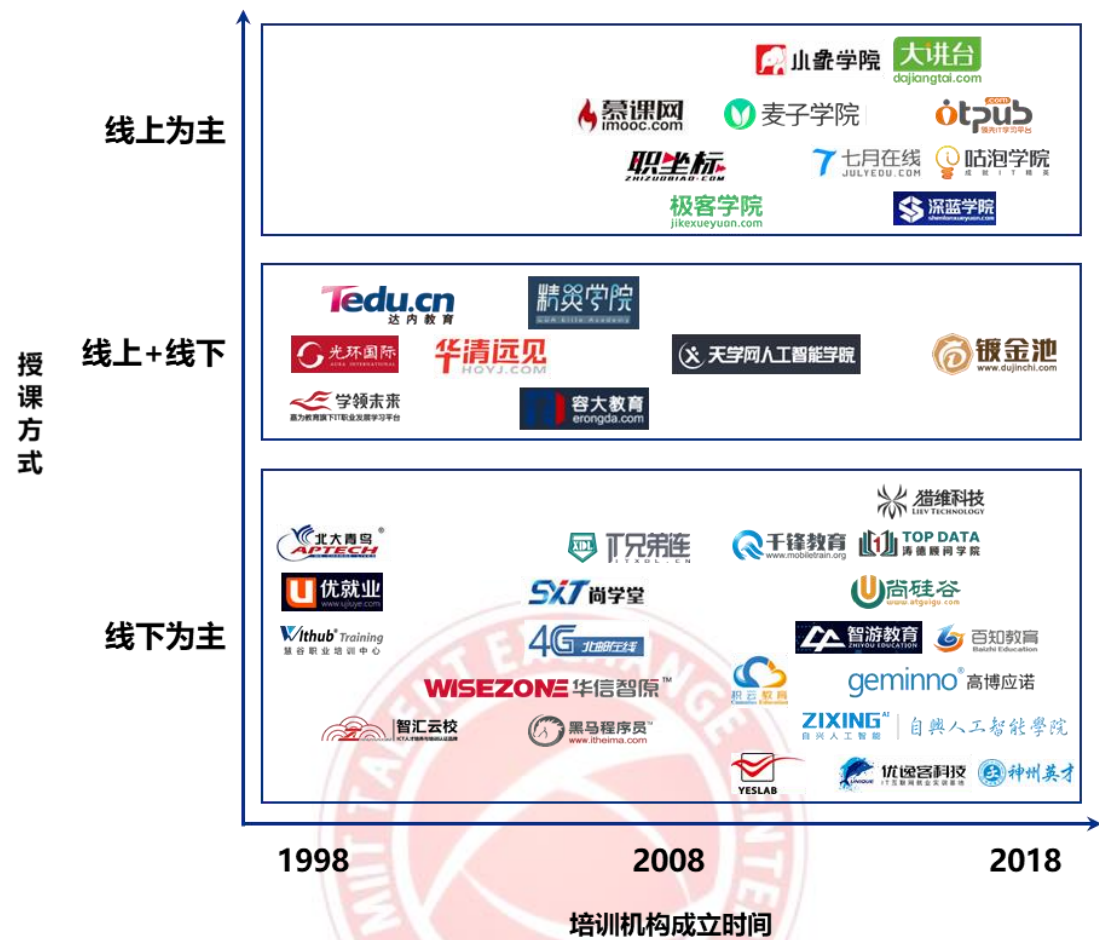


图 17 开展人工智能培训的社会培训机构（部分）

（2）针对培训内容，当前培训机构的人工智能相关课程以培训学员的应用开发技能为主，主要包含三种类型课程：Python 培训、人工智能基础入门培训和人工智能细分技术专业培训。此外，现阶段各培训机构均向学员提供分阶段的实战项目教学，众多机构已接入华为、百度、阿里巴巴等科技巨头的实践经验和实践机会。但由于数理知识课程内容欠缺、培训时间较短，当前培训机构输出的人才多数为初级的实用技能型人才。

第三章人工智能产业人才能力素质要求及薪酬画像

人工智能属于高度知识密集型产业，对人才的业务能力、工作经验、教育背景、职业道德等方面都有着较高的要求。随着人工智能技术的不断更迭和应用落地的快速推进，仅具备单一能力的产业人才无法匹配企业的实际需求。产业内迫切需求具备综合能力、专业知识能力、技能能力以及工程实践能力等多维能力的人才队伍。

3.1 岗位类型篇

3.1.1 岗位能力要求

算法研究岗、应用开发岗、实用技能岗和产品经理岗在实践中的工作重点不同，企业对各典型岗位的职业能力要求也存在较大差异。

表 3 算法研究岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	具备扎实的理论基础，精通所属技术方向的建模方法，能够通过合理的组合、改造并创新相关算法来解决更加复杂的应用问题； 能够对不同场景的通用部分进行提取，提高算法的迁移与扩展能力，并降低训练成本； 具有较强的自我学习能力，始终保持对前沿研究领域的关注，能够复现并改进其中的相关工作，将新技术与既有基线系统进行横向对比。
专业知识	具备扎实的算法基础，灵活使用数据结构； 深入掌握机器学习及其他所属技术方向的常用算法； 具备在大数据环境下的数据处理能力，如文本、图像、文档、网页等数据的导入、加工、转化等能力。
工具技能	具备扎实的编程开发基础，包括但不限于熟练掌握 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言； 熟悉 Linux、Hadoop、Spark、Hive 等大数据计算工具； 掌握基于消息中间件或调度引擎进行数据流程和算法版本的管理，能够实际实现算法、系统，并进行可重复性的实验，并具备算法验证、开发、迭代和上线的能力。
工程实践能力	具备丰富的算法项目经验及所属技术方向的系统研发经验； 能够结合客户实际面临的业务问题进行分析； 解答模型构建过程中的疑问，并能发现现有系统中的不足并提出合理的改进方案。

表 4 应用开发岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	<p>能够准确理解和进行人工智能算法模型的训练及应用，理解不同的算法针对不同业务领域的实际应用价值；</p> <p>能够将给定的模型或算法转化为实际人工智能应用场景可以实现的内容，具备从抽象的算法中提炼出具体的解决方案的能力；</p> <p>能够和科学家、研究员、算法研发工程师等高效沟通交流，积极响应上述类型岗位的问题需求，协助实现人工智能应用场景的业务落地。</p>
专业知识	<p>掌握所属技术方向的基础知识，熟悉软件工程设计、开发、测试、部署上线、运维等流程；</p> <p>具备数据挖掘基础，熟练掌握逻辑回归、决策树等常用模型算法的原理和适用范围，并能熟练应用到实际场景中。</p>
工具技能	<p>具备良好的编程开发能力，包括 C/C++、Python、Java 等；</p> <p>熟悉主流操作系统开发环境，如 Mac、Linux、Windows 及相关操作系统脚本语言；</p> <p>熟练掌握关系型数据库原理及 SQL 语言，熟练掌握主流数据库，如 MySQL、Oracle、DB2 等；</p> <p>熟悉并行计算基本原理及分布式计算框架，熟悉 Hadoop、Spark 等分布式开发环境；了解常用的各类开源框架、组件或中间件；</p> <p>熟悉掌握大数据流处理计算框架工具，如 Storm、Kafka 等；</p> <p>熟悉容器技术，如 Docker、K8S、Mesos 等。</p>
工程实践能力	<p>具备相关产品、项目实施经验；</p> <p>具有丰富的行业应用开发经验，能够基于 Java、PHP、Android 等开发平台开发行业应用；</p> <p>具备大型复杂业务应用的设计与架构能力。对架构选型、数据处理、应用系统对接、应用运行过程的性能优化问题能提供解决方案；</p> <p>能够选择并实现常见的算法模型，准确理解业务需求并转化为可实现的技术方案。</p>

表 5 实用技能岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	<p>能够对客户具体问题进行分析 and 排查，针对性地为客户提供技术指导，确保客户基于平台的相关问题得到解决，保证产品顺利运行；</p> <p>具备高效的跨团队沟通能力，配合相关技术或产品团队推动问题的解决；</p> <p>能够对技术事件进行分析总结，对功能、流程、工具等问题进行分析沉淀，并提出建设性意见，帮助提升客户服务体验。</p>
专业知识	<p>熟悉并行计算基本原理及分布式计算框架，熟悉 Hadoop、Spark 等分布式开发环境；</p> <p>了解常用的各类开源框架、组件或中间件；</p> <p>熟悉 TCP/IP 协议，具备网络环境问题排查经验；</p> <p>熟悉常用数据库，如 MySQL、Oracle。</p>

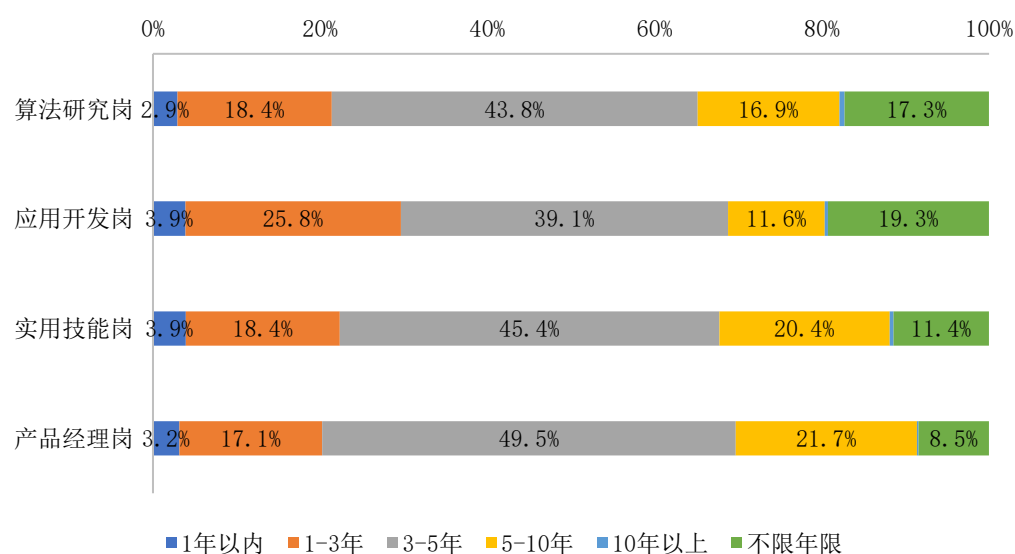
工具技能	具备一定的编程开发基础，熟练掌握 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言； 熟练掌握 Linux 系统的使用，具备丰富的 Linux、Windows 系统维护经验； 熟悉容器技术，如 K8S，Docker 等。
工程实践能力	具备一定的企业客户服务的项目经验，能够多层次解析出客户具体问题； 具备工程化项目落地经验，能够快速定位客户需求并发现关键问题。

表 6 产品经理岗位要求

岗位能力分类	岗位要求
综合能力	具备人工智能产品整体规划、产品设计和推进的能力； 具备目标行业和目标场景的实践经验和知识积累； 具备跨团队协作能力，与产品、算法、工程、编辑、团队充分沟通协作，保证产品功能顺利落地； 具备产品创新能力，产品上线后分析使用数据，提炼使用场景，找到产品改进点和突破点，用丰富的交互场景推动人工智能产品创新； 具备行业分析能力，包括市场分析、用户需求调研和竞品分析等。
专业知识	熟悉人工智能技术的基础知识和当前的能力边界； 掌握外界环境变量对人工智能技术的影响程度。
工具技能	熟练使用 Axure、Mockups、Pencil 等原型设计工具； 掌握并熟悉思维导图、数据处理、图片处理工具； 熟悉或了解常见的编程语言，例如 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言。
工程实践能力	具备人工智能相关产品成功落地经验，能够快速定位行业需求和影响变量。

3.1.2 工作年限要求

应用开发岗对工作经验及年限的要求相对较宽松。29.7%的岗位工作年限要求在 3 年以下，19.3%的岗位不设年限要求；产品经理岗位通常要求从业者具备丰富的实践经验和行业知识积累，因此 49.5%的岗位要求工作年限为 3-5 年，21.7%的岗位要求工作年限在 5 年以上。

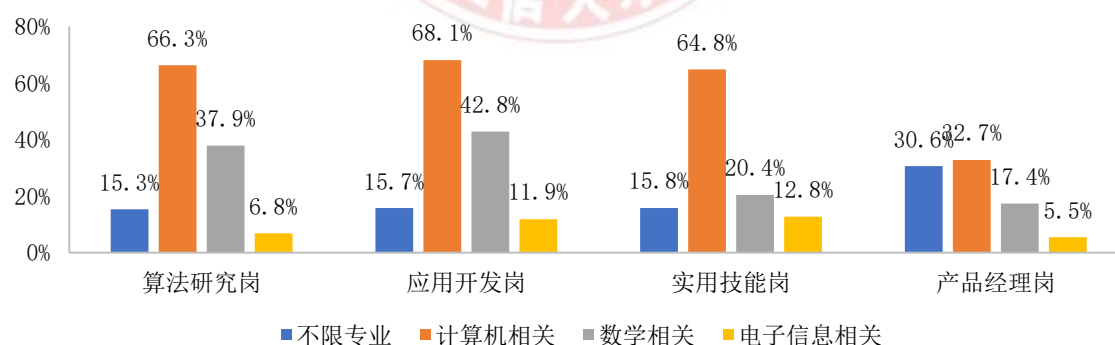


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 18 主要岗位的工作年限要求

3.1.3 专业要求

各典型岗位专业要求中，大多寻求计算机相关专业的人才，其中 60%以上的算法研究岗、应用开发岗和实用技能岗均要求计算机相关专业。除外，算法研究岗、应用开发岗对数学相关专业的需求程度也更高，其中 37.9%的算法研究岗和 42.8%的应用开发岗要求具有数学相关专业背景。相比而言，产品经理岗位专业要求限制较少，30.6%的产品经理岗无专业限制。



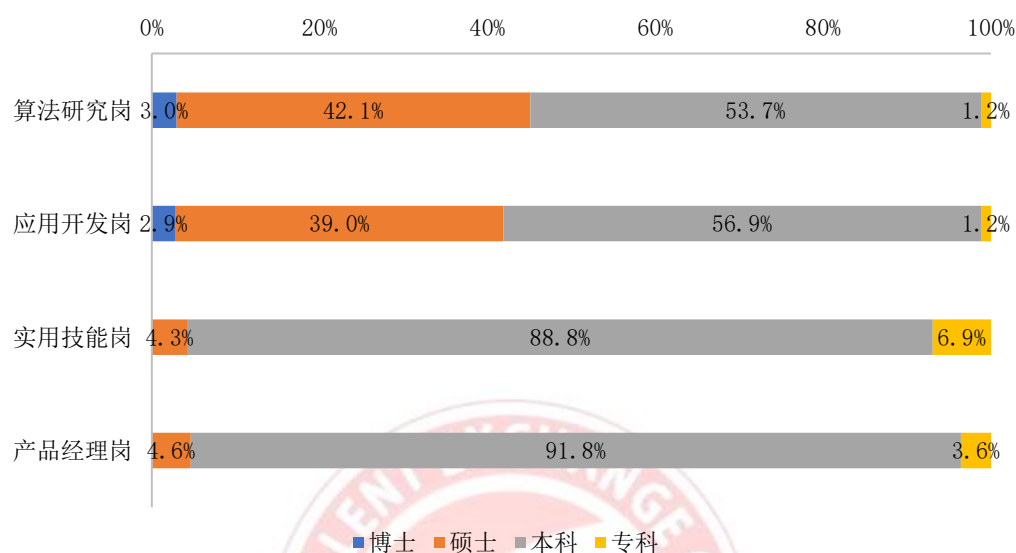
数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 19 主要岗位的专业要求

3.1.4 学历要求

算法研究岗和应用开发岗的学历准入门槛远高于其他岗位，45.1%的算法研究岗和 41.9%

的应用开发岗要求应聘人员具有硕士及以上学历；实用技能岗和产品经理岗的准入门槛为本科及以上，相关的岗位占比分别为 88.8%和 91.8%。另外，当前 6.9%的实用技能岗允许专科学历人才进入，这是由于实用技能岗普遍以计算机相关技能型人才为主，这一比重均高于其他岗位。

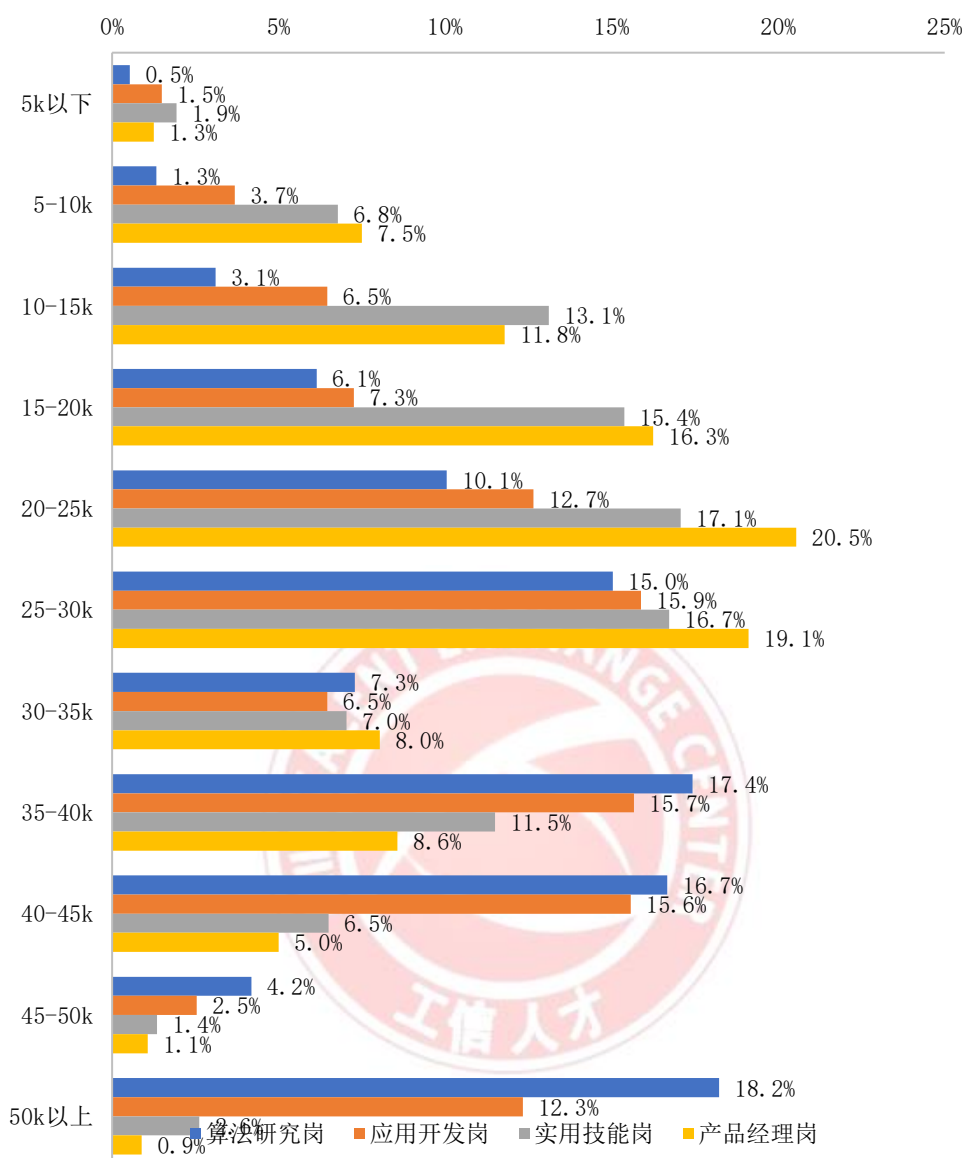


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 20 主要岗位的学历要求

3.1.5 单月薪酬情况

目前高达 56.5%的算法研究岗和 46.1%的应用开发岗的单月薪酬达到 35k 以上，算法研究岗、应用开发岗的薪酬水平远高于实用技能岗和产品经理岗，众多企业以百万年薪签约具备人工智能基础研究能力的顶尖高校博士毕业生的事件已屡见不鲜。实用技能岗和产品经理岗的单月薪酬普遍集中于 30k 以下，20-30k 是目前主要的薪酬区间段，相关的岗位占比分别为 33.8%和 39.6%。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 21 典型岗位单月薪酬情况

3.2 技术方向篇

3.2.1 岗位能力要求

针对人工智能芯片、机器学习、自然语言处理、智能语音、计算机视觉五大典型人工智能技术方向，其技术特点、发展阶段和业务重点在当前略有差异，企业针对不同技术相关产业人才的职业能力也提出了不同的要求。

表 7 人工智能芯片相关岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	熟悉智能芯片的实现原理与技术架构； 具备良好的内外部沟通能力，了解智能芯片领域应用业务需求，并提供相应的解决方案。
专业知识	具备机器学习和深度学习基础知识； 熟悉常见的图像、语音、自然语言理解智能处理算法； 具备通用处理器设计基础知识。
工具技能	掌握 Verilog 编程技能，掌握 C/C++、Python、Bash、Tcl、Perl 等常用编程语言； 熟悉 UNIX、Linux 操作环境，熟悉 vi、vim 常用操作； 熟悉 Caffe、TensorFlow、PyTorch 等主流的深度学习框架。
工程实践能力	熟悉异构 SoC 芯片设计流程，具备芯片开发经验； 具备一定的项目经验，熟悉智能芯片的逻辑设计、物理设计和验证等完整工作流程； 在组件改进、性能调优等方面具备一定的项目经验。

表 8 机器学习相关岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	有较强的需求分析能力，能够用机器学习的方法来解决实践中面临的复杂问题； 具备良好的机器学习应用场景业务分析能力，能够将人工智能能力转化为机器学习实际应用； 快速学习应用的能力，能根据新技术、新产品快速构建原型，探索新方案。
专业知识	具备数据结构与算法基础； 深入掌握机器学习算法，包括传统机器学习算法和深度学习算法； 熟悉计算机原理、并行计算、分布式系统理论基础。
工具技能	熟练掌握 C/C++、Python、Java 等主流编程语言； 熟悉 Linux、Windows 等操作系统下的开发环境及脚本语言； 能够熟练使用 Caffe、TensorFlow、MXNet、PyTorch、Keras 等深度学习框架； 熟练掌握主流数据库如 MySQL、Oracle、DB2 的使用； 熟悉 Hadoop、Spark 等分布式开发环境。
工程实践能力	在系统架构设计、项目开发等领域具备工程经验，能够准确进行人工智能算法模型的训练和应用； 具备项目实施经验，拥有大型商用人工智能场景的应用开发经验； 能够选择并实现常见的算法模型，准确理解业务需求并转化为可实现的技术方案。

表 9 自然语言处理相关岗位能力要求

职业能力分类	职业能力要求
综合能力	能够理解自然语言产品的工作原理，理解模型原理和输入输出； 能够深入分析自然语言处理的个性化业务的需求，理解对应方向的相关评价指标与算法的原理与适用场景； 了解人工智能工程实施的流程规范，具备将成熟的人工智能技术整合到各类实际的自然语言处理应用场景对应的系统中，满足业务实际需求的能力。
专业知识	具备数据结构与算法基础； 具备机器学习与数据挖掘基础，熟悉基于规则或统计的相关算法模型的构建与应用； 熟悉常用自然语言处理及深度学习算法及常用框架。
工具技能	具备扎实的编程开发基础，熟练掌握 C/C++、Python、Java 等编程语言，熟悉 Linux 开发环境； 掌握主流数据库如 MySQL、Oracle、DB2 的使用； 熟悉并行计算基本原理及分布式计算框架，熟悉 Hadoop、Spark 等分布式开发环境。
工程实践能力	具备一定的项目实施经验，拥有大型商用人工智能场景的应用经验； 能够结合业务，应用自然语言处理算法来解决问题，如常见的文本分析、纠错、机器翻译等领域； 能够选择并实现常见的算法模型，准确理解业务需求并转化为可实现的技术方案。

表 10 智能语音相关岗位能力要求

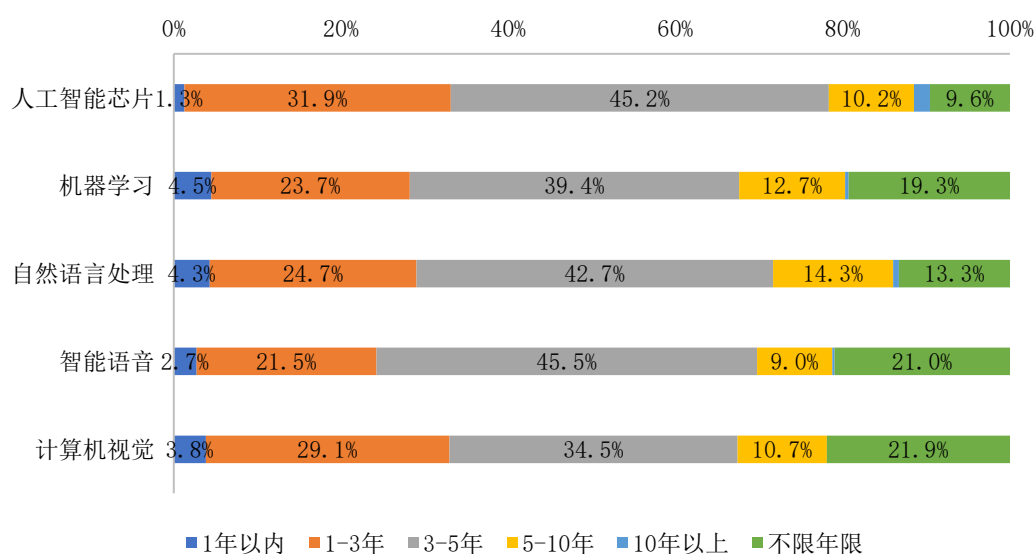
岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	能够深入分析语音合成应用各个方面的需求，理解数字信号处理、语言模型、声学机理等原理； 能够合理组合、改造并创新语言模型、声学模型，用以解决更加复杂的问题； 能够构建用于多种使用场景的语音合成模型。
专业知识	掌握数据结构与算法基础、机器学习基础； 掌握语音相关基础算法、语音识别深度学习算法和神经网络模型； 熟悉和深入了解声学模型建立的实际算法原理。
工具技能	熟练掌握 Java、Python、C++等编程语言； 熟悉和了解语音识别模型，并能够使用主流开发语言开发语音方向的专业工具或行业应用； 熟悉主流操作系统，熟悉机器学习及深度学习基本原理和基本模型，熟练使用常用深度学习框架。
工程实践能力	具备一定的项目经验，能够对算法模型进行调优； 具备语音行业应用的设计与架构能力，具备行业应用开发经验； 能够准确理解业务需求，对语音翻译、语音控制、语音转录、情感识别及声纹识别等语音应用场景提供较为合适的解决方案。

表 11 计算机视觉相关岗位能力要求

岗位能力分类	岗位能力要求
综合能力	能够通过分析问题，收集数据，特征提取，建模，设计算法，评估改进等步骤用计算机视觉的方法来解决实践中面临的复杂问题； 能够持续关注计算机视觉研究与实践现状，推动计算机视觉算法和深度学习在众多实际应用领域的性能优化和落地。
专业知识	熟悉与计算机视觉紧密相关的机器学习、深度学习的常用算法； 了解计算机视觉相关问题和解决方法，如检测、跟踪、分类、语义分割、强化学习、3D 视觉和图像处理等； 具备在大数据环境下的数据处理能力。
工具技能	具备扎实的编程开发基础，包括但不限于熟练掌握 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言； 掌握 Caffe、TensorFlow、Parameter Server、MXNet、PyTorch、Keras 等深度学习框架和函数库； 熟悉 Linux、Hadoop、Spark、Hive 等大数据计算工具。
工程实践能力	具备算法项目经验及计算机视觉、深度学习系统研发经验； 能够分析实际业务问题，梳理数据，设计特征方案和建模流程。

3.2.2 工作年限要求

3 至 5 年的工作经验是当前各个典型技术方向对人才的普遍要求。此外，人工智能芯片和计算机视觉相对来说更能接受“年轻化”的人才，33.2%的人工智能芯片相关岗位和 32.9%的计算机视觉相关岗位对工作年限没有过高的要求，可接纳工作 3 年以下的人才。自然语言处理技术方向更希望寻求工作年限较长的人才，近 15%的自然语言处理相关岗位寻求工作 5 年以上的人才。

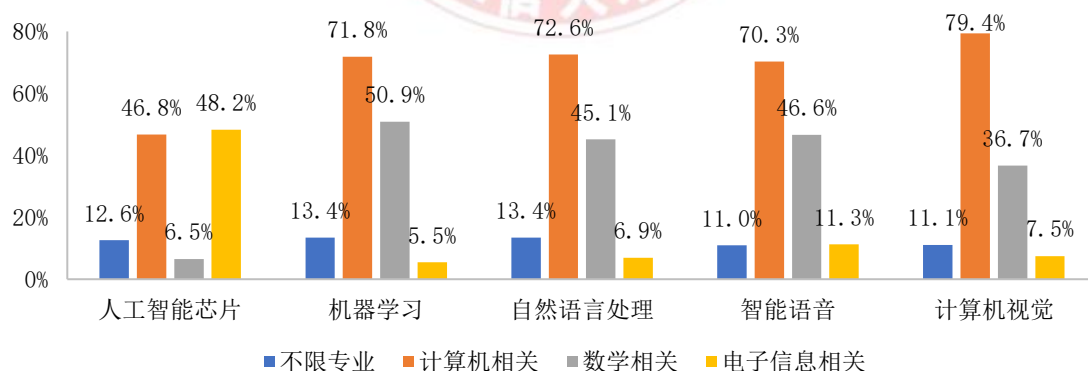


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 22 主要技术方向对工作年限的要求

3.2.3 专业要求

企业对人才专业背景的要求与技术方向存在紧密关系。其中，人工智能芯片与集成电路产业联系密切，所以当前 48.2% 的人工智能芯片相关岗位要求应聘人员具备电子信息相关专业背景；机器学习与其他技术方向相比，更偏向于基础底层，因此对数学相关专业背景需求程度较高，其中 50.9% 的岗位要求数学相关专业。



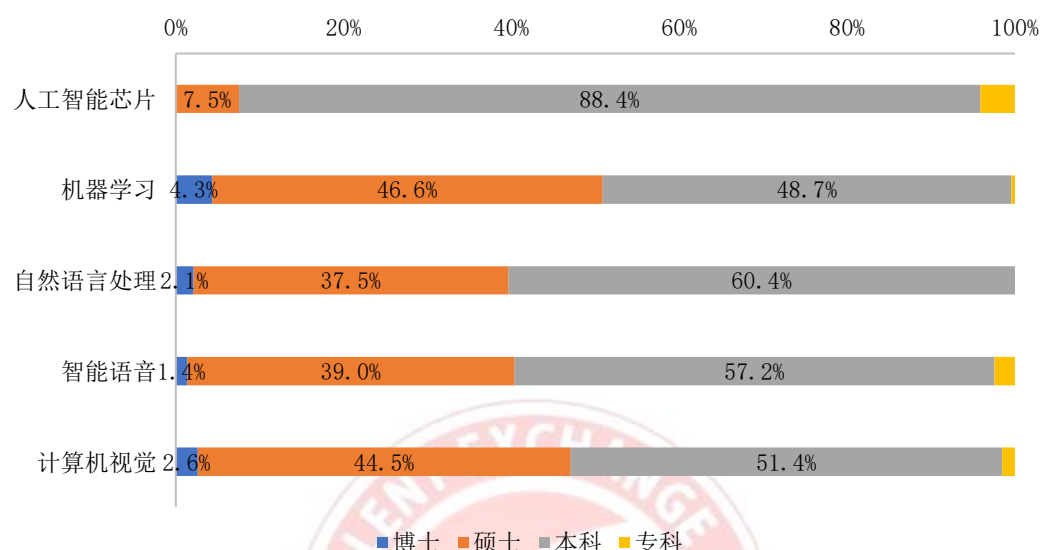
数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 23 主要技术方向对专业的要求

3.2.4 学历要求

本科学历是企业对人工智能相关岗位人才的基本学历要求，尤其在人工智能芯片领域，

高达 88.4%的岗位要求本科学历。机器学习、自然语言处理、智能语音、计算机视觉等技术方向岗位大多要求具备硕士及以上学历，其中 50.9%的机器学习相关岗位、39.6%的自然语言处理相关岗位、40.4%的智能语音相关岗位和 47.1%的计算机视觉相关岗位均要求硕士及以上学历。

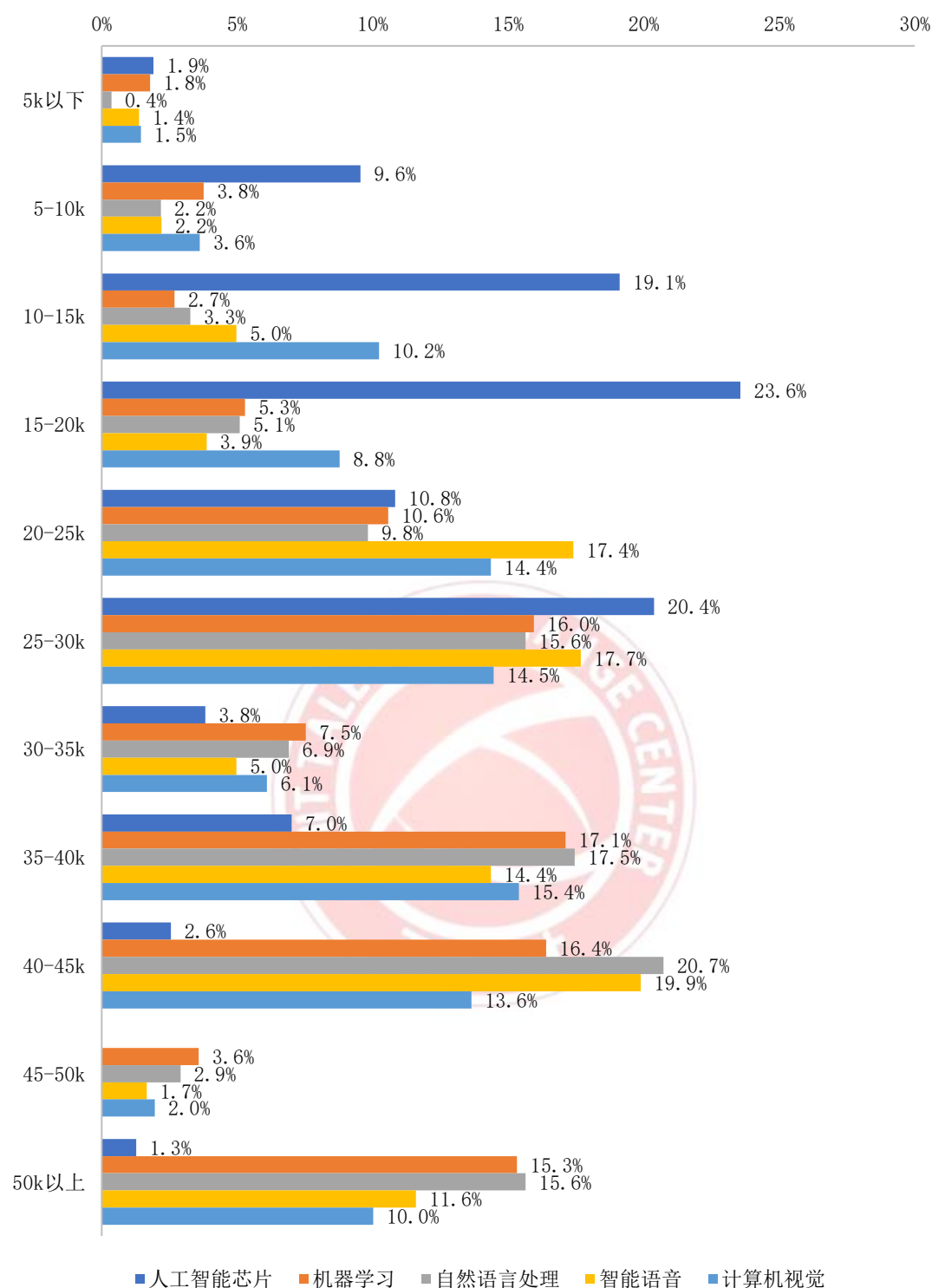


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 24 主要技术方向对学历的要求

3.2.5 单月薪酬情况

当前人工智能芯片相关岗位的单月薪酬水平相对较低，单月薪酬 30K 以内的岗位占比高达 85.4%；机器学习、自然语言处理、智能语音和计算机视觉相关岗位的单月薪酬水平明显较高，主要集中在 35K 以上薪酬区间段。另外，机器学习和自然语言处理相关岗位在 50k 以上的超高薪酬区间段上的聚集程度均高于智能语音和计算机视觉相关岗位。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 25 主要技术方向的单月薪酬情况

3.3 职业道德篇

人工智能技术发展带来的伦理道德问题、安全问题广受世界各国关注。人工智能产业人才作为人工智能技术和应用的研发者和应用者，需主动建立道德要求和约束，指导人工智能技术和应用合理合规研发，以推动人工智能的发展持续符合人类社会的法律及道德准则。

表 12 人工智能产业人才道德要求

道德要求分类	道德要求内容
守护安全	人工智能产业人才在进行基础研究和应用开发时要以有益人类文明发展 as 基本准则。针对人工智能相关产品，尤其是能够威胁到人类生命安全的智能化产品，要做好前瞻性的道德伦理和安全评估，时刻警惕技术风险，保障人工智能相关产品的运行遵照人类法律和道德标准，保证人类始终占据人机关系的主导地位。
尊重人权	人工智能产业人才需将尊重人权、公平正义作为基本职业道德操守，尊重人类尊严、权利以及文化多样性，消除偏见和歧视，保证人工智能让更多人受益。在基础研究和应用开发时始终坚持公平原则，充分考虑人种、地域、信仰等多方面的利弊因素以及多数人的需求，避免由于人为因素造成的不平等现象，让人工智能造福全人类。
保护隐私	人工智能产业人才在数据的搜集、处理、应用、存储等环节应时刻注重保护数据安全。数据搜集需征得相关用户的同意和授权，并加强全周期的数据管理，严格遵守相关法律法规要求，同时产业人才间要加强互相监督，共同保证用户隐私安全。
研发透明	人工智能产业人才在进行基础研究和应用开发时需向所属公司等相关机构甚至社会公众公开研发目的、目标、功能等，接受外界监督，防止研发过程中进入错误方向。
研发审慎	人工智能产业人才需时刻保持审慎态度，不仅需要及时、有效地评估研发工作的风险，并且需要在潜在风险难以评估的情况下谨慎开展工作，切忌贸然行动。
勇于担责	人工智能产业人才对人工智能技术或应用需具备强烈的责任意识，一方面需要及时发现和提出相关技术或应用的安全缺陷，另一方面在不良影响发生后要勇于承担责任，查明原因，避免不良影响持续扩大，同时还需共享相关经验，防止类似的错误或者损害再次发生。

第四章 人工智能产业人才发展存在的问题

作为经济发展的新引擎,人工智能已经开始广泛渗入和应用于各领域并展现出巨大潜力。但与发达国家相比,我国人工智能产业在基础理论、核心算法、关键设备、高端芯片、人才培养等方面存在较大差距,其中人工智能人才问题尤为突出,主要体现在以下三方面:一是人才供需不平衡,难以支撑迅速扩张的产业规模;二是人才结构失衡,在不同层次、不同技术方向、不同岗位结构上均存在失衡;三是人才质量不匹配,产业端与教育端没有实现有效对接,人才培养质量难以满足产业需求。

4.1 人才供需不平衡

现阶段我国人工智能产业人才供需严重不平衡。从需求端来看,在数字化、智能化的转型压力之下,各行各业对人工智能产业人才的需求已经发展到高关注、高需求的阶段:一是新兴的人工智能企业作为技术提供方,亟需大批高质量高水平的人才,提升自身技术竞争力;二是传统行业的各类企业作为产业需求方,需要拥抱人工智能浪潮应对产业升级转型。中国国家统计局的数据显示,2018 年全国软件和信息技术服务业从业人数 643 万人,该数据仅仅显示从事软件和信息技术服务产业的就业人员。如果将在传统产业从事数字化、智能化的人员纳入考虑,该人才需求量则呈现井喷式增长。

从供给端来看,当前人才供给来源主要有以下两类:一是院校人才培养,现阶段人工智能领域涉及专业包括计算机科学与技术、智能科学与技术、自动化、软件工程、电子信息工程、通信工程、统计学与应用数学等;二是行业人才存量积累,主要是从事传统电子信息、软件服务、移动互联网等领域的技术人员通过学习与积累逐渐向人工智能领域转换。尽管我国拥有世界规模最大的工程教育,但与美国相比,我国人工智能人才总量仅为美国人才总量的 50%左右,其中从事基础研究工作的人才数量更为有限,当前美国人工智能基础层的从业人才数量约为我国的 14 倍^⑨。

我国人工智能产业人才供给严重不足主要原因可归为研究起步晚、产业化积累不足,导致人才培养速度没有跟上产业发展需求。我国人工智能研究始于 20 世纪 80 年代,但由于基础不稳、参与研究的科研机构 and 高校数量有限,因此无法实现规模化培养和输出人才,导致我国人工智能产业人才资源先天不足。2017 年后,以人工智能学院、人工智能专业为代表

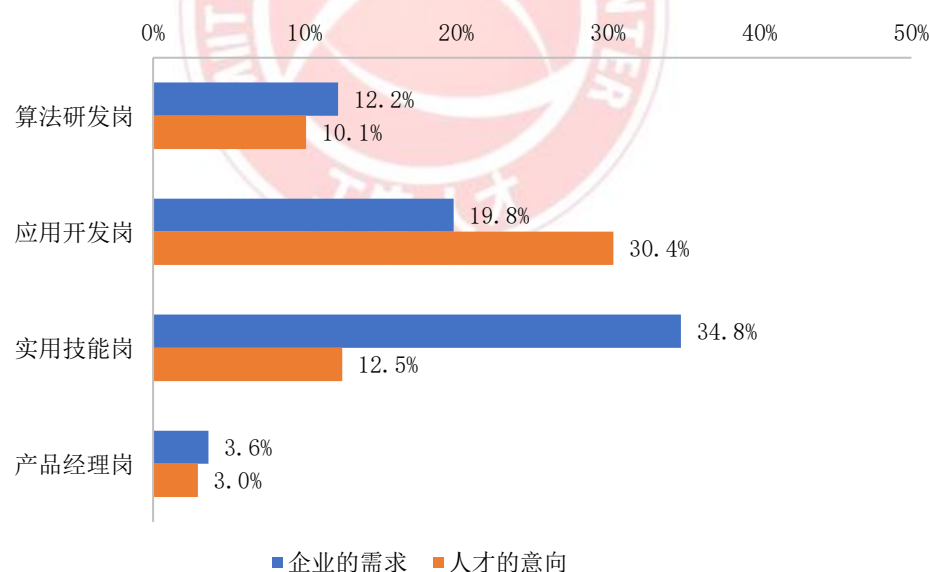
^⑨ 《2017 年全球人工智能人才白皮书》,腾讯研究院、BOSS 直聘

的人工智能专项人才培养在全国快速展开。但当前依然处于人才培养方式的初期探索阶段，人工智能产业人才的培养速度依然较慢，而行业内部自发的人才培养还没有成体系发展，由此现阶段我国院校端和产业端高质量人才供给水平仍然很低。

4.2 人才结构不均衡

人工智能产业人才结构不均衡主要体现在三方面：一是不同层次人才结构失衡，顶尖的基础研究人才和创新应用人才不足；二是不同岗位类型人才结构失衡，多数人才集中在应用开发岗位，而真正有大量需求的实用技能岗位供给不足；三是不同技术方向人才结构失衡，相关人才在职业选择时易受舆论影响，追逐市场热点，而忽视自身定位与能力，导致在不同技术方向上显现出与企业需求显著错位的现象。

在岗位类型的选择方面，人才供给多数集中在应用开发岗，而实用技能岗需求量大，但人才吸引力有限。在企业需求的岗位中，应用开发岗的比重为 19.8%，而高达 30.4% 的人才在择业时倾向于该类型岗位。但针对在整体岗位需求中占比高达 34.8% 的实用技能岗，仅 12.5% 的人才有意向进入该类型岗位。

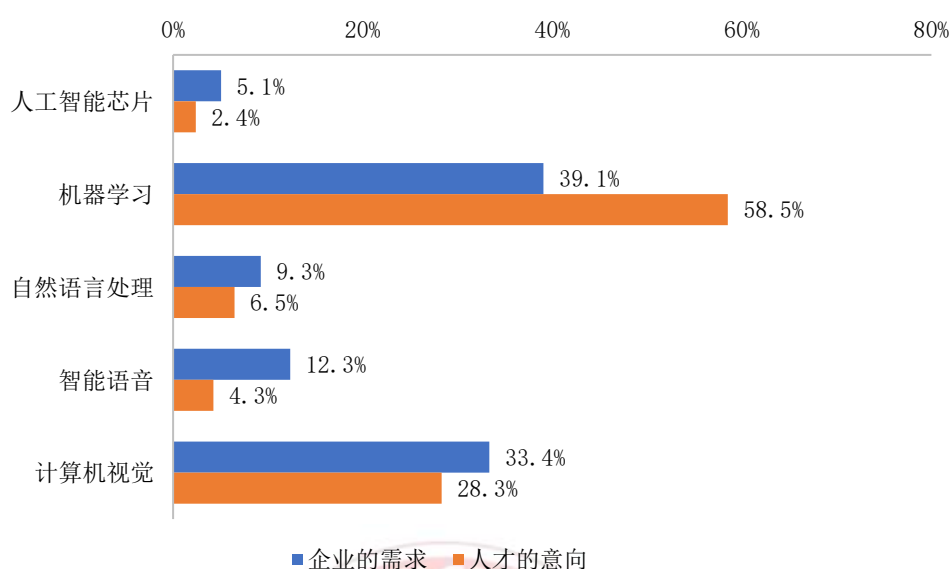


数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 26 各类型岗位对人才的需求情况及求职人才的岗位意向情况

在人工智能技术方向的选择方面，拥有超高关注度的机器学习方向聚集了近 60% 的人才供给。在企业需求的岗位中，机器学习相关岗位和计算机视觉相关岗位的占比分别达到了 39.1% 和 33.4%，是人才需求最为集中的两个技术方向。但是由于“机器学习”、“深度学

习”等关键词曝光度高，一定程度上引导了人才供给向机器学习方向聚集。而同样有着较高需求程度的计算机视觉相关岗位却面临人才供给相对不足。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 27 各技术方向对人才的需求情况及求职人才技术方向意向情况



数据来源：百度指数

图 28 “机器学习”和“机器视觉”百度指数搜索趋势

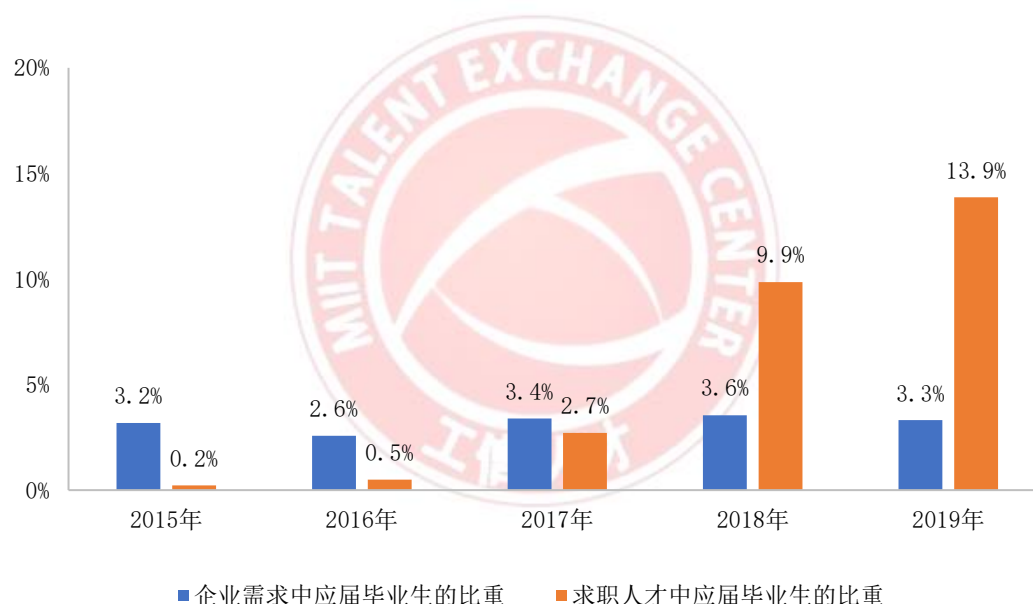
4.3 人才质量不匹配

当前高校培养的人才质量难以匹配人工智能产业的实际需求，反映在企业选人用人和人才求职应聘两方面。一是自 2015 年至今，企业在人工智能相关岗位上对应届毕业生的需求

程度始终有限，每年招聘的应届毕业生平均仅占整体需求的 3%左右；二是人工智能求职人才中应届毕业生的比重仍逐年增长，2019 年增长至 13.9%。

（1）高校方面。当前人工智能产业人才规模化、体系化培养刚刚起步，过去阶段高校培养的人才无法直接满足人工智能产业的实际需求。同时，现阶段高校内人工智能相关的师资、课程依然不够完善，人工智能产业人才培养难以快速适应和匹配产业发展的节奏和企业的需求。

（2）企业方面。知识密集、多学科交叉等特性为人工智能产业设立了较高的人才准入门槛，企业对人才的岗位能力有着较高的要求，而应届生缺少人工智能知识储备与实践经验，很难直接匹配企业的用人需求。根据企业调研结果反馈，应届毕业生在岗培养普遍需要一年以上的時間，这导致绝大多数的初创型人工智能企业缺乏人力、资金和动力去培养应届毕业生，直接降低了企业对应届毕业生的需求程度。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 29 企业需求中应届毕业生的比重和求职人才中应届毕业生的比重

第五章 人工智能产业人才相关政策文件分析

面对人工智能产业的快速发展和生态体系内各环节对高质量人才的需求，国家和地方政府已经出台了众多与人工智能产业人才发展相关的政策，并将人工智能产业人才的培养和引进作为推动人工智能产业发展的重要部署。

5.1 国家层面人工智能产业人才政策概述

技术创新和应用落地是当前引领人工智能产业发展的主要动力，而人才则是技术创新和应用落地的核心。自 2016 年 5 月国家发展和改革委员会、科学技术部等 4 部门联合发布《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》以来，众多人工智能产业政策均将人才发展列入主体工作任务当中，在高端人才培养、优秀人才引进、相关学科建设、产教融合发展、国内国外交流、激励政策出台等方面为人工智能产业人才发展确立了可寻、可走的战略方向。

表 13 人工智能政策文件中与人才相关内容

时间	政策名称及部分内容
2016 年 5 月	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》
	鼓励相关研究机构、高等院校和专家开展人工智能基础知识和应用培训；依托国家重大人才工程，加快培养引进一批高端、复合型人才等。
2017 年 7 月	《新一代人工智能发展规划》
	加快培养聚集人工智能高端人才； 培育高水平人工智能创新人才和团队； 加大高端人工智能人才引进力度； 建设人工智能学科。
2017 年 12 月	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》
	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成长等； 依托重大工程项目，鼓励校企合作，支持高等学校加强人工智能相关学科专业建设，引导职业学校培养产业发展急需的技能型人才； 鼓励领先企业、行业服务机构等培养高水平的人工智能人才队伍，面向重点行业提供行业解决方案，推广行业最佳应用实践。
2018 年 4 月	《高等学校人工智能创新行动计划》
	加快人工智能领域学科建设，支持高校在计算机科学与技术学科设置人工智能学科方向； 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； 加强人工智能领域人才培，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。 构建人工智能多层次教育体系。
	《“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》

2020 年 1 月	鼓励人工智能龙头企业根据产业技术的最新发展和对人才培养的最新需求，提供试验实践环境，对高校教师开展培训； 以双聘等灵活聘用方式吸引企业和科研院所优秀人才到高校开展科学研究和人才培养； 依托“双一流”建设高校，建设国家人工智能产教融合创新平台，励企业参与共建，在资金、项目等方面优先支持。
------------	---

5.2 地方政府人工智能产业人才政策概述

与国家层面人工智能产业人才的顶层设计相呼应，地方政府在人工智能产业人才的培养和引进方面也做出了积极的探索和实践，正在形成中央和地方的联动效应。2017 年后，地方政府纷纷出台了符合本地产业发展现状的人工智能产业人才政策及落地细则，把控和引领本地区的人才发展方向，推动本地区人工智能产业人才的培养和引进。



数据来源：报告编写组调研数据库

图 30 地方政府人工智能产业人才相关政策发布情况（单位：项）

北京、天津、上海、浙江、江苏、广东、四川等省市基于自身人工智能产业发展现状和地方产业布局特色，在全国率先出台多项人工智能产业人才政策，鼓励并推动建设产学研结合的人才培养机制，并且在人才落户、住房补贴等方面为相关人才的引进制定可落地的激励机制，推动了全国重点区域人工智能产业人才培养环境的建设，同时为其他地区人工智能产业人才政策的制定和产业人才的培养提供了经验和参考。

表 14 地方政府发布的人工智能产业人才相关政策

区域	政策名称及部分相关内容
	《北京市加快科技创新培育人工智能产业的指导意见》

北京市	构筑人才高地。加强国际合作，密切关注全球人工智能领域顶尖专家学者，精准引进人工智能领军人才及其团队来京创新创业等。
天津市	《天津市加快推进智能科技产业发展总体行动计划》
	(1) 加强人才引进； (2) 加快人才培育； (3) 强化人才服务。
上海市	《关于加快推进人工智能高质量发展的实施办法》
	(1) 加快建设人工智能人才高峰； (2) 支持本地高校、科研机构与企业联合培养人工智能人才； (3) 加强本市人才相关政策的覆盖适用； (4) 支持本市人工智能领域重点机构引进各类优秀人才。
浙江省	《人工智能人才新政 12 条》
	计划 5 年时间集聚 50 位国际顶尖的人工智能人才、500 位科技创业的人才、1000 位高端研发人才、10000 名工程技术人员、10 万名技术人才。
江苏省	《江苏省新一代人工智能产业发展实施意见》
	强化人才支撑。贯彻落实省委《关于聚力创新深化改革打造具有国际竞争力人才发展环境的意见》，坚持引进和培养相结合、用才与留才相衔接，抢占人工智能产业人才高地等。
广东省	《广东省新一代人工智能发展规划（2018-2030 年）》
	集聚高端人才。制定人工智能专项引才计划，大力引进人工智能基础理论、关键技术等领域的高端紧缺人才和高水平创新团队等。
四川省	《四川省新一代人工智能发展实施方案》
	(1) 加大人工智能高端人才引进力度； (2) 完善人工智能领域学科建设； (3) 强化人工智能团队和人才培养。

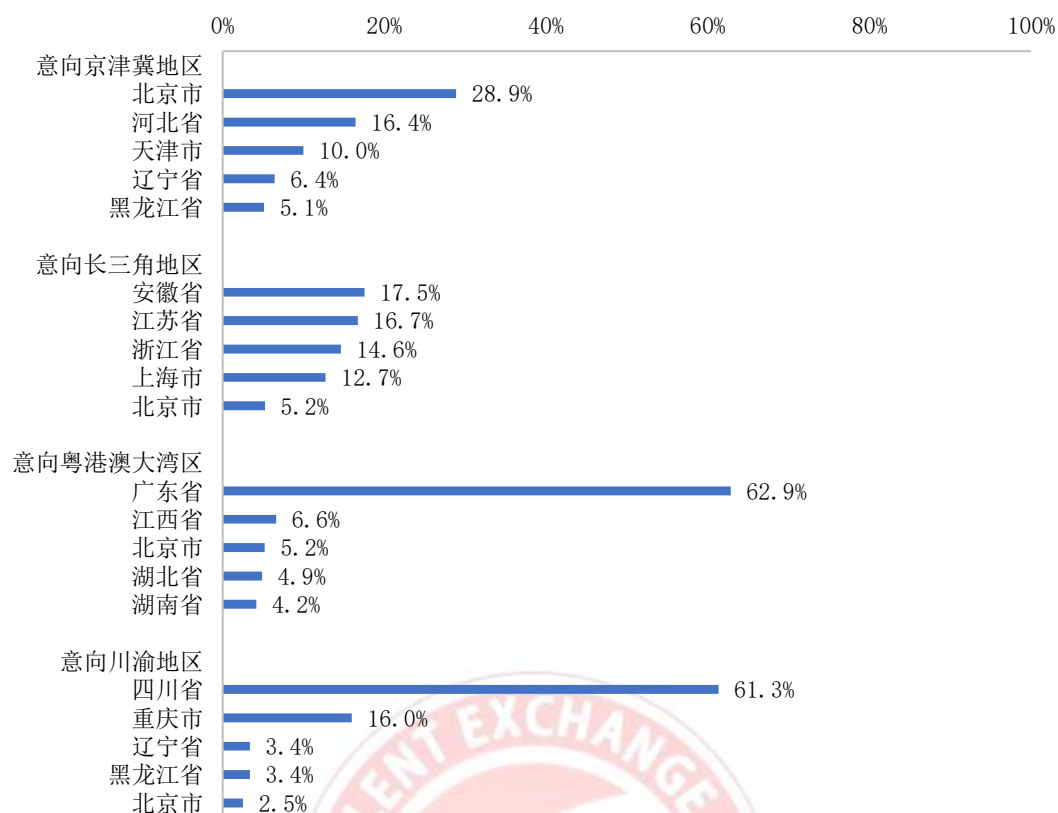
第六章 人工智能产业人才发展趋势

随着人工智能技术的成熟，人工智能产业应用落地离不开本地服务需求。围绕本地服务，直接刺激了人工智能相关企业对应用型、创新型、复合型人才的需求。在此背景下，由各级政府牵头、高校群体和企业群体共同承担、联合打造的“产学研一体化”人才培养生态体系逐步清晰，生态化人才培养模式的重要性愈发凸显。

6.1 人工智能产业人才本地化服务趋势明显

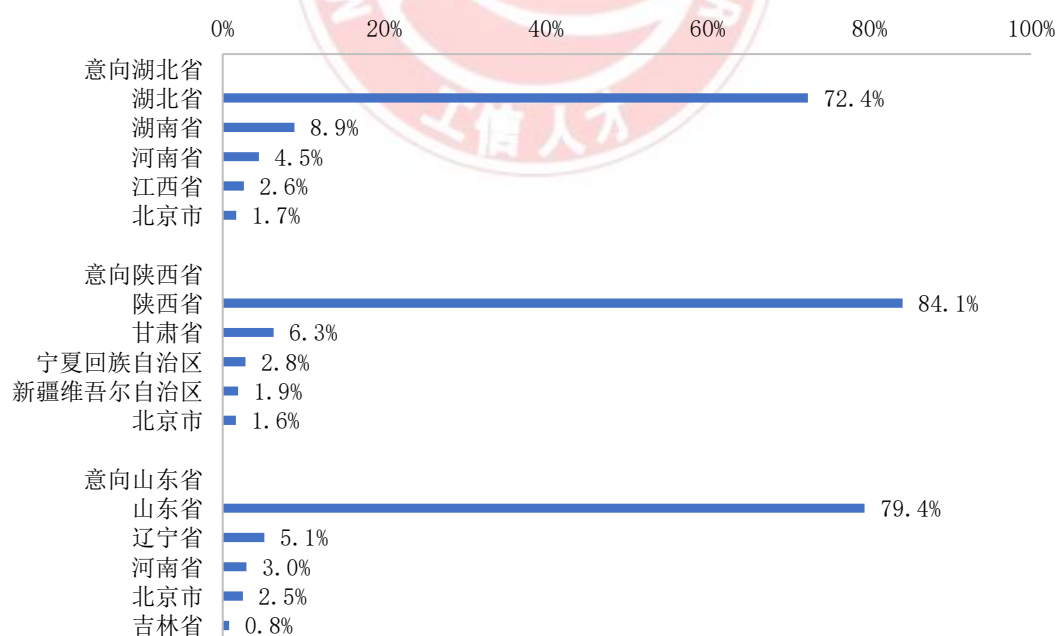
人工智能应用在多区域内的加速落地，逐步凸显人才本地化服务能力的重要性。人工智能的本地化服务能力集中反映在了解某区域本地产业结构和本地企业的智能化需求，快速响应客户服务请求，为客户提供人工智能相关的咨询、开发、运维、售后等方面。不同于传统互联网时代，数字经济的兴起为全国各区域的经济的发展带来了重大机遇。因此，人工智能企业积极地做出策略性调整，由过去单一的核心区域模式转变为面向全国提供本地化服务模式，激发了人工智能企业对当地人工智能人才的需求。

国内各区域人工智能产业已经显现出产业人才本地满足的态势。在京津冀地区、长三角地区、粤港澳大湾区和川渝地区等人工智能产业发展高地，人工智能产业人才主要由其区域省市本地供给。除上述区域外，湖北省、陕西省、山东省等科技实力相对较强的省份，其人工智能产业人才的供给也均集中于本省本地人才，这反映了人才培养工作本地化的重要性。



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 31 意向京津冀、长三角、粤港澳、川渝地区的人才的来源地



数据来源：报告编写组调研数据库、BOSS 直聘

图 32 意向湖北省、陕西省、山东省的人才的来源地

6.2 产教融合人才培养模式初步形成

6.2.1 企业与高校双主体的产教融合人才培养模式逐渐形成

伴随着人工智能应用落地的深化，人才需求由基础研究驱动转变为应用落地驱动，产教融合人才培养模式显得重要且迫切。国家高度重视产教融合工作并积极做好顶层设计。2017 年 12 月，国务院办公厅发布了《关于深化产教融合的若干意见》；2019 年 9 月，国家发展与改革委员会印发《国家产教融合建设试点实施方案的通知》，重点强调推动产业需求更好融入人才培养过程，构建服务支撑产业重大需求的技术技能人才和创新创业人才培养体系，形成教育和产业统筹融合、良性互动的发展格局。在人工智能领域，产教融合需求更为迫切，传统的人才培养模式已无法适应快速变化的产业需求。在此背景下，高校依托学术研究、专家资源优势，企业立足实践经验积累与一线市场需求，两个主体在政策和市场的驱动下，正在积极构建并初步形成了优势互补、资源共享的产教融合人才培养模式，逐步发展成为国内人工智能产业人才培养的主导力量。

6.2.2 产教融合人才培养模式仍需持续完善

当前人工智能产业产教融合人才培养模式的相关机构还局限于少数高校和数量有限的人工智能产业巨头，现有的师资力量、课程设置、实训体系等还难以覆盖足够广泛的应用场景。因此，随着人工智能与其他行业融合的速度持续加快，产教融合人才培养模式需要广泛吸纳各类型、各领域的人工智能相关企业，为更多高校提供多场景的实践经验、实训课程和一线实践专家，保证高校培养的人工智能产业人才能够更广泛地适应多类型的场景需求和行业需求，推动产教融合人才培养模式在参与主体和培养方式等方面的进一步完善。

6.3 人工智能产业人才培养生态体系建设重要性愈发凸显

全球各主要国家在人工智能领域的竞争主要表现在人才竞争。中国在全球竞争中有着天然优势，尤其在人力资源储备方面。中国有近 14 亿人口、9 亿劳动力、1.7 亿受过高等教育和拥有专业技能的人才以及近 4000 万的在校大学生，使中国在人工智能人才竞争方面具备着强劲的内生动力。然而仅仅拥有数量充沛的人力资源是不能应对日益激烈的创新竞争，只有将“人口红利”最大化的转化为“人才红利”，建立开放包容的人才培养生态系统，充分依靠各类社会主体的资源、能力与优势，才能推动人工智能人力资源转化为人工智能产业人

才资源。

然而，仅仅依靠高校或者企业的力量是难以满足日益增长的人才需求。政府、高校、科研机构、企业需要通力合作共同打造知识网络，推动产学研各主体间的知识创新与应用，同时构建完善人才体系来应对快速发展的产业需求。由于不同主体在机制体制、价值取向上存在差异甚至冲突。因此，构建人工智能产业人才培养生态体系关键需要做好以下三方面工作：一是产业主管部门与教育主管部门要加强工作联系，做好顶层设计，充分引导、组织、协调、激励院校、科研机构、企业、人才服务机构等，将产业需求更好融入人才培养过程，形成教育和产业统筹融合、良性互动的发展格局；二是院校、企业、人才服务机构要明确各自的定位、权益与义务，积极参与人才培养生态体系建设各项工作，提升资金、技术和人才等资源的流动与共享的效率，保障人才培养能够真正跟上产业发展的节奏。



第七章 人工智能产业人才发展政策建议

当前人工智能产业人才发展应以普及人工智能相关知识为基础，以培养人工智能产业人才为核心，推动构建以产业需求为导向，政府、企业、高校、科研院所协同合作的“政产学研一体化”人才培养体系。具体从以下三个方面展开：一是政府要加强人工智能产业人才培养的顶层规划，引导人工智能产业人才发展稳步前行；二是加快人工智能“政产学研一体化”人才培养生态体系建设，促进人工智能产业人才供给与产业发展需求相匹配；三是加强国际人才交流合作，鼓励区域人才流动。

7.1 加强顶层设计，统筹推进人工智能产业人才工作有序发展

以《新一代人工智能发展规划》为准则，以产业需求为导向，加强人工智能产业人才工作的顶层设计，将人工智能产业人才培养纳入到国家重点工作计划当中。一方面，加强人工智能专业学科建设，完善从双一流大学到应用型学校的专业学科建设布局，强化基础型研究人才和实践型产业人才协调培养与发展；另一方面，强化企业与高校在人才培养中的双主体作用，实现中央及地方政府、高校和企业联动协同。同时，从国家顶层设计层面建立人工智能产业人才工作的协调机制，对政府、高校和企业等各参与主体进行统筹协调和广泛激励，密切关注人工智能产业人才培养的落实情况，促进“政产学研一体化”人工智能产业人才培养模式发展。

7.2 加快人工智能“政产学研一体化”人才培养生态体系建设

为保证人工智能产业人才培养达到预期目标，确保人才供给匹配产业需求，政府、高校、科研院所以及企业等多个参与主体应发挥各自优势，通过校企合作、产教融合、专业共建等方式，推动我国人工智能“政产学研一体化”人才培养生态体系建设，具体从岗位能力标准、课程体系、实践教学体系、人才评价体系、师资队伍以及就业服务等六个方面展开工作。

7.2.1 制定人工智能产业人才岗位能力标准

制定人工智能产业人才岗位能力标准意义重大，一方面为推进人工智能产业人才培养标准化工作奠定基础，另一方面有利于指导企业遴选人工智能相关岗位人才，为各类型高校提

供人工智能产业人才培养、课程设置等方面的参考。因此，人工智能产业人才岗位能力标准需立足于国际、国内人工智能产业发展现状和趋势，结合国内企业在不同技术方向 and 不同岗位的实际人才需求，系统梳理人才结构、岗位类型、知识与技能要求等内容，形成以岗位类型为基础、以能力标准为导向的全方位、多角度人工智能产业人才岗位能力标准。

7.2.2 建立适配的人工智能产业发展的课程体系

为满足人工智能产业对各类型人才的需求，高校需要根据自身的学科优势和人才培养目标，构建能够快速开展并且适配产业发展需求的课程体系，尤其区分博士、硕士、本科、专科等不同学历阶段以及双一流大学、普通大学等不同类型高校方面的课程体系方向的差异化。博士、硕士或者双一流大学本科阶段的人工智能产业人才培养应以基础理论研究为主，着眼于国际化，强调数理基础与研究能力的提升。普通大学本科阶段及专科院校的人才培养应该在夯实基础理论知识的基础上，着重引进企业项目与实践课程，培养实践型、复合型的工程化人才。

7.2.3 构建深度产教融合人工智能教学体系

构建深度产教融合人工智能教学体系，关键在于将产业需求融入到人才培养过程中，将产业技术力量融入到教学实施环节中，实现教育与产业的良性互动。人工智能企业在理解产业前沿技术与实践运用等方面有着天然优势，院校在人才培养体系建设有着深厚的积累，双方应该发挥各自的比较优势，形成深层次的教育合作关系、探索可落地操作的合作模式，保证各层次人工智能产业人才的培养方式和课程体系能够持续满足当前人工智能产业的发展需求。在校企合作的基础上，推动建设高校内的人工智能实验室、创新中心、实训基地，逐步形成教学、科研和生产三方结合的教学体系。

7.2.4 完善人工智能产业人才评价体系

为进一步深入贯彻党中央、国务院《关于分类推进人才评价机制改革的指导意见》，解决当前人才评价体系与人工智能产业人才队伍发展不适应的问题，应该加快人工智能产业人才评价工作建设，形成以岗位能力为基础的人才评价工作方案。一方面要加强人才评价标准体系建设，按照分类分层原则设计合理的评价指标，对人工智能产业人才的专业性、技术性、实践性、创造性作为全方位的考察和评价；另一方面，要建立多元主体评价体系，充分发挥

政府、高校、企业以及其他专业组织的主体作用，保障人才评价的权威性和客观性，建立权利平等、条件平等、机会平等的人工智能产业人才评价体系。

7.2.5 加强人工智能师资队伍建设

师资队伍建设是人才培养的基础。只有保障一支数量充足、结构合理、质量优良的师资队伍，才能推进各项人才培养工作的有序进行。师资队伍建设需要有梯度、有层次推进。双一流大学先依托人工智能相近专业的师资资源搭建人工智能师资队伍，并且需要聘请外部人工智能企业技术专家作为学校的兼职教授，弥补师资队伍缺乏实践经验的问题。普通本科大学和专科院校的人才培养对实践能力的要求比重更高，该类型高校需一方面强化自身师资队伍培训，尤其要加强对前沿理论与产业实践的培训，另一方面需外聘实践型导师，引进人工智能企业的一线实践技术专家夯实师资队伍。

7.2.6 打造精准就业的人才服务体系

建立起快速反应、同步跟进、动态调整的精准就业服务体系，保障人才快速、精准融入人工智能产业，推动人才培养体系闭环建设。具体可以从以下三方面入手：一是建立贯穿人才培养周期的就业指导服务体系，高校需要在人工智能产业人才培养的全生命周期中为人才开展职业规划、就业指导课程，帮助人才明确自身发展定位。二是建立就业市场精准对接、就业信息精准匹配服务体系。一方面，企业在与高校共建人才培养体系的基础上，可适当提前人才选拔周期，针对意向人才开展重点培养工作；另一方面，高校需要实时掌握人才就业倾向，大力拓展相匹配的就业渠道，实现人才求职意愿与企业需求科学对接。三是建立人才就业状况反馈、就业数据实时追踪服务体系。利用互联网、大数据等技术快速、精准追踪人工智能产业人才就业状况，基于反馈结果优化招生计划、课程设置等人才培养内容，保障人工智能产业人才培养体系向更高质量良性发展。

7.3 鼓励区域人才流动，加强国际人才交流与合作

人工智能产业需要持续加强区域间的人才流动和人才培养合作，一方面利用市场需求优化人才的空间配置，扶持各区域内的人工智能相关企业的发展，并鼓励优势企业在多个区域设立分支机构，为人才在多区域间的流动提供工作机会；另一方面实现各区域间人才标准统一、人才评价结果互认、信息共享等，打破人才跨区域流动的诸多不合理壁垒。同

时，人工智能产业人才的培养要加强国际交流与合作，坚持“走出去”和“引进来”相结合的原则，选派优秀技术人才和学生进入国际顶尖的实验室和大学，学习国际领先的人工智能技术，引进国际顶尖的人才进入高校和企业，推动国内人工智能产业人才的培养。

