

中国人工智能发展态势及其促进策略

张 鑫 王明辉

内容提要:人工智能是新一代“通用目的技术”,对经济社会发展和国际竞争格局产生着深刻影响。但在“弱人工智能阶段”,其在短期内对经济的贡献和对就业的冲击可能是有限的。当前,中国人工智能技术发展迅速,但与美国等发达国家相比,存在基础研究投入不足、产业基础薄弱、政府数据联通开放滞后、人才培养能力缺乏等短板。此外,国际技术合作阻力加大、政策协调和规制体系不完善、隐私泄露与伦理风险等问题逐步凸显,对中国人工智能可持续健康发展形成一定挑战。下一步,中国应着眼未来、布局长远,合理设置人工智能促进政策的短期目标,从完善体制、补齐短板和改进规制三方面着手夯实发展基础,从而在未来人工智能领域技术和产业国际竞争中争得优势。

关键词:人工智能;创新发展;科技革命

中图分类号:F49 文献标识码:A 文章编号:1003-7543(2019)09-0031-14

人工智能是继互联网后的新一代“通用目的技术”,虽然目前其商业应用仍处于初级阶段,但发展迅猛,对经济社会发展和国际竞争格局产生着深刻影响。党的十九大报告提出,要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,培育新增长点、形成新动能。2018年10月31日,中共中央政治局就人工智能发展现状和趋势举行第九次集体学习,习近平总书记在主持学习时强调,“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。要深刻认识加快发展新一代人工智能的重大意义,加强领导,做好规划,明确任务,夯实基础,促进其同经济社会发展深度融合,推动我国新一代人工智能健康发展”。对中国人工智能发展的现状、问题及其促进策略进行研究,具有重大的理论和现实意义。

一、人工智能的内涵与发展演进

人工智能的实质是“赋予机器人类智能”。尽管国内外学界、商界和政界普遍认为,人工智

能将是未来生产率提升和经济增长的关键推动力^[1],同时人工智能替代劳动的速度、广度和深度将大大超越从前的技术进步^[2],但未来人工智能的发展仍难以一帆风顺。一方面,从技术特征来看,人工智能发展的一个基本现实是其将长期处于“弱人工智能”阶段,通用人工智能在可预见的未来仍难以走进现实。另一方面,从人工智能发展史来看,未来人工智能发展可能仍将经历起落。

(一)人工智能的内涵与特征

通过赋予机器感知和模拟人类思维的能力,人工智能使机器达到乃至超越人类的智能。人工智能不同于常规计算机技术依据既定程序执行计算或控制等任务,而是具有生物智能的自学习、自组织、自适应、自行动等特征。

第一,人工智能是目标导向,而非指代特定技术。人工智能的目标是在某方面使机器具备相当于人类的智能,达到此目标即可称为人工智能,具体技术路线则可能多种多样。一方面,检验机器是否具备人类智能的最重要标准是“图灵测试”。艾伦·图灵在其论文《计算机器与智

基金项目:国务院发展研究中心2018年度招标课题“中国人工智能发展及促进政策研究”。

作者简介:张鑫,国务院发展研究中心创新发展研究部副研究员;王明辉,国务院发展研究中心办公厅副研究员。

能》中提出,人类通过文字交流无法分辨智能机器与人类的区别,那么该机器就通过了“图灵测试”,可以被认为拥有人类智能。另一方面,多种技术类型和路线均被纳入人工智能范畴。按照技术原理的差异,人工智能可以划分为符号学派、控制学派和连接学派三类。目前最为流行的神经网络和深度学习是连接学派的代表性技术路线,与其他学派存在本质差异。

第二,人工智能是对人类智能及其生理构造的模拟。以神经网络为例,当前流行的深度学习的重要基础是1951年普林斯顿大学数学系研究生马文·明斯基建立的神经网络机器SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator)。该算法建立了有40个神经元的网络,首次模拟了人类神经信号的传递。

第三,人工智能发展涉及数学与统计学、软件、数据、硬件乃至外部环境等众多因素。一方面,人工智能本身的发展需要算法研究、训练数据集、人工智能芯片等横跨整个创新链并覆盖多学科领域的同步进展。另一方面,人工智能与经济的融合要求外部环境进行适应性变化。所涉外部环境包含十分广泛,例如法律法规、规制政策、伦理规范、基础设施、社会舆论等。随着人工智能进一步发展并与经济深度融合,其所涉外部环境范围将进一步扩大,彼此互动和影响将日趋复杂。

(二)人工智能的发展演进

当前,人工智能处于本轮浪潮的巅峰。但人工智能技术成熟和大规模商业化应用可能仍将经历波折。人工智能发展史表明,每一轮人工智能发展浪潮都将遭遇技术瓶颈的制约,以致商业化应用难于落地,最终重新陷入寒冬。本轮人工智能浪潮的技术天花板和商业化潜力上限无疑大大高于前两轮发展浪潮,部分专用人工智能可能获得长足进步,但许多业内专家认为目前的人工智能从机理上还不存在向通用人工智能转化的可能性,本轮人工智能发展也可能遭遇波折,难以一帆风顺快速推进。

迄今为止,人工智能技术研究经历了三次浪潮和两次寒冬^[3]。第一次浪潮是人工智能技术兴

起。对人工智能技术的研究源于20世纪四五十年代。在此期间,明斯基等人制造出第一台神经网络计算机,艾伦·图灵提出了“图灵测试”。1956年,由约翰·麦卡锡等人组织举行的“达特茅斯会议”被公认为人工智能技术的开端。麦卡锡将人工智能定义为制造智能机器,特别是智能计算机程序的科学工程。1956~1973年,人工智能技术获得了长足的发展,标志性成就有西蒙提出的物理符号系统、萨缪尔编写成的西洋跳棋程序以及主要算法发明。在此期间,尚不成熟的人工智能技术被广泛应用于数学和自然语言识别领域以解决代数、几何证明和语言识别分析等问题。麻省理工学院和斯坦福大学等高校建立了人工智能实验室。1974~1980年,人工智能技术遭遇第一次寒冬。由于逻辑证明器、感知器和增强学习等工具被证实只能完成简单任务,同时一些重要数学模型被发现存在缺陷,人工智能技术受到了社会舆论的普遍质疑,大量研究资金被撤回。

人工智能技术的第二波浪潮产生于20世纪80年代初期。在此期间,专家系统和BP神经网络等重要研究进展纷纷问世。但不久之后的1987年,人工智能遭遇其发展史上的第二次寒冬。专家系统表现不佳,难以匹敌苹果公司等生产的台式机性能。美国国防高级研究计划局(DARPA)等联邦先进技术研究机构也表示不看好人工智能技术的发展和运用。

人工智能技术应用的第三次浪潮产生于21世纪初期,并延续至今。1997年,IBM深蓝战胜了国际象棋冠军卡斯帕罗夫。2006年,Hinton等人提出深度学习算法,随后,大数据的兴起引发了深度学习的广泛应用。2009年,洛桑瑞士联邦理工学院牵头的“蓝脑计划”成功用计算机模拟鼠脑的部分神经网络。2011年,IBM创造的超级电脑“沃森”与人类选手共同参加智力问答节目“危险边缘”并获得冠军。2016年,谷歌旗下DeepMind公司开发的阿尔法狗(Alpha Go)战胜人类顶尖围棋选手,引起了世界舆论的广泛关注。2017年,美、中等国相继发布人工智能发展战略规划。本轮人工智能浪潮的兴起,主

要归功于数据、算力和算法的飞跃,具体而言,一是移动互联网普及带来的大数据爆发,二是云计算技术应用带来的计算能力飞跃和计算成本持续下降,三是机器学习在互联网领域的应用推广。作为继互联网后的新一代“通用目的技术”,人工智能的影响可能遍及整个经济社会,创造出众多新兴业态。这为世界经济的发展注入了新动能,但也为各国政府原有的基于传统业态和发展模式的促进政策和公共规制框架带来了一定挑战。人工智能大规模商业化应用可能仍将是长期而曲折的过程。一方面,人工智能的发展目前仍处于早期阶段,在可预见的未来仍将主要起到辅助人类工作而非替代人类的作用。另一方面,严重依赖数据输入和计算能力的人工智能距离真正的人类智能还有较大的差距。

二、中国人工智能发展态势

当前,中国人工智能研发和产业发展迅速,从人才投入、融资总量等投入指标和论文发表、专利申请、市场规模等主要产出指标来看,都已具备较强的竞争力和深厚的发展潜力。作为最早提出人工智能发展战略规划的国家之一,中国已建立相对完善的人工智能发展政策体系。

(一)中国人工智能发展的主要投入

1.中国人工智能人才投入的总量与结构

人工智能人才可分为两类:一是人工智能学术人才,即近10年公开发表过本领域论文或专利的活跃研究人员。根据清华大学中国科技政策研究中心发布的《中国人工智能发展报告·2018》,截至2017年,过去10年公开发表过专利或中英文论文的研究人员总量为201 281人。二是人工智能产业人才,即在人工智能初创企业中就职或在科技巨头企业中从事人工智能领域技术工作的人员。根据领英(LinkedIn)公司发布的《全球AI领域人才报告》,领英大数据显示,截至2017年第一季度,中国人工智能领域专业技术人才约为5万人。《中国人工智能发展报告·2018》指出,中国人工智能学术国际人才^①为18 232人,占世界总量的8.9%,位居世界第二,仅次于美国。

从人才结构来看,一方面,中国人工智能学

术国际人才中,杰出人才^②为977人,占比仅为4.8%。另一方面,中国人工智能产业人才总量仅为美国的50%,且主要集中于应用层。根据腾讯研究院发布的《2017全球人工智能人才白皮书》,截至2017年6月,中国拥有人工智能初创企业592家,从业人员约为39 200人,位居全球第二位^③。全球人工智能初创企业共计2617家,其中,美国拥有1078家,从业人员约为78 700人,位居全球首位。人工智能初创企业数量排名第三至五位的分别是英国、以色列和加拿大,拥有企业数量分别为138家、74家和70家^④。中国人工智能产业人才数量在基础层劣势较大。人工智能产业通常可以分为基础层、技术层和应用层三个层面。美国基础层从业人员是中国的14.0倍,技术层是中国的2.3倍,应用层是中国的1.3倍。中国应用层人才占总量的比例为61.8%,而美国仅为39.89%。从人工智能重点研究领域来看,中国的人才数量仅在智能机器人领域占据优势,在自然语言处理、处理器/芯片、机器学习应用、智能无人机和计算机视觉等领域均大幅落后。

需要指出的是,中国人工智能人才数量上升潜力较大。中国STEM(科学、技术、工程和数学)毕业生数量居世界首位,投入人工智能领域的人才数量上升潜力较大。据世界经济论坛数据,2016年,中国STEM毕业生人数达470万,其中,博士毕业生约为3万名。同期,美国的STEM毕业生为56.8万,仅为中国的12.1%。大量的STEM毕业生为中国培育人工智能学术和产业人才提供了充足的劳动力供给。

2.中国人工智能投融资的总量与结构

从投资总量来看,根据《中国人工智能发展报告·2018》,2017年,中国人工智能投融资规模

①即只发表英文论文或专利的人工智能领域人才。

②杰出人才为世界人工智能人才数据集中H因子排名前10%的人才。

③目前公开发布的主要人工智能人才数据和报告中,在人工智能产业人才方面,仅涉及在人工智能初创企业工作的人才,因此,此处讨论的人工智能产业人才仅限于人工智能初创企业从业人员。

④从业人数不详。

达 277.1 亿美元,占全球融资总额的 70.1%;融资事件 369 笔,占全球融资笔数的 30.5%。从全球投融资分布来看,中国和美国占据主导地位。2013 年至 2018 年第一季度,中、美两国人工智能投资总额占全球比重为 89.1%,同期投资笔数占比为 73.0%。从投资变化趋势来看,中国投资的规模和集中度在不断提升。一方面,中国人工智能投融资总额占全球比重不断上升。中国比重由 2014 年之前的低于 50% 提高到 2017 年的 70%。2013 年至 2018 年第一季度,中国人工智能投融资总额累计占全球比重为 60.0%。同期,美国占比仅为 29.1%。另一方面,中国人工智能投融资笔数占比近年来有所下降,说明中国投资更为集中,单笔融资规模较大。2013 年至 2018 年第一季度,中国人工智能投融资笔数累计占全球比重为 31.7%。同期,美国占比则高达 41.3% (见图 1、图 2)。

从国内人工智能投融资金额区域分布来看,中国人工智能投融资主要集中于北京、上海、浙江、江苏和广东,特别是高度集中于北京。根据《中国人工智能发展报告·2018》,2015 年至 2018 年第一季度,北京市人工智能投融资总量占全国的比重超过 50%。北京市投融资总量约为 2600 亿元,而排名第二至第五的上海、浙江、江苏、广东均不及 500 亿元。在排名前五的省份之外,国内其他地区的人工智能投资极少。从国内人工智能投融资笔数区域分布来看,上海、广东两地投资活跃且较为分散。中国人工智能投融资笔数依然集中于北京、上海、浙江、江苏和广东 5 个省份,但分布更为均衡。上海、广东两地投资笔数较多但投资总量较小,其平均单笔投资额不及北京的一半。

从早期投资活动占比来看,人工智能早期投资活动占比逐年减少。2013 年以来,中国人工智能早期

投资笔数(种子轮/天使轮和 A 轮)占比呈现先上升后下降的趋势,2015 年达到最高点 79.8% 之后,逐年回落,2018 年第一季度已下降至 51.5%。同期,全球人工智能早期投资笔数占比也呈现了相似的变化趋势。这种变化趋势可能说明:一方面,对人工智能初创企业的投融资热度有所下降,逐步回归理性;另一方面,人工智能产业逐步走向成熟,更多投融资被用于较为成熟的创业企业。

(二) 中国人工智能发展的科技产出

1. 中国人工智能的论文产出量

中国人工智能论文产出量自 1998 年以来保持快速增长,年复合增长率达 24.32%。2017 年,Web of Science 核心集合收录的中国(含港澳台地区)人工智能领域论文发表总量为 1.73 万

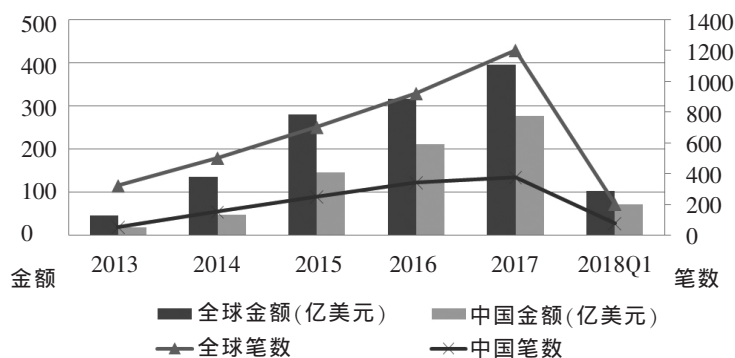


图1 全球/中国人工智能投融资变化趋势(2013~2018Q1)

数据来源:《中国人工智能发展报告·2018》。

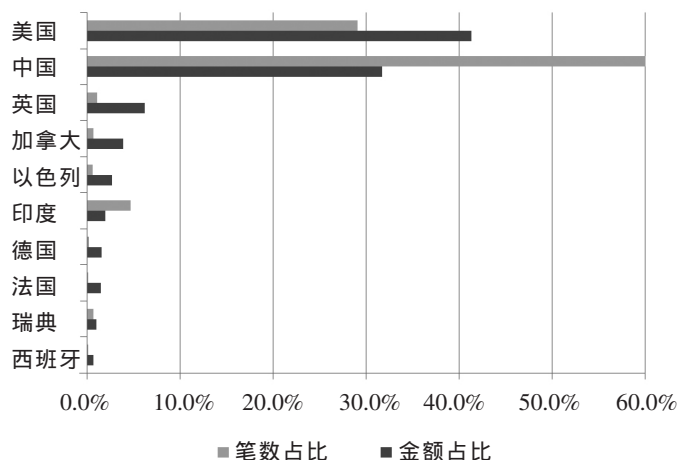


图2 全球人工智能投融资地域分布(2013~2018Q1)

数据来源:《全球人工智能产业数据报告(2018年6月)》。

篇,占全球比重为26.63%。1998~2017年,中国(含港澳台地区)人工智能领域论文发表累积总量为14.18万篇,占全球比重23.5%,仅次于美国的14.91万篇。人工智能论文累积总量排名第三至第五位的是英国、德国和印度,其发表论文数分别为4.1万篇、3.5万篇和2.9万篇,与中、美两国差距较大。从人工智能论文发表量的变化趋势来看,过去20年间,除2009~2010年呈现

负增长外,中国和全球的人工智能论文总量持续保持快速增长。中国占全球的比重变化可以划分为三个阶段:1998~2009年占比快速上升,由1998年的6%提升到2009年的25%;2009~2010年占比出现显著下滑,降至21%;2010~2017年占比稳步回升,目前已达27%,为历史最高水平^①(见图3)。

中国人工智能论文质量优于全球平均水平,但与美国差距较大。2017年,中国人工智能论文质量(按FWCI指数衡量)约为1.3,超过全球平均值1,但与美国的2.5仍有较大差距。从论文质量的年度变化来看,中国论文质量自2008年以来呈现持续上升趋势,但2017年略有下降。

2. 中国人工智能的专利申请量

中国人工智能专利申请总量2014年以来增速大幅提高,同期除中国外其他国家相关专利申请年度增长量则基本保持平稳。根据《2018世界人工智能产业发展蓝皮书》,1999~2017年,在全球人工智能领域中,图像识别、生物特征识别、语音识别、语音合成、自然语音理解、机器学习等主要技术分支的专利申请量超过10万项。中国人工智能专利申请总量自2010年起显著增长,2014年以来增速大幅提高。2018年,中国人工智能领域专利申请总量已占全球的37.1%。从全球分布来看,中、美、日、韩四国是人工智能专利主要申请国,专利申请总量加总后占全球总量的83.9%(见图4,下页)。

中国人工智能发明专利关键基础层(基础

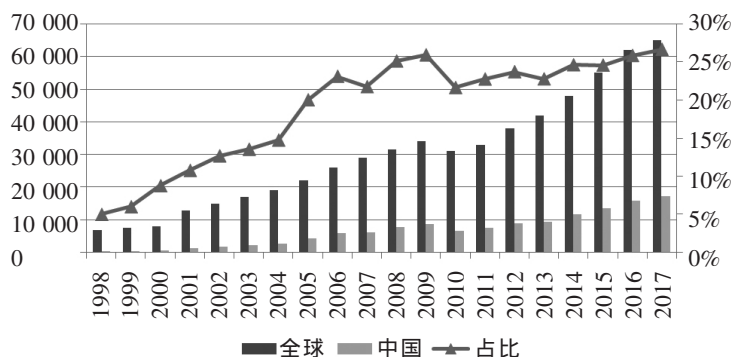


图3 中国与全球人工智能论文变化趋势(1998~2017年)

数据来源:《2018世界人工智能产业发展蓝皮书》。

硬件层和基础算法层)占比不高,且缺乏海外布局。根据国家知识产权局发布的《2017年我国人工智能领域专利主要统计数据报告》,2017年,我国人工智能发明专利授权量为6475件,其中,基础算法、基础硬件、垂直应用的占比分别为21.0%、4.9%和74.1%。在2017年全球人工智能发明专利申请公开量(除中国外)中,排名前10位中有7家美国企业(微软、谷歌、IBM、高通、英特尔、苹果、亚马逊),而中国申请人中排名前二十位的申请总量仅略多于微软一家企业的申请量。

(三) 中国人工智能产业发展状况

1. 中国人工智能当前市场规模较小,但增长迅速

当前,中国人工智能产业发展仍处于起步阶段,市场总体规模较小。根据《中国人工智能发展报告·2018》,2017年,中国人工智能市场规模为237.4亿元。在细分行业中,占据市场最大份额的是以生物识别、图像识别和视频识别等技术为核心的计算机视觉行业,其规模达82.8亿元,占总市场规模的比重为34.9%。市场规模排名第二至第五位的细分行业依次是语音(24.8%)、自然语言处理(21.0%)、硬件(11.3%)和算法(8.0%)。

近年来,随着部分人工智能技术走向成熟和商业化应用,中国人工智能市场保持高速增长。2019~2020年,预计人工智能市场规模的增长率将终止持续上升的势头,逐步呈现下滑态势,

^①数据来源:《2018世界人工智能产业发展蓝皮书》。

但总体而言,人工智能产业在未来3年整体规模仍将保持40%以上的高速增长(见图5)。

2.从企业数量和分布来看,中国位居世界第二

截至2017年6月,全球人工智能企业总数达到2542家,其中美国1078家,占42%;中国人工智能企业为592家,占全球23%。其余的872家分布在瑞典、新加坡、日本、英国、澳大利亚、以色列和印度等国。

互联网平台企业引领人工智能产业发展。美国的FAANG和中国的BAT等主要互联网平台企业引领人工智能产业发展。主要互联网平台企业拥有人工智能产业核心技术和数据资源,同时对人工智能技术和产业发展进行了大量的投资。中国的BAT主要布局于应用层,技术层和基础层较少涉及。相比之下,美国的6家规模最大的人工智能企业(谷歌、亚马逊、Facebook、微软、苹果、IBM)对人工智能技术的基础

层、技术层和应用层都进行了全面的研发和产品布局。其中,谷歌、亚马逊、Facebook、微软在基础层(芯片)、技术层(技术平台/框架)和应用层(消费级产品、行业解决方案)进行了全面的布局;苹果主要布局应用层(消费级产品)和基础层(芯片);IBM未涉足消费级产品。

中国人工智能企业主要分布于应用层,基础层和技术层企业数量相对较少。从基础层(主要为处理器、芯片)的企业数量来看,中国拥有14家,美国拥有33家;从技术层(自然语言处理、计算机视觉与图像、技术平台)企业数量来看,中国有273家,美国有586家;从应用层(机器学习应用、智能无人机、智能机器人、自动驾驶与辅助驾驶、语音识别)企业数量来看,中国有304家,美国有488家。

就基础层而言,国内人工智能企业主要分

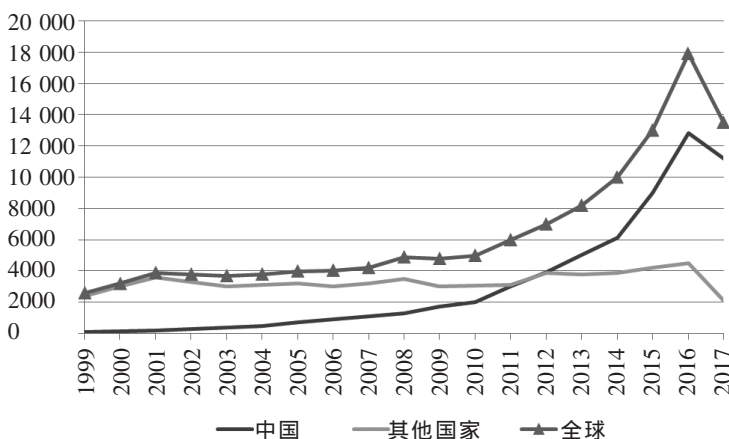


图4 中国与全球人工智能专利申请量变化趋势(1999~2017)

数据来源:《2018世界人工智能产业发展蓝皮书》。

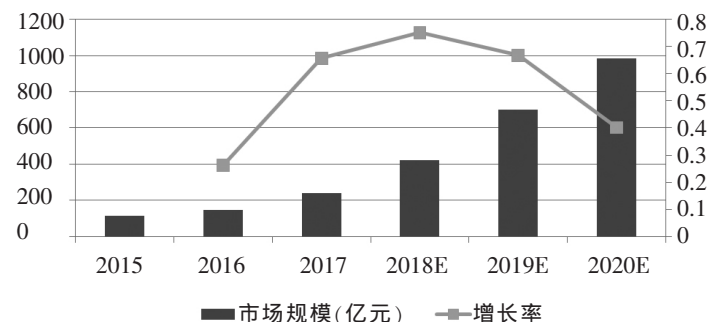


图5 中国人工智能市场规模(2015~2020)

数据来源:《中国人工智能发展报告·2018》。

布于三个子领域,分别是人工智能开放平台、机器学习开源平台和人工智能芯片。其中,前两者主要布局企业是BAT等互联网企业,而人工智能芯片的主要参与者是华为、百度和寒武纪等人工智能创业企业。

就技术层而言,中国企业主要布局于两个子领域,分别是语音识别自然语言处理和计算机视觉。前者的主要参与企业是科大讯飞和百度等,后者的主要参与企业是商汤科技等创业企业。在这两个子领域,中国企业的技术在全世界处于领先地位。

就应用层而言,中国企业活动十分活跃。人工智能机器人、智能家居和移动互联网三个领域都有大量企业分布。主要参与企业来源广泛,包括百度、寒武纪等互联网平台和创业企业,小米、华为、海尔等智能终端制造企业,新松等机

器人制造企业,以及以移动互联网为载体的咨询、娱乐、投资顾问、教育、医疗、导航等企业。

(四)中国人工智能发展的政策环境

1.中国正迅速完善人工智能发展规划和政策体系

2015年以来,中国制定和发布了一系列人工智能发展战略和指导性政策文件。中国已成为较早部署人工智能技术和产业发展的国家之一。2015年7月,国务院印发《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,“互联网+”人工智能被纳入11项重点行动之中。2016年,国家发展和改革委员会印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》,从培育发展人工智能新兴产业角度部署了主要任务和重点工程。2017年7月,国务院印发《新一代人工智能发展规划》,在战略目标中就法律和伦理体系建设提出“三步走”的要求,要求加快制定促进人工智能发展的法律法规和伦理规范。2017年11月,科学技术部宣布成立新一代人工智能发展规划推进办公室和新一代人工智能战略咨询委员会,并公布了首批4家国家新一代人工智能开放创新平台。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)》,从培育智能产品、突破核心基础、深化发展智能制造以及构建支撑体系四个维度对未来3年人工智能产业发展作出部署。

2.中国已建立相对完善的人工智能发展实施和资助体制

围绕《新一代人工智能发展规划》,国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部和国家标准化委员会已联合设立规划推进机构,并结合各自分管工作积极指导设立相关研究和产业发展组织,目前已形成较为完善的人工智能发展推进体制。其中,科学技术部承担推进《新一代人工智能发展规划》实施的主要职责。科学技术部牵头,联合其他14家机构成立新一代人工智能发展规划办公室,并先后指导成立了新一代人工智能治理专业委员会、新一代人工智能发展研究中心和认知智能国家重点实验室等研究机构。此外,针对人工智能产业发

展,科学技术部还主导成立了国家新一代人工智能开放创新平台和人工智能产业创新技术联盟。工业和信息化部和国家发展和改革委员会主要聚焦产业发展和风险投资,分别指导成立了中国人工智能产业发展联盟(AIIA)和全国人工智能创业投资服务联盟。国家标准化委员会积极谋划人工智能领域标准设定,成立了国家人工智能标准化总体组和专家咨询委员会。

从中央政府层面的项目管理来看,中国也进行了全创新链的完整布局。在基础研究方面,国家自然科学基金委员会2017年就针对人工智能发展进行了重大布局调整。一是设立2017年人工智能基础研究应急管理项目,投入资金5000万~6000万元资助25个人工智能基础研究项目;二是2018年对国家自然科学基金项目指南进行调整,在信息科学部新增“人工智能”二级领域代码,引导相关领域科学家加强对人工智能领域的研究。据估算,2017~2018年,国家自然科学基金面上等7类项目每年向人工智能领域投入资金约为3亿元。在产业化试点示范方面,国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部分别推出2018年“互联网+”、人工智能创新发展和数字经济试点重大工程、“科技创新2030—‘新一代人工智能’重大项目”和“2018年人工智能与实体经济深度融合创新项目”。

三、现阶段中国人工智能发展存在的问题与制约因素

与以往的“通用目的技术”相比,中国在以人工智能为代表的新兴技术领域不再仅仅是追赶者,更有望成为引领者。面向未来的技术和产业竞争,中国已具备良好的投入、市场和政策基础,但未来发展仍面临外部合作环境趋紧、内部投入结构问题凸显、现有规制体系难以及时响应“智能+”新业态需求以及安全、数据与伦理风险逐步上升等多重挑战。

(一)现阶段中国人工智能发展存在的问题

1.国际技术合作阻力增大

在2018年11月美国商务部工业和安全局(BIS)公布的限制出口的技术清单征求意见稿

中,人工智能及相关技术作为14类“对国家安全至关重要”的代表性新兴技术中的一类被纳入其中。目前,由于人工智能的研究开发本质上是开放共享的,美国难以直接禁止美国公司和大学公开发布其研究成果,但下一步美国可能通过两项措施来限制其他国家人工智能发展:一是限制与人工智能相关的云计算技术和芯片出口;二是建立限制外国获取最新研究成果信息的控制机制。总的来看,未来各国在人工智能合作研发和技术交流等方面可能遭遇更大阻力。

2. 缺少顶层协调机制

现阶段,中国尚未建立人工智能发展的顶层协调机制。从中国人工智能发展的政策环境来看,已形成完整的规划、实施和项目管理体制。一是中国人工智能发展规划和政策出台的时机和密度与主要发达国家基本同步;二是科学技术部、工业和信息化部、国家发展和改革委员会、国家标准化管理委员会等部门已组成覆盖全创新链的人工智能发展规划实施推进体制;三是国家自然科学基金委员会、科学技术部、工业和信息化部、国家发展和改革委员会等机构围绕实施推进《新一代人工智能发展规划》,对人工智能研发和产业化项目进行了系统布局。

然而,缺少跨部委的顶层协调机制一定程度上制约了人工智能的研发和应用。目前,为协调推进《新一代人工智能发展规划》,科学技术部联合其他14家相关部门,设立了新一代人工智能发展规划推进办公室。现有的协调机制虽然对推进国家人工智能发展规划的实施起到了积极作用,但也存在较明显的短板,主要表现在:第一,人工智能技术作为新一代“通用目的技术”,其发展涉及众多国务院组成部门,单一部门难以进行有效协调;第二,人工智能与产业融合形成了大量新兴业态,一方面需要分门别类灵活准入,另一方面其规制又牵涉众多部门,单一部门虽有积极性却难以独力推进,急需建立有效的跨部门规制体制。

3. 基础研究投入不足

基础研究投入对未来占领人工智能产业制高点将起到至关重要的作用。人工智能是新兴科

技领域,其理论基础、技术积累和产品开发从长期来看仍处于起步阶段,目前其商业化潜力和对经济增长率的促进作用仅露出冰山一角,未来其技术路线、商业化模式仍可能发生重大变化。实现人工智能领域高质量发展,要求中国相关产业实现向价值链高端的跃升,其主要阻碍是技术瓶颈。技术瓶颈的形成主要原因有二:一是研发起步较晚,技术积累不足;二是仅仅引进和复制技术,在核心精密部件等方面难以做到消化、吸收再创新。人工智能领域方兴未艾,各主要国家的研发积累差距较小,未来二三十年的产业竞争力取决于当前的研发投入,特别是基础研究投入。

从全创新链研发投入来看,中国在人工智能领域基础研究投入相对不足。从政府投入来看,据本文估计,中国人工智能领域基础研究投入2017年约为3.5亿元,2018年约为3亿元。针对面向重大需求的关键共性技术研发投入,2018年,仅科学技术部“科技创新2030—新一代人工智能重大项目”就投资经费8.7亿元,此外还根据细分项目性质的不同要求进行1:1或1:2的配套。在产业化试点示范方面,工业和信息化部、国家发展和改革委员会也安排了专项进行投入。从社会投融资来看,2017年,中国人工智能市场总规模为237.4亿元,但人工智能投融资规模达277.1亿美元,占全球投融资总额的70.1%,投融资与市场规模之比约为7.8:1,社会人工智能产业化资金较为充沛。与之相比,当前主要依赖政府投入的人工智能基础研究资金投入相对不足,可能对未来产业自主创新和高质量发展形成制约。

4. 人才总量和结构与美国差距较大,教育培训能力不足

中国人工智能人才相对缺乏。一是人工智能人才存量不足。根据领英发布的《全球AI领域人才报告》,截至2017年第一季度,基于领英平台的全球AI领域技术人才总量超过190万,其中美国相关人才约85万,而中国仅5万余人。从产业角度来看,中国从业人员也仅为美国的一半。根据腾讯研究院研制的《2017全球人工智能人才白皮书》,截至2017年6月,全球人工智能

初创企业共 2617 家,其中,美国 1078 家企业约有 78 700 名员工,中国 592 家企业约有 39 200 名员工。二是人工智能人才培养能力不足。中国高校的总体水平距离世界一流高校还有一定差距,人才培养能力还不足以支撑与美国竞争人工智能发展主导权的目标。根据腾讯研究院发布的《2017 全球人工智能人才白皮书》,2017 年,全球共有 367 家具有人工智能研究方向的高校。其中,美国拥有 168 所,占比为 45.8%,而中国仅有 20 所,仅占 5.4%。中国大学发展历史相对较短、积淀不足,同时学科布局缺乏灵活性,难以适应科技和产业快速发展的需要。2017 年 5 月至今,中国科学院大学等 30 余所高校先后建立了人工智能学院,致力于为中国培养高端人工智能人才和研发创新成果,但教学团队的建设和人才培养机制的创新成效显现尚需时日。

5. 产业发展主要聚焦应用层,基础层和技术层布局薄弱

中国人工智能的研发和产业化目前主要集中在应用层,基础层和技术层的投资和人才储备相对匮乏,特别是在人工智能基础层研发和产品方面与美国相比还存在一定差距,主要表现在两方面:一是以人工智能芯片为代表的核心智能硬件仍处于起步阶段。目前,从市场规模来看,人工智能芯片占据的比例较小。根据 Allied Market Research 数据,2017 年人工智能芯片市场规模为 24 亿美元,占据全球芯片产值比重仅为 0.6%。从技术路线来看,人工智能芯片存在三种主流解决方案,分别是以英伟达为代表的基于 GPU 的通用芯片、以英特尔(Altera)为代表的基于 FPGA 的半定制化芯片以及以谷歌 TPU 等为代表的全定制化芯片(ASIC)。目前,中国的一些创业企业如寒武纪、地平线、深鉴科技等针对 ASIC 路线开发了部分具有一定竞争力的产品,一些大型半导体企业也陆续发布了自己的通用人工智能芯片产品,如华为的麒麟、昇腾芯片等。根据市场研究公司 Compass Intelligence 于 2018 年 5 月发布的报告,全球排名前 15 位的人工智能芯片企业中,美国独占 9 家,且排名第一至第六的均为美国公司;中国仅有华

为上榜,位列第 12 名。此外,虽然国内企业取得了一些突破,但人工智能芯片与传统芯片类似,也面临技术“卡脖子”问题。在芯片的设计、制造和封装三大环节中,中国制造环节的劣势仍较为明显。二是中国机器学习开源平台相较美国而言推出滞后,美国企业已建立产业事实标准。美国谷歌、亚马逊、微软、IBM 等互联网巨头和高校早在 2015 年就开始推动机器学习平台开源,贡献了如 TensorFlow 等大量人工智能学习框架、工具和数据集。而国内企业从 2016 年下半年才开始逐步发布开源平台战略,如百度异构分布式深度学习系统 PaddlePaddle、腾讯面向机器学习的分布式计算框架 Angel、阿里云人工智能平台 DTPAI 等。由于投入规模、技术积累等多方面限制,目前这些平台还难以与美国互联网巨头主导的主流开源平台相抗衡。

6. 数据资源具有一定优势,但存在隐忧

中国人工智能企业得益于中国庞大的移动互联网用户规模,其数据积累相比其他国家占有一定优势,但数据国际化程度和利用率较低。数据是驱动人工智能发展的主要燃料。中国拥有庞大的互联网和移动互联网使用人口,以 BAT、滴滴、美团等为代表的互联网平台公司积累了丰富的用户数据。根据 IDC 2019 年 2 月发布的白皮书《数字化世界:从边缘到核心》,2018 年,中国产生的数据总量为 7.6ZB(泽字节,zettabyte),略多于美国的 6.9ZB。但与美国相比,中国人工智能企业(包括开发和应用人工智能技术的互联网平台公司和创业企业等)存在两大劣势:一是数据的国际化水平较低。中国人工智能企业获取的数据基本局限于国内用户,相比之下,美国人工智能企业则面向世界各国服务并获取其数据。据 TechCrunch 数据,2017 年 6 月,脸书(Facebook)的月活跃用户人数已超过 20 亿,约为全球网民人数的 2/3。中国人工智能企业数据的同质性较高,虽然有利于针对中国用户特征开发定制化人工智能产品和服务,但也进一步强化了这些产品和服务“出海”的难度。二是数据处理能力不足。超过一半的数据在采集后从未被利用过,形成“沉淀数据”。除了企业对合规

风险的担忧外,一个重要的原因是企业缺乏处理数据的能力。例如,当前人工智能的主流方法“机器学习”中最常见的“监督学习”要求为每个样本提供预测量的真实值(即对数据进行精确标注)^①,这将耗费大量人力,企业通常不愿或难以承担数据标注成本。目前,国内数据的整理标注和数据集的开放与国外相比仍有明显差距。例如在计算机视觉领域,2016年,谷歌就已发布包含被分为6000余类的900万张图片的Open Image数据集。

(二)影响中国人工智能发展的规制问题

1.产品责任主体确认和责任划分方面的法律法规制定相对滞后

人工智能产品法律主体界定和责任划分等方面的法律法规制定滞后,可能影响相关产业发展。人工智能技术的应用将引发两类安全问题:一是操作权失控、恶意使用和管理不当导致的安全威胁,例如黑客通过人工智能技术发起的对信息基础设施的攻击。这类安全威胁可以在现有的法规体系内得到规制,但规制难点在于,人工智能技术的使用导致责任主体难以追溯,执法成本高昂。二是人工智能技术失控或技术缺陷导致的安全隐患。在未来许多应用场景中,人工智能产品将会在没有人类直接干预的情况下,根据数据和算法进行学习并自行作出决策和实施行动。由于某些特殊或意外的原因,比如算法纰漏或者数据丢失等,其行动有可能会给人类及其财产带来损害。但是,人工智能产品并不是法律意义上的主体,这就为清晰界定制造和使用人工智能产品的法律责任造成了一定的困难。此外,最具代表性的人工智能算法深度学习采用的黑箱模式使得模型系统的可解释性不强,难以按照现行法规追溯事故责任主体。目前,中国在中央政府层面尚未制定相关法律规则,或对相应法律规则作出适应性调整。

2.隐私泄露和数据滥用风险逐步凸显

人工智能发展可能会放大数据隐私泄露和数据滥用的风险。一是当前主流人工智能技术依赖于大数据采集。人工智能算法的准确性来源于对海量数据的获取和计算,用户信息将越

来越多地被数据化,进而被自动收集和分析并用于商业活动,使隐私泄露的风险大大增加,现行法律体系难以对已泄露的个人信息进行有效保护。例如,欧洲法院在2014年裁定普通公民的个人隐私具有被遗忘权。中国在2015年就出现了首例“被遗忘权案”,但无法可依导致原告败诉。二是人工智能与云计算技术叠加应用使数据安全面临更大风险。在目前许多人工智能技术应用中,以云计算为主要支持架构。由于云计算技术成本低廉、使用方便,大量用户将数据存储至云端。将隐私信息存储至云端后,这些信息就更容易受到盗取和攻击。三是人工智能的大数据分析能力加剧个人隐私泄露风险。由于人工智能技术具有强大的从数据到知识的抽取能力,即将无数个看似不相关的数据片段整合在一起从而识别出个人行为乃至性格特征,其在云端对用户个人数据的处理和应用,也加剧了个人隐私泄露的风险。

3.现有规制架构难以适应新业态发展,市场准入存在一定障碍

一方面,现行管理架构和规制体系应对人工智能新业态发展存在一定困难。人工智能发展不仅会催生许多新业态,而且将促进不同行业之间的跨界和融合,这对主要依照传统产业体系建立的现行规制架构和管理部门设置是一个很大的挑战。一种新产品、新业态的产生和发展可能会牵涉许多管理部门,存在协调难题。例如,自动驾驶汽车监管涉及交通、汽车、测绘、信息、科技、质检等20余个主管部门,涉及关键法律法规条款近30项。而且,政府部门往往对促进行业发展态度比较积极,但是对如何规制和治理缺乏有效措施。

另一方面,人工智能技术商业化实践探索仍存在市场准入等规制障碍。人工智能技术迅速向各种应用场景渗透,新业态不断诞生并发展演化,但是管理部门未能在短时间内对人工智能所涉及的新产品、新业务进行认定,并及时

^①例如,在医疗诊断的应用中,如果要通过监督学习来获得诊断模型,需要请专业医生对大量的病历及其医疗影像资料进行精确标注。

放开准入限制,同步完善相关规制措施。例如,中国自动驾驶汽车产业发展几乎与美国同时起步,但是对道路测试的准入和规范则大大滞后。截至2015年底,美国已有16个州对自动驾驶汽车进行路测立法,9个州的共16部法案及行政命令正式生效。2016年9月,美国交通运输部又颁布了《联邦自动驾驶汽车政策》。这一系列法规的出台大大促进了商业化测试实践和产业发展。中国直到2018年初才在北京启用了首个自动驾驶汽车封闭测试场,之前自动驾驶汽车企业只能私下里违规上路测试,或远赴美国申请路测。2018年以来,中国自动驾驶领域的规制已逐步开放,自动驾驶汽车企业已可以在北京、上海、重庆等地的部分开放道路上测试,但在全国层面还没有合法路测的资格,还需要在保障公共安全的前提下加快规制规则的完善。

4. 就业冲击风险可能逐步增加

人工智能应用可能带来一定就业冲击^[4]。目前,人工智能仍然主要是替代人类不愿从事或难以招聘的工种,如恶劣环境下的工作、客服工作等。人工智能目前带来的就业冲击仍远小于经济周期和行业景气带来的影响。但从中长期来看,人工智能可能带来就业结构的巨变,因而有必要关注其中长期影响,并适时出台应对措施。一般可将受到人工智能威胁较大的就业分为体力劳动、服务业和专业岗位低端工作三种类型,它们在中期受影响的程度并不相同:体力劳动在短期内可能会受到较大冲击;服务业由于其与人互动的复杂性(技术复杂度高、人机互动安全要求高等原因)短期难以取代,在服务机器人中,B端场景的应用可能快于C端;专业岗位的低端工作(如法律、医疗、新闻和翻译等)取代还有很长的路要走。

5. 社会伦理随着人工智能产业发展将受到更多挑战

随着人工智能产业的发展,社会伦理将会受到更多挑战。一旦出现重大伦理事件,就可能迟滞产业发展。一些学者和产业界专家认为,需要为人工智能制订行为规则。人工智能系统的研发设计必须与社会伦理匹配,机器规范与

人类规范必须兼容,从而避免挑战人类伦理。在不远的将来,人工智能有望在司法、医疗、指挥等领域取代人类,独立进行审判分析、疾病诊断等工作。人工智能将不仅具有感知、认知和独立决策能力,而且将在不同环境中学习和演化,形成不同的个性。因此,人工智能或机器人的使用者需要承担类似监护人的道德责任和法律责任,以免对社会造成不良影响。

在弱人工智能时代,人工智能发展面临两项最为紧迫的伦理风险:一方面,如何就道德评判预先为自主决策的智能机器设定统一的道德准则难以达成共识;另一方面,用于军事目的的人工智能项目可能会遭到强烈的舆论冲击,未来在主要人工智能研发和使用国之间可能因此形成新的防技术扩散机制。这些伦理风险有可能为本领域技术研发和产业发展带来负面影响。例如,在人工智能领域开发军用技术在全世界引发广泛抗议,导致行业领先的人工智能企业迫于舆论压力退出相关项目研发。又如,特斯拉和Uber等企业自动驾驶出现重大事故,导致自动驾驶项目受到广泛质疑。

四、中国人工智能发展的促进策略

从人工智能发展史和技术成熟度来看,人工智能仍将长期处于“弱人工智能”阶段,通用人工智能在可预见的未来仍难以实现大规模商业化应用。因此,当前阶段应对人工智能带来的经济社会冲击还需要施行诸如“全民基本收入”“机器人税”等全新政策设计^[5],而应在现有政策框架基础上增加适应人工智能发展的新元素。中国一方面要继续加大开放力度,积极融入全球创新生态;另一方面急需从补齐短板、完善体制和改进规制等方面着手,为人工智能领域技术和产业的“马拉松”式国际竞争作长远谋划,打好基础。

(一) 推进中国人工智能发展的政策建议

1. 大幅度提高基础研究投入

建议完善投入机制,在人工智能领域大幅度提高基础研究投入。《新一代人工智能发展规划》提出,“到2030年人工智能理论、技术与应

用总体达到世界领先水平,成为世界主要人工智能创新中心,智能经济、智能社会取得明显成效,为跻身创新型国家前列和经济强国奠定重要基础。”目前,美国已为人工智能领域基础研究和关键技术开发投入巨资,并早在近20年前就由DARPA等联邦研发机构领衔开始进行人才培养和技术储备。中国要在人工智能理论、技术和应用方面达到世界领先水平,就必须在本领域大幅度提高基础研究投入,有针对性地提前布局。一方面,加大国家自然科学基金人工智能领域非定向基础研究投入力度。非定向基础研究主要依赖政府投入,这部分投入将为长期的国家科技和产业发展奠定基础。应尊重科学家首创精神,鼓励和资助不同研究路线的发展和竞争。另一方面,进一步鼓励人工智能领域领先企业与国家自然科学基金设立联合基金资助定向基础研究。定向基础研究与科技成果转化紧密相连,由企业联合相关领域专家设计项目指南并提供部分资助,在充实研究投入的同时提升产学研合作水平和科技成果转化效率。

2.项目示范和资金引导聚焦产业基础层

一是在国家集成电路产业发展布局的基础上,适度向人工智能芯片产业倾斜。建议在国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部等相关部委以及集成电路产业发展基金的项目选择和资金投入等引导政策方面加大对人工智能芯片的支持力度。集成电路产业是中国产业发展中的一个主要薄弱环节,中国已建立体量庞大的集成电路发展基金,对集成电路全产业链发展在全国进行了系统布局。人工智能芯片作为集成电路产业中的新兴细分领域,与传统领域相比,中国与发达国家差距较小,有望更快实现对发达国家的赶超。但中国在人工智能芯片领域,目前仍主要由少量创业企业投入,传统芯片企业积极性不高。

二是加大对专用人工智能开源创新平台的支持力度。一方面,从短期来看,应支持互联网平台企业和创业企业建立专用开源平台,集聚开发和应用资源。美国谷歌等公司在人工智能,特别是深度学习等领域积累了大量研发成果,

在此基础上建立深度学习平台并将其开源共享,力图建立人工智能时代的“安卓系统”。凭借其强大的研发能力、“先入为主”的优势以及开源共享的模式,在底层的通用开源平台方面,中国企业难以与美国企业竞争。建议利用中国应用端数据丰富、迭代快速的优势,主要支持企业在底层通用开源平台基础上,建立和发展如百度自动驾驶开源平台的专用开源创新平台。目前,科学技术部已支持建设人工智能四大开放创新平台,在建设专用开源创新平台方面已迈出坚实步伐。下一步,应加大对平台的支持力度,适度增加平台示范项目,并引导平台企业适时开源共享,为本细分领域的研发提供优良环境和强有力的支撑,吸引和集聚国内外企业在本平台进行产品研发。另一方面,从长期来看,应支持企业尝试在人工智能领域建立开放创新平台,并适时开源共享。

3.促进数据开放共享

一是促进政府数据的联通和开放。一方面,政府数据应有效汇聚和联通。政府数据无法彼此联通已成为当前“ABC产业”(人工智能、大数据、云计算)发展的主要瓶颈之一,应着力推动部门间及地区间政府数据的汇集、确权和利用。另一方面,加大特定政府数据对企业的开放力度。对于政府数据中的非个人数据,以及个人数据匿名化后的数据产品,应免费或以成本价开放使用,以促进社会创新。对于与公民密切相关的公共事务中形成的个人数据、涉及国防与国家安全的数据,则需明确其权利人与开放对象。

二是推动企业数据的开放共享。企业数据可以分为两类:企业本身运营数据和企业采集的用户数据。对于运营数据等非个人数据,企业应享有完整的所有权利,鼓励企业以适当方式向社会共享。对于用户数据,数据采集者应通过公开、透明、明示授权等方式保护用户权利,在征得被采集用户同意后,可通过匿名化处理后再加以分析利用。

三是保护个人隐私和避免数据滥用。需明确政府和企业收集用户信息的原则、程序,保密

和保护义务,不当使用、保护不力的法律责任,以及监督检查和评估措施。

4.加强人才引进与培训

一方面,加大人工智能领域引才和人才培养力度。具体可从如下方面着手:一是加大人工智能领域高端人才的引才力度,完善引进人才创新环境;二是引导高校、科研院所和企业建设人工智能创新团队,在为本土青年科研人员打造学习提升平台的同时,加强对其开展研究的支持力度,着力培养本土的人工智能高端人才;三是大力推动人工智能职业教育发展,根据市场需求和技术发展趋势尽早调整职业学校专业,通过提供培训津贴等手段激励企业提供人工智能相关技能培训。

另一方面,对人工智能可能带来的就业风险保持适当警惕。一是建立人工智能发展就业预测预警机制。对人工智能发展可能造成的就业风险进行跟踪研判,并适时提出应对预案。二是适时调整教育体系,强调人机协作技能。完全替代人类脑力劳动的通用人工智能距离实际应用的距离仍十分遥远,在可预见的未来,人类将在专用人工智能的协助下不断提升生产效率。应适时改进教育体系,增加人工智能应用的相关知识学习和普及,为未来的就业岗位变革做好准备。

5.促进产学研国际合作

一方面,搭建人工智能治理的国际合作机制和平台,鼓励国内机构展开人工智能研发、应用等方面的国际交流与合作。另一方面,组织研究人工智能伦理规则,积极参与和主导国际人工智能伦理、法律等规则的研讨和制定,在为人工智能全球治理贡献中国智慧的同时,为中国人工智能相关产业发展争取话语权和有利地位。

(二)完善规制促进中国人工智能发展的政策建议

完善规制规则对推动人工智能发展具有显著作用。中国应参照发达国家规制经验,加快相关法律法规、政策以及伦理规范的研究、调整与制定,既要扫除人工智能技术和产业发展的制度障碍,又要尽量避免其对社会的负面影响,防止

重大负面事件影响人工智能研发和产业发展。政府主管部门应平衡获取人工智能研发带来的技术红利和避免应用人工智能带来的潜在危害。一是坚持包容创新的原则,制度规则总体上要有利于技术开发和产业应用的快速发展;二是避免技术滥用,确保人工智能向有利于人类社会福利提升的方向发展;三是贯彻公平原则,评估人工智能发展对不同群体的影响和保护弱势群体;四是促进公平竞争,防止不当准入门槛的设置和区域壁垒的形成;五是避免过度规制人工智能的研发,重点规制人工智能在交通运输、医学、政治和娱乐等垂直领域的应用。

1.建立合理的法律责任分担规则

推动相关法律法规的“立、改、释”,各自界定人工智能产品设计者、生产者和使用者的主体责任义务。可参考联合国教科文组织(UNESCO)与世界科学知识与技术伦理委员会(COMEST)提出的“责任分担原则”,由所有参与到人工智能产品的发明、授权和分配过程中的人来分担责任。这就要求人工智能系统必须能够在算法和运行层面追溯问题的来源,从而确定相关责任主体。

2.建立人工智能顶层协调机构,实行分门别类灵活准入

一方面,建立人工智能顶层协调机构。建议国家科技领导小组下设人工智能专门委员会,负责人工智能领域发展规划设计、政府投资重点等重大事项的统筹协调。

另一方面,建立快速反应、鼓励创新的准入及规范机制。一要根据人工智能新产品、新业态的发展,及时明确不同业态的主要管理部门,尽快建立多部门参与的规制协调机制,合力推动规则制定并向立法部门提出法律法规调整建议。二要本着鼓励创新的原则,充分发挥各级地方政府的积极性,允许人工智能新产品在特定范围内进行大胆试验,加快商业化进程。三要完善人工智能规制机构的人员构成。对新技术如人工智能的有效规制应要求有关部门人员应拥有专业技术知识以帮助引导规制的决策。在规制部门内和规制过程的每个阶段,都需要相关领域专家的参与。

3.建立安全和伦理风险防控机制

适时建立人工智能安全和伦理风险防控体系,警惕人工智能发展可能带来的对社会伦理的挑战。一是加强人工智能安全风险防控体系建设。人工智能使数字基础设施遭到攻击的可能性大幅增加,经济安全和国家安全面临更大威胁,应高度关注人工智能带来的安全风险,并对其作出针对性防控。同时,运用人工智能技术有效加强传统安全防控体系,着力推动人工智能技术在安全领域的应用。二是有效应对弱人工智能时代较为紧迫的伦理挑战。首先,积极搭建平台,推动学术界、企业及利益相关群体研讨如何为自主决策的智能机器设定道德准则;其次,提前布局用于军事目的的人工智能的研发,对相关项目意外披露可能带来的国内外舆情冲击做好预案,同时,积极参与并力争主导未来的国际人工智能技术防扩散机制的构建;最后,相关规制机构应建立伦理和舆情风险跟踪识别机制,及时消除潜在隐患,维持公众对人工智能技

术应用的信心。 **Reform**

参考文献

- [1]曹静,周亚林.人工智能对经济的影响研究进展[J].经济学动态,2018(1):103-115.
- [2]British Academy. The impact of artificial intelligence on work[R]. 2018.
- [3]腾讯研究院,中国信通院互联网法律研究中心.人工智能:国家人工智能战略行动抓手[M].北京:中国人民大学出版社,2017.
- [4]CEMOGLU D. et al. Artificial intelligence, automation and work[Z]. NBER Working Paper No.24196, 2018.
- [5]JASON FURMAN. Is this time aifferent?: The Opportunities and challenges of artificial intelligence[R]. Remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term, 2016.

Development Status and Promotion Strategy of Artificial Intelligence in China

ZHANG Xin WANG Ming-hui

Abstract: Artificial intelligence is a new generation of “general purpose technology”, which will have a profound impact on economic and social development and international competition pattern. However, in the “weak AI stage”, its contribution to the economy and impact on employment may be limited in the short term. At present, AI technology in China is developing rapidly, but compared with developed countries such as the United States, there are obvious shortcomings, such as inadequate investment in basic research, weak industrial foundation, lagging linking and opening of government data, and lack of talent training capacity. In addition, problems such as decreasing access to international technical cooperation, imperfect policy coordination and regulatory system, privacy leaking and ethical risks are gradually highlighted, which poses a certain challenge to the sustainable and healthy development of AI in China. Next, we should focus on the future and the long-term layout, rationally set the short-term goal of AI promotion policy, and consolidate the development foundation from three aspects: improving the system, filling up the shortcomings and improving the regulation. Only in this way can we win the advantage in the international competition in the field of AI technology and industry in the future.

Key words: artificial intelligence; innovation development; scientific and technological revolution

(责任编辑:罗重谱)