

大力推动智能产业革命，加快 我国中长期经济增长动力转换

张磊

内容提要 智能产业革命主要涉及大模型驱动的人工智能发展及其产业影响，代表着新一轮科技革命和产业变革的方向。作为通用目的技术，大模型驱动的人工智能能够提供除工业化以外的另一种规模经济，可在很大程度上弥补以互联网革命为核心内容的数字经济在转换增长动力方面的不足，推动我国增长动力从工业化转向智能化。智能产业革命可能会通过智能专业或商务服务、智能供应链和智能创新范式三种路径影响经济增长。我国亟须就大力推动智能产业革命达成共识，并明确将其提升到国家战略高度。

关键词 智能产业革命；大模型；人工智能；新质生产力

JEL 分类号 O14

作者简介 张磊：中国社会科学院经济研究所 北京市西城区月坛北小街2号 100836 电子邮箱：jiechi@126.com。

基金项目 中国社会科学院智库基础研究项目“智能产业革命和构建现代化产业体系研究”。本文不代表作者所在单位观点，文责自负。

与个人电脑、互联网和非对称加密技术相比，大模型驱动的人工智能作为数字通用目的技术（General Purpose Technology, GPT）的特征更为突出，有望提供除工业化以外的另一种规模经济，并由此引发智能产业革命，为我国转换中长期增长动力提供新的战略机遇。尽管大模型驱动的人工智能已引起广泛关注和讨论，但目前国内尚未就大模型驱动的人工智能及其带来的智能产业革命形成共识，推动智能产业革命更没有明确成为中长期增长动力转换的国家战略。本文拟在分析大模型驱动的人工智能技术发展趋势以及智能产业革命对增长动力影响路径基础上，探讨大力推动智能产业革命对实现工业化向智能化转型的重要意义。只有形成大力推动智能产业革命，加快我国中长期经济增长动力转换的共识，并明确将其提升到国家战略高度，才能结合我国产业发展现状，制定适宜的智能产业发展规划和启动策略，探索智能产业革命所需的体制保障和治理机制。

一、智能产业革命发展趋势和中国现状

（一）智能产业革命发展趋势

智能产业革命主要涉及大模型驱动的人工智能技术发展及其产业影响，代表着新一轮科技革命和产业变革的方向。大模型技术正向多模态融合快速发展：以 ChatGPT 为代表的大语言模型揭示了生成式 AI 的巨大潜力；Sora 通过大模型多模态训练，更好地模拟了物理世界；GPT-4 Omni 能够实现人与模型的实时自然对话，验证了通用人工智能（Artificial General Intelligence, AGI）的可行性。未来，AI 机器人和自动驾驶等代表的具身智能（Embodied Intelligence）极有可能取得重大突破，有望进一步实现数字世界和物理世界的联通和互动。

多模态融合是大模型最终发展为通用人工智能，并形成通用目的技术的关键。^① 大模型所使用的模拟神经网络的深度学习方法首先遵循的是由规模法

^① 大模型驱动的人工智能技术日新月异。大语言模型实现了人工智能内容生成的重大突破。目前，技术发展的重点集中在多模态融合，在加深对物理世界理解的基础上，将大语言模型推进到大模型阶段。但现阶段主要是激活了计算机视觉（Computer Vision, CV）和计算机图形学（Computer Graphics, CG），离多模态融合目标实现尚有很大距离。因此，目前还是以采用大模型驱动的人工智能而非 AGI 概念为宜。此处感谢匿名评审人提出的建议。

则 (Scaling Laws) 代表的自下而上的认知路线。^① 就像人脑新皮质一样, 在机器学习中, 先将外界感知的信息转变成适合计算机处理的一维数据集, 再通过不同层次的深度学习, 不断提高抽象程度。以计算机视觉识别为例, 直接接触的是像素, 相当于几何学里的点, 然后逐步上升到识别出线条、轮廓、形体 (黄黎原, 2021)。如果能再整合其他的感官信息, 还可进一步形成自我、情感、语言、逻辑、道德、信仰等不同抽象程度的意识和概念。学习深度越深, 抽象层次越高, 所需参数越多。由此可见, 大模型多模态融合正是走向 AGI 的第一步。不过, 大模型的推理应用却可以走上自下而上的相反认知路线, 通过更为抽象的高层来指导更为具体的低层, 实际起到“世界模型”的作用, 减少参数的需要, 并降低应用的边际成本。无论是通过规模法则发展 AGI, 还是用“世界模型”削减应用的边际成本在技术和经济上都是可行的, 也证实可由大模型最终发展出 AGI, 并成为通用目的技术。

作为通用目的技术, 大模型驱动的人工智能在训练上具有大样本的无监督学习和基于人类反馈的强化学习 (Reinforcement Learning with Human Feedback, RLHF) 双重特点, 有望提供除工业化以外的另一种规模经济。

1. 大样本的无监督学习在降低对数据依赖的同时, 将算力运用到了极致, 提高了知识生产效率。大模型的核心是大参数而非大数据, 运用稀疏编码技术实现对人脑新皮质的最优模拟。只要积累足够冗余度的模型特征值, 终将获得归纳能力的涌现。这样通过大样本数据训练和学习形成的知识, 就可以推理泛化到新的小样本, 甚至个体数据样本上。与小模型只能重复训练, 进行线性成本扩张不同, 大样本的无监督学习使得大模型驱动的人工智能具有可扩展性 (库兹韦尔, 2016)。

2. 基于人类反馈的强化学习更充分挖掘了计算机模拟实验潜力, 加快从创意到产品开发的速度。正是得益于知识生产效率提高和产品开发加速共同作用, 大模型驱动的人工智能拥有产生新规模经济的潜力, 并被寄予引发智能产业革命和提升生产力的厚望。根据“科技投资女王”凯茜·伍德 (Cathie

^① Scaling Laws 是指当模型学习参数达到一定规模以后的智能涌现现象。

Wood) 在 2024 年的预测, 人工智能模型会催化前所未有的生产力繁荣, 生产力到 2030 年翻两番, GDP 增长加速, 并在未来五年到十年打破纪录。^①

(二) 中国智能产业革命发展现状

像其他产业革命的完整历程一样, 借鉴弗里曼和卢桑(2007)运用演化经济学分析产业革命长波的方法, 智能产业革命发展应从大模型基础设施、大模型核心投入、人工智能支柱产业、人工智能引致支出和技术扩散四个层次进行考察。目前, 在全球范围内, 智能产业革命尚处于大模型基础设施和核心投入的战略布局阶段。

1. 大模型基础设施层

大模型基础设施层包含数据、算力、算法和人才、能源等众多要素, 采用基础设施即服务(Infrastructure as a Service, IaaS)模式。

数据方面, 数字化水平偏低、数据质量差, 特别是工业化产业条块管理体制导致的数据分割造成我国可供大模型训练的数据严重不足, 并阻碍了公共语料库和数据中心的充分利用。

算力方面, 尽管中国算力总体规模已位居世界第二, 仅次于美国, 但可用于大模型训练的算力与美国差距仍然非常突出, 约有3倍之巨,^②并在短期内还有可能进一步扩大(王昌林, 2024)。中美在芯片制程方面差距最大, 但由于芯片制程已经达到摩尔定律的极限, 未来要想让算力进一步增长, 主要靠互联, 包括芯片内互联(含光互联)、片间互联(俗称“机盒”)。与此同时, 云计算也是提高算力的另一重要工程技术手段。虽然芯片制程差距偏大, 但中美芯片内互联差距则要小得多, 光互联和片间互联基本处于同一起跑线。云计算只是在市场准入上需进一步完善体制, 在技术上并无明显差距。整体来看, 尽管目前中美算力差距突出, 但考虑到芯片制程已经达到摩尔定律的极限, 这

^① 参见: “‘科技投资女王’ 2024 年预测: 颠覆性技术的融合将定义下一个十年的发展”, 钛媒体 2024 年 2 月 19 日。

^② IDC 等机构发布的《2022—2023 年全球算力指数评估报告》显示, 美国、中国分别以 82、71 的算力指数排在前两位, 且明显高于第三名的日本, 其算力指数为 58。大模型算力差距根据内部调研估计所得。

就为我国通过扩大芯片投资和产能，并同其他体制和政策调整相配合，较快缩短算力差距提供了可能。

算法和人才方面，围绕人工智能，特别是大模型训练的从业人员和顶尖人才，中美也有略小于算力的差距。大模型基础设施投入不足影响了中国大模型训练的从业人员，特别是顶尖人才的培育和使用。尽管中国在人工智能从业人员和顶级人才上具有比印度在软件业上还要突出的竞争优势，但遗憾的是，这样的人力资源目前也主要被美国的大模型训练所使用。

能源方面，得益于财政和建设用地补贴，中国在风能和太阳能方面拥有短暂优势。不过，考虑到作为辅助能源的性质，风能和太阳能可能会受到受控核聚变发展的冲击。2024年，国际原子能机构伦敦论坛上的一项民意调查发现，65%的内部人士认为，到2035年，核聚变将以可行的成本为电网供电，到2040年，这一比例可达90%。^①由此可见，大模型生产潜力和技术军备竞赛可能激励美国投资大模型的平台公司和初创企业加快购买土地和建设独立电网。

2. 大模型核心投入层

大模型核心投入层，以大模型作为核心投入，采用模型即服务（Model as a Service, MaaS）模式。大模型核心投入层要求大模型坚持工程实验技术路线。与传统的实验室试验不同，大模型开发需采用新的组织方式，除了以科学和技术研究为基础，还要同时重视实现工程化，验证产品开发和商业模式的可行性。中国正在进行的“百模大战”就是对新的工程实验技术路线和组织方式的探索，可为培育适应大模型驱动的人工智能发展需要的人才积累有益经验。以月之暗面的Kimi为例，这款产品实质上是用来验证文本大模型训练的技术路线可行性，将来还会逐步扩展到多模态大模型训练，直至最终实现通用人工智能（张小珺，2024）。

3. 人工智能支柱产业层

人工智能支柱产业层重点在于探索大模型场景落地和产业应用，采用平台即服务（Platform as a Service, PaaS）和软件即服务（Software as a Service,

^① 参见：“核聚变的商业化比想象的更快”，可控核聚变 2024年3月20日。

SaaS) 模式。大模型是对冯·诺伊曼计算框架的根本突破,大模型场景落地和产业应用需要发展与之配套的产业管理体制。冯·诺伊曼框架用的是“CPU+内存”,大模型的计算框架则是“模型参数+上下文 Prompt”。其中,模型参数对应的是 CPU,而上下文 Prompt 则相当于内存,用于编制复杂指令。加快大模型场景落地和产业应用可以通过两种技术路径进行:一是通过智能代理人从外部自动调用混合专家模型(Mixed Expert Models, MoEs);二是由专家围绕 Prompt 编制应用软件,提高对模型生成结果的反馈质量,并在用户中低成本推广。很显然,这两种技术路径都带有软件驱动特征,第二种技术路径尤其体现大模型的独立价值,需要对软件产权进行有效保护。我国目前的产业管理体制机制脱胎于工业化,使得软件服务业缺乏定价权,势必会阻碍大模型驱动的人工智能产业应用。

与互联网主要依赖数据数量产生网络效应不同,大模型的发展更多取决于数据质量。尽管大模型是基于互联网公开数据进行训练的,但源自人口大国和制造业发达的丰富数据可能形成的私域大模型优势并不足以完全抵消产业管理体制机制缺陷的负面影响。一是,私域大模型策略既可能高估单个节点数据价值,又会低估可扩展性不足带来的成本。二是,即使是像医疗、金融服务以及游戏这样可以持续生产私域专有数据的行业,其大模型原生应用和场景落地也始终面临着被通用大模型进步相当程度替代的挑战。私域大模型能力不足要求我国更多地走通用大模型的发展道路,并对工业化产业管理体制机制改革提出迫切要求。在工业化产业管理体制机制下,除了数据分割影响(通用)大模型训练质量以外,软件服务业定价权不足还会制约模型的应用。只有弥补工业化产业管理体制机制缺陷,才能把我国智能产业革命场景丰富的潜力充分发挥出来。

4. 人工智能引致支出和技术扩散层

人工智能引致支出和技术扩散层重点在于打造 To B 和 To C 的场景数据闭环。与比重偏小的人工智能支柱产业层侧重于优化产业结构不同,人工智能引致支出和技术扩散层能将人工智能作为通用目的技术广泛应用于各大产业,并成为实现宏观经济增长的关键。究其原因,只有形成 To B 和 To C 的场景数

据闭环，才能获得源源不断的数据供应，形成有效的商业模式，充分发挥大模型驱动的人工智能规模经济潜力。

然而，我国目前数字所有权和控制权问题悬而未决以及对内容生成的高监管成本都将阻碍场景数据闭环的形成。比如，我国工业互联网就因受数字所有权和控制权问题影响未能完全达到预期目的。2018年，中国用于物联网机器到机器（Machine to Machine, M2M）的SIM卡渗透率，即每百名居民拥有的M2M卡数量接近50张，雄踞全球榜首，意大利和美国紧随其后。中国同年M2M卡采购量高达全球总量的69%，是美国的6倍（Calvino et al., 2018）。得益于如此大规模的物联网投资推动，2022年，我国工业互联网先后在原材料、消费品、装备等31个工业门类广泛部署，覆盖至45个国民经济大类（中国信息通信研究院，2023）。5G是我国具有国际竞争力的另一项数字技术。我国“5G+工业互联网”主要专利数占全球的40%，保持全球领先地位，边缘计算、5G TSN、5G LAN、5G NPN成为专利布局热点。5G产业化同样取得明显进展。截至2022年，5G芯片模组3年平均降价40%，实现价格突破（中国信息通信研究院，2023）。遗憾的是，如此明显的技术优势却因数字所有权和控制权问题未能得到及时解决影响了其使用需求。如何消化对内容生成的严格监管带来的高成本同样是亟待解决的问题。人工智能内容生成（AI-Generated Content, AIGC）的低成本意味着仅仅像互联网那样主要依赖防火墙进行内容生成监管是不够的，还要求培育具有国际竞争力的生成式对抗网络（Generative Adversarial Network, GAN）。否则，近乎无限的生成内容必将产生巨额监管成本。

整体来看，除大模型基础设施和核心投入内涵较为清晰外，大模型场景落地和产业应用仍处于产品验证阶段，尚未出现市场匹配产品（Product-market Fit, PMF），数据闭环和相应的商业模式更是远未破题。更为重要的是，目前中美人工智能发展的技术差距被高估，对相关体制机制障碍却又不重视。因此，同以往产业革命通常需要50~60年方能完成类似，如今的智能产业革命尚处于以大模型基础设施和核心投入为主要内容的战略布局阶段。

二、智能产业革命提供我国中长期增长动力转换的新战略机遇

来自增长动力转换的国际经验和我国目前所处的发展阶段都要求大力推动智能产业革命，加快我国中长期增长动力转换。

（一）增长动力转换的国际经验：从工业化到智能化

工业化一度依赖外生技术进步驱动资本积累，成为实现经济高速增长的最重要动力。然而，受需求约束，由生产任务不完全替代性引发的“鲍莫尔成本病”却会拖累经济增速。随着工业化和城市化的完成，发达经济体出现了广泛的服务化，服务业生产率发展滞后导致服务业 GDP 占比不断攀升不可避免地会拖累总体经济增速，为此，发达经济体发起了互联网革命。

发达经济体曾寄希望于通过互联网革命实现增长动力转换。互联网平台企业创造信息数据市场、撮合产品和服务交易，并为全球的亿万个体用户提供点对点的共享经济（P2P）。这样的平台企业促进了供求匹配实现，降低了交易成本，推动专业化生产分工和相应的资本积累。然而，互联网革命给发达经济体增长动力转换的影响喜忧参半。正如戈登（2018）所证实的那样，美国全要素生产率在 1920—1970 年工业化期间增长最为迅速，高达 1.89%，并持续了半个世纪。以互联网为核心的数字革命只是在 1994—2004 年才使得美国全要素生产率增速短暂回升至 1.03%，2004—2014 年，特别是在 2008 年国际金融危机冲击下，美国全要素生产率增速则是创出新低，只有 0.4%。

与此形成鲜明对照，中国通过在全球供应链中承担离岸生产商职能，成功抓住第二次经济全球化提供的战略机遇，一度发展成为“世界工厂”，经济增长加速，缩短了与发达经济体的差距。2012 年，中国人均制造业增加值为 1856 美元，逼近与美国（人均 6280 美元）等发达国家收入差距的产业国际转移 3 倍警戒线（戈莫里、鲍莫尔，2018）。中国“世界工厂”地位的取得是与一直高度重视产业空间布局的基础设施投资和产业组织创新分不开的。中国一贯高度重视传统的市场基础设施建设，降低市场交易成本。其中，交通、物流和通信基础设施提高了市场可及效率，互联网基础设施进一步改善了供求匹配

关系。与此同时，我国拥有丰富的产业园区建设经验，发展出能够节约交易成本的产业组织载体，促进了以隐性知识为代表的生产知识外溢。正是由于这样的基础设施投资和产业组织创新，中国一度得以实现生产和营销成本最小化，成为离岸生产商的最佳选择，并由此获得工业化的规模经济。

以互联网革命为核心内容的数字经济给发达经济体和中国带来不同的生产率表现原因有二。其一，以软件为代表的数字化专业或商务服务等中间投入品对要素生产率有益影响不仅受制于边际报酬递减规律，而且中间投入品发明本身还需有人口红利的前提条件。Acemoglu 和 Restrepo (2018) 借鉴 Zeira (1998) 将中间投入作为技术进步的代理变量，结合中间投入边际报酬递减规律，揭示了“鲍莫尔成本病”的成因。除非存在人口红利确保原创知识正增长，否则，知识外溢将成为无源之水和无本之木，仅仅依靠中间投入，“鲍莫尔成本病”终将无解。其二，互联网革命带来的网络效应解决不了知识外溢的本地化问题。平台企业的供求匹配功能从营销环节延伸至生产外包环节，并最终推动跨越国境的离岸生产兴起。网络信息技术和平台经营创新给发达经济体主导企业生产外包，特别是以离岸生产为核心内容的全球供应链管理增添了新工具，让企业可以迅速而低成本地安排、监控和协调远距离的生产流程。正是得益于互联网平台和数字技术推动，发达经济体一度积极构建全球供应链，并获得双重好处。一方面，互联网平台企业通过外包，发展出离岸生产方式，消化了高雇佣成本；另一方面，离岸生产还帮助发达经济体在生产创新环节充分利用了新兴市场经济体的人口红利，降低了创新成本。

然而，隐性知识在创新中的重要性也使得发达经济体为离岸生产付出国内供应链受损的代价。知识外溢具有地理区位特征，并对复杂的新知识和处于生命周期较早阶段的产业影响更大。这就意味着大部分产业创新离不开价值链环节间的内在联系，仍然需要研发、设计和生产之间的紧密配合。尽管大型跨国公司无疑可从生产成本最小化的全球供应链中获益，但主要依赖国内供应链的发达经济体初创企业和年轻企业发展却可能因此受到阻碍，降低创新活力。

智能产业革命对促进增长新动力是显而易见的。一方面，大模型驱动的人工智能能够实现知识生产部分任务的自动化，有望抵消未来人口红利消失的

影响，确保原创知识正增长，提高知识外溢的可持续性；另一方面，大模型驱动的人工智能对显性和隐性知识工作任务界限的模糊，降低了隐性知识外溢对产业（空间）集聚的要求，发挥了智能供应链实现制造业分布式布局的潜力，知识外溢的本地化难题也由此得到解决。

正是智能产业革命对增长动力的可能改进推动着发达经济体工业化转型，从以互联网革命为核心内容的数字经济发展中间阶段，最终转向以智能产业革命为代表的智能化。

（二）中国中长期增长动力转换呼唤智能产业革命

实现工业化向智能化转变也是中国的时代要求。根据黄群慧（2021）的测算，中国在2020年就已经基本实现工业化，加之依靠数字经济增长潜力有限，急需通过智能产业革命提供新的增长动力。

中国数字化已经取得重大进展，未来进一步增长潜力有限。根据“十四五”规划，中国数字经济核心产业增加值占GDP的比重，要从2020年的7.5%，提升到5年之后的10%，明显缩短与数字经济发达国家差距。考虑到内容和媒介部门受到的限制，届时这一目标实现意味着中国数字经济核心产业将达到数字经济发达经济体水平。^①另外，中国数字经济的网络效应增幅也开始趋缓。中国人民大学劳动人事学院课题组（2019、2020），运用阿里巴巴零售平台各行业类目的规模经济模型从就业角度探讨了中心化平台企业所能带来的网络效应。结果显示，2018年和2019年阿里巴巴零售平台分别带来1558万个、2010.6万个交易型就业机会。假定生产1单位的最终使用产品和生产1单位中间产品所耗费的劳动力数量相同，由此可通过计算中间使用/最终使

^① 根据OECD（2020）的建议，数字经济可以分3个层次进行衡量。一是信息产业，由信息通信（ICT）部门、内容和媒介部门组成。内容和媒介部门主要涉及内容的生产、出版和分发（信息、文化和娱乐产品）等活动。二是信息相关产业，除了信息产业，还包括依赖数字投入进行生产并用于满足信息需求的部门，如互联网平台和服务等。三是数字密集型产业。与信息产业和信息相关产业直接衡量增加值不同，数字密集型产业只是用来计算数字化转型的进展程度。Calvino等（2018）运用以下5种指标衡量数字化转型的进度：（1）ICT有形和无形（如软件、数据库等）资本投资比重；（2）购买ICT产品和服务中间投入比重；（3）每百名雇员拥有的机器人数量，用于反映制造业内嵌的数字投入生产方式改变；（4）在线销售交易规模比重，用于反映对顾客和供应商服务方式的改变；（5）总雇佣中ICT专家比重，通常又被称为ICT专家密度。

用，测算出就业带动系数，进而计算出阿里巴巴零售平台带来的间接就业量。根据 2012 年和 2017 年投入产出表分别计算的就业带动系数已由 1.62 降低至 1.475。

如果将数字经济核心产业增加值占 GDP 的比重，作为数字技术进步的代理指标，相当于增长核算里的 A 部分，网络效应构成全要素生产率（TFP）的重要组成部分，数字资本深化和积累则代表了增长核算里的 K 部分，那么，即使是发达经济体数字经济发展空间也会受到很大限制。首先，以互联网革命为核心内容的数字经济原创知识生产不足会阻碍数字经济核心产业进一步发展。现在数字核心产业正是靠人工智能才有了第二波增长（Agrawal et al., 2019）。其次，知识外溢本地化难题抑制网络效应充分发挥。最后，数字资本深化和积累会更快达到均衡水平。互联网革命的增长动力不足已在其带来的生产率差强人意的表现中得到充分证实。无独有偶，中国也出现了互联网革命增长动力不足的迹象。早在 2002—2015 年，即使代表着互联网经济发展的最高水平，美中概股的互联网服务业上市公司所有年份的 TFP 增长率也是下降的（张磊、张鹏，2016）。

根据中国信息通信研究院（2023）的计算，2022 年，中国数字经济 GDP 占比已达 41.5%，这一比重相当于第二产业占国民经济的比重（39.9%）。^① 按照每 5 年数字经济占 GDP 比重上升 10 个百分点的经验，到 2025 年，中国数字经济比重有望达到近 50%，接近 2020 年德国、英国、美国超过 60% 的水平。

与发达经济体生产率差距明显缩小，并形成世界第二的经济规模，原有的全球供应链已经不能完全容纳中国作为离岸生产商的模式。中国高新技术产

^① 中国信息通信研究院（2023）将数字经济区分为数字产业化和产业数字化。其中，数字产业化部分由信息产业增加值构成，包括电子信息制造业、基础电信业、互联网行业和软件服务业；产业数字化部分由数字技术与其他产业融合应用带来的增加值构成。数字产业化与国际通用的由信息产业和信息相关产业组成的数字核心产业较为接近。产业数字化则是在区分 ICT 投资和非 ICT 投资基础上，分别计算了每个行业的 ICT 资本存量、非 ICT 资本存量、劳动以及中间投入。其中，ICT 投资由计算机、通信设备和软件投资组成。产业数字化部分测算了 ICT 产品和服务在其他领域融合渗透带来的产出增加和效率提升（增加值）。中国信息通信研究院所计算的产业数字化部分与国际通用的数字密集型产业较为接近，由于采用将 ICT 投资作为数字资本代理变量的方法，具有可以直接计算 GDP 及其全要素生产率的优点，但反映的数字化转型口径却较窄（Calvino et al., 2018）。

品总额从 2012 年的 6012 亿美元增加到 2021 年的 9796 亿美元，2023 年以电动载人汽车、太阳能电池、锂电池为代表的“新三样”出口额突破万亿元大关，成为出口新亮点（王昌林，2024）。中国生产率的长足进步意味着不能继续满足于只是承担离岸生产商职能，而是要进一步推动产业升级，及时转换增长动力，实现高质量发展，以更高生产力层次参与和推动经济全球化。

三、智能产业革命影响经济增长动力的三种路径

除了大模型训练，对大模型场景落地和产业应用的探索也正在全球范围内迅速展开，三个方向有可能取得突破：大语言模型用于办公自动化，通过数字化专业或商务服务升级提质增效；具身大模型用于 AI 机器人和自动驾驶等，最终实现赋能千行百业；多模态大模型用于文化创意或 AI 制药和其他研发活动，推动知识生产部分任务的自动化。这三种应用前景可能会通过智能专业或商务服务、智能供应链和智能创新范式对中国经济增长产生影响。

（一）智能专业或商务服务

大模型驱动的人工智能将数字化专业或商务服务提升到了新的水平，有望发展成为智能专业或商务服务，进一步缓解“鲍莫尔成本病”，补齐服务业短板。

“鲍莫尔成本病”给工业化经济增长带来的困扰由来已久。尽管技术进步和生产率提高更快的部门产出增速更快，但由于不同生产任务间具有不完全替代性，其产品相对价格将以更快速度下降。这样，总产出就将遵循短边规则，以服务业为代表的生产率发展滞后部门将决定并最终拖累总产出增长（Acemoglu and Restrepo, 2018）。作为中间投入，以软件为代表的数字化专业或商务服务早已在企业生产率提高中发挥重要作用（鲍莫尔等，2023）。得益于大样本的无监督学习，大模型驱动的人工智能在应用上从模块化转向端到端（End-to-End, E2E），更是进一步推动了数字化专业或商务服务的技术进步。端到端又称感知决策一体化，能够有效缓解模块化的耦合难题，将传统的局部智能发展成为系统或全局的智能。^① 系统或全局的智能带来的成本节约能够为

^① 参见：“特斯拉又要颠覆行业？详解什么是‘端到端’智能驾驶”，电动知士 2023 年 5 月 9 日。

既非（低价）产品驱动又无法依赖外部（高昂）销售费用支撑的数字化专业或商务服务开辟新市场。由此形成的智能专业或商务服务可以提供更加多样性和成本适中的中间投入服务，无疑更能促进服务业生产率提高，进一步缓解“鲍莫尔成本病”。

（二）智能供应链

具身大模型将推动智能供应链建设，逐步实现制造业分布式布局，这将不可避免地冲击我国由离岸生产形成的“世界工厂”地位。

大模型驱动的人工智能使按照规则进行组织的显性知识和隐性知识工作任务界限变得日益模糊，在不断扩大产品和服务自动化生产任务范围的同时，还降低了隐性知识外溢对产业（空间）集聚的要求，提高了产业空间布局的灵活性（斯基德爾斯基、克雷格，2021），由此推动智能供应链建设。智能供应链主要包括智能工厂、智能物流、仓储库存、采购管理等配套产业（董洁林，2024）。智能工厂由AI机器人为主从事制造，基本上无人操作。智能物流的核心技术是无人驾驶及智能物联网技术和调度系统，不需要大量司机等员工。智能工厂和智能物流相结合将极大提高制造业空间布局灵活性，最大限度实现制造和销售、原材料和加工等环节的本地整合，甚至可能引发部分曾经有竞争优势的中间加工环节整体消失。具身大模型推动的智能供应链建设给外包，特别是离岸生产带来的冲击显而易见。部分原因出于对智能供应链技术的展望，发达经济体正在积极重构全球供应链。2023年5月，七国集团广岛峰会提出去风险（De-risking）的对华战略，以减轻生产上对中国的过度依赖。这样的全球供应链调整也得到部分发展中国家，如巴西、印度、墨西哥等的配合。

（三）智能创新范式

多模态大模型将促进知识生产和创新范式变革，实现知识生产部分任务的自动化，确保原创知识生产的正增长，加快从创意到产品开发的速度。

原创知识生产的正增长对后工业化阶段增长动力转换至关重要。Jones（1995，1999）通过引入对知识（Idea）生产的思考，揭示出创新驱动内生增

长需要存在人口红利的先决条件。如果没有知识生产率提高，单纯的创新驱动和知识外溢并不足以重构增长动力。即作为内生增长动力源泉，能够产生外溢效应的原创知识同样需要消耗人力资本。那么，在经济稳态条件下，能够投入知识生产部门的人力资本将接近常数。随着工业化完成，一旦失去人口红利，原创知识生产的不足可能导致创新和整体经济增速存在下滑风险。大模型驱动的人工智能有望抵消未来人口红利消失的影响，确保原创知识正增长。与此同时，计算机模拟实验技术的进步也在很大程度上实现了对传统工程师产品开发试错活动的替代，能够更快地将知识创意转化为产品。

知识生产部分任务的自动化和产品开发加速都对我国知识生产和创新范式变革提出紧迫要求。我国曾一度借助全球化带来的外部原创知识，充分发挥了工程师红利带来的产品开发多样性探索优势，形成具有中国特色的工业化创新范式。然而，多模态大模型带来的知识生产和创新范式变革使得这样的工业化创新范式难以为继，不仅工程师红利的产品开发优势会被计算机模拟实验技术进步削弱，而且缺位的原创知识生产还受到人口老龄化的严重制约。

传统的机器学习已经深刻改变知识生产和创新范式，先由人提出问题，并将其转换成计算机理解的语言，再由计算机通过算法给出答案解决问题（吴翰清，2023）。大模型驱动的人工智能则进一步实现编程的自动化，彻底改变人机互动的知识生产和创新范式。大模型驱动的人工智能将人的作用和功能集中到三方面：一是借助人脑简洁信息表示的功能，运用“模糊的正确”的启发式提问，指导知识搜索或计算机模拟实验大致方向和技术路径；二是人类专家可以在决策的较粗颗粒度上提供因果分析，这样就能够通过 AI 代理人从外部自动调用混合专家模型方式，增强模型输出结果的稳定性，并提高模型的能效比；三是数字提示师（Prompt）编制应用软件能够改进对模型生成结果的反馈质量，加快知识搜索，并调适计算机模拟实验。大模型驱动的人工智能将编程的复杂度转换成了数字提示复杂度，这就对数字提示师产生了大量需求。因此，应将原先主要用于工业化产品开发试错的工程师转变成能够进行启发式提问的科学家、提供因果分析的模型专家和数字提示师，并

结合对新一代人机界面和互联网的探索，共同形成智能创新范式。

新质生产力在智能创新范式上得到集中体现。由能够进行启发式提问的科学家、提供因果分析的模型专家和数字提示师结合对新一代人机界面和互联网进行探索，共同形成智能创新范式，不仅推动了科技创新资源整合，而且会在产业发展中发挥更为关键作用。尽管智能专业或商务服务有助于进一步缓解“鲍莫尔成本病”，但毕竟属于由人工智能带来的中间投入产生的二阶效应，其增长空间会因边际报酬递减受到严格限制。智能供应链促进制造业分布式布局更是会削弱“世界工厂”地位，并抑制制造业相对增长规模。工业化向智能化转换的新增长动力只能更多地寄希望于智能创新范式带来的新产业创造能力提高。因此，智能创新范式能够推动未来原创技术策源立足于高水平科技自强自立，并实现科技创新和产业创新协同，充分发挥战略科学家、战略企业家两个主体积极性，实现让“企业家出题、科学家答题”“科学家给技术、企业家用技术”（冯华、刘温馨，2024）。

智能产业革命有望通过智能专业或商务服务、智能供应链和智能创新范式三种路径影响增长动力，亟须三管齐下：（1）发展智能专业或商务服务，补齐服务业短板，有效应对服务化趋势，为工业化向智能化转型赢得时间；（2）充分利用现有“世界工厂”地位，推动智能供应链建设，稳住制造业大盘，降低工业化向智能化转型成本；（3）加快智能创新范式形成，充分提高创造新产业的能力，获得工业化向智能化转型的足够增长空间。三种影响路径中，智能专业或商务服务代表着软件等中间投入的直接技术进步；智能创新范式能够实现知识生产部分任务的自动化，取得对“发明的发明”重大突破，确保无人口红利条件下原创知识正增长，提高知识外溢的可持续性；智能供应链促进制造业分布式布局则有助于缓解知识外溢本地化难题。

四、我国智能产业发展规划和启动策略

（一）我国智能发展规划

大力推动智能产业革命，加快我国中长期经济增长动力转换需结合我国智能产业革命现状，制定适宜的智能产业发展规划。

大模型基础设施和核心投入对最终形成大模型驱动的人工智能通用目的技术至为关键。如果没有充足的大模型基础设施和核心投入，就无法充分利用规模法则（Scaling Laws），拥有足够的学习深度，使用足够大数量的参数，形成更高抽象程度的知识和更高质量的“世界模型”。缺乏高质量的“世界模型”也会反过来制约更高抽象知识层次对更为具体应用层次的指导，无法有效降低大模型推理应用的参数数量和边际成本。大模型基础设施和核心投入可能需要由量子计算机所代表的算力和受控核聚变供应电力才能将规模法则（Scaling Laws）的作用发挥到极致。

除了大模型基础设施和核心投入的战略布局外，智能专业或商务服务和智能供应链无疑带有软件驱动特征，属于新型工业化重要组成部分。智能产业革命远远超出软件驱动的新型工业化范畴，进一步拓展到以智能创新范式为代表的新的新质生产力形成，引领战略性新兴产业和未来产业发展。智能创新范式有望通过提高新产业创造能力，在科技创新资源整合和产业发展上发挥关键作用。陶哲轩领衔的报告总结和预测了 AI 对半导体、超导体、宇宙基础物理学、生命科学等领域带来的巨大变化。^① 如果这些预测在几十年后能够实现，美国酝酿的 AI “登月计划” 就将成真。或许 20 年后，即 2045 年左右，科学家会用 AI 看到量子计算机与黑洞之间的类比，开启一种全新的测试广义相对论的台式方法，以及一种强大的新时序技术。

如果从 20 世纪 80 年代的个人电脑算起，先后经历互联网和非对称加密，数字通用目的技术发展已有约两代人时间，到目前的大模型驱动的人工智能，数字通用目的技术特征更为突出。根据每一轮产业革命通常需要 50~60 年时间完成的经验估算，再有一代人时间智能产业革命就有望完成。考虑到中美在大模型基础设施和核心投入上的差距在短期内还有可能继续扩大，为了将智能产业革命差距保持在 3 年之内，为以后的赶超创造条件，需要在短期内完成大模型基础设施和核心投入的战略布局，奠定智能产业革命的技术基础。与此同时，根据熊彼特的分析，创新可以区分为流程创新和产品创新（斯基德爾

^① 参见：“美国酝酿 AI ‘登月计划’，陶哲轩领衔 62 页报告重磅发布！”，新智元 2024 年 5 月 1 日。

斯基、克雷格，2021）产业创新通常是先经历资本替代劳动的流程创新，在技术路径不确定性下降之后再进行资本和劳动技能互补的产品创新，创造新产业和增加就业（弗雷，2021）。流程创新涉及生产商品和提供服务的新方法以及新的工作组织或商业模式；而产品创新则表现为产品差异化、产品质量显著提高，以及开发全新的产品甚至形成全新的产业和部门。由于智能专业或商务服务并不直接涉及知识生产，智能供应链也集中于产品和服务生产知识的创新，以智能专业或商务服务和智能供应链为代表的新型工业化无疑更多地属于流程创新。流程创新能够降低生产和营销成本，进而扩大市场规模。然而，考虑到成本下降是有下限的，流程创新并不足以最终形成新增长动力。产品创新和新产业创造成为新增长动力还有待属于科学革命的智能创新范式崛起，即使是美国也需要至少再经历一代人时间。

因此，结合我国已有的经济发展战略，需要尽早制定智能产业发展规划：到 2027 年，基本完成以大模型基础设施和核心投入为主要内容的智能产业革命战略布局；到 2035 年，基本实现以智能专业或商务服务和智能供应链为代表的新型工业化；到 2049 年，形成常态化智能创新范式，加快新质生产力发展，最终实现中国式现代化。

（二）我国启动智能产业革命的策略

尽管遭受智能供应链发展的冲击，我国目前“世界工厂”的地位仍可为启动智能产业革命提供重要窗口期。具体地讲，就是利用“世界工厂”所能提供的高质量商品生产和物流数据训练出具有竞争力的大模型，不仅要积极培育国内的智能供应链，而且要在世界经济范围内输出 AI 机器人和自动驾驶技术，为智能供应链全球布局提供资本品和相应技术服务。发展智能供应链就像当年的“世界工厂”英国在以纺织业为主导产业的工业革命行将结束之际，通过输出与铁路相关的资本品和技术服务，在一代人的时间内继续在世界经济范围内引领第二次产业革命。

以 AI 机器人和自动驾驶为突破口，围绕智能供应链培育我国制造业新的国际竞争力，这样的智能产业革命启动策略无疑具有可行性。与传统信息化和

数字化的网络效应不同，大模型驱动的人工智能更多依赖模型参数而非数据，对数据质量的要求又比对数据数量的要求更高。我国“世界工厂”地位恰好提供了高质量商品生产和物流数据，足以训练出具有国际竞争力的大模型，并在智能供应链上形成比较优势。

以 AI 机器人和自动驾驶为突破口，大力推动我国智能供应链发展具有三重意义。（1）围绕国内智能供应链建设，切实推动软件驱动的新型工业化，执行“保持制造业占比基本稳定”的基本国策。（2）实现高水平对外开放，以更高生产力层次参与和推动经济全球化发展。实现智能供应链全球布局有助于推动制造业分布式生产，能够同时促进发展中经济体的工业化和发达经济体再工业化，可以最大限度降低贸易摩擦。（3）智能供应链发展能够为补齐智能专业或商务服务短板和形成智能创新范式赢得窗口期。一方面，智能供应链本身就带有软件驱动特征，需要智能专业或商务服务的配套发展；另一方面，智能供应链促进制造业分布式布局可能会削弱“世界工厂”地位，并抑制制造业相对增长规模，只能更多地寄希望于智能创新范式带来的新增长动力。无论是补齐智能专业或商务服务短板，还是形成智能创新范式都需要经过必要的政策调整和体制改革，我国智能供应链比较优势恰好能够提供这样的窗口期。

五、结论和对策

（一）主要结论

1. 大模型驱动的人工智能及其可能引发的智能产业革命能够在很大程度上弥补以互联网革命为核心内容的数字经济在转换增长动力方面的不足。以互联网革命为核心内容的数字经济立足于网络效应和知识外溢，仍属于工业化的延伸。相反，作为通用目的技术，大模型驱动的人工智能及其可能引发的智能产业革命有望提供除工业化以外的另一种规模经济，实现对工业化的扬弃。当工业化基本完成，数字化取得重大进步后，我国应大力推动智能产业革命，加快工业化向智能化的转型。

2. 根据现有的国际经验，智能产业革命可能会通过智能专业或商务服务、智能供应链和智能创新范式三种路径促进新增长动力成长，担负起推动工业化

向智能化转型的重任。大模型基础设施和核心投入对最终形成大模型驱动的人工智能通用目的技术至为关键。除了大模型基础设施和核心投入的战略布局外，智能产业革命还涉及以智能专业或商务服务和智能供应链为代表的新型工业化与以智能创新范式为代表的新质生产力形成。智能专业或商务服务代表着软件等中间投入的直接技术进步，智能创新范式能够实现知识生产部分任务的自动化，取得对“发明的发明”重大突破，确保无人口红利条件下原创知识正增长，提高知识外溢的可持续性，智能供应链促进制造业分布式布局则有助于缓解知识外溢本地化难题。

3. 我国应尽快制定智能产业发展规划。2025—2049年，分别在未来3年、10年和一代人时间内，依次实现以大模型基础设施和核心投入为主要内容的智能产业革命战略布局、以智能专业或商务服务和智能供应链为代表的新型工业化与以智能创新范式为代表的新质生产力形成。

4. 考虑到相应的政策调整和体制改革不可能一蹴而就，智能供应链全球布局将提供智能产业革命重要窗口期，帮助我国补齐智能专业或商务服务短板，并最终形成智能创新范式，充分提高创造新产业的能力。

（二）政策建议

一旦形成大力推动智能产业革命，加快我国中长期经济增长动力转换的共识，并明确将其提升到国家战略高度，制定适宜的智能产业发展规划和启动策略，就需要进一步探索智能产业革命所需的体制保障和治理措施。

1. 推动智能产业革命需开启双循环新发展格局 2.0 时代，并进行配套体制改革

所有发展战略都离不开体制保障。中国能够成功抓住第二次经济全球化提供的战略机遇，与当时推行的经贸战略和配套体制改革是分不开的。王建（1988）提出利用国际大循环打破二元经济结构主张，即通过发展劳动密集型产品出口，换取外汇，为重工业发展取得所需的资金，再用重工业发展后积累的资金返回来支持农业，通过国际市场的转换机制，沟通农业和重工业的循环关系，达到消除中国二元结构偏差的目标。这实际上是最早提出的以外循

环为主的双循环发展战略。林毅夫等（1999）则进一步运用动态比较优势理论系统地论证了中国这一工业化经贸战略，并明确指出发展战略对体制的决定性影响。随着第二次经济全球化出现的新调整，党的十九届五中全会及时提出双循环发展战略，要求逐步形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。目前所谓去风险的全球供应链调整并不仅仅是地缘政治和意识形态冲突的结果，由智能产业革命代表的技术和经济因素也发挥了更长远的影响。特别是智能供应链促进制造业分布式布局势必会将双循环由以外循环为主转变为以内循环为主。面对这样的双循环新发展格局，与其被动防御，还不如积极主动参与竞争，形成智能供应链的新国际竞争力，并在全球布局。

考虑到以互联网革命为核心内容的数字经济立足于网络效应和知识外溢，工业化完成后转换增长动力仅仅依赖实体经济和数字经济深度融合是不够的，还需通过智能产业革命，特别是智能供应链因地制宜发展新质生产力。只有这样，才能既确保无人人口红利的原创知识正增长，又有效缓解知识外溢的本地化难题，最终实现增长动力转换。

智能供应链发展和全球布局无疑可以成为我国智能产业革命的先导，须为此开启双循环新发展格局 2.0 时代，推动财税、产业管理、科技创新、社会保障和投融资体制等一系列配套改革。要以高质量发展的新理念引领改革，全面建成高水平社会主义市场经济体制。大力推动智能产业革命，开启双循环新发展格局 2.0 时代正是实现这一体制改革目标的必由之路，并将再次验证发展战略对体制的决定性影响。

2. 智能产业革命亟须重点围绕主权 AI 完善治理，在发展中解决人工智能安全问题

面对大模型可能带来通用人工智能，智能产业革命的治理思路分化为有效加速主义和超级对齐两大流派。有效加速主义强调人工智能技术对于加速社会发展的重要性，并寄希望于在发展中解决安全问题。与此形成鲜明对照，超级对齐则更强调人工智能治理的价值，要求在安全中求发展，确保通用人工智能及其带来的智能产业革命能够符合人类的利益。除了共同强调超级人工智能发展带来的不确定性外，有效加速主义的内在逻辑无疑更为清晰和合理，原因

有二。其一，只有在人工智能发展中，才能保证人工智能的多样性，最大限度地缓解安全问题。其二，只有在人工智能发展中，才能更准确和更全面地揭示和降低人工智能风险。同所有的复杂系统一样，大模型的系统安全不能寄希望于没有漏洞，而是要保留足够的冗余，获得必要的容错能力。参数越大，冗余越高，大模型反而可能是越安全的。这就要求更多采用有效加速主义的治理思路，在人工智能发展中解决安全问题。

智能产业革命的治理实践则更多遵循发展主权 AI 的思路展开，并在欧盟《人工智能法》的风险分层治理探索中得到集中体现。黄仁勋提出未来 AI 将成为一个国家的“主权”，即一个国家必须控制自己的数字智能，形成相应的主权 AI，而不是将数据外包由其他经济体发展成人工智能后再进口使用（林志佳，2024）。欧盟《人工智能法》对人工智能按风险程度不同进行分层治理则充分体现了保护 AI 主权的意图和最早尝试。

从历史进程看，美、英、德等发达国家借助第一、第二次工业革命建立了现代产业体系，以技术产业“主权”赢得国际“话语权”。人工智能技术正在成为未来产品和服务竞争力的核心，谁能掌握并利用好人工智能，谁就能在未来发展竞争中占据主动。因此，应围绕“主权”人工智能，加强智能技术应用治理。开展人工智能专项立法研究，推动立法进程，促进人工智能产业健康发展。持续完善生成式人工智能监管政策，推动建立风险等级评估和分类分级管理体系。梳理数字所有权和控制权关系，创新内容生成的监管方式，促进 To B 和 To C 的场景数据形成闭环，加快商业模式落地。构建安全技术底座，研发反深度伪造、模型检测等监管技术手段，提升安全治理的技术能力。

参考文献

董洁林：“中美供应链之战”，FT 中文网 2024 年 5 月 21 日。

冯华、刘温馨：“如何开辟未来产业新赛道”，《人民日报》2024 年 2 月 11 日。

[法] 黄黎原：《贝叶斯的博弈：数学、思维与人工智能》，方弦译，人民邮电出版社 2021 年。

黄群慧：“2020 年我国已经基本实现了工业化——中国共产党百年奋斗重大成

就”，《经济学动态》2021年第11期。

[瑞典]卡尔·贝内迪克特·弗雷：《技术陷阱：从工业革命到AI时代，技术创新下的资本、劳动与权力》，贺笑译，民主与建设出版社2021年。

[英]克里斯·弗里曼、[葡]弗朗西斯科·卢桑：《光阴似箭：从工业革命到信息革命》，沈宏亮译，中国人民大学出版社2007年。

[美]拉尔夫·戈莫里、[美]威廉·鲍莫尔：《全球贸易和国家利益冲突》，文爽、乔羽译，中信出版社2018年。

林志佳：“黄仁勋最新2万字对话全文：未来10年算力将再提高100万倍！钛媒体AGI”，钛媒体2024年3月10日。

[美]罗伯特·戈登：《美国增长的起落》，张林山、刘现伟、孙凤仪等译，中信出版社2018年。

[美]雷·库兹韦尔：《人工智能的未来》，盛杨燕译，浙江人民出版社2016年。

林毅夫、蔡昉、李周：《中国的奇迹：发展战略与经济改革》（增订版），上海三联书店、上海人民出版社1999年。

[英]罗伯特·斯基德尔斯基、[英]娜恩·克雷格：《工作的未来：人工智能与就业替代》，张林、张思齐译，中国金融出版社2021年。

王昌林：《如何发展新质生产力：理论内涵、实践要求与战略选择》，中国社会科学出版社2024年。

王建：“关于‘国际大循环’经济发展战略的构想”，《经济日报》1988年1月5日。

吴翰清：《计算》，电子工业出版社2023年。

[美]威廉·鲍莫尔等：《增长的烦恼：鲍莫尔病及其应对》，贾拥民译，中信出版集团2023年。

[美]希瑟·布西、[美]布拉德福德·德龙、[美]马歇尔·斯坦鲍姆：《皮凯蒂之后：不平等研究的新议程》，余江、高德胜译，中信出版社2022年。

张磊、张鹏：“中国互联网经济发展与经济增长动力重构”，《南京社会科学》2016年第12期。

张小珺：“月之暗面杨植麟专访：AI不是接下来一两年找到PMF，而是接下来十到二十年如何改变世界”，腾讯科技2024年3月3日。

中国人民大学劳动人事学院课题组：《阿里巴巴零售平台就业机会测算与平台就业体系研究报告》，2019年。

中国人民大学劳动人事学院课题组：《阿里巴巴全生态就业体系与就业质量研

究报告》，2020年。

中国信息通信研究院，《中国数字经济发展白皮书（2023）》，2023年。

Acemoglu, D., and P. Restrepo, 2018, The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment. *American Economic Review*, 108(6): 1488–1542.

Agrawal A., J. Gans, and A. Goldfrab, 2019, *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, The University of Chicago Press.

Calvino, F., C. Criscuolo, L. Marcolin, and M. A. Squicciarini, 2018, Taxonomy of Digital Intensive Sectors, OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Jones, C. I., 1995, Time Series Tests of Endogenous Growth Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2): 495–525.

Jones, C. I., 1999, Growth:With or Without Scale Effects?. *American Economic Review*, 89(2): 139–144.

Calvino, F., C. Criscuolo, L. Marcolin, and M. A. Squicciarini, Taxonomy of Digital Intensive Sectors, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2018/14.

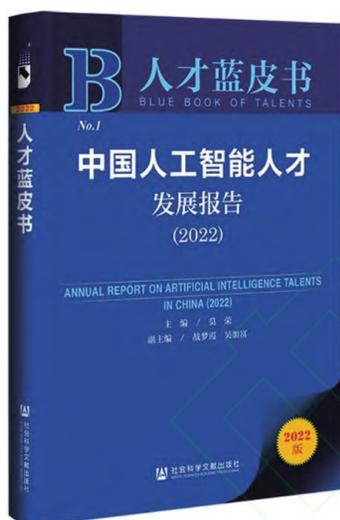
OECD, 2020, A Roadmap Toward a Common Framework for Measuring the Digital Economy, Report for the G20 Digital Economy Task Force.

Zeira, J., 1998, Workers, Machines, and Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 113(4): 1091–117.

（责任编辑：老刀）

相关文献介绍

莫荣、战梦霞、吴加富:《人才蓝皮书:中国人工智能人才发展报告(2022)》,社会科学文献出版社 2022 年。



本书以准确翔实的统计数据 and 全面深入的实地调研为基础,系统阐述我国人工智能人才发展总体现状、存在的问题及未来发展趋势,重点分析我国高校人工智能人才教育培养状况、人工智能相关岗位人才需求状况、国际人工智能人才状况和就业趋势,以互联网行业、金融业、汽车行业人工智能人才发展,以及深圳、苏州、杭州、广州、北京等市的人工智能人才发展状况为典型行业和区域进行综合分析,深度剖析其人工智能人才供需、培养现状及问题,并提出对策建议。