

投资人力资本，拥抱人工智能 中国未来就业的挑战与应对



中国发展研究基金会
China Development Research
Foundation

SEQUOIA CAPITAL 红杉资本 | CHINA

《投资人力资本,拥抱人工智能:中国未来就业的挑战与应对》

课题组名单

课题顾问:

卢 迈 中国发展研究基金会副理事长兼秘书长, 研究员

沈南鹏 红杉资本全球执行合伙人

课题组组长

肖庆文 中国发展研究基金会副秘书长

课题重点支持单位:

红杉资本中国基金

主报告执笔:

俞建拖 中国发展研究基金会秘书长助理, 研究一部主任

李奇文 中国发展研究基金会研究一部项目副主任

课题协调人

郝景芳 中国发展研究基金会研究一部副主任

俞建拖 中国发展研究基金会秘书长助理, 研究一部主任

翟 佳 红杉资本中国基金董事总经理

丁飞洋 红杉资本中国基金公关总监

中国发展研究基金会课题组成员:

俞建拖 中国发展研究基金会秘书长助理, 研究一部主任

郝景芳 中国发展研究基金会研究一部副主任

都 静 中国发展研究基金会研究三部主任

赵 晨 中国发展研究基金会儿童中心副主任

邱月 中国发展研究基金会研究二部副主任
李帆 中国发展研究基金会培训与公共关系部副主任
朱美丽 中国发展研究基金会研究三部项目主任
杨修娜 中国发展研究基金会儿童中心项目主任
李奇文 中国发展研究基金会研究一部项目副主任

背景报告支持单位:

微软公司
IBM 公司
阿里研究院
波士顿咨询公司
汇医慧影
好未来集团
清华大学经济管理学院互联网发展与治理研究中心研究团队
领英经济图谱团队
中国人民大学劳动人事学院

序一

人工智能发展潜力巨大。第三波人工智能发展的浪潮席卷而来，正在改变人类既有的生产和生活方式。新产品、新业态、新模式甚至新思想不断涌现，给经济社会转型升级和进一步发展创造了难得的机遇。中国在人工智能领域追赶迅速，在一些领域已经积累了一定的发展基础。得益于互联网的普及、国际人才流动、市场规模以及整体研发水平的提升，中国在云计算、模式识别、机器学习的研发追赶较快，人工智能产业在基础层、技术层以及应用层都有广泛布局。中国也立足于自身国情和优势，出台了一系列支持人工智能发展的政策文件。

投资人力资本是发展人工智能的关键。人工智能的发展将极大地推动知识经济的形成。进入知识经济时代，资源结构、成本结构、市场结构、经济结构、贸易结构、就业结构和分配结构将发生很大变化，信息、数据和知识在经济中越来越占据主要地位。研究表明，随着人工智能推广应用，数以百万计的工作岗位可能会被替代或受到严重冲击；同时，也会有数以百万计的新的工作岗位被创造出来。在这一过程中，如果劳动者技能不能转换和提升，适应新的岗位要求，我们不仅不能获得技术进步的好处，还有可能面临就业不充分、分配结构恶化等社会问题。职业教育和社会保障等人力资本投资需要未雨绸缪，积极应对。

中国发展研究基金会在红杉资本中国基金的大力支持与协助下成立课题组，探讨人工智能对劳动力市场的深远影响，针对人工智能时代中国未来就业挑战，尝试从加大人力资本投资角度提出应对策略，以期让人工智能更好地服务于中国高质量发展，服务于人的全面发展。当然，这项研究仍处于探索之中，期待社会各界更多关注与探讨。

中国发展研究基金会副理事长兼秘书长 

2018年8月

序二

大约一年前，有一张图片在科技圈里流传甚广，那是美国《纽约客》杂志的一期封面：一位满脸胡须的年轻乞丐盘腿坐在曼哈顿的大街上，眼神木讷地拿着一只咖啡杯乞讨，而身边来来往往的全是机器人。一个似乎有“同情心”的机器人往他的杯子里投了两三块齿轮和螺丝。身边，和乞丐相依为命的小狗看着眼前一只遛弯的机器狗，满眼惶惑。

这幅引人惊叹与深思的画面，与西方影视作品反复传达的那种深层忧虑一脉相承：几十万年来，智人以“人脑智能”在这个星球上所建立的统治秩序，可能会因“人工智能”的勃兴而遭受冲击。

从蒸汽机到电力，从计算机到人工智能，每一次技术的革命性突破和落地，都会掀起一场惊涛骇浪般的产业革命，从而开启一个崭新的时代。在这种巨大的经济社会变迁中，总会有一些国家和人群被残酷地甩在时代车轮之后。

不言而喻，以人工智能为核心的新一轮信息技术发展正在成为全球范围内传统行业转型升级的重要驱动力。红杉中国很早就认识到人工智能产业蕴藏的巨大潜能，在这一领域进行了系统布局，投资了一批领军企业，希望参与并助推中国人工智能产业发展。而与历次技术进步一样，人工智能在解放生产力、推动经济增长的同时，也带来了一系列挑战，包括近年来引发热议的就业替代问题、未来教育乃至社会平等等诸多需要面对的问题。

这些问题的答案，显然不是通过电影或媒体便可以预知的。科学技术发展归根结底是为了造福人类，如果不能够满足社会全体成员共同发展的需求，技术进步便失去了本质意义。因此，在发挥人工智能潜力使之服务于人的同时，也该提前做好准备，应对人力资源市场可能发生的系统性和颠覆性变化。

为此，中国发展研究基金会组织发起了“人工智能时代中国就业的挑战与应对”课题，红杉中国非常有幸作为独家课题支持单位参与其中。在此次课题研究过程中，项目组成员和红杉投资团队进行了多次交流，广泛联系调研红杉中国投资的一批人工智能企业，得到了一些人工智能技术与产业应用前沿探索的实践心

得。

令我们倍感欣喜的是，经过中国发展研究基金会同事们长达一年的辛勤工作，终于迎来了这本报告的问世。在我看来，这本报告至少在两方面进行了有益的探讨，获得了答案。

一方面是如何抓住“人工智能红利”。广东和江浙正在推进“机器换人”，从生产、流通到销售都日趋数据化、智能化，一些企业在过去3年间减少了30-40%的劳动力。在数量型人口红利正在衰减的当下，积极拥抱变革的中国有望享受人工智能带来的发展红利。不仅如此，我们如果能够从政策、制度和社会意识等多层面着手，加速推动向知识经济的转型，还可以引导人工智能补齐经济社会发展的那些短板领域。

作为硬币的另一面，则是如何避免人工智能带来的负面影响。今天，一个北京的小学生，每年都会花大量时间去学习机器人、航模，甚至有机会参加全国性的机器人大赛，能够就“人工智能”、“3D打印”、“传感器”侃侃而谈。而一个西南大山里的孩子，可能连真正的电脑都没见过，对大山外的世界更是浑然不知。正是在这样的背景下，我们更应该未雨绸缪，提前让整个中国社会尤其是教育体系、职业培训体系做足准备，健全更公平和可持续的社会保障制度，让我们的人才和劳动力结构适应人工智能带来的种种变化。

今天，我们正处在一场大变革的前夜，道阻且长。如何站在更为宏大的历史、人文视角去关心人，关心教育，关心未来，正是这份报告诞生的初衷。红杉资本始终密切关注人工智能的发展，希望能将多年的经验和积累，在人工智能发展和中国未来就业的方向上提供一个观察的角度、一个行动的思路和一个发展的方向。

在此，我们衷心希望报告所提出的实证分析和政策建议能帮助促进国家技术创新和人才培养，推动人工智能时代就业市场的稳定健康发展。最后，请允许我由衷地感谢全体课题组成员以及其他为报告提供支持的单位和个人所付出的宝贵时间和辛勤劳动！

红杉资本全球执行合伙人沈南鹏

2018年8月

摘要

人工智能（artificial intelligence）是由人创造的具有自然生物智能特征的系统，具有一定的感知、认知、记忆、分析、判断和行为的能力。人工智能和生物智能的形成机制不同，前者是根据人的需求被设计和创造出来的，后者则是自然界漫长进化过程中逐步通过遗传和学习形成的。人工智能有别于人类智能，后者特指人类这一生物体所具有的智能，限定在人体内。但人工智能可以学习和获得人和其他生物的智能，其感知、认知、记忆、分析、判断和行为的方式可以显著区别于和超越人类智能。当前的人工智能在特定领域虽然具备了强大的功能，仍属于弱人工智能的范畴，离超级人工智能还有很大的距离。社会对人工智能的认知和理解要摆脱科幻小说和影视作品的戏剧化设定，理性客观看待人工智能的长处和短板。

得益于算法的突破、计算能力的大幅度提高以及数据可获得性的极大改善，第三波人工智能热潮正席卷全球。和前两次不同，在这一波人工智能热潮中，人工智能的技术已经开始广泛地渗入和应用于诸多领域，包括社交媒体、搜索引擎、工业自动化、电子商务平台、交通出行和物流、安防、医疗和教育等，展现出巨大的潜力。

中国在人工智能领域追赶迅速，在一些领域已经积累了一定的发展基础，进入国际领先者的行列。与发达国家相比，中国人工智能整体发展水平缺少重大原创成果，在基础理论、核心算法以及关键设备、高端芯片、重大产品与系统、基础材料、元器件、软件与接口等方面还存在很大的差距。目前中国在人工智能的研究论文、专利申请和授权增量上已经居世界前列，但研究论文的质量、影响力和专利质量还有待提高。在人工智能领域，中国高等院校、研究机构和企业的研究实力、资金投入以及杰出人才培养上，与美国、欧洲相比也存在较大的差距。

得益于互联网的普及、国际人才流动、市场规模以及整体研发水平的提升，中国在云计算、模式识别、机器学习的研发追赶较快，在产业化应用上已有部分企业居于世界前列。中国人工智能产业在基础层、技术层以及应用层都有广泛布

局。《中国人工智能发展报告 2018》的统计显示，截至 2018 年 6 月，全球人工智能企业数达到 4925 家，其中美国 2028 家居第一，中国 1011 家居第二，约为美国的一半。在全球人工智能企业最多的 20 个城市中，美国占了 9 个，中国有 4 个城市入围。北京以 395 家居全球第一，此外还有上海、深圳、杭州的人工智能企业数也进入全球 20 强城市之列。从技术布局看，我国企业较多布局于语音和视觉相关的技术，在自然语言处理和基础硬件上占比偏少；从行业布局看，中国企业主要集中在应用层，集中于终端产品，在 AI 垂直领域（AI+）的比例偏低。

正是认识到人工智能发展的巨大潜在红利，各国纷纷出台产业政策，对人工智能的研发和产业进行布局，使国家在未来的竞争中居于优势地位。目前，美国、欧盟、英国、德国、法国、日本都出台了相应的发展规划。中国也立足于自身国情和优势，出台了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》（2016）、《新一代人工智能发展规划》（2017）、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》（2018）等一系列文件。

人工智能对就业以及社会公平的影响是全球性的公共政策议题。从历史上看，在过去的实体经济中，历次技术变革基本遵循了“技术进步—生产力提升—需求的扩展和复杂化—生产的专业化分工—更多就业机会”这样一个逻辑线条。人工智能的发展将极大地推动知识经济的形成。理解人工智能对就业和社会公平的影响，需要研究知识经济的特征。进入知识经济时代，资源结构、成本结构、市场结构、经济结构、贸易结构、就业结构和分配结构将发生很大变化，信息、数据和知识在经济中越来越占据主要地位，在这些领域具有优势的企业将比传统企业更快获得市场地位，这有可能导致社会分配结构的恶化。但另一方面，人工智能释放的生产力和专业化分工的细化，也提供了新的就业机会以及公平再分配的可能性，关键在于是否能够平稳地实现就业形态的转变以及再分配政策的设计。

人工智能的兴起恰逢中国经济社会结构的快速调整，这意味着未来十年中国人工智能发展迎来了一个黄金窗口期。在这一时期，中国经济中服务业发展滞后但正处于快速扩张阶段，就业蓄水池容量较大，而且数量型的人口红利正开始衰退，这将在很大程度上缓冲因为人工智能应用带来的就业冲击以及由此引发的一系列问题。不仅如此，人工智能的快速应用将有助于解决中国在一些行业（特别

是中高端服务业) 中存在的一些供给瓶颈, 这将有助于进一步释放中国社会的发展活力。中国应该积极拥抱人工智能, 充分利用好人工智能对生产力的解放效应。

在充分利用人工智能红利的同时, 需要妥善应对人工智能应用带来的一些负面的社会后果。从对浙江、广东、江苏三省制造业的调查看, 人工智能的相关技术已经深入到制造业的各个环节, 从生产、流通到销售都越来越趋于数据化、智能化。工业自动化和智能化对劳动力的替代已经达到可观的规模和速度, 一些企业在过去 3 年间已经减少了 30-40% 的劳动力。企业采用自动化和智能技术, 在很大程度上是对劳动工资快速上涨以及劳动力短缺的回应。企业根据经济性有步骤、有范围地选择智能化的技术方案, 各地政府对于机器换人总体上持支持和鼓励的态度。

从一些具体行业层面看, 人工智能对就业的影响有所不同。阿里研究院的背景研究表明, 在电子商务零售服务业领域, 人工智能的应用对于生产效率和员工的薪酬待遇有积极的促进作用, 带来的就业机会要多于被替代的就业。在金融业, 波士顿咨询公司的模型估计表明, 2027 年中国金融业就业人口可达到 993 万人, 约 23% 的工作岗位将受到人工智能带来的颠覆性影响, 约 39 万职能岗位将被削减; 而其余 77% 的工作岗位将在人工智能的支持下, 工作时间减少¹约 27%, 相当于效率提升 38%。在教育和医疗领域, 人工智能的应用将大幅度地缓解高水平资源不足的局面, 使低成本、高质量的服务成为可能, 这需要教师或医生的智能和角色转换。交通物流业是未来有较大可能面临就业替代的行业。从总体上看, 一些研究表明, 未来中国可能有 70% 的职业会受到人工智能的冲击。麦肯锡公司估计, 预计 2016-2030 年间, 中国被替代的全职员工的规模约在 4000-4500 万。到 2030 年, 自动化将使中国五分之一的制造业工作岗位不复存在。如果自动化进程更快, 到 2030 年, 近 1 亿劳动者需要更换职业类型。

要应对劳动力市场面临的潜在冲击, 需要教育体系和职业培训体系做好充分准备。新中国成立以来, 特别是改革开放以来的教育发展, 有力地促进了人力资

¹ 工作时长减少是指在 2027 年未被人工智能替代的工作岗位(即少于 2/3 工作时间被人工智能替代的岗位)中, 可以通过人工智能已知的技术应用完成的活动; 工作时长减少的估算以 2017 年人工智能应用普及情景为基础假设, 以银行、保险、资本市场各行业 2003-2014 就业人数复合增长率预测 2027 年就业人数, 并以该 2027 年人数对应的工作时长为基线计算工作时长减少比例。

本的积累，支持了快速的经济增长。但从未来劳动力市场的需求看，当前教育体系还面临诸多挑战：农村和贫困地区的学前教育落后，农村早期教育和养育还是空白；义务教育阶段，城乡和地区教育质量差距大，农民工随迁子女的入学机会得不到有效保障；中等职业教育的规模大，但发展基础薄弱，社会环境存在显著的歧视性，学生心理发展以及家庭支持都非常薄弱；高等教育发展迅速，但教育质量离市场需求还有较大差距，创新性不足，高等教育数量公平有很大改进，但农村学生在获得优质高等教育以及学业绩效方面与城市学生存在较大差距。在职业培训方面，目前还存在市场混乱、标准缺乏、培训质量普遍低下、机构生存能力差等挑战。

社会保障体系需要在应对短期的失业以及促进社会公平中发挥作用。自 20 世纪 90 年代开始，中国的社会保障体系经历了重建，初步建立了多层次内容全面的保障体系。但是现在社会保障体系的保障水平还不高，仅能满足最低层面基本生活需求；不同地区和行业之间社会保障的差距较大，难以起到显著的分配公平效果；此外，社会保障体系的资金可持续性也面临挑战。在此情况下，征收机器人税被认为是一种选择，但征税的伦理和法理基础还有待讨论，需要克服诸多技术上的难题。普遍基本收入作为未来社会保障体系组成部分的设想也得到关注，目前已经多个国家进行了小范围的试点，但相关的经验和教训有待进一步评估和讨论。

基于前述的分析和讨论，报告对中国未来利用好“人工智能红利”，同时应对劳动力市场以及社会公平挑战有以下建议：

第一，做好人工智能知识的普及。针对人工智能的拟人化和戏剧化的想象，会导致社会对人工智能的认知隔膜。人工智能发展趋势不可阻挡，社会越早了解人工智能的特点和应用领域，了解其潜力、短板和发展趋势，建立起正确的认知，就越有可能早日接受和利用人工智能，并对可能会产生的变化提早作出应对。

第二，积极推进“AI+”战略。基于自然语言处理、语音识别、机器学习、计算机视觉与图像等技术的人工智能具有多样化的应用场景。应鼓励人工智能的渗入式应用，使之全面融入社会生产生活的各方面，提高生产率、公共服务水平和居民的生活质量。

第三，多层次有重点地支持人工智能的研发和产业化。充分认识我国与欧美

日发达国家在人工智能基础理论、技术、系统和硬件上的差距。加大对人工智能相关基础层和技术层软硬件的研发投入，提高核心技术的自主性。吸取过往产业政策中存在的弊病，减少一般产业应用层面的政府补贴和各类干预，让企业遵循市场规律自主决定应用层面的研发方向。建设和完善有利于人工智能以及其他高科技领域的创新生态体系，加强科研机构与企业的深度合作，不断优化有利于创新发展的营商环境，积极推动研究成果的产业化。坚持开放式创新，广泛开展国际合作，充分利用国内外的科技资源和优势。充分发挥好中国市场规模大、增长迅速的优势，在此基础上不断向产业链前端突破。

第四，鼓励人工智能基础优先用于经济社会发展的短板领域。中国经济结构总体上持续优化，但在一些领域存在突出的短板，包括教育、医疗、法律、金融等中高端服务业领域。这些领域存在突出的供给数量、质量和结构问题，限制了中国经济向高质量发展转型的步伐。要充分发挥人工智能的潜力，解决相关领域供给能力不足的短板，使之更好地服务于社会中的贫困和弱势群体，促进社会发展的公平性和包容性。

第五，研究和理解知识经济的规律。人工智能将加速推动向知识经济的转型。要充分研究知识经济下资源结构、成本结构、市场结构、经济结构、贸易结构、就业结构和分配结构的变化及其特征，并根据这些特征完善经济制度和政策。特别是，要认识知识经济下就业模式的变化，完善就业相关的定义和统计，在此基础上设计相关的公共政策。在知识经济中，要特别重视知识产权的保护，但也要探索新的面向知识经济的知识产权制度，促进知识的流动和使用。高度重视知识经济中垄断加速形成的趋势，对可能违反公共利益的强化垄断的并购活动加以严格审查和限制。加强对个人隐私和企业数据信息安全的保护。

第六，要优先将教育资源投入到人的能力建设。要避免人工智能广泛应用可能造成的大规模失业以及经济社会不平等的恶化，当前公共资源要将投资于人放在首位。政府应该加大对各级教育领域的投入，并将促进城乡和地区教育公平作为首要任务，其中，特别要尽早投资于贫困农村地区的学前教育和早期养育，鼓励教育部门和社会力量创新农村教育和养育的服务供给模式，提高质量，降低成本。在中等职业教育上，要进一步完善教学内容体系，加强通用技能和人文情感教育，加强对青少年心理健康干预的投入和专业化水平。高等教育需要优化办

学模式，避免高等教育职业化的倾向，支持创新型和通用型人才的培养，加强与国际先进高等院校和研究机构的合作，支持社会化力量办学，以增量改革推动社会办学。要特别重视利用人工智能推进城乡、地区以及社会群体之间教育公平，让人工智能变得人人可及。

第七，完善终身学习体系，建立高质量的职业培训体系。政府应该采取有效政策或措施，完善现有劳动力的再教育及培训体系，为劳动力技能和业务的调整创造培训和学习机会，从而维护国家的竞争优势。将职业培训纳入终身学习体系，为已进入劳动力市场的人口提供持续、有质量的职业培训。加强职业培训体系与普通教育体制之间的衔接。公共和私营部门应共同参与基于工作的学习和教育培训体系的设计，鼓励企业在内部加大对在岗学习和技能提升的投入，将之作为引导企业履行社会责任的重要组成部分。加强政府与职业培训机构的合作，完善职业技能的评估认证体系，要通过人工智能技术实现数字认证，提高培训质量标准。应鼓励相关部门让人工智能技术渗透到职业培训领域，支持人工智能技术在职业培训领域的开发与应用，并借助其监管职业培训的安全性和可控性。

第八，强化社会保障体系的保障功能和再分配功能。推动社会保险制度的均等化，加强城乡和区域之间的制度衔接，推动社会保险项目的全国性统筹，提高城乡、地区、行业之间的保障公平性。稳步提高城乡最低生活保障水平，将失业保险和就业支持政策覆盖城乡全体劳动人口。根据经济社会结构的变化，做好精算基础上的社会保障预算，设计社保缴费和待遇水平，提高社会保障体系的可持续性。综合考虑公共财政预算平衡、生产率提高、社会公平，提前研究人工智能广泛应用下的税收伦理和法理基础，以及合理税率的确定。选择部分贫困农村、资源枯竭型城市以及受产业结构调整冲击巨大的地区开展基本收入试验计划。

第九，完善新产业形态下的就业统计和相关研究。人工智能的普遍应用，将打破现有就业岗位中的职业技能以及时间、空间的组合，一些传统定义的“正规”就业形态将越来越具有“非正规”的特点，表现为工作内容、生活方式、劳动投入时间、工作地点选择上的灵活性。社会需要更新对于就业的认知，公共部门的就业支持政策、税收政策、社会保障政策也需要适应这一变化。

目 录

引言	1
第一章、人工智能发展历程	3
一、理解人工智能	3
二、国际人工智能的发展历程	5
第二章、中外人工智能发展比较	8
一、科研产出	8
二、人才储备	9
三、核心技术、关键硬件和元器件	10
四、产业布局	12
五、产业投融资	13
第三章、人工智能产业政策比较	16
一、国际人工智能产业政策	16
二、中国的人工智能产业政策	18
第四章、理解人工智能的就业影响	28
一、历史视角下的技术进步、专业化分工与就业	28
二、人工智能的就业替代和就业创造	30
第五章、人工智能与中国未来就业	37
一、宏观视角下的人工智能与就业	37
二、人工智能与制造业就业替代：地方调研发现	42
三、人工智能的就业影响：行业的视角	48
第六章、人工智能时代的就业与公平	56

一、教育与职业培训	56
二、社会保障体系与社会公平	65
第七章、结论与政策建议	72
致 谢	76

引言

2016 年 3 月，由谷歌公司开发的人工智能 Alpha Go 战胜韩国围棋世界冠军李世石，成为一场里程碑式的公共事件。围棋被认为是人类智力游戏的明珠，机器在围棋上战胜了人，充满了戏剧性，对公众心理造成了极大的冲击。这一事件刷新了社会对人工智能的认知，成功地使之再一次成为社会话题的中心，掀起了人工智能热潮。

从 1956 年达特茅斯会议开始，人工智能的发展已经有六十余年，目前正处于人工智能浪潮的第三波。社会对人工智能的认知和想象常被科幻小说和影视作品所塑造和主导，迄今为止的任何人工智能距离想象中功能齐全的超级智能还相距甚远。经过约一代人的沉寂后，在 Alpha Go 的巨大广告效应冲击下，人们不禁会问，“这次是否会不一样？”。

这次确实可能会不一样。在过去 20 多年里，随着计算机技术的发展和互联网的普及，可以获取的数据种类和数量、数据存储能力、算法的革命、以及大数据和云计算带来的计算能力的突飞猛进，为人工智能取得突破性进展奠定了基础。从购物网站的广告推介，到自媒体朋友圈，再到电子商务平台对消费者的精准侧写，事实上人工智能已经广泛地渗入了人们的日常生活。风险投资蜂拥进入人工智能领域，自媒体每天数不胜数的人工智能推送文章，几乎所有人都隐约感觉到，一个不同的时代即将来临。在过去，人类逐步用畜力和机械力替代人力，而在即将到来的时代中，人类赖以为傲的智力会被“外包”和替代，而且这种替代将以超越过往经验的速度发生，这将意味着什么？人们为之感到激动，既充满期冀，又觉得不安。

人工智能引发的强烈不安之一，是大规模的失业以及可能由此带来的社会不平等、阶层分化和对抗冲突。在过去几年里，已经有大量的研究关注人工智能取代已有工作岗位的规模和速度。事实上，人工智能（在宽泛的意义上）对职业和就业的大规模取代已经是进行时，而不是某个遥远将来才会发生的事。当然，和人类历史上已经发生过的技术革命一样，技术变革在摧毁传统岗位的同时，也会

创造新的就业机会。然而，关于这种就业替代和就业创造所产生的后续经济和社会的影响，政府和公众获得的信息是混杂的，更谈不上有系统性和前瞻性的准备，日常的公共讨论又被许多惯性的认识误区所影响。

本研究关注人工智能对中国未来劳动力市场的影响。报告立足于国际和中国人工智能的发展进程及最新进展，对当前公共讨论中有关人工智能的概念予以辨析和澄清。报告还将人工智能嵌入到中国特定的经济社会背景中，分析人工智能将给中国经济社会发展带来的巨大机遇，以及潜在的结构性和阶段性挑战。在此基础上，报告将深入分析中国劳动力市场的供给状况，以及教育培训体系如何把握人工智能带来的机遇和应对潜在的冲击。

报告余下部分安排如下：第二章介绍国际人工智能的发展历程；第三章在国际比较的视角下分析中国人工智能的发展现状，包括技术积累、人才储备和投资；第四章比较了国际和国内人工智能相关的产业政策；第五章从技术和人文的角度探讨了人工智能引爆知识经济对就业带来的影响。第六章讨论了中国的经济社会结构转型以及人工智能的角色，并结合地方调研和行业观察，分析了人工智能对中国就业的影响；第七章分析了教育培训体系的现状，以及公共政策如何应对人工智能的就业冲击以及公平性挑战；第八章是结论和政策建议。

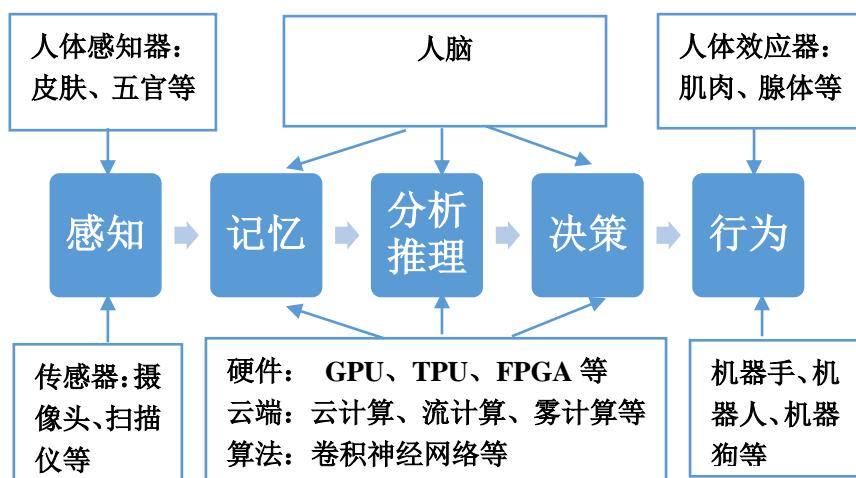
第一章、人工智能发展历程

“所以知之在人者谓之知，知有所合谓之智。所以能之在人者谓之能，能有所合谓之能”——《荀子·正名篇》

一、理解人工智能

人工智能 (artificial intelligence) 由人创造的具有自然生物智能特征的系统，具有一定的感知、认知、记忆、分析、判断和行为的能力。从本质上看，一个物体要称得上是智能的，需要具备对环境的感知能力，并将感知所取得的信息进行处理，综合成经验和知识，进行推理分析，形成判断并作出反应，最终实现某种既定的目标。

图 1：智能的发生过程



人工智能和生物智能的形成机制不同，前者是根据人的需求被设计和创造出来的，后者则是自然界漫长进化过程中逐步通过遗传和学习形成的。在人工智能发展的早期阶段，其能力的发展是不全面和不平衡的，有软件和硬件构成的系统可能只拥有某一种或者少数几种能力，各类能力的强弱也存在很大差别。

人工智能有别于人类智能 (human intelligence)。人类智能特指人类这一生物体所具有的智能，限定在人体内。但人工智能可以模仿、学习和获得人和其他

生物的智能，其感知、认知、记忆、分析、判断和行为的方式可以显著区别于和超越人类智能。譬如，人类对外部世界的感知主要通过触觉、听觉、视觉、味觉、嗅觉来获得的，但人工智能感知世界可以利用完全不同的机制，如声波探测、光谱识别、化学分析、磁力感应等，这些机制使人工智能获得更多的信息以供决策和反应。在记忆和信息调取上，芯片和人脑的工作原理也是天壤之别。

人们经常在不同的语境下讨论人工智能，进入公共政策领域时，对人工智能的不同理解常常带来混淆和困惑。计算机科学家倾向于将人工智能定义为计算机科学的分支，一种关于计算机科学的理论和方法。但人工智能的理论和方法不仅来自于计算机科学，还包括数学、生物学、神经科学、统计学等广泛来源。不仅如此，人工智能体在与现实世界交互中不断学习，其构成早已超越观念性的方法，具有客观实在性和主体性，更确切地说成为了人工智能体（*artificial intelligence agents*）。社会公众对人工智能的认知则被科幻小说和影视作品中对机器人的想象所激发和主导，人们还习惯性地将人工智能作为人类自身的外延和镜像。这些想象和认知有时会提供人工智能开发的方向和动力，但从长远看也会限制人工智能的发展空间。人与人工智能的对抗性关系是影视作品的常见主题，这是具有误导性的，一方面使社会中的很大一部分人对人工智能产生不必要的惊恐和排斥，另一方面可能使我们忽视人工智能发展带来的真正威胁和挑战。在很多宗教传说中，神按照自己的样子创造了人，现在某些人工智能领域也努力重复这一故事，这会带来资源的不必要浪费，以及一系列的伦理风险。²

人工智能进入人类社会的具体形态，取决于技术发展水平，更取决于人类的需求，后者是决定性的。哈佛大学认知心理学家霍华德·加德纳教授曾提出多元智能理论，将人类智能概括为七个范畴（后来又扩展至九个），包括语言、数理逻辑、空间、身体-运动、音乐、人际、内省、自然探索、存在。要将这些整全的智能综合到机器中，甚至进一步升级为在各个领域远远超过人类的**强人工智能**，制造出人们想象中的拟人形态的人工智能（机器人），需要极其强大的技术支撑，还有漫长的时间。从技术和经济可行性来说，人工智能可以在特定的领域优先得到发展，并应用于经济和社会生活中，这也是现在我们正在经历的过程。事实上，

² 造一个像人的机器，可能有更深层次的原因，譬如人对自身作为万物之灵的认定，以及情感、安全和社交的需求。

人工智能已经在购物网站的广告推荐、社交媒体朋友圈的选择、金融市场的高频交易、医疗中的影像诊断、语音识别和人机交互对话等领域得到广泛应用。今天进入我们生活的人工智能，尽管在计算速度、稳定性和信息处理规模上，远远超过人类，但本质上还属于**弱人工智能**范畴，是人解决问题的工具，以应用软件、机械设备、可穿戴设备等形态呈现。

即使是目前的弱人工智能，所展示出的巨大潜力也令人惊叹。2017年10月，Alpha Go 的升级版本实现了不通过向人类学习，只通过概率计算和自学自练就达成自我超越，完胜曾经赢过李世石的初代 Alpha Go。由 IBM 开发人工智能 Watson，使用机器学习来分析和解读海量医疗数据和文献，检查患者数据做出治疗决定，印度班加罗尔的一项研究表明，Watson 与医生在提供肺癌、结肠癌和直肠癌治疗建议方面一致性比例分别高达 96%、81% 和 93%。微软公司的人工智能虚拟机器人小冰，学习了 20 世纪 20 年代以来 519 位诗人的现代诗，自 2017 年 2 月起，“小冰”在天涯、豆瓣、贴吧、简书四个平台上使用了 27 个化名发表诗歌作品，几乎没有被发现是机器所作。不仅如此，人工智能在交通、教育、金融领域也展示了巨大的应用前景。与人类相比，人工智能在数据存储、调用、分析处理方面的强大能力，以及在特定危险情境下的生存能力，都将有助于大大提升人类社会的福祉。

但是，人工智能发展对社会的挑战也不可忽视。这些挑战既有经济上的，也有社会伦理与道德层面的，还有公共政策、法律和制度上的。特别是，考虑到人工智能强大的能力以及快速的升级换代，其给经济和社会发展带来的变化可能会以超出想象的规模和速度发生，这些变化有正面的，也有负面的，人类社会可能根本来不及理解、应对和适应这些变化，等待我们的是巨大的不确定性。

二、国际人工智能的发展历程

人工智能的概念于 1956 年的达特茅斯会议被首次提出，但其思想萌芽可以追溯到 20 世纪 30、40 年代，数理逻辑、控制论和计算思维等理论的发展，推动了早期人工智能思想的萌发。迄今为止，人工智能领域有三大有影响力的思想流派：逻辑主义、连接主义和行为主义，这些思想流派在历次人工智能浪潮中取得

的成功各有不同³。从实践看，人工智能是多学科交叉和多种条件综合发展的产物。在过去 60 多年里，人工智能共出现了三波浪潮，每一次热潮背后，都与计算方法、计算能力和数据可获得性的突破紧密相连。

(1) 第一次浪潮 (1956-1970 年代中期)。1956 年，以约翰·麦卡锡、马文·明斯基、克劳德·香农等为代表的科学家们在达特茅斯组织了一场为期两个月的人工智能夏季研讨会，探讨如何通过机器模拟人类学习或者人类智能的其他特征，这一年也因此被视为人工智能的元年。达特茅斯会议之后，很多国家政府、研究机构、军方都开始投资人工智能，掀起了第一波人工智能热潮。

在第一波人工智能浪潮中，占据主导地位的思想是**逻辑主义**，通过引入符号方法进行语义处理，将待研究和解决的问题转化为可以用计算机处理的符号，运用逻辑公理来进行解答，实现人机交互。第一波人工智能浪潮的总体成就有限，仅在定理证明等特定的领域取得了成功。受制于计算机性能以及可获取的数据量，当时的人工智能只能完成像玩具式的简单任务，在语音、图像识别以及象棋游戏等看似简单的任务上，进展都十分有限。⁴英国学者莱特希尔 (Lighthill) 于 1973 年发布了一份很有影响的评估报告——《人工智能：一般性的考察》，认为人工智能项目就是浪费钱，“迄今该领域没有哪个部分做出的发现产生了像之前承诺的那样的重要影响”，英国政府随后终止了对爱丁堡大学等几所高校的人工智能项目的支持。到 70 年代中期，美国和其他国家在该领域的投入也大幅度削减，人工智能进入冷冬⁵。

(2) 第二次浪潮 (1970 年代中期-1990 年代中期)。第二次浪潮背后的算法主导思想是**连接主义**，借鉴人脑神经元网络的工作原理，把人的神经系统用计算的方式呈现。1980 年代，Hopfield 神经网络和 BT 训练算法的提出，使很多人看到了希望。IBM 等公司开发了一些专家系统，将人类专家的技能融入到人工智能程序中，可以解决一些特定的具有实用性的任务，人工智能开始回春。但是，神经元网络可解决单一问题，却无法解决复杂问题，数据量积累到一定程度后，有些结果就不再改进，实际应用价值有限。包括日本的第五代计算机等设想都遭

³ 高文：人工智能的发展与未来挑战。<http://www.cheyun.com/content/14902>

⁴ 杰瑞·卡普兰. 《人工智能时代：人机共生下财富、工作与思维的大未来》，浙江人民出版社，2016 年 4 月第 1 版。

⁵ 微软公司. “人工智能的未来”，中国发展高层论坛 2018 年会背景报告。

遇了挫折，到了 20 世纪 90 年代中期，人工智能再度遇冷。

(3) 第三次浪潮 (1990 年代中期至今)。第三次人工智能浪潮背后的算法主导思想仍是连接主义，但是从 1990 年代中期开始，统计方法和新的数据分析方法被引入人工智能领域。1997 年，计算机深蓝打败了国际象棋大师卡斯帕罗夫，各界对人工智能的热情有所恢复。2006 年，深度学习方向上取得了重要的突破，人工智能的发展开始加速。与此同时，计算机硬件设施的发展，如 GPU (图形处理器)、TPU (张量处理器) 等新一代芯片以及 FPGA (现场可编程门阵列) 异构计算服务器等提供了足够的计算力，支持了复杂人工智能算法的运行。云计算和大数据的应用也大幅度提高了计算能力。数据的可获得性和质量在这一时期得到了极大改善，互联网、物联网等产业的发展给人工智能提供了规模空前的训练数据⁶。

早期人工智能领域的一个重要的思想流派——行为主义，推崇控制、自适应与进化计算，其奠基人是控制论之父维纳。行为主义提出之初备受关注和期待，但是迄今为止尚未取得突破性的成就，也许需要等待合适的时机和条件。

深度学习方法在人工智能领域取得了斐然的成就，但在实践中，这一方法也日益遭遇到瓶颈。深度学习可以将整个网络层次做得很深，也很容易进行训练，但是训练得出的结果和人类智能是完全不一样的。包括神经网络算法的重要奠基人 Geoffrey Hinton 在内计算机科学家都对该方法的前景产生了质疑。Hinton 和谷歌公司的科学家在神经解剖学、认知神经学和计算机图形学的启发下，提出新的理论体系——Capsule，试图让神经网络摆脱“标签”，依靠自身变得智能。图灵奖获得者 Judea Pearl 则提出，当下的机器学习囿于相关性和关联性，缺乏真正的思维，需要通过“因果推理”方法超越相关性。

⁶ 关于三次人工智能浪潮的时间节点的划分，有多种观点。一种比较普遍的观点认为，第二次浪潮和第三次浪潮的分期应该以 2006 年深度学习算法的提出为界。本文的将统计方法引入人工智能算法作为一个阶段性依据，视深度学习方法为神经网络和统计方法的一项具体而重要的成果。

第二章、中外人工智能发展比较

中国是人工智能领域的后来者。在过去数十年里，包括美国在内的发达国家在相关技术和产业应用上已经有了数十年的雄厚积累。近年来，中国的追赶速度很快，发展潜力巨大，在特定领域也积累了一定的优势，但总体上仍和美国为代表的发达国家存在巨大差距。正如国务院发布的《新一代人工智能发展规划的通知》所指出的，“我国人工智能整体发展水平与发达国家相比仍存在差距，缺少重大原创成果，在基础理论、核心算法以及关键设备、高端芯片、重大产品与系统、基础材料、元器件、软件与接口等方面差距较大”，这一判断是十分准确的。

一、科研产出

过去 20 年里，中国在科研论文以及专利申请、授权的数量上快速增长，与美国并居第一集团，但也存在突出的薄弱环节。《中国人工智能发展报告 2018》对全球人工智能领域研究论文的统计表明，目前中国人工智能论文总量居世界第一，占该领域的全球论文比重从 20 年前不到 1/20 上升到 27.68%。反映论文质量的被引用论文数也于 2013 年超过美国居世界第一，体现出中国在该领域的巨大进步。但是，中国的论文产出主要来自于高校和科研机构，企业中只有国家电网公司进入全球该领域论文产出 20 强，反映出科研成果转化的短板。此外，从研究论文涉及的学科看，数学、光学、物理、神经学等基础性学科较少，反映出基础研究的薄弱。

新世纪以来，中国每年人工智能领域的专利申请数量增长迅速。2001 年至 2015 年间的专利申请数和授权数增长了 40 倍。从全球累计的专利申请数量看，美国、中国、日本位居世界前三，2015 年分别达到 26981 件、15745 件和 14604 件，三国占全球专利申请数的 73.85%。⁷从企业专利申请数量看，美国的 IBM 和微软居前两位（共 3 席），前 10 位企业中日本占据了 5 席⁸，中国仅国家电网入围全球前 10 强。从专利的技术领域看，全球的专利申请主要集中在语音识别、

⁷ <http://tech.163.com/special/aireport2016e/#c>

⁸ 佳能、索尼、日本电气、富士通株式会社、三菱电机。

图像识别、机器人和深度学习，以及能源、交通、汽车等应用领域；中国的专利布局主要在数据处理系统、数字信息传输、数字继电保护等。⁹

图 2：中美人工智能专利申请和授权数



图片来源：乌镇智库、网易科技、网易智能，《乌镇指数：全球人工智能发展报告（2016）》

二、人才储备

人工智能人才不足，基础层人才储备尤其薄弱，是我国在该领域仍然落后于欧美国家的一个主要原因。由于对人才的界定标准差异，不同的报告中各国人工智能人才储备的规模存在很大差别。但是，这些研究都表明，中国在人工智能人才储备上远远落后于美国。根据《领英全球 AI 人才报告》，截至 2017 年一季度全球人工智能领域专业技术人才数量超过 190 万，其中美国人工智能领域专业技术人才总数超过 85 万，高居榜首。中国人工智能领域专业技术人才总数超过 5 万人，排在全球第 7 位。印度、英国、加拿大和澳大利亚分列 2-5 位。《2017 全球人工智能人才白皮书》显示，美国人工智能初创人才数约是中国的两倍，其中技术层人才是中国的 2.26 倍，基础层人才数更是中国的 13.8 倍。¹⁰《中国人工智能发展报告 2018》分析了过去 10 年在国际上发表过专利或英文论文的人工智能人才，全球总数达 20.5 万人，其中美国 2.9 万人，占世界总量的 13.9%；中国 1.8 万人，为美国的 65%，居全球第二；印度以 1.7 万人居全球第三。

目前，我国人工智能的发展更多依赖于引进大量海外高端人才，本土培养的高层次人才稀缺。在全球 367 所具有人工智能研究方向的高校中，168 所位于美国，中国只有不到 30 所大学的研究实验室专注于人工智能，输出人才数量远

⁹ 清华大学中国科技政策研究中心等（2018）：《中国人工智能发展报告 2018》。

¹⁰ 腾研究院&Boss 直聘，《2017 全球人工智能人才白皮书》

远无法满足人工智能企业的用人需求¹¹。在美国，十年以上资深人工智能从业者占比 71.5%，而中国这一数字只有 38.7%。¹²

我国的人工智能科学家主要集中于计算机视觉和语音识别等领域，其他领域的人才相对匮乏。据 iResearch 数据¹³，语音和视觉识别技术分别占中国人工智能市场的 60% 和 12.5%。在中国所有人工智能公司中，71% 专注于开发应用，其中研究视觉识别和自然语言处理的公司占比分别为 55% 和 13%；兼顾机器学习算法的公司只占 29%；致力于机器学习算法的仅 9%；专注于深度学习的公司更是凤毛麟角。市场和业务的过度集中，只依靠少数人才发展基础技术，会导致后劲不足及依赖国外技术、平台、开发工具等问题，不利于人工智能的全面发展。

人工智能时代的产业竞争归根到底在于技术和人才储备。国际上针对人工智能顶尖人才的争夺战已经打响，国内城市与国际城市之间，互联网科技公司与传统行业公司之间，甚至是企业与高校之间，都在进行着激烈的人才争夺。加大基础学科的人才培养，扩大创新投入，才是人工智能长远发展的有力保障。

三、核心技术、关键硬件和元器件

人工智能的核心是底层的算法、硬件等基础技术。中国人工智能基础研究的总体水平与国际先进水平仍然存在明显差距，特别是在核心算法、芯片和传感器领域跟国外有较大差距。

云计算方面，服务器虚拟化、网络技术（SDN）、存储技术、分布式计算、开发语言和平台等核心技术基本上掌握在少数国外公司手中。虽然国内的阿里、华为等一批科技公司也开始大力投入研发，但核心技术积累尚不足以主导产业链发展¹⁴。

机器学习方面，目前国际上广泛使用的开源框架主要有谷歌的 TensorFlow、脸书的 Torchnet、微软的 DMTK、IBM 的 SystemML、三星的 VELES 等。我国的机器学习基础理论体系尚不成熟，在关键技术环节上还有所缺失，无法与这些国际主流产品竞争。2016 年，百度公司推出了满足工业级应用的深度学习平台 Paddle，是国内企业在这一领域迈出的重要一步。

模式识别领域国内外的研究水平基本处于同一起跑线。国内外企业都聚焦于

¹¹ 腾研究院&Boss 直聘，2017 全球人工智能人才白皮书

¹² 领英，《全球 AI 领域人才报告》，2017

¹³ 高盛，2016 人工智能(AI)生态报告

¹⁴ 中国电子学会：《新一代人工智能发展白皮书（2017）》

提高语音识别和图像识别的准确率,以争夺人工智能时代的人机交互市场。目前,谷歌和微软旗下的语音识别技术准确率都已经达到95%左右,接近人耳的极限。微软提供的智能语音语义分析不仅能够对于单一语言有效识别,更能够进行分析和转化,自动翻译成世界范围内的60种语言。在中文语音识别技术上国内企业也有所突破,搜狗、百度和科大讯飞三家公司的中文语音识别准确率都达到了97%左右。我国的人脸识别技术也处于全球领先,北京旷视科技公司在MS COCO2017、Places2017两项全球顶级计算机视觉竞赛中击败微软、谷歌、脸书和卡内基梅隆大学等国际巨头和高校夺得三项世界冠军。

在芯片领域,根据美国半导体产业协会(SIA)的最新统计数据显示,2017年1-2月,中国和美国的芯片市场规模份额扩大,分别为33.10%和19.73%。中国芯片市场是全球最大、增长最快的市场,但是对外依存度过高。高端芯片领域,国内厂商的生产仍以“代工”模式为主。2016年,全球芯片销售额前十的企业占全球市场份额的44.6%,包括国际巨头英特尔、三星、高通等,没有中国大陆企业上榜。¹⁵在最常见的智能手机芯片中,国产已有华为海思的麒麟芯片,OPPO、小米也都有研发布局,但国外芯片仍居于主导地位。2017年,高通公司65%的收入都来自于自中国市场,并同小米、OPPO和vivo等3家手机制造商签署120亿美元的芯片供应协议。计算机视觉领域,国内大疆无人机、海康威视和大华科技的智能监控摄像头均使用了全球领先的芯片供应商Movidius的Myriad系列芯片。

图3: 深度算法三大生态系统全球领先芯片研发企业分布



图片来源:胡嘉琪,一文看懂人工智能芯片的产业生态及竞争格局¹⁶

¹⁵ 2017年全球芯片行业区域分布与巨头市场格局分析, <http://www.elecfans.com/d/573930.html>

¹⁶ 胡嘉琪,一文看懂人工智能芯片的产业生态及竞争格局

四、产业布局

得益于技术持续进步和商业模式的不断更新，全球人工智能的应用范围正在扩大，已形成较为完整的产业链。目前人工智能的核心产业链主要分为三个层次：基础层、技术层和应用层：（1）基础层。主要依赖于芯片和传感器，内容包括大数据管理和云计算技术；（2）技术层专注于机器学习、模式识别和人机交互三项技术，涉及的领域包括机器视觉、指纹识别、人脸识别、视网膜识别、虹膜识别、掌纹识别、专家系统、自动规划、智能搜索、定理证明、博弈、自动程序设计、智能控制、机器人学、语言和图像理解和遗传编程等；（3）应用层包括专用应用和通用应用两个方面，其中，专用领域的应用涵盖了人脸和语音识别以及服务型机器人等大多数应用，而通用性则侧重于金融、医疗、智能家居等领域的通用解决方案。

凭借强大的技术研发和创新优势，国外企业围绕基础层积极布局全产业链，而我国只在应用层有所突破，产业规模、企业数量和就业人数都集中于产业链中下游。

《新一代人工智能发展白皮书（2017）》显示，2017年全球人工智能核心产业规模已超过370亿美元，我国人工智能核心产业规模达到56亿美元左右。预计到2020年，全球人工智能核心产业规模将超过1300亿美元，年均增速达到60%，其中基础层、技术层、应用层产业规模将分别突破270亿美元、342亿美元和672亿美元；我国核心产业规模将超过220亿美元，年均增速接近65%，三大层次产业规模将分别突破44亿美元、66亿美元和110亿美元。¹⁷

从人工智能企业分布看，截至2018年6月，全球人工智能企业数达到4925家，其中美国2028家，居第一；中国1011家，居第二，约为美国的一半。在全球人工智能企业最多的20个城市中，美国占了9个，中国有4个城市入围。北京以395家居全球第一，此外上海、深圳、杭州也进入全球人工智能企业数20强城市之列。从技术布局看，我国企业较多布局于语音和视觉相关的技术，在自然语言处理和基础硬件上占比偏少；从行业布局看，中国企业主要集中在应用层，

<https://www.leiphone.com/news/201709/uuJFzAxdoBY7bzEL.html>

¹⁷ 中国电子学会：《新一代人工智能发展白皮书（2017）》。

集中于终端产品，在 AI 垂直领域的比例偏低。¹⁸

五、产业投融资

在全球范围内，人工智能已经成为增长最快的投资领域之一。由于不同的机构对于人工智能领域投融资的统计口径和范围存在差别，投资规模的估计差别较大，但这些研究都反映了该领域投资的快速增长。CB insight 数据显示，全球人工智能领域的投资金额从 2012 年的 5.68 亿美元增长到了 2016 年的 49.68 亿美元，增长率达到 42%。同期，中国前瞻研究院的数据显示，中国人工智能领域接受的投资金额从 0.08 亿美元增长到了 26 亿美元，增长率高达 325%。相比中国和欧洲，美国在人工智能融资规模上具有明显优势。2000-2016 年，美国人工智能融资规模占全球总数的 71.79%，中国占 9.59%，欧洲占 8.91%。且美国面向全产业投资，而中国被投资企业主要集中在应用层。《中国人工智能发展报告 2018》披露的人工智能投融资规模要高于前述的统计，全球投资规模从 2013 年的不到 50 亿美元上升到 2017 年的接近 400 亿美元，中国的总投资规模增长迅猛，2017 年已经达到 277.1 亿美元。

投资热潮也加快了人工智能企业的孵化。当前人工智能产业的九大发展领域中（芯片、自然语言处理、语音识别、机器学习、计算机视觉与图像、技术平台、智能无人机、智能机器人和自动驾驶），美国人工智能创业排名前三的为自然语言处理、机器学习和计算机视觉与图像；而最受中国市场青睐的领域为计算机视觉与图像、智能机器人和自然语言处理。2015-2016 年间，这三个领域总投资额均超过 10 亿人民币。排在之后的是智能家居、智能安防、智能驾驶、智能金融等，单个领域投资总额也都超过 5 亿人民币。包括红杉资本中国基金、IDG 资本、经纬创投、真格基金、云峰基金等在内的投资机构在中国的人工智能领域活跃度较高。

¹⁸ 清华大学中国科技政策研究中心等（2018）：《中国人工智能发展报告 2018》。

专栏 1：红杉资本中国基金领先布局 AI 关键领域

随着中国产业结构转型和供给侧改革的深入开展，以 AI 为代表的创新科技越来越成为传统行业升级的重要力量。作为中国高科技产业发展的助推者，红杉资本中国基金早在 6 年前就已经认识到“数据+AI”技术发展的光明前景以及同产业融合可以带来的巨大价值，成为最早在 AI 领域全面布局的投资机构，已经投资的 30 多家 AI 企业几乎囊括了目前人工智能基础层、技术层、应用层所有的关键领域。

图：红杉中国在 AI 领域布局全景图



以上企业均是各自领域的领头羊，例如大疆现在是全球最大的消费级无人机制造商，占据全球超过 70% 的市场份额；今日头条是国内最大的信息推荐引擎之一，激活用户 7 亿，日活用户 1.4 亿；推想科技的 AI 产品可以将医生平均 15 到 30 分钟的 CT 影像分析时间缩短至几秒钟；还有滴滴、蔚来、威马、零跑、Pony.ai、无人货运卡车等，利用大数据和 AI 技术分别着力于智能交通/移动出行领域变革的多个环节。

以红杉中国为代表的创投机构重视 AI 技术的商业落地，因此在该领域的布局中看重两大核心要素：场景和数据。垂直行业的 AI 公司高度聚焦在各自领域的使用场景；拥有自身核心业务并高度链接大众用户的平台则拥有海量数据。这两类企业往往可以使 AI 技术在满足需求和解决痛点的过程中发挥巨大价值，成为了现阶段 AI 技术发展最快、同产业结合最好的典范。

成立于 1972 年的红杉资本，在美国投出了苹果、思科、谷歌等互联网和信息科技领域的巨头，在中国则成为了阿里巴巴、京东、今日头条、美团等近 500 多位优秀创业者背后最重要的投资人。在中国经济转向高质量发展的过程中，以红杉为代表的私募股权基金在发掘高科技企业和培育具有企业家精神的创业者中发挥了重要作用。

第三章、人工智能产业政策比较

人工智能日益受到产业界和各国政府的重视。目前，各国政府相继提出了相关的产业政策来支持人工智能的研发与发展。

一、国际人工智能产业政策

1. 美国：全球人工智能领军者

美国在人工智能领域是领军者，美国政府也较早就认识到人工智能在未来科技与产业革命中的巨大潜力和影响，出台了相关的政策予以扶持和规范。2013年，美国政府将22亿美元的国际预算投入到了先进制造业，其中包括“国家机器人计划”。2013年4月，美国政府启动“创新性神经技术研究（BRAIN）计划”，该计划10年内投入共计45亿美元。2015年10月底，美国国家经济委员会和科技政策办公室联合发布了新版《美国国家创新战略》，在旧版的基础上强调了九大战略领域：先进制造、精准医疗、大脑计划、先进汽车、智慧城市、清洁能源和节能技术、教育技术、太空探索和计算机新领域。

2016年5月，美国白宫成立了“人工智能和机器学习委员会”，协调全美国各界在人工智能领域的行动，探讨制定人工智能的相关政策和法律。2016年10月，美国白宫颁布《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研究与发展战略规划》将人工智能上升到美国国家战略高度，为国家资助的人工智能研究和发展划定策略，制定了美国在人工智能领域的七项长期战略。其中包括：长期投资人工智能研发领域；开发人机协作的有效方法；理解和应对人工智能系统带来的伦理、法律和社会影响；确保人工智能系统的安全性；开发人工智能共享数据集和测试环境平台；建立标准和基准评估人工智能技术；更好地把握国家人工智能研发的人才需求。2016年11月，美国白宫发布《人工智能、自动化和经济》白皮书指出，人工智能驱动的自动化开创了新的市场和机遇，将促进健康、教育、能源等领域的发展，会变革经济，创造更多财富。白皮书明确表示，美政府既要抓住人工智能发展机遇，积极应对国际竞争挑战，又要引导其规范发展。

2. 英国：确保英国在人工智能领域的领先地位

英国目前仍然是人工智能技术和专家的主要聚集地之一，政府也颁布实施了一系列人工智能相关的产业政策，确保英国在人工智能领域的领先地位。2013年，英国政府将人工智能列入八项伟大的科技计划；2014年7月，英国实施了特殊利益群体项目，发布机器人技术及自动化系统的2020年国家发展战略，规定其发展目标，希望在2025年获得届时估值约1200亿美元的全球机器人市场10%的份额；2016年10月，英国下议院的科学和技术委员会发布《机器人和人工智能》报告，呼吁政府介入监管和建立领导机制；2016年10月，英国政府的科学办公室发布《人工智能对未来决策和机会和影响》，表示将利用独特的人工智能优势，增强英国国力；2017年1月，英国开始实施现代工业战略，宣布增加的47亿英镑的研发资金将用在人工智能、“智能”能源技术、机器人技术和5G无线等领域；2017年3月，英国实施数字战略，包括提出了对人工智能的评论以及决定政府和企业将如何提供对于人工智能领域的进一步支持。¹⁹

3. 德国：应当引领人工智能创新领域

德国政府一直高度重视对人工智能产业政策的支持。从2012年开始，德国实施了相关战略计划，支持人工智能产业的发展。比如，2012年，德国政府发布10项未来高科技战略计划，以“智能工厂”为重心的工业4.0是其中的重要计划之一，包括人工智能、工业机器人、物联网、云计算、大数据、3D打印在内的技术得到大力支持。2015年，德国实施智慧数据项目，以千万级欧元的资金资助了13个项目，人工智能是其中的重点。2016年10月，由德国政府设立的德国与创新专家委员会提出了年度研究报告，建议政府制定机器人战略。

在2018年4月的汉诺工业博览会上，德国总理明确表示，德国必须下决心在人工智能技术上追赶美国和中国。德国联邦教研部长安雅·卡尔利泽克表示，将投入3000万欧元，在德国境内建立4所机器学习能力中心，部署在柏林、图宾根、慕尼黑和多特蒙德4座城市。此外，德国政府计划于6月初批准有关人工智能议题的主要文件，同时启动一个专项调查委员会，负责解释所有与人工智能深度学习相关的技术、法律、政治和道德问题，并于2018年秋季前制定出人工

¹⁹ 2017年中国人工智能行业发展概况及未来发展趋势分析，<http://www.chyxx.com/industry/201703/500670.html>

智能发展总体规划方案。德国新政府在近日一次闭门会议上达成一致，认为德国应当引领人工智能创新领域。

4. 欧盟：在人工智能技术上追赶美国和中国

由于人口分散以及数据存储量少等原因，虽然欧洲拥有两家世界上最大的机器人公司，瑞士的 ABB 和德国的库卡（Kuka），但是欧盟在人工智能产业领域落后于中美两国。为此，自 2013 年开始，欧盟制定了大量关于人工智能的产业政策、计划路线和法律法规等，旨在促进欧洲地区人工智能产业的发展，在人工智能技术上追赶美国和中国。

2013 年 1 月，欧盟启动为期 10 年的人脑计划（HBP），分启动、运作和稳定三个阶段，欧盟和参与国将提供近 12 亿欧元经费。旨在通过计算机模拟大脑，建立一套全新的、革命性的生成、分析、整合、模拟数据的信息通信技术平台，以促进相应研究成果的应用性转化。整合生物技术（基因测序、大脑图谱成像等）和计算机技术（大数据、云计算、超级计算机）等多项科学研究；2013 年 12 月，欧洲机器人协会开始实施《欧盟机器人研发计划》计划（SPARC），资助机器人领域的创新，到 2020 年欧委会投资 7 亿欧元，使欧洲机器人行业年产值增长至 600 亿欧元，占全球市场份额提高到 42%；2015 年 12 月，欧盟制定 SPARC 机器人技术发展路线图，为描述欧洲的机器人提供一份通用框架，并为市场相关的技术开发设定一套目标；2016 年 6 月，欧盟签订人工智能立法动议，认为人工智能机器人也受到法律约束，必须依法缴税，同时可以享有养老金；2018 年 4 月，欧盟委员会与 24 个成员国，以及挪威签署了人工智能合作声明文件。在此基础上，欧盟将在 2018 年底与成员国推出一项具体的合作计划。这项计划除了明确人工智能的核心倡议外，还将包括具体的项目，涉及开发高效电子系统和电子元器件，人工智能应用的专用设计电脑芯片、世界级电脑以及量子技术和人脑映射领域的核心项目。

欧盟希望到 2020 年底，在 AI 技术领域的投资总额（包括私人和公共）至少达到 200 亿欧元，以确保欧盟能追上中国、美国，在人工智能领域保持强大竞争力。

二、中国的人工智能产业政策

近年来，我国在人工智能领域密集出台相关政策（国家层面人工智能相关政策）。

策演变如下表所示),更在2017、2018连续两年的政府工作报告中提到人工智能,可以看出在世界主要大国纷纷在人工智能领域出台国家战略,抢占人工智能时代制高点的环境下,中国政府把人工智能上升到国家战略的决心。

表1: 中国人工智能相关政策演进

时间	政策名称	发文单位	政策内容
2015年5月	《中国制造2025》 ²⁰	国务院	加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展,把智能制造作为两化深度融合的主攻方向;着力发展智能装备和智能产品,推进生产过程智能化。
2015年7月	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》 ²¹	国务院	将人工智能列为其11项重点行动之一。具体行动为:培育发展人工智能新兴产业;推进重点领域智能产品创新;提升终端产品智能化水平。主要目标是加快人工智能核心技术突破,促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车、机器人等领域的推广应用。
2016年3月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》 ²²		人工智能写入“十三五”规划纲要。加快信息网络新技术开发应用,重要突破大数据和云计算关键技术、自主可控操作系统、高端工业和大型管理软件、新兴领域人工智能技术。
2016年4月	《机器人产业发展规划(2016-2020年)} ²³	工业和信息化部 国家发展和改革委员会 财政部	到2020年,自主品牌工业机器人年产量达到10万台,六轴及以上工业机器人年产量达到5万台以上。服务机器人年销售收入超过300亿元;工业机器人主要技术指标达到国外同类产品水平;机器人用精密减速器、伺服电机及驱动器等关键零部件取得重大突破。

²⁰ 国务院关于印发《中国制造2025》的通知,
http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm

²¹ 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见,
http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content_10002.htm

²² 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要
http://www.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c_1118366322.htm

²³ 机器人产业发展规划(2016—2020年),
http://ghs.ndrc.gov.cn/ghwb/gjjgh/201706/t20170621_851920.html

2016年5月	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》 ²⁴	国家发展改革委 科技部 工业和信息化部 中央网信办	到2018年，打造人工智能基础资源与创新平台，人工智能产业体系、创新服务体系、标准化体系基本建立，基础核心技术有所突破，总体技术和产业发展与国际同步，应用及系统级技术局部领先。在重点领域培育若干全球领先的人工智能骨干企业，初步建成基础坚实、创新活跃、开放协作、绿色安全的人工智能产业生态，形成千亿级的人工智能市场应用规模。
2016年7月	《“十三五”国家科技创新规划》 ²⁵	国务院	发展新一代信息技术，其中人工智能方面，重点发展大数据驱动的类人智能技术方法，在基于大数据分析的类人智能方面取得重要突破。
2016年9月	《智能硬件产业创新发展战略专项行动(2016-2018年)》 ²⁶	工业和信息化部 国家发展和改革委员会	以推动终端产品及应用系统智能化为主线，着力强化技术攻关，突破基础软硬件、核心算法与分析预测模型、先进工业设计及关键应用，提高智能硬件创新能力。着力优化发展环境，加快智能硬件应用普及进程，加强行业公共服务平台建设，夯实智能硬件发展基础。着力繁荣产业生态，建立标准、知识产权、创业创新平台、应用示范间的联动机制，培育新模式新业态。
2016年11月	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》 ²⁷	国务院	发展人工智能，培育人工智能产业生态，推动人工智能技术向各行业全面融合渗透。其中包括：加快人工智能支撑体系建设；推动人工智能技术在各领域应用，鼓励各行业加强与人工智能融合，逐步实现智能化升级。

²⁴ 四部门关于印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》的通知，

http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/23/content_5075944.htm

²⁵ 国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知，

http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkgjgh/201608/t20160810_127174.htm

²⁶ 工业和信息化部 国家发展和改革委员会关于印发《智能硬件产业创新发展专项行动(2016-2018年)》的通知，<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146592/n3917132/n4062007/c5259057/content.html>

²⁷ 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，

http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm

2017 年 3 月	2017 年政府工作报告 ²⁸		“人工智能”首次被写入政府工作报告：一方面要加快培育新材料、人工智能、集成电路、生物制药、第五代移动通信等新兴产业，另一方面要应用大数据、云计算、物联网等技术加快改造提升传统产业，把发展智能制造作为主攻方向。
2017 年 7 月	《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》 ²⁹	国务院	到 2020 年，人工智能技术和应用与世界先进水平同步，人工智能核心产业规模超过 1500 亿元，带动相关产业规模超过 1 万亿元；2025 年，人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，核心产业规模超过 4000 亿元，带动相关产业规模超过 5 万亿元；2030 年，人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，核心产业规模超过 1 万亿元，带动相关产业规模超过 10 万亿元。
2017 年 10 月	十九大报告 ³⁰		人工智能写入十九大报告，将推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。
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)》 ³¹	工业和信息化部	从推动产业发展角度出发，结合“中国制造 2025”，对《新一代人工智能发展规划》相关任务进行了细化和落实，以信息技术与制造技术深度融合为主线，以新一代人工智能技术的产业化和集成应用为重点，推动人工智能和实体经济深度融合。
2018 年 3 月	2018 年政府工作报告 ³²		人工智能连续两年被列入政府工作报告：加强新一代人工智能研发应用；在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网+”；发展智能产业，拓展智能生活

²⁸ 2017 年 3 月 5 日李克强总理在第十二届全国人民代表大会第五次会议上的政府工作报告，
http://www.gov.cn/premier/2017-03/16/content_5177940.htm

²⁹ 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知，
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

³⁰ 十九大时光：推动大数据和实体经济深度融合，
<http://cpc.people.com.cn/19th/n1/2017/1023/c414305-29603539.html>

³¹ 工业和信息化部发布《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》，
<http://www.miit.gov.cn/newweb/n1146290/n4388791/c5960863/content.html>

³² 人工智能再登政府工作报告 2018 聚焦“AI 产业级应用”，
<http://xinwen.pconline.com.cn/1090/10909906.html>

1. 中国人工智能产业政策目标和重点

《新一代人工智能发展规划》³³提出了“三步走”战略目标：第一步，到 2020 年，人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步，人工智能产业成为新的重要经济增长点，核心产业规模超过 1500 亿元，带动相关产业规模超过 1 万亿元；第二步，到 2025 年，新一代人工智能在智能制造、智能医疗、智慧城市、智能农业、国防建设等领域得到广泛应用，核心产业规模超过 4000 亿元，相关产业规模超过 5 万亿元；第三步，到 2030 年，人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，形成涵盖核心技术、关键系统、支撑平台和智能应用的完备产业链和高端产业群，人工智能核心产业规模超过 1 万亿元，带动相关产业规模超过 10 万亿元。

中国人工智能产业政策的重点是关注技术和产业的融合。新一代人工智能发展规划》提出了六大重点任务，包括：构建开放协同的人工智能科技创新体系；培育高端高效的智能经济；建设安全便捷的智能社会；加强人工智能领域的军民融合；建设安全高效的智能化基础设施体系；前瞻布局新一代人工智能重大科技项目。整体而言都属于技术或应用方面，对于投资、教育、人才、伦理、制度建设等其他方面阐述较少。

《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》也以推动互联网与传统行业融合创新为重点，加快人工智能技术在家居、汽车、无人系统、安防等领域的推广应用，提升重点领域网络安全保障能力，提高生产生活的智能化服务水平。支持在制造、教育、环境、交通、商业、健康医疗、网络安全、社会治理等重要领域开展人工智能应用试点示范，推动人工智能的规模化应用，全面提升我国人工智能的集群式创新创业能力。其中的重点工程包括：智能家居示范工程智能汽车研发与产业化工程智能无人系统应用工程智能安防推广工程。

在工信部 2017 年 12 月印发的《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》³⁴中，总结了我国人工智能产业在近期几年的四项重点任务。第一，人工智能重点产品规模化发展，智能网联汽车技术水平大幅提升，智能服

³³ 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知，
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

³⁴ 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
<http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057497/n3057498/c5960779/content.html>

务机器人实现规模化应用，智能无人机等产品具有较强全球竞争力，医疗影像辅助诊断系统等扩大临床应用，视频图像识别、智能语音、智能翻译等产品达到国际先进水平。第二，人工智能整体核心基础能力显著增强，智能传感器技术产品实现突破，设计、代工、封测技术达到国际水平，神经网络芯片实现量产并在重点领域实现规模化应用，开源开发平台初步具备支撑产业快速发展的能力。第三，智能制造深化发展，复杂环境识别、新型人机交互等人工智能技术在关键技术装备中加快集成应用，智能化生产、大规模个性化定制、预测性维护等新模式的应用水平明显提升。重点工业领域智能化水平显著提高。第四，人工智能产业支撑体系基本建立，具备一定规模的高质量标准数据资源库、标准测试数据集建成并开放，人工智能标准体系、测试评估体系及安全保障体系框架初步建立，智能化网络基础设施体系逐步形成，产业发展环境更加完善。

2、中国推动人工智能产业发展的具体政策措施

（1）建立人工智能促进机制

我国形成了科学技术部、国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、中国工程院等多个部门的人工智能联合推进机制。其中，科学技术部牵头制定了由国务院印发的《新一代人工智能发展规划的通知》，并着手规划相关重大项目；国家发展改革委牵头制定了《互联网+人工智能三年行动实施方案》，正在酝酿发起成立人工智能产业发展联盟；中央网信办、工业和信息化部、中国工程院等部门也都从各自角度对人工智能进行了研究和推动。

《新一代人工智能发展规划》中还明确，要成立人工智能规划推进办公室，办公室设在科技部，具体负责推进规划实施。还要求成立人工智能战略咨询委员会，研究人工智能前瞻性、战略性重大问题，对人工智能重大决策提供咨询评估。并要求推进人工智能智库建设，支持各类智库开展人工智能重大问题研究，为人工智能发展提供强大智力支持。

（2）资金支持：税收优惠、财政扶植及金融政策

通过建立财政引导、市场主导的资金支持机制是当前国家支持人工智能产业发展的重要具体产业落地政策。具体说来，包括针对人工智能中小企业和初创企业的财税优惠政策，通过高新技术企业税收优惠和研发费用加计扣除等政策支持

人工智能企业发展政策，以及通过发挥市场机制优势来实现的其他融资渠道。

税收优惠

《中国制造 2025》中明确，人工智能产业发展，需要实施有利于制造业转型升级的税收政策，推进增值税改革，完善企业研发费用计核方法，切实减轻制造业企业税收负担。

在《新一代人工智能发展规划》中提到，落实对人工智能中小企业和初创企业的财税优惠政策，通过高新技术企业税收优惠和研发费用加计扣除等政策支持人工智能企业发展。

具体的案例如，目前我国人工智能发展执行对高新技术企业减按 15% 的优惠税率，符合条件的研究开发费用加计扣除 50%（科技型中小企业研究开发费用加计扣除比例提高到 75%）、符合条件的企业减按 10% 的税率征收企业所得税等多种税收优惠政策。³⁵

财政支持

《中国制造 2025》中提到，创新财政资金支持方式，逐步从“补建设”向“补运营”转变，提高财政资金使用效益。深化科技计划（专项、基金等）管理改革，支持制造业重点领域科技研发和示范应用，促进制造业技术创新、转型升级和结构布局调整。完善和落实支持创新的政府采购政策，推动制造业创新产品的研发和规模化应用。落实和完善使用首台（套）重大技术装备等鼓励政策，健全研制、使用单位在产品创新、增值服务和示范应用等环节的激励约束机制。

《新一代人工智能发展规划》中提到，需要统筹政府和市场多渠道资金投入，加大财政资金支持力度，盘活现有资源，对人工智能基础前沿研究、关键共性技术攻关、成果转移转化、基地平台建设、创新应用示范等提供支持。利用现有政府投资基金支持符合条件的人工智能项目，鼓励龙头企业、产业创新联盟牵头成立市场化的人工智能发展基金。

在工信部、发改委、财政部联合印发《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》³⁶ 中，主张通过工业转型升级、中央基建投资等现有资金渠道支持机器人及其

³⁵ 中国税务报：税收助跑 人工智能发展驶入快车道，
<http://www.ah-l-tax.gov.cn/portal/dsfc/mtkds/1524672000126136.htm>

³⁶ 机器人产业发展规划（2016—2020 年），
http://ghs.ndrc.gov.cn/ghwb/gjjgh/201706/t20170621_851920.html

关键零部件产业化和推广应用；利用中央财政科技计划（专项、基金等）支持符合条件的机器人及其关键零部件研发工作；通过首台（套）重大技术装备保险补偿机制，支持纳入《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》的机器人应用推广；根据国内机器人产业发展情况，逐步取消关税减免政策，发挥关税动态保护作用；落实好企业研发费用加计扣除等政策，鼓励企业加大技术研发力度、提升技术水平。

具体案例如，2018 年，贵阳高新区平台公司发起以市场化募集吸引国内外金融机构、企业和其他社会资本的形式，设立总规模 1 亿元的人工智能产业发展基金，重点投向智能机器人、智能软硬件、智能传感器、虚拟现实与增强现实、智能汽车等智能科技新兴产业；政策明确提出，在金阳园区规划占地约 10 亩的商业用地建设人工智能产业园，整体以大数据创客公园为轴心，规划智能语音区、芯片和创新孵化区、智能视觉及语音产业区、机器人产业区、智能计算园区、工程应用人才培养区等六大功能区，用于鼓励技术先进性、行业领先性企业等高成长性企业快速发展。这是在贵阳市各区市县范围内首次提出专门针对人工智能产业建立产业园的支持措施。³⁷

贵阳市仅仅是这一浪潮中的一员，为人工智能产业设百亿发展基金，已经成为各地方政府即抢人大战之后的另一趋势，天津市政府在《天津市关于加快推进智能科技产业发展若干政策的通知》中提到，天津将设立新一代人工智能科技产业基金，并形成总规模 1000 亿元的基金群。

拓宽融资渠道

除了政府的财税政策扶植，同样需要支持人工智能企业与金融机构加强对接合作，通过市场机制引导多方资本参与产业发展。

《中国制造 2025》中明确指出，完善金融扶植政策是人工智能产业发展的战略支撑与保障。因此，需要深化金融领域改革，拓宽制造业融资渠道，降低融资成本。积极发挥政策性金融、开发性金融和商业金融的优势，加大对新一代信息技术、高端装备、新材料等重点领域的支持力度。

《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》中提到，鼓励各类银行、基金在业务范围内，支持技术先进、优势明显、带动和支撑作用强的机器人项目；鼓励金

³⁷ 贵阳高新区设立 1 亿元人工智能产业发展基金，http://news.ifeng.com/a/20180527/58472562_0.shtml

融机构与机器人企业成立利益共同体，长期支持产业发展；积极支持符合条件的机器人企业在海内外资本市场直接融资和进行海内外并购；引导金融机构创新符合机器人产业链特点的产品和业务，推广机器人租赁模式。

《新一代人工智能发展规划》中提到，要利用天使投资、风险投资、创业投资基金及资本市场融资等多种渠道，引导社会资本支持人工智能发展。积极运用政府和社会资本合作等模式，引导社会资本参与人工智能重大项目实施和科技成果转化应用。

（3）推动创新：促进产业集群，布局创新基地，鼓励人才培养

《新一代人工智能发展规划》提到，要求按照国家级科技创新基地布局和框架，统筹推进人工智能领域建设若干国际领先的创新基地。引导现有与人工智能相关的国家重点实验室、企业国家重点实验室、国家工程实验室等基地，聚焦新一代人工智能的前沿方向开展研究。按规定程序，以企业为主体、产学研合作组建人工智能领域的相关技术和产业创新基地，发挥龙头骨干企业技术创新示范带动作用。发展人工智能领域的专业化众创空间，促进最新技术成果和资源、服务的精准对接。充分发挥各类创新基地聚集人才、资金等创新资源的作用，突破人工智能基础前沿理论和关键共性技术，开展应用示范。

《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》要求，加快建设并不断完善智能网联汽车、智能语音、智能传感器、机器人等人工智能相关领域的制造业创新中心，设立人工智能领域的重点实验室。支持企业、科研院所与高校联合开展人工智能关键技术研发与产业化。鼓励开展人工智能创新创业和解决方案大赛，鼓励制造业大企业、互联网企业、基础电信企业建设“双创”平台，发挥骨干企业引领作用，加强技术研发与应用合作，提升产业发展创新力和国际竞争力。培育人工智能创新标杆企业，搭建人工智能企业创新交流平台。

在培养人才方面，《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》强调，贯彻落实《制造业人才发展规划指南》，深化人才体制机制改革。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。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。

具体的案例如，2017 年，为推动人工智能新业态成长壮大，广州南沙在构建符合国际高标准的投资贸易规则体系上先行先试，成立“国际人工智能产业高级研究院”，打造数千亩的“人工智能产业园”，依托科技产业创新和供给侧改革推动人才、技术、资本等高端要素的集聚，力争打造一个以人工智能为核心的生态产业集群。

人工智能研究中心和产业基地的发展，其前提需要国家及地方政府的土地优惠政策以为企业发展提供良好的环境。例如，2017 年 11 月，上海市杨浦区政府主办杨浦区新一代人工智能产业政策与重点项目发布会。对于人工智能产业领域的全国乃至全球标杆型机构，杨浦区将给予高达 500 万的开办费补贴、租房补贴和高达 1000 万元的购房补贴；对于领军企业的高新技术成果转化项目研发投入经评估后给予 10% 的补贴，最高达到 500 万元。对于拥有核心自主知识产权的初创型企业，将有机会入驻人工智能及大数据创新基地并获得 6 个月到 3 年的房租补贴；如果获得风险投资青睐，按照获得投资的金额，经评估后，有机会获得最高达 500 万元的投资后保障奖励。对于平台型企业，按照平台企业年交易额的 1% 进行补贴，最高可达 1000 万元；对社会开放的重点实验室、工程中心等，杨浦区将给予最高 600 万元的奖励。另外，杨浦区还提供普惠性的住房支持政策和投融资保障政策等。上海杨浦是国家级“双创”示范基地。据不完全统计，杨浦区全区已经有 239 家人工智能产业链相关企业，其中 2017 年新增的企业达到 58 家。³⁸

（4）政府规制与保障措施

除了前两类政策在资金支持和资源配置上的大力扶植，为了保证人工智能产业的健康快速发展，同样需要政府进行一定的规制，这一类产业政策还包括制定促进人工智能发展的保障措施。这些保障措施主要是为了给人工智能产业发展提供良好的制度法规和市场环境。《新一代人工智能发展规划》中制定了六个方面的保障措施：

第一，制定促进人工智能发展的法律法规和伦理规范。加强人工智能相关法律、伦理和社会问题研究，建立保障人工智能健康发展的法律法规和伦理道德框架；

³⁸ 上海杨浦打造百亿级人工智能创新基地 汇聚约 240 家产业链企业，<http://robot.ofweek.com/2017-11/ART-8321202-8120-30178105.html>

第二，完善支持人工智能发展的重点政策。落实对人工智能中小企业和初创企业的财税优惠政策，通过高新技术企业税收优惠和研发费用加计扣除等政策支持人工智能企业发展；

第三，要加强人工智能标准框架体系研究。坚持安全性、可用性、互操作性、可追溯性原则，逐步建立并完善人工智能基础共性、互联互通、行业应用、网络安全、隐私保护等技术标准；

第四，建立人工智能安全监管和评估体系。加强人工智能对国家安全和保密领域影响的研究与评估，完善人、技、物、管配套的安全防护体系，构建人工智能安全监测预警机制；

第五，要大力加强人工智能劳动力培训。加快研究人工智能带来的就业结构、就业方式转变以及新型职业和工作岗位的技能需求，建立适应智能经济和智能社会需要的终身学习和就业培训体系，支持高等院校、职业学校和社会化培训机构等开展人工智能技能培训，大幅提升就业人员专业技能，满足我国人工智能发展带来的高技能高质量就业岗位需要。

第六，广泛开展人工智能科普活动。支持开展形式多样的人工智能科普活动，鼓励广大科技工作者投身人工智能的科普与推广，全面提高全社会对人工智能的整体认知和应用水平。

第四章、理解人工智能的就业影响

技术变革会带来熊彼特所说的创造性破坏，对就业的影响也是如此。如同过去的技术革命一样，人工智能的普遍应用一方面会导致大量就业岗位被替代甚至消失，另一方面也会催生新的岗位需求和就业机会。不同的工作岗位中，包含的任务模块的可替代性不同，因此人工智能对就业的影响随行业的差异有所不同。不同的经济体中，由于发展阶段和经济结构的差异，人工智能对就业的影响也会有很大区别。

一、历史视角下的技术进步、专业化分工与就业

就业是指人所从事的可以获得经济回报的活动，这里经济回报可以是货币的，

也可以是实物的。就业的形态与社会需求以及社会分工水平密切相关。

在人类社会的早期阶段，受制于生产力水平，需求的结构是相对单一的。在工业革命之前，农业的生产力取决于土地质量、人力、畜力和农业种植技术。农业种植技术的更新十分缓慢，生产力十分低下，很难积累剩余，这从根本上限制了非农部门的规模扩张。人在社会中有多种多样的需要，但经济条件决定了只有少数的需要可以得到支持，大部分人所期望的只是得到基本的温饱和栖居之所。在此情况下，过于精细的专业化分工是非常不经济的，既无必要，也不现实。不仅非农部门的规模和结构受到农业生产力低下的限制，社会的人口规模也是，马尔萨斯在《人口原理》中对人口-粮食的这种紧张关系作过非常悲观的描绘。在农业社会，就业机会是有限的，农业的就业机会取决于可耕种的土地及其分配情况，非农部门规模极小。

工业革命带来的技术进步，极大地提升了社会的生产力水平，使农业和非农产业都得到了快速的发展。在率先实现工业化的社会，经济的发展使越来越多的人有条件追求温饱以外的需求，社会需求的结构不断复杂化，需求的总体规模也大幅度地扩展，相应的产品供给体系也发生了深刻的调整。人们不仅生产可供最终需求的商品，社会资源的很大一部分还投入到生产这些商品所需的机器设备、原材料的运输以及人力资本中。在市场竞争中，为了降低成本和提高利润，专业化分工必须日趋精细化以提高效率。专业化分工的精细化和复杂化不仅存在于经济领域，在非经济领域也是如此，社会逐渐演变成一个更庞大和复杂的专业化分工网络，促使了就业机会的显著增长。

在人类进入工业时代以后，企业大量兴起，由于专业化分工与协作的需要，就业的形式也越来越正规化。今天大多数人所申请的就业岗位，是一系列条件的综合，包括薪酬水平、工作地点、每天劳动时间、工作环境、劳动强度、每周和每年的假期数、社会保险、社会声望等。这些条件通常会明确在个人和企业的工作合同里。根据合同中有关这些条件的协议条款，就业被分为正规就业和非正规就业（或者灵活就业），就业的人被分为“金领”、“白领”和“蓝领”。

总体上看，过去已经发生的技术革命基本遵循了“技术进步—生产力提升—需求的扩展和复杂化—生产的专业化分工—更多就业机会”这样一个逻辑线条。但是，人工智能时代的到来，会不会有所不同？

二、人工智能的就业替代和就业创造

1.人工智能应用的就业替代

任何职业/岗位都可以细分成一个或多个工作任务，员工需要一套技能来完成工作中不同的任务模块。人工智能对现存就业的影响本质上是在对每个岗位中的某些任务模块进行替代。当某一岗位内创造核心价值的任务模块为人工智能可取代的任务模块时，该岗位为可被削减的岗位，原有员工可转为监督管理职责或其它岗位³⁹。

基于对相关学术研究的总结⁴⁰，人工智能可取代人工的工作模块主要分为两类，一类是遵循一定步骤因而可被编码成计算机语言的程式化工作（routine），又称为常规性工作；另一类是难以被分解或编码成计算机语言的非程式化工作（nonroutine）。这两个任务类别都可以是操作型或认知型的，即它们与体力劳动或知识工作有关。以往自动化基本被限制在涉及明确的基于规则的人力和认知任务上，但新技术的突破使自动化逐渐扩展到越来越多没有明确规则的非程式化任务中，比如写作、谱曲等等。人工智能的技术瓶颈正在决定非程式化任务的自动化界限，职业的消亡也许只是时间问题。但在那之前，大部分职业都包含着或多或少的尚不能被自动化的部分，因此无论是低技能还是高技能工作者都将受到人工智能普及带来的影响。

基于工作模块的逻辑，麦肯锡全球研究院从 2000 多种工作涉及的具体工作内容出发进行考察。每项工作内容的完成需要五大类（感知能力、社交和情感能力、认知能力、自然语言处理能力和物理性身体机能能力）18 种工作能力中的一种或数种。分析认为，目前全球可完全自动化的工作还相对较少（不到 5%），但是在所有职业中，60% 包含了至少 30% 可完全实现自动化的部分⁴¹。最易受到自动化影响的工作内容是在高度稳定与可预测环境下的体力劳动，以及数据的收集与处理。此类工作内容最常见于制造、餐旅与零售贸易业，也包括部分中等技能职业。其他类别的影响明显较低，如与利益相关方沟通、运用专业知识进行决策、规划、创造性工作以及人员管理和培训等工作。

³⁹ BCG 背景报告，取代还是解放：人工智能对金融业劳动力市场的影响

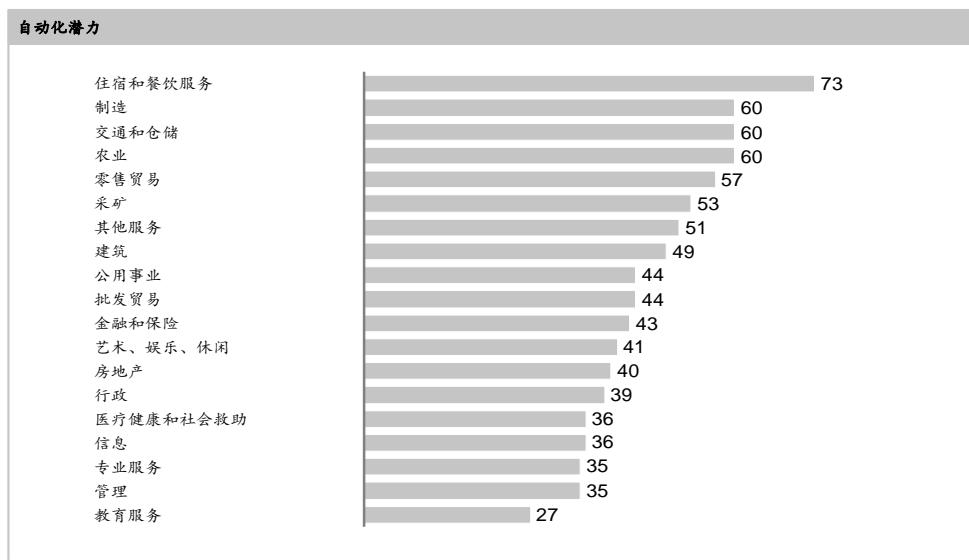
⁴⁰ Brynjolfsson & McAfee (2014) : The Second Machine Age;

Frey & Osborne (2013) : The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?

⁴¹ 麦肯锡全球研究院，流失就业，新增就业：自动化时代的劳动力转型，2017 年 12 月；

<https://www.mckinsey.com/global-themes/future-of-organizations-and-work/what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>

图 4：部分职业的自动化潜力



McKinsey & Company 1

图片来源：麦肯锡全球研究院，厉兵秣马，砥砺前行：后工业革命时代的中国劳动力，2018年中国发展高层论坛企业专题报告

对一个经济体的就业市场来说，具有不同自动化潜力的行业所占比重，即产业结构，是自动化潜力的重要影响因素之一。第一和第二产业中有大量重复性强、程式化程度高、与体力有关的工作，这些工作很容易被人工智能取代或者部分替代；第三产业受到人工智能的影响相对要小一些。

2.人工智能应用与就业创造

即使有些工作岗位会被机器取代，还有很多新的岗位会被创造出来。人工智能对工作岗位的正向作用可以分为扩大需求和创造岗位两种。

首先，人工智能产业发展直接带来了对专业数字技术人才需求量的增长。到2025年，新一代信息技术产业领域的人才缺口将超过900万人。芯片设计师、数据分析师、逻辑架构师、机器人制造等职位都处于人才紧缺状态。同时，得益于技术进步所带来的生产力增长，人们对一般性工作岗位和劳动力的需求也会增加⁴²。收入水平和消费的上升（尤其是在发展中国家）、老龄化社会对医疗服务需求的增加、基础设施和能源投入的增加等趋势创造了对劳动力的需求，弥补了机器对工人的替代。虽然目前制造、金融类产业的一些低技能职业首当其冲受到人工智能技术的替代作用影响，但是服务业的劳动力规模却表现出上升的趋势，这一现象

⁴² 麦肯锡全球研究院，流失就业，新增就业：自动化时代的劳动力转型，2017年12月；

与“鲍莫尔成本病”规律相吻合：技术进步使第一和第二产业生产率提升，导致本产业内部劳动力规模下降，但其溢出效应提升了第三产业的劳动就业水平。⁴³

其次，人工智能的发展极大地刺激了新兴创新市场活力，催生出很多就业的新模式、新业态。这些新业态短期内创造了许多新的岗位并带来大量的就业，例如快递配送、外卖配送、电商客服、专车司机、网络主播、数据标注员等等。考虑更长的时间尺度，人工智能甚至可能产生机器人管理员、机器人道德评估师等“科幻性”职位。

专栏 2：数据标注员

目前人工智能领域主流的有监督学习是通过对有标签的数据样本进行学习，找出对输入和输出之间的一般性法则，因此需要大量的已标注数据，数据质量会直接影响到算法的效果。数据标注员使用自动化的工具从互联网上抓取数据包括文本、图片、语音等等，然后对抓取的数据进行整理与标注，供机器训练。随着全球数据量的急速增加，可以预见未来 3-5 年内数据标注员的需求也会大幅上升。

据调查，中国全职的“数据标注者”已达到 10 万人，兼职人群的规模则接近 100 万。兼职标数据的培训班学员一个月的收入在 2000 元左右，全职标注员的月工资约 4000 到 5000 元。这是一种高劳动密集型的工作，标注员需要每天盯着电脑屏幕 8-10 小时。

业内人士表示，人工智能数据标注的外包市场 2011 年开启，2015 年真正开始，2016 年下半年出现收缩，2017 年又有了新一轮的爆发。数据标注外包市场中，有“众包”和“工厂”两种代表性模式：前者是把任务通过平台转嫁给网民，如“百度众包”、“京东众智”、“龙猫数据”；后者是自己经营团队，对整个流程进行控制，如贵阳梦动科技经营了一个 500 人的“数据工场”。而在规范的机构之外，还存在许多小规模的“数据作坊”，众包平台上也有许多以团队为单位接单的“公会”。

资料来源：甲子光年：“数据折叠：那些 AI 背后标数据的人正在回家”，
<https://blog.csdn.net/enohtzvqijxo00atz3y8/article/details/79358325>

⁴³ 领英公司背景报告，人工智能时代的就业需求与人才培养

目前对“人工智能革命”就业影响的估计还存在很大差异，部分学者认为，同历史上的各次技术革命一样，人工智能在长期将会创造出足够多的新岗位以代替被其摧毁的岗位⁴⁴，也有人预测某些工种会整个消失，而并不会有同等规模的新工作岗位填补回来⁴⁵。

3.人工智能的就业影响：超越技术视角

以上关于人工智能对就业的影响的讨论，主要还是基于技术上的可能性。但在现实社会中，对企业来说，是否需要减少岗位和增加岗位，不只考虑技术可行性，还要考虑到经济可行性。对整个社会来说，真正的问题不在于是否就业是否增加或减少，而是就业增加或减少以多大的规模和多快的速度发生，以及是否有可能帮助新老劳动者们掌握人工智能时代所需的劳动技能，让就业结构完成顺利的转换。要理解人工智能对就业的影响，还需要对这种影响的可能过程进行更全面和深入的考察。

（1）人工智能和知识经济

尽管人们已经无数次畅想和讨论知识经济，但只有当人工智能普遍介入知识的发现和生产之后，我们才迎来知识经济时代。从采摘和狩猎时代到今天，知识在商品中的含量总体上是不断增加的，但是这一过程总体上是缓慢的。人工智能与云计算、大数据的结合，将会带来知识的爆炸性增长。迄今为止的经济学理论都是为物化的商品准备的，但在知识经济（或者说观念经济）下，经济规律将会如何改写，我们的认识还十分有限。

就我们所知而言，人工智能所推动的知识经济，在几个方面将有别于传统的经济：

第一，基础资源结构的变化。知识的基础是信息和数据。在知识经济时代，信息和数据成为基础的生产投入品。企业通过从海量的数据中发掘知识，形成知识产品，人工智能将大大加快知识产品的生产。在此过程中，对人力资本的需求趋于知识化，资产也日趋轻型化（高端硬件领域除外），物质资源在经济中的重要性会降低。

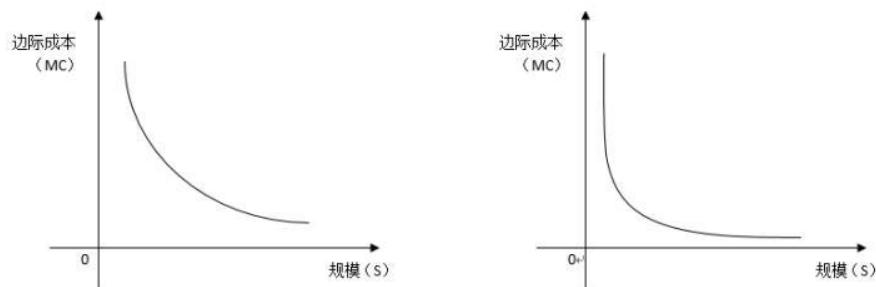
第二，成本结构的变化。在传统经济中，由于生产规模扩张所带来的规模经

⁴⁴ 陈永伟，人工智能与经济学：关于近期文献的一个综述，2018

⁴⁵ 马丁福特 《机器人的崛起：技术与大规模失业的威胁与科技》

济，以及生产经验积累所带来的效率提升（从干中学），企业的边际成本曲线趋于下降，这种下降幅度总体上看是缓慢的。尽管知识生产和物质商品（包括劳务）的生产都有生产过程和产业链的分工，但知识产品一经完成，就可以几乎零成本复制，零成本传递。这意味着，知识产品一经投产，除了附带的硬件成本外，边际成本可以迅速降到极低的水平。

图 5：传统经济（左）和知识经济（右）边际成本曲线变化



第三，市场结构的变化。由于前述的知识经济边际成本曲线的特征，企业在某个领域率先取得成功后，会迅速地获得成本优势并占领市场，取得近乎垄断的地位。当然，企业不能仅仅依靠单一产品持久地拥有垄断地位，从产品的成功到市场的成功也需要时间以及管理体系的配套。一些能够掌握大规模和全面数据流的企业，特别是市场占有率高的电子商务平台、社交媒体、搜索引擎、通用操作系统的企业，将在市场竞争中占据优势地位，并且有可能在更多细分的领域快速获得垄断性地位。

第四，经济结构的变化。人工智能在不同产业的融入，“AI+”将使得经济产出中知识性和观念性产品的比重快速提高。有别于传统的对第一、二、三产业的划分，知识在各行业的产出价值占比都将大幅度提升，成为经济总产出中具有决定性意义的部分，也正是因为如此使知识经济名副其实。

第五，就业结构的变化。经济结构的变化带来就业结构的变化，进入知识经济时代，传统制造业的就业人口占比将大幅度下降，农业就业比例也将小幅下降，更多比例的人将涌入目前意义上的第三产业。第三产业内部的就业格局也会发生变化，正如本章第一部分所分析的，现有高端服务业中标准化知识和操作的功能

将会上被大幅度替代，如果证券经纪、银行柜员、财会人员等，这些原来意义上的白领岗位的成本比较高，人工智能的替代具有经济上的适用性。对情感互动、创造性活动、复杂情况处理的岗位需求将会增加，服务于知识经济的基础知识生产（如数据标注）仍将是被普遍需要的工作。

第六，分配结构的变化。由于前述的结构性变化，社会中的分配结构将很大程度上取决于知识的分配结构。物质资源分配在收入分配中的影响趋于式微。如果一个社会在某一阶段的知识资本分配是不平均的，那么收入分配将趋于恶化。在由传统经济向知识经济转型过程中，分配结构出现恶化的可能性很高。金融资本与知识资本的结合，在转型期可能会加剧分配结构的恶化。

第七，贸易结构的变化。人工智能和工业自动化的发展，将重塑经济体的比较优势。在贸易品中，知识产品和服务贸易所占的比重显著上升。在国际贸易中，由于劳动力和资源品在产品成本中占比下降，发达国家向发展中国家的制造业转移的力度将有所减弱，即使有转移也是为了更加靠近市场。

（2）影响人工智能对就业影响的因素

与单纯依靠人力的知识生产相比，人工智能参与知识生产在某种程度上可以视为知识生产的工业化。就人工智能的就业影响而言，这个过程的快慢和规模，还要取决于一系列因素：

一是市场结构。在完全垄断市场，厂商具有差别化定价能力，即便存在边际成本的快速下降并维持在极低的水平，厂商也要收取垄断价格以确保收回前期的投资成本并实现利润的最大化。这意味着知识产品的价格不会出现同样快速的下降，因此就业替代的过程会相对缓慢。但是，市场结构呈完全垄断市场的可能性是很低的，更有可能出现的是寡头市场，这种情况下就业替代会加速，但仍比完全竞争市场要慢。

二是成本状况。两类成本必须要考虑：一是人工智能厂商的初始研发成本，初始成本越高，产品定价将越高。二是应用人工智能厂商的初始成本和转型成本。如果初始成本的投入巨大，而用人工智能替代传统生产模式的成本很高，也会延滞人工智能产品的应用，抑制对人工智能产品的需求，这会导致相对缓慢的替代过程。

三是初始的劳动力结构。在不同的社会向知识经济转型的过程中，就业结构

具有路径依赖性，取决于原有的劳动力结构。如果初始的劳动力结构集中于可被大规模替代的行业，那么人工智能对就业的替代就可能是较快速和大规模的。

四是劳动力市场的保护。就一国来说，如果劳动力市场是刚性的，劳动者的就业以及相关权利被严格保护，那么人工智能对就业的替代将相对缓慢，反之则反是，当然国家也面临全球性的产业竞争压力。

五是市场对劳动力的需求。从整体上看，存在就业替代并不必然意味着更高的失业率，还要看市场对劳动力的需求以及劳动力对这种需求的适应情况。如果在替代的同时社会中也产生对劳动力的新需求，而被替代的人口有能力且有意愿去满足这种需求，仍有可能避免总失业率的快速恶化。

第五章、人工智能与中国未来就业

人工智能对就业和劳动力市场的影响，需要在具体的经济社会背景中考察。本章将从宏观的视角以及产业的视角讨论人工智能对未来就业可能产生的影响，包括正面和负面的影响。

一、宏观视角下的人工智能与就业

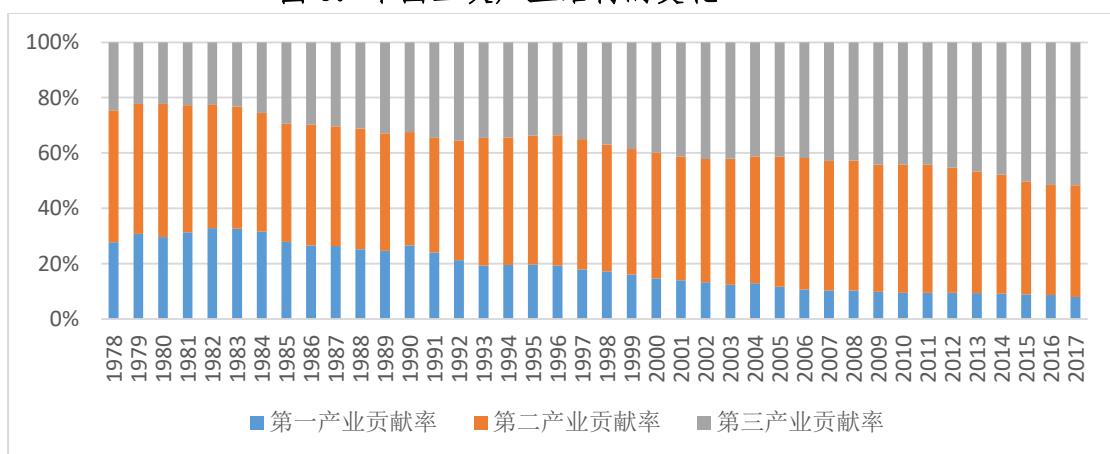
改革开放以来，中国经济经历了快速的转型，经济结构发生了深刻的变化，这种变化仍在持续进行中。当前，人工智能的崛起与经济社会结构的变化碰撞在一起，对劳动力市场来说既有挑战，更意味着难得的转型机遇。

1. 经济社会结构性变化

从劳动就业的角度看，中国经济社会中有几个重要的结构性变量值得关注：

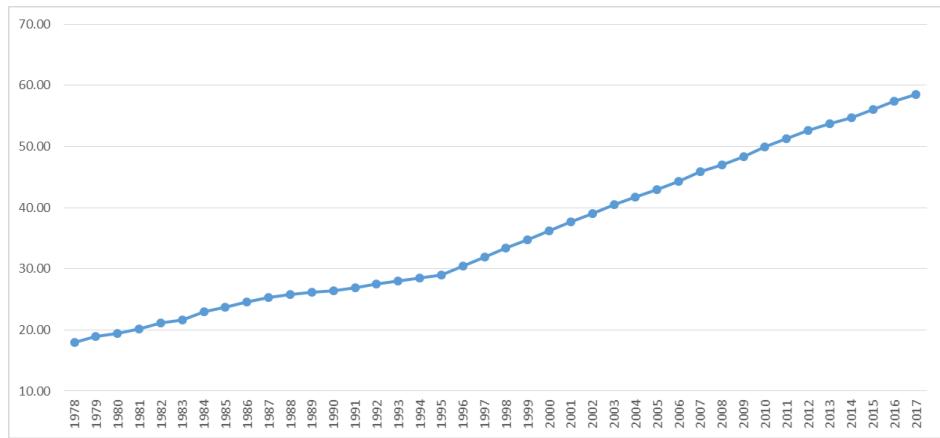
一是产业结构变化。新中国刚成立时，中国还是一个十分落后的农业国家，超过 90% 的人依靠农业维持生计。到改革开放初期，中国建立了相对健全的工业体系，农业在经济总产出中的比重降到 30% 以下，但超过 70% 的人仍在第一产业就业。到 2017 年，第一产业在经济总产出中的比重已经降到 10% 以下。值得关注的是，第三产业在经济中的比重从 2012 年开始超越第二产业，到 2017 年达到 51.63%，但是与七国集团 70-80% 的水平相比，中国第三产业占比还处于较低水平，未来仍有很大的增长潜力。

图 6：中国三次产业结构的变化



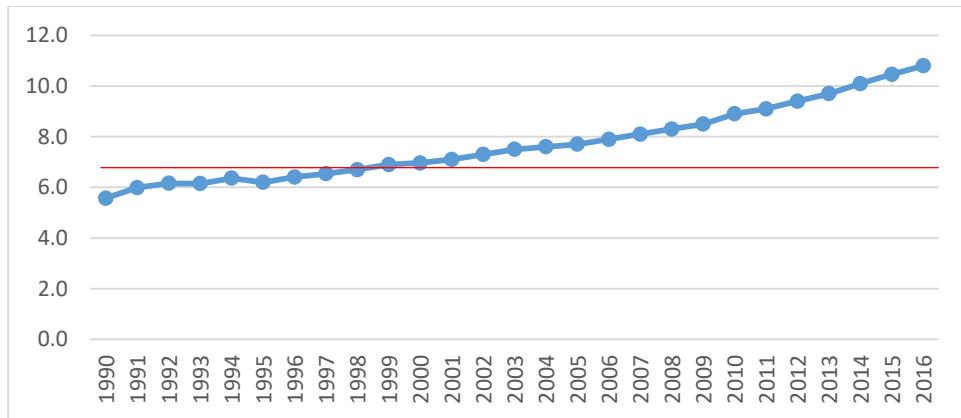
二是城镇化。改革开放以来的四十年里，中国城镇化的规模和速度可以说是前所未有的。人口的城镇化率从改革初期的不到 18%，上升到 2010 年超过 50%，2017 年进一步达到 58.5%，年均增长超过 1 个百分点⁴⁶。

图 7：历年城镇常住人口比重的变化



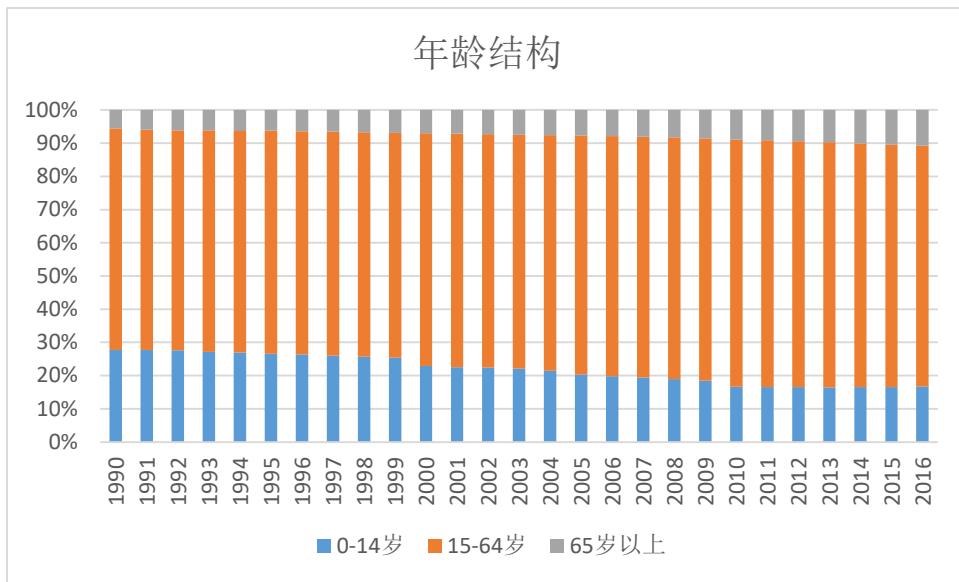
三是老龄化和少子化。2000 年，中国 65 岁及以上人口达到 7%，正式迈入老龄社会。未富先老成为影响中国未来发展的重大挑战因素。此后，中国老龄化进一步加速，2017 年 65 岁以上老龄人口占比达到 11.4%。与人口老龄化相伴随的是少子化，随着社会生育率的持续下降，0-14 岁人口比例从 1990 年的 27.7% 下降到 16.7%，年均下降 0.42 个百分点。在老龄化和少子化双重夹击下，我国 15-64 岁的劳动年龄人口比例于 2010 年达到 74.5% 的峰值，此后持续下降，2016 年劳动年龄人口比例已经下降到 72.5%，年均下降 0.33 个百分点，未来人口抚养比的持续攀升成为趋势。当然，由于中国庞大的人口规模，劳动力的总体规模仍保持较高的水平。

图 8：快速的老龄化过程



⁴⁶ 数据来自 2017 年国民经济和社会发展统计公报

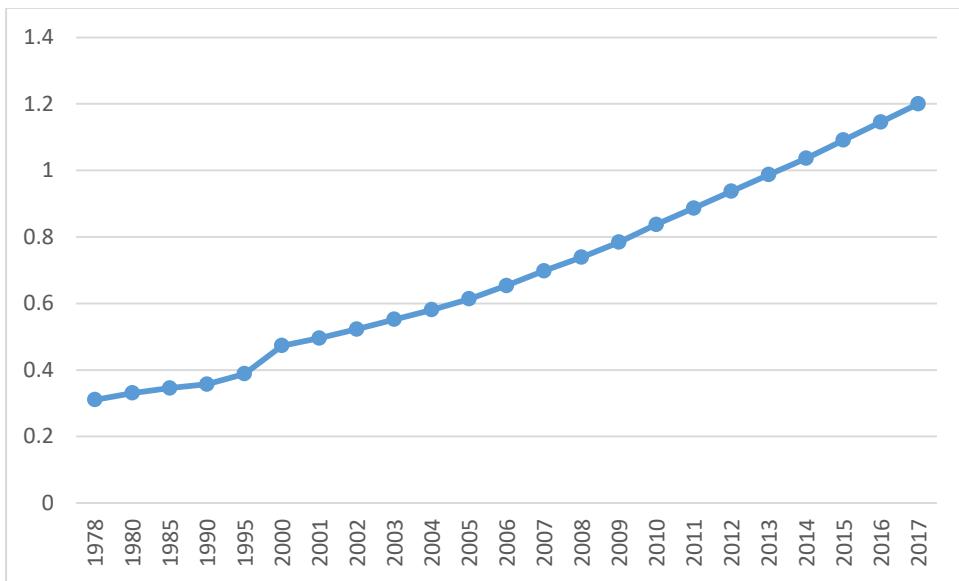
图 9：中国劳动力的年龄结构



2. 劳动就业结构

2017 年末，全国就业人员 77640 万人，其中城镇就业人员 42462 万人，占总就业人口的 54.7%。随着城镇化的推进，城乡就业人口之比持续攀升，从 1978 年的 0.31 上升到 1.2。

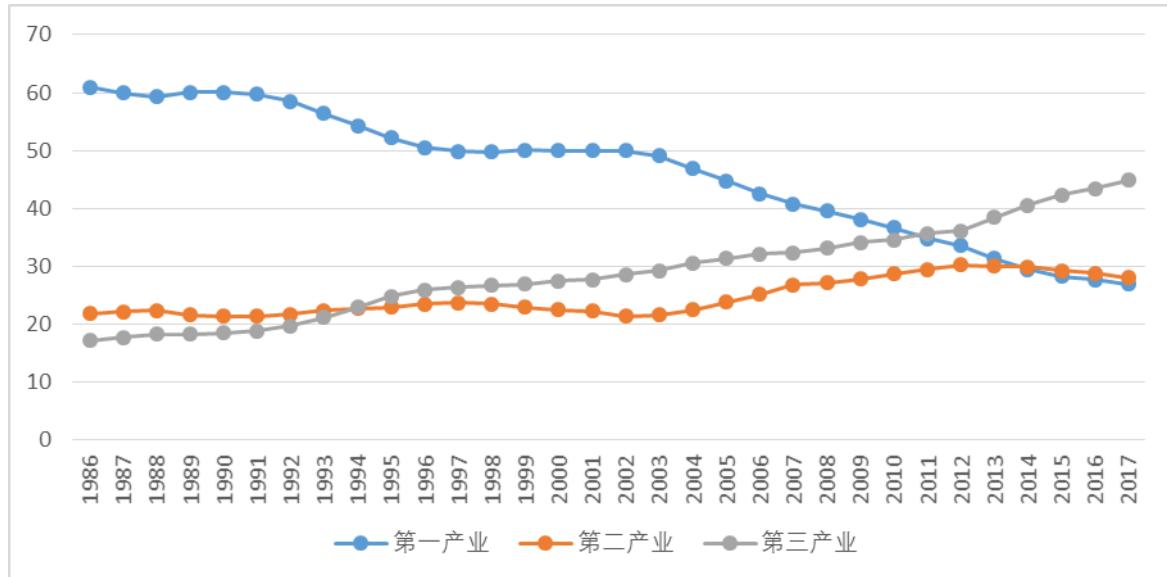
图 10：中国城乡就业人口比



从三次产业看，第一产业就业人口占比从 1986 年的 60.9% 持续下降到 2017 年的 27%；第三产业就业人口占比同期从 17.2% 攀升到 44.9%，自 2011 年起容纳就业能力居三次产业第一位；第二产业就业人口占比自 2012 年达到顶峰的

30.3%后开始持续下降⁴⁷。

图 11：1986-2016 分产业的就业结构 (%)



3. 人工智能就业影响的探讨

以上中国经济社会结构以及劳动就业结构出现的趋势性变化，与人工智能对就业的影响密切相关。

在过去十余年，中国经济经历了又一波重化工业化，工业化进入后期。⁴⁸与此同时，常住人口的城镇化率目前已经接近 60%，城市化将进入中后期。从国际经验上看，这意味着工业化将迎来转型升级并进入智能化，第三产业进入高速发展期。

当前，我国的工业已经进入转型升级阶段。特别是在沿海较早实现工业化的省份，通过工业自动化实现“机器换人”已经在快速进行中。中国目前是全球最大的工业机器人市场，2017年上半年工业机器人产量同比增长 52.3%。据国际机器人联合会预计，2020 年中国工业机器人保有量将在 80 万台以上，机器人密度(每万名工人使用工业机器人数量)达到 150 台以上。不过，尽管市场规模快速增长，我国工业机器人渗透率、设备数控化率的发展水平还明显落后于发达国家，渗透率不到日本的十五分之一，是美国的六分之一。中国推进工业自动化和智能化，在很大程度上是主动为之，广东、浙江、江苏等省份都出台了推动“机器换人”

⁴⁷ 就业数据来自 2017 年度人力资源和社会保障事业发展统计公报

⁴⁸ 中国重化工业化阶段已临近结束 http://www.xinhuanet.com/fortune/2015-08/22/c_1116340088.htm

的具体鼓励办法。

第三产业目前是最大的就业蓄水池，但还有很大的发展空间。一方面，中国经济在未来 20 年仍有望保持 5-6% 的中速以上的增长；另一方面，第三产业比重在未来 20 年仍有 10-20 个百分点的提升空间。经济规模增长和结构调整两力相合，意味着未来第三产业仍有巨大的就业容纳潜力。

对未来的展望需要立足于我国当前第三产业发展的两个特征：一是发展的整体滞后，我国第三产业在经济中的占比落后于国际平均水平。这意味着第三产业的发展目前处于被抑制的状态，即使只考虑现有结构下简单的规模扩张，服务业就业机会仍然是充裕的。二是第三产业的结构失衡，目前的服务业以低端为主，中高端服务业供给严重不足，特别是在金融、教育、卫生、文化方面，结构的优化也可以带来更多的就业机会。如前面的分析，人工智能将大规模替代就业的领域主要是程序性强、容易规划、依赖知识存贮调用和计算的行业，对于需要复杂情感交流和人际协调、能适应复杂环境和工况、以及需要创造性的领域替代程度比较低。因此，低端服务业中的很大一部分（如家政、社会工作、公共管理）很难被快速替代。同时，人工智能的普遍应用将有助于突破目前在金融、教育、卫生、法律咨询等服务领域的供给约束，降低服务成本，提高效率。这些高端金融领域的部分功能将会被替代，有助于降低从业的门槛和劳动力培训的周期，纠正第三产业的结构失衡和释放新的就业机会。

随着快速的老龄化和少子化，数量意义上的人口红利消失，是威胁未来中国经济社会发展的一个重要挑战。人工智能在这个时候兴起，对于缓解未来劳动力市场的短缺具有关键意义。事实上，正如课题组在广东、浙江和江苏等地调研所发现的，推进“机器换人”在很大程度上是应对劳动力短缺的举措，是劳动力成本上升倒逼的选择。

综合地看，人工智能的兴起对中国来说是一个难得的机遇期。人工智能迅猛发展是在劳动力开始短缺、第三产业快速扩张的背景下发生的，目前第二产业已经开始了快速和大规模的就业替代，但是得益于第三产业对就业的吸纳，快速和大规模的失业并未发生。中国应该抓住这难得的窗口期，积极推广工业自动化和人工智能。待城镇化和经济结构达到相对稳定的状态，再去推广应用人工智能，届时全球人工智能发展将位于更高水平，竞争压力巨大，中国可能会面临更

大的社会和政治的压力。

尽管我们需要积极抓住人工智能发展机遇，鉴于中国目前的劳动力规模，还是需要考虑由此可能导致的失业和劳动力市场结构错配问题。报告以下部分将就此作进一步的分析讨论。

二、人工智能与制造业就业替代：地方调研发现

能够感知并获取信息并作出合理化反馈的系统，都可称为人工智能系统。从这个意义上讲，工业自动化也属于广义的人工智能，只是智能水平存在差别。2017年11月-2018年1月，中国发展研究基金会课题组赴江苏苏州、广东东莞、浙江杭州等城市调研人工智能产业发展现状以及“机器换人”情况。这些地区工业自动化和机器人对劳动力的替代，可以视为未来人工智能就业替代的先声。调研中有以下几点发现：

（1）人工智能的相关技术已经深入到制造业的各个环节，从生产、流通到销售都越来越趋于数据化、智能化。机器视觉、语音识别这些人工智能技术在生产链中的大量应用，不但大大提高了生产和装配效率，也使制造设备更加智能化。比如，在产品质量检测中，机器视觉检测系统可以从视觉上判别产品的各类缺陷，从而快速侦测出不合格品并指导生产线进行分拣，降低人工成本的同时提升出厂产品的合格率。苏州绿点科技公司使用这一系统后，生产线良品率从95%提高到了99.5%。在出厂环节，德意电器的黑灯仓库使用智能系统读取出库单，自动进行分拣出库。仅靠一台机器人和两个工人就能完成以往120个工人的工作量。

人工智能正在快速推进生产过程智能化，全面提升企业管理和服务的智能化水平。借助生产设备上的智能终端，人工智能可以帮助管理者评估流程或设备性能，发现可能出现故障的设备，从而预防意外停机，还可以通过对质量和工艺数据进行分析，帮助改进生产和设计工艺，提高产品竞争力。浙江的中策橡胶公司就利用互联网和大数据的工具，记录追踪轮胎在生产、库管、使用、维护、翻新、直到报废的全过程中的状态和信息，在轮胎内装上传感器，在驾驶室的接收机上实时显示轮胎的行驶状况，比如漏气、胎压过高等，接收机会发出报警提示车主。这些数据也会通过云端推送给相关技术人员，在保证车主生命安全的同时，帮助车队提升管理效率和经济效益。售后维修人员也可以通过访问历史记录开展

更智慧、更快速的维修工作。

随着与机器人技术、云计算和精准制造的逐渐融合，人工智能还使制造业中的大规模定制以及生产成为可能。通过智能化平台和大数据分析，企业将与用户的需求直接连接起来，用户可以全程参与产品各环节，企业则根据用户需求提供商品生产定制，进而大幅提升企业经营效率，满足用户的个性化需求。

(2) 企业根据经济性有节奏和有重点地选择适宜的智能化技术方案。从调研看，企业的智能化改造主要包括三个层面：装备智能化、生产线智能化和物流智能化。一般智能设备回报期低于两年企业才会进行投资。比如，引入一台价格在 13 万的机械臂，可以替换两个员工，按人均每月 1.5 万的总成本计算，企业一年就能收回成本，比较划算。所以第一层面主要是对原有机床设备的升级改造。但是第二、三层面的智能制造改造方案因行业和公司不同而不同，特别对于一些精巧制造业行业，比如服装、鞋帽行业来说，一体化方案难度大，回报低，所以企业没有动力进行智能升级。随着技术的不断发展成熟，未来智能化的解决方案和系统集成服务将渗入更多的行业和环节，包括整个物流环节。

课题组从杭州十余家企业调研中发现，大型企业的机器自动化进程较快、程度较高，中小型企业的机器自动化程度还不高，机器取代工人情况不明显。也有企业表示，企业要发展，换设备是必经之路，半自动、全自动一步一步来。

专栏 3：杭州市企业人工智能技术使用情况

杭州就业局开展的人工智能技术使用情况调查显示，已有 107 家企业使用人工智能技术，占调查企业的 12%。使用人工智能技术的企业主要集中在机械制造业，有 33 家企业，占 30.84%；第二位是电子电器业，有 13 家企业，占 12.15%；第三位是塑料制品业，有 10 家企业，占 9.35%。使用人工智能化技术的企业中，有 18 家企业是 1 年以内刚开始使用人工智能化技术；有 40 家企业是 1-2 年内使用人工智能化技术的；49 家企业使用人工智能化技术已经 3 年以上了。

使用人工智能化技术主要以国产人工智能化技术为主，有 68 家企业使用国产设备，占全部使用人工智能化技术企业的 63.55%；其次使用日本、美国、欧洲的人工智能化技术的企业有 43 家，占使用人工智能化技术企业的 40.19%；有

17家企业使用的是自己研发的人工智能化技术。

调查显示，企业使用人工智能技术优先考虑是提高生产效率。有 81 家企业优先考虑的因素是提高生产效率，占已使用人工智能技术企业的 75.7%；有 12 家企业优先考虑的因素是降低工人成本，占使用人工智能技术企业 11.2%，有 12 家企业优先考虑的因素是提高产品质量，占使用人工智能技术企业 11.2%，仅有 2 家企业使用机器人技术最优先考虑的因素是降低安全隐患。

企业在使用人工智能技术后生产效率提高，产品质量上升，成本下降。有 74 家企业认为提高生产效率方面效果最为明显；有 18 家企业认为提高产品质量方面的效果最为明显；有 11 家企业认为降低人工成本方面的效果最为明显；有 3 家企业认为降低安全隐患方面的效果最为明显。

未使用人工智能技术的企业是中有 7 家企业考虑将在 1 年内使用机器人技术，有 67 家企业考虑在 1-2 年内使用机器人技术，有 111 家企业考虑 3 年后使用机器人技术，准备在近几年使用人工智能技术占未使用人工智能技术的企业 23.66%。597 家企业在未来三年里还没有考虑使用人工智能技术的计划，占未使用人工智能技术的企业 74.04%。

资料来源:杭州市人才服务局《2018 杭州市部分企用工需求统计调查分析》

(3) 工业自动化和智能化对劳动力的替代已经达到可观的规模和速度。苏州市企业实施机器换人的调查显示，70%的企业存在人员减少，20%的企业人员有所增加，还有 10%的企业人员维持不变。未来，低端岗位人数会持续减少，而高端岗位的人数则会持续增加。昆山市的十家大企业中，普通人工数量下降 19%，技能工人数量上升 18%，研发人员数量上升 9%，管理人员数量上升 1%。

东莞市从 2014 年 9 月至 2016 年底实施“机器换人”三年行动计划，市财政每年安排不少于 2 亿元，资助企业利用先进自动化设备进行新一轮技术改造。该项目共申报 2400 多项机器换人项目，减少一线生产工人 25 万人，占全市登记用工量的 5%，平均每个项目减少 100 人。

据杭州市政府对全市范围代表性企业的调查，在使用人工智能技术后，生产岗位用人减少明显。有 37 家企业因使用机器人技术减少生产岗位工人 800 人，

其中有 539 人在企业内部流转，有 261 人离开企业。杭州娃哈哈公司，十年前流水线上有工人 200-300 人，现在一般生产线 11-13 人，最先进的生产线只要 2-3 人。杭丝时装公司从德国引进 500 多万美元的全自动横机和裁床设备，人员从 800 多人减少到 700 多人，减少了 100 多人。原来每人看管 1 台，现在一人看管 3 台，且每台的效率比原来提高 1 倍，质量明显提高。70 家企业并未因使用人工智能技术而产生减员。工业自动化的应用在一定程度上加剧了人力资源市场结构性矛盾。近年来，东莞市人力资源市场一直存在熟练技工需求与供给错位的结构性矛盾，企业很难在人力资源市场找到熟练技工，随着人工智能发展，机动车设备研发、设计、维护等技术技能岗位需求增加，机械、计算机、自动控制的综合型人才以及设备操作维护等技术技能人才日趋紧缺。企业普遍反映，在人工智能发展过程中，调试、维护和控制工业人工智能的技术性岗位增加。在引进人工智能项目以及日常操作人工智能生产线时，企业急需掌握机电一体化专业知识，又能熟练操作人工智能的安装调试、设备管理等高级技术应用人才。而高校毕业生掌握的技能与企业的实操要求存在较大差距，在人才市场又难以招到足够的相关技能人才，导致人工智能发展的支撑人才不足。

目前“机器换人”确实减少了一定的用工量，但总体处于可控范围。金融危机以来，不少企业处于人员紧缺的状况，对普通岗位和技能人才的需求非常旺盛。这不完全是因为企业产能扩张、转型升级、高速发展所致，很大程度上是人员高流动性所致。但无论如何，人员高流动性所产生的岗位空缺，为企业消化机器人带来的冗余人员提供了有效的解决渠道，而不必采用裁员的方式。目前，企业处理人员冗余主要有 4 种方式：一是通过补缺方式消耗冗余人员，即将冗余人员调配到人员紧缺的岗位或产线上去；二是对冗余人员进行技能培训，转岗到技能要求高的岗位上；三是企业扩张新增加的岗位吸纳冗余人员；四是人员主动流失。对于企业来说，市场性用工和机器用工不同，机器设备的专业性强，一旦产品的市场出现问题，大规模更换成本过高。因此，部分企业通过机器自动化补齐一线工人短缺和招工难的短板，不存在因自动化而使工人大量失业的现象。

据广东省人社局对 200 多家开展“机器换人”的企业调查显示，用工减少的企业约占 44%，减少的员工中近 50% 仍留在企业内部，大部分被安排从事与之前类似的工作。东莞市企业机器换人释放出的劳动力只有 8 万多，但全年缺工（熟

练技工)量达 15-20 万,释放出的劳动力很快被市场直接吸收或通过技能培训实现转岗。年轻的达到技能技术水平的还是内部培训提升转岗为主,达不到技术要求的释放到市场。从调查的 33 家企业情况看,企业使用现金自动化设备取代了重复性、机械化岗位的劳动力,使得企业普工岗位人数有所减少,与此同时,自动化设备研发、涉及、维护等技术技能岗位需求增加。分流的一线员工,36.5%被企业内部流转吸收,其余的 63.5%重新流入人力资源市场,被其他企业吸收。苏州耐世特汽车系统有限公司在工厂进行自动化升级后,人力减少 15%,其中 12%去了新工厂新项目,只有 3%离开本公司。杭州中策橡胶公司反映,近几年由于用工成本不断提高,企业只能用机器代替工人,以前增加产量需要招工,现在不用再招那么多,同时原岗位的人可以补充到包装线等其他岗位。

专栏 4: 德意电器智慧工厂

德意电器智慧工厂总投资 7 亿元人民币,从 2014 年开始规划,2017 年 4 月正式投入使用。厂区占地面积 7.8 万平方米,产值达 40 亿元以上。生产大楼以工业 4.0 为设计理念进行规划,是杭州工厂物联网和工业互联网试点单位。由于前期投入较大,政府给予了 5%左右的财政补助,预计 5-6 年就能收回成本。

德意电器老工厂有六七百名工人,2014 年经过产品和系统优化,生产力得到提升,一线生产工人减少到 330 人,如今的智慧工厂进一步减少到 195 人。但是设计研发和营销人员增多,其中研发人员 120 名,主要是通过外部招聘和内部培训提升而来,基本拥有本科以上学位。公司计划 5 年实现初步人工智能,10 年计划实现完全无人生产。原工厂减少的工人大部分回老家务工,也有些转做德意产品的代理商。

德意电器智慧工厂生产过程的强化主要包括:

- 1、建立智能立体仓库,实现原料、模具、成品的存取自动化,并与喷涂线、总装流水线对接,消除人为出差错概率;
- 2、建立包装后产品的储存和装运自动化系统,减少人工搬运的劳动强度;
- 3、安装工厂视觉和机器视觉,实现对工厂每个环节的生产过程的数据视频联动监控

- 4、在所有必要生产设备上安装智能终端，将办公、检测、制造执行等系统于底层的自动化系统进行融合，代替原来的人工分发生产指令；
- 5、绑定每件产品的生产过程数据和制造码，便于消费者和监管部门查询及追溯；
- 6、建立大数据分析平台，集中管理工厂数据，便于生产指挥中心集中监控，对质量和工艺改进的数据进行分析挖掘等。

工厂智能改造升级后，原来需要 9 个工人完成 9 道工序的生产线，现在只需 1 台机器 5 道工序一次性集中加工完成即可，时间也从两天缩短到 13 秒。原来 15 个工人完成的激光焊接现在只需一个焊接机器人。喷涂生产线使用日本产的高压静电粉末喷涂机器人，所需工人数量也从 26 人减少到 6 人，不仅喷涂节奏稳定、均匀，还能有效避免工人的职业病。以前需要 6 人进行的产品分类，现在一台机器人同时可以扫码感应三种产品。产品运输到 2 楼后包装也都由机器人完成，人工从四五十个减少到四五个。

资料来源：中国发展研究基金会课题组调研资料整理

（4）地方政府对“机器换人”总体呈支持鼓励态度。为了推动人工智能和实体经济深度融合，各地方政府纷纷出台政策支持和鼓励制造业重点领域的智能化。

苏州市提出要打造具有国际竞争力的先进制造业基地，力争用 3 年时间在全市范围内重点培育 10 家智能示范工厂，加快建成 200 家智能示范车间，推动 2000 家企业智能装备升级，推广应用 20000 台工业机器人。同时培育一批智能化综合解决方案供应商，为全市工业企业智能生产和智能装备运用奠定坚实基础。

杭州市出台信息经济 2.0 方案，引导大数据在制造业深入应用，提升改造传统优势产业；同时深化大数据等技术在安防、交通、城管、教育、医疗、旅游等城市管理、治理领域的应用。

为了营造人工智能氛围，深圳市积极举办计算机学会人工智能与机器人峰会、机器人大赛等活动，自 2014 年起至 2020 年，市财政每年还将安排 5 亿元设立市机器人、可穿戴设备和智能装备产业发展专项资金。

东莞市以华为布局人工智能领域为引领，加速培育人工智能产业生态，推动

人工智能基础科学研究，加快视频、地图及行业应用数据等人工智能海量训练资源库和基础资源服务公共平台建设，鼓励领先企业或机构提供人工智能研发工具以及检验评测、创业咨询、人才培养等服务。发展多元化、个性化、定制化智能硬件和智能化系统，重点推进智能家居、智能汽车、智能安防、智慧健康、智能机器人等研发和产业化发展。

三、人工智能的就业影响：行业的视角

人工智能对就业的影响速度和规模与行业及其岗位特点密切相关。除了通过地方调研分析人工智能对制造业就业的影响外，本报告还重点探讨了人工智能对零售服务业、金融业、教育服务业、医疗服务业和交通物流的影响。

1. 零售服务业

随着互联网的普及，电子商务在零售业中扮演着日益重要的角色。为了了解人工智能在电商行业的应用及对就业的影响，阿里研究院以阿里巴巴平台（天猫、淘宝商家）为研究对象，采用商家调研数据、商家焦点访谈方式开展国内首次大规模实证分析研究。通过人工智能工具使用对电商就业、人员收入、经营绩效等指标测算，针对电商行业三类典型人工智能产品应用（智能客服、智能化店面设计、智能化数据分析工具），分析了人工智能使用对不同岗位、不同技术水平人员的就业影响。

在商家业务量不断增长的情况下，智能化工具的使用对约 180 万个岗位（包括客服岗位、店面设计、数据分析岗位 3 类岗位）产生影响，其中有 170 万岗位从智能工具使用获得工作效益提升，有 9.6 万的岗位存在替代可能。

在新零售领域，人工智能技术对就业的正向促进超过了负向冲击。目前，未发现三大智能工具对就业岗位的显著替代作用。在少数技术替代人工的商家中，绝大部分被替代人员都获得了转岗或调岗的机会，因智能工具使用直接带来人员消减的情况很少。

人工智能技术应用显著提高了电商从业人员的收入。其中，数据分析人员的月收入提高了 9.7%，设计人员的月收入提高了 7.7%，客服人员月收入提高了 5.6%。技术水平较高的岗位收入增幅更大。

近年来，商家业务量的快速增长，客观上要求商家向技术进步（人工智能等）

要红利。智能工具的使用可能会替代少量就业人员,但其通过大幅提升电商业绩,创造了更多新兴岗位就业,同时提高了岗位人员收入。总体来看,电商行业人工智能技术在商家的使用,对商家和个人的绩效是正面、积极的。

2. 金融服务业

波士顿咨询公司 (BCG) 基于对金融服务业银行、保险和资本市场三大行业价值链分析,研究人工智能技术应用对三大行业各职业及职能活动的潜在影响,进而详细测算对整体金融业就业市场所带来的影响。BCG 认为,人工智能技术将从自动、智能、创造三方面改变商业世界,即推动自动化水平达到新高度、支持智能分析与决策、催生新商业模式与新产业,并在金融业就业市场相应产生岗位削减、效率提升和就业创造三大影响。

BCG 团队访谈了多位金融服务业以及人工智能领域的专家,参考并优化了业界认可的分析框架及方法论,建立了 BCG 2027 人工智能对金融业就业市场影响模型。根据模型测算,到 2027 年,中国金融业就业人口可达到 993 万人⁴⁹,其中约 23%的工作岗位将受到人工智能带来的颠覆性⁵⁰影响,主要包涵从事标准化、重复性工作的岗位,其影响方式为岗位的削减或转变为新型工种,其中银行、保险及资本市场的工作岗位削减比例分别为 22%、25% 及 16%。而其余 77%的工作岗位将在人工智能的支持下,工作时间减少⁵¹约 27%,相当于效率提升⁵²38%。具体而言,资本市场效率提升高达 56%,银行次之约 42%,保险可提升约 29%。金融业职能部门各岗位将受到更大程度的人工智能影响,不管是岗位削减还是效率提升层面。预计到 2027 年人工智能将削减 39 万职能部门岗位,占总体削减岗位的 17%,对剩余岗位提升 45% 工作效率。除此以外,人工智能在金融行业的应用也将催生大量的就业需求,同时对未来人才的创造力、情感沟通能力和解决复杂问题的能力提出了更高要求。除去新兴的人工智能技术或基础设施提供商,

⁴⁹ 2017 年就业人口基线为 733 万人。

⁵⁰ 若某一岗位中超过 2/3 工作时间占比的职能活动(包括该岗位的核心职能)在 2027 年会被人工智能已知的技术应用替代,则将该岗位定义为被人工智能颠覆;削减岗位的估算以 2017 年人工智能应用普及情景为基础假设,以银行、保险、资本市场各行业 2003-2014 就业人数复合增长率预测 2027 年就业人数,并以该 2027 年人数为基线计算削减岗位比例。

⁵¹ 工作时长减少是指在 2027 年未被人工智能替代的工作岗位(即少于 2/3 工作时间被人工智能替代的岗位)中,可以通过人工智能已知的技术应用完成的活动;工作时长减少的估算以 2017 年人工智能应用普及情景为基础假设,以银行、保险、资本市场各行业 2003-2014 就业人数复合增长率预测 2027 年就业人数,并以该 2027 年人数对应的工作时长为基线计算工作时长减少比例。

⁵² 效率提升指由于人工智能应用节省的工作时长而带来的效率提升。

人工智能技术将在金融行业内创造三类就业岗位：技术型、运营型和业务型。技术型岗位包括数据科学家、系统架构师、开发工程师、算法及系统测试师等；运营型岗位负责大数据与人工智能产品相关系统的运行与维护，确保相关产品的质量稳定、法律和业务合规性；业务型是介于技术和业务之间的复合型岗位，包括能够在技术部门、业务部门以及服务部门之间充当业务需求及技术算法解释角色的算法解释分析师，同时也需要能够快速了解、学习前沿技术并与现有业务进行结合的商务拓展专家。

3. 教育服务业

在教育服务领域，短期内人工智能技术还无法替代教师。因为教师的作用不仅是传授知识，而且需要通过情感的投入和思想的引导，教会学生做人、塑造学生的品质等。但未来技术可能会大量减少教师的需求量。⁵³

人工智能能够释放教师生产力，以智能助手的形式协作承担起教学环节当中可重复性的、程式性的、靠记忆、靠反复练习的教学模块，教师将集中在情感的交互、个性化的引导、创造性思维的开发上面，不断为教师效率赋能；革新教学评估管理体系，使复杂技能的评估成为可能，真正实现过程性评价的时效性和精准性，充分发挥教学评估改进学习过程的功能；促进个性化教育。

随着互联网技术的发展，教师可以通过在线直播的方式，同时向多个班级的学生进行授课。而人工智能技术的发展，可以有效地减少在线教育中老师和学生之间的隔阂，从而提升在线教育的学习效果。这将使得在线教育的普及率和渗透率进一步提升。同时，人工智能可以有效提高优秀教师的在同一时间覆盖的学生人数，进而减少学生对普通教师的需求数量。

4. 医疗服务业

虽然人工智能在医学领域的应用越来越广泛，但人工智能终究不能代替医生。首先，人工智能是基于已有的疾病资料进行学习，需要由人类提供这些训练信息，机器自己并不会对未知的信息进行判断。就目前而言，人类对各种疾病的认知还是相当有限的，需要不断进行探索，随着研究的深入将会有更多的疾病种类、疾病诊断标准与方法出现，而这些工作是机器所不能完成的。就这一点而言，人工智能就无法代替医生。其次，疾病的诊断也不能完全依赖于人工智能，没有人类

⁵³ 好未来教育集团背景报告，详见背景报告合集第六篇：人工智能时代的教育。

的再次确认，人工智能的诊断结论就无法得到保证，所以还是需要人类医生再次判断才能给出诊断结论。⁵⁴

人工智能在诊疗中的最大的作用在于整合海量的信息，从之筛选出有价值的数据，是作为医生诊断的辅助，减轻医生的工作负担，其核心是“赋能医生”，提升其诊疗效率和水平，最终决策权依然在医生。而到真正的治疗阶段，则更多需要医生对患者面对面的沟通、交流，来确定合适的治疗方案。而患者也更需要医生亲切的关怀，是有血有肉的交流方式，而不是机器冷冰冰的问答。

目前我国医疗服务业领域人才严重缺乏，表现为“科学家挑大梁、中间层后继无力”。此前大量图像识别等专业的人才纷纷转行，极少数人才持续在技术上深耕，这导致了“人才断层”问题。在专业的医疗影像领域，应用及平台开发者不仅要研究人工智能算法，更要对医疗影像识别建立深入了解，人工智能+医疗的复合背景人才构成核心竞争力之一。

专栏 5：推想科技的医疗影像识别

近年来，医疗已经成为人工智能应用的热点领域，医疗影像人工智能又是其中一个重要的突破口。在国内，推想科技、汇医慧影、Airdoc 等科技医疗企业以及腾讯等科技巨头都纷纷在该领域进行了布局。

推想科技是一家中国的初创人工智能企业，该公司于 2015 年开始了国内医疗影像 AI 的研发。在短短的几年中，推想科技的肺部辅助筛查产品已经由 1.0 版本升级到 4.0 版本，功能也从最初的筛查肺部结节扩展到 10 余个诊断环节。不仅如此，推想科技的医疗影像人工智能已经走出国内，开始布局海外，2017 年就完成了在美国、日本、欧洲等地的部署，在美国和日本东京已完成多家医院的正式装机使用。

推想科技的人工智能产品进入北京友谊医院放射科半年后，已经完成胸部 CT 片逾 12000 例，切实减少了影像科医生的常规工作负担。推想科技认为，“人+AI>人”，人与 AI 从不对立，人工智能在未来一定是辅助医生去完成重复性劳作，帮助其能够释放更多的产能，回归到诊断本身，推动专业型人才的人力资源有效释放。

⁵⁴ 汇影医疗科技公司背景报告，详见背景报告合集第五篇：人工智能技术对医疗服务业影响展望

此外，医疗人工智能的利用有助于降低漏诊率，提升效率。聚焦在影像科医生的工作与市场情况来看，影像科医生每年的增长率在中国是 4.1%，影像的增长速度是 30%，所以影像科医生纯粹的增长率是远远跟不上影像数据的增长。对于影像科医生来说，这其实是一个非常大的挑战，面对巨大的工作压力的同时，很多疾病也是很难分辨的，比如磨玻璃结节，它的边缘很模糊。这其实就是一个日常放射科医生所面对的挑战。人工智能在医疗影像行业的应用，一方面要减缓医生的工作压力，同时要保证极强的准确率，防止医生因疲劳产生的漏诊误诊。

不仅如此，医疗人工智能的应用，还有助于提升基层的诊疗水平，解决长期存在的基层医疗机构能力不足问题。中国未来人口老龄化的进程加速，医疗资源需求将会增速迅猛，对于医疗资源里面最为匮乏的医生群体，由于培养周期长，培训内容专等因素，会使得医疗资源分布不均，甚至供不应求。通过 AI 体系的分级诊疗部署，可以辅助提升医生对于病症的一个初步判断，因需上报转诊上级医院，减轻上级医疗资源的过渡消耗所导致的各种问题。

资料来源：推想科技调研资料整理。

5. 交通物流业

虽然自动驾驶技术在近几年发展迅速，但业界普遍认为，人工智能在模拟人类驾驶决策的软件方面发展缓慢，完全实现自动驾驶可能需要十年或更长的时间。尽管如此，美国商务部经济与统计局首席经济学家办公室发布的报告显示，2015 年，已经有 1550 万美国工人在不同程度上受自动驾驶影响，占就业总人数的九分之一。相关职业包括“机动车驾驶员”和“其他在职驾驶员”。对于机动车驾驶员，驾驶汽车运送旅客和货物是其主要活动，从业者受教育程度较低，收入水平较低。其他在职驾驶员驾驶机动车提供服务或去往工作地点，如急救人员、建筑贸易、维修和安装、家庭健康护理助手。从驾驶职业所需的知识和技能来看，机动车驾驶员专注于运输相关知识，能够转移到其他工作的知识和技能较少，很容易被自动驾驶替代。而对于其他在职驾驶员，驾驶虽是一项重要活动，但仅是其工作所需很多项活动中的一项，他们具有更加多样化的工作活动、知识和技能，因此更

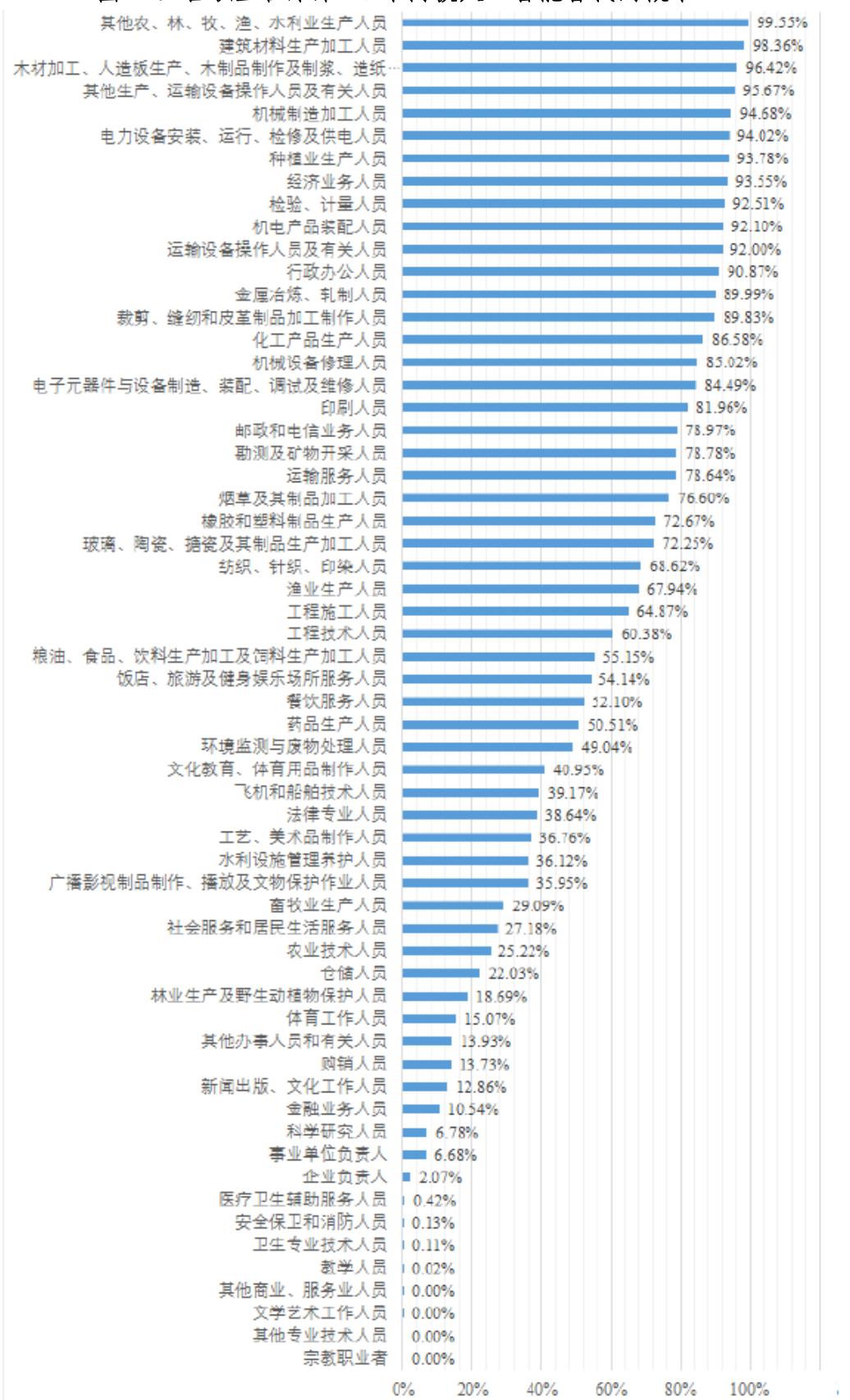
容易适应自动驾驶带来的变化，被完全替代的可能性相对较低。

物流方面，据中国物流与采购联合会统计调查显示，2016 年末，我国物流岗位从业人员数为 5012 万人，比上年增长 0.6%，占全国就业人员 6.5%。与此同时，我国劳动力人口已连续 5 年下降，分拣、配送等规则型体力劳动的物流业很难吸引足够的就业者。为了提高劳动力效率，解决招工难问题，物流行业正在从传统模式向智能物流升级。相关统计数据显示，无论是阿里、京东还是苏宁，2017 年“双十一”大都实现了入库、存储、包装、分拣的全流程、全系统的智能化和无人化，可减少 50%~70% 的人工，小件商品拣选效率超过人工 5 倍，挑选准确率超过 99.9%。根据国际机器人联合会 (International Federation of Robotics, IFR) 数据显示，2015—2018 年间，中国服务机器人的累计市场销量将达到 117 万台，其中快递机器人所属的专业服务机器人的累计销售量预计达到 6840 台。

6. 人工智能就业替代的总量估计

虽然不同研究所得出的失业率相差较大，但是不可否认的是，人工智能即将导致一大部分劳动市场的人员失业并且需要重新寻找合适的岗位。陈永伟 (2017) 采用与 Frey and Osborne (2013) 相同的方法研究了中国 400 多个职业，估计从全国范围来看，可能有 70% 的职业会受到人工智能的冲击。如果剔除农业人口，大概有 60% 职业会受到冲击。

图 12：各职业在未来 20 年内被人工智能替代的概率

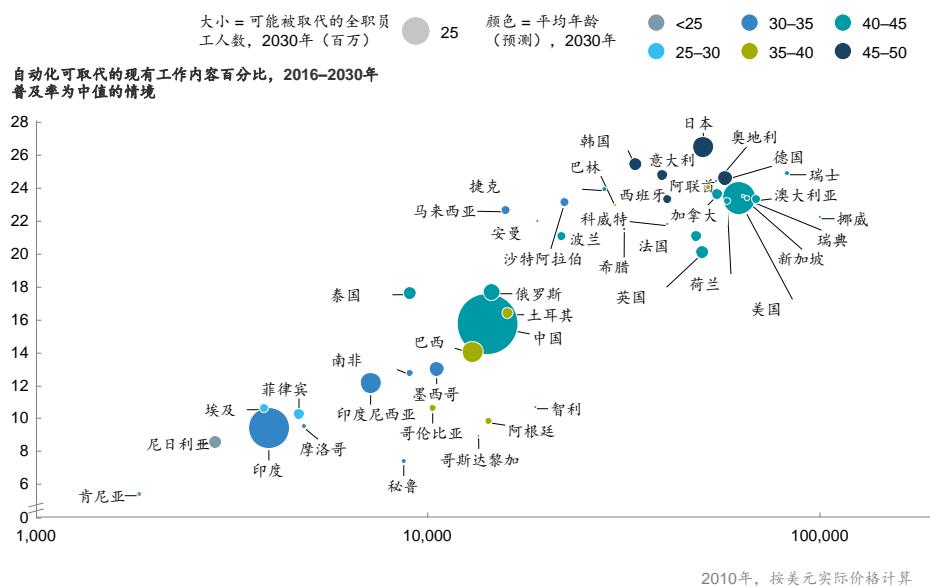


图片来源：陈永伟等，人工智能革命的就业影响：回顾和预测，2017

麦肯锡全球研究院（MGI）认为，自动化取代全职员工的规模，随经济体的收入水平、人口特征和行业结构有所不同。预计 2016-2030 年间，中国被替代的全职员工的规模约在 4000-4500 万。基于目前的技术水平，中国的现有工作内容中有 40%以上、现有工作小时数中有 31%可以实现自动化（更有可能的情况是该比例的一半）。装配线作业等可预测的体力劳动尤其容易受到自动化影响。到 2030 年，自动化将使中国五分之一的制造业工作岗位不复存在。如果自动化进程更快，到 2030 年，近 1 亿劳动者需要更换职业类型⁵⁵。

图 13：各国潜在受人工智能影响就业规模

自动化的影晌，按国家收入水平、人口特征、行业结构而不尽相同



图片来源：麦肯锡全球研究院，流失就业，新增就业：自动化时代的劳动力转型，2017 年 12 月

⁵⁵ 麦肯锡全球研究院，厉兵秣马,砥砺前行:后工业革命时代的中国劳动力 2018 年中国发展高层论坛企业专题报告

第六章、人工智能时代的就业与公平

人工智能在解放生产力的同时，也有可能带来一系列的挑战，包括前述的失业问题以及不平等问题，两者往往相互交织。我们需要发挥人工智能潜力使之造福于社会，也要减少可能的负面影响。就劳动力市场来说，既需要积极地提升劳动力素质和能力，使之适应人工智能时代的发展需要；又要构建好社会安全网，为那些被排斥在劳动力市场之外的人托底，保障他们的基本生活，并为他们中的一些人再度进入劳动力市场提供支持。

一、教育与职业培训

在现代社会，人们获得知识和技能的渠道日益多元化，但是学校教育仍是一个人进入劳动力市场之前获得知识和综合能力的基础性手段。随着人工智能的逐渐普及，社会对未来劳动力的需求将发生很大变化，需要教育体系作出及时准确的反应。

1.未来劳动力的素质需求

人工智能时代，技术冲击的不只是工作岗位，还包括工作技能。许多岗位的技能需求正在发生变化，如果劳动者不能及时学习和满足新的技能要求，很容易被原有的工作岗位所淘汰，并错失向新岗位转移的机会。从当前人工智能的发展阶段来看，对劳动力职业素养的新要求主要有两个方面：数字技能和被替代率低的“软技能”。其中数字技能的培养尤其迫切。波士顿咨询公司发布的《数字经济下就业与人才研究报告》从就业人群、就业领域和就业方式三个方面分析了数字技术可能对就业生态产生的影响和变革，对于数字经济下的就业人群，拥有“特定专业技能（尤其是数字技术相关技能）”对获取中高端就业机会至关重要。

国内主要招聘网站的数据显示，雇主对求职者数字技能的需求在不断提高。对北京、上海、深圳等城市的研究发现，需求最多的数字技能包括：Java, C++, Javascript, C, Linux, Python, SQL, 软件开发，项目管理等，整体来看编程技能占据主导，此外项目管理、产品运营等“技术+管理”类技能的需求呈现出明显的上

升趋势。在编程技能里，除了传统的四类编程语言技能，近几年对 MySQL 和 SQL 等数据库与数据分析技能的需求大幅上升。不同城市因其数字经济发展战略和产业优势的不同，对数字技能的要求也有较大差异，例如长三角很多城市对制造业相关的数字技能要求越来越高，包括故障模式和影响分析（FMEA）、Six Sigma、精益制造、持续改进、项目管理等技能，这类技能需要将传统制造技能和数字技能结合起来。

数字技能的培养并不能只局限于 ICT 专业技能（以编程技能为主），对于绝大多数就职者来说，更重要的是提高数字素养，增强 ICT 补充技能——借助新的数字技术辅助传统工作的能力，努力提高技术、管理的综合技能。提高综合技能对前文提到的新兴创新市场就业者尤其重要，特别是处在产业中下游的年轻就业群体（外卖员、快递员、数据标注员等等），他们所处的行业在数字技术的推动下正经历飞速的发展和革新，而这些就业者大部分在提供最基础的服务，只具备较低端的劳动技能，被人工智能替代的可能性很高，非常需要 ICT 补充技能的培养。⁵⁶

与此同时，领导力、创造力、感知力和社交能力等“软技能”也比从前更加重要，这些技能不容易被人工智能替代，在就业者核心技能的构成里将占据越来越重要的位置。牛津大学的两位学者对 700 多种工作岗位被自动化的概率做了深入分析，认为一个工作是否容易被自动化主要取决于三个因素：职业需要的社交智能、创造力和感知与操作能力。随着人工智能的发展，机器能够比人脑“记住”更多的知识，纯粹的“知识型”人才已经无法满足社会的需要，创新能力才是人才的核心竞争力。批判性思维和独立分析能力比以往任何时候都显得更为重要。对于企业来说，除了基本专业技能，适应能力、沟通和协作能力、逆商、责任感、韧性等等都是他们最看中的员工素质。

2. 中国教育发展与挑战

时代的发展对劳动力素质不断提出新要求，相应地，也要求教育体系培养出适应时代需求的未来劳动力。新中国成立以来，特别是改革开放以来，中国的教

⁵⁶ 清华大学经济管理学院互联网发展与治理研究中心研究团队背景报告，人工智能时代的就业需求与人才培养，详见背景报告合集第七篇

育取得了长足的进步。1949 年，全国小学在校生 2400 万，初中在校生 95.2 万，高中阶段 31.5 万，高等教育 11.7 万。小学学龄儿童入学率仅 20% 左右，全国人口中 80% 是文盲⁵⁷。到 2016 年，中国的成人识字率已经超过 95%，小学学龄儿童净入学率达到 99.92%，初中阶段毛入学率 104.0%，高中阶段毛入学率 87.5%，高等教育毛入学率达到 42.7%。同时，国家制定了多项法律，从不同角度保障人人受教育的权利，包括少数民族、儿童、妇女和残疾人的受教育权利。目前，中国已经建成了世界上最大的教育体系，在教育发展上居于发展中国家的前列。正是因为教育的快速发展，为中国经济发展奠定了坚实的人力资本基础。

但是，在快速的经济结构变化、城镇化以及人口转型过程中，中国的教育也面临复杂的挑战。一方面，人民生活水平的提高和经济社会的转型，使社会对教育本身有了更高的期待和新的要求；另一方面，教育体系的服务供给能力、质量以及公平性上存在明显的短板。

（1）早期养育和学前教育

儿童早期阶段的养育水平和学前教育，对其未来的学业成就和终身发展具有重要的影响。在这两个领域，目前的发展还存在显著不足。

早期养育

农村地区的儿童早期养育问题尚未得到应有的重视。脑神经科学的研究表明，儿童在 0-3 岁阶段大脑发育完成 80%-90%。在这一阶段，如果有积极的情感、认知、运动的刺激，会促进儿童脑神经元突触的连接，反之大脑一些功能区域的神经元连接无法建立而未能充分发展，存在“用进废退”现象，这种影响具有长期性甚至永久性。因此，为儿童提供 0-3 岁阶段的良好养育，对儿童未来的发展至关重要。中国有“三岁看老”一说，与国际上所说的出生之后 1000 天黄金窗口期不谋而合。然而在中国农村，尤其是贫困地区农村，儿童养育问题仍然面临不少问题。

第一，农村人口结构变迁给儿童早期养育带来严重挑战。农村地区大量劳动力外出务工，留守儿童、隔代养育现象突出。近年来，留守儿童中学龄前儿童比例增多，根据妇联 2012 年的调查，有约 38.37% 的农村留守儿童为年龄在 0 到 5

⁵⁷ 数据来源《教育统计年鉴》

岁的学龄前儿童，数量达到 2342 万，比 2005 年增加 47.73%⁵⁸。

第二，农村地区儿童早期养育环境差、信息不畅、方式不当。中国发展研究基金会 15 年至 17 年在甘肃、贵州、新疆部分贫困地区进行的调查显示，三地 0 至 3 岁幼儿丹佛 II（上海市小儿发育筛查量表 II）筛查结果可疑率及异常率分别为 19%，56.2% 及 43.4%，而在上海，这一指标不超过 10%⁵⁹。这样的现象在我国贫困地区、农村地区不是特例。由于科学养育的缺位，一方面幼儿的营养跟不上，另一方面监护人受限与个人知识水平和信息获取能力，不懂如何适当、科学地养育孩子。

第三，农村社区儿童早期养育功能和服务缺失。农村社区虽然正开始逐渐承担部分妇幼保健工作，但受限于村落客观条件、人员专业水平、设备装配和儿童早期发展服务意识，相关工作并不能与妇幼卫生等部门的工作进行有效衔接，无法满足农村社区居民对儿童早期养育的需求。

第四，相关儿童早期养育支持政策乏力。目前，我国没有明确针对 0 至 3 岁儿童早期发展的政策体系，现行政策和文件多为意向性声明，在制度建设、政策手段和具体服务等方面还缺少详细的规定和支持。

学前教育

中国学前教育近年来已经有长足进步，但仍存在诸多突出的问题。经过连续两期“学前教育三年行动计划”，学前教育发展迈上新的台阶，覆盖率大幅提升，2016 年全国学前三年毛入园率达到 77.4%，‘入园难’的问题进一步缓解。即便如此，学前教育仍是教育体系中最薄弱的环节。

第一，贫困农村地区儿童学前教育资源仍然匮乏。由于前两期“三年行动计划”主要针对县城和乡镇地区，大量学前教育资源实际上并未下沉到农村。在贫困偏远地区的农村，问题尤其突出，大部分贫困地区有幼儿园或学前班的行政村比例不高于 50%⁶⁰，全国有大约 1400 万 3 至 6 岁儿童目前仍然无园可上⁶¹，这些儿童大多集中在中西部农村。

第二，学前教育公益普惠程度不高。一方面，公办幼儿园比例偏低，“入园

⁵⁸ 数据来源全国妇联课题组《我国农村留守儿童、城乡流动儿童状况研究报告》，2013 年

⁵⁹ 数据来源中国发展研究基金会《“慧育中国”课题组基线测试报告》，2015 年；2016 年；2017 年

⁶⁰ 数据来源国家统计局县（市）社会经济基本情况统计，2014 年

⁶¹ 数据来源宋映泉：“关于建立成本分担机制促进学前教育健康发展的政策建议”，《中国教育财政》，2016-12-1

“入园难”问题集中表现在“入公立园难”。另一方面，学前教育公共服务区域差异性明显，弱势群体“入园难”、“入园贵”的问题没有得到根本解决，尤其是中、西部地区普惠性资源仍然短缺，农村地区（包括乡镇）简陋、拥挤、相对昂贵的民办园是入园增量的主要来源。

第三，幼儿园教师数量不足、质量不高、流动性大、保教质量不良，队伍建设亟待加强。首先，教师数量不足，表现在师幼比偏低，国际上普遍建议师幼比应约为 1: 15，而我国平均师幼比为 1: 22，农村地区情况更糟。其次，教师质量参差不齐，专科以上学历教师占比低，农村地区不足 50%，另外，至少有 30% 的教师无幼教资格证，这一比例在农村地区高达 44%。再次，教师流动性大，其原因在于教师待遇偏低、公办园编制不足、保障程度低，从而导致幼儿园教师队伍稳定性低，进一步讲也难以吸引优秀人才。最后，保教质量不良，原因在于财政对于学前教育的投入以公办园及硬件设施为主，对于保教质量的投入相对不足，教师难以获得保教资源支持，这种情况进一步加深了地区、城乡之间学前教育的不公⁶²。

（2）九年义务教育的挑战

中国在义务教育上面临的挑战主要有三方面：

第一，随迁子女入学难度不降反升。21 世纪教育研究院院长杨东平曾在 2015 年教育公益组织年上说，随迁子女接受义务教育的质量“分布很不均衡，仍然有 200 多万流动儿童在质量比较低的打工子弟学校学习”。更令人担忧的是，随着“特大城市严控人口”被明文写入相关文件，“教育控人”被作为特大城市人口控制政策，此前对随迁子女的教育政策出现了严重逆转，许多城市纷纷提高非户籍学童的就读门槛。随迁子女就读公办学校，面临的阻碍更难逾越。

第二，“乡村弱”和“城镇挤”的双重挑战。快速城镇化过程中，义务教育的城乡结构性矛盾突出：一方面，城镇教育资源紧张、尤其是中西部地区县镇，大班额问题突出；另一方面，农村存在教育资源闲置的问题。有学者将这种现象总结为“乡村弱”“城镇挤”，提出要通过统筹城乡义务教育发展，推进城乡一体化发展。

第三，教育经费投入总量不足与区域不平衡并存。义务教育经费投入总体不足，且在不同地域经费的投入比较上，呈现“中部塌陷”。数据显示，2014 年，

⁶² 数据来源中国发展研究基金会《中国儿童发展报告 2017》，2017 年

全国财政性教育经费支出占国内生产总值的 4.15%，而经合组织中的 28 国 2005 年该比例平均已达为 5%。除了义务教育经费总量不足外，也存在突出的区域不平衡问题。中部地区的教育经费投入出现“塌陷”现象，中部教育经费不仅低于东部地区，甚至低于西部地区。以小学为例，2013 年中部地区小学的生均预算中，事业性教育经费支出比东部地区低 2460 元，甚至比西部地区还低出 1408 元。

（3）职业教育的挑战

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。在 2007 年发改委、教育部和劳动部发布的《中等职业教育基础能力建设规划（2005-2010 年）》的基础上，2014 年，教育部等六部门发布《现代职业教育体系建设规划（2014-2020 年）》，2015 年，国务院发布《中国制造 2025》，2016 年教育部、人社部、工信部发布《制造业人才发展规划指南》，同年，教育部等六部门发布《教育脱贫攻坚“十三五”规划》，对职业教育提出了一系列新要求和政策指导。

中国的职业教育包括初等职业教育、中等职业教育和高等职业教育。中等职业教育是职业教育的主体，主要是指高中阶段的职业教育，它主要由中等专业学校、技工学校和职业高中组成，在培养各级各类中、初级应用型人才方面发挥着主导作用。我国共有 1.23 万所职业学校，包括中职和高职，其中中职有 1.09 万所学校。2016 年，中等职业教育在校生 1599.01 万人，占高中阶段教育在校生总数的 40.28%。

现阶段我国职业教育现状和挑战可以总结为以下几个方面：

一是职业教育观念落后。经过近二十年的努力，中国职业教育取得了长足发展。尽管如此，职业教育的现状还很不适应现代化的要求，不论是体制、规模，还是质量都存在诸多不适应之处。究其原因，主要是我们的职业教育还是传统的职业教育，没有向现代职业教育转化。教育观念落后，管理体制僵化，办学形式封闭，不适应整个现代化的要求。因此，改变职业教育原有的教育观念、教育目标、办学模式、管理体制、运行机制以及教育的发展策略，实现由传统职业教育向现代职业教育的转变，使职业教育现代化，是提高劳动者素质、加速实现现代化进程的必然趋势。

二是社会对职业教育存在思想偏见。尽管政府一再强调职业教育对于国家建

设的不可或缺性，但真正的自主选择权还是在学生和家长的手里。直到今天，某些学生和家长仍对职业教育持有不解和偏见，甚至还带着一些鄙视的眼光去看待职业教育。“职业教育没出路，比不上正规的大学本科教育；职业学院里面出来的学生大多能力和素质都比不上正规大学里面的本科生；读职业院校出来找不到工作、读职业院校就算找得到工作也是低收入、出体力、受窝囊气的工作。”事实上，职业教育学生不是固有的低能者。以中等职业教育为例，作为中考的“失败者”，多数中职学生中考分数不到 400 分，其中很大一部分不到 200 分。但是中职学生除了中考分数普遍低于普通高中学生外，二者总体在认知能力、学校适应与心理健康、情绪、自我、价值观、社会信念与职业发展信念等基本能力和心理发展上的差异并不明显。因此，中职教育若重视提升学生的基本能力，也可相应提高其职业竞争力。

三是办学条件差。职业学校普遍存在办学设施简陋、教学和实训设备缺乏的问题。近几年职业学校连年扩招，但许多地方并没有相应增加经费，办学条件也没有随之改善。中国发展研究基金会针对中职学生的研究显示，中职学校的生均教育经费从 2000 元左右到 10000 元左右不等，虽然根据地理位置不同，差距较大，但总体来说，远远无法满足职业学校的发展需求。比如现在盛行的数控车床操作技术，有些学校一个年级几个班学“数控”，学校仅有一台数控车床，仅能够满足基本的参观和教学需要，远远不能满足操作技能训练的需求。

四是师资力量弱。在教师队伍方面，各类职业学校一方面大多数为年轻教师，其中不乏刚毕业的大学生，缺乏实践操作经验；另一方面专业教师少，优秀的专业教师更少。

五是学生管理松散。中职学生旷课较为普遍，远远高于普高学生。约 8.4% 的中职学生曾经有过旷课行为，而仅有约 1.9% 的普高学生曾经有过旷课行为。此外，职校学生的辍学率也居高不下，整体而言在 10% 左右。在学校组织纪律方面，由于学生入学时不用经过考试，毕业时成绩不论好坏，都可以拿到毕业证书，再加上学校怕学生中途退学，不敢严格管理，其教学效果就可想而知。

六是针对中职学生心理健康关注度不够。虽然中职学生心理健康总体水平与普通高中生并不能说有较大差异，但是相对于一般人群，中职学生在情绪问题和同伴关系问题中的表现存在一些差异。中国发展研究基金会针对中职学生的研究

显示，中职学生在总体心理健康情况量表（SDQ 量表）中“情绪和同伴关系问题”及“亲社会量表”的得分异于一般人群。整体上有 8.7% 的中职学生处于情绪异常状态，有 5.8% 的中职学生处于情绪临界状态，高于一般人群对应的比重（分别为 6.9% 及 5%）。

（4）高等教育

高等教育位于人才培养体系的顶端，担负着培养中高级专业人才、推动科学技术创新、传承思想和文明的重任。中国的高等教育已经进入大众化阶段，目前已经建立了世界上最大的高等教育体系。2016 年，全国各类高等教育在学总规模达到 3699 万人，当年普通高等教育毕业生超过 700 万人，跻身全球高等教育排行榜前列的中国大学数量也在稳步增加，大学科研产出的数量和质量都快速增长。

尽管成就显著，中国高等教育发展还存在一系列突出的问题：

第一，高等教育入学率与发达国家相比仍有较大差距。目前中国高等教育入学率与日本、德国、英国、法国等发达国家相比，差距普遍在 15-20% 个百分点左右，还不到美国的一半。

第二，教育质量的挑战。从 20 世纪 90 年代末开始，中国高等教育的发展走上了快车道，规模快速扩张。在此过程中，尽管高等教育的软件和硬件投入都大幅度增加，但大学教育的质量和社会需求相比仍有很大的差距。教育质量严重受制于教育模式。经合组织曾经作过一项调查，向 15 万名中国工作满 6 个月的应届毕业生询问所接受的教育是否帮助他们做好了进入职场的准备，询问涵盖了 35 项技能。其中 34 项技能，在毕业生认为重要与自己是否掌握之间存在差距⁶³。有关职业学校毕业生的报告显示，有 33 项指标存在差距。当被问到是否为工作做好了充分准备，对于除数学以外的所有其他指标，至少 40% 的人都回答了“否”。大约三分之一的人最终选择了非所学专业领域的工作。

第三，公平问题。公平也是中国高等教育发展所面临的棘手挑战。从区域看，2015 年中国沿海的上海、北京、天津的适龄人口录取率接近 60%，西部省份中只有内蒙古该指标超过 55%，贵州、云南、西藏、广西等省份该指标均不到 30%。

⁶³ 数学是例外。

⁶⁴从城乡看，随着大学的扩招，农村学生接受高等教育服务的机会大大增加，中国大学学费总体控制在与居民收入相适应的水平，因此从数量上看，高等教育的城乡公平有显著的改善。但是一些研究和观察也发现，由于高等教育之前阶段的教育质量不同，农村学生进入重点高校的机会以及入学后学业表现仍存在显著的差距。⁶⁵除此之外，目前高等教育的公共资源向少数知名重点院校集中的问题也非常突出。

3.职业培训体系的现状与挑战

在劳动者进入劳动力市场之后，职业培训体系对于劳动技能的更新和提升至关重要。据教育部门的统计，2016年全国接受各种非学历高等教育的学生725.84万人次，当年已毕（结）业907.54万人次；接受各种非学历中等教育的学生达4462.69万人次，当年已毕（结）业4720.63万人次。⁶⁶

全国职业技术培训机构9.34万所，比上年减少0.56万所；教职工45.08万人；专任教师26.39万人。从行业看，国内职业培训市场的热点主要集中在职业技能培训、管理培训、语言培训和IT培训等领域。在培训市场上，IT培训的规模仅次于语言培训，对未来人工智能时代的劳动力市场十分相关且重要。

尽管职业培训体系的规模巨大，但是当前中国培训市场尚不成熟，还存在一系列的突出问题：首先，培训的质量不高。培训的优质师资力量严重不足，教授的知识和技能落后，与市场需求往往存在严重的脱节，对学员劳动技能以及市场竞争力提升的作用十分有限；其次，市场结构不合理。目前，培训市场上机构数量众多，小规模培训机构占比过高，生存压力大，风险承受能力低，激烈的竞争导致培训机构的发展普遍采取短视化的策略，难以投入必要的资源用于提升质量；第三，标准和规范缺失。由于政府的监管缺位，行业自我约束机制缺乏，导致职业培训行业的标准和规范严重缺失，职业培训领域的准入门槛过低，一方面加剧了市场无序和激烈的竞争，另一方面也导致消费者的权益得不到充分维护，因而职业培训整体陷入一个低水平陷阱，难以走上良性且持续发展的道路。

⁶⁴ 我国高等教育入学机会及其地区差异：2007-2015年，
http://www.cssn.cn/jyx/jyx_gdjyx/201709/t20170907_3633220_1.shtml

⁶⁵ 别让基础教育城乡落差在大学延续，<http://edu.people.com.cn/n1/2016/0321/c1053-28213617.html>

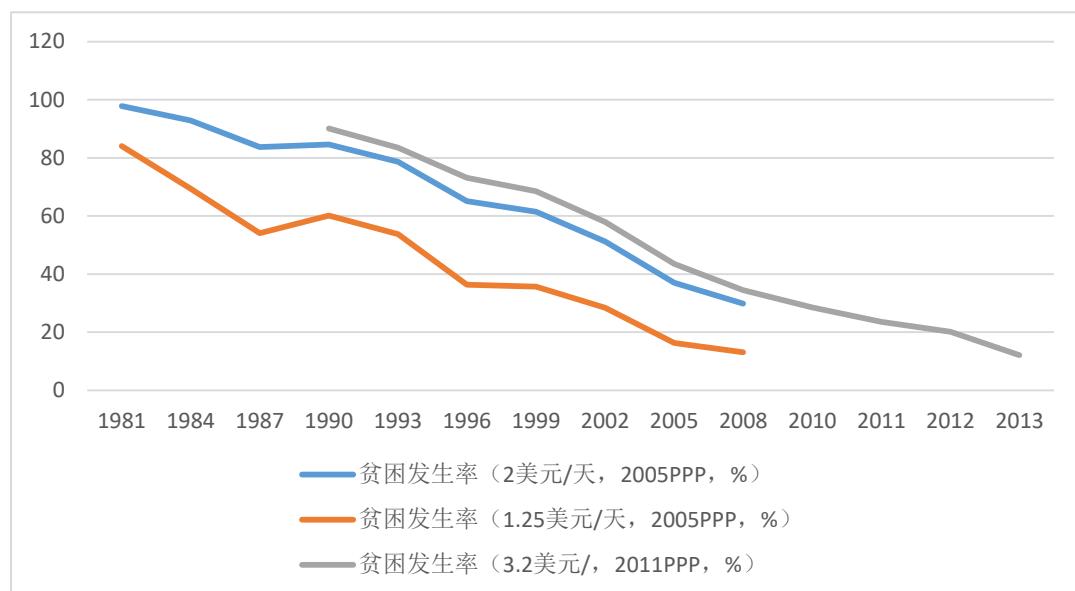
⁶⁶ 2016教育事业统计公报发布高等教育毛入学率达42.7%，
<http://edu.people.com.cn/n1/2017/0710/c367001-29395416.html>

二、社会保障体系与社会公平

1. 中国的社会公平挑战

改革开放以来的四十年里，中国居民收入水平迅速提高，农村贫困人口大幅度减少，创造了世界减贫的奇迹。根据世界银行人均 2 美元/天的标准（2005 年购买力平价），1981 年我国贫困发生率高达 97.81%，几乎全国都处于贫困和匮乏中。2009 年我国贫困发生率下降到 27.21%。如果用 2011 年购买力平价，在人均 3.2 美元/天的标准下，1990 年我国贫困发生率高达 90.1%，2013 年减少到 12.1%。根据我国的官方贫困线，农村的贫困发生率也同样大幅度下降，从 1978 年的 97.5% 下降到 2017 年的 3.1%。

图 14 中国 1981–2013 贫困发生率（2005 年和 2011 年购买力平价）



资料来源：世界银行 WDI 数据库

尽管我国减贫的成就显著，但是面临突出的经济不平等挑战。在改革开放初期，中国经济处于一种低发展水平的平等状态。以居民收入的基尼系数衡量，那个时候收入的基尼系数仅有 0.2 左右。改革开放后，中国经历了快速的经济增长，但居民收入分配差距也在迅速拉大。到 2008 年，居民收入的基尼系数达到了 0.491 的历史高点。此后，随着西部大开发、新农村建设的推进以及城镇化水的提升，城乡和地区发展差距缩小，居民收入分配进入转折期，⁶⁷收入基尼系数也有所缩小，2016 年收入基尼系数下降到 0.465，仍处于较高水平。值得注意的是，

⁶⁷ 中国发展研究基金会（2010）：转折期的中国收入分配。

收入基尼系数只衡量了流量层面的经济发展差距，如果从居民财产差距看，经济不平等要大得多。一些研究表明，中国居民的财产基尼系数已经超过 0.70，处于很高的水平。

居民经济层面的不平等，是个人发展能力、公共服务以及各种发展机会不平等的产物，但反过来又会强化其他方面的不平等。严重的不平等会侵蚀经济社会发展的基础，导致社会阶层的对立和对抗，对于中国实现长远的现代化目标十分不利。

抑制和减少经济社会发展的不平等，关键是推动发展能力和发展机会的平等化，而且公平的社会保障体系也至关重要。通过提供社会安全网，使因为短暂命运遭际不利的人获得缓冲机会重新融入发展进程，也可以使那些处于严重不利状况的人得到基本的生活保障。

2.社会保障体系发展现状

中国的社会保障体系自 20 世纪 90 年代中后期开始重建，目前已经形成了多层次的社会保障体系框架，主要包括社会保险、社会救助、社会福利、慈善事业等基本保障部分和补充社会保险、商业保险等补充保障部分，其中社会保险是基本保障的主体和核心部分。

在社会保障法制建设方面。目前，我国已经形成以《社会保险法》、《劳动法》、《收养法》、《职业病防治法》、《军人保险法》为基本法律，以《失业保险条例》、《工伤保险条例》、《城市居民最低生活保障条例》、《社会保险费征缴暂行条例》、《农村五保供养工作条例》、《廉租住房保障条例》、《社会救助暂行办法》、《关于建立新型农村合作医疗制度的意见》等相关法规和规章以及规范性文件为配套的社会保障法律体系，我国社会保障体系建设已经全面纳入法制化轨道。⁶⁸

从社会保险覆盖范围看，随着全民参保计划深入实施，中国已经建立起了世界上覆盖人群最多的社会保障制度。截至 2017 年底，全国参加基本养老保险人数达 91548 万人。其中，参加城镇职工基本养老保险人数 40293 万人，城乡居民基本养老保险参保人数 51255 万人。养老保险总体覆盖率已经超过 90%。全国参加基本医疗保险人数为 117681 万人。其中，参加职工基本医疗保险人数 30323 万人，参加城乡居民基本医疗保险人数为 87359 万人。参加工伤保险人数为 22724

⁶⁸ 陈彬.我国社会保障事业的发展历程及未来趋势. <http://www.sic.gov.cn/News/455/7860.htm>

万人，参加生育保险人数为 19300 万人。⁶⁹

从社会保险基金规模看，我国社会保险基金规模总体呈不断增长态势。2017 年，全国五项社会保险基金收入合计 67154 亿元，基金支出合计 57145 亿元。其中，基本养老保险基金收入 46614 亿元，基金支出 40424 亿元。基本医疗保险基金总收入 17932 亿元，支出 14422 亿元。工伤保险基金收入 854 亿元，支出 662 亿元。生育保险基金收入 642 亿元，支出 744 亿元。截至 2017 年底，基本养老保险基金、基本医疗保险统筹基金、工伤保险基金以及生育保险基金的累积结余分别为 50202 亿元、13234 亿元（含城乡居民基本医疗保险基金累计结存 3535 亿元）、1607 亿元（含储备金 270 亿元）、564 亿元。⁷⁰除以上社会保险基金之外，我国于 2000 年开始创建全国社会保障基金，这是为应对未来老龄化高峰的挑战而建立的国家战略储备基金。截至 2016 年底，全国社会保障基金资产总额 2.04 万亿元。基金自成立以来的年平均投资收益率 8.37%，实现保值增值，基金实力不断增强。⁷¹

从社会保障水平看，新世纪以来中国社会保障水平不断提高。2017 年，企业退休人员基本养老金水平实现“十三连调”，企业和机关事业单位退休人员基本养老金同步调整，1 亿多退休人员受益。城乡居民人均月养老金超过 120 元。城乡居民医保补助标准达到人均 450 元。新版国家基本医疗、工伤和生育保险药品目录进一步扩大保障范围，首次开展国家医保药品目录准入谈判，谈判药品价格平均降幅 44%。⁷² 2017 年，全年共有 1113 万人次享受了生育保险待遇，女职工生育期间的收入和生育医疗费得到较好保障，促进了就业性别平等。⁷³

综上，从宏观层面来看，我国基本建立了覆盖城乡的多层次社会保障体系，为应对人工智能带来的挑战奠定了良好的基础。此外，从微观层面来看，人工智能对社会保障体系的冲击，首当其冲的便是失业保险、最低生活保障和就业救助

⁶⁹ 人社部.2017 年度人力资源和社会保障事业发展公报,<http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbz/zwgk/szrs/tjgb/201805/W020180521567611022649.pdf>.

⁷⁰ 人社部.2017 年度人力资源和社会保障事业发展公报,<http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbz/zwgk/szrs/tjgb/201805/W020180521567611022649.pdf>.

⁷¹ 全国社保基金理事会.2016 年全国社会保障基金理事会保障基金年度报告,http://www.ssf.gov.cn/cwsj/ndbg/201706/t20170612_7277.html.

⁷² 人社部.2017 年第四季度新闻发布会.http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbz/dongtaixinwen/fbh/lxxwfbh/201801/t20180126_287506.html

⁷³ 人社部.2017 年度人力资源和社会保障事业发展公报,<http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbz/zwgk/szrs/tjgb/201805/W020180521567611022649.pdf>.

制度。所以，在此着重对失业保险、最低生活保障和就业救助制度进行考察。

3.中国社会保障体系的不足和挑战

在人工智能时代，由于就业结构的变化以及知识、技术等生产要素参与分配的比重增加，群体间、行业间以及地区间的收入差距有可能会被进一步拉大。要应对这种冲击，现行社会保障体系的保障功能和再分配功能显得不足。

首先，现有社会保障制度中对弱势群体的转移支付能力有限。我国社会保障制度中针对弱势群体进行转移支付主要是通过最低生活保障制度进行。最低生活保障制度既是一种政府的转移支付政策，又是一种收入再分配政策。从缓解贫困的层面来看，最低生活保障制度作用是明显的，有利于贫困问题的缓解；但是从缩小收入差距层面来看，最低生活保障制度的作用是相当有限的。

其次，社会保障体系的资金可持续性面临艰巨挑战。一方面，在老龄化和少子化的双重夹击下，劳动年龄人口规模的减少，数量型人口红利的消失，对社会保障体系的资金可持续性构成了威胁。近年来，一些地方陆续暴露出养老金、医疗保险资金入不敷出的事件。随着社会老龄化程度的加深，养老医疗负担会将持续加重，社保基金短缺的问题可能会在更多地方出现，从局部危机变成全局性挑战。另一方面，我国当前社保缴费水平在企业用工成本中的比例已经处于高位，通过增加社保缴费进行融资的空间不大。支出的刚性和筹资限制对社保体系长期的资金可持续性构成严峻挑战。

第三，现行社会保障政策在不同行业间的待遇水平失衡。目前我国的社会保障中与行业、企业关系较为密切的制度主要包括养老保险、医疗保险、失业保险、工伤保险、生育保险、住房公积金以及企业年金制度。其中前五项制度的企业与个人缴费依据主要是参照个人基本工资或者企业上一年的工资总额，因此在行业收入差距扩大的影响下，不同行业间的社会保险缴费总额差距将会进一步拉大，导致保障水平差距的扩大。

第四，社会保障的区域统筹层次低。目前最有可能率先被人工智能替代的制造业主要聚集在沿海发达地区，大量劳动力来自于流动的农民工。一旦面临失业的冲击，这些工人将不得不返回原籍。由于目前社会保障的统筹层次低，农民工返回原籍后，其社保费用将主要依托本地支付，但原籍通常在经济社会发展相对落后的地区，这可能会对社会保障体系的可持续性构成挑战，并进一步加剧东部

地区与中西部地区政府公共服务能力的差距。

4.为未来的社会保障体系融资

制约社会保障体系发挥保障和再分配功能的一个关键因素是筹资。随着人工智能时代的到来，资本参与初次分配的优势将进一步增强，而劳动要素的贡献将被进一步削弱。对于那些主要从事重复性和标准化工作的人来说，人工智能带来的冲击可能是一场灾难，他们的工作很容易被人工智能所取代，失去谋生的机会。既然机器取代了劳动力，为了保证社会保障体系资金可持续性，抑或从社会公平的角度出发，我们是否应该向机器人征收机器人税或者人工智能税，以便保持社会保障体系资金来源的可持续性就成为问题的关键。如果保持现有的税收模式，在发生就业替代的行业和企业，初次分配几乎全部为资本所得，劳动报酬将变得极少，初次分配结构会极大失衡。

2017 年年初，美国微软创始人比尔·盖茨重提向机器人（人工智能）征税，引发了全球范围内的讨论。支持对人工智能征税有多重理由，有基于对社会公平这一价值观的追求，有基于对社会稳定以及为再分配体系筹资的现实考量，还有基于对受冲击群体的补偿。反对的理由则包括，对机器人（人工智能）进行征税会阻碍技术进步和创新，降低经济体系的效率和竞争力，而且还会面临一系列技术难题。⁷⁴

人工智能税涉及两个层面问题：要不要收征税以及如何征税。前者更多的是一个理念问题，后者则是一个技术问题。对于前者，我们认为从社会保障政策的目标出发，无论从事生产力工作或者财富积累的主体是人类还是智能机器人，都应该进行征税。征收机器人税，本质上不是对机器人征税，而是对机器人拥有者征税，这实际上还是征收资本利得税⁷⁵。

5.普惠性转移支付：普遍基本收入及其他

对人工智能将导致大规模失业的担忧，激发了人们对改革现有社会保障体系的探索。普遍基本收入（Universal Basic Income, UBI）最近重新引起普遍的关注和讨论。该制度保证每个人都将获得无条件现金补助，并保证最低收入水平，简化各种公共项目的管理。因为 UBI 为每个人提供了一份体面的补贴，所以除

⁷⁴ 比尔·盖茨主张向机器人征税，可行吗？

<http://view.news.qq.com/original/intouchtoday/n3811.html>

⁷⁵ 刘灿邦,CFP. 向机器人征税意味着征资本利得税[J]. 企业观察家,2017(04):20-21.

了那些为公众提供服务的普遍性项目（如公共教育、健康医疗等和 UBI 继续并存外），大部分其他社会保障项目就不再实施。各种特殊补贴还需继续实行（例如残疾人补贴），但也会比现行的减少，因为基本生活支出已经由 UBI 提供。虽然每个人都获得了补贴，但对大部分人来说，在某一时间段内，可能都是这些补贴的纯粹贡献者，因为他们的税赋增长比领取的基本收入要高。

支持 UBI 的人认为，UBI 对不平等有潜在的深刻影响。贫富差距被消除了，劳动更多地成为一种近乎自愿的行为，工人与雇主之间的权力关系变得更加平等，因为工人随时可以选择离开。人们为市场外的需求提供产品和服务的可能性提高了，因为这类活动已不再需要为参加者提供基本生活保障。

对 UBI 持怀疑态度的人主要提出了两点反对意见：一是 UBI 可能会降低工作动力、减少劳动力供给；二是为了支持 UBI 所需资金，税率可能会出奇的高⁷⁶。

目前，国际上已经有一些无条件基本收入的试验。2011 年，印度在联合国儿童基金会的资助下，在中央邦的 8 个村子里开展了试验。在 18 个月的试验后，评估结果表明，试验后人们更倾向于现金支付而不是过去名目繁多的补贴，与对照组相比，基本收入更有助于改善营养（对低种姓人群尤其显著）、摆脱对落后低效公共配给系统的依赖、促进了社区小规模的投资以及更多的劳动投入，试验的效果总体是积极的。⁷⁷芬兰于 2017 年初开始了一个无条件的普遍基本收入保障的社会福利实验，然而，芬兰决定在 2018 年年底后停止实验，也不会再搞无条件基本收入保障。⁷⁸OECD 针对芬兰普遍基本收入的调查报告指出，在基本收入的情景下，一次性补助替代了某些现有补助，而这要通过增加近 30% 或约占 GDP4% 的所得税。要筹集基本收入的资金，需要大量的税收，这反过来会部分抑制工作激励。此外，人们也担心，无条件收入补助会减少有偿工作的必要性。⁷⁹目前，加拿大、美国、荷兰、乌干达、肯尼亚等国家也都开展了小规模的基本收入试验，相关的经验还有待进一步的交流和总结⁸⁰。

⁷⁶ Erik Olin Wright. 普遍基本收入能解决全球不平等问题吗？

<https://zh.unesco.org/news/pu-bian-ji-ben-shou-ru-neng-jie-jue-quan-qi-bu-ping-deng-wen-ti-ma>

⁷⁷ 盖-斯坦丁. 印度基本收入实验. 实验主义治理第 124 期.

⁷⁸ 丹尼尔·米切尔. 芬兰政府结束“派钱”试验——普遍基本收入可行吗？

https://www.sohu.com/a/229957393_611098

⁷⁹ 丹尼尔·米切尔. 芬兰政府结束“派钱”试验——普遍基本收入可行吗？

https://www.sohu.com/a/229957393_611098

⁸⁰ 目前这些交流讨论在很大程度上还局限于学术层面，“世界基本收入大会”是一个重要的交流平台。

除了普遍基本收入，也有学者提出普遍性的社会分红计划。早在 1936 年，英国学者詹姆斯-米德就提出社会分红的构想，认为国家可以将社会化企业的一部分利润作为社会分红分给消费者，另一部分用于社会化企业的再投资。从实践看，20 世纪 80 年代开始，美国阿拉斯加州就开始了社会分红试验，至今已经成功运行了 30 多年。受此启发，中国学者崔之元教授也在 2006 年提出设立永久信托基金的设想，将中央非金融企业的利润投入基金中，基金产生的收益的一部分用于社会分红。

普遍基本收入或者类似的设想在我国还没有相关试验，考虑到经济发展水平总体较低、居民收入分配较大、以及城乡、地区之间存在巨大差异，当前公共资源还需要优先瞄准最急需的贫困脆弱人群。尽管如此，通过整合扶贫领域的公共资金和资源，在部分贫困地区进行小范围的基本收入试验，为应对人工智能普及带来的社会冲击探索政策工具，仍不失为一项可以考虑的选择。

第七章、结论与政策建议

得益于算法的突破、计算能力的突飞猛进以及数据可获得性极大改善，第三波人工智能掀起了热潮。和前两次不同，在这一波人工智能热潮中，人工智能的技术已经开始广泛地渗入和应用于诸多领域，包括社交媒体、搜索引擎、工业自动化、电子商务平台、交通出行和物流、医疗和教育等，并展现出巨大的潜力。

中国在人工智能领域起步晚，技术基础薄弱，但追赶速度迅猛，在部分具体应用领域居于发展的前沿。总体上看，与美国、欧洲、日本相比，中国人工智能在基础层的理论、技术、操作系统、高端硬件和设备上还远远落后，在技术层有所积累，在面向市场终端的领域已经有比较成功的应用。从产业发展来看，中国在人工智能领域具备一定的基础，发展势头良好，企业数量快速增长，投融资活跃。

人工智能的兴起恰逢中国经济社会结构的快速调整，这意味着未来十年中国人工智能发展迎来了一个黄金窗口期。在这一时期，中国经济中服务业发展滞后但正处于快速扩张阶段，就业蓄水池规模庞大，而且数量型的人口红利正开始衰退，这将在很大程度上缓冲因为人工智能应用带来的就业冲击以及由此引发的一系列问题。不仅如此，人工智能的快速应用将有助于解决中国在一些行业（特别是中高端服务业）中存在的供给瓶颈，有助于进一步释放中国社会的发展活力。

中国应该积极拥抱人工智能，充分利用好人工智能对生产力的解放效应。但是，与此同时，需要妥善应对人工智能应用带来的一些负面的社会后果。这需要教育体系、培训体系在人们进入劳动力市场前和后作好充分准备，提升人的能力和对未来社会的适应能力。此外，还需要一个健全、公平而可持续的社会保障体系为那些在市场中处于短暂或者长期弱势的群体提供基础性的支持。但是，我们的教育体系、职业培训体系在服务质量、水平、公平性等方面还存在明显短板，没有为将要到来的劳动力市场冲击做好充分准备，迫切需要进行根本性的供给侧结构性改革。中国的社会保障体系经历了 20 年的重建，在覆盖率、保障水平上取得了长足的进展，但未来面临严峻的资金可持续性挑战。

基于前述的分析和讨论，报告对中国未来利用好“人工智能红利”，同时应对劳动力市场以及社会公平挑战有以下建议：

第一，做好人工智能知识的普及。针对人工智能的拟人化和戏剧化的想象，会导致社会对人工智能的认知隔膜。人工智能发展趋势不可阻挡，社会越早了解人工智能的特点和应用领域，了解其潜力、短板和发展趋势，建立起正确的认知，就越有可能早日接受和利用人工智能，并对可能产生的变化提早作出应对。

第二，积极推进“AI+”战略。基于自然语言处理、语音识别、机器学习、计算机视觉与图像等技术的人工智能具有多样化的应用场景。应鼓励人工智能的渗入式应用，使之全面融入社会生产生活的各方面，提高生产率、公共服务水平和居民的生活质量。

第三，多层次有重点地支持人工智能的研发和产业化。充分认识我国与欧美日发达国家在人工智能基础理论、技术、系统和硬件上的差距。加大对人工智能相关基础层和技术层软硬件的研发投入，提高核心技术的自主性。吸取过往产业政策中存在的弊病，减少一般产业应用层面的政府补贴和各类干预，让企业依循市场规律自主决定应用层面的研发方向。建设和完善有利于人工智能以及其他高科技领域的创新生态体系，加强科研机构与企业的深度合作，不断优化有利于创新发展的营商环境，积极推动研究成果的产业化。坚持开放式创新，广泛开展国际合作，充分利用国内外的科技资源和优势。充分发挥好中国市场规模大、增长迅速的优势，在此基础上不断向产业链前端突破。

第四，鼓励人工智能基础优先用于经济社会发展的短板领域。中国经济结构总体上持续优化，但在一些领域存在突出的短板，包括教育、医疗、法律、金融等中高端服务业领域。这些领域存在突出的供给数量、质量和结构问题，限制了中国经济向高质量发展转型的步伐。要充分发挥人工智能的潜力，解决相关领域供给能力不足的短板，使之更好地服务于社会中的贫困和弱势群体，促进社会发展的公平性和包容性。

第五，研究和理解知识经济的规律。人工智能将加速推动向知识经济的转型。要充分研究知识经济下资源结构、成本结构、市场结构、经济结构、贸易结构、就业结构和分配结构的变化及其特征，并根据这些特征完善经济制度和政策。特别是，要认识知识经济下就业模式的变化，完善就业相关的定义和统计，在此基

础上设计相关的公共政策。在知识经济中，要特别重视知识产权的保护，但也要探索新的面向知识经济的知识产权制度，促进知识的流动和使用。高度重视知识经济中垄断加速形成的趋势，对可能违反公共利益的强化垄断的并购活动加以严格审查和限制。加强对个人隐私和企业数据信息安全的保护。

第六，要优先将公共资源投入到人的能力建设。要避免人工智能广泛应用可能造成的大规模失业以及经济社会不平等的恶化，当前公共资源要将投资于人放在首位。教育体系的功能需要重新定位，聚焦于培养更全面的人，促进人的全面发展，提升对未来社会变化的适应能力。政府应该加大对各级教育领域的投入，并将促进城乡和地区教育公平作为首要任务，其中，特别要尽早投资于贫困农村地区的学前教育和早期养育，鼓励教育部门和社会力量创新农村教育和养育的服务供给模式，提高质量，降低成本。在中等职业教育上，要进一步完善教学内容体系，加强通用技能和人文情感教育，加强对青少年心理健康干预的投入和专业化水平。高等教育需要优化办学模式，避免高等教育职业化的倾向，支持创新型和通用型人才的培养，加强与国际先进高等院校和研究机构的合作，支持社会化力量办学，以增量改革推动社会办学。要特别重视利用人工智能推进城乡、地区以及社会群体之间教育公平，让人工智能变得人人可及。

第七，完善终身学习体系，建立高质量的职业培训体系。政府应该采取有效政策或措施，完善现有劳动力的再教育及培训体系，为劳动力技能和业务的调整创造培训和学习机会，从而维护国家的竞争优势。将职业培训纳入终身学习体系，为已进入劳动力市场的人口提供持续、有质量的职业培训。加强职业培训体系与普通教育体制之间的衔接。公共和私营部门应共同参与基于工作的学习和教育培训体系的设计，鼓励企业在内部加大对在岗学习和技能提升的投入，将之作为引导企业履行社会责任的重要组成部分。加强政府与职业培训机构的合作，完善职业技能的评估认证体系，要通过人工智能技术实现数字认证，提高培训质量标准。应鼓励相关部门让人工智能技术渗透到职业培训领域，支持人工智能技术在职业培训领域的开发与应用，并借助其监管职业培训的安全性和可控性。

第八，强化社会保障体系的保障功能和再分配功能。推动社会保险制度的均等化，加强城乡和区域之间的制度衔接，推动社会保险项目的全国性统筹，提高城乡、地区和行业之间的保障公平性。稳步提高城乡最低生活保障水平，将失业

保险和就业支持政策覆盖城乡全体劳动人口。根据经济社会结构的变化，做好精算基础上的社会保障预算，设计社保缴费和待遇水平，提高社会保障体系的可持续性。综合考虑公共财政预算平衡、生产率提高、社会公平，提前研究人工智能广泛应用下的税收伦理和法理基础，以及合理税率的确定。选择部分贫困农村、资源枯竭型城市以及受产业结构调整冲击巨大的地区开展基本收入试验计划。

第九，完善新产业形态下的就业统计和相关研究。人工智能的普遍应用，将打破现有就业岗位中的职业技能以及时间、空间的组合，一些传统定义的“正规”就业形态将越来越具有“非正规”的特点，表现为工作内容、生活方式、劳动投入时间、工作地点选择上的灵活性。社会需要更新对于就业的认知，公共部门的就业支持政策、税收政策、社会保障政策也需要适应这一变化。

致 谢

本课题是中国发展研究基金会与红杉资本中国基金精诚合作的结果。课题在设立和实施过程中，得到了中国发展研究基金会副理事长兼秘书长卢迈先生、红杉资本全球执行合伙人沈南鹏先生的大力支持和指导。微软公司、IBM 公司、阿里研究院、波士顿咨询公司、汇医慧影、好未来集团、领英公司、清华大学经济管理学院互联网发展与治理研究中心、中国人民大学劳动人事学院等单位组织的研究团队，为课题提供了丰富的行业案例和前沿洞察，背景报告的很多观察、发现、观点和思考已经反映在这份最终报告中。课题在开展过程中，得到了浙江省政府发展研究中心、苏州市委市政府、广东省发展研究中心在调研上的支持，薛澜、李开复、潘天佑、庄海鸥、高世名、崔之元、蔡恒进、罗楚亮、Bill Bikales 等专家学者与我们分享了他们的思考和洞见，为课题研究提供了诸多启发。中国发展研究基金会的多个研究部门参与了课题研究，俞建拖、郝景芳、李奇文为课题开展作了协调支持工作，并参与了相关的研究和写作，都静、赵晨、邱月、朱美丽、杨修娜等人提供了背景研究报告，李帆为合作双方的协调提供了大量帮助。红杉资本中国基金不仅为课题提供了经费上的支持，而且广泛联络人工智能领域的被投企业，提供了技术和产业前沿的第一手信息，翟佳、丁飞洋、杨雅楠等为课题的顺利推进做了大量的协调支持工作。对于以上单位和个人为课题顺利实施做出的贡献，表示诚挚的感谢。

肖庆文

课题组组长，中国发展研究基金会副秘书长

2018 年 8 月 6 日



中国发展研究基金会
China Development Research
Foundation

中国北京东城区安定门外大街136号皇城国际中心A座15层
邮编: 100011

电话: (+86) 10-64255855
传真: (+86) 10-64255855 分机8100
网址: www.cdrf.org.cn
电邮: cdrf@cdrf.org.cn

Floor 15, Tower A, Imperial International Center
136 Andingmen Wai Avenue, Dongcheng District,
Beijing 100011, China

Tel : (+86) 10-64255855
Fax: (+86) 10-64255855 ext. 8100
Website: www.cdrf.org.cn
E-mail: cdrf@cdrf.org.cn