

中国人工智能的未来之路

中国发展高层论坛 | 2017 年 3 月

机密和专有

未经麦肯锡公司授权，严格禁止任何人以任何形式使用本资料。

中国人工智能的未来之路

鲍达民，麦肯锡公司全球总裁

提要

2016年3月，AlphaGo 计算机程序轻取围棋九段棋手李世石，立刻引发全世界的讨论。这一里程碑事件向世界证明，机器可以像人类一样思考，甚至比人类做得更好。乐观人士相信人工智能技术的突破将极大推动生产力的提高。但同时也激发了对人工智能或将取代人类工作的焦虑情绪，甚至有人担心人类最终会创造出连自己都无法控制的智能机器。在纷繁的观点背后，有一点毋庸置疑：人工智能有着改变全球社会的巨大潜力。

随着人口红利的快速消失，中国急需寻找新的增长引擎。基于人工智能的自动化可以提升生产力，帮助中国实现其经济发展目标。

在这一背景下，理解人工智能的发展及其对中国的影响尤为重要。本文将涵盖以下内容：

- 第一部分简要介绍人工智能的发展历程、现有技术水平及未来展望。
- 第二部分分析中国在人工智能领域的实力并论述相关挑战，以及人工智能在经济、社会和地缘政治方面的影响。
- 第三部分对中国在产业、经济、教育、社会及国际政策方面就人工智能发展提出五大战略建议。

1. 人工智能：拐点来临

人工智能是对人的意识、思维过程进行模拟的一门新学科。似乎在一夜之间人工智能从虚无缥缈的幻想成为了现实。计算机科学家们在机器学习和深度学习领域已取得重大突破，可以赋予机器认知及预测能力。如今在现实世界中，这些系统的应用已不鲜见。

回顾变革前的简史

人工智能意为机器对人脑思维认知功能的模拟。这一概念长期以来只存在于人类幻想和科幻小说中，直至 20 世纪五六十年代，有关人工智能的理论初步形成后，才开始引发普遍乐观情绪和第一波热潮。但由于技术未能实现突破性进展，人工智能无法达成预期效果，因此陷入了一段沉寂期¹。往后数十年间虽然不乏成功案例（如 IBM 的超级计算机“深蓝”击败国际象棋冠军加里·卡斯帕罗夫），但因为人工智能在现实世界的成功案例太过孤立，所以不足以支撑大规模商业化。

让我们快进至 21 世纪。**数据收集及整理、算法（尤其是机器学习）以及高性能计算等技术**的突飞猛进促成了革命性进步。例如，在以往被认为是机器“无法取胜”的围棋比赛中，AlphaGo 成功击败人类世界冠军，从而赋予了这场获胜历史性的意义。

而变革不仅发生在理论前沿。被视为未来超级智能系统的先锋——各类应用机器学习技术的分析工具已现身市场。金融、医疗、制造等行业应用发展迅速，人工智能领域的全球风投也从 2012 年的 5.89 亿美元猛增至 2016 年的 50 多亿美元²。麦肯锡预计，至 2025 年人工智能应用市场总值将达到 1270 亿美元。

了解人工智能及其能力

以往人们借助计算机的运算能力可以更高效地完成任务（例如，比人类更快地处理更复杂的计算）。传统的软件程序由人类编写，包含具体的指令要求。

人工智能的工作模式完全不同。它们依据通用的学习策略，可以读取海量的“大数据”，并从中发现规律、联系和洞见。因此人工智能能够根据新数据自动调整，而无需重设程序。利用**机器学习**³，人工智能系统获得了归纳推理和决策能

¹ Daniel Crevier, *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence (人工智能：探索人工智能的坎坷历史)*, Basic Books, 1993.

² “The 2016 AI recap: Startups see record high in deals and funding (2016 人工智能回顾：创业公司交易及融资创新高)”, CB Insights blog, 2017 年 1 月 19 日, <https://www.cbinsights.com/blog/artificial-intelligence-startup-funding/>.

³ 机器学习是人工智能领域最重要的技术进步之一。基于人类认知过程可通过数学模型模拟的假设，大量数据被输入提供框架性学习策略的算法内，“训练”机器自主寻找可以解读数据或提供预测的规则或程序。

力；而**深度学习**⁴更将这一能力推向了更高的层次。这些计算机系统能够完全自主地学习、发现并应用规则。

虽然深度学习领域近来的突破可使人工智能系统在一些关键能力上媲美甚至赶超人类，但距离实现“通用人工智能”，即机器能够完全模拟人类认知活动，仍需数十年的努力。不过机器学习系统已经有了某些商业化落地，且应用广泛，可以担当客服、管理物流、监控工厂机械、优化能源使用以及分析医学资料。麦肯锡全球研究院最近的研究显示机器学习技术可广泛应用于各行各业⁵。

人工智能技术通常由四个部分组成，即认知、预测、决策和集成解决方案。**认知**是指通过收集及解释信息来感知并描述世界，包括自然语言处理、计算机视觉和音频处理等技术。**预测**是指通过推理来预测行为和结果。举例而言，此类技术可用来制作针对特定顾客的定向广告。**决策**则主要关心如何做才能实现目标。这一领域的用例十分广泛，如路线规划、新药研发、动态定价等。最后，当人工智能与其他互补性技术（如机器人）结合时，可生成多种**集成解决方案**，如自动驾驶、机器人手术，以及能够对刺激做出响应的家用机器人等。目前人工智能各项技术的商业化水平参差不齐。认知和预测领域的许多技术已经逐步商业化，然而决策和集成解决方案技术多处在研发阶段（见图 1）。

⁴深度学习是机器学习领域的分支及计算机科学的前沿，指人工的、基于软件的计算机通过模拟人类大脑神经元的功能，彼此相连，形成一个阶层式类‘神经网络’。不同于浅层学习算法或传统式机器学习的手工获取特征，深度学习使用多层非线性处理单元变换数据输入，上层输出作为下层输入，自动提取数据特征。该错综复杂的神经网络使得诸如图像识别及自然语言生成等更为复杂的技术得以实现。

⁵*The age of analytics: Competing in a data-driven world* (分析时代：数字化世界中的竞争)，麦肯锡全球研究院，2016年12月。

图1：人工智能不同技术领域的商业化程度

功能	成熟度	用例
认知	●	 辨识医学图像，准确度可与人类放射学医师媲美 ¹
		 可将普通话转化为文本，准确率高达97% ²
预测	●	 根据观影历史向观众推荐电影
		 预测顾客的购物偏好 ³
决策	●	 为客户提供资产配置和财富管理建议
		 将白噪声或图像转化为超现实主义“艺术作品”
集成解决方案	●	 通过智能音箱装置控制家用电器（如电灯、音乐播放器）
		 自动驾驶汽车可在有限的已知环境中行驶

1 Tom Simonite, “IBM的自动化放射器能够解释图像和病例”，麻省理工科技评论，2016年2月4日。
 2 Emma Lee, “锤子科技推出旗舰机M1/M1L，不成功便成仁”，2016年10月19日，详见<http://technode.com/2016/10/19/smartisan-flagship-smartphone-m1m1/>
 3 Karen Bannan, “今日大数据明星”，改写版，2014年9月11日，详见<https://www.ca.com/us/rewrite/articles/application-economy/big-data-stars-of-today.html>

人工智能的未来：挑战与机遇并存

过去的科技进步主要是指提升执行指定任务的能力。而当今的人工智能则是赋予机器反应和适应能力以优化产出。通过与物联网、机器人等技术的结合，人工智能能够构造出一个整合的**信息物理世界**。

当今人工智能发展势头正猛，未来有望在全球多个行业和场景下得到广泛运用，尤其是我们将会看到大量的人类工作被机器取代。麦肯锡全球研究院近期的一份报告对全球800多种职业所涵盖的2000多项工作内容进行分析后发现，全球约50%的工作内容可以通过改进现有技术实现自动化。

当然，技术可行性只是影响自动化速度及程度的一个因素，还有其他因素需要考虑，包括研发和应用成本、劳动力市场供需、经济效益，以及社会和政府监管部门的接受度。综合上述因素，麦肯锡全球研究院的这份自动化研究报告指出，在现今所有工作内容之中，过半会在2055年左右自动化，但这过程存在诸多变量。如

果自动化推进速度快，达到该程度可能会提前20年；如果推进缓慢，则可能延后20年⁶。

展望未来，人工智能可成为应对一些社会核心挑战的强大工具。在医疗领域，人工智能将极大提升我们分析人类基因组和为患者开发个性化治疗方案的能力，甚至大大加快治愈癌症、阿兹海默症和其他疾病的进程。在环保领域，人工智能能够分析气候特征并大规模降低能耗，帮助人类更好地监控和应对气候变化问题。人工智能甚至可以在地球以外地区发挥作用，他日或助力人类探索火星及外太空。

2. 人工智能对中国意味着什么？

在多家中国科技巨头积极研发的推动下，中国已成为全球人工智能的发展中心之一。众多的人口和完整的产业结构给中国提供了创造海量数据和广阔市场的潜力。随着老龄化的加速，中国提升生产力的要求就愈发迫切，因此人工智能技术的运用对中国未来的经济发展至关重要。一方面，中国还需要做好许多基础性工作，如更为开放的数据环境和训练有素的数据科学人才。另一方面，人工智能或将引发复杂的社会及经济问题，应审慎考量。

中国在人工智能发展中的地位

中国与美国是当今世界人工智能研发领域的领头羊。仅在2015年，两国在学术期刊上发表的相关论文合计近1万份，而英国、印度、德国和日本发表的学术文章总和也只相当于其一半⁷。

中国的人工智能发展多由科技企业推动引领。得益于大量的搜索数据和丰富的产品线，一些互联网企业走在了自然语言处理、图像和语音识别等技术前沿。⁸ 这些技术被整合应用于新产品中，如自动化私人助理、自动驾驶汽车等。

⁶这一测算的假设是：被机器取代的劳动力将再次投入工作并保持相当于2014年的生产力水平。《人机共存的新纪元：自动化、就业和生产力》，麦肯锡全球研究院，2017年1月。

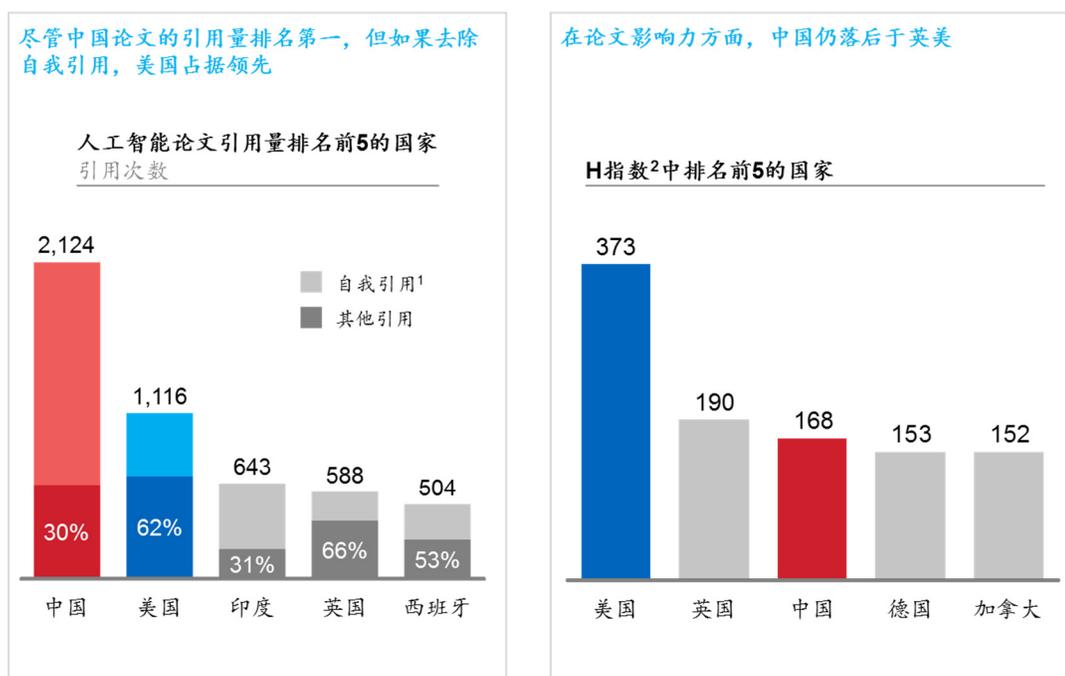
⁷ SCImago Journal & Country Rank, 2015

⁸ “Why deep learning is suddenly changing your life”, (为什么深度学习突然在改变你的生活), Fortune, 2016年9月28日, <http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning/>

中国有充足的理由对其在人工智能领域的潜力感到乐观。庞大的人口基数产生的海量数据正是“训练”人工智能系统的前提条件。“范围经济”也是中国的优势所在，广泛的行业分布为人工智能的应用提供了广阔市场。

但是，中国需要持续不断的努力，才能保持人工智能的领先地位，并且最大化其经济潜能。发展创新能力是重中之重。虽然中国在人工智能的论文数量方面超过了美国，但中国学者的研究影响力尚不及美国或英国同行（见图2）。

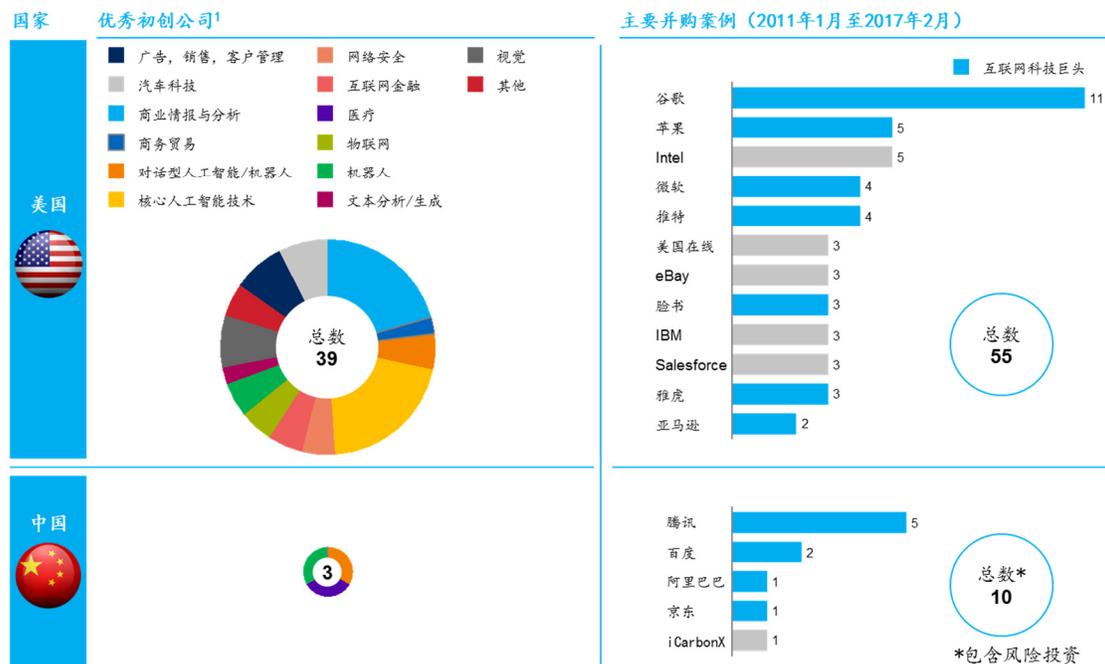
图2： 尽管中国的人工智能论文引用量领先世界，但研究的影响力不如英美



1刊物自我引用指某刊物引用本刊物中文章内容的次数。
 2 H指数是对学者发表文章的产出量和被引用次数进行科学测量的方式。H指数越高，发表文章篇数和被引用次数越多。
 资料来源：SCImago Journal Rank (2015)

此外，美国的人工智能生态系统也更为完善和活跃，创业公司数量远超中国（见图3）。由研究机构、大学及私营企业共同组成的生态系统庞大、创新且多元。硅谷在科技领域日积月累的强劲实力形成了强大而难以复制的优势。

图3: 美国优秀的人工智能初创公司在数量上和多样性上都远胜中国, 行业并购也更活跃, 说明其人工智能行业生态更为完善



1 根据CB Insights的AI 100列表, 从按总融资金额排序的前50大初创公司选取中国及美国公司
资料来源: CB Insights, 麦肯锡分析

以下, 我们从数据、算法和计算能力等三个关键因素出发分析中国面临的挑战。

数据

正如人类需要从食物中获得能量, 人工智能的“食物”则是稳定的数据流。人工智能系统必须通过大量的数据来“训练”自己, 才能不断提升输出结果的质量。但数据领域的几个因素可能会影响中国人工智能的发展。首先, 尽管中国的科技巨头能够通过其专有平台获得海量数据, 但在创建一个标准统一、跨平台分享的数据友好型生态系统方面, 中国仍落后于美国。其次, 全球各国都已意识到开放政府数据库有助于促进私营领域创新, 但中国政府数据的开放度仍极为有限 (见图 4)。最后, 对跨境数据流通的限制也使得中国在全球合作中处于不利地位。

图4：中国的政府数据开放度为全球第93名

数据开放度 ¹ 全球排名	美国	中国
天气预报	13	80
水资源质量	15	74
全国统计数据	1	106
政府支出	8	82
政府采购	1	36
位置（邮编）	49	61
全国地图	1	88
立法及法律	1	39
土地所有权	66	85
污染物排放	1	30
政治选举结果	83	87
公司注册内容	33	71
政府预算	1	49
综合	8th	93rd

¹ 对于每类数据开放度的评估主要基于能够影响公众获取数据的十大方面，包括数据是否在网上公布、是否免费、是否及时更新、是否机器可读等。

资料来源：Open Knowledge International (2015)

算法

就应用层面而言，中国的算法发展程度与其他国家并无太大差距。事实上，中国在语音识别和定向广告的人工智能算法上取得了突破进展。而全球的开源平台也使得中国企业能够快速复制其他地区开发的先进算法。

然而，中国的研究人员在基础算法研发领域仍远远落后于英美同行。一个主要原因就是人才短缺。美国半数以上的数据科学家拥有 10 年以上的工作经验，而在中国，超过 40% 的数据科学家工作经验尚不足 5 年⁹。中国在人才方面的持续努力将至关重要。

目前，中国只有不到 30 所大学的研究实验室专注于人工智能，输出人才的数量远远无法满足人工智能企业的用人需求。此外，中国的人工智能科学家大多集中于计算机视觉和语音识别等领域，造成其他领域的人才相对匮乏。如果中国大学对学生提出更高的数学和统计学要求，并且集中资源发展该领域全球前沿研

⁹ “搜索模式面临天花板 百度总裁换帅升级人工智能战略”，21 世纪经济报道，2017 年 1 月 18 日，

http://epaper.21jingji.com/html/2017-01/18/content_54928.htm

究，人工智能的发展必将受益匪浅。另一个值得思考的方向是改进现有的科研经费分配模式来推进创新。

计算能力

就人工智能的商业应用而言，计算能力并非当前掣肘。由于微处理器在全球市场上是非常普遍的产品，计算能力已经成为一种能够轻松购买得到的商品。

然而，中国绝不能忽视发展自己的先进半导体、微处理器和高性能计算技术的重要性。高运算速度的计算技术是发展尖端人工智能技术的重中之重，而其耗能水平则决定着人工智能解决方案能否实现大规模商业化。计算能力是人工智能的基础设施之一，因此具有极高的战略意义。依赖进口意味着这一基础设施的坚固程度仍不理想。

长期以来，中国的微晶片严重依赖进口，部分类型的高端半导体则几乎完全依靠进口¹⁰。2015年，美国政府禁止了英特尔、英伟达和AMD这三家全球最大的芯片供应商向中国机构出售高端超级电脑芯片¹¹。这一禁令显示了中国在半导体方面的自主研发能力对于未来人工智能发展十分重要。

为应对这一局面，中国政府在2014年出台了《国家集成电路产业发展推进纲要》以及“中国制造2025”行动纲领。中国政府还成立了国家集成电路产业投资基金，目前募资已超过200亿美元。相关行动已初见成效：2016年6月神威·太湖之光超级计算机问世，成为世界上运算速度最快的超级计算机，使用的是中国自主知识产权的处理器。政府的前期投资可以产生显著的涟漪效应，鼓励私营企业的积极参与。

特种处理器，如可以处理大量复杂计算的GPU，对人工智能的发展格外重要。在中国大力发展其集成电路产业的过程中，也应密切关注此类处理器的发展。

¹⁰ “Chips on their shoulders”（肩上的芯片，隐喻中国在这一方面所面临的挑战），*经济学人*，2016年1月23日。

¹¹ Khalid Moammer, “US government bans Intel, Nvidia, and AMD from selling high-end chips to the Chinese government”（美国政府禁止英特尔、英伟达和AMD向中国政府出售高端电脑芯片），WCCFtech, 2015年4月24日，<http://wccftech.com/us-government-bans-intel-nvidia-amd-chips-china/>.

欢迎访问：电子书学习和下载网站 (<https://www.shgis.com>)

中国人工智能的未来之路.pdf

请登录 <https://shgis.com/post/1365.html> 下载完整文档。

手机端请扫码查看：

