

中银研究产品系列

- 《经济金融展望季报》
- 《中银调研》
- 《宏观观察》
- 《银行业观察》
- 《国际金融评论》
- 《国别/地区观察》

作者：刘 晨 中国银行研究院
电 话：010 - 6659 4264

签发人：陈卫东
审 稿：周景彤 梁 婧
联系人：刘佩忠
电 话：010 - 6659 6623

* 对外公开
** 全辖传阅
*** 内参材料

我国人工智能产业竞争力评估： 国内格局和全球比较

人工智能经历了漫长的技术演变和应用，与实体经济深度融合，目前已成为驱动新一轮科技革命的关键通用目的技术。伴随人工智能对经济增长和经济结构变迁产生广泛影响，近年来各国政府高度重视人工智能产业发展。当前，我国已经形成较为完整的人工智能产业链条，全球竞争力持续提升。本文基于我国人工智能基础层、技术层和应用层产业发展格局和全球比较，分析我国人工智能产业整体情况，在此基础上为我国深化人工智能产业战略部署、推动人工智能产业高质量发展提出建议。

我国人工智能产业竞争力评估：国内格局和全球比较

人工智能经历了漫长的技术演变和应用，与实体经济深度融合，目前已成为驱动新一轮科技革命的关键通用目的技术。伴随人工智能对经济增长和经济结构变迁产生广泛影响，近年来各国政府高度重视人工智能产业发展。当前，我国已经形成较为完整的人工智能产业链条，全球竞争力持续提升。本文基于我国人工智能基础层、技术层和应用层产业发展格局和全球比较，分析我国人工智能产业整体情况，在此基础上为我国深化人工智能产业战略部署、推动人工智能产业高质量发展提出建议。

一、人工智能行业发展整体概况

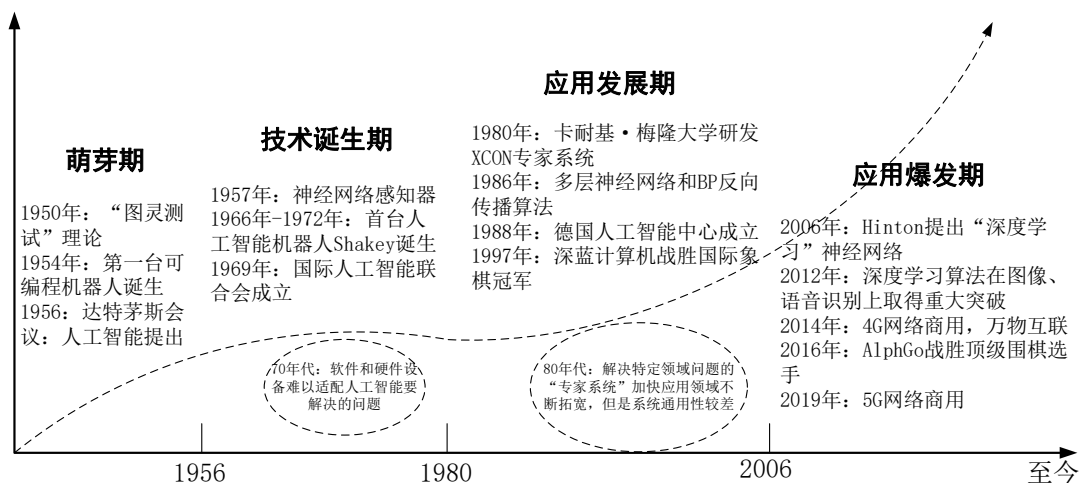
人工智能（Artificial Intelligence, AI）的概念最早诞生于 1956 年的达特茅斯会议上，特指让机器的行为与人所表现出的智能行为一样。目前对于人工智能的定义并没有形成统一的标准，根据信通院的定义，人工智能是利用人为制造来实现智能机器或者机器上的智能系统，模拟、延伸和扩展人类智能，感知环境，获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法和技术发展历程¹。

人工智能发展经历了漫长的技术演变和应用，目前已成为驱动新一轮科技革命的关键通用目的技术。人工智能的发展大致经历了三个阶段（图 1），第一个阶段为 1956-1980 年，随着“人工智能”概念被提出，一系列围绕如何让计算机具备逻辑推理能力的程序、软件相继研发面世，但是受限于硬件的内存容量和处理速度，早期的人工智能主要通过固定指令执行问题，缺乏真正的学习能力。第二个阶段为 1980-2006 年，“专家系统”商业化兴起正式揭开了人工智能发展的第二波浪潮。“专家系统”AI 程序通过总结知识并“教授”给计算机，一定程度上解决了特定领域的相应问题，AI 应用领域不断拓宽。第三个阶段为 2006 年至今，以 Hinton 提出“深度学习”神经网络为标志，机器学习、深度学习、类脑计算相继提出，解决了人工智能的基础理论问题。同时，以互联网、云计算、5G 通信、大数据等为代表的新一代信息技术不断崛起，核心算法的突破、计算能力的提高和海量数据的支撑，人工智能领域的发展

¹ 中国信息通信研究院，《人工智能安全白皮书（2018）》，2018 年 6 月。

正式进入应用爆发期。如今，作为通用目的技术，人工智能不断融入各行业领域、提供个性化产品和服务、深度融合实体经济各个环节，推动各部门生产率大幅提升。

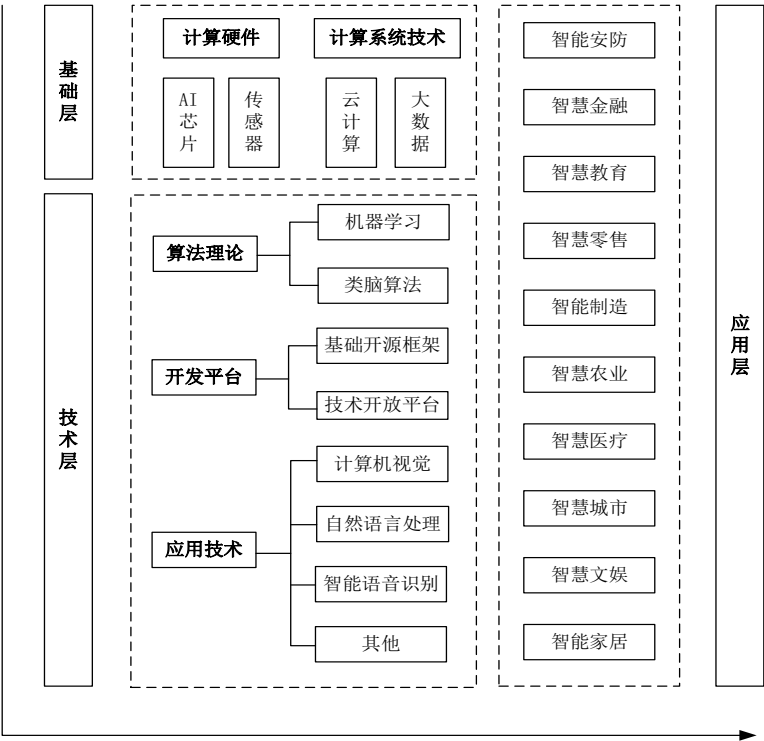
图 1：人工智能发展历程



数据来源：作者自制

人工智能加快与各部门深度融合，已经形成覆盖范围广泛的产业链条。人工智能产业链包括三层：基础层、技术层和应用层（图 2）。其中，基础层是人工智能产业的基础，主要包括 AI 芯片等硬件设施及大数据、云计算等计算系统技术的数据资源和基础设施，为人工智能提供数据和算力支撑。技术层是人工智能产业的核心，以模拟人的智能相关特征为出发点构建技术路径，主要包括算法理论、开发平台和应用技术。应用层是人工智能产业与传统产业部门深度融合的延伸，通过集成一类或多类人工智能基础应用技术，面向特定应用场景需求而形成软硬件产品或解决方案。

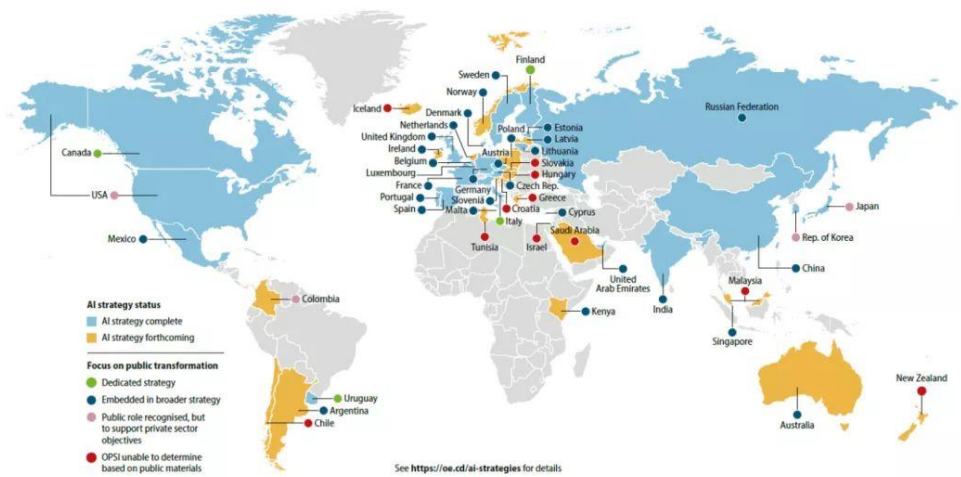
图 2：人工智能行业产业链结构



数据来源：作者自制

伴随人工智能对经济增长和经济结构变迁产生广泛影响，各国政府高度重视人工智能产业发展。人工智能已成为引领第四次科技革命与产业变革的重要核心，不仅使既有产业发生深刻变化，而且不断创新形成新业态和新产品。当前，各国人工智能产业发展水平决定了未来产业竞争格局。为了获取新一代科技革命带来的新机遇，各国加快出台国家层面的人工智能发展战略。目前，全球已有超过 30 个国家和地区将发展人工智能上升到国家战略层面（图 3）。具体来看，各国 AI 发展战略主要分为加大资金投入、推动基础研发、强化 AI 应用三类（表 1）。我国政府近年来也高度重视人工智能产业发展，先后出台一系列支持鼓励政策。2017 年 7 月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，将人工智能上升到国家战略层面，并提出三个阶段目标。2017 至 2019 年，政府工作报告连续三年提及加快人工智能产业发展。

图 3：全球 AI 战略地图



资料来源：经济合作与发展组织

表 1：各国支持人工智能发展战略梳理

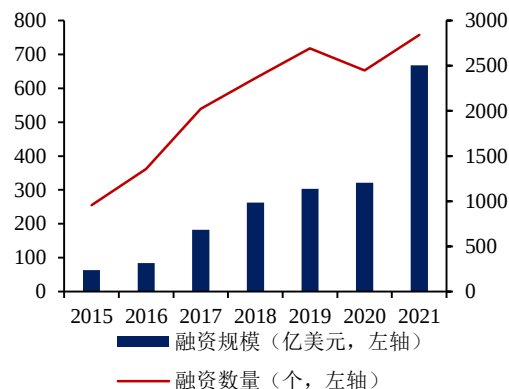
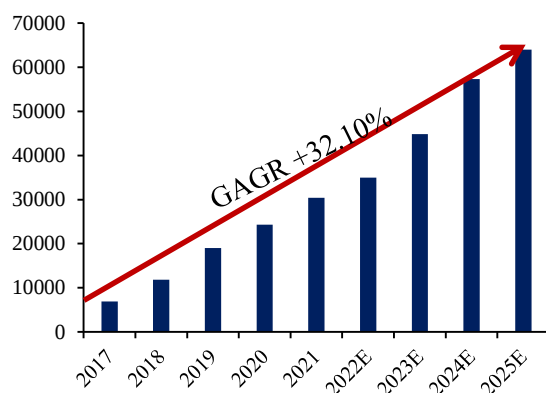
主要类型	具体内容
资金投入	美国：2021 年，美国国防高级研究计划局（DARPA）设定 AI 研发投入预算 4.59 亿美元，美国国防部联合 AI 中心拟议预算 2.9 亿美元 澳大利亚：2018 年到 2019 年的政府预算中，宣布在四年内投资 2990 万澳元支持 AI 的发展 德国：到 2025 年 AI 投资额达到 30 亿欧元
基础研发	中国：到 2025 年 AI 基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平；到 2030 年 AI 理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要 AI 创新中心 加拿大：“泛加拿大 AI 战略”中提出增加科学家和毕业生的数量、确定三个优秀科学家群体、支持国家 AI 研究群体 法国：发挥法国 AI 研发的潜在优势，在选定的大学和研究机构建立跨学科的 AI 组织，分配适当的研究资源（包括与制造商合作、为 AI 应用专门设计的超级计算机）；提高研究人员工资，加强产学研交流
AI 应用	法国：AI 发展的四大战略重点领域为健康、交通、环境、国防和安全，针对重点问题，每个战略领域分别制定政策，为特定区域的平台奠定基础 德国：实施集成的“数字化中心”以支持每年 1000 家中小企业的数字化 日本：AI 产业化进程聚焦三个优先领域，包括生产力、医疗健康和服务

资料来源：根据公开资料整理

全球人工智能产业规模快速增长，我国发展机遇与挑战并存。各国大力支持人工智能产业发展，推动人工智能产业规模快速增长。根据德勤（Deloitte）预测，全球人工智能产业规模预计从 2017 年的 6900 亿美元增长至 2025 年的 64000 亿美元，年复合增长率 32.10%（图 4）。同时，人工智能行业广阔的发展前景引起资本市场的高度关注，全球整体融资规模从 2015 年的 63 亿美元激增至 2021 年的 668 亿美元（图 5）。对于中国而言，一方面，海量数据优势和广阔的应用场景为人工智能落地提供了良好的平台，促进人工智能核心产业加快形成，助力传统产业数字化转型持续推进；另一方面，在包括基础硬件在内的部分领域存在明显短板，关键技术仍受到美国等发达国家制约，牵制了人工智能产业未来动能的持续释放。

图 4：全球人工智能产业规模

图 5：全球人工智能融资规模和数量



资料来源：德勤，CB INSIGHTS

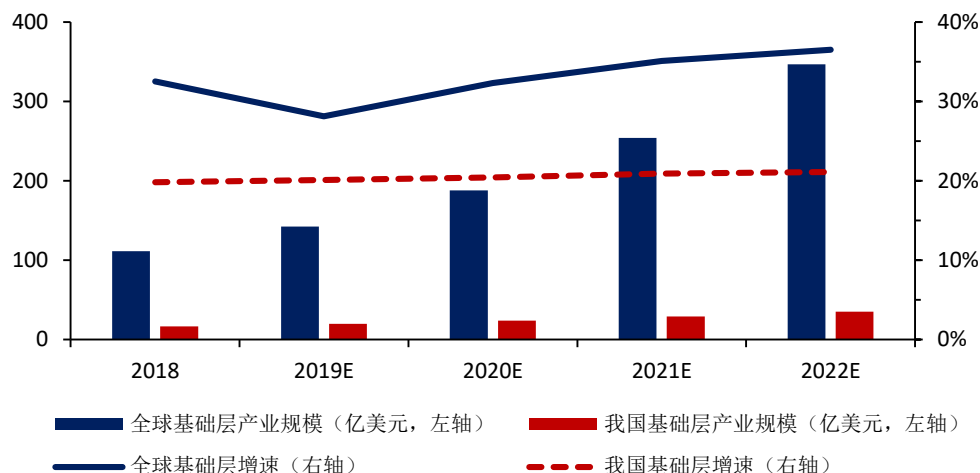
由于人工智能产业覆盖范围广泛，通过分析我国人工智能产业链各层次发展情况和竞争力，有利于深刻把握我国人工智能产业发展的短板和优势，助力我国加快补足产业短板、保持核心优势，继续抢占人工智能发展的全球高地。

二、基础层：核心技术短板牵制基础层长远发展

基础层是支持各类人工智能技术落地和应用开发的基础平台，由于基础层发展主要依赖于前期基础知识积累，创新难度高，底层基础技术和关键硬件多为美、日、韩等发达国家垄断。因此，我国在基础层的突破相对缓慢。2018 年，全球人工智能基础层产业规模达到 111 亿美元。我国基础层产业规模达到 16.6 亿美元，预计 2022 年将

达到 35.2 亿美元，年均增速普遍低于全球增速（图 6）。

图 6：全球和中国人工智能基础层产业规模及增速



资料来源：中国电子学会

（一）AI 芯片：与国外传统芯片巨头差距明显，布局主要集中在终端 ASIC 芯片

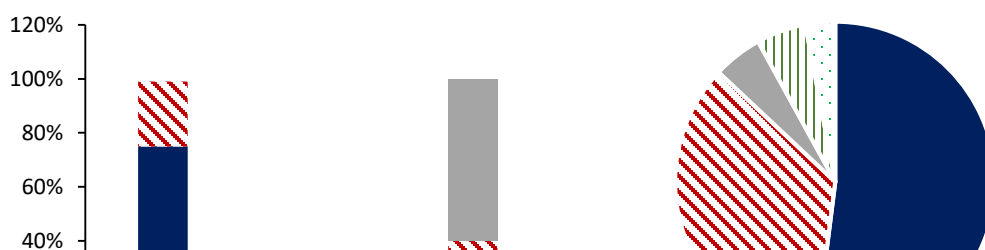
人工智能芯片为人工智能的各类功能提供支持，从广义上来看只要能够运行人工智能算法的芯片都可以称之为 AI 芯片。当前 AI 芯片产业按技术架构分类主要有三种：一是 GPU（Graphics Processing Unit，图形处理器），应用方向为高级复杂算法和通用性人工智能平台，直接可以投入使用；二是 FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程逻辑门阵列），主要应用于具体行业；三是 ASIC（Application Specific Integrated Circuit，专用集成电路），基于人工智能算法进行独立定制，其计算能力和计算效率可根据算法需要进行定制，是固定算法最优化设计的产物。

全球 GPU/FPGA 芯片市场基本形成寡头垄断格局（图 7）。据 Verified Market Research 测算，2021 年全球 GPU 市场规模为 334.7 亿美元。得益于在笔记本电脑及传统 PC 行业的优势，英特尔在集成 GPU 市场独占鳌头。Jon Peddie Research 数据显示，2022 年一季度英特尔在 PC GPU 显卡市场的份额约 60%。而独立 GPU 市场则主要由英

伟达、AMD 占据，其中英伟达独立 GPU 领域市占率基本维持在 80%左右。由于 GPU 技术壁垒极高，硬件结构精密复杂、图形算法规模庞大、软件生态相对封闭，GPU 设计商必须完全自主研发，开发难度较大。近年来虽然我国 GPU 产业热度持续高涨，但是整体规模有限。2020 年中国大陆的独立 GPU 市场规模约为 47.39 亿美元。与 GPU 类似，FPGA 市场也具有极高的行业技术壁垒。目前全球 FPGA 芯片市场主要集中在赛灵思、英特尔两大企业，市场份额分别为 52%、35%。国内 FPGA 芯片集中在 40nm、55nm 工艺水平，而盈利最多的产品为 28nm 工艺节点，国内外的工艺差距至少有 2-3 代。

区别于 GPU 和 FPGA 有着很高的进入壁垒，中国芯片厂商在 ASIC 市场面临一定机遇（表 2）。一方面，ASIC 芯片通常是为处理特定的功能而定制和优化的，ASIC 芯片的效率约为 GPU 的 10 倍。另一方面，由于 ASIC 芯片是为有限的功能制定的，单位芯片的生产制造成本远低于生产 FPGA 或 GPU。ASIC 目前处于技术发展初期，市场竞争格局稳定且分散。我国的 ASIC 技术与世界领先水平差距较小，部分领域处于世界前列。目前，谷歌、英特尔、寒武纪等国内外公司结合神经网络算法开发的 ASIC 芯片均表现出较好的性能，未来我国相关企业在 ASIC 市场有望占据一定份额。

图 7：2022 年 Q1 全球 GPU 竞争格局及 2019 年全球 FPGA 竞争格局



预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_46310

