

芦哲 执业证书编号：S0570518120004
研究员 luzhe@htsc.com

相关研究

- 1 《宏观：经济重压之下如何促消费？》
2020.05
- 2 《宏观：全景解析疫情的行业冲击》2020.04
- 3 《宏观：疫情冲击全球经济的框架与测算》
2020.03

全球产业趋势系列研究之人工智能

核心观点

从产业生态来看，我国人工智能产业侧重于技术层和应用层，尤其是终端产品落地丰富，技术商业化程度比肩欧美。但基础层短板突出，底层技术和基础理论缺乏突破性、标志性的研究成果。从发展潜力来看，中国在论文产出和影响力、研发投入、资本投入方面优势明显，而在人才储备、高质量专利申请上存在明显的缺陷和短板。其中，创新产出、企业数量和融资领域集中于产业链中下游，上游核心技术仍受制于国外企业。我国人工智能产业生态建设尚处于起步阶段，未来任重而道远。

产业布局：基础层弱，应用层强的结构性失衡问题突出

依据产业链上下游关系，人工智能划分为基础支持层、中间技术层和下游应用层。基础层而言，受限于创新难度大、技术和资金壁垒高等特点，国内底层技术积累和基础理论相对薄弱。尤其是人工智能芯片领域，欧美日韩基本垄断中高端产品市场，中国尚不具备与传统芯片巨头抗衡的实力。技术层而言，在计算机视觉、语音识别等领域技术成熟，国内头部企业脱颖而出，竞争优势明显，但算法理论和开发平台的核心技术仍有所欠缺。应用层而言，全球市场格局未定，国内市场空间广阔，终端产品落地应用丰富，技术商业化程度比肩欧美。

智能产业基础：产业化程度仅次美国，但专利质量、人才储备短板突出

产业化程度而言，中国产业规模和企业数量仅次于美国，且保持强劲的增长态势，发展潜力较大。创新能力而言，国内专利申请量长期雄踞世界首位，但专利质量参差不齐。2017年，发明专利仅占23%，专利废弃比例逾九成，且高质量PCT仅为美国的1/4。人才储备而言，人才供需严重失衡。据BOSS直聘，2017年，人才缺口已超100万，尤其是顶尖人才稀缺。目前，国内人才以本土为主，海外回流尚不足一成。

学术生态：科研产出表现强劲，产学研融合尚待加强

中国科研产出居世界首位，顶尖高质量论文产出与美国不分伯仲。整体论文影响力未达全球平均水平，但与美欧差距呈逐年收窄趋势。从产学研结合的角度，相较美欧，中国科研成果缺乏与市场的系统性融合。科研机构 and 高校是国内科研成果产出的绝对力量，企业参与度较低，产出成果较多呈现条块化、碎片化现象，或难以实现以市场为导向。

创新环境：资金多而项目缺，融资领域和初创企业分布聚焦产业中下游

研发投入而言，中国研发投入呈一路猛增的强进势头，投入规模仅次于美国，且趋势上与美国差距不断缩小。资本投入而言，中美是全球人工智能“融资高地”，其他国家和地区难以从规模上撼动中美两国。中国人工智能融资总额虽涨幅迅猛，但新增企业增势缓慢，“资金多而项目缺”的态势或是行业泡沫即将出现的预警。相比较美国，中国资本投向侧重易落地的终端市场，自动驾驶、机器学习、语音识别等领域融资额均超过美国。

风险提示：人工智能技术发展不及预期、中美贸易摩擦升级。

正文目录

人工智能市场格局	3
人工智能概览	3
多角度人工智能产业比较	4
战略部署：大国角逐，布局各有侧重	5
基础层面：技术薄弱，芯片之路任重道远	6
技术层面：乘胜追击，国内头部企业各领风骚	9
应用层面：群雄逐鹿，格局未定	10
透析人工智能发展潜力	13
从智能产业基础的角度	13
产业化程度：增长强劲，产业规模仅次美国	13
技术创新能力：专利多而不优，海外布局仍有欠缺	13
人才储备：供需失衡，顶尖人才缺口大	16
从学术生态的角度	17
技术创新能力：科研产出表现强劲，产学研融合尚待加强	17
从创新环境的角度	19
研发投入：中美研发投入差距收窄	19
资本投入：资金多而项目缺，资本投向侧重终端市场	20
基于信息熵的 TOPSIS 法：综合指标评估	22
展望：乘风破浪，探寻弯道超车之路	23
风险提示	23

人工智能市场格局

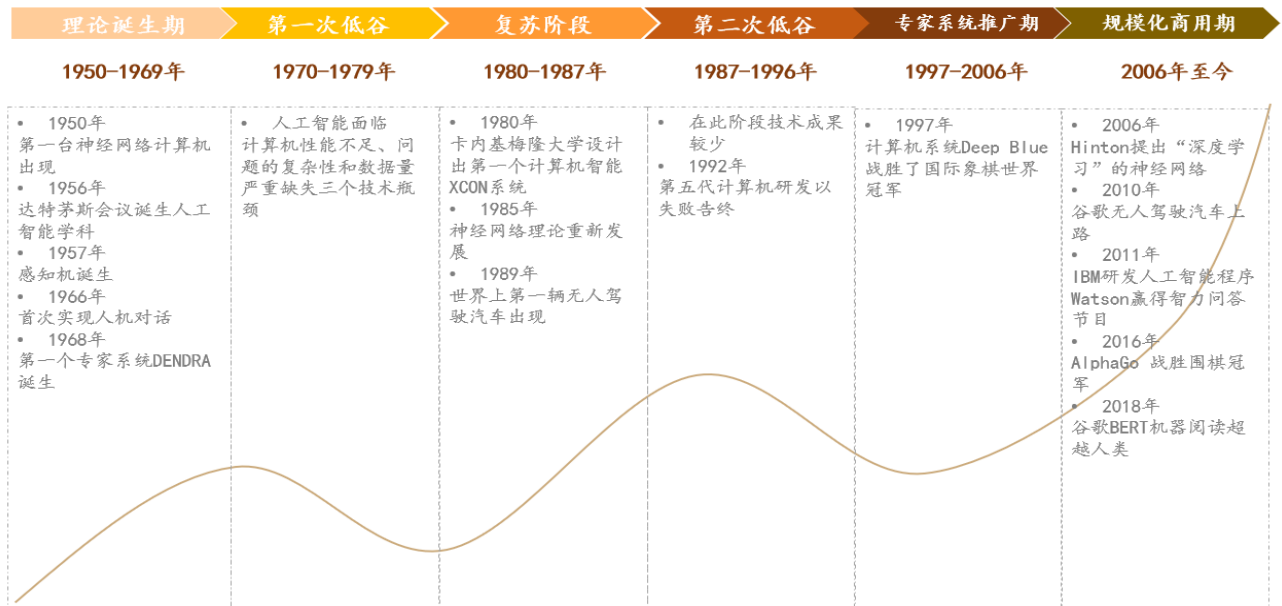
2月14日，总书记在中央全面深化改革委员会会议上强调，要鼓励运用大数据、人工智能、云计算等数字技术，在疫情监测分析、病毒溯源、防控救治、资源调配等方面更好发挥支撑作用。19日，工信部在疫情防控工作会议上特别提出加大人工智能等技术在疫情精准防控。大数据、红外测温仪、工业机器人和智慧医疗等技术在协助疫情防控和后端平台搭建上发挥了重要作用。毫无疑问，人工智能技术已成为世界各国竞争角逐的科技制高点，人工智能发展水平是国家核心竞争力的体现。对此，我们将深入剖析在全球视野下，人工智能产业竞争格局和发展现状，审慎中国人工智能产业实力和未来发展潜力。

人工智能概览

人工智能（Artificial Intelligence, AI）是利用机器学习和数据分析方法赋予机器模拟、延伸和拓展类人的智能的能力，本质上是对人类思维过程的模拟。AI概念最早始于1956年的达特茅斯会议，受限于算法和算力的不成熟，未能实现大规模的应用和推广。近年来，在大数据、算法和计算机能力三大要素的共同驱动下，人工智能进入高速发展阶段。据中国电子学会预测，2022全球人工智能市场将达到1630亿元，2018-2022年CAGR达31%。

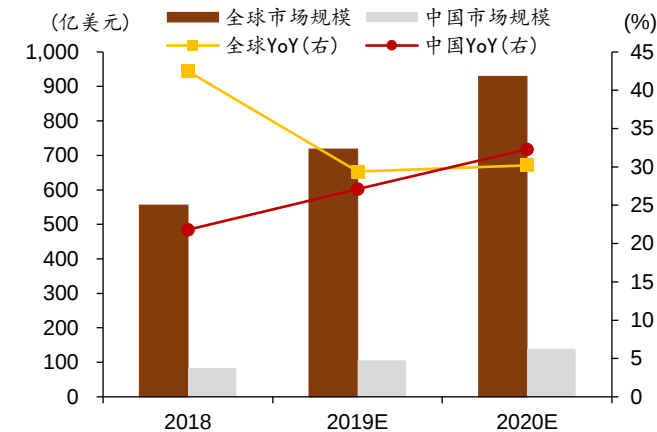
人工智能赋能实体经济，为生产和生活带来革命性的转变。人工智能作为新一轮产业变革的核心力量，将重塑生产、分配、交换和消费等经济活动各环节，催生新业务、新模式和新产品。从衣食住行到医疗教育，人工智能技术在社会经济各个领域深度融合和落地应用。同时，人工智能具有强大的经济辐射效益，为经济发展提供强劲的引擎。据埃森哲预测，2035年，人工智能将推动中国劳动生产率提高27%，经济总增加值提升7.1万亿美元。

图表1：人工智能产业60年发展沉浮



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心，中国信息通信研究院，华泰证券研究所

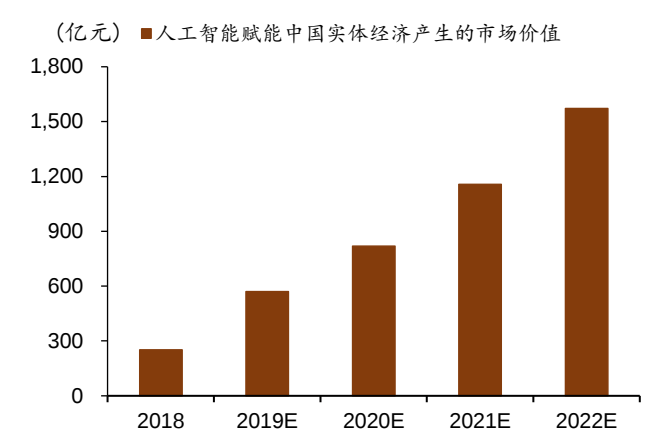
图表2：全球及中国人工智能市场规模



注：人工智能产业涵盖领域广泛且边界较为模糊，因此各大机构统计的市场规模有较大的差异。

资料来源：中国电子学会，华泰证券研究所

图表3：人工智能赋能实体经济

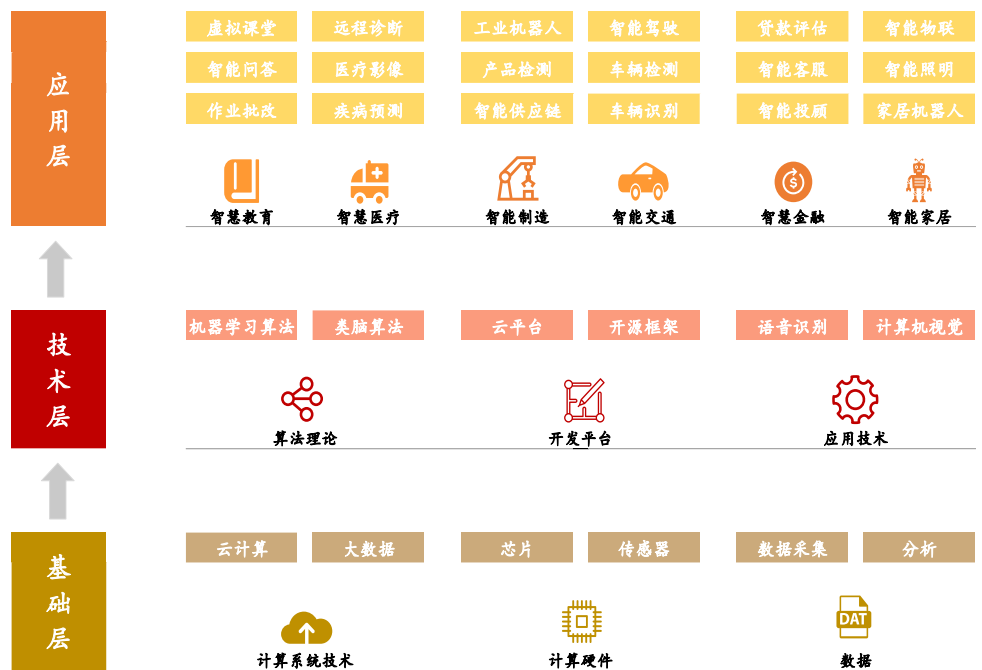


资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

多角度人工智能产业比较

目前，全球人工智能产业的生态系统正逐步成型。依据产业链上下游关系，可以将人工智能划分为基础支持层、中间技术层和下游应用层。基础层是人工智能产业的基础，主要提供硬件（芯片和传感器）及软件（算法模型）等基础能力；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，将基础能力转化成人工智能技术，如计算机视觉、智能语音、自然语言处理等应用算法研发。其中，技术层能力可以广泛应用到多个不同的应用领域；应用层是人工智能产业的延伸，将技术应用到具体行业，涵盖制造、交通、金融、医疗等 18 个领域，其中医疗、交通、制造等领域的人工智能应用开发受到广泛关注。

图表4：人工智能产业链结构



资料来源：前瞻产业研究院，易观咨询，华泰证券研究所

战略部署：大国角逐，布局各有侧重

全球范围内，中美“双雄并立”构成人工智能第一梯队，日本、英国、以色列和法国等发达国家乘胜追击，构成第二梯队。同时，在顶层设计上，多数国家强化人工智能战略布局，并将人工智能上升至国家战略，从政策、资本、需求三大方面为人工智能落地保驾护航。后起之秀的中国，局部领域有所突破。中国人工智能起步较晚，发展之路几经沉浮。自 2015 年以来，政府密集出台系列扶植政策，人工智能发展势头迅猛。由于初期我国政策侧重互联网领域，资金投向偏向终端市场。因此，相比美国产业布局，中国技术层（计算机视觉和语音识别）和应用层走在世界前端，但基础层核心领域（算法和硬件算力）比较薄弱，呈“头重脚轻”的态势。当前我国人工智能在国家战略层面上强调系统、综合布局。

图表5： 人工智能上升至我国国家战略高度，连续三年被写入政府工作报告



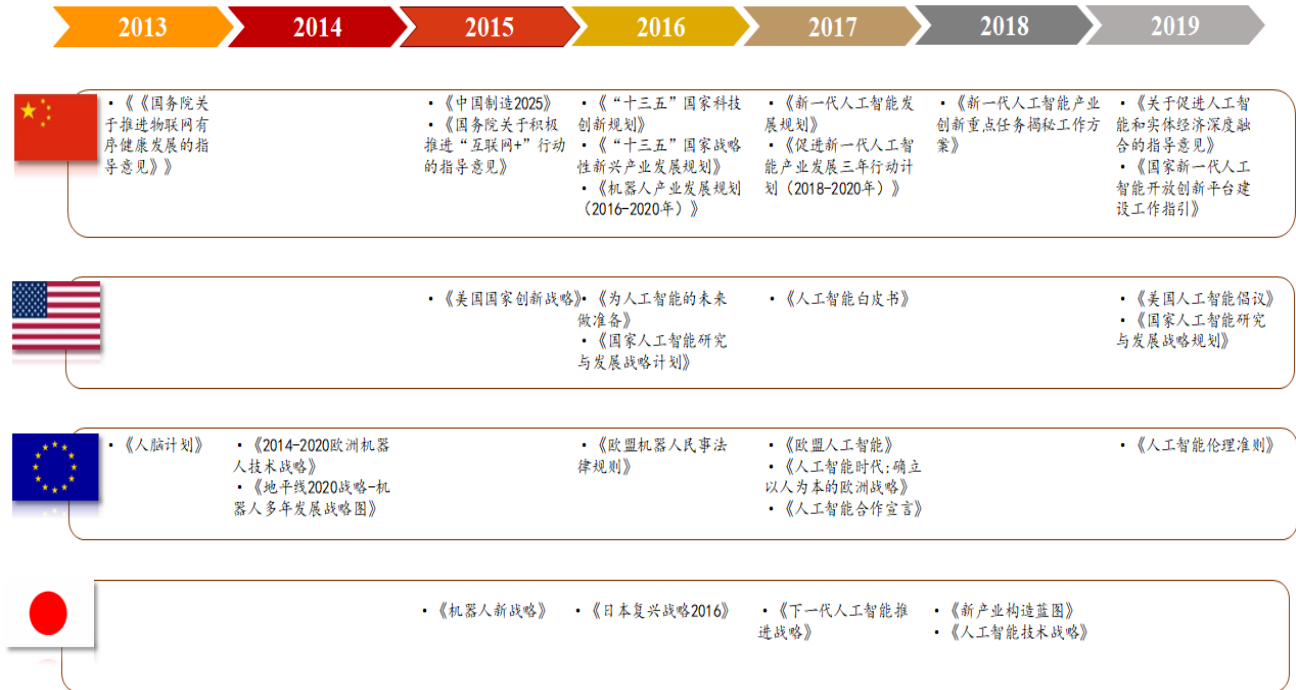
资料来源：中国政府网，华泰证券研究所

美国引领人工智能前沿研究，布局慢热而强势。美国政府稍显迟缓，2019 年人工智能国家级战略（《美国人工智能倡议》）才姗姗来迟。但由于美国具有天时（5G 时代）地利（硅谷）人和（人才）的天然优势，其在人工智能的竞争中已处于全方位领先状态。总体来看，美国重点领域布局前沿而全面，尤其是在算法和芯片脑科学等领域布局超前。此外，美国聚焦人工智能对国家安全和社会稳定的影响和变革，并对数据、网络 and 系统安全十分重视。

伦理价值观引领，欧洲国家抢占规范制定的制高点。2018 年，欧洲 28 个成员国(含英国)签署了《人工智能合作宣言》，在人工智能领域形成合力。从国家层面来看，受限于文化和语言差异阻碍大数据集合的形成，欧洲各国在人工智能产业上不具备先发优势，但欧洲国家在全球 AI 伦理体系建设和规范的制定上抢占了“先机”。欧盟注重探讨人工智能的社会伦理和标准，在技术监管方面占据全球领先地位。

日本寻求人工智能解决社会问题。日本以人工智能构建“超智能社会”为引领，将 2017 年确定为人工智能元年。由于日本的数据、技术和商业需求较为分散，难以系统地发展人工智能技术和产业。因此，日本政府将机器人、医疗健康和自动驾驶三大具有相对优势的领域重点布局，并着力解决本国在养老、教育和商业领域的国家难题。

图表6：全球主要经济体人工智能战略发布情况

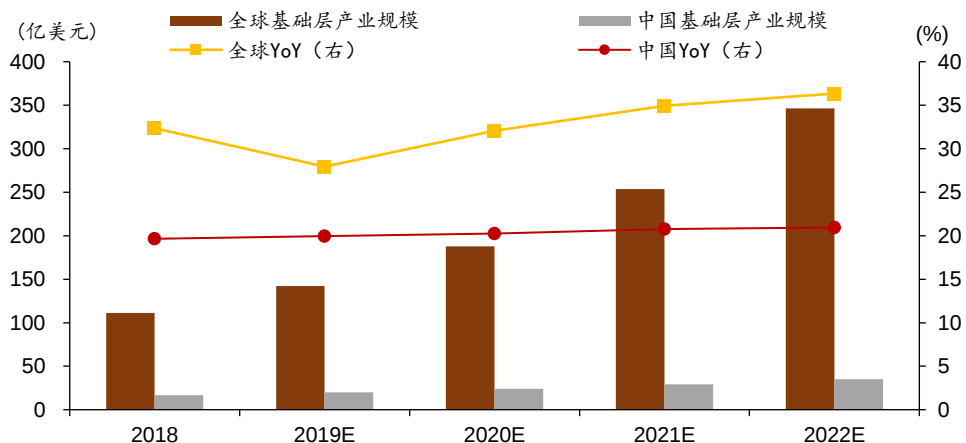


资料来源：政府工作报告，清华大学中国科技政策研究院，中商产业研究院，中国信息通信研究院，华泰证券研究所

基础层面：技术薄弱，芯片之路任重道远

基础层由于创新难度大、技术和资金壁垒高等特点，底层基础技术和高端产品市场主要被欧美日韩等少数国际巨头垄断。受限于技术积累与研发投入的不足，国内在基础层领域相对薄弱。具体而言，在AI芯片领域，国际科技巨头芯片已基本构建产业生态，而中国尚未掌握核心技术，芯片布局难以与巨头抗衡；在云计算领域，服务器虚拟化、网络技术（SDN）、开发语音等核心技术被掌握在亚马逊、微软等少数国外科技巨头手中。虽国内阿里、华为等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；在智能传感器领域，欧洲（BOSCH, ABB）、美国（霍尼韦尔）等国家或地区全面布局传感器多种产品类型，而在中国也涌现了诸如汇顶科技的指纹传感器等产品，但整体产业布局单一，呈现出明显的短板。在数据领域，中国具有的得天独厚的数据体量优势，海量数据助推算法算力升级和产业落地，但我们也应当意识到，中国在数据公开力度、国际数据交换、统一标准的数据生态系统构建等方面还有很长的路要走。

图表7：中国及全球人工智能基础层产业规模及年增长率

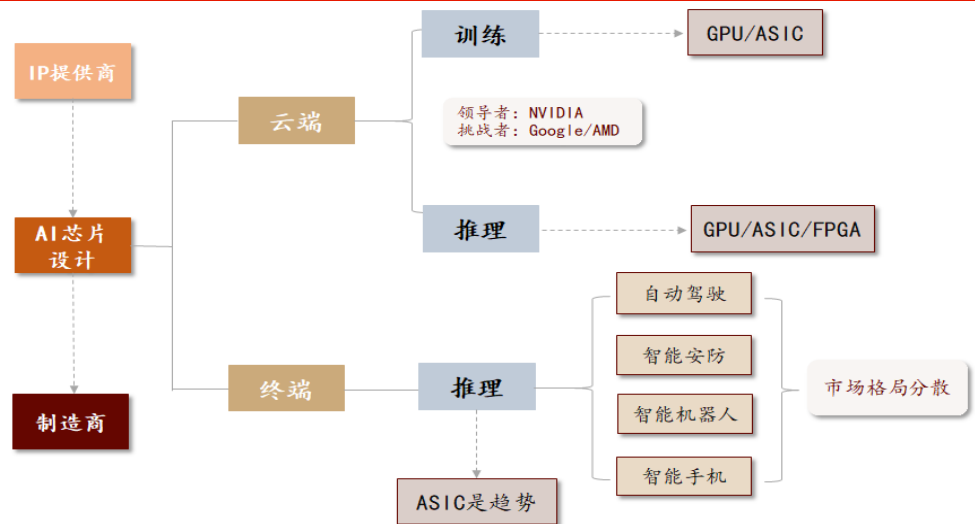


资料来源：中国电子学会，华泰证券研究所

“无芯片不 AI”，以 AI 芯片为载体的计算力是人工智能发展水平的重要衡量标准，我们将对 AI 芯片作详细剖析，以期对中国在人工智能基础层的竞争力更细致、准确的把握。

依据部署位置，AI 芯片可划分为云端（如数据中心等服务器端）和终端（应用场景涵盖手机、汽车、安防摄像头等电子终端产品）芯片；依据承担的功能，AI 芯片可划分为训练和推理芯片。训练端参数的形成涉及到海量数据和大规模计算，对算法、精度、处理能力要求非常高，仅适合在云端部署。目前，GPU（通用型）、FPGA（半定制化）、ASIC（全定制化）成为 AI 芯片行业的主流技术路线。不同类型芯片各具优势，在不同领域呈现多技术路径并行发展态势。我们将从三种技术路线分别剖析中国 AI 芯片在全球的竞争力。

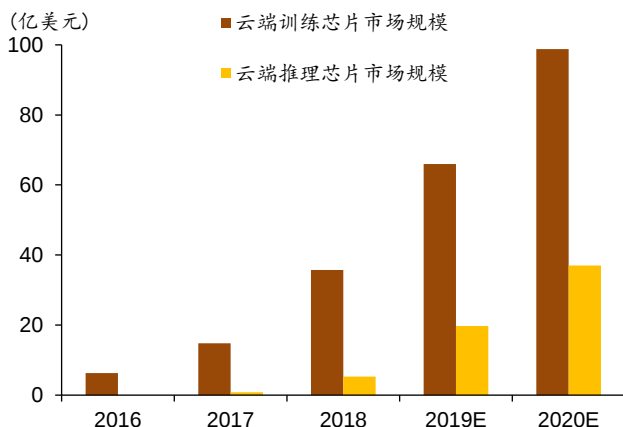
图表8：AI 芯片产业链



资料来源：前瞻产业研究院，万得资讯，华泰证券研究所

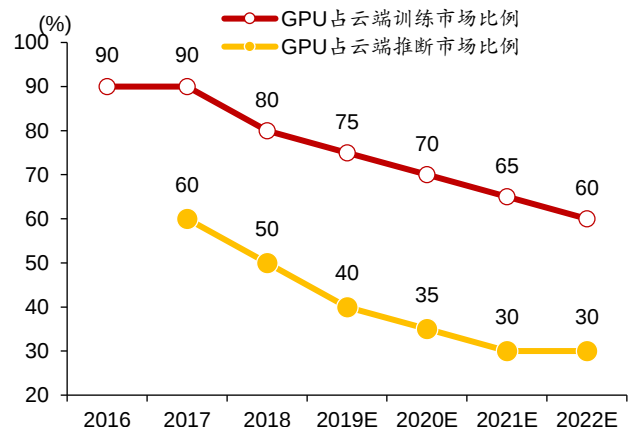
GPU（Graphics Processing Unit）的设计和生均已成熟，占领 AI 芯片的主要市场份额。GPU 擅长大规模并行运算，可平行处理海量信息，仍是 AI 芯片的首选。据 IDC 预测，2019 年 GPU 在云端训练市场占比高达 75%。在全球范围内，英伟达和 AMD 形成双寡头垄断，尤其是英伟达占 GPU 市场份额的 70%-80%。英伟达在云端训练和云端推理市场推出的 GPU Tesla V100 和 Tesla T4 产品具有极高性能和强大竞争力，其垄断地位也在不断强化。目前中国尚未“入局”云端训练市场。由于国外 GPU 巨头具有丰富的芯片设计经验和技术沉淀，同时又具有强大的资金实力，中国短期内无法撼动 GPU 芯片的市场格局。

图表9：全球云端训练和推理芯片市场规模



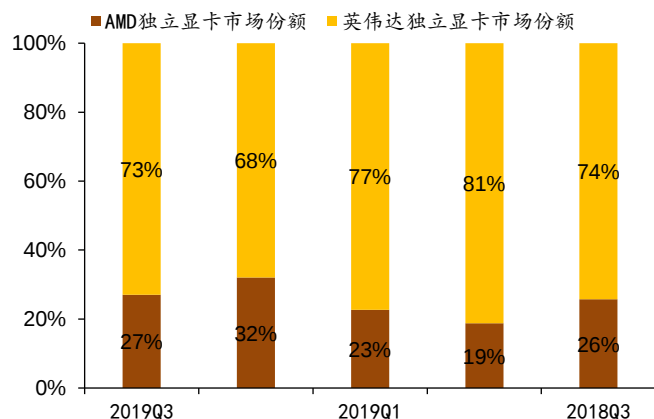
资料来源：IDC，华泰证券研究所

图表10：GPU 占据云端训练芯片主要市场



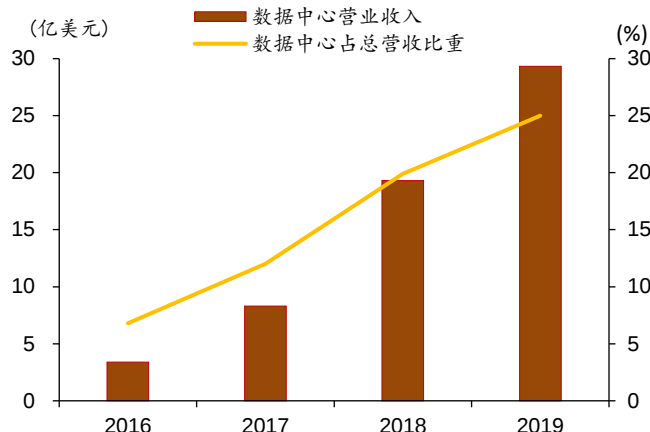
资料来源：IDC，华泰证券研究所

图表11: 英伟达与 AMD 在独立显卡(Discrete GPU)上形成双头垄断



资料来源: Jon Peddie Research, 华泰证券研究所

图表12: 英伟达数据中心 GPU 营业收入持续增长

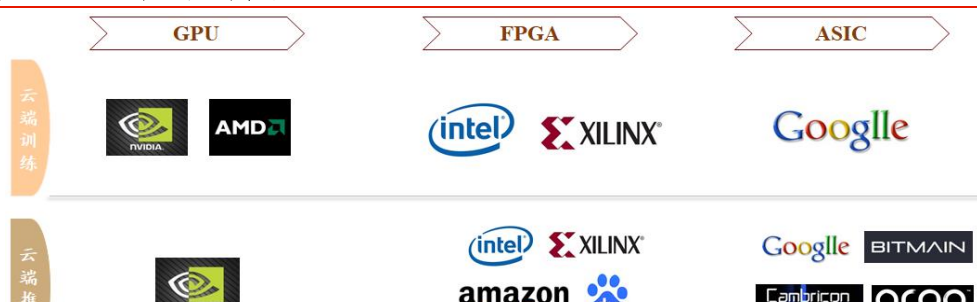


资料来源: Bloomberg, 华泰证券研究所

FPGA (Field Programmable Gate Array) 芯片具有可硬件编程、配置高灵活性和低能耗等优点。FPGA 技术壁垒高, 市场呈双寡头垄断: 赛灵思 (Xilinx) 和英特尔 (Intel) 合计占市场份额近 90%, 其中赛灵思的市场份额超过 50%, 始终保持着全球 FPGA 霸主地位。国内百度、阿里、京微齐力也在部署 FPGA 领域, 但尚处于起步阶段, 技术差距较大。

ASIC (Application Specific Integrated Circuits) 是面向特定用户需求设计的定制芯片, 可满足多种终端运用。尽管 ASIC 需要大量的物理设计、时间、资金及验证, 但在量产后, 其性能、能耗、成本和可靠性都优于 GPU 和 FPGA。与 GPU 与 FPGA 形成确定产品不同, ASIC 仅是一种技术路线或方案, 着力解决各应用领域突出问题及管理需求。目前, ASIC 芯片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。在海外, 谷歌 TPU 是主导者; 国内初创芯片企业 (如寒武纪、比特大陆和地平线), 互联网巨头 (如百度、华为和阿里) 在细分领域也有所建树。

图表13: AI 芯片主要厂商布局



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_5061

