

产业研究专题系列

中美新赛道之人工智能遍地开花

高彦如 研究员

主要观点

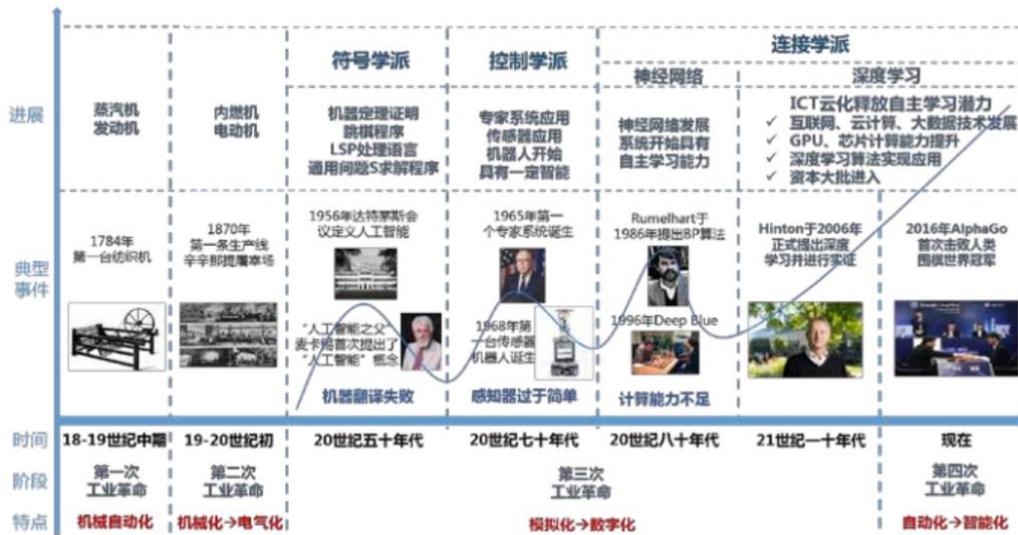
- ▶ 人类社会面临第四次工业革命，从自动化向智能化发展，因此人工智能是新一轮产业升级的核心推动力。
- ▶ 数据、算法、算力、领域专业能力是人工智能取得效果的关键。
- ▶ 人工智能产业链可以分为上中下游，其中上游提供的是基础能力；中游将基础能力转化成具体的 AI 技术；下游则将 AI 技术具体运用到各行各业，形成生产力。
- ▶ 中国的人工智能基础研究能力、产业化程度均仅次于美国，处于第二集团。世界各主要发达国家均出台了不少支持和引导 AI 行业发展的政策，其中中国和美国的支持力度较大，上升到国家战略层面。人工智能成为中美科技战制高点，在芯片和深度学习基础框架层面有一定优势，但整体基础平台薄弱，生态体系影响力有限。
- ▶ 人工智能市场潜力巨大，中国市场规模增长较快，未来三年国内市场将超千亿元。
- ▶ 人工智能技术已经进入全方位商业化阶段，渗透到金融、教育、医疗、汽车、零售、制造等多个行业中。建议重点关注智能医疗、智能交通、智能安防和智慧金融等领域。

目录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 一、人工智能的核心能力 | 3 |
| 二、人工智能产业链 | 4 |
| (一) 上游提供基础计算能力、方法和数据..... | 6 |
| (二) 中游将基础计算能力和方法转化成四类 AI 技术 | 7 |
| (三) 下游综合利用 AI 技术解决各行业应用问题 | 9 |
| 三、人工智能中美对比 | 10 |
| (一) 基础研究能力..... | 10 |
| (三) 产业程度..... | 13 |
| (四) 政策扶持..... | 16 |
| (五) 人工智能成为中美科技战制高点..... | 19 |
| 四、人工智能市场空间 | 22 |
| (一) 全球人工智能市场规模..... | 22 |
| (二) 全球人工智能企业结构..... | 24 |
| (三) 国内人工智能产业链初步成型，市场空间超千亿元..... | 25 |
| 五、建议关注的应用场景 | 28 |
| (一) 人工智能赋医疗各环节效初显..... | 30 |
| (二) 智能交通提升城市管理水平..... | 33 |
| (三) 人工智能提升公共安全保障力..... | 35 |
| (四) 人工智能拓展金融服务广度..... | 38 |

迄今为止，人类社会已经经历了三次工业革命，奠定了西方各国崛起的基石。现在，人类社会面临第四次工业革命，从自动化向智能化发展，因此人工智能是新一轮产业升级的核心推动力。

图1 技术发展浪潮



资料来源：中国信息通信研究院（2018年）

一、人工智能的核心能力

自1956年达特茅斯暑期会议上正式提出人工智能的概念后，已经经历了三次发展浪潮，当前处于第三次大发展期。第一次浪潮发生在1956-1976年，主要成果是完成了一些定理证明以及逻辑程序语言prolog。第二次浪潮发生在1976-2006年，主要成果是神经网络理论的提出以及应用。在硬件的进步、卷积神经网络模型优化、参数训练技巧的发展推动下，基于神经网络的深度学习算法取得了巨大的成功，引发了第三次浪潮。第三次浪潮是2006年至今，可以称之为基于互联网大数据的深度学习，将大数据、神经元网络和数学统计的方法结

合在一起。在第三次浪潮中，人工智能技术的识别率、准确率等发展程度大幅提升，可以实际解决很多传统需要人类大脑才能解决的问题，具备了很强的实用性，获得生产力。

基于神经网络的深度学习需要根据特定应用目的，利用大量且优质的数据，对学习网络进行反复训练，通过传播算法，不断自动变换各层以及各节点的参数，以最终得到符合实际应用要求的训练结果。因此，数据、算法、算力、领域专业能力是人工智能取得效果的关键。

1. 数据：深度学习算法的核心在于通过优质的数据去训练，是否取得任务相关的足量优质数据集是人工智能技术取得成功的关键。

2. 算法：为了使学习模型在特定应用场景取得较好效果，需要有针对性的进行算法优化和工程优化，以使得模型最终在具体场景取得更好的效果，比如更快的计算效率，更准确的分类概率等。

3. 算力：对于一些高难度高复杂度的人工智能工作，依然需要非常大的算力才能训练出足够好的解决模型。

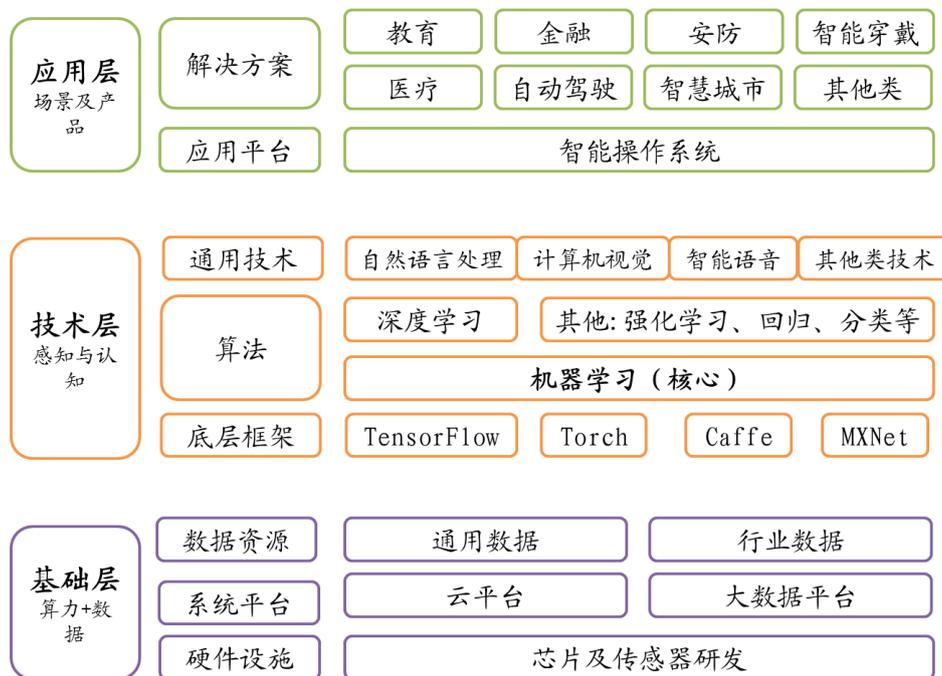
4. 领域专业能力：人工智能技术的落地公司既要理解行业痛点，又要具备丰富的行业实施经验以及渠道能力，才能更好地将技术和具体硬件以及流程结合，取得好的实施效果。

二、人工智能产业链

Gartner 研究表明，人工智能渗透到了其他所有技术趋势中。人工智能根据从底层到应用的技术逻辑可以分成基础层、技术层、应用

层。基础层从硬件和理论层面，为人工智能的实现提供了根本保障，主要包括AI芯片和深度学习算法。AI芯片的发展进步，提供了越来越强的计算能力；深度学习算法的建立，提供了AI解决问题的计算方法。

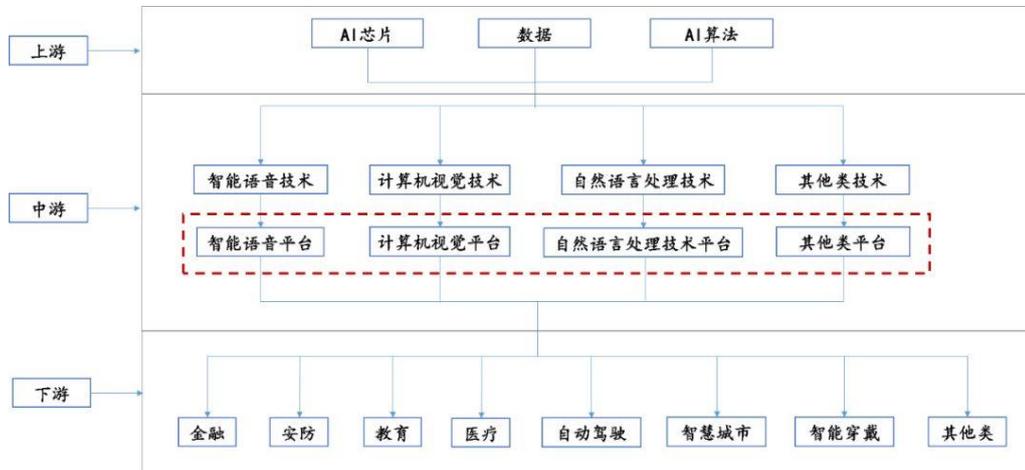
图2 人工智能的基础层、技术层、应用层



资料来源：建投研究院

相应的，人工智能产业链可以分为上中下游，其中上游提供的是基础能力；中游将基础能力转化成具体的AI技术；下游则将AI技术具体运用到各行各业，形成生产力。

图3 人工智能产业链全景图



资料来源：建投研究院

（一）上游提供基础计算能力、方法和数据

上游代表的是支撑人工智能行业发展的基础设施和方法，基础层从硬件和理论层面，为人工智能的实现提供了根本保障，主要包括 AI 芯片、数据和深度学习算法。

AI 芯片是支撑人工智能行业发展的基础硬件，提供适配于 AI 算法的计算能力，当前国内外都有不少公司专注于 AI 芯片的设计，同时部分中游公司也进行 AI 芯片的设计以更好匹配自己公司的专用计算模型。

数据对于 AI 技术在具体行业的应用有非常重要的作用，主要的数据掌握在行业中下游公司中，但是数据的处理是一个较为专业化的工作，当前国内外均出现少数公司专注于数据处理，为行业中下游提供数据资源服务。

当前的主流 AI 算法一般基于深度学习技术，进行 AI 算法研究的主力军一般是各大院校以及科研机构，部分实力较强的中游企业也具备很强的原创研究能力。

（二）中游将基础计算能力和方法转化成四类 AI 技术

中游代表的是基于基础层的支撑，在实际应用中能达到较好智能效果，具备扩展性，在各行各业的应用前景广泛的基础性技术。当前的基础技术可以分为智能语音、计算机视觉、自然语言处理以及其他类技术这四大成人脑功能的处理方法。这些方法基于深度学习算法，根据具体的数据以及处理场景，形成了专门的成套技术处理方法和最佳实践。通过技术层的实现，我们可以将基础层提供的算力以及计算方法运用到具体领域，去真实对应到大脑的某一类功能以及实践能力。

1. 智能语音

智能语音指的是利用计算机对语音信息进行分析处理，以模仿人类实现能听、能说等语音能力的技术，语音识别和语音合成目前是其核心应用。智能语音技术当前的发展已经比较成熟，在很多领域的应用已经接近人类的水平，比如智能语音交互就在迅速成为主流的人机交互方式。

2. 计算机视觉

计算机视觉指的利用计算机对图像或视频信息进行处理分析，以模拟实现人类通过眼睛观察和理解外界世界的技术，当前的主要应用

包括了图像视频的复原和增强、分割和识别、理解和自动匹配等。计算机视觉技术给机器安上了智慧的眼睛，能替代很多原本需要人类才能完成的工作。随着近年来计算机视觉技术在多个领域的应用取得突破，目前其已成为人工智能最为炙手可热的技术分支。

3. 自然语言处理

自然语言处理指的是利用计算机对语言文字进行分析，以模拟实现人类对于语言的理解和掌控的技术，当前的主要应用包括自然语言理解和自然语言生成。自然语言处理是实现认知智能的关键技术，虽然当前依然面临较大挑战，但其未来的进步和突破对人类社会的意义将十分深远。

4. 其他类技术

其他类指的是基于人工智能算法对一些特定类问题进行方案设计，利用计算机将其智能解决的技术，其从实际效果来看，针对相应问题实现了模拟人类智能。这类技术相比前三类技术，其应用范围相对较窄，基础性较弱，为了便于分类，我们将这些技术统称为其他类。典型的应用场景包括棋类的 AlphaGo，智能游戏选手 AlphaStar，金融领域的反欺诈反洗钱、智能投顾、自动交易等。

中游技术类企业具备很强的研发能力，占据了行业内软件类技术的高地，并且在发展过程中也逐步建立了资金和数据的壁垒。同时中游人工智能技术是链接产业上下游的关键，且具备较强基础性和横向

扩展性，需要利用这些技术的下游厂商很多。因此其中的竞争获胜者未来有可能成为人工智能行业的核心公司，当前的领先公司非常具备长期跟踪的价值。

对于中游企业而言，一般来说其会利用自己在具体某项 AI 技术的优势，承接自身技术优势占重要地位且市场空间较大的下游行业应用，亲自下场参与竞争，以期尽快获得较好的市场份额。如科大讯飞就利用自己的语音识别技术，在智能语音+教育领域自己承接了较多的下游具体订单。

但是技术类的公司存在变现困难的问题。虽然一些基础技术比如人脸识别的扩展速度很快，全国的机场都已铺开，但是短期内依靠技术输出获得的营收和现金流收入依然较为有限，这些企业主要通过股权融资的方式获取资金，信贷业务合作的难度较大。

（三）下游综合利用 AI 技术解决各行业应用问题

产业链下游指的是基于技术层的能力，去解决具体现实生活中的问题。比如利用计算机视觉技术，实现金融、安防等多个领域的人脸识别；利用智能语音技术，实现智能音箱、录音笔等的语音识别；利用自然语言处理技术，用于智能客服的问答。在实际的应用中，技术层和应用层的关系是相互交叉的，某个领域的应用可能用到多个维度的技术层的能力，比如金融行业的应用对于智能语音、计算机视觉、自然语言处理技术都会有需求；同样某个技术层的能力也可以广泛应

用到多个不同的应用领域，比如计算机视觉技术可以广泛应用到金融、安防、医疗、交通、教育等多个维度。

当前人工智能应用落地比较多的下游行业包括金融、安防、教育、医疗、自动驾驶、智慧城市、智能穿戴等，产业链的中下游企业均有参与。

发展较好的产业+人工智能的企业有两大特征：一是在某个行业背景深厚，专业能力、项目实施与营销能力都十分优秀；二是具备技术创新的基因，能快速利用最新的人工智能技术，将其应用到自己的行业产品或项目中，实现行业+人工智能的结合，进一步提升自己在行业内的竞争力，打造更好的产品或者服务。

下游企业虽然技术上和中游企业相比有一定差距，但是由于其直接面向客户，进行项目建设或者产品销售，能短时间内获得较大的销售收入以及现金流，同时部分项目和研发需要前期投入，也有一定的资金需求，相对适合银行进行信贷类业务。同时由于这些企业在特定领域内的积累和优势较大，其未来的行业+人工智能模式也将具备较强竞争力，也具备长期合作价值。

三、人工智能中美对比

（一）基础研究能力

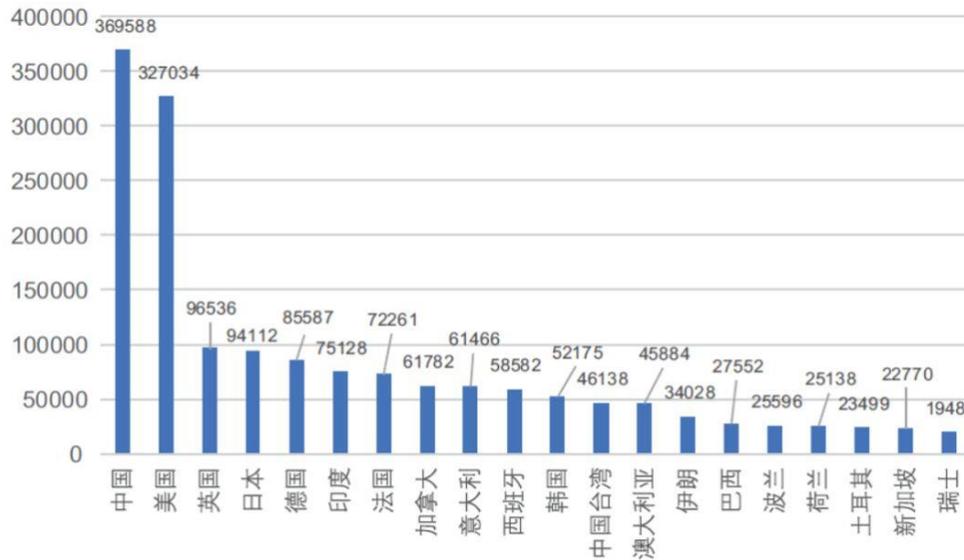
基础研究能力是衡量一个国家行业发展水平的重要标志，其中科研论文和人才是核心指标，综合这两个指标来看，中国的人工智能基础研究能力仅次于美国，处于第二集团。

中国 AI 论文数量从 2000 年开始快速攀升，根据清华大学的统计，我国（含港澳台）的 AI 论文数量，从 1997 年的 1000 余篇快速增长至 2017 年的 37000 多篇；占全球的比例也从 4.26% 增长至 27.68%。

经过这些年的快速进步，我国的人工智能论文数量无论是累计值还是当期值都处于国际领先地位，和美国共同构成了第一集团。英国、日本、德国、印度、法国等国家的论文数量处于第二集团。

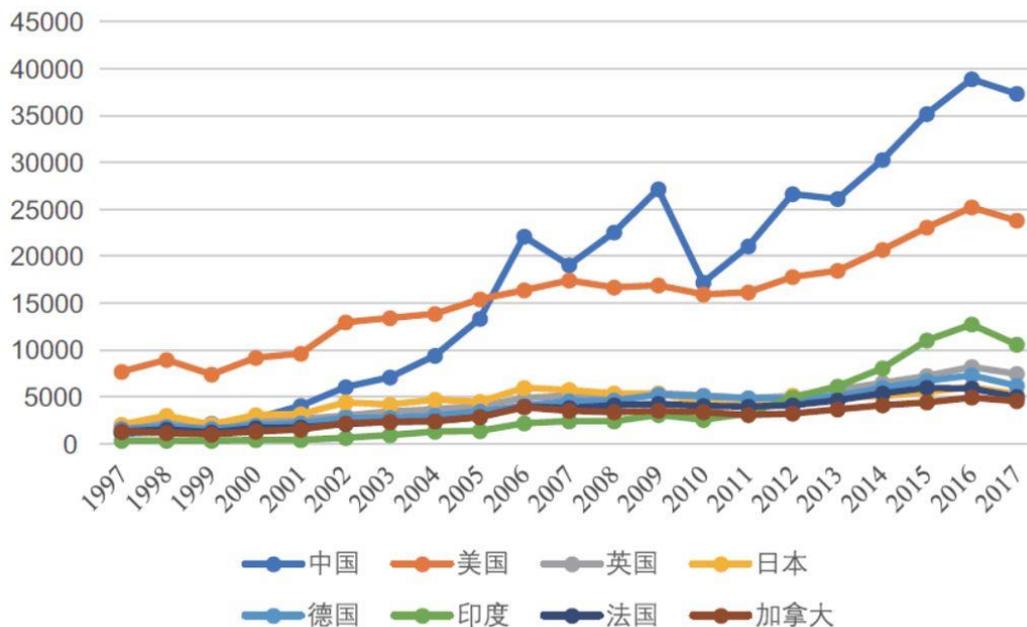
相比之前历次工业革命中的落后状态，中国在人工智能时代从技术到产业的多方面已经进入了国际领先集团。国际范围来看，人工智能行业呈现美国相对领先，中美“双雄并立”构成第一集团，英日法德等传统发达国家构成第二集团的竞争局面。同时全球各国针对 AI 领域的发展均出台政策大力支持，其中又尤以中国和美国的支持力度较大，上升到国家战略层面。

图4 全球AI论文产出最多的20个国家和地区（1997-2017）



资料来源：清华大学、建投研究院

图5 全球AI论文最多的8个国家的论文发表趋势



资料来源：清华大学、建投研究院

虽然中国的 AI 论文数量已经处于世界领先地位，但是在核心科研人才方面还有较大提升空间。清华大学的研究表明，美国的 AI 领域杰出人才（人工智能论文 H 因子排名全球前 10% 的科研人员）数量遥遥领先，是第二名英国的接近五倍。中国的 AI 科研人才（在人工智能领域公开发表过文章或者取得专利的科研人员）数量也很多，但是杰出人才占比很低，数量上和英国、德国、法国、意大利相近处于第二集团。

综合科研论文和核心人才，中国的 AI 基础研究能力仅次于美国。

表 1 全球人工智能人才分布

| 国家 | 杰出人工智能人才数量 | 人工智能人才总量 | =杰出人才占比 |
|------|------------|----------|---------|
| 美国 | 5158 | 28536 | 18.1% |
| 英国 | 1177 | 7998 | 14.7% |
| 德国 | 1119 | 9441 | 11.9% |
| 法国 | 1056 | 6395 | 16.5% |
| 意大利 | 987 | 4740 | 20.8% |
| 中国 | 977 | 18232 | 5.4% |
| 西班牙 | 772 | 4942 | 15.6% |
| 日本 | 651 | 3117 | 20.9% |
| 加拿大 | 606 | 4228 | 14.3% |
| 澳大利亚 | 515 | 3186 | 16.2% |

资料来源：清华大学、招商银行研究院

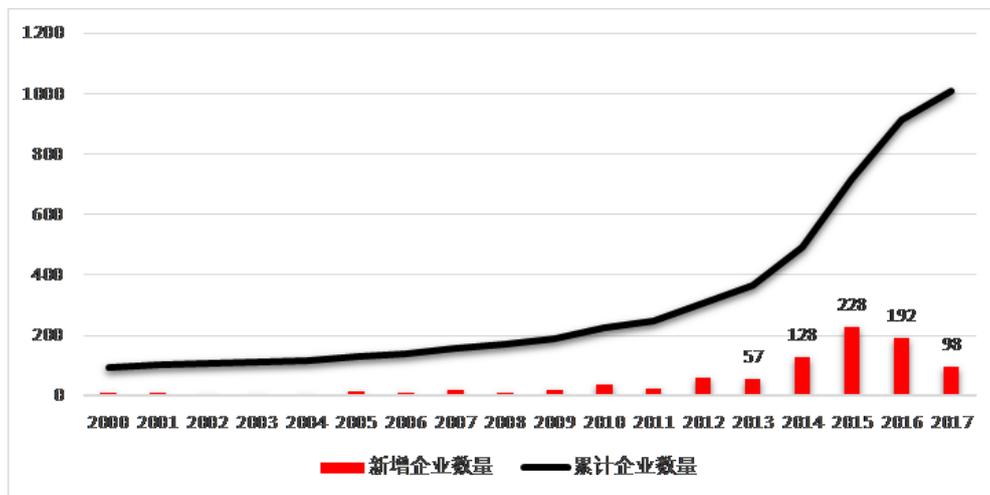
（二）产业化程度

人工智能行业的产业化程度可以从企业数量以及投融资额这两个维度进行判断，而中美两国和其他国家相比，在这两个维度上的优势都非常明显，处于全球领先地位。

近年中国人工智能企业数量快速涌现。信通院的数据表明，中国人工智能企业的数量从2012年的300家迅速增长到2017年末的1000家左右。

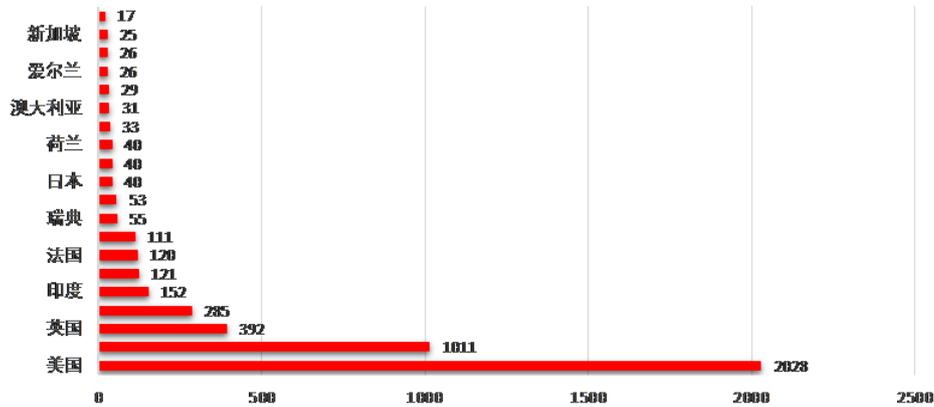
横向来看，中国的人工智能企业数量在全球范围内仅次于美国，稳居第二。信通院的数据显示，截止2018年6月，美国和中国的人工智能企业数量分别为2028、1011家，分列一二名，随后排名第三的英国的企业数量仅有392家，排名第九的瑞典仅有55家，和中美差距较大。

图6 中国人工智能企业数量变化



资料来源：信通院、招商银行研究院

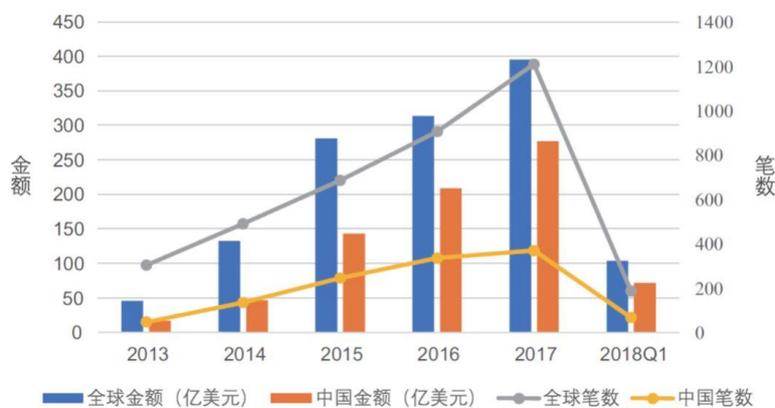
图 7 2018 年全球人工智能企业数量



资料来源：信通院、招商银行研究院

近年随着人工智能应用范围越来越广，全球和中国的人工智能领域的投融资规模都呈上涨趋势，其中来自中国的增长尤其迅速，占比也越来越高。据信通院的统计，2017 年全球人工智能投融资总规模为 395 亿美元，中国达到了 277.1 亿美元，占全球融资总额的 70%。2013 年到 2018 年的第一季度全球 AI 行业累计投融资数据中，中国占比 60%，美国 29%，合计占比接近 90%。

图 8 中国以及全球人工智能领域投融资变化趋势



资料来源：信通院、招商银行研究院

（三）政策扶持

人工智能是一种引发诸多领域产生颠覆性变革的前沿技术，当今的人工智能技术以机器学习，特别是深度学习为核心，在视觉、语音、自然语言等应用领域迅速发展，已经开始像水电煤一样赋能于各个行业。世界各国高度重视人工智能发展，展开了 AI 军备竞赛，各主要发达国家均出台了不少支持和引导 AI 行业发展的政策，其中又尤以中国和美国的支持力度较大，上升到国家战略层面。除此以外，英国、欧盟、日本等纷纷发布人工智能相关战略、行动计，着力构筑人工智能先发优势。

1. 中国政策情况

我国高度重视人工智能产业的发展，习近平总书记在十九大报告中指出，要“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”，从 2016 年起已有《“互联网+人工智能三年行动实施方案》、《新一代人工智能发展规划》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020 年)》等多个国家层面的政策出台。从 2017 年开始，人工智能连续三年进入政府工作报告，而 2019 年的政府工作报告不仅继续大力推进人工智能发展，更首次提出智能+的概念，充分体现我国从顶层设计的角度，将人工智能视为国家战略中重要的基础设施，推动其与产业的融合，加速经济结构升级。可以说我国对于人工智能的重视程度非常高，已经上升到国家战略的层面。

而且我国人工智能政策数量多，持续性强，并且充分涵盖了中央和地方。中央以及省级层面的政策相互呼应，从资金、税收、项目等多个层面持续支持人工智能行业的发展。我国政策取得了积极的效果，我国逐渐形成了涵盖计算芯片、开源平台、基础应用、行业应用及产品等环节较完善的人工智能产业链。

表 2 近年政府工作报告人工智能相关内容

| 年份 | 关键词 | 关于人工智能具体描述 |
|------|--------|--|
| 2017 | 加快 | 加快人工智能技术研发和转化，做大做强产业集群 |
| 2018 | 加强 | 加强新一代人工智能研发应用，发展智能产业，拓展智能生活。运用新技术、新业态、新模式，大力改造提升传统产业 |
| 2019 | 深化、智能+ | 打造工业互联网平台，拓展“智能+”，为制造业转型升级赋能，深化人工智能等研发应用，壮大数字经济 |

资料来源：建投研究院

2017年12月工信部颁布的《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020年)》，对人工智能行业的发展，从四个方面给出了具体部署安排。

表 3 国务院《新一代人工智能发展规划》主要内容

| 年份 | 竞争力 | 核心产业规模 | 相关产业规模 |
|------|---------|--------|--------|
| 2020 | 国际第一方阵 | 1500亿元 | 1万亿元 |
| 2025 | 全球价值链高端 | 4000亿元 | 5万亿元 |
| 2030 | 国际领先水平 | 1万亿元 | 10万亿元 |

资料来源：建投研究院

表4 工信部《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020年)》的具体部署

| 领域特点 | 具体发展目标 |
|------------|--|
| 现有优势领域 | 智能网联汽车、智能服务机器人、智能无人机、医疗影像辅助诊断系统、视频图像身份识别系统、智能语音交互系统、智能翻译系统、智能家居产品、集成应用 |
| 产业链上的薄弱环节 | 智能传感器、神经网络芯片、开源开放平台 |
| “中国制造2025” | 深化发展智能制造，鼓励新一代人工智能技术在工业领域各环节的探索应用，提升智能制造关键技术装备创新能力，培育推广智能制造新模式 |
| 痛点和制约 | 构建行业训练资源库、标准测试及知识产权服务平台、智能化网络基础设施、网络安全保障等产业公共支撑体系，完善人工智能发展环境 |

资料来源：建投研究院

2. 美国政策情况

虽然美国的 AI 实力全球领先，但美国政府的人工智能相关规划政策 2016-2017 年才开始逐步发布，如《国家人工智能研究和战备计划》、《人工智能、自动化和经济》、《人工智能白皮书》等。近一年以来美国政府的重视程度大为提高，2019 年的财政预算要求是美国历史上第一个制定人工智能和无自助、无人系统作为行政研发重点的预算。而 2019 年 2 月，特朗普总统签署的行政命令创建了一个名为《美国人工智能倡议 (American AI Initiative)》的项目，集全国之力“优先考虑 AI 投资”，标志着人工智能也已经成为美国的国家战略。

美国的这些政策总体来说聚焦于应对人工智能蓬勃发展的大趋势，着眼长期对国家安全与社会稳定的影响与变革，保持美国对人工智能发展始终具有主动性与预见性，对于重要的人工智能领域力图保持世界领先地位。

其他国家的人工智能综合实力与美中两国有一定差距，因此其更多的聚焦于其原有优势行业，发展自己在局部领域的核心竞争力。如德国的优势在于利用人工智能和工业 4.0 的结合，英国致力于人工智能和硬件芯片的结合，而日本则试图利用人工智能打造新一代机器人。

表 5 主要发达国家人工智能规划

| 国家 | 重点研发领域 | 重点应用领域 |
|----|---|----------------------------|
| 德国 | 人机交互、网络安全及物理系统、云计算及识别、智能服务、数字网络、微电子、大数据、高性能计算 | 工业互联网、智能交通、健康护理、农业、生态经济、能源 |
| 英国 | 硬件 CPU、身份识别 | 水下机器人、海域工程、农业、太空宇航、矿产采集 |
| 法国 | 超级计算机 | 生态经济、性别平等、智能政府 |
| 日本 | 机器人、脑信息通信、声音识别、语言翻译、社会知识解析、创新性网络建设、大数据分析 | 生产自动化、物联网、医疗健康护理、自动驾驶 |

资料来源：建投研究院

（四）人工智能成为中美科技战制高点

2019 年 10 月 8 日美国联邦政府宣布，将 28 家中国企业实体加入“实体管制清单” (Entity List)，禁止这些企业购买美国产品。这次被列入黑名单的 28 家中国企业包括海康威视、大华科技、科大讯飞、旷视科技、商汤科技、依图科技等广为熟知的创业型企业，另

外还有厦门美亚柏科、颐信科技等，业务范围多涉及人工智能、人脸识别、安防监控当下热门的科技领域。

中美科技战进一步扩大战场并不意外。在2019年2月，特朗普总统签署的《美国人工智能倡议》，开篇即强调“美国在人工智能领域的持续领导，对于维护美国的经济和国家安全以及以符合我们国家的价值观、政策和优先事项的方式塑造人工智能的全球演变至关重要”，因此中国顶尖AI公司就成为了美国打击的对象。

相比于传统IT产业，人工智能产业是一条新赛道。我国人工智能产业从发展初期就开始建立全面自主可控体系，在很多方面与美国能一较高下，人工智能成为中美科技战制高点。

1. 芯片层面

国内以寒武纪、华为为代表的AI公司拥有覆盖AI训练、推理和云端、终端的人工智能芯片体系，并已经实现规模产业化。

寒武纪DianNao架构是全球神经网络处理器的引领者，Google TPU主架构师曾与寒武纪共同开发寒武纪DianNao架构，其TPU论文大量引用“DianNao”系列论文成果。寒武纪云端AI芯片已经与曙光、联想、浪潮、新华三达成产品合作，建立从芯片、基础框架、服务器的软硬件产品体系。

华为在2018年10月的全联接大会上发布了全球第一个横跨云、边缘、端全场景的人工智能IP和芯片系列Ascend(昇腾)系列芯片，

包括 Max, Mini, Lite, Tiny 和 Nano 等五个系列, 基于“达芬奇架构”制造。在发布芯片的同时, 华为还发布了大规模分布式训练系统 Ascend 集群, 该集群将包括 1024 个 Ascend 910 芯片, 算力达到 256P, 大幅超过英伟达 DGX2 和谷歌 TPU 集群, 可以帮助开发者更快地训练模型。

2. 深度学习基础框架层面

以商汤科技 Parrots 深度学习平台、百度 paddlepaddle 深度学习平台为代表的基础软件框架, 使得国内 AI 顶尖公司并不依赖于以谷歌 TensorFlow、Facebook 的 Torch 为代表的美国开源平台。而华为更是推出全栈全场景 AI 基础解决方案, 包括: (1) 芯片算子库和高度自动化算子开发工具——CANN; (2) 支持端、边、云独立的和协同的统一训练和推理框架——MindSpore; (3) 提供全流程服务 (ModelArts)、分层 API 和预集成方案的应用使能。

值得警醒的是, 虽然我们在人工智能一些领域甚至能够引领全球, 例如商汤创始人汤晓鸥教授团队在全球率先实现人脸识别准确率超越人类肉眼、寒武纪在全球开创了通用智能处理器之路 (Google 发布的 TPU 论文, 全文共引用了寒武纪团队成员前期发表的 6 篇论文), 但是在人工智能基础框架领域仍然非常薄弱, 大部分 AI 应用实际仍然建立在谷歌 TensorFlow、Facebook 的 Torch、加州伯克利 Caffe 等开源平台基础之上, 中国仍然缺少具有全球生态影响力的人工智能

基础平台，而安卓开源平台上相关应用受到限制再次警醒我们更应该重视在人工智能基础领域的研发和生态体系建设。

表 6 人工智能主要开源平台均需遵守美国相关法律

| 名称 | 分类 | 相关法律声明 | 代表项目 | 相关应用 | 具体领域 |
|-------------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Google | 公司 | 需遵守美国相关法律 | Android Chrome Tensorflow | 各类 Google 生态下开源应用 | 终端操作系统 浏览器人工智能 |
| Facebook | 公司 | 需遵守美国相关法律 | | 各类 Facebook 生态下开源应用 | 人工智能 |
| Intel | 公司 | 需遵守美国相关法律 | Intel-Caffe | 依托于 Intel 硬件平台的优化开源应用 | 人工智能 |
| UCBerkeley 贾扬清 | 个人/ 学校 | 未见相关说明 | Caffe | 非营利性的人工智能框架 | 人工智能 |

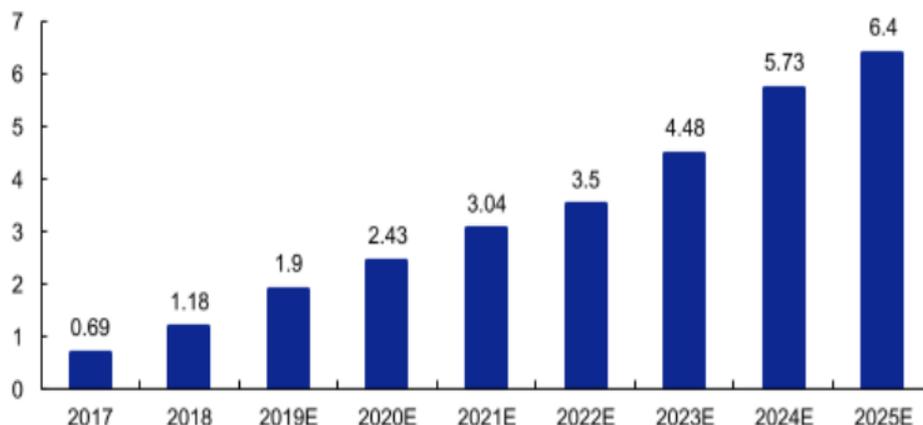
资料来源：各公司开源平台官网，建投研究院

四、人工智能市场空间

（一）全球人工智能市场规模

德勤发布《全球人工智能发展白皮书》，预测全球人工智能市场将在未来几年经历现象级的增长。未来在 2025 年世界人工智能市场预期将超过 6 万亿美元，2017-2025 年复合增长率将会达到 30%。目前全球 AI 市场规模已超 1 万亿美元，中国市场超 1 千亿元。预计到 2020 年将增长至 1600 亿元，带动相关产业规模超一万亿元。传统市场规模较大的领域将继续领跑，而新领域增长速度加快。

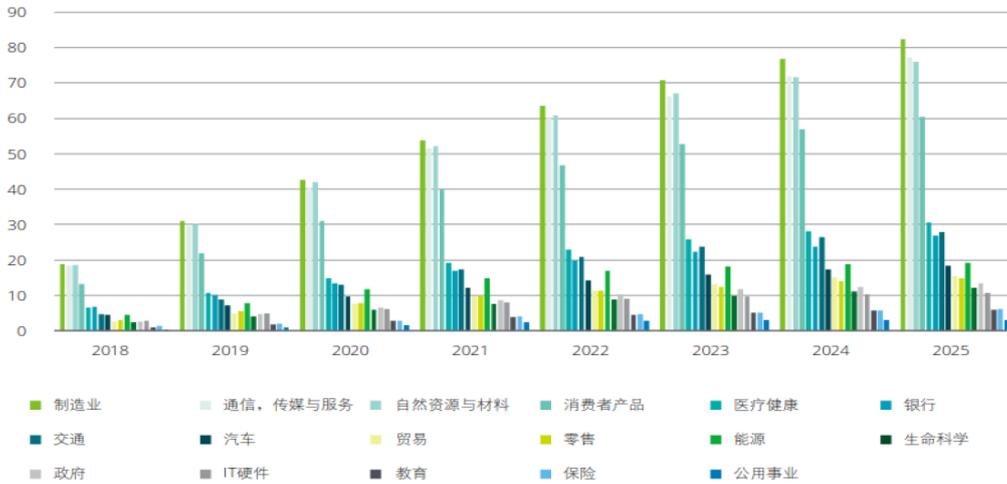
图9 全球人工智能市场规模（万亿美元）



资料来源：德勤《全球人工智能发展白皮书》

从行业上看，传统市场规模较大的领域将继续领跑，比如制造业，通信、传媒及服务（TMT），自然资源与材料。预计2030年这三个行业将分别以16%，16%，14%占据前三名。其中，庞大的制造业企业已经开始加速数字化转型，推动智能管理、智能工厂、智能物流等全方位智能化，因而制造业也是其中增速最快的领域。同时，在新领域中，教育领域人工智能技术的应用也开始向学习全过程渗透，增长速度也是不容忽视。

图 10 人工智能按行业分类的市场规模（百亿美元）

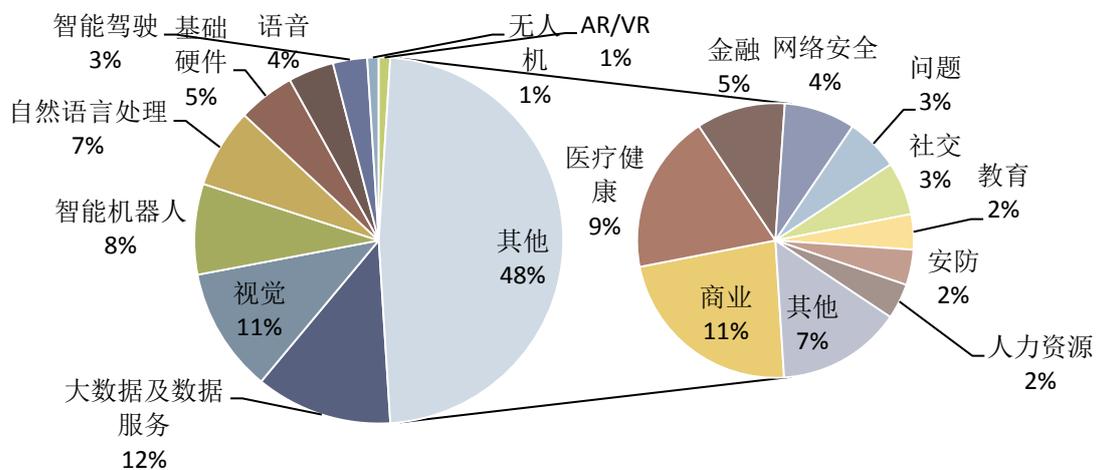


资料来源：德勤《全球人工智能发展白皮书》

(二) 全球人工智能企业结构

从全球范围来看，全球人工智能企业主要集中在 AI+（各个垂直领域）、大数据和数据服务、视觉、智能机器人领域。其中，AI+企业主要集中在商业（主要包含市场营销和客户管理领域）、医疗健康、金融领域。

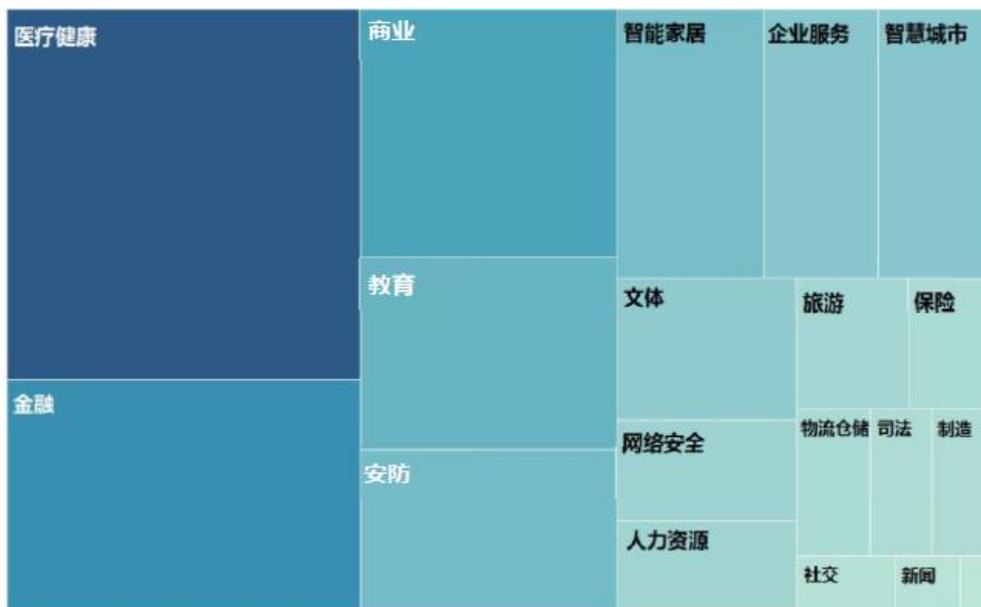
图 11 全球人工智能企业结构



资料来源：信通院，建投研究院

从中国来看，各垂直领域的 AI 企业同样集中。在各类垂直行业中，人工智能渗透较多的包括医疗健康、金融、商业、教育和安防等领域。其中，医疗健康领域占比最大达到 22%，其次金融和智能商业领域占比分别达到 14%和 11%。

图 12 中国人工智能企业结构



资料来源：信通院

（三）国内人工智能产业链初步成型，市场空间超千亿元

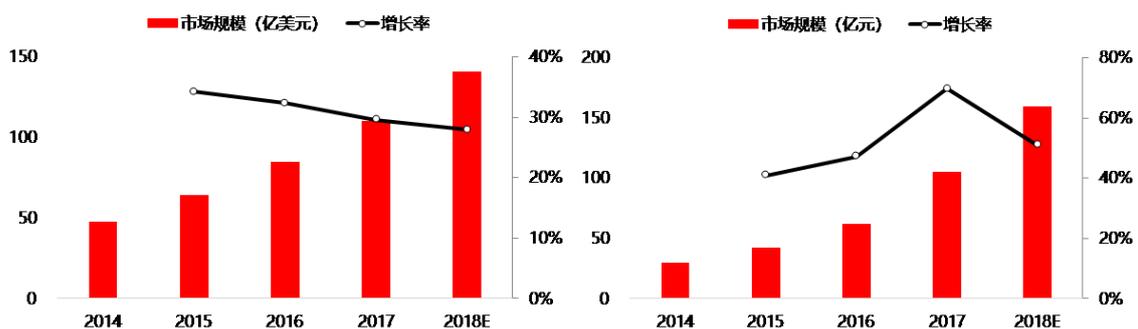
当前的人工智能产业链中，中游是核心环节且掌握核心技术，因此我们将人工智能市场根据智能语音、计算机视觉、自然语言处理等中游核心技术进行划分，分别计算基于各项核心技术而发展出的市场的空间，来估算总体的人工智能市场空间。

进行这样的估算后，我们可以知道未来三年在国内的市场空间有望达到千亿元量级，国际市场空间将达到数百亿美元。

1. 智能语音在国内外均进入稳定中高速增长期

智能语音是人工智能技术中成熟度较高，较早开始产业化进程的技术，近年形成了较为广泛的客户群体和应用领域，保持了较为稳定的中高速增长。中商产业研究院预计到2018年，国际和国内智能语音市场规模将分别达到141.1亿美元以及159.7亿元人民币。由于国内智能语音市场规模相比国际差距较大，未来几年仍有望保持40%左右的中高速增长。

图 13 智能语音国际市场空间（左）与国内空间（右）



资料来源：中商产业研究院

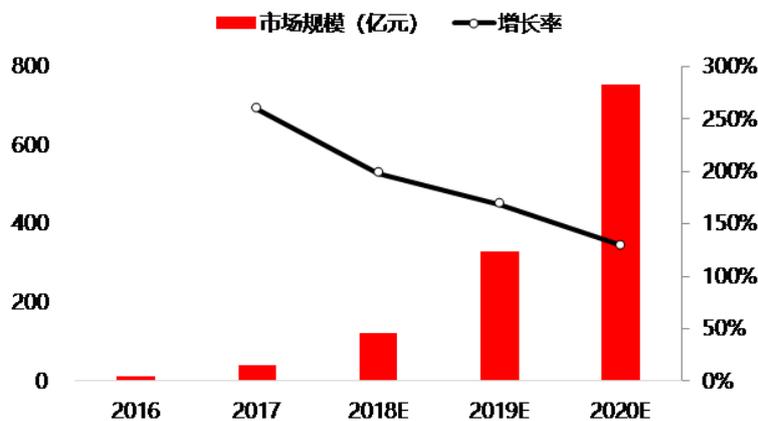
2. 计算机视觉在国内将持续爆发式增长

计算机视觉技术从2012年开始取得了突破性的进步，权威的ILSVRC挑战赛的错误率迅速降低，进而在很多领域的应用逐步跨过了识别率的门槛，使其具备了很强的经济价值；同时随着国内平安中国建设的稳步推进，金融科技的快速发展，计算机视觉技术的下游需求迅速扩大，两者的叠加造成了计算机视觉这两年在国内迎来了爆发式增长，同时这样的趋势仍在延续。

中商产业研究院预计到 2020 年，国内计算机视觉市场空间将达到 755.5 亿元，连续四年保持 100% 以上的增长速度。

国际市场空间方面 Forrester、Tractica 公司分别预测未来全球计算机视觉市场空间将超过 200 亿美元、260 亿美元。相比而言，国内企业在计算机视觉领域的应用走在了国际前列。

图 14 计算机视觉国内市场空间



资料来源：中商产业研究院

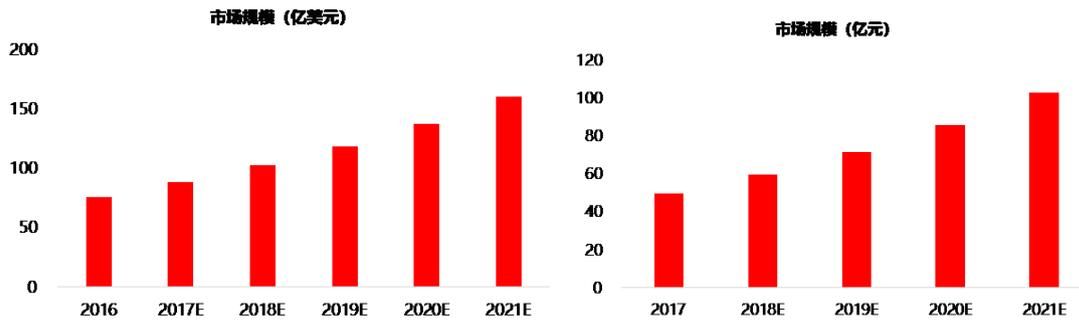
3. 自然语言处理将稳步发展，技术突破将是关键

自然语言处理技术（NLP）的理论下游空间十分广阔，但是当前的技术发展离真正实用，即接近人类的语言理解能力还有较大距离。

信通院预测全球的自然语言处理市场规模预计将从 2016 年的 76.3 亿美元增长到 2021 年的 160.7 亿美元，复合年增长率 16.1%，国内 2017 年的自然语言处理市场规模大约为 49.77 亿元，相对国际来说较为落后。

基于 NLP 技术得不到突破进步的保守预期下，我们预测到 2021 年，国内的 NLP 市场大约保持 20% 的中速增长。

图 15 自然语言处理市场空间（国际左国内右）



资料来源：信通院

4. 其他类技术市场空间也较大

其他类技术中比较重要的包括智能投顾和反洗钱技术。智能投顾过去几年呈现高速增长的趋势，据智研咨询、花旗银行预测，美国智能投顾规模到 2020 年将达到 2.2 万亿美元，复合增长率 82%；据 Statisa 预测，中国智能投顾规模到 2022 年将达到 6651 亿美元，复合增长率 87%。若假设管理费率为百分之一，那么国际国内的智能投顾市场空间分别达到百亿美元以及人民币的量级。

反欺诈反洗钱类应用的市场空间也十分巨大。ReportLinker2019 年最新发布的报告显示，2018 年全球反洗钱软件市场规模为 9.057 亿美元，预计 2027 年将达到 49.932 亿美元，复合增长率 21.1%。未来的反洗钱软件基本都将采用人工智能技术，有望成为百亿美元的市场。

五、建议关注的应用场景

随着人工智能的进一步发展，人工智能技术已经进入全方位商业化阶段，渗透到金融、教育、医疗、汽车、零售、制造等多个行业中。但因为不同领域技术发展程度不同，国家法律限制政策或者支持政策也有一定差异，资金、人力投入不一致等多种政治、经济、技术、文化等原因，人工智能在不同行业的落地情况存在差异。

人工智能在无人驾驶、制造业等领域的应用仍处于起步阶段。受技术和法律限制，无人驾驶汽车还无法实现大面积推广，因此短期内无人驾驶汽车市场不会有太大变化。而制造业是因为相关的人工智能投入占比不到 1%，相对其他行业人工智能在制造业领域应用潜力被明显低估。这类行业虽然在目前阶段应用受限，但出于市场需求大，技术也会逐步发展等原因，预期会在未来成为潜力行业。

人工智能在教育、医疗等领域虽然已经落地，但仍处于发展阶段，同世界其他领先国家存在一定差距。人工智能在教育行业的具体赋能并非是一蹴而就的，国内的智适应教育相比国外晚了将近半世纪，所以这一概念虽然火热，但发展并不成熟。医疗领域的人工智能是在快速发展的同时，受到了来自传统观念、技术、人才、监管等多方面的挑战。近几年这类领域的新创公司数量持续增长，且吸引了大量资本的注入，未来预期发展会更成熟。

人工智能在金融、零售等领域的应用已经比较成熟，且开发出了受投资者欢迎的系统或产品。人工智能在金融行业的应用降低了金融

机构的成本，技术支持的智能风控与智能投顾受到资本欢迎。人工智能技术已经服务于金融行业经营的前台、中台、后台全过程。受益于零售行业的数字化转型，人工智能渗透到零售各个价值链环节，国内各大线下主流零售商顺应科技发展趋势，不断增加在人工智能领域的投入。这类行业因为现有技术和产品的匹配，以及行业发展趋势的助力等原因，在目前阶段已经比较成熟，在多地都有尝试落地。

（一）人工智能赋医疗各环节效初显

近年来随着医疗数据数字化深入，深度神经网络学习算法突破以及芯片计算能力提升，人工智能在医疗领域应用掀起第二次浪潮，已渗透到疾病风险预测、医疗影像、辅助诊疗、虚拟助手、健康管理、医药研发、医院管理、医保控费等各个环节，并取得初步成效。

美、英、日等国政府均高度重视人工智能在医疗领域应用。美国《健康保险携带和责任法案》为人工智能应用扫清了障碍，FDA（食品药品监督管理局）实施“数字健康创新行动计划”，重构数字健康产品监督体系，并单独组建成立AI与数字医疗审评部，加速AI医疗发展；英国NHS（国家医疗服务系统）正计划在整个卫生服务部门大规模扩展人工智能，用于日常操作和治疗；2016年日本厚生劳动省开始规划AI医疗相关政策，包括医疗费用的修正、采用人工智能医疗的激励措施等，并预计在2020年全面实施与推动人工智能医疗制度。我国2016年以来国务院及相关部委相继印发《关于促进和规范健康医

疗大数据应用发展的指导意见》、《新一代人工智能发展规划》、《“十三五”卫生与健康科技创新专项规划》、《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》等文件规范和引导人工智能技术在医疗领域应用，新版《医疗器械分类目录》中增加了人工智能医疗产品，并预计2019年制定出台相关检定标准。

1. 统一标准、开放平台，推动人工智能与医疗深度融合

微软、亚马逊、谷歌、IBM、甲骨文和Salesforce在2018年8月中旬联合宣布将逐步开放标准，并通过云和人工智能技术消除医疗互操作的技术障碍，挖掘医疗数据潜力，以更低的成本提供更好的效果；谷歌公司在2018年7月Google Cloud Next大会上透漏，人工智能产品AutoML的注册用户也已经超过1.8万家，其中超过10%的用户来自医疗和生命医学行业，有效推动了用户在医疗影像辅助检测，以及及时检测预警中风、哮喘、婴儿猝死综合征方面的创新。中国BAT三大互联网企业利用自身平台特点与优势布局，如具备AI医学图像分析和AI辅助诊疗两项核心能力的腾讯觅影入选科技部首批国家人工智能开放创新平台，2018年6月AI辅诊引擎接口开放，加速与医院的HIS系统融合。

2. 聚焦合作伙伴，实现医疗影像应用重点突破

医学AI技术研发公司希氏异构从北京迁到成都，专注于与华西一家医院深度合作，联合成立“华西-希氏医学人工智能研发中心”，

建立成果共享机制,充分调动医生积极性,同时获取稳定、安全数据。通过对 20 万份病例数据学习,双方联合研制出国际第一台 AI 消化内镜样机,其对息肉、肿瘤、静脉曲张的初期诊断准确率分别为 92.7%、93.9%和 96.8%¹⁸,并进行持续迭代优化,迈出了消化内镜 AI 技术本地化、设备化的关键一步。

3. 通过 AI 赋能,提升传统医疗器械服务水平

通用电器、西门子、飞利浦以及中国的联影、迈瑞、鱼跃公司等医疗器械用品制造公司则凭借临床经验和数字化、AI 等技术,在已有的医疗设备产品基础上不断推出整合的解决方案,以更低的成本为人们提供更好的健康保障和医疗照护。如飞利浦全球有超半数的研发人员专注于软件开发,其中大部分研究员同时从事人工智能研究,未来飞利浦大部分产品将基于人工智能技术,相继发布肿瘤疾病整体解决方案、胸痛中心/脑卒中中心整体解决方案、睡眠呼吸疾病整体解决方案、监护系统等解决方案。

4. 跨学科技术要求高,欧美公司引领药物研发

药物研发具有低效和费时费钱特点,一种新药研发费用超过 1 亿美元,周期长达 8-12 年,同时还需要药物化学、计算机化学、分子模型化和分子图示学等多学科配合,因此在人工智能医疗应用中最具挑战性。目前部分科技公司利用人工智能技术对大量分子数据进行训练来预测候选药物,并分析健康人和患者样品的数据以寻找新的生物

标志物和治疗靶标，建立分子模型，预测结合的亲和力并筛选药物性质，有效降低药物开发成本，缩短上市时间并提高新药成功的可能性。如 BergHealth 公司利用人工智能技术成功找到了癌症代谢的关键作用分子，提升癌症新药研发效率，其主要抗癌药物—BPM31510，目前处于针对晚期胰腺癌患者治疗的 II 期临床试验过程中。

5. 智能化监管，各国医保监管机构的必然选择

智能化监管结合时间和空间，从患者、疾病、诊疗、医生、医院等多个维度建立医疗就医关系网络，利用机器学习等相关算法，识别其中的欺诈行为和群体。当前美国半数以上的管控型医疗组织机构在实施医疗反欺诈行动中都通过运用专业的反欺诈信息系统，来帮助稽核人员分析大量的数据和进行前瞻性欺诈调查，以检测和识别不一致的数据或形态等，随着信息技术特别是人工智能技术的不断发展，医保监测逐步走向智能化时代。我国政府大力支持推广医保智能监管模式，将人工智能技术与“三医联动改革”相结合，在医保监管领域，推动医保智能监管模式在全国范围内进行推广，将所有医保定点医疗机构纳入范围，实现住院和门诊医疗费用 100%智能审核。

（二）智能交通提升城市管理水平

随着全球经济高速发展，城市化进程不断加快，机动车保有数量增长，道路交通运输量不断增加，各种交通问题凸显，发展智能交通可完善政府管理，改善用户体验，促进城市发展。

1. 交通管理

智能交通能实时分析城市交通流量，缩短车辆等待时间。人工智能驱动的智能交通信号系统以雷达传感器和摄像头监控交通状况，利用人工智能算法决定灯色转换时间，通过人工智能和交通控制理论融合应用，优化城市道路网络中交通流量。

智能交通利用大数据分析公众资源数据，合理建设交通设施。人工智能算法根据城市民众出行偏好、生活、消费等习惯，分析城市人流、车流迁移及城市公众资源情况，基于大数据分析结果，为政府决策城市规划，特别是为公共交通设施基础设施建设提供指导与借鉴。

智能交通通过实时检测车辆，提高执法效率。通过整合图像处理、模式识别等技术，实现对监控路段的机动车道、非机动车道进行全天候实时监控。前端卡口处理系统对所拍摄图像进行分析获取号牌号码、号牌颜色、车身颜色、车标、车辆子品牌等数据，并连同车辆的通过时间、地点、行驶方向等信息通过计算机网络传输到卡口系统控制中心的数据库中进行数据存储、查询、比对等处理，当发现肇事逃逸、违规或可疑车辆时，系统自动向拦截系统及相关人员发出告警信号。

2. 车主体验

车主体验方面，一是汽车辅助驾驶和无人驾驶。车辆辅助安全驾驶系统包括车载传感器、车载计算机和控制执行等，车辆通过车载传感器测定与周围车辆以及道路设施及周边环境距离，在紧急情况下，

做出各类安全保障措施。车辆自动驾驶系统，实现在行驶过程中自动导向、自动检测及回避障碍物。二是智慧停车。国内斑马智慧停车和上汽集团合作开发中国首款互联网汽车荣威RX5，实现智能泊车、车位状态获取、安全驾驶等功能。

3. 城市发展

城市发展方面，一是节能环保。智能交通系统实现节能减排效应，通过建设智能交通系统，有效提高现有道路网络运行效率，达到缓解拥堵、节约能源、减轻污染的目的，通过智能交通控制，最终实现减少废气排出量并对节能环保作出重大贡献。二是降低事故。采取智能交通技术，提高道路管理能力，减少每年交通事故中死亡人数。当前，世界各发达国家投入大量财力与人力，进行大规模智能交通技术研究试验及产业应用，很多发达国家已转入全面部署阶段。

(三) 人工智能提升公共安全保障力

人工智能已应用在社会治安、反暴反恐、灾害预警、灾后搜救、食品安全等公共服务领域，通过人工智能可准确地感知和预测社会安全运行的重大态势，提高公共服务精准化水平，保障人民生命财产安全。从应用的深度和广度来看，全球人工智能在公共服务领域还处在探索期。

1. 社会治安

人工智能已应用于警方侦查过程，为警方破案提供重要线索。依托安防行业的基础，犯罪侦查成为人工智能在公共安全领域最先落地的场景。基于计算机视觉技术在公共场所安防布控，可以及时发现异常情况，为公安、检察等司法机关的刑侦破案、治安管理等行为提供强力支撑。美国多地警方部署人工智能警务风险评估软件，将犯罪控制在萌芽状态。智能软件根据保存的犯罪数据预测哪些犯罪高发区域可能会出现新问题。我国人工智能的应用有效满足公安实战要求，以问题导向解决问题。2017年国庆期间，公安部门在北京天安门广场采用了动态人像布控技术，总共报警次数90多次，有效盘查60多次，准确命中各类对象50多人。

此外在金砖国家（BRICS）领导人第九次会晤在厦门举行期间，智能安防系统就协助公安部门抓获全国在逃人员20余名。但目前全球各国社会治安领域AI应用发展并不均衡。以英国为例，虽然英国AI技术创新比较活跃，但是人脸识别错误率高，应用成效差强人意。根据《独立报》发布的数据，英国大都会警察使用的面部识别软件所产生的104次警报中，只有两次是准确匹配。

2. 反恐反暴

在反恐反暴领域，人工智能在打击恐怖分子、炸弹排除等领域可发挥重要作用。美国建立的禁飞系统能预测恐怖袭击的可能性，大数据系统每天都会传输犯罪预测数据到执勤警员的执勤电子设备中，预

测型侦查已经广泛开展。此外反恐机器人能对可疑目标自动探测与跟踪，并拥有对目标远程准确打击能力，在打击恐怖分子、协助军方反恐等领域可发挥重要作用。在我国，由哈工大机器人集团研制的武装打击机器人、侦察机器人、小型排爆机器人已应用于反恐安全、目标探测、可疑物检查与打击、路边炸弹排除、危险物质处理等领域。

3. 灾后救援

在灾后救援领域，人工智能在高效处置灾情，避免人员伤亡方面发挥关键作用。不管是自然灾害之后的搜救，还是日常救援行动，随着人工智能融合，可快速处理灾区航拍影像，并借此实时向救援人员提供重要的评估与规划性指导，不仅保障自然环境、群众生命财产安全，同时能够最大限度的减少救援人员的牺牲。比如日本总务省消防厅推进开发的“机器人消防队”，由自上空拍摄现场情况的小型无人机、收集地面信息的侦察机器人、可自动行走的水枪机器人组成。美国国家航空航天局 NASA 推出的 AI 系统 Audrey，通过消防员身上所穿戴的传感器，获取火场位置、周围温度、危险化学品和危险气体的信号以及区域卫星图像等全方面的信息，并基于机器学习的预测为消防人员提供更多的有效信息和团队建议，最大程度的保护消防员的安全。

在我国，灭火、侦查、排烟消防机器人技术和产品已相对成熟，并已经进入了实际作战，在高效处置灾情、避免人员伤亡并减少财产

损失等方面发挥着越来越重要的作用。此外国家地震台研制的“地震信息播报机器人”，在2017年8月8日四川九寨沟地震期间，仅用25秒写了全球第一条关于这次地震的速报，通过中国地震台网官方微信平台推送，为地震避灾、生命救援和消息传递争取时间。

此外，在食品安全、大型活动管理、环境监测等公共安全场景，利用人工智能技术可以减轻人工投入和资源消耗，提升预警时效，为及时有效处置提供强力支持。

（四）人工智能拓展金融服务广度

智能金融是人工智能与金融的全面融合。智能金融是以人工智能等高科技为核心要素，全面赋能金融机构，提升金融机构的服务效率，拓展金融服务的广度和深度，实现金融服务的智能化、个性化和定制化。人工智能与传统金融产业链的融合主要分为三个阶段。第一阶段是科技赋能阶段，该阶段强调应用场景，将其他领域成熟的人工智能技术平行向金融领域应用迁移，提升某些环节业务效率；第二阶段是科技增能阶段，该阶段强调模型应用，由于模型直接应用会带来合规风险，因此该阶段会产生大量第三方专业服务，金融行业意识到人工智能特点及优势，主动在业务环节中应用人工智能，引发业务方式深刻变革及效率极大提升；第三阶段是科技产能阶段，以价值应用为主要特点，金融核心业务将人工智能化，人工智能成为金融核心价值创造手段，同时伴随监管效率和监管措施智能化。

人工智能已被广泛应用到银行、投资、信贷、保险和监管等多个金融业务场景。目前，传统金融机构、大型互联网公司和人工智能公司纷纷布局金融领域，智慧银行、智能投顾、智能投研、智能信贷、智能保险和智能监管是当前人工智能在金融领域的主要应用，分别作用于银行运营、投资理财、信贷、保险和监管等业务场景，但整体来看人工智能在金融领域的应用尚不成熟。应用在金融领域的人工智能相关技术主要包括机器学习、生物识别、自然语言处理、语音识别和知识图谱等技术。目前的应用场景还处于起步阶段，大部分是人机结合式的，人工智能应用对金融业务主要起辅助性作用。但金融业务场景和技术应用场景都具有很强的创新潜力，长远来看，在金融投顾、智能客服等应用方面对行业可能产生颠覆性影响。

1. 智能投顾

智能投顾主要指根据个人投资者提供的风险偏好、投资收益要求以及投资风格等信息，运用智能算法技术、投资组合优化理论模型，为用户提供投资决策信息参考，并随着金融市场动态变化对资产组合及配置提供改进的建议。智能投顾不仅在投资配置和交易执行能力上可以超越人类，还可以帮助投资者克服情绪上的弱点。工商银行、中国银行等国有银行也纷纷推出智能投顾服务，花旗银行预计到2025年智能投顾管理的资产总规模将会高5万亿美元。伴随着人工智能神

神经网络、决策树技术的不断迭代创新和发展，智能投顾在金融业中将会进一步得到应用和发展。

2. 智能风控

人工智能技术在智能风控方面的应用发展较快，随着互联网金融的快速发展，如蚂蚁金服、京东金融等不少金融机构和互联网金融公司大力发展智能信贷服务。智能风控主要依托高纬度的大数据和人工智能技术对金融风险进行及时有效的识别、预警和防范。金融机构通过人工智能等现代科技手段对目标用户的网络行为数据、授权数据、交易数据等进行行为建模和画像分析，开展风险评估分析和跟踪，进而推测融资的风险点。根据某些可能影响借款人还贷能力的行为特征的先验概率推算出后验概率，金融机构能够对借款人还贷能力进行实时监控，有助于减少坏账损失。

3. 智能金融客服

对于处在服务业价值链高端的金融业而言，人工智能技术将对金融领域中的服务渠道、服务方式、风险管理、授信融资、投资决策等各个方面带来深刻的变革式影响，成为金融行业沟通客户、发现客户需求的重要决定因素。目前，交通银行、平安保险等金融机构已经开始运用人工智能技术开展自然语言处理、语音识别、声纹识别，为远程客户服务、业务咨询和办理等提供有效的技术支持，这不仅有效响

应客户要求，而且大大减轻人工服务的压力，有效降低从事金融服务的各类机构的运营成本。

人工智能对金融市场、金融机构和消费者都产生深刻影响。对金融市场来说，人工智能减少信息不对称程度，提升市场效率与稳定性；改善整个金融市场价格发现机制，降低整体交易成本；有效提升交易速度与效率，增加金融市场流动性。对金融机构来说，人工智能促进更多金融机构使用人工智能实现日常业务流程自动化，有效识别客户需求并提供其定制产品，显著提升业绩；促使金融机构提前检测欺诈、可疑交易、违约和网络攻击等风险，提升风险管理水平。对消费者与投资者来说，人工智能降低消费者和投资者金融服务成本，促进其获得更广泛金融服务；通过智能数据分析把握每位消费者或投资者消费偏好，便于提供更多定制化与个性化金融服务。

免责声明

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。报告中的信息或所表达的意见不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。在任何情况下，本报告中的信息或所表达的建议并不构成对任何投资人的投资建议，中国建银投资有限责任公司不对投资者的投资操作而产生的盈亏承担责任。本报告的版权归中国建银投资有限责任公司所有，任何机构和个人未经书面许可不得以任何形式翻版，复制，刊登，发表，篡改或者引用。