



西南证券
SOUTHWEST SECURITIES

人工智能行业专题（一）

“寒冬” or “拂晓”， 捕捉AI企业上市潮机遇

西南证券研究发展中心
计算机研究团队
2021年12月

分析师：常潇雅
执业证号：S1250517050002
邮箱：cxya@swsc.com.cn

联系人：叶泽佑
电话：021-58351932
邮箱：yezy@swsc.com.cn

联系人：邓文鑫
电话：15123996370
邮箱：dwx@swsc.com.cn

投资要点

- **AI是我国数字化转型的关键支撑，产业加速发展抢占战略高地。**在当前“百年未有之大变局”的历史格局之下，各行各业的数字化改革正在加速推进，人工智能与5G、工业互联网、物联网等并列为新型基础设施建设，成为我国数字化转型需求的关键支撑。政策助推下，产业有望呈现加速发展态势。
- **从技术角度出发，AI处于关键突破阶段。**以计算机视觉、语音识别为代表的人工智能技术在经历了萌芽期和期望膨胀期后，已逐步渡过了泡沫破裂的低谷期，伴随GPT-3等超大训练模型的出世，AI技术带来的红利远未见顶，未来十年将是“弱人工智能”向“强人工智能”发展的关键阶段，AI赛道具备典型的大空间、长赛道特点，有望持续受益。
- **AI企业即将迎来上市潮，捕捉投资机遇。**我国AI企业早期投融资次数自2019年起显著下降，同期中后期投资占比大幅提升，资金和优质资源配置向优质AI企业集中，行业第一轮洗牌加速。行至2021年尾，以商汤、云从为代表的人工智能独角兽即将上市，本文通过对人工智能产业链以及同业个股的梳理，探讨其投资机遇。
- **风险提示：**人工智能技术发展不及预期；业绩可预见性受限；行业竞争加剧等。

前言：当前中国AI产业进入融合发展阶段

- 2017至2019年，政府工作报告连续三年均提及加快人工智能产业发展；
- 2020年，人工智能更是与5G基站、大数据中心、工业互联网等一起被列入新基建范围。
- 2021年，中国AI产业进入深度融合发展期，迎来新的发展机遇。

当前我国人工智能产业背景

技术突破

从单点技术应用走向融合创新

资本市场

一级市场趋于饱和，即将迎来上市潮

落地融合

各行业全面铺开、深度落地，反哺技术发展



国际竞争

AI成为各国角逐焦点，中国影响力不断扩大

数字经济

AI成为数字经济底座，支撑能力持续提升

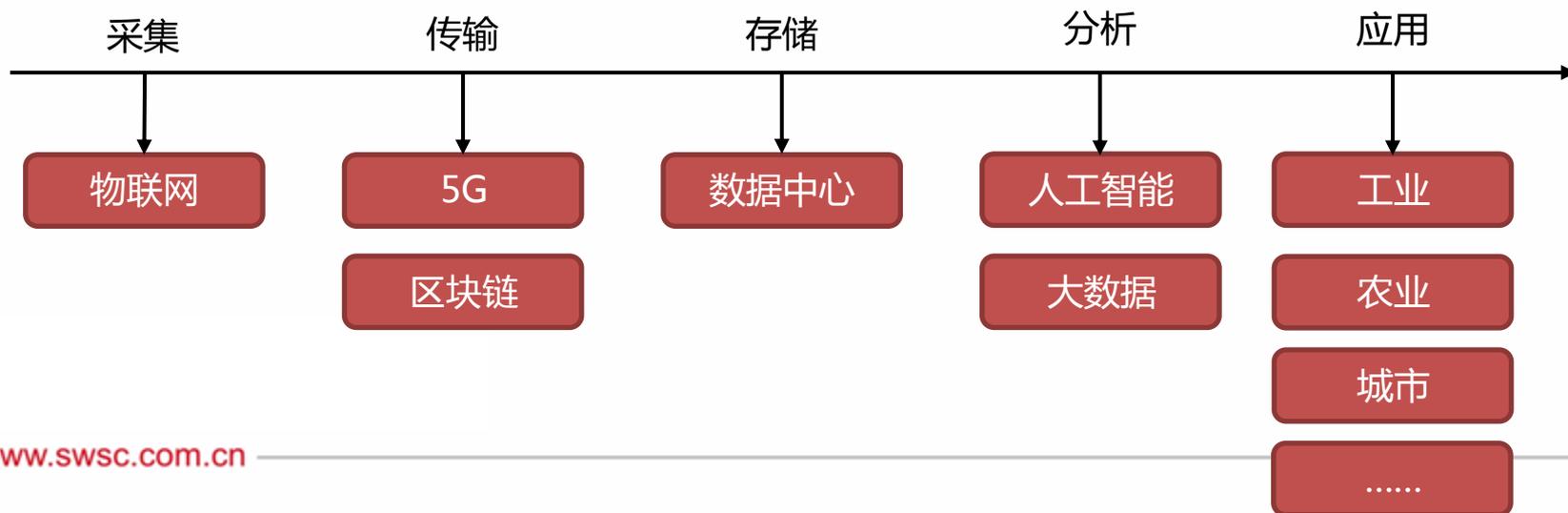
后疫情时代

助力抗疫和复工，解锁落地新场景，加速发展

技术融合突破+数字经济底座

- 当前我国正处于“弱人工智能”向“强人工智能”过渡阶段。
- 深度学习、计算机视觉、语音识别等核心技术正逐步走向成熟，我国在AI芯片、知识图谱、脑机接口等领域开始逐步突破。
- 伴随AI的场景应用不断丰富深化，单一技术难以满足复杂场景下的智能化需求，**AI开始向横向和纵向延伸**，以开放平台为载体，与5G、物联网、区块链、边缘计算等技术集成融合，提供标准化、模块化的产品和服务（即AIaaS）。
- 人工智能与5G、工业互联网、物联网等并列为新型基础设施建设，成为我国数字化转型需求的关键支撑，赋能传统行业完成智能化转型。

AI与各类技术融合应用，成为数字经济底座



后疫情时代+产业加速落地铺开

- 当前我国近80%的人工智能企业分布在应用层，其中泛安防、企业服务和机器人最为热门。
- **人工智能在抗疫关键战役中起到巨大作用**，AI测温、AI排查、疫情监控平台、医院消毒机器人等在各地加速普及；后疫情时代，AI亦有效助力复工，居民对人工智能的乐观态度从疫情前的70%水平提升至90%水平，汽车、大健康、教育等应用场景的渗透率大幅提升。
- 总体来讲，我国人工智能产业呈现出**上游寻求突破，中游龙头企业试水，下游百花齐放的产业格局**。

疫情加速AI落地

AI病毒基因检测

浙江省疾控中心联合阿里达摩院、杰毅生物上线自动化全基因组检测分析平台，病毒基因分析效率缩至半小时。

AI医疗影像分析

华为云基于自主AI芯片与华中科技大学、蓝网科技推出“新冠肺炎AI”辅助医学影像量化分析云服务，大幅提升诊断效率。

AI测温

商汤科技推出无接触式和无感式的测温和身份识别模块，使管理人员实时了解该区域状态，测温误差仅在 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

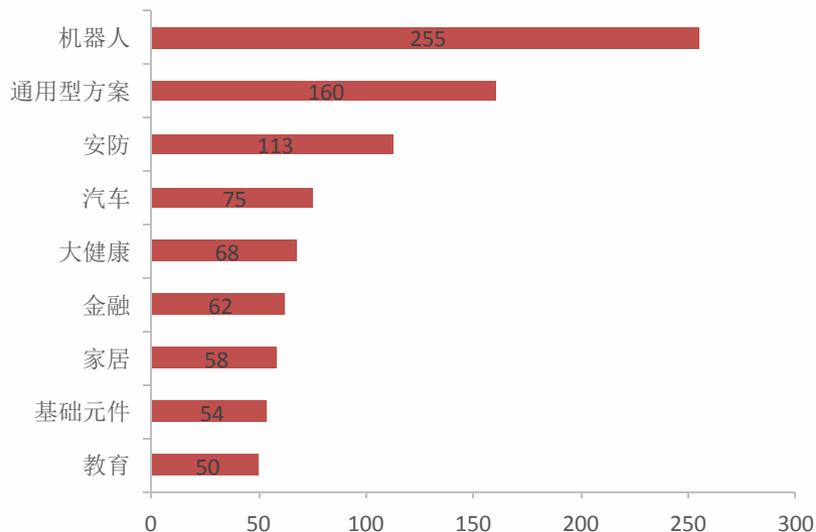
智能机器人

上海钛米智能消毒机器人集成三种消毒方式于一体，全智能化操作，有效减少医院交叉感染，减轻医护人员工作强度。

AI辅助社区排查

小i机器人通过语音识别、语义理解对返工人群发起电话外呼，完成定制化问题询问，并将通话内容以报表形式汇报给社区。

我国AI企业的垂直领域分布



国际竞争

- AI成为“兵家必争之地”，各国人工智能的战略布局加快，辅以政策频繁落地驱动。
- 中国影响力持续提升，中国的AI企业数量占全世界的份额比重由2018年的20%提升至25%。

各国（地区）AI相关战略动作频出



发布《国家新一代人工智能标准体系建设指南》
发布《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》



提高AI在国防部署中的重要性
颁布《维护美国在人工智能领域领导地位》、《国家人工智能研发战略计划》、《美国人工智能时代：行动蓝图》



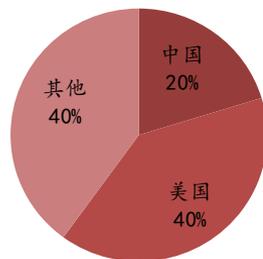
加强伦理立法实践，构建可信赖与安全的AI监管框架，发布《人工智能监管新路径》
立足疫情后需求，对AI投资从30亿欧元增至50亿欧元



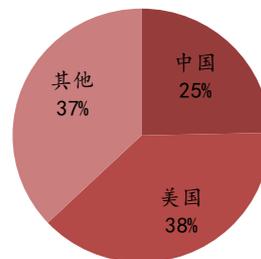
发布《日本下一代人工智能促进战略》，确定了人工智能在政府、产业界和学术界合作行动目标
发布《第2期战略性创新推进计划（SIP）》

我国AI企业数量占比提升

2018年



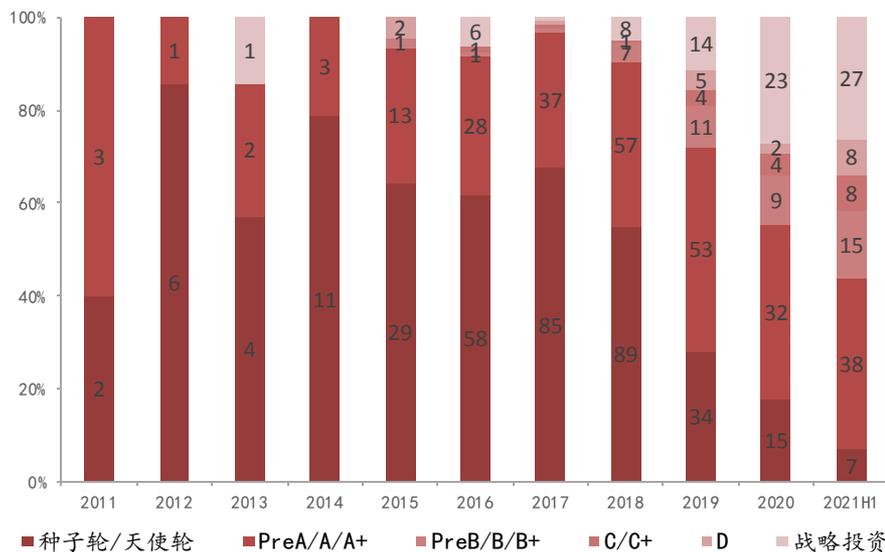
2020年



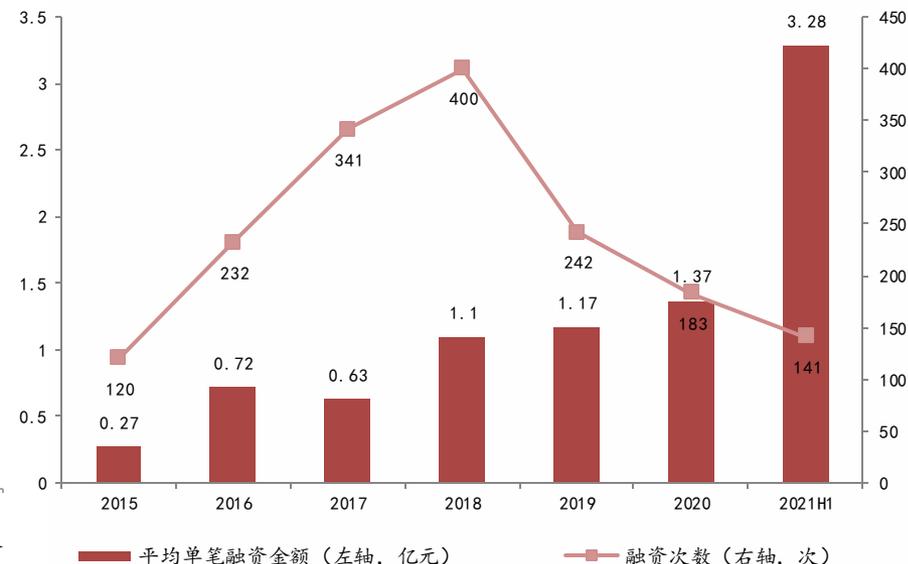
资本市场

- 2014-2018期间，AI领域初创企业如雨后春笋般涌出，投融资事件数在2018年达到顶峰。
- 我国AI企业早期投融资次数自2019年起显著下降，同期中后期投资占比大幅提升，其中C轮以后投融资占比超过50%，**AI产业投融资次数减少，轮次后移。**
- 2020年起，AI企业平均单笔融资金额从1亿元左右跨越至3.3亿元，其中地平线、涂鸦智能等单笔融资金额超过30亿元，**资金和优质资源配置向优质AI企业集中，行业第一轮洗牌加速。**

AI企业各轮次投融资占比



AI企业平均单笔融资金额



目 录

◆ 一、人工智能综述

◆ 二、从感知到认知，技术红利远未见顶

◆ 三、群雄林立，捕捉AI厂商上市潮机遇

1 人工智能

人工智能是模拟、延伸和扩展人的智能（学习、推理、思考、规划等），以使计算机实现人的头脑思维的技术。

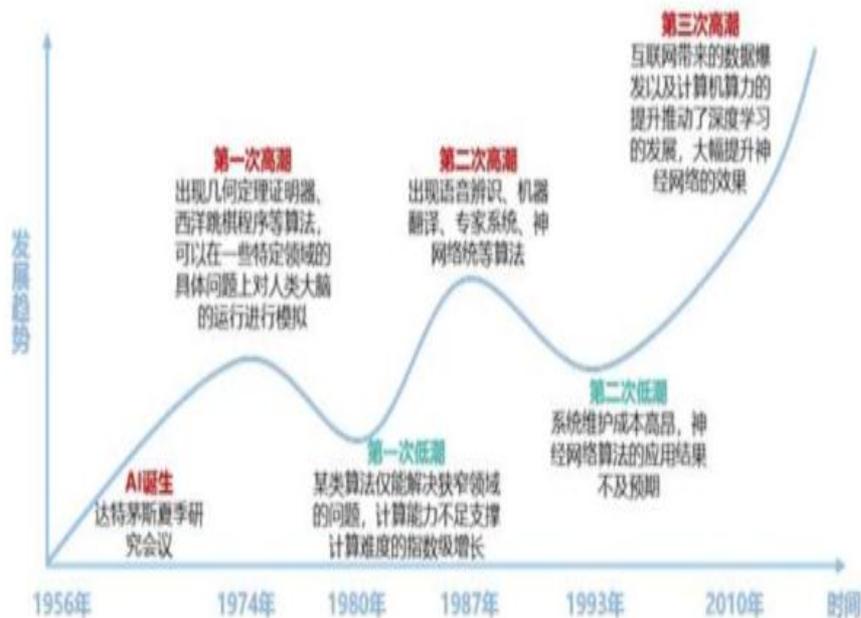
人工智能利用机器模拟人类意识和思想，以代替甚至超越人类的认知、分析和决策，达到机器以人类的思维方式执行任务。

人工智能三要素

- **数据**：提升识别率和精准度。
- **算法**：算法是机器学习的实现途径，机器学习是一种可以从数据分析中获得信息进行预测的算法。最热门的机器学习是深度学习（神经网络）。
- **算力**：包括软件和硬件的开发。计算机、芯片等载体提供了基本算力。



人工智能发展三次浪潮



1 人工智能产业链

- 基础层是AI产业的根基，为人工智能提供数据及算力支撑
- 技术层是AI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
- 应用层是AI产业的延伸，面向特定场景需求形成软硬件产品或解决方案

人工智能产业链结构



1 中美人工智能发展领跑

中美两国领跑人工智能行业，中国的发展和政府策略指标世界排名第一。

海外专业调研机构Tortoise Intelligence发布AI指数，对世界各国人工智能进行排名，衡量指标包括研究、编程平台、投资和政府支出等150个指标。AI综合排名前十的国家依次为美国、中国、英国、加拿大、德国、法国、新加坡、韩国、日本和爱尔兰。

中国有两项指标位居首位，分别为发展指标和政府策略指标。发展指标方面，2019年每十项AI专利就有7项在中国申请。政府策略指标方面，中国在人工智能行业投入的公共资金是世界其他国家总和的1.5倍。

世界各国AI指标排名

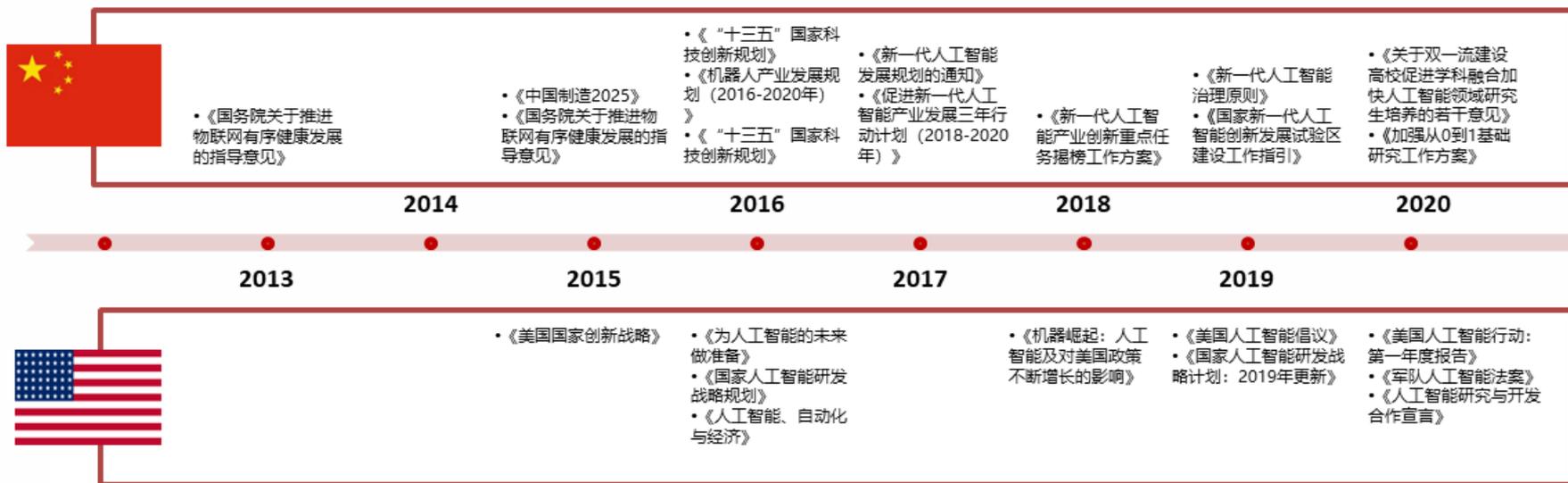
国家	人才排名	基础设施排名	实验环境排名	研究排名	发展排名	政府策略排名	商业排名	总体排名
 美国	1	1	6	1	2	13	1	1
 中国	18	3	3	2	1	1	2	2
 英国	5	8	1	3	11	7	4	3
 加拿大	4	23	5	8	10	4	5	4
 德国	8	30	2	12	9	6	7	6

1 中美人工智能发展领跑

我国人工智能政策先行，持续落地推动。

- 我国初期政策偏向互联网行业，终端应用市场发展迅速，但算法和算力领域发展受到一定程度的忽视，需要长期投入研发创新的基础层还有待突破。
- 美国虽然2015年才有战略层面的政策出台，但公共资金投入较晚，但由于拥有人才和技术的优势，目前仍处于领先地位，尤其在算法和算力硬件领域布局超前。
- 相较于美国人工智能行业的全面发展，中国人工智能产业发展存在“头重脚轻”的结构性问题，近年来的政策已开始逐步强调技术创新的关键性。

中美两国人工智能政策





西南证券

SOUTHWEST SECURITIES

基础层

1.1 中美人工智能基础层对比

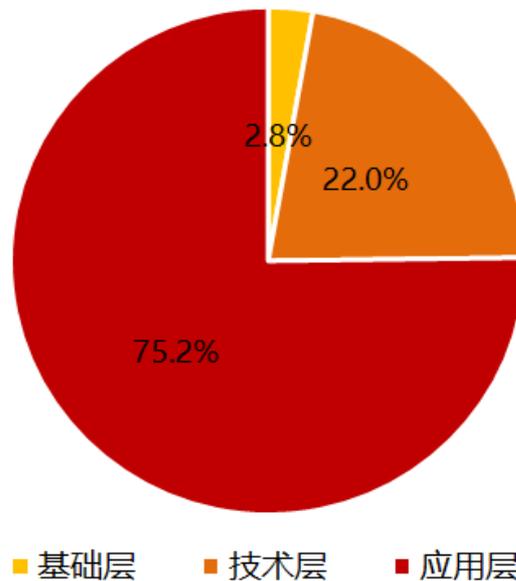
我国人工智能产业链基础层存在短板，但近期曙光初现。

- ❑ 受限于创新难度大、技术和资金壁垒高的特点，我国基础层的发展时间较短，在底层技术和基础理论领域积累不足，尚缺乏标志性研究成果，长期以来受制于欧美日韩等AI国际巨头。
- ❑ 美国人工智能大型厂商综合布局AI产业链，芯片、传感器、云计算等均有对应领域的绝对龙头；中国人工智能企业布局侧重应用层和技术层，基础层企业占比最少，仅占人工智能企业的2.8%，且多为传统互联网巨头。
- ❑ 近年来，伴随华为海思、地平线、寒武纪等“国产之光”出现，我国在基础层已有初步突破，呈现快速追赶的良好发展态势。

中美人工智能基础层厂商

	美国	中国
芯片		
传感器		
云计算		

2019年中国人工智能企业层次分布

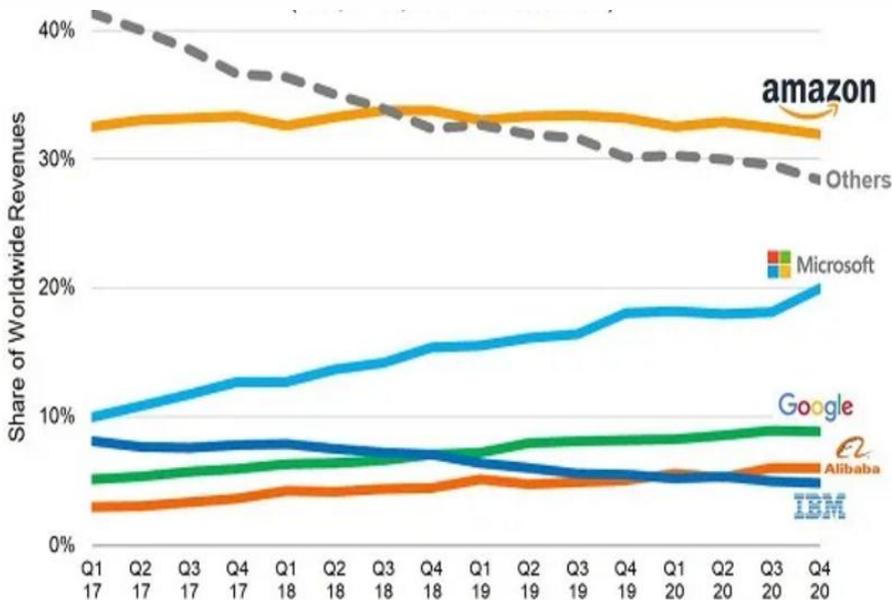


1.1 中美人工智能基础层对比（云计算领域）

一、云计算领域，中国企业入局云计算数据中心，国外科技巨头占据大部分市场份额。

- 云计算不仅是人工智能的基础计算平台，也是人工智能集成到众多应用中的便捷途径。
- 中国企业阿里云、腾讯云、百度云纷纷布局了云计算数据中心，但服务器化、SDN、开发语言等核心技术仍掌握在亚马逊、微软等国外科技巨头中。
- 从竞争格局来看，国外科技巨头仍占据主要市场份额，亚马逊、微软、谷歌组成的CR3占比达到60%，此外，以阿里云为代表的国产云计算厂商开始崛起，份额稳步扩张。

中美云计算厂商市场份额趋势



中美云计算厂商对比

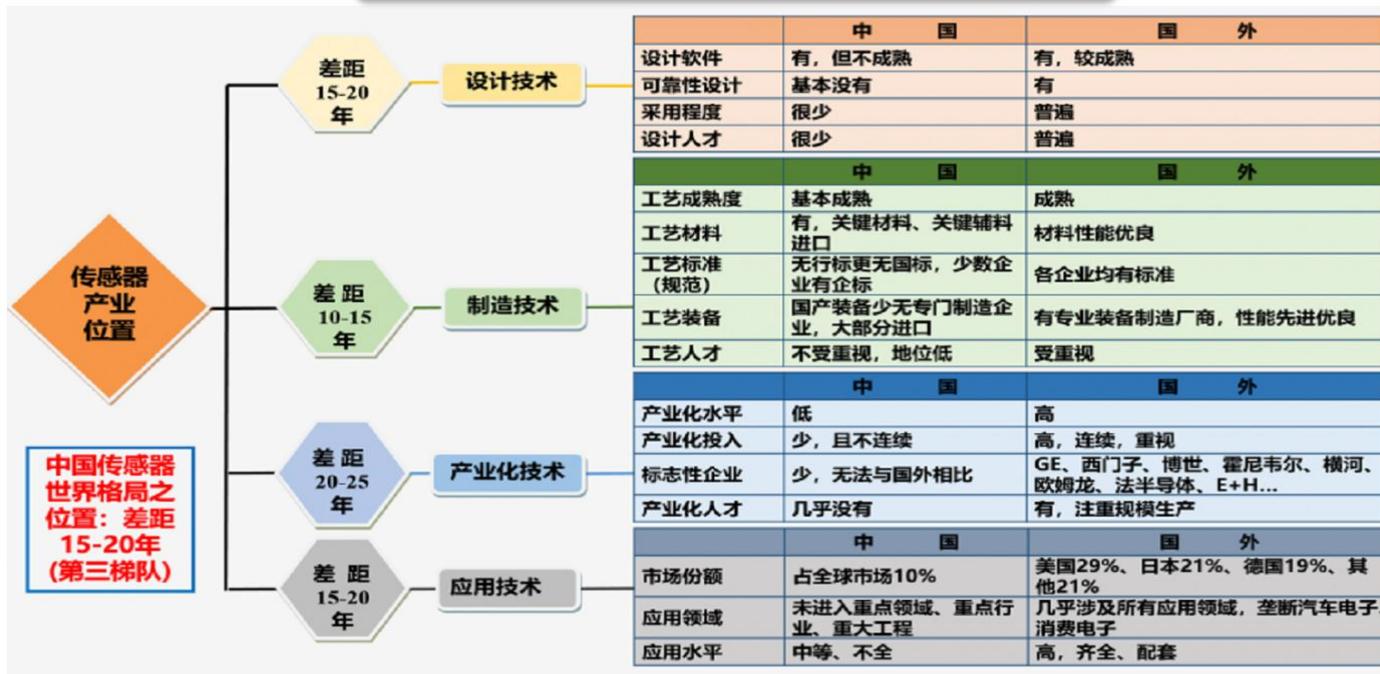
厂商	产品种类	优势
Amazon AWS	云主机、对象存储、弹性块存储、数据库、云分发、管理工具与应用程序服务	<ul style="list-style-type: none"> 数据中心遍布多个国家，入行时间早，经验丰富，产品成熟 细分产品丰富，帮助客户覆盖更多领域
Microsoft Azure	云主机、对象存储、数据库、块存储、云分发、管理工具、Web与移动应用管理	<ul style="list-style-type: none"> 规模巨大，云服务覆盖国家广泛 客户资源丰富，积累多年大客户以及企业服务经验
阿里云	云主机、对象存储、数据库、云分发	<ul style="list-style-type: none"> 产品种类丰富 数据资源丰富 软件开发和创新能力强，拥有IaaS服务经验
腾讯云	云主机、数据库、块存储	<ul style="list-style-type: none"> 在社交、视频和游戏领域产品众多，经验丰富 微信开放平台带来大量客户 软件开发和创新能力强，拥有一定的IaaS服务经验

1.1 中美人工智能基础层对比（传感器领域）

二、智能传感器领域，我国技术水平较国外尚有较大差距，高精度传感器依赖国外进口。

- 智能传感器领域，国内传感器共性关键技术尚未突破，技术水平相比国外尚有较大差距，同时国内市场格局较为分散，缺乏引领技术的龙头企业。
- 国内生产的多为低端传感器，中高端传感器进口比例超80%，传感器芯片进口比例高达90%，智能传感器自主研发程度较低。
- 以安防行业中的监控摄像传感器为例，一直以来由日本索尼、韩国三星、美国豪威科技掌控，国内安防传感器多依赖进口；尽管有国内龙头企业海康威视、大华股份自研传感器，但仍主要集中于中低端领域。

中外传感器产业差距

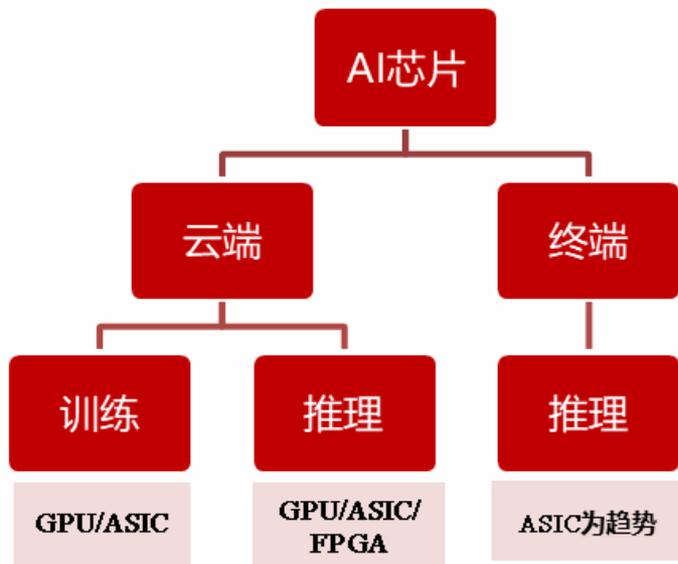


1.1 中美人工智能基础层对比（AI芯片领域）

三、人工智能芯片领域，主流人工智能芯片分为GPU、FPGA和ASIC三种，目前GPU处于人工智能芯片主导地位，FPGA与ASIC芯片发展势头迅猛。（芯片是AI产业的“心脏”）

- 依据芯片部署位置，人工智能芯片可分为云端和终端芯片；依据芯片功能，可分为训练和推理芯片，其中训练芯片涉及到海量数据与大规模计算，因此仅适合部署在云端。
- AI芯片行业的主流技术路线分为GPU、FPGA与ASIC三类，GPU、FPGA属于通用型芯片，ASIC属于为AI特定场景定制化的芯片。
- GPU由于可支撑大量数据并行计算等优势，仍主导AI芯片市场；FPGA芯片因低延迟、计算架构灵活可定制的优势，正受到各大国际巨头越来越多的关注；ASIC芯片非常适用于人工智能，尤其是应对未来爆发的面向应用场景的定制化芯片需求。

人工智能芯片分类



人工智能芯片优缺点比较

类别	优点	缺点
GPU	提供了多核并行计算的基础结构，且核心数非常多，可以支撑大量数据的并行计算，拥有更高的浮点运算能力	管理控制能力（最弱），功耗（最高）
FPGA	可以无限次编程，延时性比较低，同时拥有流水线并行和数据并行、实时性最强、灵活性最高	开发难度大、只适合定点运算、价格比较昂贵
ASIC	为集成电路技术与特定用户的整机或系统技术紧密结合的产物，与通用集成电路相比体积更小、重量更轻、功耗更低、可靠性提高、性能提高、保密性增强、成本降低	灵活性不够，成本比FPGA贵

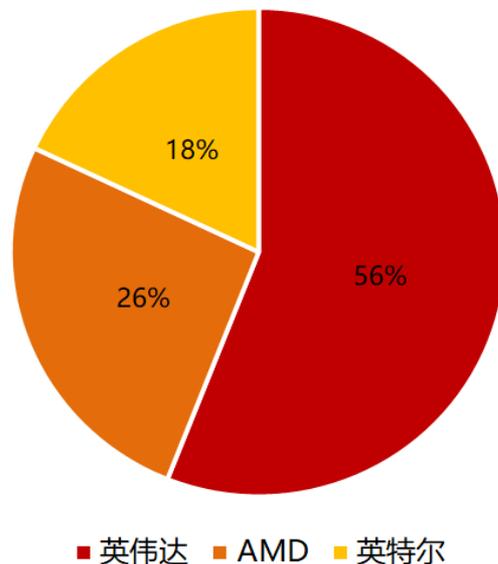
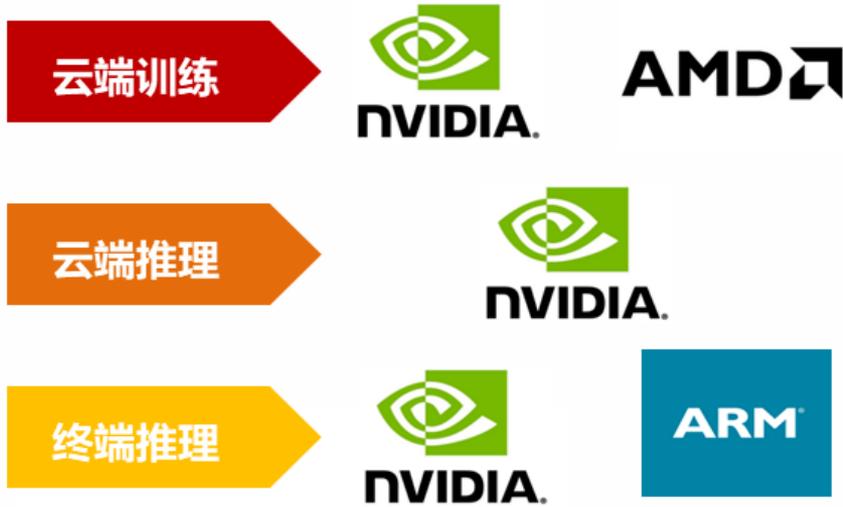
1.1 中美人工智能基础层对比（AI芯片领域）

GPU占领人工智能芯片主要市场份额，英伟达与AMD双寡头垄断GPU市场，中国企业与国际AI巨头差距较大。

- GPU可支撑大量数据并行计算，拥有更高的浮点运算能力，目前主导AI芯片市场，2019年GPU在云端训练市场占比高达75%。
- 中国企业尚未布局云端训练芯片，短期内难以与国际芯片大厂相较量。
- 全球范围内，英伟达与AMD形成双寡头垄断的竞争格局，GPU芯片厂商营收前三位分别为英伟达、AMD和英特尔，三者的营收总和约能代表整个GPU行业的总体收入。

GPU芯片主要厂商布局

2019年GPU前三位收入份额



1.1 中美人工智能基础层对比（AI芯片领域）

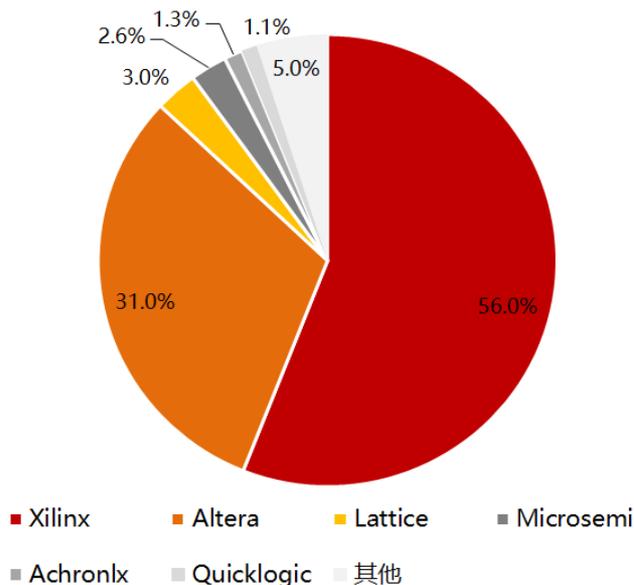
FPGA芯片市场被Xilinx与Altera双寡头垄断，国内企业处于起步阶段，短期无法撼动FPGA市场格局。

- ❑ FPGA芯片拥有可以无限次编程，延时性比较低，同时拥有流水线并行和数据并行、实时性最强、灵活性最高等优势。
- ❑ FPGA芯片市场被Xilinx与Altera(被Intel收购)垄断，二者合计市场份额近90%，其中Xilinx市场份额超过一半，处于绝对领导地位。
- ❑ 中国企业阿里、百度、紫光国微等已入局FPGA芯片，但短期内难以撼动全球FPGA市场格局。

FPGA芯片主要厂商布局



2019年全球FPGA市场竞争格局



1.1 中美人工智能基础层对比（AI芯片领域）

ASIC芯片市场竞争格局分散，我国ASIC芯片与国际领先技术差距较小，部分领域处于领先地位。

- ❑ ASIC芯片与通用集成电路相比体积更小、重量更轻、功耗更低、可靠性提高、性能提高、保密性增强、成本降低，为面向特定用户需求设计的定制芯片，适用于多种终端设备。
- ❑ 我国ASIC芯片技术与国际技术水平差距较小，部分领域处于世界前列。
- ❑ ASIC芯片领域巨头与初创公司均有参与，目前尚未出现足以垄断市场的巨头公司。国外ASIC芯片主导公司为谷歌，国内主导公司为寒武纪。

ASIC芯片主要厂商布局

云端训练



云端推理



终端推理



国内外各公司云端ASIC芯片产品

公司	产品	推理	训练	算力	产地
谷歌	Cloud TPU v3	√	√	420TOPS	国外
英特尔	Nervana NNP-T	/	√	119TOPS	国外
Groq	TSP	√		250TFLOPS	国外
寒武纪	MLU270	√	√	128TOPS	国内
平头哥	含光800	√	/	性能 78563IPS	国内
华为	昇腾910	√	√	512TOPS	国内
百度	昆仑芯片	√	√	260TOPS	国内
依图	Questcore	√		15TOPS	国内

数据来源：公开资料，西南证券整理

数据来源：各公司官网，西南证券整理

1.1 中美人工智能基础层对比（AI芯片领域）

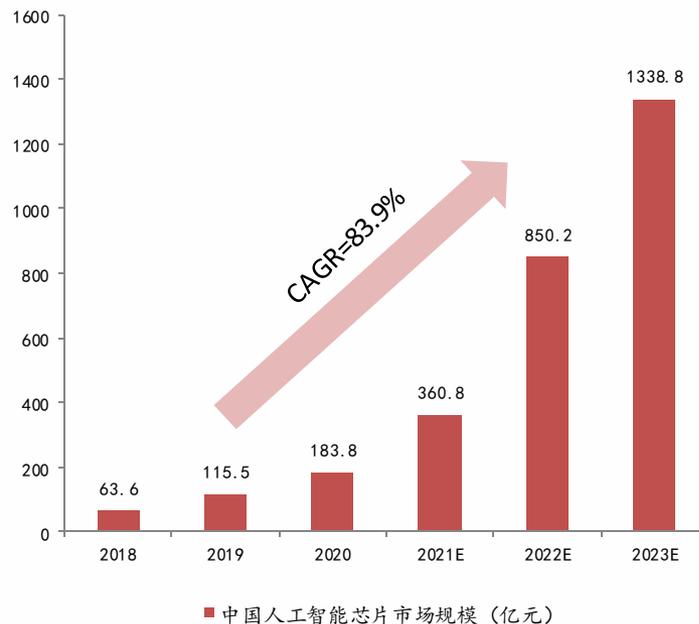
国家政策大力支持，中国“芯”快速导入。

- 近年来，为解决芯片“卡脖子”问题，国家相继颁布一系列产业政策，带动国内人工智能芯片迅猛发展。
- 在技术取得突破后，国产芯片正式步入爆发期，根据艾媒数据，预计2021年我国AI芯片市场规模实现翻倍，预计2023年市场规模将突破千亿元，2018-2023年预计CAGR超过80%。

政策积极推动国产AI芯片发展

时间	政策	主要内容
2021年3月	《“十四五”规划纲要和2035年远景目标纲要》	“十四五”期间，我国新一代人工智能产业将着重构建开源算法平台、并在学习推理与决策、图像图形等重点领域进行创新，聚焦高端芯片等关键领域
2020年8月	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	国家鼓励的集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业，自获利年起，第一至第二年免征企业所得税，第三至第五年按照25%的法定税率减半征税
2019年3月	《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》	把握新一代人工智能的发展特点，结合不同行业、不同区域特点，探索创新成果应用转化的路径和方法，构建数据驱动、人机协同、跨界融合共创分享的智能经济形态
2017年7月	《新一代人工智能发展规划》	到2020年、2025年和2030年，人工智能核心产业规模分别超过1500、4000、10000亿元，带动相关产业规模分别超过1万亿、5万亿、和10万亿元，2030年成为世界主要人工智能创新中心

预计2023年国产AI芯片规模突破千亿元



1.1 中美人工智能基础层对比 (AI芯片领域)

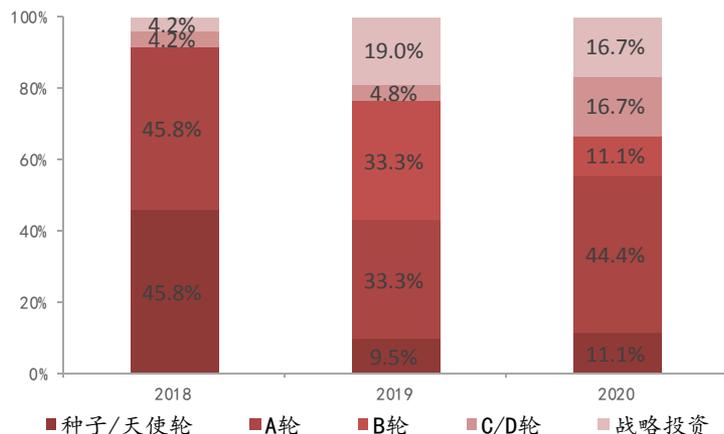
中后期投融资比例增加，国产芯片逐渐跑出清晰格局。

- 据工信部数据，2015年国内芯片设计企业只有736家，截至2020年12月份，企业快速扩充至2218家。
- 当前行业投资重心逐渐由初创公司向有一定技术实力积累的企业转变，成熟度有所增加，华为海思、地平线、寒武纪、比特大陆等优质企业引领着国内AI芯片的发展。

AI芯片近期投融资事件

时间	公司名称	轮次	金额	投资方
2021/4/25	艾利特	B+轮	2亿人民币	联想创投、张江集团等
2021/4/23	地平线	战略投资	未透露	韦豪创芯
2021/4/23	墨芯	战略投资	未透露	智慧互联产业基金
2021/4/16	星云智联	天使轮	数亿人民币	高瓴创投、鼎晖投资等
2021/3/1	天数智芯	C轮	12亿人民币	运柏资本、大钲资本等
2021/2/9	地平线	C+轮	3.5亿美元	中金资本、比亚迪、长城汽车等
2021/1/7	地平线	C+轮	4亿美元	Baillie Gifford、云锋基金、中信产业基金、宁德时代等
2021/1/5	燧原科技	C轮	18亿人民币	中信产业基金、中金资本等

AI芯片投融资轮次分布



AI芯片投融资金额及事件数

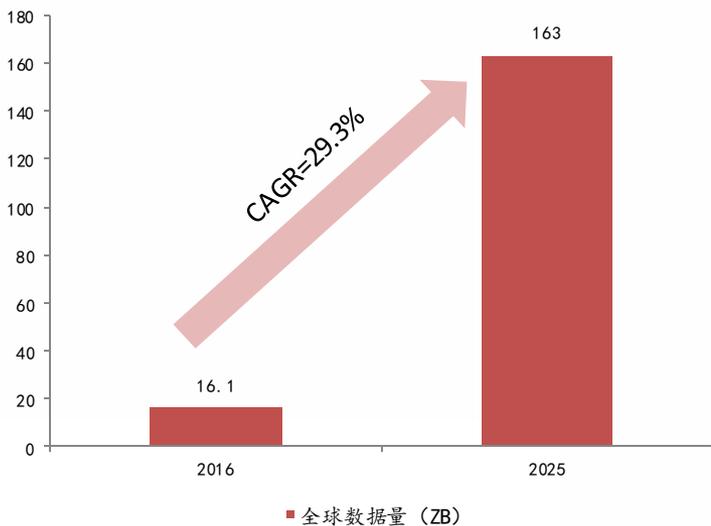


1.1 中美人工智能基础层对比（大数据领域）

四、人工智能产业目前已发展至量变瓶颈阶段，需要通过大量的数据进行训练从而完成质变突破，数据采集和标注是关键一环。（数据是AI产业的燃料）

- ❑ 数据为算法模型提供基础资源，基于深度学习的人工智能技术，核心在于通过计算寻找数据中的规律，运用该规律对具体任务进行预测和决断。
- ❑ 数据量呈指数增长。根据IDC，全球每年产生的数据量从2016年的16.1ZB将猛增至2025年的163ZB，其中80%-90%是非结构化数据。
- ❑ 数据经过清洗与标注才能被唤醒价值。人工智能基础数据服务并非人们想象中的数据作坊，其发展依赖于技术的数据处理平台和工具，以及科学高效的管理。在我国，每年被清洗和标注的语音数据超过200万小时，图片则有数亿张。

数据量呈指数级增长



常见数据采集和标注分类

数据	采集	标注
图像/视频	人脸、人体、车辆、服饰、动物、植物、商标、场景、手写体、印刷文字等	支持2D及3D图像/视频的标注，包括分类、属性标注、关键点标注、框位置标注、精细分割、轨迹跟踪标注、语义理解标注、多设备关联标注等
语音数据	普通话、各地方言、少数民族语言、各式英语、亚洲语系、欧洲语系、美洲语系	对单段落、多段落等各类语音进行时间截、语音内容、发音人性别、是否有口音、语速、情感、各类噪音等进行标注
文本数据	互联网网文本、知识图谱、平行语料库、家居车载等特定场景问句	对文本进行分词、槽位、句法、情感、时间要素、语种互译等不同层级进行标注

1.1 中美人工智能基础层对比（大数据领域）

行业由野蛮生长进入规范成长期，格局逐渐清晰。

- 2016年前，国内人工智能概念爆发，大量的AI公司拿到融资，巨量数据采标需求随之诞生；但早期的AI基础数据服务门槛较低，玩家鱼龙混杂，行业标准模糊，质量参差不齐。
- 伴随AI进入落地阶段，垂直场景数据成为主要需求，众多小型AI基础数据服务公司在数据质量和采标能力上达不到要求，或被淘汰，或依附大平台，行业格局逐渐清晰。
- 以百度、阿里为代表的科技巨头和以海天瑞声、龙猫数据、Appen、数据堂为代表的AI企业纷纷建设数据采集与标注服务团队，在支撑自身人工智能技术研发的同时对外输出数据采标能力。根据IDC和艾瑞咨询，我国AI基础数据服务市场有望在2025年突破百亿元规模。
- 未来，越来越多的长尾、小概率事件所产生的数据需求增强，**机器模拟或机器生成数据将成为解决该问题的良好途径，或成为AI数据服务商的护城河。**

部分AI基础数据服务主要玩家矩阵

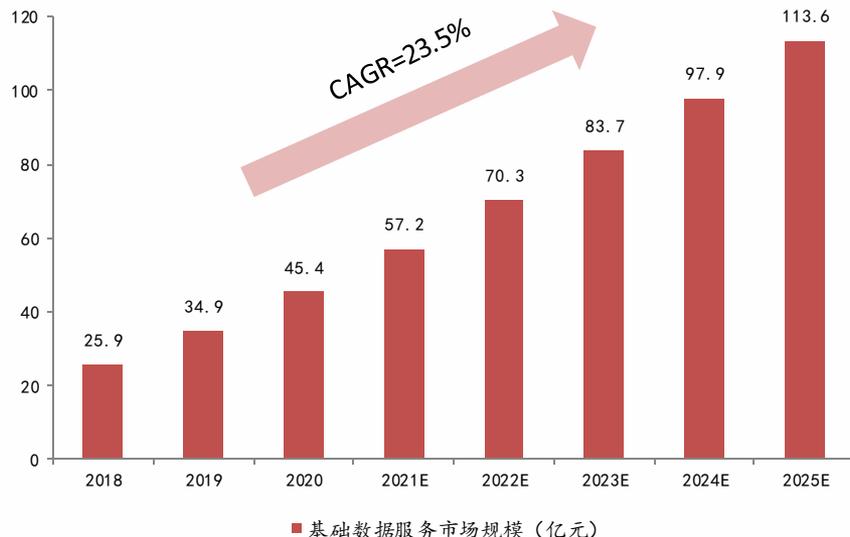
需求方



提供方



AI基础数据服务市场规模及增速





西南证券
SOUTHWEST SECURITIES

技术层

1.2 中美人工智能技术层对比

技术层为整体产业链提供通用AI技术能力，是推动人工智能发展上限的核心。

- 技术层包括底层算法理论（主要基于机器学习）、开发平台（开源框架）和应用技术（计算机视觉、智能语音、生物特征识别、自然语言处理）。
- 相比较绝大多数上游和下游企业聚焦于某一细分领域，技术层向产业链上下游扩展较为容易，也吸引了大批核心玩家纷纷布局。
- 当前国内开源算法框架等技术和生态链尚不成熟，但在**计算机视觉和语音识别等应用技术领域已达到全球领先水平**；综合来看，中美技术层的差距不如基础层明显。

中国人工智能技术层产业链

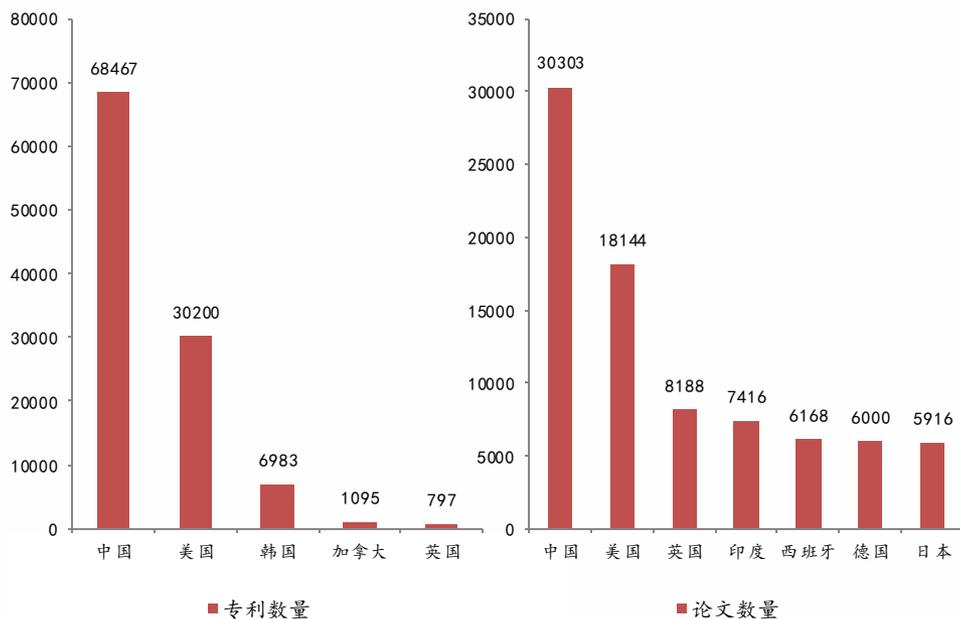


1.2 中美人工智能技术层对比

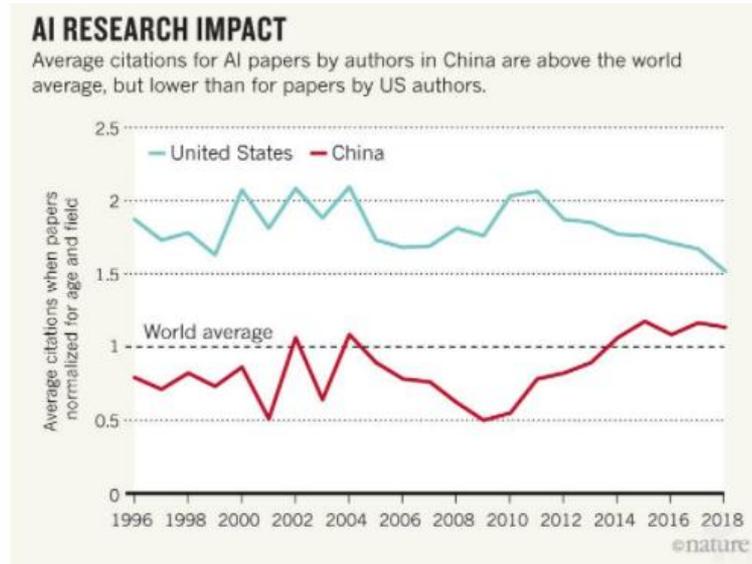
我国人工智能专利和论文量世界领先，但专业性和针对性有所不足。

- ✓ 2009-2018年，中国AI累计专利数量达到68467件，论文数量达到30303篇，位列全球第一；其中高质量论文较为匮乏，引用率和影响力均不及美国，但近年来呈现快速追赶的态势。
- ✓ 我国AI产业过于依赖开源代码和现有数学模型，导致专业性和针对性不足，效果往往不能满足具体任务的实际要求。以图像识别为例，用开源代码开发出的AI算法可以准确识别人脸、车牌，但对医学影像的识别上难以达到临床要求。

我国专利和论文数量领先



我国AI研究影响力不及美国但快速追赶

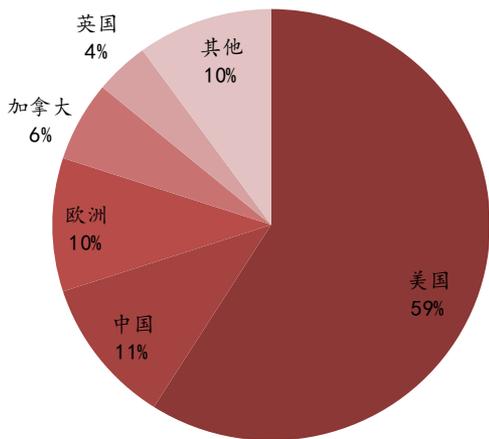


1.2 中美人工智能技术层对比

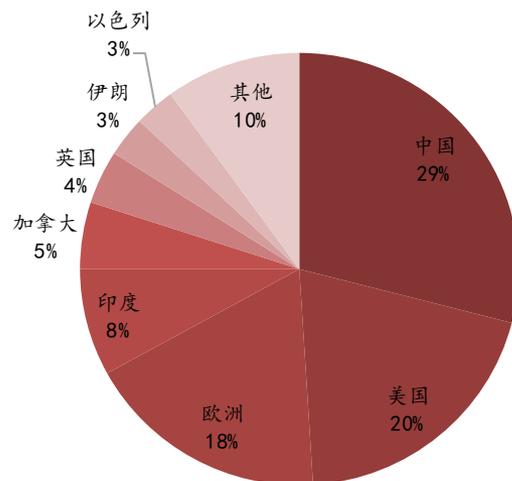
顶尖AI人才缺口较大，我国基础教育优势突出，未来转化空间大。

- ✓ **人才是人工智能产业的核心竞争力。**据领英大数据显示，全球AI人才供给在300万左右，其中深度学习人才供给为9.5万人，但招聘职位的数量仍约为求职者数量的三倍，供需严重失衡。
- ✓ 根据剑桥大学《AI全景报告》，全球顶尖AI人才有近60%在美国工作，中国位列第二，但占比仅有11%。
- ✓ 值得注意的是，**在中国接受本科教育的顶尖AI人才占比最高，达到29%**；但从国内的大学毕业后，继续在NeurIPS上发表论文的毕业生中有54%都去了美国。

顶尖AI人才工作地



顶尖AI人才本科毕业国家



1.2 中美人工智能技术层对比

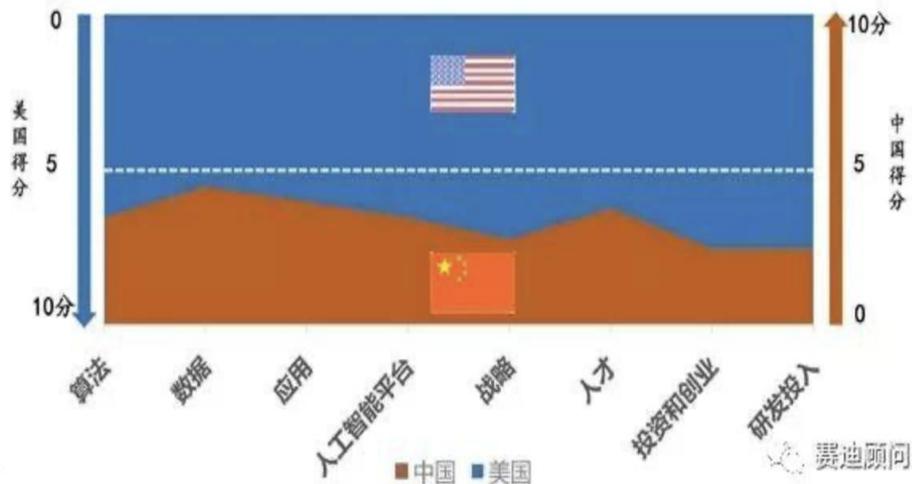
算法理论和开发平台领域，国内已有所突破，但尚缺乏经验和生态，处于追赶地位。

- ✓ 机器学习算法是人工智能的热点，开源框架成为国际科技巨头和独角兽布局的重点。开源深度学习平台是允许公众使用、复制和修改的代码，是人工智能应用技术发展的核心推动力。
- ✓ 美国AI技术生态趋于构建形成，在芯片与算力、深度学习框架等领域上领先中国，如亚马逊与谷歌拥有超过300万台服务器，谷歌与脸书拥有Tensor Flow与Pytorch等行业主流框架。
- ✓ 百度等中国厂商正引领转型进程：百度等厂商高度重视AI领域自主知识产权，推出国产AI芯片昆仑与鸿鹄、深度学习平台PaddlePaddle飞浆等，已初步应用于工业、农业、服务业等业务场景，服务230余万开发者，**整体应用广度和深度在逐步追赶。**

中国及全球人工智能技术层产业规模及年增长率



中美总体实力对比



1.2 中美人工智能技术层对比

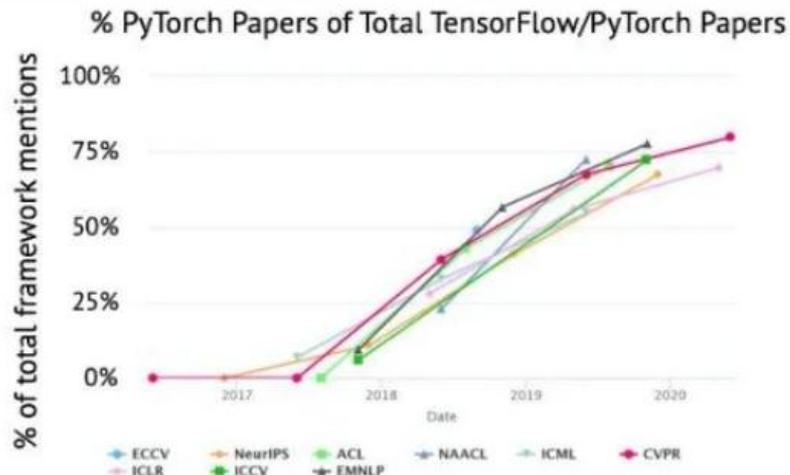
美国仍是深度学习开源框架领域发展水平最高的国家。

- ✓ 国际上广泛使用的深度学习开源框架包括Google的TensorFlow、Facebook的PyTorch、Amazon的mxnet和微软的CNTK等。根据剑桥大学的2020版《AI全景报告》，在顶会论文中，研究人员开始更多从TensorFlow切换至PyTorch；在GitHub上，约有47%的最新实现是基于PyTorch，而TensorFlow下滑至18%。
- ✓ 开发框架竞争焦点已从模型库转移至易用性和硬件适配优化，**三大主流框架开始合作圈地**：TensorFlow与Keras形成排他性合作；mxnet与Gluon联合，由亚马逊和微软共同维护；PyTorch以Troch和Caffe2作为后端框架，内部先天构筑高级语言接口。
- ✓ 我国基础理论体系尚不成熟，百度的PaddlePaddle、腾讯的Angle、华为的MindSpore、旷视的MegEngine等国内企业的算法框架尚无法与国际主流产品竞争，未得到业界的广泛认可和应用，主要体现在：核心技术和相关创新能力有限，训练性能和跨平台支持能力不足，超前设计与开发能力不足。

全球主流深度学习框架开源时间轴



PyTorch成为顶会研究最常用的框架

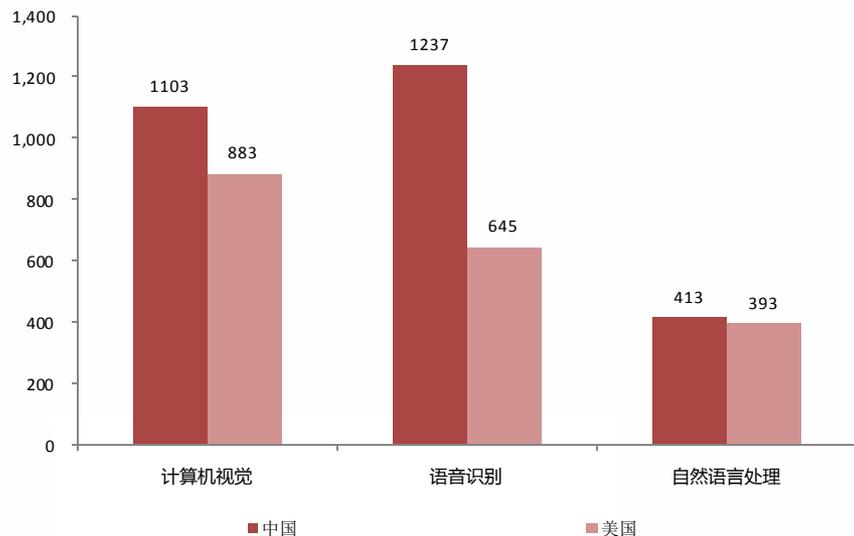


1.2 中美人工智能技术层对比

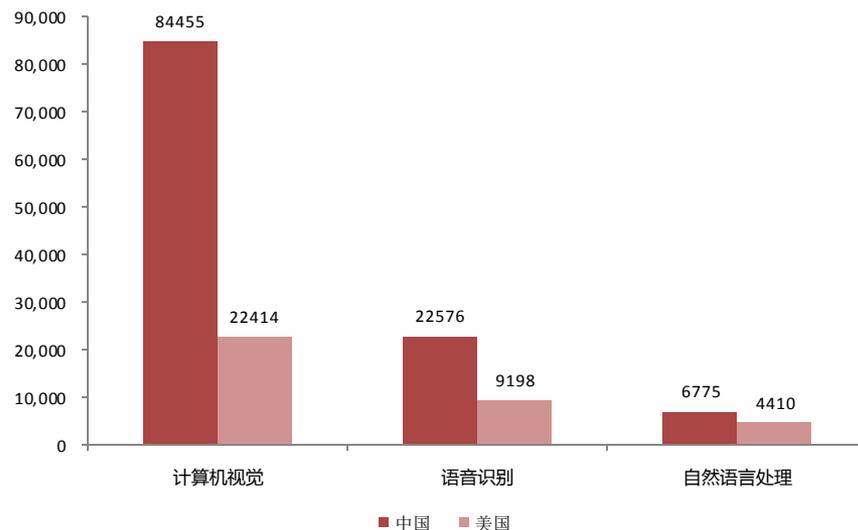
在应用技术的部分领域，中国实力与欧美比肩。

- ✓ 计算机视觉、智能语音、自然语言处理是三大主要技术方向，也是中国市场规模最大的三大商业化技术领域。
- ✓ 受益于互联网产业发达，积累大量用户数据，**国内计算机视觉、语音识别领先全球。**
- ✓ 自然语言处理当前市场竞争尚未成型，虽然中国的研究起步较晚，且中文存在大量一词多义、同音异义、笔画复杂的情况，**但百度的能力已后来居上，被认为超越谷歌和微软。**

三大领域高水平论文量



三大领域累计专利申请量

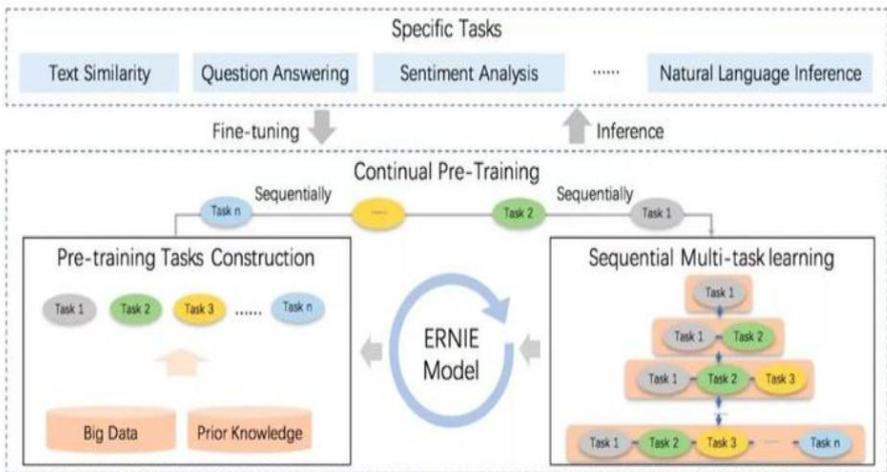


1.2 中美人工智能技术层对比

具体来看：

- ✓ **计算机视觉领域**：以海康威视、AI四小龙等为代表的中国企业，技术优势主要体现在人脸识别，其应用场景多为安全监控系统。相比而言，由于隐私政策，欧美的人脸识别技术难以发展实行。如2020年8月，英国法院裁决警察部门使用自动面部识别（AFR）违反了数据保护和平等法以及隐私权。
- ✓ **语音识别领域**：以科大讯飞、百度、腾讯等为代表的中国企业表现优秀，尤其是在中文识别和处理上，依靠庞大的语音数据库建立起不可复制的优势。例如，腾讯可从其月活超10亿的微信用户获得语音数据。
- ✓ **自然语言处理领域**：百度的自然语言处理模型ERNIE参考Google的BERT模型，让其预测文章中一串被隐藏的汉字，来学习文字组合的特点和联系，并且中文的特性要求ERNIE能够理解汉字组合后的内在含义。NLP权威榜单GLUE跑分结果显示，ERNIE得分90.1排名第一，超过微软和谷歌的模型得分，是世界上首个突破90分大关的AI训练模型。

百度ERNIE模型架构



百度ERNIE跑分位列世界第一

Rank	Name	Model	URL	Score	CoLA	SST-2	MRPC	STS-B	QQP	MNL-m	MNL-mm	QNLI	RTE	WNLI	AX
1	ERNIE Team - Baidu	ERNIE	🔗	90.1	72.5	97.5	93.090.7	92.992.5	75.290.8	91.2	90.6	98.0	90.4	94.5	49.4
2	Microsoft D365 AI & MSR AI & GATECH	MT-DNN-SMART	🔗	89.9	69.5	97.5	93.791.6	92.992.5	73.890.2	91.0	90.8	98.2	89.7	94.5	50.2
3	T5 Team - Google	T5	🔗	89.7	70.6	97.1	91.889.2	92.592.1	74.690.4	92.0	91.7	96.7	92.5	93.2	53.1
+	王玮	ALICE v2 large ensemble (Alibaba DAMO NLP)	🔗	89.5	71.3	97.1	93.991.9	93.092.5	74.891.0	90.7	90.4	98.2	87.4	91.8	48.4
5	XLNet Team	XLNet (ensemble)	🔗	89.5	70.2	97.1	92.890.5	93.092.6	74.790.4	90.9	90.9	98.0	88.5	92.5	48.4
6	ALBERT Team Google Language	ALBERT (Ensemble)	🔗	89.4	69.1	97.1	93.491.2	92.592.0	74.290.5	91.3	91.0	98.2	88.2	91.8	50.2
7	Microsoft D365 AI & UMD	FreeLB-RoBERTa (ensemble)	🔗	88.8	68.0	96.8	93.190.8	92.492.2	74.890.3	91.1	90.7	98.8	88.7	89.0	50.1
8	Facebook AI	RoBERTa	🔗	88.5	67.8	96.7	92.389.8	92.291.9	74.390.2	90.8	90.2	98.9	88.2	89.0	48.7
+	Microsoft D365 AI & MSR AI	MT-DNN-ensemble	🔗	87.6	68.4	96.5	92.790.3	91.190.7	73.789.9	87.9	87.4	96.0	86.3	89.0	42.8
10	GLUE Human Baselines	GLUE Human Baselines	🔗	87.1	66.4	97.8	86.380.8	92.792.6	59.580.4	92.0	92.8	91.2	93.6	95.9	-
11	Stanford Hazy Research	Snorkel MetaL	🔗	83.2	63.8	96.2	91.588.5	90.189.7	73.189.9	87.6	87.2	93.9	80.9	65.1	39.9
12	XLN Systems	XLN (English only)	🔗	83.1	62.9	95.6	90.787.1	88.888.2	73.289.6	89.1	88.5	94.0	76.0	71.9	44.7
13	Zhuosheng Zhang	SemBERT	🔗	82.9	62.3	94.6	91.288.3	87.886.7	72.889.8	87.6	86.3	94.6	84.5	65.1	42.4

应用层

1.3 中美人工智能应用层对比

群雄逐鹿，格局未定

应用层以底层技术能力为主导，切入不同场景和应用，提供产品和解决方案。近年来，关注度较高的应用场景主要包括安防、金融、教育、医疗、交通、广告营销等。

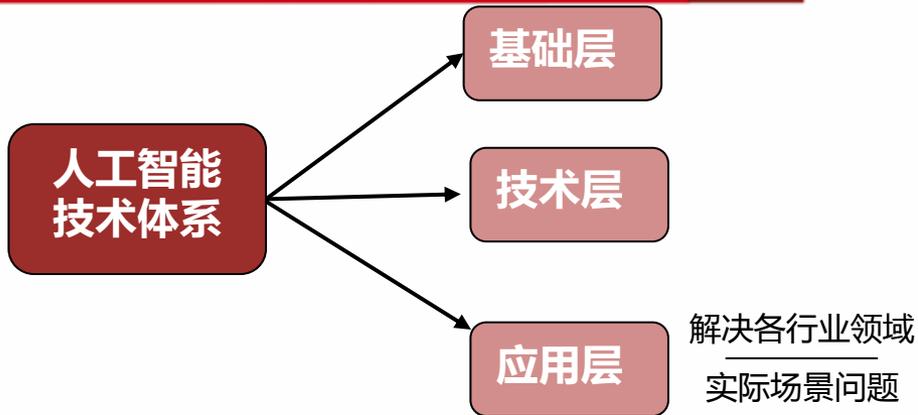
从融合深度上，由于场景复杂度、技术成熟度和数据公开水平的不同，导致各场景应用成熟度不同。例如，政策导向和海量数据助推下，AI+安防、金融和客服领域有较为深入的应用，医疗和教育领域是产品或服务单点式切入，尚未形成完整的解决方案。

由于基础设施复杂和数据获取难度大，AI+制造业依赖深度定制，正在缓慢渗透。此外，AI+农业国内尚未产生成熟产品。

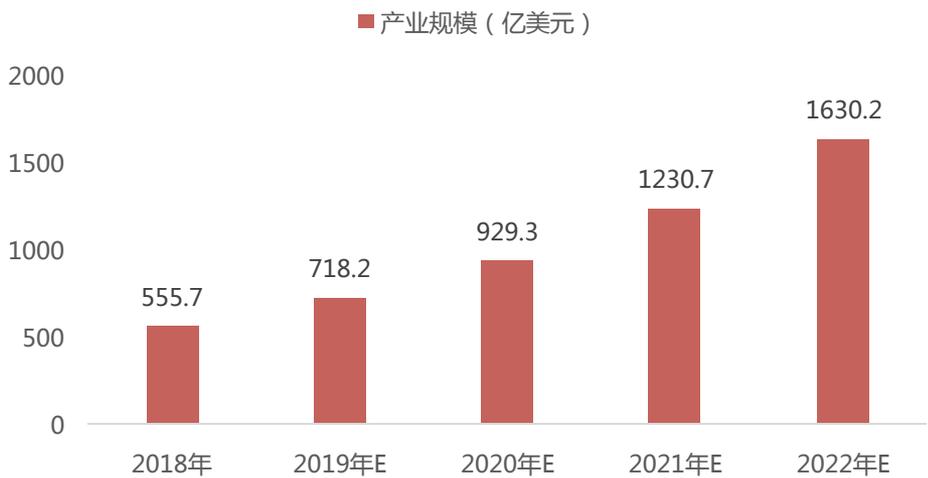
应用场景市场广阔，全球格局未定。

受益于全球开源社区，应用层进入门槛较低。目前应用层是人工智能产业链中市场规模最大的层级。据中国电子学会统计，2019年，全球应用层产业规模将达到360.5亿元，约为技术层的1.67倍，基础层的2.53倍。

在全球范围内，人工智能仍处在产业化和市场化的探索阶段，落地场景的丰富度、用户需求和解决方案的市场渗透率均有待提高。目前，国际上尚未出现拥有绝对主导权的垄断企业，在很多细分领域的市场竞争格局尚未定型。



全球新一代人工智能产业规模及增长率情况

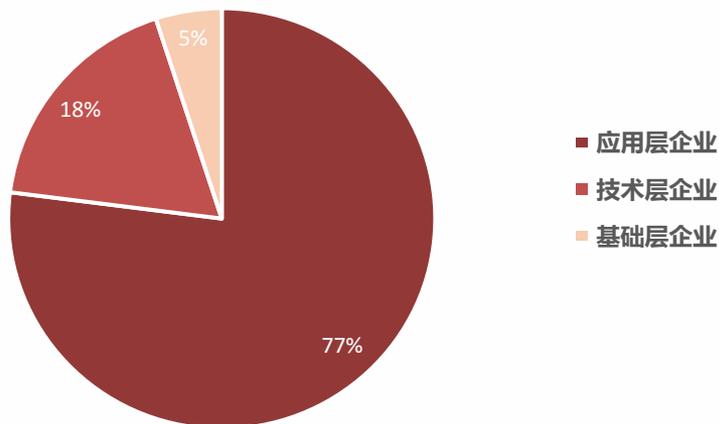


1.3 中美人工智能应用层对比

中国侧重应用层产业布局，市场发展潜力大。

- 欧洲、美国等发达国家和地区的人工智能产业商业落地期较早，以谷歌、亚马逊等企业为首的科技巨头注重打造于从芯片、操作系统到应用技术研发再到细分场景运用的垂直生态，市场整体发展相对成熟；而应用层是我国人工智能市场最为活跃的领域，其市场规模和企业数量也在国内AI分布层级占比最大。
- 据艾瑞咨询统计，2019年，国内77%的人工智能企业分布在应用层。得益于广阔市场空间以及大规模的用户基础，中国市场发展潜力较大，且在产业化应用上已有部分企业居于世界前列。例如，中国**AI+安防**技术、产品和解决方案引领全球产业发展，海康威视和大华股份分别占据全球智能安防企业的第一名和第四名。

2018年，77%的国内人工智能企业分布在应用层



1.3 中美人工智能应用层对比

AI依靠垂直行业+产品逐步落地渗透，传统行业和产品依靠AI提升附加值。

- ◆ 行业应用：AI赋能传统行业，涵盖医疗、金融、安防、教育、文娱、零售、物流、城市管理等诸多垂直领域，**从单点赋能逐步过渡至全流程智慧管理。**
- ◆ 行业产品：热门设备主要有智能汽车、智能机器人、智能家居、可穿戴设备等，**从单品智能逐步过渡至场景智能。**

AI+传统行业

行业	部分应用领域
企业服务	零售营销、供应链管理、AI客服
金融	智慧银行、智能投顾、智能投研、风险管控
制造	智能排产、缺陷检测、设备检测
安防	视频监控、智能报警、智慧警务、门禁管理
教育	拍照搜题、语音测评、智能批改、AI课堂
医疗	CDSS、电子病历、新药开发、医学影像
城市管理	违章检测、垃圾管理、智能巡检、灾害防控

AI+传统产品

产品	具体产品
智能汽车	自动驾驶解决方案、人机交互平台
机器人	家庭机器人、服务机器人、工业机器人
智能家居	智能门锁、智能音箱、智能灯光、智能窗帘
可穿戴设备	智能手环、智能手表、智能眼睛、智能头盔

AI+安防

智能安防渗透率显著提升，垂直加深仍有可为。

- 2020年我国安防产业整体规模超过8000亿元，其中“AI+安防”市场规模约为453亿元，智能安防渗透率达5.5%，较2017年不足1%的水平有显著提升。据亿欧智库估算，2022年我国安防产业规模将接近万亿元，同时“AI+安防”市场规模突破700亿元，智能安防渗透率也将超过7%。
- 随着安防行业上游技术的革新，安防产品也逐步拓展为涵盖智能监控，报警、门禁、楼宇对讲、无人机等适用于各类场景的全系列安全防范产品。其中，视频监控是安防产品的重要组成部分，也是安防行业的核心环节，其产品占整个安防产品的市场比重约为50%。
- 得益于广阔市场空间以及大规模的用户基础，我国AI+安防发展全球领先，海康威视和大华股份分别占据全球智能安防企业的第一名和第四名，目前正由单品转向行业解决方案向下游进行输出。

中国传统安防产业与“AI+安防”市场规模



AI+安防主要应用场景

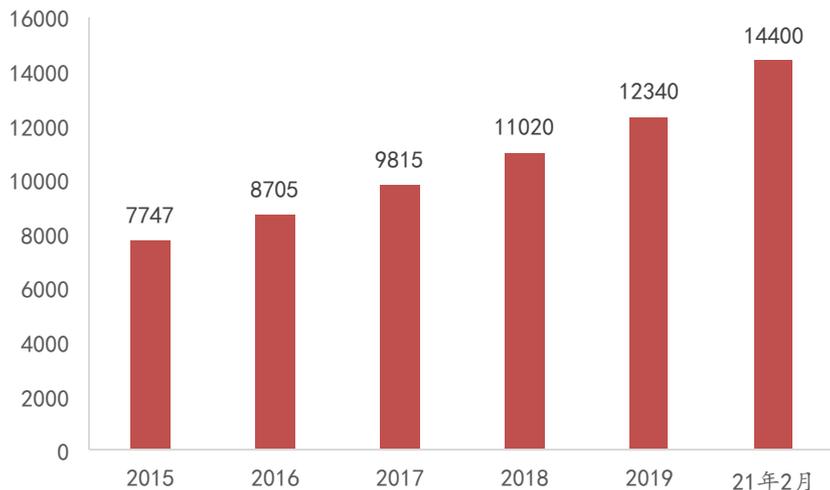
- 视频监控**
一般涵盖了对运动对象的提取、描述、跟踪、识别和行为分析等方面的技术，可应用于人脸身份确认、车辆识别、视频结构化以及人员行为分析
- 出入控制**
集成了人脸识别、车辆识别技术，依据权限对进入区域内的人员、车辆进行准入管理
- 防盗报警**
主要通过报警主机进行报警，部分研发厂商会将语音模块以及网络控制模块置于报警主机中，缩短报警反应时间
- 楼宇对讲**
一般涵盖了对运动对象的提取、描述、跟踪、识别和行为分析等方面的技术，可应用于人脸身份确认、车辆识别、视频结构化以及人员行为分析

AI+企业服务

降本增效为核心，赋能方式丰富，AI+企业服务潜在规模破万亿。

- 我国企业服务行业已经进入快速发展阶段，在需求端的推动下，未来行业规模有望持续快速扩张。2015-2021年2月，我国实有市场主体数量达1.44亿个，复合增长率超过10%，潜在付费主体持续增加。**若以10万/年的客单价估算，企业服务行业的潜在规模超万亿。**
- 在现代企业运作中，对外营销用户触达、对内行政信息检索，大规模的精细化客服工作，小规模分散式知识问答，以及信息内容的数据挖掘和分析，都包含大量人工重复处理的信息传播工作，带来人力、财力成本压力激增。人工智能技术的落地成熟则能够带动企服行业底层技术更迭，帮助企业降本增效，**仅在智能客服方面，AI的应用就可帮助企业节省10%的运营成本。**

中国实有市场主体数量统计（万个）



企业服务细分应用场景及核心技术

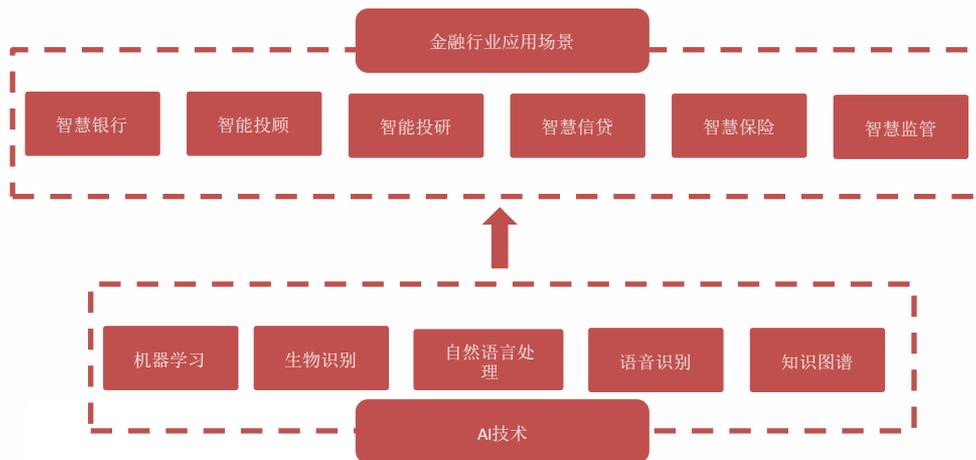


AI+金融

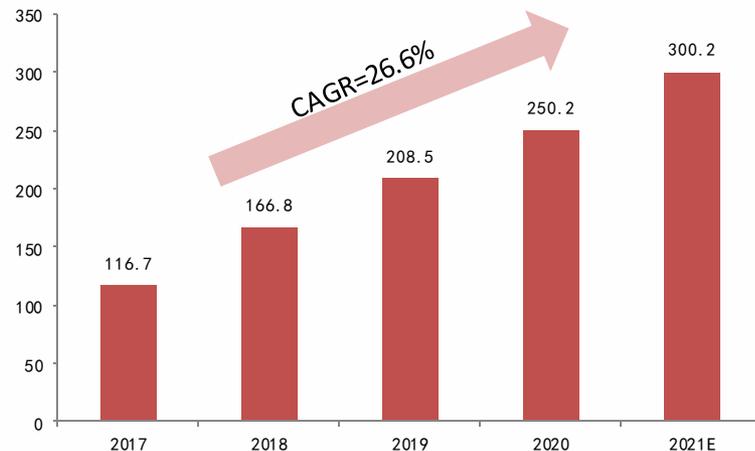
人工智能正逐步成为金融业沟通客户、发现需求、辅助决策的重要依托。

- 金融业良好的数据基础为AI应用场景创新提供了条件，人工智能技术在金融业中可以用于服务客户，支持授信、各类金融交易和金融分析中的决策，并用于风险防控和监督，将大幅改变金融业现有格局。
- 根据银保监会数据，2020年银行机构的信息科技资金总投入达2078亿元，其中AI软硬件相关投入约250亿元，2017-2021年CAGR约26.6%。六大国有行目前皆已具备一定的AI技术能力，后续中小银行有望纷纷效仿，AI在金融市场的渗透率有望进一步提升。

AI赋能金融各环节



传统金融机构AI软硬件投入快速上升



■ 传统金融机构AI软硬件相关投入（亿元）

AI+制造

AI技术与实体经济深度融合，CAGR超60%快速落地铺开。

- 制造业的生产、质检和管理等各个环节都在持续、大量地产生数据，其数据量远超过政府、金融等行业。
- 借助AI技术手段，将分散的生产鼓捣孤岛成为完整的智能生产闭环，能够：1) 提高自动化效率和精度；2) 提升质检水平保证良品率；3) 进行最优生产调度；4) 识别商业机会等。
- 根据MarketsandMarkets，整体智能制造（包含工业物联网、工业机器人、制造云等）产业规模将在2025年超过7200亿美元，2016-2025年CAGR约为22%；AI平台在其中的占比由0.12%提升至1.67%，预计2025年超过120亿美元，CAGR超过63.5%。

AI赋能制造全流程



智能线索评级

利用AI技术对线上线下、垂直媒体等渠道收集到销售线索进行智能评级，准确定位销售机会，提高客户转化率，最终实现销量提升。

- 从大量线索中精确识别有效线索
- 让客服优先服务最具潜力的客户机会
- 利用有限的客服获得更多销售机会



异常检测

通过使用智能制造AI技术，高效准确地实现设备异常检测，及时采取售后服务措施，最大限度减少用户及企业的损失。

- 提高设备状态异常的识别率
- 有效识别潜在风险，提高设备可靠性
- 辅助定位设备异常，进行工艺改进



智能排产派工

使用AI技术实时洞察产线生产状况，毫秒级响应产线变化，智能优化排产派工计划到机台，大幅提升产能，真正实现智能制造。

- 准确预测产线生产状况
- 动态实时响应产线变动
- 提高交货及时率，提高客户满意度

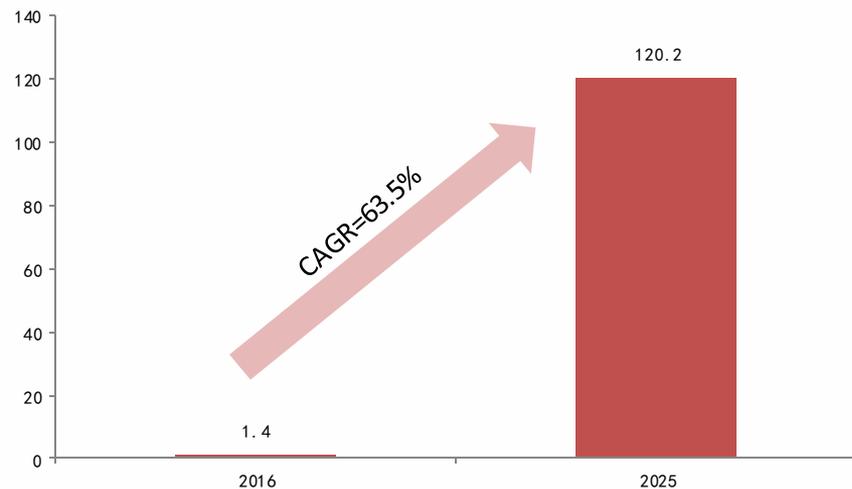


缺陷检测

通过机器视觉技术对来料进行缺陷检测，一种方案识别多种缺陷，大幅降低人工智能技术应用门槛，使企业能够自行快速推广，获得规模化应用带来的成品质量提升和人工大幅下降的收益。

- 一种方案适配多种缺陷，无需定制化开发
- 简单易用，企业可快速推广
- 效果可靠，大幅减少工作量

AI+制造规模快速提升



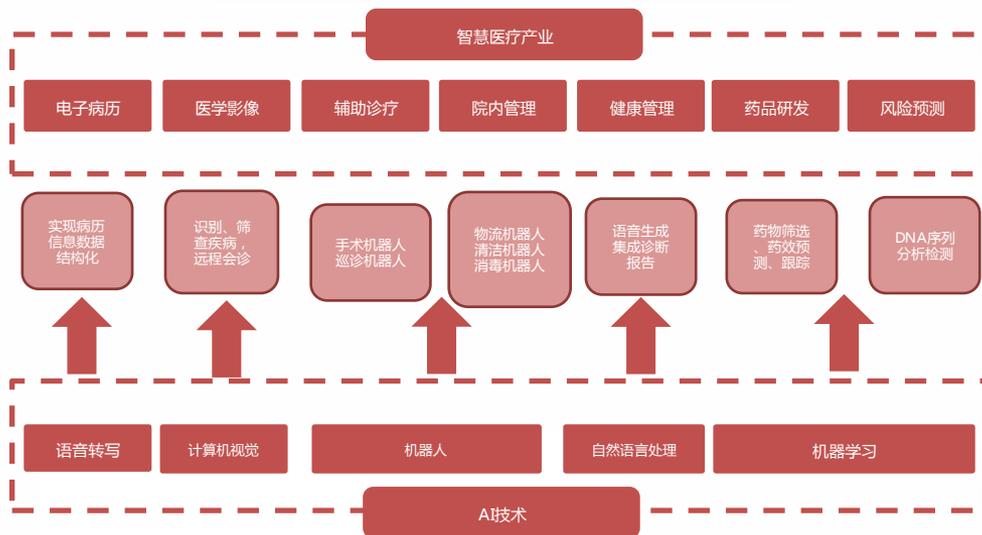
■ 智能制造产业规模 (亿美元)

AI+医疗

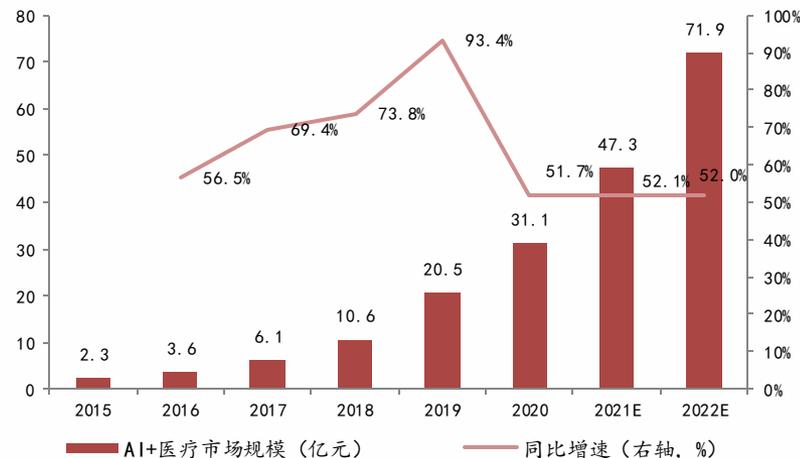
智慧医疗进入价值验证期，后疫情时代有望加速。

- 当前，各类AI技术被广泛应用于电子病历、影像诊断、远程诊断、医疗机器人、新药研发、基因测序等场景，成为未来医疗发展的重要推动因素。
- 其中，国内CDSS、医疗影像、智慧病案、新药研发等领域相对发展成熟，与国外没有明显差距；但手术机器人、心电图识别等领域企业数量较少，技术较国外有一定差距。
- 目前我国AI医疗市场处于发展初期，需求不断扩大而供给稍显不足，2020年**智能医疗市场规模超过30亿元**，**预计2022年市场规模将超过70亿元**。

AI+医疗产业架构



AI+医疗市场迅速扩容

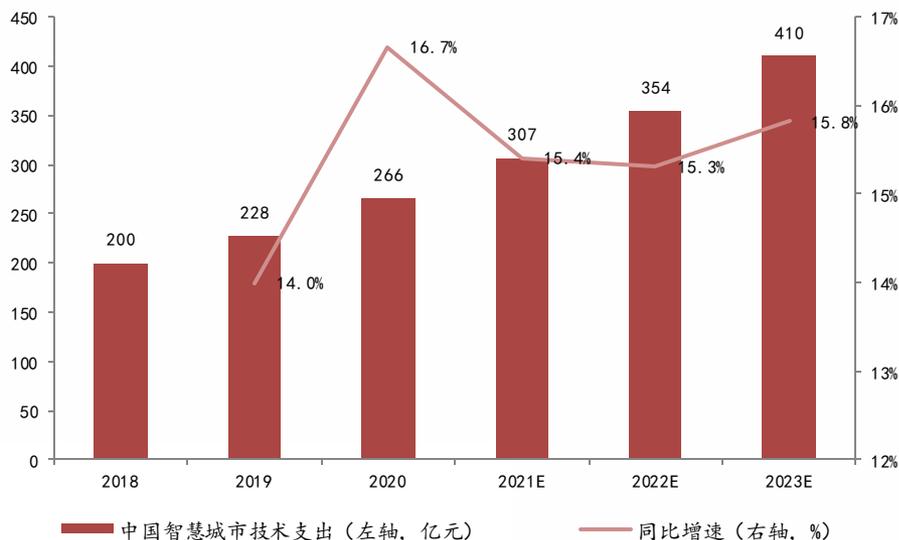


AI+城市管理

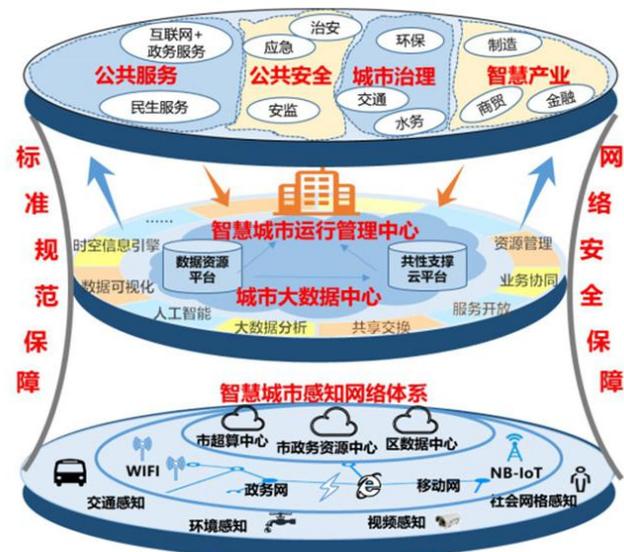
AI技术赋能优化各项城市功能，规模近1500亿元并持续提升。

- 按照住建部，智慧城管的内容主要分为事件（市容环境、突发事件、交通秩序）和部件（公共设施、园林绿化设施、能源管网）；利用物联网、云计算、GIS、AI等技术，通过融合智能检测、智能识别、智能预警等，从多个维度分析业务中的人、车、物，做到及时发现和处理。
- 根据IDC，2020年全球智慧城市相关技术支出规模将达到1240亿美元，其中**中国市场支出规模达到266亿美元，位列全球第二。**
- 当前AI+城市管理已在多个省市得到落地，但仍面对超大规模算力资源的构建与挑战，未来横向拓宽和纵向精细管理均有望持续提升。

2020年中国智慧城市支出已突破千亿人民币



智慧城市整体架构



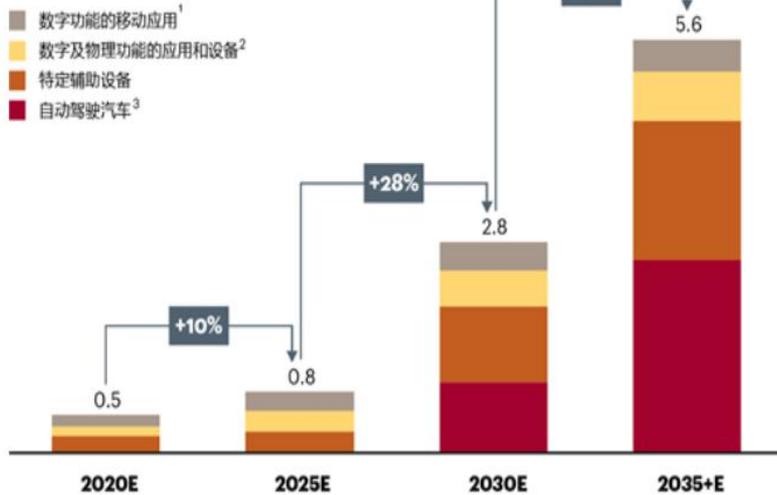
AI+汽车

L3+级别自动驾驶落地元年开启，短期瓶颈不改未来趋势和空间，汽车仍是未来十年最重要的AI终端。

- 不同于半自动驾驶和辅助驾驶汽车，无人驾驶汽车的核心技术是人工智能技术，以深度学习算法为基础的人工智能作为“大脑”，凭借机器视觉为基础的传感器作为“眼睛”，此外还集成了规划导航、人机交互、智能控制等多种技术。
- 虽然近年来自动驾驶安全事故频出，但相关技术已有进一步突破，呈现厚积薄发的态势。当前，无人驾驶汽车已经开始从实验室走向市场，在矿场、港口等特定场景开始商用；根据百度Apollo智能交通白皮书，预计2035年无人驾驶可完全实现。
- **IHS预测，全球自动驾驶市场在2025年达到800亿美元规模，在2035年达到5600亿规模。**

全球自动驾驶收入规模预测

全球自动驾驶收入趋势预测（千亿美元）



www.swsc.com.cn

AI+汽车产业图谱



数据来源：IHS，车东西，盖世汽车，西南证券整理44

目 录

◆ 一、人工智能综述

◆ 二、从感知到认知，技术红利远未见顶

◆ 三、群雄林立，捕捉AI厂商上市潮机遇

2 技术革新推动人工智能不断发展

人工智能的发展可分为三个阶段：

- **计算智能**：机器具备记忆能力和计算能力（能存会算）——协助人类完成大量的存储和复杂计算。
- **感知智能**：机器具备视觉、听觉、触觉等感知能力。通常为对声、光、电等物理信号做简单分类，可用函数逼近（能看会认、能听会说）——协助人类完成“看”和“听”的简单工作。
- **认知智能**：机器具备像人类一样的学习和思考能力，涉及常识推理、语义理解、规划决策等，问题难以定义或用函数逼近（能理解会思考）——部分或全部替代人类做出决策和采取行动。

感知智能的“天花板”和认知智能的“野望”

- 诸多感知识别的特定任务上，AI已经达到或超越人类水准；但感知智能目前还是任务驱动，通过海量样本的堆砌与合适的深度学习模型得到，泛用性较差。
- 过去的技术路线多依赖于“大力出奇迹”，例如BERT模型需要30亿词量的训练数据，训练一次产生相当于1400磅的二氧化碳，与当下“碳中和”主题背离，难以为继。
- 目前感知智能的技术方式是learn from scratch（从无到有），而人类学习是有体系的、多模态、多任务的continuous learning（连续学习），当下如何突破感知智能的局限，向认知智能演进已成为人工智能产业的重要议题。

从感知到认知，从学术到工程

从理解到思考的能力

以计算机视觉为例，当下多是识别、分类的算法做得比较好，下一步需要在决策推理、生成强化等技术要点进行突破

算法本身的突破

从数据到知识的能力

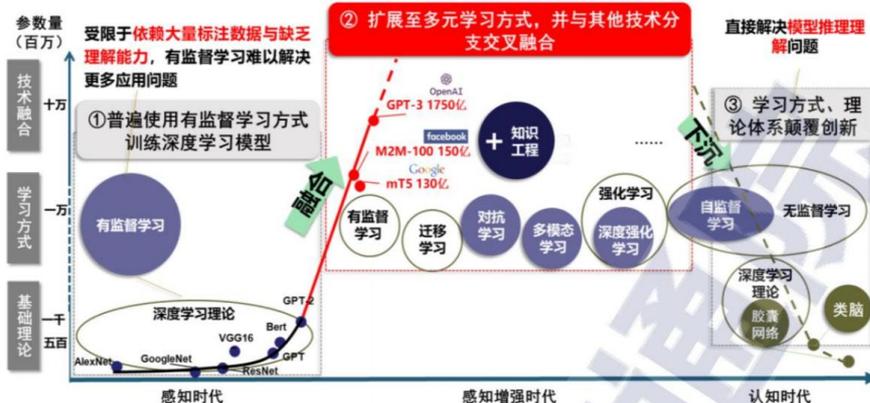
当下数据之间的关联、推理依据和模型本身的可解释性都不成熟，下一步需要将数据抽象成知识，再将知识抽象成框架性的结构，或需视觉、NLP、知识图谱等技术横向打通

横向技术的打通

成本和落地的能力

当前AI仍是强数据驱动，在少样本学习、能力迁移、跨域应用方面没法做到低成本和泛化，下一步需要优化工程系统和效率工具的能力

工程能力的增强



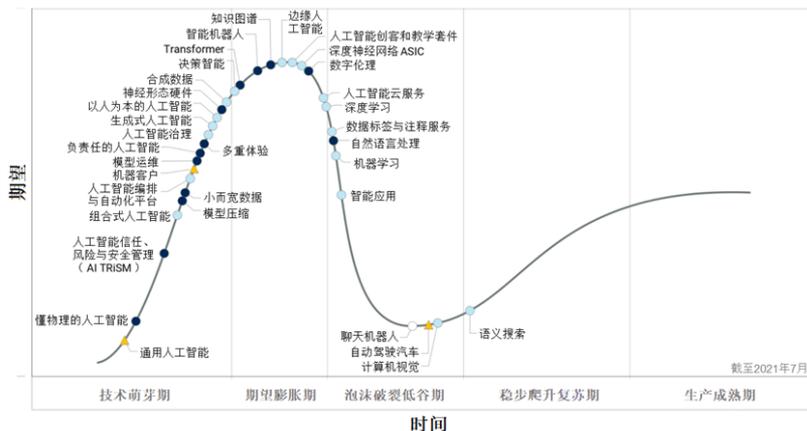
2 技术革新推动人工智能不断发展

根据Gartner Hype Cycle，人工智能技术层出不穷并被寄予较高期望，超一半的技术有望在2-5年内进入生产成熟期。

通过复盘近年来的成熟度曲线，我们可以看到：

- 1) 目前最为成熟的AI技术为语音识别；
- 2) 下一步有望步入生产成熟期的技术主要有机器学习、计算机视觉、深度学习、ASIC、决策智能、增强智能等；
- 3) 知识图谱、自然语言处理、强化学习、通用人工智能、数字伦理等距离生产成熟至少还需要5-10年。
- 4) 认知计算存在被过度夸耀嫌疑而淘汰；自然语言生成等前沿技术因缺乏突破而消失在曲线中。

Gartner人工智能技术成熟度曲线 (2021)



到达生产成熟期需要的年限：○ 不到2年 ● 2—5年 ● 5—10年 ▲ 超过10年 × 到达生产成熟期前即被淘汰

Gartner人工智能技术成熟度曲线 (2015-2020)

AI子领域	技术标签	2015	2016	2017	2018	2019	2020
机器学习	机器学习	膨胀期	膨胀期	膨胀期	膨胀期	膨胀期	幻灭期
	深度学习	萌芽期	膨胀期	膨胀期	膨胀期	膨胀期	膨胀期
	ASICS	-	-	萌芽期	膨胀期	膨胀期	膨胀期
	认知计算	萌芽期	萌芽期	膨胀期	幻灭期	幻灭期	幻灭期
自然语言	自然语言处理	萌芽期	膨胀期	膨胀期	膨胀期	幻灭期	幻灭期
	自然语言生成	萌芽期	萌芽期	萌芽期	萌芽期	-	-
	自然语言问答	膨胀期	-	-	-	-	-
语音识别	语音识别	成熟期	成熟期	成熟期	成熟期	成熟期	成熟期
知识图谱	知识图谱	-	-	-	萌芽期	萌芽期	膨胀期
计算机视觉	计算机视觉	-	膨胀期	膨胀期	幻灭期	幻灭期	幻灭期
其他	决策智能	-	-	-	-	萌芽期	膨胀期
	无人驾驶汽车	膨胀期	膨胀期	膨胀期	幻灭期	幻灭期	幻灭期
	智能机器人	萌芽期	膨胀期	-	膨胀期	萌芽期	膨胀期
	通用人工智能	萌芽期	萌芽期	萌芽期	萌芽期	萌芽期	萌芽期



西南证券
SOUTHWEST SECURITIES

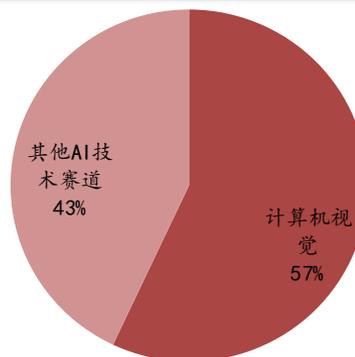
感知赛道的革新

2.1 计算机视觉概念

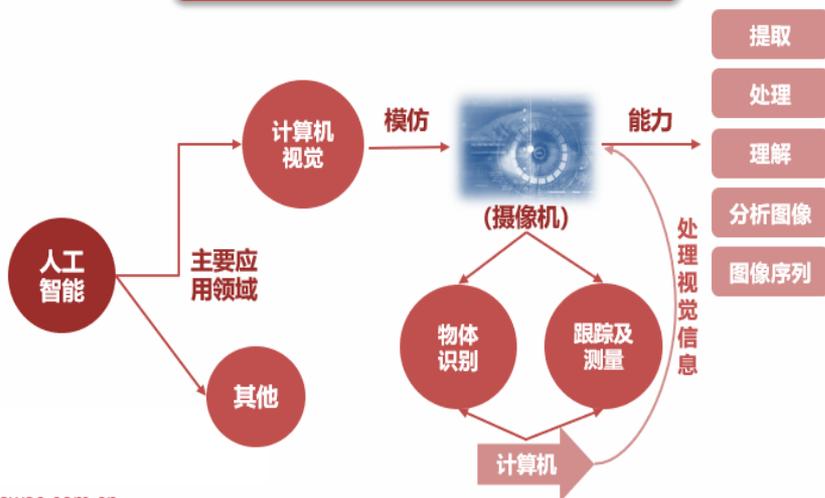
计算机视觉是人工智能主要应用领域之一。

- 计算机视觉是使用计算机模仿人类视觉系统的科学，让计算机拥有类似人类提取、处理、理解和分析图像以及图像序列的能力。
- 利用摄像机（眼睛）等视觉传感装置代替人眼对物体进行识别、跟踪和测量，再由计算机（大脑）处理这些视觉信息，从而达到像人眼一样对事物进行感知和认知。

计算机视觉是主要应用领域



计算机视觉概念



计算机视觉概念



2.1 计算机视觉的分类

计算机视觉主要分为两类：传统计算机视觉技术和基于深度学习的计算机技术

卷积网络结构：

- 网络的输入为的灰度图像，由3个卷积层，2个池化层，1个全连接层组成。前面两个卷积层后面都有一个池化层。输出层有10个神经元，表示0-9这10个数字
- 该网络结构在计算机视觉里的各种任务中被广泛使用：人脸识别、目标识别及追踪、视频分类、边缘检测等。

计算机视觉分类

传统计算机视觉技术

基于深度学习的计算机技术

人为设定的特征提取方式：如SIFT、SUFT

由于卷积神经网络具备良好的空间特征提取能力，使得其在CV领域迅速得到发展。

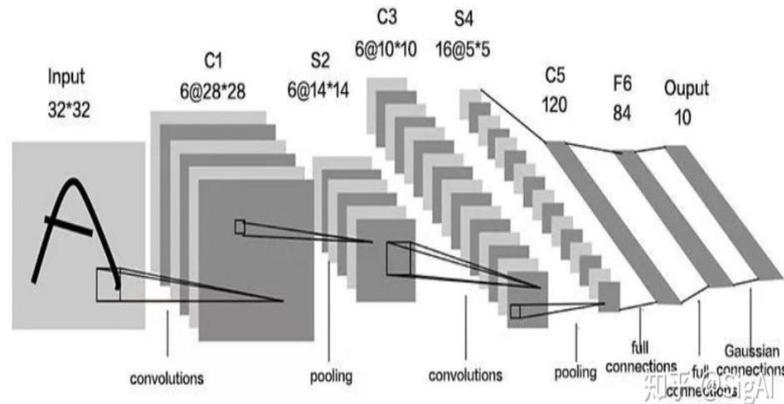
SIFT是一种检测局部特征算法，该算法通过求一幅图中的特征点（interest points, or corner points）及其有关scale 和 orientation 的描述子得到特征并进行图像特征点匹配

卷积神经网络：因为人类对图像的认知是从颜色、亮度、边缘、角点、纹理等由浅显向复杂的信息结构逐渐深入，最后形成对该物体的认知。卷积神经网络课通过卷机和赤化操作自动学习上面提到的各个特征，以达到对图片的理解。主要构成：卷积层、池化层、全连接层

SURF借鉴了SIFT中近似简化(DoG近似替代LoG)的思想，将Hessian矩阵的高斯二阶微分模板进行了简化，借助于积分图，使得模板对图像的滤波只需要进行几次简单的加减法运算，并且这种运算与滤波模板的尺寸无关。

空间特征提取：在图像中分割出来的不同物体相互之间的空间位置关系以及相对方向关系（链接、重叠、包含、包容等）。分为两类：相对空间位置及绝对空间位置关系，相对强调了前后左右等关系，绝对强调了距离、大小、方位。该特征的使用可以帮助加强对图像中的不同物体的描述区分能力。

卷积神经网络



2.1 计算机视觉发展历程

计算机视觉发展主要分为五大阶段

1966年是计算机视觉的起始年

- 人工智能学家马文·明斯基让学生在电脑前面连一个摄像头，写一个程序让计算机告诉人们摄像头看到了什么
- 计算机视觉：通过一个摄像头让机器告诉人们它看到了什么



马文·明斯基

不一定先要恢复物体的三维结构

- 人们发现：假设计算机事先知道需要识别物体的形状或其他特征，并且建立了一个先验知识库。计算机就可以将这样的先验知识和看到物体表征进行匹配。如匹配，计算机就识别并理解了看到的物体

机器学习的兴起能够从给定的海量数据里面自动归纳物品的特征并进行识别。

- Viola&Jones人脸检测器奠定了当代计算机视觉的一个基础。
- 2000年整个互联网的出现和爆发产生了海量的数据，大规模数据集也相伴而生，为通过机器学习的方法来做计算机视觉提供了很好的土壤。

70年代：重构主义

90年代：人工智能界重大变革

60年代：启蒙阶段

80年代：发展重要阶段

00年后：机器学习兴起

以D.Marr的视觉框架为代表

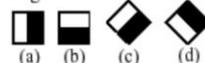
- 核心是把三维结构从二维图像里面恢复出来，在此基础上再去理解判断。



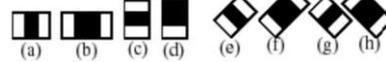
统计方法出现

- 研究者找到了一种统计手段，能够刻画物品最本质的一些局部特征。
- 对物品建立一个局部特征索引，通过局部特征可以找到相似的物品。

1. Edge features



2. Line features



3. Center-surround features



(Viola&Jones人脸检测器 Haar-like Feature)

2.1 计算机视觉发展历程（中国）

中国相较于全球，计算机视觉发展较晚，于1999年初步启蒙，但后来居上

- **启蒙阶段（1999-2003）**：中国计算机视觉启蒙阶段，企业主要以代理业务为主；跨专业计算首次出现。开启了中国机器视觉行业的历史历程

了解图像的采集和传输过程、理解图像的品质优劣



初步的利用国外视觉软硬件产品搭建简单的机器视觉初级应用系统

市场宣传和推广
技术交流 and 培训
项目辅导

培训和引导中国客户对机器视觉技术和产品的理解和认知，从而启发客户发现使用机器视觉技术的场合

- **发展阶段（2004-2007）**：本土计算机视觉企业初步探索更多有自主核心技术承载的计算机视觉软硬件器件的研发。在机器视觉设备和系统集成领域新应用也不断涌现，多个应用领域取得关键性突破。



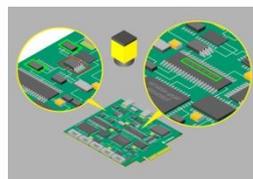
模拟接口



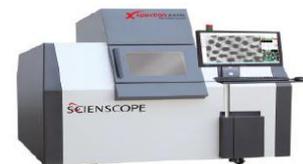
USB2.0采集卡



USB2.0相机



PCB检测



SMT检测

- **高速发展阶段（2008-2012）**：众多机器视觉各种核心器件研发厂商出现，从相机、采集卡、光源、镜头到图像处理软件，数十家机器视觉技术的践行者打造了中国创造的机器视觉产品。这些产品在广泛实践中不断完善，国内企业的视觉技术能力也得到了长足的积累和进步。
 - 消费电子类产品，如手机，电脑等等组装生产过程中的引导，测量，有无检测等相关需求的不断涌现，使得一大批真正的系统级工程师被培养出来。

2.1 计算机视觉市场现状——产业链

上游基础层被国外科技巨头垄断。

上游基础层包括GPU、FPGA等芯片硬件，深度神经网络、循环神经网络、卷积神经网络等算法以及由真实数据和虚拟数据共同构成的数据集。算力硬件芯片被英伟达、英特尔、谷歌等传统国际大厂把控，新型芯片厂商尚未崛起，不足以撼动传统厂商的巨头地位；开源平台以谷歌的Tensorflow、Facebook的Caffe等为主，其他企业的深度学习框架多为二次开发。

中游技术层视觉技术初创企业占优，计算平台国外厂商占据大部分市场份额。

中游技术层包括视频识别、图片识别和模式匹配等视觉技术以及云计算平台。视觉技术初创企业占优，国内初创企业商汤、旷视、依图、云从占据领先地位；计算平台AWS、谷歌云、Azure和阿里云占据垄断地位。

下游应用层垂直行业龙头占据场景。

计算机视觉落地场景，包括智慧安防、智慧金融、手机应用、无人驾驶等商业领域。计算机视觉在安防、泛金融、手机、零售等领域应用发展迅速，垂直行业龙头占据场景。安防领域海康威视、大华、旷视等占据龙头；泛金融领域商汤、依图、旷视、云从等处于领先地位；手机领域苹果、谷歌、华为、商汤等脱颖而出。

计算机视觉产业链全局



2.1 计算机视觉市场现状——竞争格局

计算机视觉技术竞争格局稳定，国内头部企业脱颖而出。

- 随着终端市场工业检测与测量逐渐趋于饱和，新的应用场景尚在探索，当前全球技术层市场进入平稳的长期，市场竞争格局逐步稳定，头部企业技术逐渐缩小。
- 中国在该领域技术积累丰富，技术应用和产品的结合走在国际前列。2018年，在全球最权威的人脸识别算法测试（FRVT）中，国内企业和研究院包揽前五名，中国技术世界领先。
- 国内计算机视觉行业集中度高，头部企业脱颖而出。据IDC统计，2020年，商汤科技、旷视科技、海康威视、云从科技、依图科技组成的CR5市场份额逼近50%。

中美视觉应用领域分化



安防领域、金融领域、移动互联网领域



消费领域、机器人领域、智能驾驶领域

2020年中国计算机视觉应用视觉份额



中国人工智能之计算机视觉应用市场份额，2020



来源：IDC中国，2021

2.1 计算机视觉市场现状——厂商

中国计算机视觉企业包括创业公司、传统安防巨头、互联网巨头三大阵营。

- 创业公司多以细分领域为发力点，提供定制化解决方案；传统安防巨头在保持原有硬件优势的同时引入算法，推出智能化产品；互联网巨头凭借经验逐渐渗透各个领域。

全球计算机视觉企业包括初创公司与传统巨头公司。

- 初创企业布局场景各异，深耕垂直应用场景；传统巨头公司软硬件实力兼具，重视基础学科研究，技术储备优势较大，同时创新能力出众，综合布局AI产业。

中国计算机视觉企业

第一大阵营：创业公司 “ CV四小龙”：商汤、旷视、依图、云从。以细分领域为发力点，发力赛道各异，专注领域有所不同，提供定制化解决方案。



第二大阵营：传统安防巨头，包括海康威视、大华股份、宇视科技。在云边融合的架构下，保持原有硬件优势的同时引入算法，提出智能化产品和解决方案。



第三阵营：互联网巨头，包括阿里巴巴、百度、腾讯、华为等。根据经验涉足安防、泛金融、手机、零售、自动驾驶、医疗影像等多个领域。

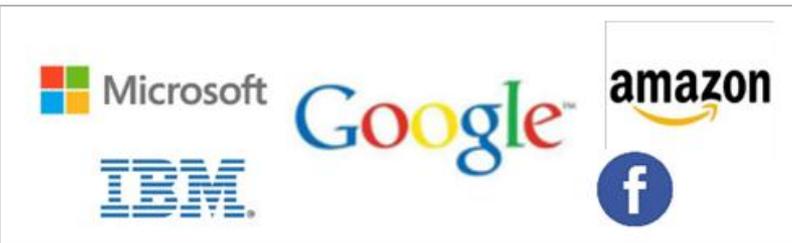


全球计算机视觉企业

初创企业



传统巨头



2.1 计算机视觉应用状况

由于技术难度与数据获取难度不同，计算机视觉在不同应用场景发展状况各有差异。

- 通信、金融与安防场景技术难度不大且容错率较高，数据易得，发展迅速而成熟。
- 零售、制造、物流以及家庭安防领域数据获取较易，预计将开始发展成熟。
- 交通及医疗领域容错率很低且数据复杂，大规模商用尚需时日。

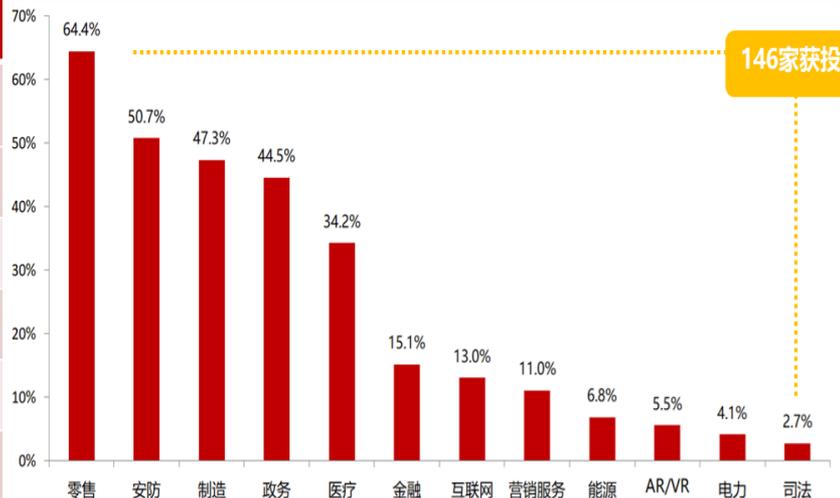
近年获投的146家计算机视觉创业企业中，热门赛道集中于零售、安防、制造、政务、医疗。

- 零售业利用计算机视觉，可基于场景化营销、商品识别分析、消费者识别分析和无人商超等应用进行门店智能化改革。
- 安防是计算机视觉落地最早的场景之一，安防影像智能分析可缓解人工费时费力的挑战。
- 制造业是国民经济的支柱，智慧现场安监、设备在线监测运维、智能检测运维智能辅助运输和工业视觉质检等应用孕育了一批新兴AI企业，链条长且场景多样。

计算机视觉应用场景

应用场景	技术难度	数据获得难度	主要供应商	细分应用领域
 AI+安防	静态-简单 动态-困难	中等	海康威视、大华、宇视、商汤、旷视、依图、云从、深兰	AI引擎；整体解决方案
 AI+金融	中等	容易	商汤、旷视、依图、云从、深兰、阿里巴巴、腾讯、百度	人脸对比服务；身份验证服务
 AI+零售	困难	容易	商汤、旷视、深兰、扩博、阿里巴巴、百度	无人购物解决方案、消费者分析、智能检测平台；无人零售货柜
 AI+交通	困难	困难	商汤、旷视、深兰、谷歌、特斯拉、百度、阿里巴巴	驾驶员、碰撞预警系统；自动驾驶、智能公交制造
 AI+医疗	困难	困难	依图、商汤、腾讯、百度、阿里巴巴	医疗影像识别、病例识别系统、导诊系统
 AI+通信	中等	容易	商汤、旷视、苹果、谷歌、华为、腾讯	软件SDK；3D光学模块

中国计算机视觉获投企业业务赛道热度统计

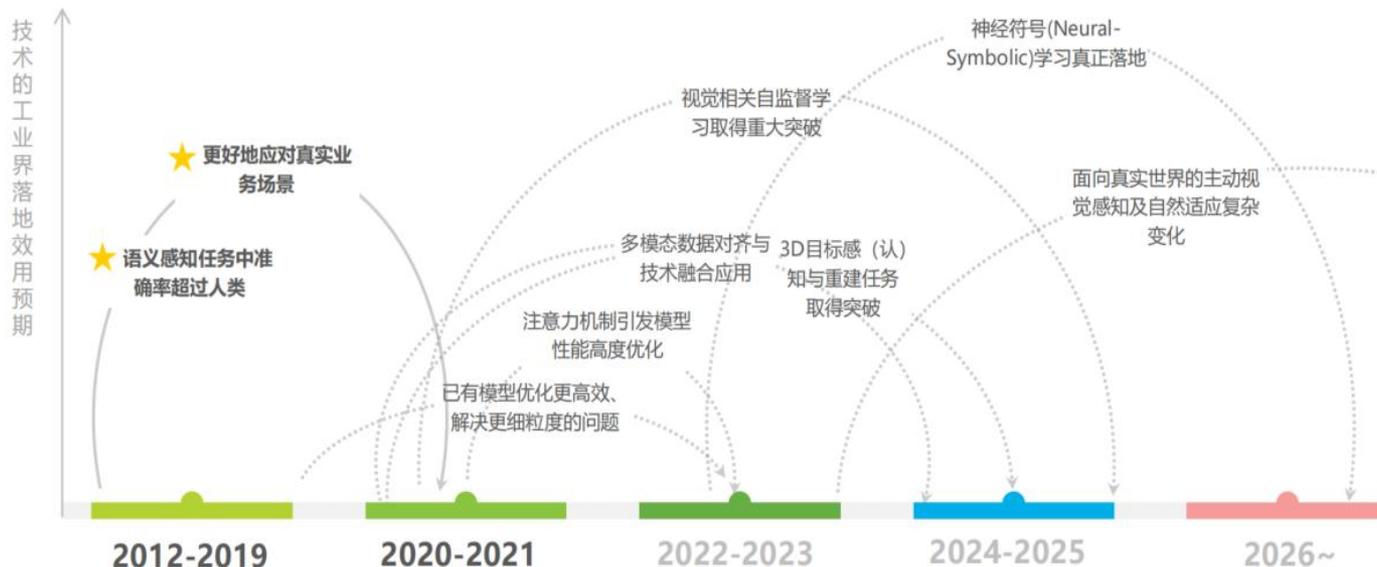


2.1 计算机视觉发展趋势——技术革新

从感知到认知，蓄力下一轮CV技术革命。

- ◆ 有一些声音认为，计算机视觉在分类、定位、检测、分割均已取得好的表现，目前应用同质化严重，技术走到瓶颈期。
- ◆ 但事实上，伴随任务场景愈加复杂，受限于对大量标注数据的依赖和理解能力的缺乏，有监督学习已不能完全满足模型学习需求；业内开始加速探索强化学习、自监督学习等多元学习方式，拓展深度学习的边界，期望使用少量样本进行训练、弱化人为干预。
- ◆ 目前，学产量届基于深度学习理论的优化技术层出不穷，根据信通院，**技术能力和优化速度仍可见到5-8年的红利。**

计算机视觉技术仍有待突破

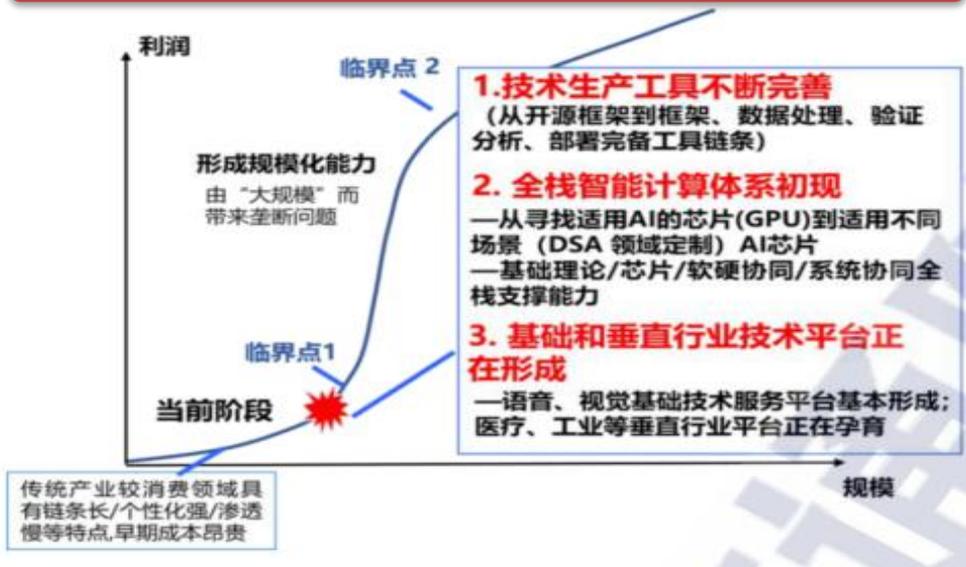


2.1 计算机视觉发展趋势——行业融合落地

远未进入下半场，规模化融合应用仍需时日。

- ◆ 当前视觉技术已渗透至各行各业，但不同于消费端，垂直产业具有链条长、差异性大、碎片化等特点，**知识的获取和积累需要较长时间，定制服务的要求较高，融合渗透还较为缓慢。**
- ◆ 综合来看，CV技术正处于S曲线中爆发的临界点位置，现阶段智能技术落地成本还较为昂贵，导致智能产品绝对量增加时，单位成本并未明显下降。
- ◆ **对于公安、金融、煤矿等政策信号明确，投资量充裕的行业，主要机遇在于产品的精准打磨，通过解决高难度问题形成硬实力卡位。**
- ◆ **对于医疗、制造、能源等极具战略意义、发展空间极大，但限于审慎性，难以快速释放需求的行业，主要机遇在于抢先打通产品进入行业生态圈的渠道和链条，抢先获得大量训练数据与场景理解，提升产品护城河。**

计算机视觉的产业落地仍未进入规模化应用阶段



2.1 计算机视觉市场规模及预测

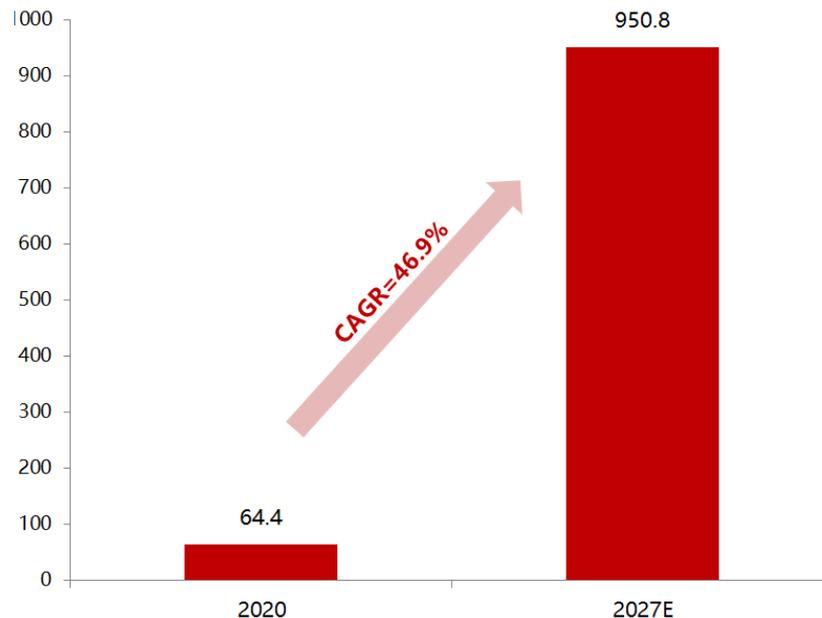
中国与全球计算机视觉市场规模巨大，持续保持高速增长。

- 伴随计算机视觉技术从传统图片处理方法转向人工智能处理，图像识别准确率显著突破，应用场景不断拓展，计算机视觉行业进入快速发展阶段。
- 预计2025年中国计算机视觉市场规模将达到1017亿元，预计2018年至2025年中国计算机视觉行业规模年均复合增长率将达44.1%。
- 预计2027年全球计算机视觉市场规模将达到950.8亿美元，预计2020年至2027年全球计算机视觉行业规模年均复合增长率将达46.9%。

2016-2025E中国计算机视觉市场规模（十亿元）

2020-2027E全球计算机视觉市场规模(亿美元)

複合年增長率	2018年至	2020年至
	2020年	2025年 (預計)
總計	46.3%	43.5%
汽車	54.9%	66.4%
消費端	22.5%	55.0%
企業	54.6%	39.8%
城市管理	50.9%	34.9%

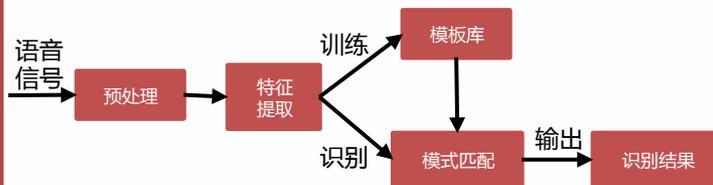


2.2 智能语音

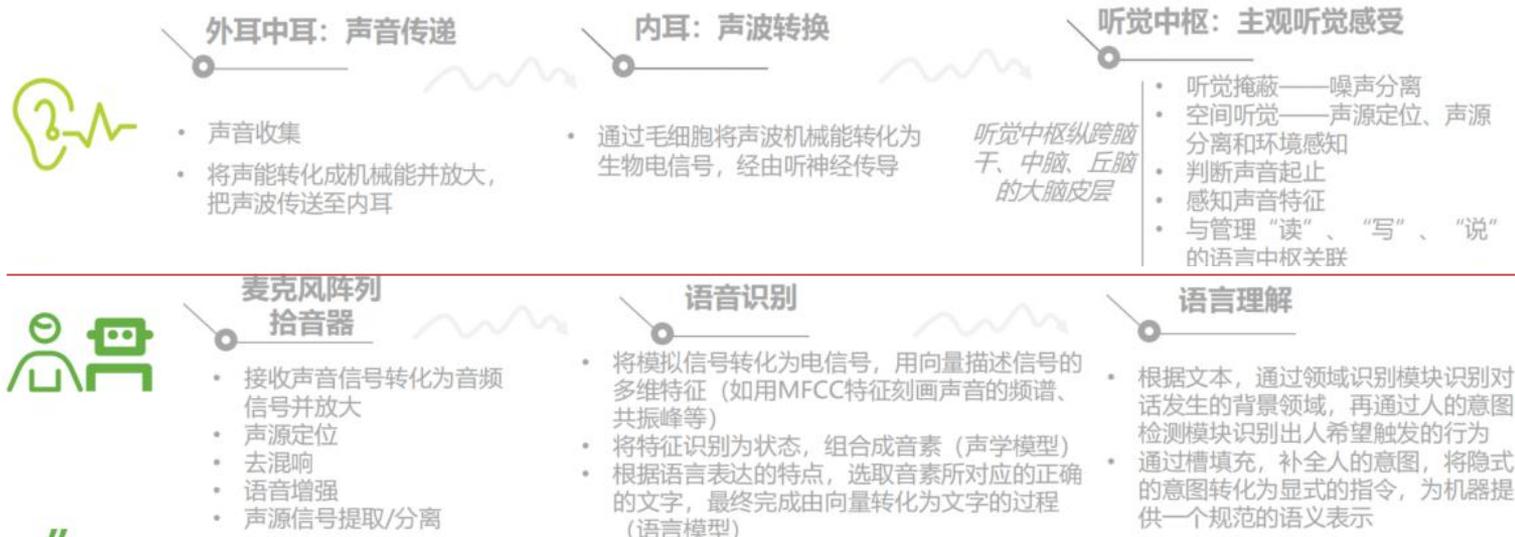
语音识别发展最为成熟，2018年便已进入Gartner曲线“生产成熟阶段”。

- 语音识别是使用机器模仿人类听觉系统的科学，通过识别和理解讲话人的语言内容，判断其意图，并转化为文本或命令。
- 人的听觉形成过程是将声能转变为机械能、再转为生物电信号，在听觉中枢加工、分析的结果。
- 机器的“听觉”则经过“声音信号-音频信号-电信号-特征向量-解码为文字-理解”的过程，本质是对声音特征和文本的分类任务（将字音分类对应为文字、将文字对应为潜在语义）；如果需要机器感知声音的起止和音色等特征，还需要另外进行信号处理与特征分类任务。

语音识别基础架构



人与机器的“闻音知意”



2.2 智能语音发展历程

语音识别可分为四大阶段

模板匹配阶段

1952年，贝尔实验室研制出了世界上第一个能识别10个英文数字发音的系统，但只能理解有限的词汇以及内存中的数字，无法将语音转化为完整的句式或者词汇，同时对于不同声音模式，机器能识别的数量极为有限。



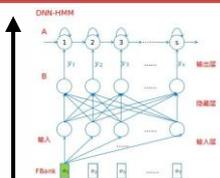
传奇的贝尔实验室

1950s-1960s
萌芽阶段

1970s-1980s
起步阶段

概率统计建模阶段

主流算法开始转为概率统计建模，隐马尔科夫模型（HMM）和高斯混合模型（DMM）开始应用，同时神经网络在语音识别领域稳步发展，深度神经网络开始频繁出现在语音识别的主流市场，逐渐有商业化产品落地



1990s-2010s
重要成长阶段

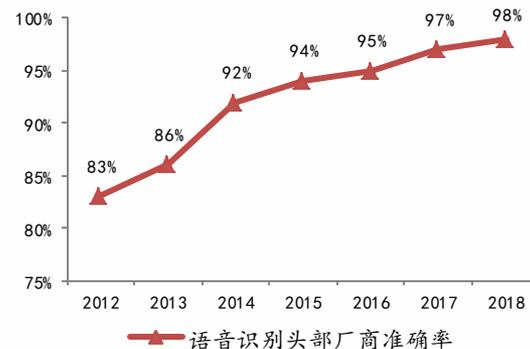
2010-至今
规模商业化落地阶段

模式和特征分析阶段

线性预测编码技术（LPC）被成功应用于语音识别，动态规划的思想也被应用到语音识别并提出动态时间系统，有效解决语音信号的特征提取和不等长语音匹配问题，可以通过对声音的模式和特征设置参数，并基于大量词汇进行连续的语音识别

深度神经网络阶段

算法由传统概率统计转向深度神经网络为主，DNN的出现开始大幅提升语音识别准确率，2016年首次达到人类水平（95%）；近年来端到端的语音合成开始成为潮流，准确率进一步提升至98%。作为人机交互的入口，消费级产品和专业级产品开始大规模落地（智能音箱、语音助手等）



2.2 智能语音现状——产业链

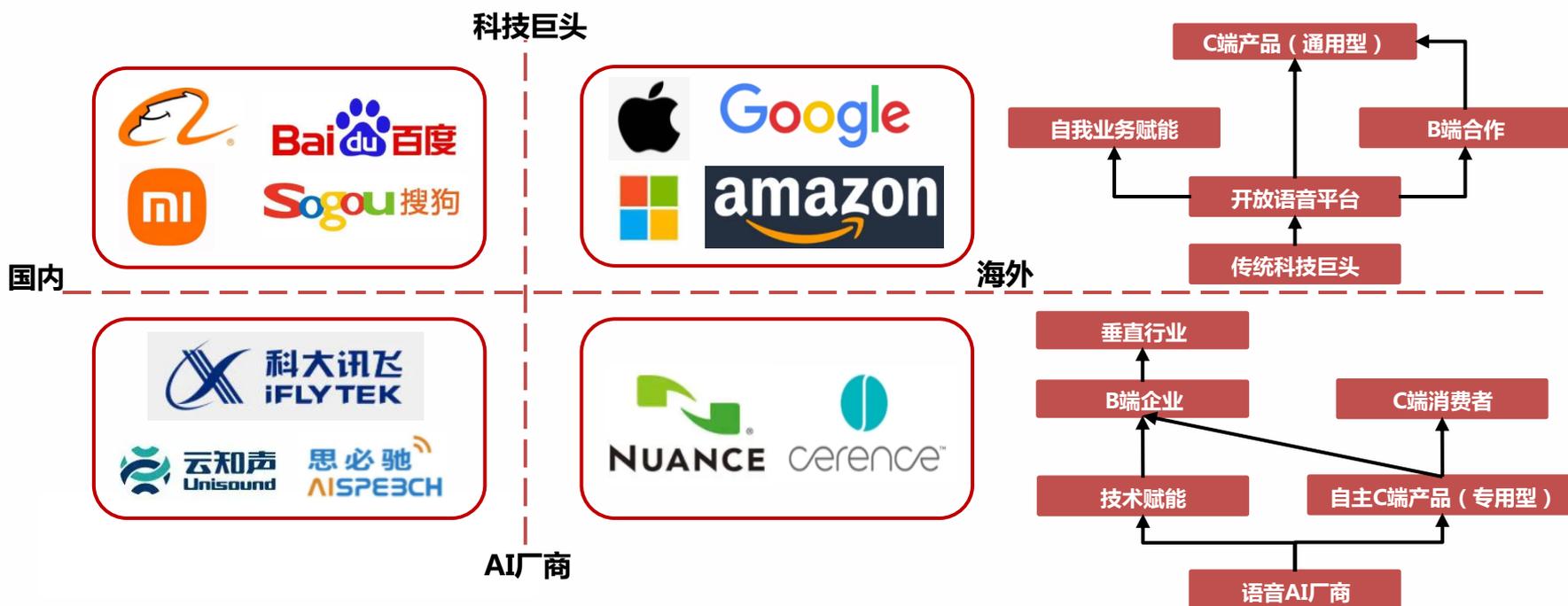


2.2 智能语音现状——厂商

海外和中国格局类似，分为科技巨头和独立AI厂商两大阵营

- 两大阵营商业模式类似，均面向B/C两端提供底层平台和消费产品，总体呈现分庭抗礼的状态。
- 传统巨头综合布局AI产业，语音只是其中一环，起初更多为自身业务赋能（如siri、echo或智能语音客服等），而后开放平台进行产业合作，逐步渗透巩固自身生态链，并且C端产品更偏通用型。
- AI厂商专注智能语音技术研发，核心技术实力不输巨头，并且更注重深耕垂直应用场景（如医疗、教育等），逐渐拓展自己的能力圈层至应用层，C端产品更偏专用型（场景化属性高）。

智能语音主要厂商与商业模式



2.2 智能语音应用状况

行业应用多样化，一站式服务需求广

- 消费级市场主要应用于智能音响、录音笔、车载系统、儿童产品、语音输入法等领域；专业级市场主要应用于医疗、公检法、教育、客服、语音审核等领域。
- AI企业不仅提供技术授权收费，还开始提供芯片、麦克风阵列等软硬一体的解决方案来增加技术输出的“厚度”，议价权已得到提升，帮助品牌商提升准化率后开始取得利润分成。

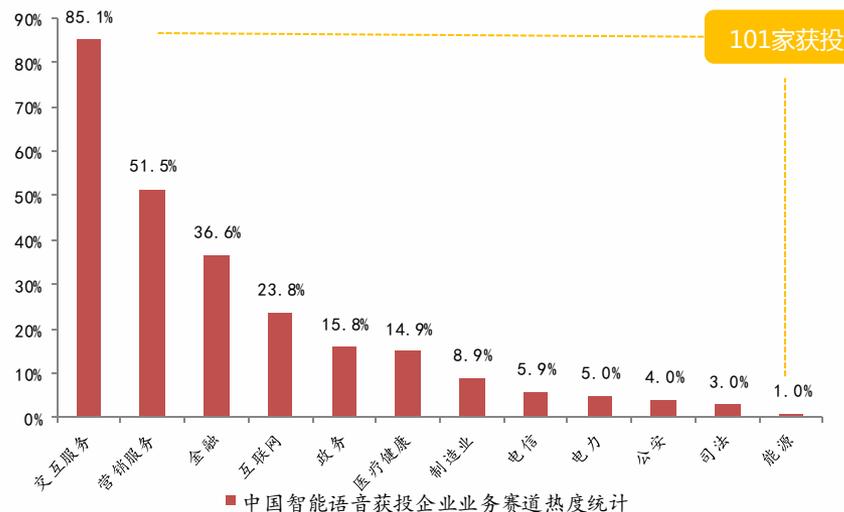
近年获投的101家智能语音创业企业中，热门赛道集中于交互服务、营销服务、金融、互联网等

- 语音识别作为AI交互最重要的入口，85.1%的企业主营业务涵盖交互服务；而基于目前对话机器人产品普遍具备的营销功能，51.5%的企业主营业务涵盖营销服务。
- 对话机器人应用较多的金融、互联网、政务等领域成为相对热门赛道。
- 医疗健康、司法、公安等智能语音垂直行业应用渗透率还较低，市场空间极大，但存在一定入场门槛，长期被科大讯飞等AI巨头占据，初创企业参与热度不高。

多元化输出，商业模式优化



中国智能语音获投企业业务赛道热度统计



2.2 智能语音发展趋势——探索价值突破点

提升技术闭环完成度，寻找价值突破点。

- 与同样发展最快的计算机视觉相比，尽管二者都在识别准确率上达到甚至超越了人类水平，但计算机视觉通过人脸识别这一大技术分支便快速渗透到了各行各业，而智能语音的落地效果显然不如计算机视觉，语音语义赛道的市场集中度较视觉赛道也更低。
- 现实环境中多数应用场景无法满足理想的环境条件，因此在进行语音识别时需要同时考虑到各种噪声、信道等因素。
- 计算机视觉通常只需要解决1:1比对，而语音作为交互入口需要满足人们在面对AI时，渴望得到的自然、类人、高密度的智能交互体验。
- 智能语音背后所涉及的声学研究、模式识别研究、通用NLP研究以及垂直场景的深度语义理解等还较为薄弱，在交互体验、场景优化等方面都还未达到“类人标准”，存在技术短板。例如，发展最为领先的智能客服，在和消费者进行对话时仍有明显的“机器感”，并且经常答非所问。
- 我们认为，未来智能语音赛道需进一步强化应用场景理解，打磨交互和用户体验，以逐步实现价值突破

2020年中国语音语义市场份额

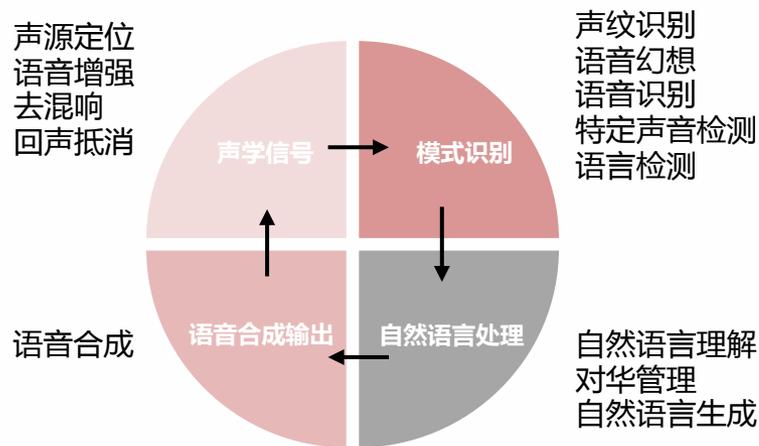


中国人工智能之语音语义市场份额，2020



来源：IDC中国，2021

智能语音技术各环节还存在一定短板

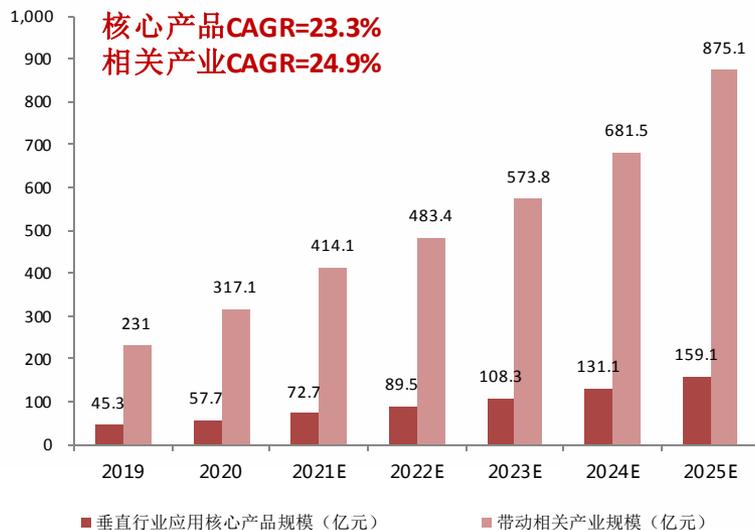


2.2 智能语音市场规模及预测

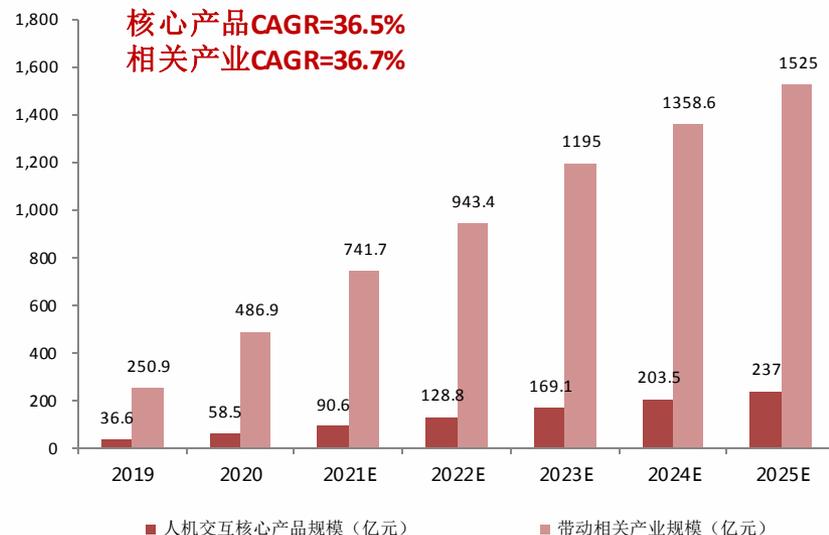
中国智能语音市场空间巨大，保持高速增长。

- 伴随智能语音技术的不断发展，短板持续补强，增值服务付费/利润分成等高价值商业模式将得到突破落地，垂直行业应用与人机交互产品规模有望持续提升。
- 预计2025年中国智能语音垂直行业应用核心产品规模达到159亿元，带动相关产业规模达到875亿元，2019-2025年CAGR均超23%。
- 预计2025年中国人机交互核心产品规模达到237亿元，带动相关产业规模超1500亿元，2019-2025年CAGR均超35%。

中国智能语音垂直行业应用规模市场规模



中国人机交互市场规模



挖掘数据的价值

2.3 自然语言处理——探索认知智能的关键

自然语言处理是实现“类人”交互的关键，是AI领域长期的研究热点

- 自然语言处理（NLP）研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法，通常分为自然语言理解和自然语言生成两个流程。前者让计算机“理解”自然语言文本思想或意图；后者是使计算机学会用自然语言文本“表达”。
- 近年来，自然语言处理发展出深度学习、神经网络语言模型、多任务学习、预训练语言模型等典型技术，其中以BERT、GPT为代表的预训练语言模型大大推进了NLP的发展，根据Gartner、阿里达摩院等报告显示，NLP仍然位列当前AI领域最受关注的技术之首。2020年全球IT支出不景气的背景下，NLP预算仍然全面增加20%左右。

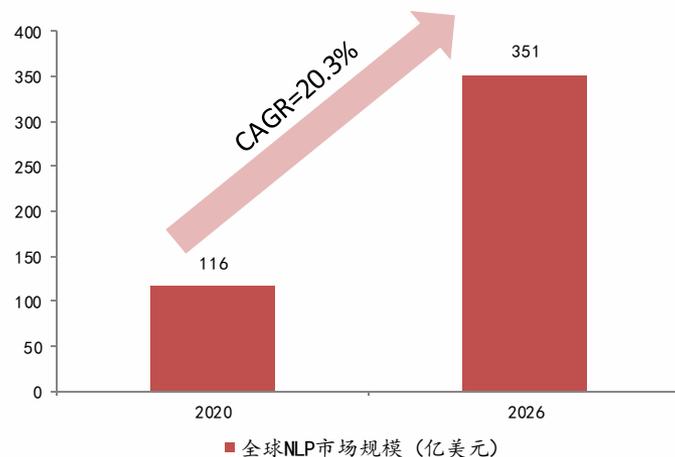
赋能多个领域，规模快速成长

- NLP下游应用主要包括机器翻译、舆情监测、自动摘要、观点提取、字幕生成、文本分类、文本语义比对等等，可赋能各个垂直领域如金融、零售、医疗、政府、媒体、教育等。
- 根据MarketsandMarkets，预计全球NLP市场规模将从2020年的116亿美元增长到2026年的351亿美元，CAGR为20.3%；同时，预计医疗领域的增速最高，主要是看好高级NLP驱动的HER从非结构化临床数据提取有意义的见解。

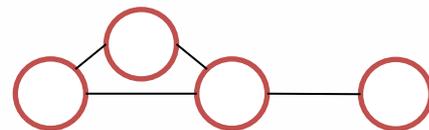
全球NLP领域典型企业



全球NLP市场规模预测



2.3 知识图谱——探索认知智能的关键



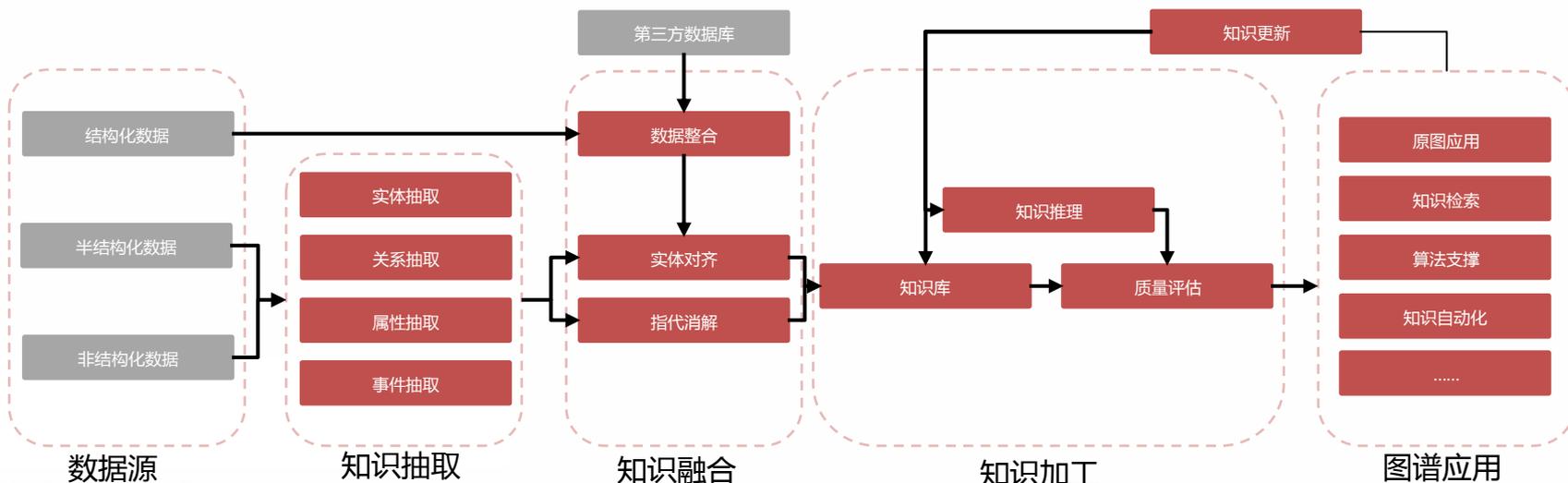
知识图谱的核心在于对多模、多源异构数据和多为复杂关系的高效处理与可视化展示。

- 知识图谱可以将社会生活与生产生活中难以用数学模型直接表示的关联属性，融合成一张以关系为纽带的数据网络。
- 通过对关系的挖掘与分析，能够找到隐藏在行为之下的关联，并进行直观的展示，基本组成单位是“实体-关系-实体”
- 基于知识图谱的上述优势，适宜解决关系复杂的问题，如深度搜索、规范业务流程、规则和经验性预测、大数据分析与管理决策等相关研究课题。

数据-知识抽取-知识融合-知识加工-知识应用

- 知识图谱构建过程的关键技术有知识表示（如RDF、OWL）、知识抽取（如实体识别与链接、关系抽取）、知识融合（如本体对齐、实体对齐）、知识存储（如图数据库存储、RDF存储技术）、知识推理等。由于图数据相对于传统的关系型数据具有更强大的表达能力，善于处理大量的、复杂的、互联的、多变的网状数据，因此图数据的计算与推理逐渐成为知识图谱的重要研究任务之一。

知识图谱的基本构建流程



2.3 知识图谱——探索认知智能的关键

知识图谱是认知智能的底层支撑

- 深度学习有其局限性，不适合解决影响因素较多、掺杂众多非线性关系的问题。
- 通过与知识图谱的配合使用，依托于行业知识与经验的深度学习将产生更多贴近产业核心的认知智能应用，有助于覆盖场景中大多数问题，形成完整的以“场景需求”为导向的人工智能解决方案，进一步实现生产力升级的终极目标。
- 知识图谱分为通用知识图谱和领域知识图谱：通用知识图谱覆盖范围广，注重横向广度，强调融合更多的实体，通常采用自底向上的构建方式，从开放链接数据(“信息”)中抽取出置信度高的实体，再逐层构建实体与实体之间的联系；行业知识图谱指向一个特定的垂直行业，注重纵向深度，具有丰富的实体属性和数据模式，通常采用自顶向下的构建方式，先定义好本体与数据模式，再抽取实体加入到知识库。
- 数据繁杂、单一价值有限、问题抽象需要可视化展现、五层关联维度以上的应用场景更加适合搭建知识图谱。

知识图谱产业链



知识图谱
服务平台

知识抽取、知识融合、知识加工，逐步构建知识图谱，提供具体场景应用服务



2.3 知识图谱+NLP——未来AI发展的焦点

从数据和信息中挖掘价值。

- 当前感知层信息爆炸，原始数据标准质量不一，分散在不同系统中等痛点都导致了数据治理的瓶颈。
- 在实际应用中，知识图谱和NLP往往有相同目的，紧密耦合，所以全球只做知识图谱的厂商较少，多数是以自然语言处理为主营业务的厂商在逐步构建自身的知识图谱能力。
- 在经典的大数据治理框架基础上使用知识的表示方法建成“数据图谱”，帮助实现数据的提取和动态扩展，再叠加自动构建模型构建工具，可以大幅节省重复工作和治理成本，快速生成丰富的上层应用。

未来一段时间的发展焦点。

- 科技部《科技创新2030——“新一代人工智能”重大项目2020年度项目申报指南的通知》共启动22个研究任务，拟安排国拨经费概算5.6亿元，部分方向项目社会资源配套经费与国拨经费不低于2:1，实施周期为3~5年。22个任务中，与知识图谱和NLP相关的10项，占比45%，相较于2018年19%（3项/16项）的占比出现翻倍。
- 根据艾瑞咨询，知识图谱+NLP的核心产品在2021年预计达到200亿的销售规模，刺激相关产业规模近千亿。

部分《通知》的规划任务目标

研究方向	任务目标
以NLP为核心的语义理解	从互联网海量文本中自动获取知识和语义分析能力得到可验证的数量级提高，形成跨模态表达的语言理解基本模型等
复杂社会信息网络的风险感知与智能决策研究（*公共治理）	具备融合全球20个以上语种、10万家公开信息源的大规模社会信息的获取和融合能力；构建面向社会信息风险与决策的千万级节点、亿级边的知识图谱，研制不少于100种社会风险感知与智能决策算法模型；具备在百亿级条边规模的社会复杂网络上进行分析和决策的能力，实现千万级节点规模网络上的分钟级搜索响应和分钟级挖掘与推荐计算能力等。
亿级节点时序图谱实时智能分析关键技术与系统（*金融）	构建面向金融领域的千万级知识图谱，涵盖不少于5个领域，实现多个领域知识图谱的关联与融合；时序图谱支持金融风险防范领域常用的时序复杂边，具备单节点10万tps、集群200万tps关联图构建能力，每笔处理平均延迟在10毫秒以内；亿级节点量级下实现不低于4层时序复杂关系的查询，平均延迟小于1秒；支持基于时序关联图的金融实时风控场景高级认知模型研究，具备可解释性。
智能医生助理关键技术及应用研究	构建可灵活拓展的患者信息全景可视化工具，形成多种多源异构知识和多模态临床信息融合分析模型；构建面向多科室、基于临床数据的含因果性知识图谱，并具备持续动态更新和知识推理能力，对临床知识覆盖率大于90%，推理准确率大于95%；构建包含覆盖诊前、诊中、诊后全流程的智能医生助手等。

中国知识图谱+NLP核心产品及相关产业规模



2.4 联邦计算——数据保护法下的新爆款？

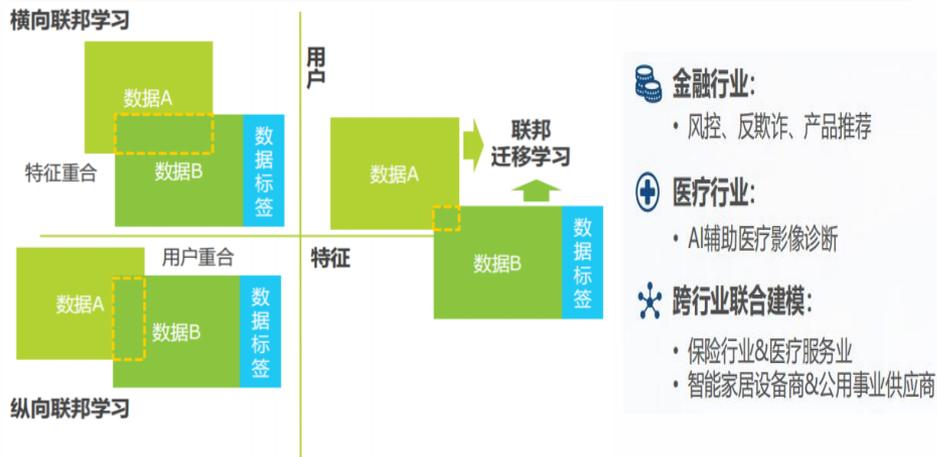
打破数据孤岛+保护数据隐私的AI新爆款？

- 数据是AI模型的“血液”，在获取数据的过程中通常遇到两个难题：1) 不同企业之间的数据不互通，且企业间不愿分享；2) 2021年，《个人信息保护法》、《关键信息设施保护法》、《数据安全法》相继落地，对用户的隐私数据保护进行了更为严格的要求，AI公司难以像过去一样“随意调用”，市场也对此表示明显担忧。
- 为解决以上难题，国家建立起数据交易中心，相关隐私计算技术也应运而生。
- 联邦学习基于分布在多个设备上的数据集构建机器学习模型，同时防止数据泄漏，通过安全多方计算、差别隐私、同态加密等技术为模型提供隐私保证；同时**并不改变机器学习和数据存储的基本实现方式，而是改变了不同AI模型之间的协作模式，可以针对来自多方的数据训练统一模型而又不损害这些数据的隐私和安全性。**
- 联邦学习可广泛应用于金融、医疗、销售、城市管理等诸多领域。目前联邦学习头部企业杭州锘崑已完成了亿元级B轮融资，累计服务超过数十家亿元客户，营收有望实现10倍以上增长。
- 以联邦学习为代表的隐私计算技术发展尚不成熟，**国内外产品目前均处于“可用但不好用的状态”**，但未来发展前景广阔，有望成为解决当下AI产业数据痛点的最优解之一，值得密切关注。

联邦学习建模架构



联邦学习分类情况



目 录

◆ 一、人工智能综述

◆ 二、从感知到认知，技术红利远未见顶

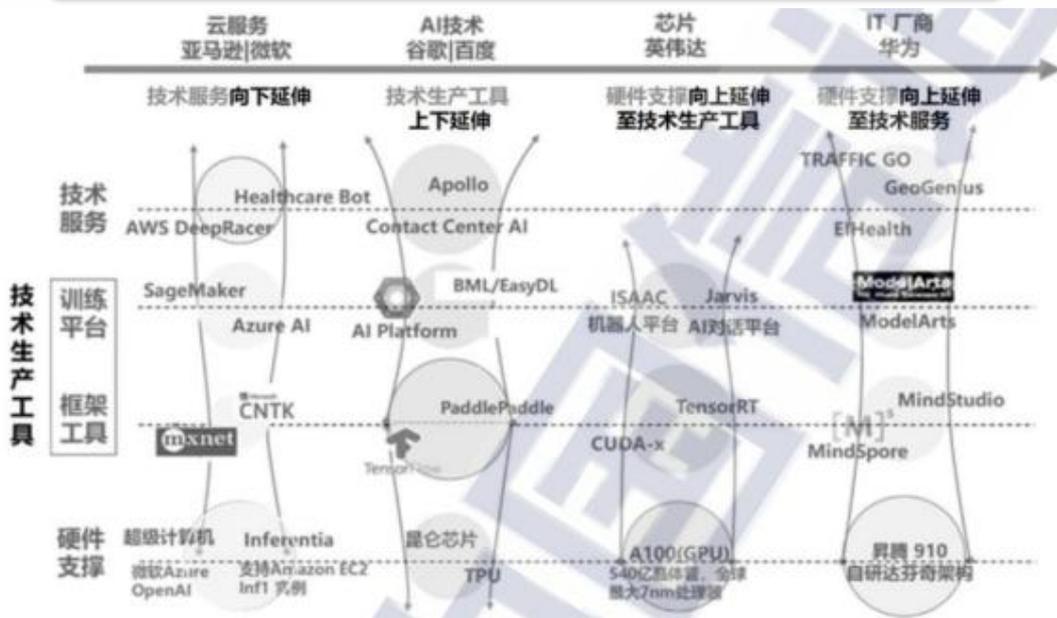
◆ 三、群雄林立，捕捉AI厂商上市潮机遇

3.1 科技巨头引领产业垂直整合

老牌科技巨头把持计算支撑、软件框架、研发平台等核心环节。

- **亚马逊、微软等云服务企业**不断强化其智能服务能力，紧抓面向基础技术服务、研发训练与推理等智能计算需求，通过布局研发平台、开源开发框架等技术生产工具，以及更为底层的专用硬件和芯片，提升其智能计算服务的竞争力；
- **谷歌、百度等AI技术优势显著的互联网头部企业**基于先进算法和技术优势布局开源框架，并以此为核心上下延伸，构建智能服务生态体系。
- **以英伟达为代表的AI芯片巨头**加速提升面向智能任务的芯片性能，积极丰富性能库、编译器、编程框架等软件配套，通过多样化方式壮大开发者社区及产业伙伴规模，力图构建软硬协同的产业生态体系。

科技巨头垂直一体化布局



3.1 科技巨头引领产业垂直整合

海外MAMAA底层平台基础雄厚，赋能自身+产业合作

- 海外Tech Giants均将AI战略纳入自身的驱动引擎，重视基础研究，底层平台布局完善并成为国际主流（如亚马逊的AWS、谷歌的TensorFlow等）。
- 近十年来，**巨头纷纷通过收购来完成AI能力的搭建**，其中不乏知名的并购案例，如微软收购语音巨头Nuance、谷歌收购人工智能实验室DeepMind等。
- 苹果生态较为封闭，以赋能自身的产品功能为主；**其他巨头以自身业务为抓手，并以此为基础作技术外延，积极开放产业链合作**，在医疗、工业、教育等领域皆有重大项目落地，引领产业垂直整合，逐步扩大能力圈层。

	Microsoft	Apple	Meta (Facebook)	Amazon	Alphabet (Google)
研发费用 (最新财年)	207.2亿美元	219.1亿美元	184.5亿美元	427.4亿美元	275.7亿美元
研发费用率	12.3%	6.0%	21.5%	11.1%	15.1%
近十年来收购 AI公司个数	13	29	12	7	15
代表平台	Azure、CNTK	CoreML、仿生芯片	Pytorch、Caffe2	Mxnet、AWS、 Sagemaker	TensorFlow、 Google Cloud、 Google Brain
代表场景	智能语音Cortana、 智能办公Office365 和Dynamic365、 智慧教育AI School、	视觉解锁FaceID、 智能语音Siri、 智慧家居Homekit、 智能汽车	VR/AR Oculus、 AI赋能旗下内容平台、 LiveMaps、 AI商业	智能家居、 智慧音箱echo 智慧仓储物流	智慧音箱Alexa、 智能家居、 智慧检索/推送、 智能汽车
并购投资	Nuance、OpenAI	Turi、VocalIQ、 Emotient	Deeptide、 BloomsburyAI	Gamespark、GRAIL、 Harvest.ai	DeepMind、 Dark Blue Labs、 Vision Factory

3.1 科技巨头引领产业垂直整合

国内BAT同样内生外延均衡布局。

- 作为国内AI产业最重要的参与者，利用自身技术和数据的积累，互联网巨头BAT在AI技术、平台、应用场景和对外投资层面也已完成了全方位的布局。
- 总体来说，BAT专注的业务领域也反应到了其在AI产业的布局上，百度围绕底层平台与自动驾驶；阿里侧重数据服务领域的应用和底层技术；腾讯侧重平台和技术开放，对外均衡布局。

	百度	阿里	腾讯
技术	百度大脑、百度智能云、人工智能实验室	AILabs、iDST、ET大脑	AI Lab、腾讯优图、WeChat AI、腾讯医学影像实验室
平台	百度Apollo、DuerOS、PaddlePaddle	AliGenie、机器学习平台PAI	腾讯觅影、腾讯云小微、腾讯叮当
场景	赋能自身业务：手机百度、百度贴吧、百度地图、爱奇艺等 赋能行业：般若大数据风控平台、自动驾驶、对话式AI系统 企业级合作（小米、微软、高通等） 城市级合作（重启、保定、雄安新区等）	赋能自身业务：淘宝、支付宝、菜鸟、虾米音乐、高德地图 赋能行业：阿里云新零售解决方案、ET大脑、天猫精灵、蚂蚁金服 企业级合作（上汽、福特等） 城市级合作（浙江卫计委、华山医院等）	赋能自身业务：微信、QQ、腾讯新闻、腾讯视频、天天P图等 赋能行业：腾讯云智慧零售解决方案、腾讯慧眼、智能安防监控 企业级合作（滴滴、亲见等） 城市级合作（桐乡、柳州等）
投资	智能汽车：蔚来、威马、禾赛科技、中科慧眼 行业应用：一脉阳光、至真互联、捷通华声、作业盒子、云顶科技 智能硬件与机器人：渡鸦科技、小鱼在家、Boardlink 数据服务：数美科技、麦飞科技	智能汽车：小鹏、斑马 底层技术：旷视、商汤、思必驰、深鉴科技、寒武纪、中天微 智能硬件与机器人：微鲸科技、小i机器人、奥比中光、RoboMing 数据服务：杭州数云、佳都数据	智能汽车：蔚来、特斯拉、威马、Mobility、四维图新等 行业应用：碳云智能、Grail、Practo、企鹅医生 智能硬件与机器人：微鲸科技、优必选、云迹科技、Ganker 数据服务：永宏科技、明略数据、数据工厂

3.2 上市AI企业已有成熟盈利模式

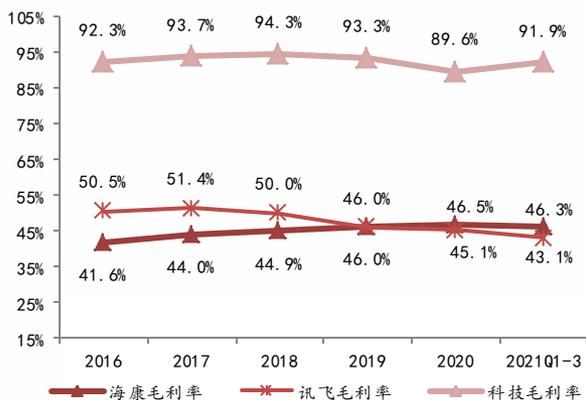
目前A股已上市的AI公司主要分为三类。

- **硬件起家，AI赋能升级**：以海康威视、大华股份、宇视科技为代表的传统安防巨头，硬件出货量庞大，对客户的需求、痛点、场景理解深刻，利用AI进行产品升级，带来价值增量和场景拓宽。
- **技术起家，BC双轮驱动**：以科大讯飞为代表的老牌人工智能龙头，深耕核心语音技术打造开放平台，不仅在教育、医疗、办公等领域深入布局，面向消费者也形成了专业的标准化产品进行破局，二者共同驱动公司业绩高增。
- **纯软输出，下游深度合作**：以虹软科技为代表的算法提供商，近20年来专注视觉算法，与芯片厂商、传感器厂商、摄像头厂商以及手机厂商等产业链上下游企业均有长期且深入的合作，已形成了良好的市场口碑和稳定的盈利能力，现逐步切入智能汽车赛道，打开第二曲线。

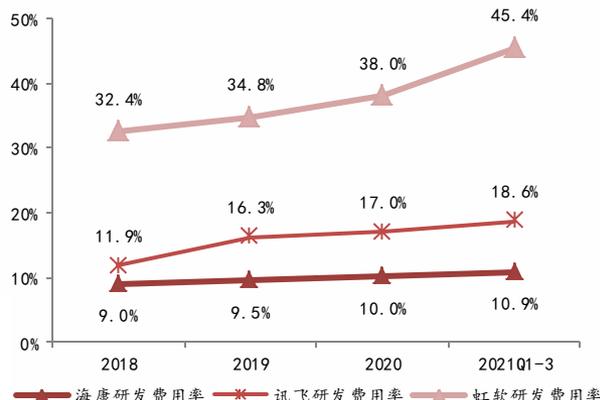
业务构成决定利润率差异，但均有成熟稳定的盈利模式。

- **毛利率**：以海康威视为代表的传统硬件厂商，产业链议价能力强，凭借AI提升价值量，毛利率稳定在40%以上水平，稳中有升；以虹软科技为代表的算法提供商软件属性强，毛利率长期保持在90%左右水平；科大讯飞则是立足平台，2B+2C同时输出，毛利率受两种业务占比影响，其中2C业务毛利率长年保持50%+，高于整体毛利率。
- **净利率**：受研发费用和销售费用的投放进程影响，三类代表公司净利率有所波动，但总体来看盈利模式已趋于成熟，赛道卡位优势明显；研发费用率虽呈现逐年加码态势，不断巩固自身竞争力，且尚未影响盈利能力。

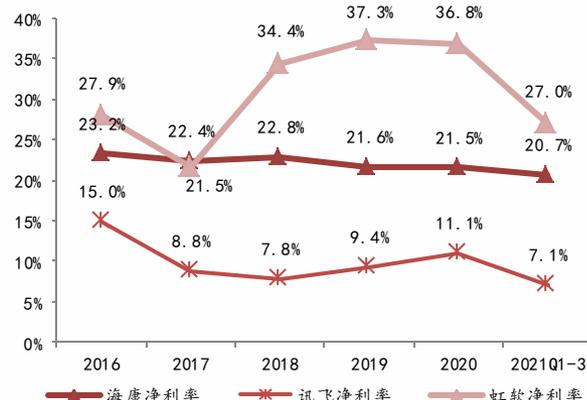
成熟AI企业毛利率比较



成熟AI企业研发费用率比较



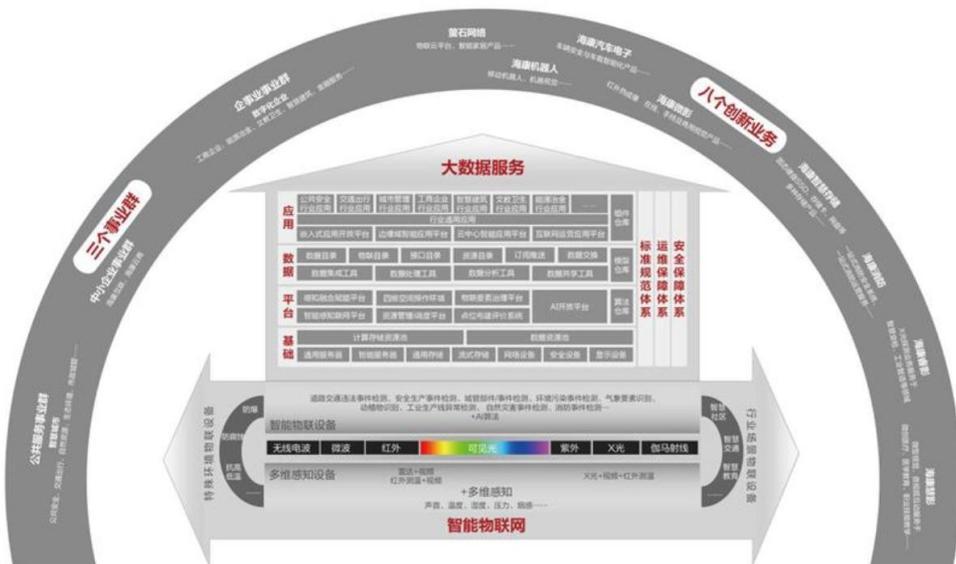
成熟AI企业净利率比较



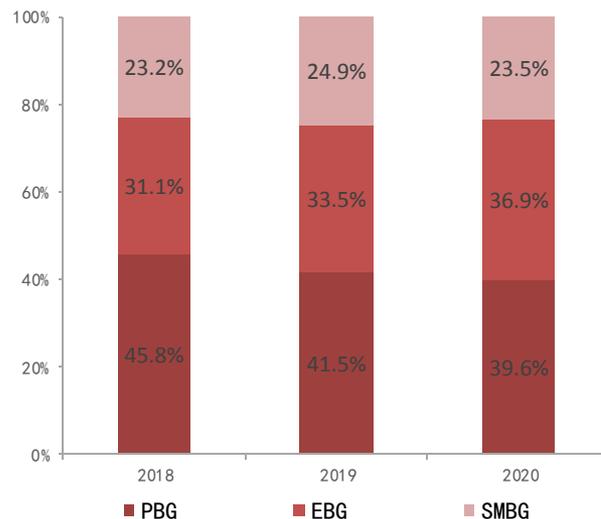
全球安防龙头，科技创新驱动成长边际拓宽。

- 海康威视成立于2001年，2011年即成为**全球视频监控市占率第一**，而后持续将AI、云计算、边缘计算等新兴技术融入传统安防，从视频感知到智能物联再到物信融合，从摄像头到大数据平台再到智能机器人，**公司定位已由传统视频监控提供商升级成为AIoT领军**。
- 除传统的PBG业务外（公安、交通、司法），公司积极拓展EBG（能源、金融、楼宇、文教卫）业务，助力垂直领域企业智能化转型；以及SMBG（中小企业、智能家居等）业务，将安防带入民用领域。在智慧城市等2G业务赛道拥挤的情况下，海康充分挖掘长尾市场潜力，针对碎片化市场提供定制解决方案，EBG和SMBG业务得以高速发展。

海康威视业务布局



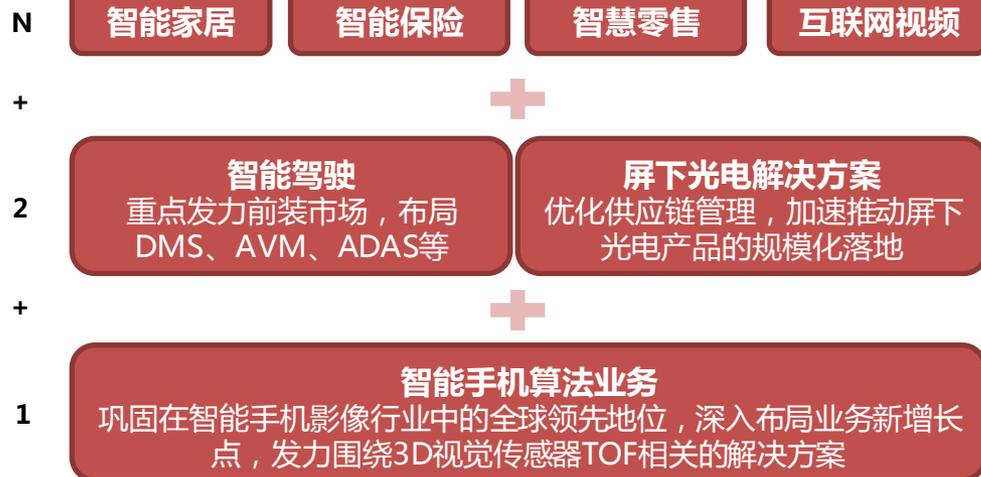
海康威视收入结构



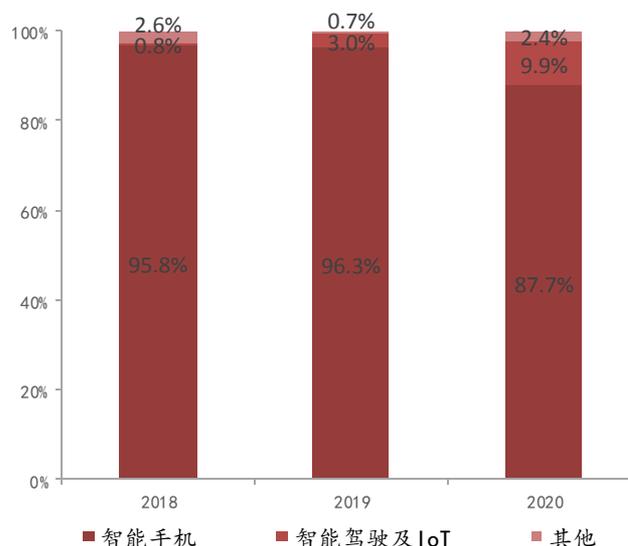
产品化能力优异，“1+2+N” 打开成长空间。

- 虹软科技业务主体前身ArcSoftUS成立于1994年，专注于图像领域的算法和应用，与核心芯片厂商（高通、联发科等），传感器厂商（三星、索尼等），模组厂商（LG、舜宇光学等）均有深入的技术合作，下游TOP5安卓终端手机厂商（三星、华为、小米、oppo、vivo）均是公司的长期客户。
- 公司是中国企业中**少有的按计件模式对国内外客户收取软件技术授权费用的企业**，计件模式占比由2016年36%提升至2018年的51%，显示出公司强大的技术能力和市场认可度。利用人体识别、物体识别、场景识别、图像增强、三维重建和虚拟人像动画等各类核心技术，公司逐步构建起视觉开放平台，切入汽车及泛IoT领域，积极探索第二增长曲线。

虹软科技业务布局



虹软科技收入结构



3.3 AI新秀切入垂直领域深耕

AI应用场景碎片化，头部巨头难以满足长尾定制化需求，AI新秀大规模涌入

- 下游客户开始充分意识到智能化转型升级的重要性，**市场需求快速扩大，科技巨头的通用型技术难以覆盖大量定制化/长尾的场景要求**，AI新秀、ISV、集成商等开始大规模涌入，行业整体处于跑马圈地阶段。
- AI新秀以自身特色化算法起家，多以视觉or语音为技术抓手，在1-2个领域内开始催生出优势应用，**在安防、金融、零售等数据较为友好的领域，现阶段市场成熟度已较高，玩家众多。**
- **汽车、医疗、教育等市场空间极大，但苦于数据的缺失，无论算法成熟度或应用落地规模都仍低，是AI新秀能力迁移的重点关注领域，也是决定市场格局的战略高地。**

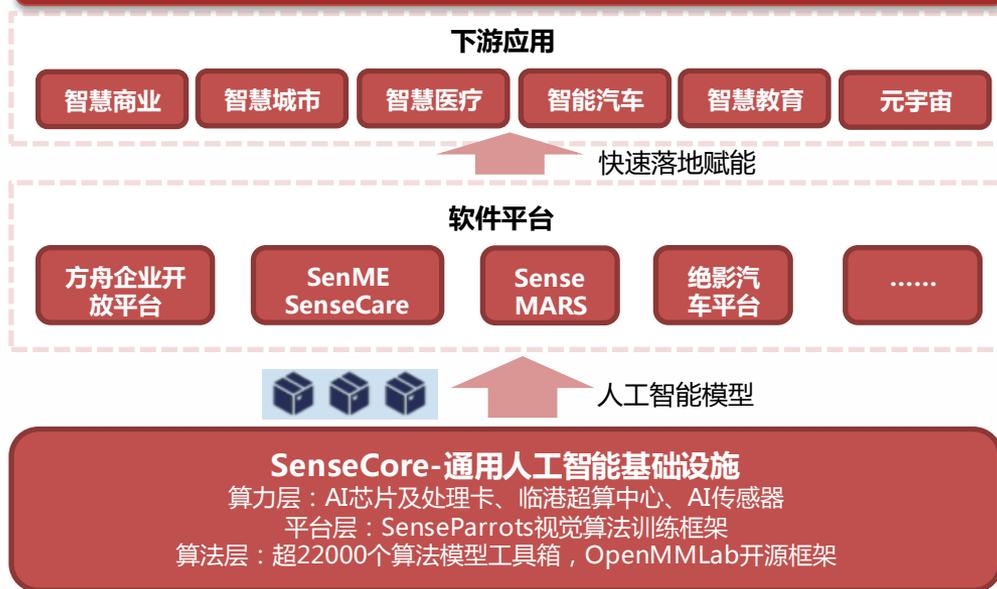
AI新秀布局纵览

垂直领域	成熟度	商汤科技	旷视科技	云从科技	依图科技	云知声	云天励飞	第四范式
安防	极高	√	√	√	√		√	
金融	高	√	√	√	√	√		√
交通	较高	√		√		√	√	
零售	较高	√	√	√	√	√	√	√
制造	较低		√					√
汽车	较低	√						
医疗	低	√			√	√		√
教育	低	√				√		

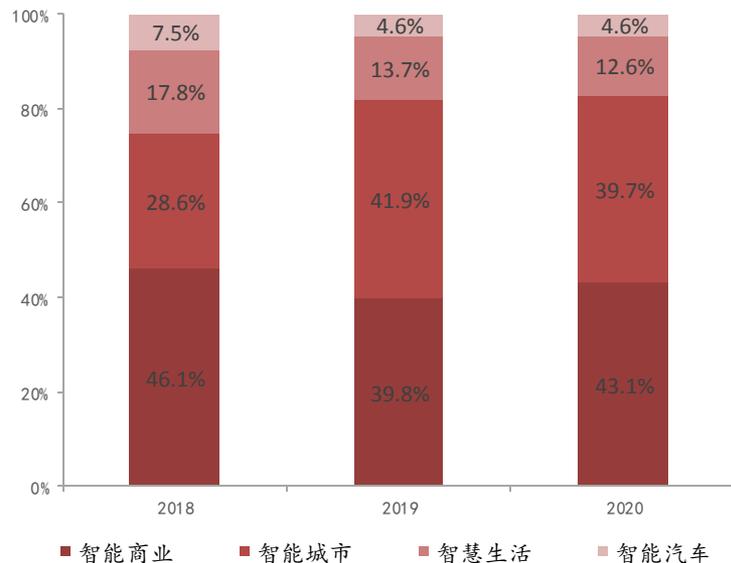
自研AI底层大装置，多领域全面布局的“算法工厂”。

- 为解决人工智能模型生产成本高昂、开发效率低、长尾场景训练数据缺乏等痛点，商汤自研人工智能基础平台SenseCore，从算力、平台、算法层面逐步构建起AI模型的自动量产工厂。伴随技术的进步以及行业know-how的积累，公司研发人员年均生产的商用模型数量从0.44个提高至5.24个，累计输出模型超22000个。
- 以SenseCore为核心，公司衍生出面向城市、医疗、商业、汽车等多个垂直领域的软件平台，用户可以通过软件平台实现快速训练、部署、以及OTA迭代升级。
- 公司向下游销售软硬一体的解决方案，并根据具体业务收取软件订阅费、软件许可费、服务费等，其中智能汽车领域向车厂提供基于SenseCore的AIaaS能力，并按出货量收取Royalty fee。

商汤业务模式



商汤收入结构



自研底层AI生产力平台，专注AIoT三大领域。

- Brain++是旷视自主研发的新一代AI生产力平台，包括深度学习框架MegEngine（旷视天元）、深度学习云计算平台MegCompute以及数据管理平台MegData，将算法、算力和数据能力融为一体。
- 依托于Brain++，旷视可针对不同垂直领域的碎片化需求定制丰富且不断增长的算法组合，向客户提供包括算法、平台及应用软件、硬件设备和技术服务在内的全栈式人工智能解决方案。
- 公司选择聚焦行业痛点明确、算法能产生极大价值的三大领域：消费物联网、城市物联网、供应链物联网，其中旷视2019年推出的智能仓储控制平台系统河图为业内首创，先发切入智能化程度较低的供应链管理市场，具备较大拓展潜力

旷视业务模式

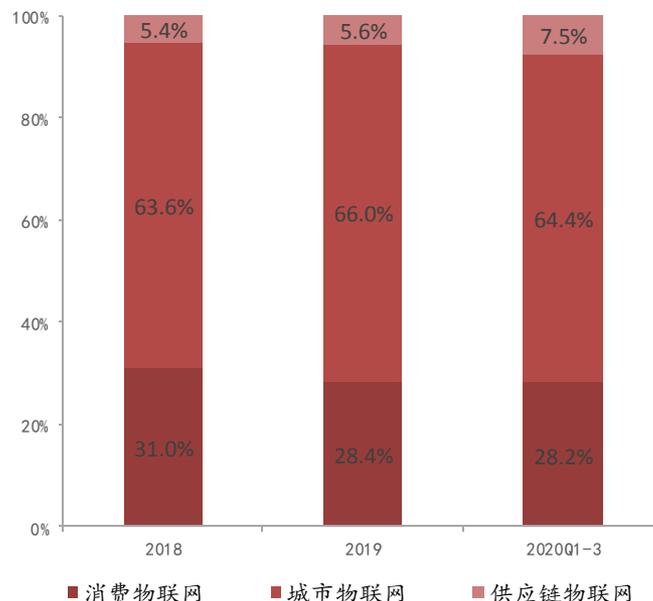


Brian++ 底层生产 力平台



www.swsc.com.cn

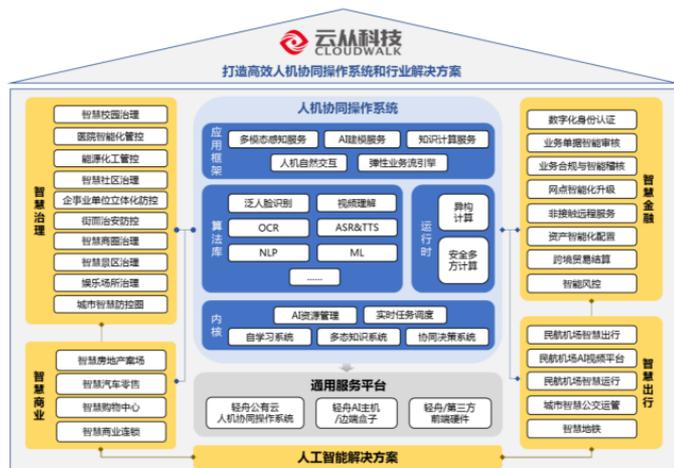
旷视收入结构



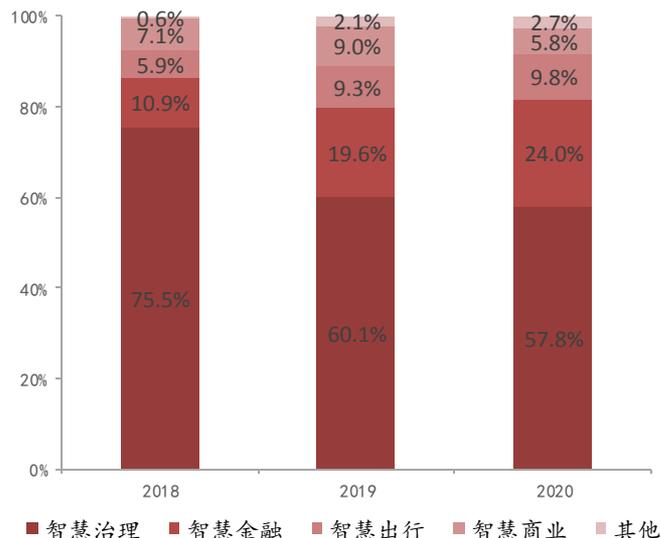
主打多模态感知融合，助力金融/治理/出行/商业等优势领域。

- 云从以优势视觉技术为抓手，结合语音等感知数据，在NLP领域进行突破，建立视觉认知，语言认知，环境认知等多模态认知融合，打造智能决策系统，实现人工智能技术闭环、人机自然交互以及人机共融共创。
- 依托核心的人机协同操作系统，辅以轻量化的轻舟平台，云从面向金融、治理、交通、商业四大场景推出软硬一体的综合解决方案；其中金融业务已切入较为核心的圈层，与中国银联联合推出“刷脸付”，成为中国支付清算协会会员，同时为工、农、建等400余家金融机构提供身份认证系统、智能业务审核等相应产品，覆盖网点超过10万+；此外，在智慧出行领域，公司的刷脸值机等全流程解决方案已渗透进上百座机场（前十占九）。

云从业务模式



云从收入结构



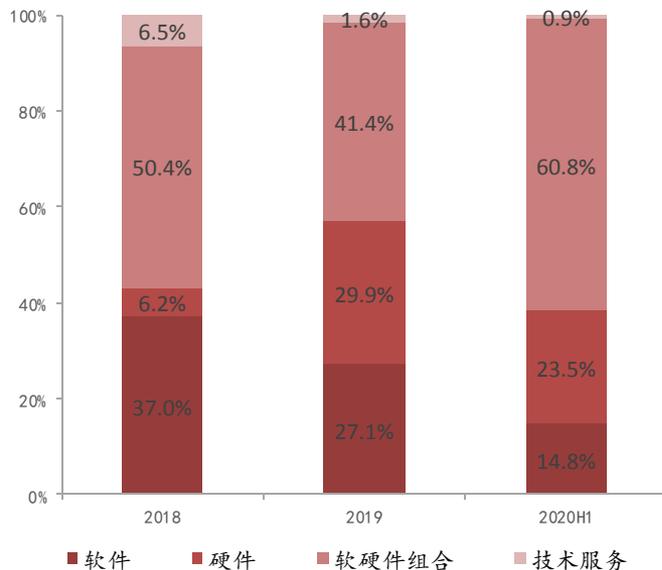
“算法+芯片”、“视觉+语音”综合布局，深耕安防及医疗。

- 依图同样以视觉为抓手，后续开始积极拓展语音、语义等多模态技术能力，全面解决机器看、听、理解的根本问题。
- 公司主要发力城市/商业/医疗三大领域，其中基于依图医疗的知识图谱体系，公司已建立起care.ai的单病种临床科研智能解决方案，与华西医院打造国内首个肺癌科研病种库，在2020年疫情期间以AI助力战疫，获得国家多部委的高度认可。
- 公司推出自研的端到端处理器芯片“求索”，并基于芯片打造“原石”服务器和边缘计算设备对外进行销售，从基础层、技术层、应用层进行全方位赋能。值得注意的是，公司纯硬件销售毛利率为65.7%，软硬件组合的毛利率为69.6%，较其他同类型企业更高，体现出公司AI软件的附加价值。

依图“算法+芯片”全面布局



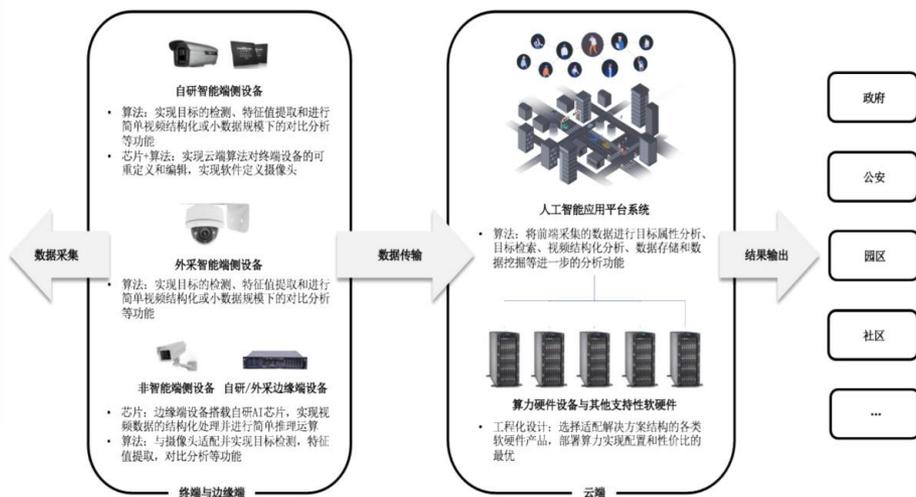
依图收入结构



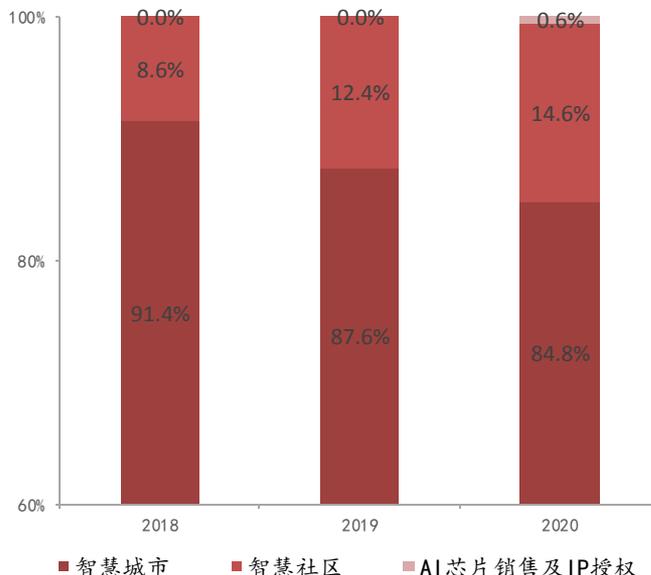
“算法+芯片”综合布局，打造数字孪生城市

- 公司基于“算法平台Arctern+芯片平台Moss+大数据平台Matrix”构建核心的“云+端”能力，致力于通过AI技术进行物理世界结构化，打造数字孪生城市。
- 公司算法主要基于计算机视觉，以云端软件等形式提供至下游客户；公司的智能芯片通过优化算法和芯片技术的适配性，搭载至终端和边缘端产品应用并对外独立进行销售，但独立销售尚未实现规模化。
- 下游赋能领域主要集中于城市安防、智慧社区、智慧园区，目前已在深圳、北京、上海、杭州、青岛、成都及东南亚等100多个城市 and 地区。

云天励飞“算法+芯片”全面布局



云天励飞收入结构



第四范式

基于机器学习，打造全球领先决策智能平台

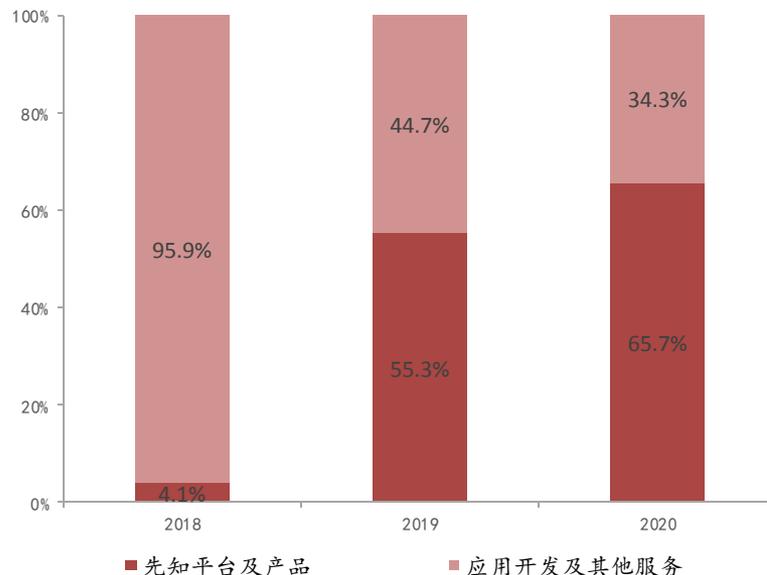
- 第四范式是国际领先的AI平台与技术服务提供商，是国内决策类智能的代表企业之一，目前在金融、零售、制造、能源、医疗、政府、互联网等行业落地上万个案例，蝉联中国机器学习平台市场份额第一。
- 依托丰富的技术积累和行业经验，公司逐步打造出全栈式企业级AI平台，可解决企业AI转型中最常见的数据治理难、科学家稀缺、业务价值不佳、算力成本负担重等难题，加快AI的项目落地。
- 公司推出企业级AI操作系统SageAIOS，定位AI时代的Windows，封装了各类AI应用，集应用构建、资源管理、APP为一身；推出自动化AI生产力平台HyperCycle ML，定位于低门槛AI应用构建工具，可帮助企业规模化应用AI，解决AI科学家短缺的瓶颈。

操作系统+低门槛开发平台构建核心竞争力



数据治理标准化 定义面向AI升级的数据治理标准与规范，能够大幅提升数据治理效率，保障数据治理质量。	资源调度自动化 面向AI升级的大规模分布式自动化资源调度与管理，能够充分提升AI训练资源调度与管理的复杂性，大幅提升资源利用率，降低AI操作系统全生命周期。
应用集成便捷化 定义标准简洁的应用集成流程，封装底层原子能力，以SDK方式向上层开放，支撑上层应用的集成和能力调用。	操作简便与易用 AIOS类PC操作系统的交互方式，大幅提升应用AI的便捷性，降低AI的使用门槛，让AI不再只有少数开发者才能操作。
应用门槛低 基于学习理念，覆盖机器学习从模型构建到应用全流程，4步快速构建企业自主的AI应用。	落地效率提升 具备世界领先的自动建模能力，实时上线能力，数据闭环能力，解决算法与工程化落地的问题，极大提升企业AI落地效率。
效果持续提升 具备世界领先的自研AutoML技术，依托HyperCycle方法论，利用优秀的实时训练数据进行自学习，保障模型效果最佳并持续提升。	AI落地成本低 提供自动化AI落地全流程服务，使AI后落地在同等条件下，人力成本从0.9人月降至0.3人月，机器成本仅增加30%，让企业构建AI应用成本更加可负担。

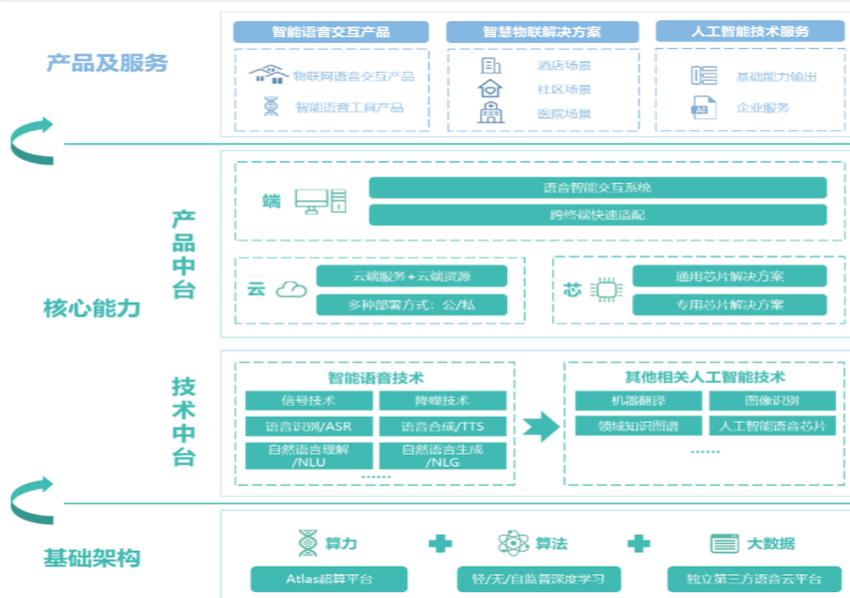
世界领先的AutoML平台



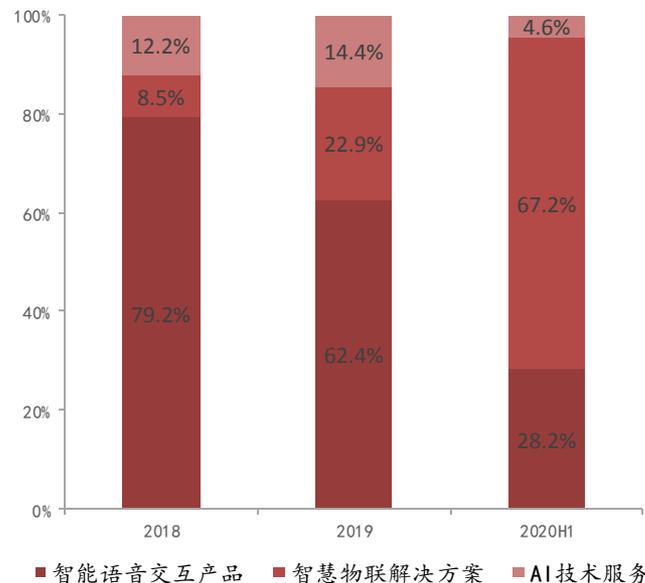
云、端、芯一体布局，语音语义领军之一。

- 公司成立之初围绕AI三大要素“算力、算法、算据”充分布局，打造GPU超算集群、率先将深度学习应用于商业语音识别系统、开放云知声云平台获取大量语音数据。
- 为进一步切合智能交互与物联网的结合趋势，公司提出“云-端-芯”核心战略，在此基础上，公司以智能家居（与格力等合作，市占率70%）、智能医疗（语音病历录入、病历质控系统，于北京协和医院等百家三甲医院上线）等场景为突破口，率先完成智能语音解决方案的落地。
- 为进一步满足更多场景的智能化改造需要，公司持续向知识图谱、视觉图像技术、芯片核心IP等方向突破，逐步成为面向行业（智慧酒店、智慧社区、智慧医院）的AI综合解决方案提供商。

云知声“云、端、芯”一体布局



云知声收入结构

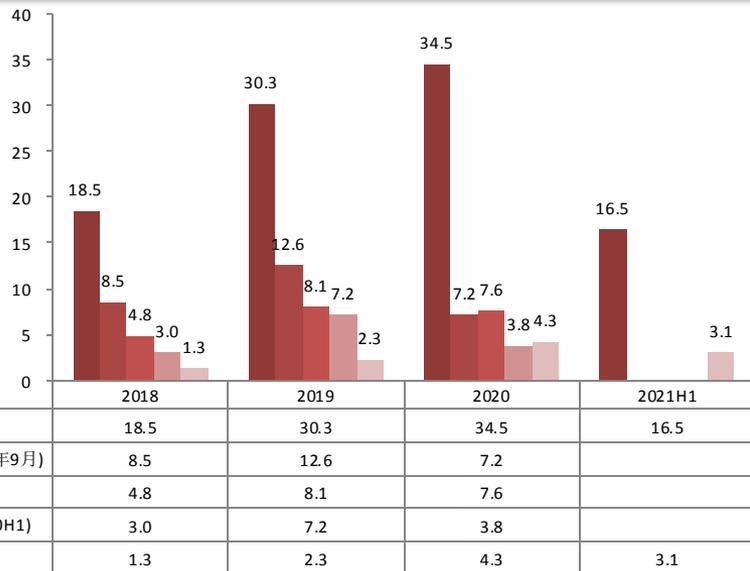


3.3 CV新秀数据纵览——财务数据

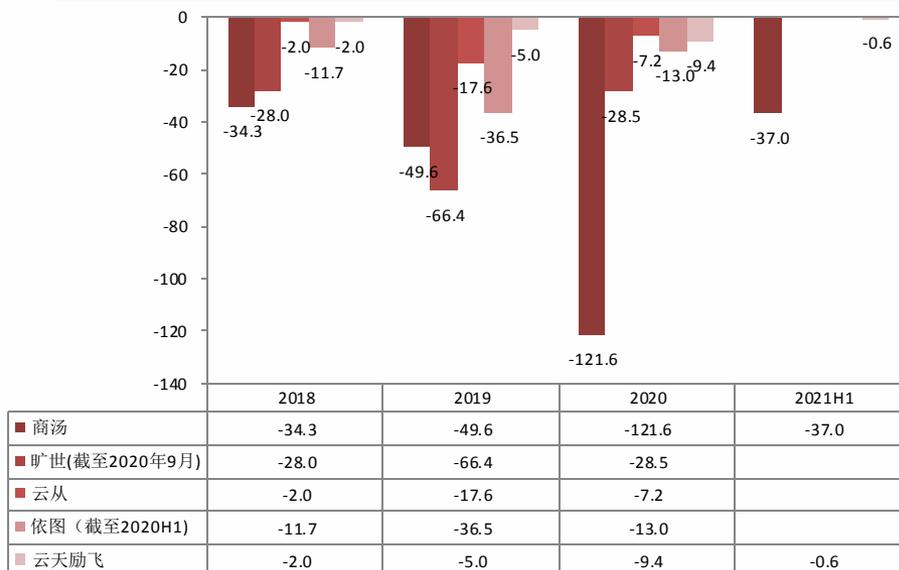
营收高速增长，但仍未解决盈利难题。

- 以视觉领域主要几家独角兽为例，伴随产品矩阵的不断完善和行业方案的持续迭代落地，营收在2019年均保持跨越式增长，20年受疫情影响，增速有所放缓。
- 其中商汤科技为业内无可争议的龙头，2020年营收规模达到34.5亿元，超过其余四家视觉厂商的总和。
- 观察利润端情况，五家公司除了高额的研发投入和销售费用支出之外，也均包含了估值提升较快所产生的公允价值变动损益，但扣非调整后，仍然无法实现盈利。

视觉新秀历年营收表现（亿元）



视觉新秀历年利润表现（亿元）



3.3 CV新秀数据纵览——财务数据

- **销售费用高**：当前AI新秀议价能力不强，且存在一定程度的项目竞争关系，为保证业务顺利拓展，公司大幅扩充销售团队规模，采取较为积极的销售方式；同讯飞/海康等相比，由于缺乏标准化软硬件产品，且主要依靠直销手段，销售费用率维持较高水平。
- **研发费用高**：当前AI产业人才缺口较大，各厂商之间对人才的争夺也愈发激烈。从员工构成看，各家厂商的研发人员占比均超50%，每年的研发费用（大多为研发人员薪酬）亦随收入规模的扩大而快速提升，公司需不断加强技术创新以保证公司的市场竞争力。
- **管理费用高**：AI新秀处于快速拓展期，人员规模与薪酬增加较快，并且存在高额股权激励费用。

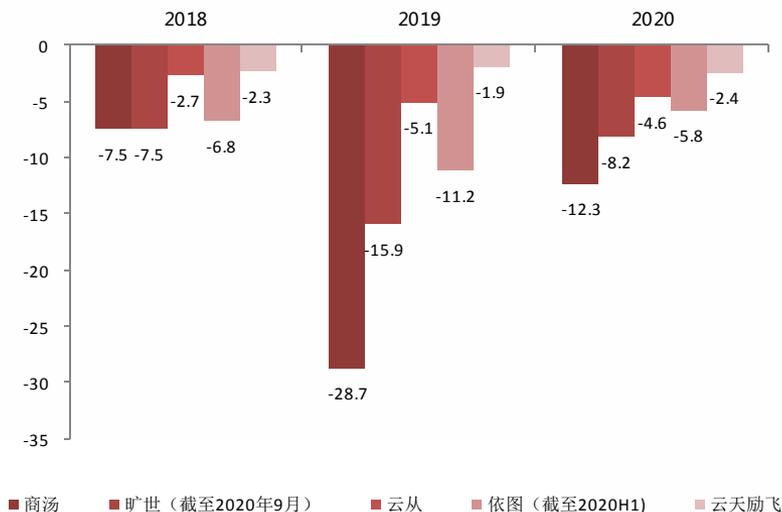
视觉新秀历年费用情况与上市AI企业对比

	管理费用率			研发费用率			销售费用率		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
商汤	24.4%	25.3%	46.1%	45.8%	63.3%	71.1%	11.1%	15.0%	15.6%
旷视（截至2020年9月）	32.0%	42.2%	57.5%	70.0%	73.8%	92.2%	24.6%	27.7%	41.6%
云从	12.8%	181.8%	30.6%	30.6%	56.3%	76.6%	26.7%	28.3%	36.3%
依图（截至2020H1）	72.4%	45.2%	33.1%	95.7%	91.6%	100.0%	92.8%	58.3%	41.7%
云天励飞	57.1%	144.8%	191.5%	109.8%	87.0%	51.4%	39.8%	33.9%	20.2%
虹软科技	10.9%	8.8%	9.2%	32.4%	34.8%	38.0%	18.0%	17.5%	14.0%
科大讯飞	12.0%	7.0%	6.6%	11.9%	16.3%	17.0%	21.8%	17.7%	16.0%
海康威视	2.8%	3.2%	2.8%	9.0%	9.5%	10.0%	11.8%	12.6%	11.6%

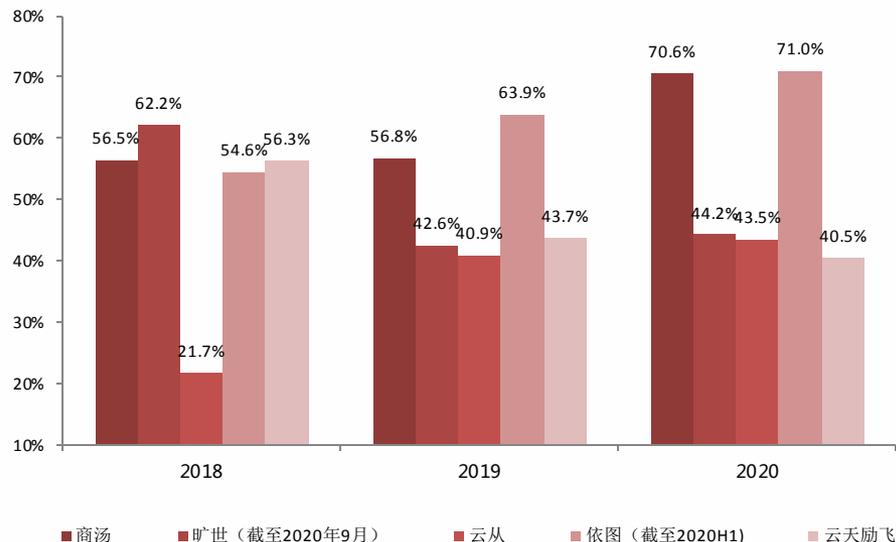
3.3 CV新秀数据纵览——财务数据

- **经营性现金流净额持续为负**：根据商汤的招股书表示，公司计划继续着重投资研发、销售、及营销，并产生重大资本支出（如上海的超算中心AIDC），然而投资实现回报通常需要较长时间，因此，公司预期未来经营活动的现金净流出仍将持续。
- **从毛利率角度看，各家公司的商业模式不稳定，导致毛利率的波动；且由于业务的软硬件占比不同，毛利率有较大差异。**其中，商汤以“算法工厂”著称，软件输出占比较大，毛利率保持较高水平；依图因产品标准化程度提升，技术外包成本逐年下降，且基于求索芯片的产品成本优势明显，毛利率也提升至70%水平；而旷视和云天励飞则是由于硬件外采和安装服务的占比增加，导致毛利率下滑。

视觉新秀经营性现金流呈现持续净流出状态（亿元）



视觉新秀毛利率与业务构成相关



3.3 CV新秀数据再览——布局纵深

- 商汤优势胜在垂直领域的布局全面，几乎涵盖下游全部赛道。
- 旷视的优势在于质量提升及合作性，其面向工业的供应链管理解决方案有较好发展潜力。
- 云从的优势在于落地能力，在银行、机场等领域表现突出，拥有更多国资股东背景或是一大助力。
- 依图的优势在于自研芯片和多模态综合能力，在医疗领域表现突出，并逐步跨界公检法的会议系统、语音内容审核等

	商汤	旷视	云从	依图
AI+城市	方舟城市级开放平台	智慧城市操作系统“昆仑”、智慧建筑操作系统“盘古”	融智云平台、智慧社区、智慧园区	城市视觉中枢解决方案、智能会议系统
AI+安防	SenseID身份验证一体机	测温摄像机、智慧公共安全解决方案	街面治安防控解决方案	智能摄像头
AI+交通	睿途智慧交通平台	智慧交通管理、机场解决方案	刷脸值机、智能航显、公交地铁运营管理	“一脸通城”解决方案
AI+医疗	SenseCare智慧诊疗平台			Care.ai单病种临床研究智能解决方案
AI+金融	金融大数据；身份验证解决方案；安防方案	金融认证核验解决方案，金融支付解决方案	“刷脸付”，智能业务审核，身份验证系统	智能网点全解析、刷脸取款、智能客服
AI+商业	方舟企业开放平台智慧商超解决方案	智慧商业网点解决方案	商业慧眼凭他，消费者画像智能终端，刷脸支付盒子	通用智能商业开放平台、语音内容审核
AI+工业	方舟城市级开放平台、工业质量控制	智慧物流操作系统“河图”，MegBot系列物流机器人	/	/
AI+教育	SenseStudy平台、AI教材、实验课程、教育机器人、AI实验室	/	/	/
AI+汽车	L4无人驾驶、智能座舱、ADAS	/	/	/
AI+手机	SenseMe、手机解锁、智能视频、智能影响	/	/	/
智能家居	智能门锁、智能大屏产品	/	/	/
VR/AR	SenseMARS、元宇宙构建	/	/	/

3.3 AI公司横向比较

- AI新秀们普遍成立于2013-2016年间，目前主要依靠B/G业务逐步渗透，商业模式还未成定局；
- 讯飞/虹软等老牌公司则在各自领域深耕20年上下，产品化能力强，逐步拓宽业务边际；此外还有海康/大华等传统硬件公司，在安防已具备领先的市场地位，明确AI需求后再进行智能化转型。
- 从业务涉及的领域看，AI平台（软件授权）/智慧城市/智慧企业服务是所有企业的共同选择；除专注芯片的寒武纪以外，商汤/依图/云天励飞/云知声均布局AI芯片，并希望借此构建核心竞争力。
- 我们认为，当前AI新秀还处于商业模式的探索当中，如何将AI能力打包形成标准产品输出或是迎来盈利拐点的关键突破口。

	成立年份	上市时间	主要方向	AI平台	智慧城市	企业服务	C端产品	渠道分销	自研AI芯片
海康威视	2001	2010	视觉	√	√	√	√	√	/
科大讯飞	1999	2008	语音	√	√	√	√	√	/
虹软科技	2003	2019	视觉	√	√	√	/	/	/
寒武纪	2016	2020	芯片	√	/	/	√	/	√
商汤科技	2014	/	视觉	√	√	√	/	/	√
旷视科技	2013	/	视觉	√	√	√	/	√	/
云从科技	2015	/	视觉	√	√	√	/	/	/
依图科技	2013	/	视觉	√	√	√	/	√	√
云天励飞	2015	/	视觉	√	√	√	/	/	√
云知声	2012	/	语音	√	√	√	√	√	√

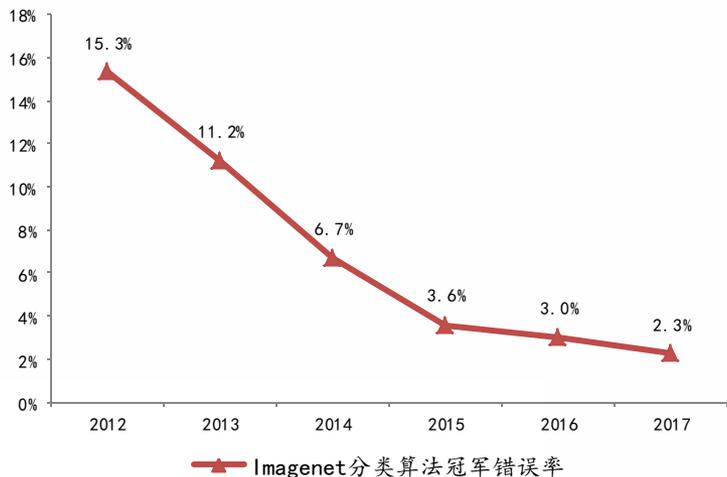
3.3 AI新秀估值探讨

- 由于各独角兽公司披露招股说明书的信息时间不一，具体业务结构数据不全，如何估值还有待探讨，但综合前文对行业的分析，我们可以简单把AI公司的生命周期分为5个阶段：



- 在狭义技术阶段（2016年前），估值的主要参考因素为“算法+人才”，彼时算法红利较为明显，以视觉领域为例，每年分类算法的准确率都能明显提升一个档次，拥有高级别AI人才团队的公司更易脱颖而出。
- 在提供解决方案阶段（当前），创业窗口逐步关闭，融资轮次后移，成熟赛道（如视觉、语音）上算法的优势在估值体系中重要程度已呈现边际递减态势，决定AI企业估值的更多是“人才+数据+工程能力”的综合参考，建议关注各公司布局的广度和深度、数据的获取和处理能力、以及落地能力。

Imagenet历年分类算法的冠军错误率



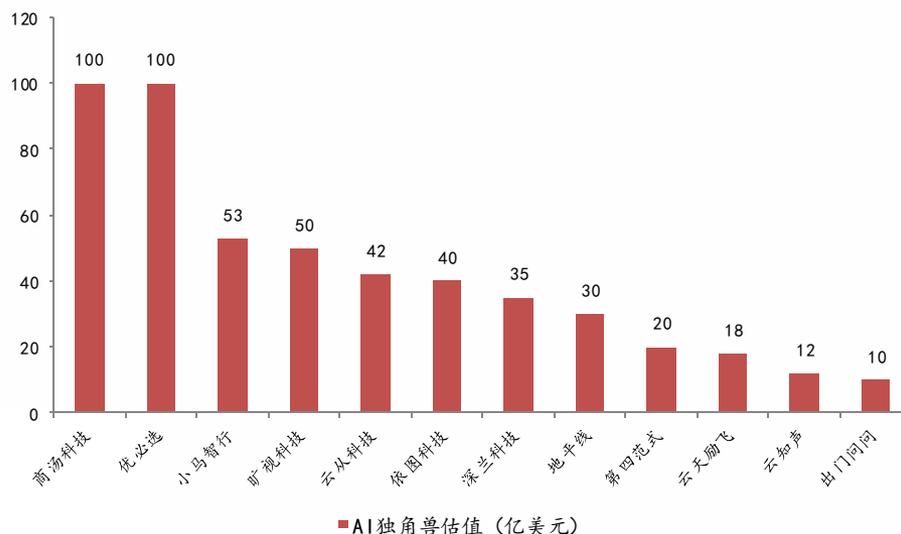
各公司创始团队皆有亮眼技术背景

	商汤	旷视	云从	依图	云天励飞
创立时间	2014	2011	2015	2012	2014
创始团队	汤晓鸥	印奇、唐文斌、杨沐	周曦	朱珑、林晨曦	陈宁、王孝宇
创世人背景	MIT博士，曾担任微软亚洲研究院视觉计算组主任，现任香港中文大学信息工程系教授，“千人计划学者”	三人均毕业于清华大学姚班	美国伊利诺伊大学博士，曾任中科院电子信息技术研究所副所长，核心团队均来自中科院或中科院	朱珑是美国UCLA统计学博士，曾任人工智能实验室研究员；林晨曦曾任微软亚洲研究院研究员，阿里云资深专家	陈宁为佐治亚理工学院博士、中国第一款商用矢量处理器芯片设计者；王孝宇为密苏里大学博士，曾获四次国际视觉大赛冠军

3.3 AI新秀估值探讨

- 在未上市的AI独角兽中，商汤、优必选两家估值最高，达到~100亿美元左右。
- 参考A股上市公司估值水平：1) 海康威视作为由硬及软的安防龙头，PS在10x以下；2) 科大讯飞作为老牌AI巨头，软硬皆有代表产品，且标准化程度已较高，PS稳定在10x左右；3) 虹软科技作为偏向纯软的算法提供商，产品化能力带来较强盈利能力，估值回落后在30x左右水平，市场给予一定估值溢价。
- AI独角兽当前商业模式和所处赛道各异，但大体上均是“软件平台+硬件配套”的解决方案输出，根据最近披露招股说明书的商汤科技，商汤2020年实现营收5.2亿美元，对应15-20倍左右PS水平；云从2020年实现7.6亿元人民币营收，对应35倍左右PS，但根据云从的业绩指引，2021年营收有望超10亿元人民币，估值水平位于合理区间。

2020年AI独角兽估值



西南证券投资评级说明

公司评级	买入：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在20%以上
	持有：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于10%与20%之间
	中性：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出：未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市：未来6个月内，行业整体回报高于沪深300指数5%以上
	跟随大市：未来6个月内，行业整体回报介于沪深300指数-5%与5%之间
	弱于大市：未来6个月内，行业整体回报低于沪深300指数-5%以下

分析师承诺

报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，本报告仅供本公司客户中的专业投资者使用，若您并非本公司客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告及附录版权为西南证券所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告及附录进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告及附录的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。



西南证券研究发展中心

西南证券研究发展中心

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴东路166号中国保险大厦20楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区南礼士路66号建威大厦1501-1502

邮编：100045

重庆

地址：重庆市江北区桥北苑8号西南证券大厦3楼

邮编：400023

深圳

地址：深圳市福田区深南大道6023号创建大厦4楼

邮编：518040

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	座机	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	地区销售总监	021-68415309	18621310081	jstf@swsc.com.cn
	张方毅	高级销售经理	021-68413959	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	黄滢	销售经理	18818215593	18818215593	hying@swsc.com.cn
	蒋俊洲	销售经理	18516516105	18516516105	jiangjz@swsc.com.cn
	崔露文	销售经理	15642960315	15642960315	clw@swsc.com.cn
	陈慧琳	销售经理	18523487775	18523487775	chhl@swsc.com.cn
	王昕宇	销售经理	17751018376	17751018376	wangxy@swsc.com.cn
北京	李杨	地区销售总监	18601139362	18601139362	yfly@swsc.com.cn
	张岚	地区销售副总监	18601241803	18601241803	zhanglan@swsc.com.cn
	陈含月	销售经理	13021201616	13021201616	chhy@swsc.com.cn
	王兴	销售经理	13167383522	13167383522	wxing@swsc.com.cn
	来趣儿	销售经理	15609289380	15609289380	lqe@swsc.com.cn
广深	陈慧玲	高级销售经理	18500709330	18500709330	chl@swsc.com.cn
	郑龔	销售经理	18825189744	18825189744	zhengyan@swsc.com.cn
	杨新意	销售经理	17628609919	17628609919	yxy@swsc.com.cn
	张文锋	销售经理	13642639789	13642639789	zwf@swsc.com.cn