
2018 人工智能核心产业发展白皮书

赛迪顾问股份有限公司

2018 年 11 月

目录

一、 人工智能技术内涵	3
(一) 人工智能的定义	3
(二) 人工智能的主要理论范式及技术演进	3
1. 人工智能的发展的早期理论背景	3
2. 人工智能的两种范式的发展	4
3. 人工智能发展的技术约束条件:算法、硬件算力和数据	5
(三) 人工智能两大核心技术领域的特点	8
(四) 人工智能技术面临的理论问题	9
(五) 发展趋势	9
二、 人工智能的核心产业	11
(一) 人工智能核心产业的定义	11
(二) 人工智能核心产业统计口径	12
(三) 人工智能产业链分析	14
1、基础层	14
2、技术层	18
3、应用层	20
(四) 行业应用分析	23
1、智能金融应用中典型模式与挑战	23
2、智能驾驶应用中典型模式与挑战	25
3、智能医疗应用中典型模式与挑战	30
4、工业互联网应用中典型模式与挑战	37
(五) 行业演进趋势分析	39
1、巨头加速布局，打造生态闭环	39
2、高校跨界创新成为新趋势	42
3、政策先行推动应用部署	44
三、 国内外人工智能产业发展的比较分析	46
(一) 全球人工智能发展态势分析	46
1、人工智能产业成为国际竞争新焦点	46
2、全球人工智能发展集中在四大区域	47
3、研究机构在人工智能发展中起引领作用	51
(二) 国内重点区域人工智能产业现状分析	53
1、国内重点城市人工智能发展措施	53

2、重点地区人工智能产业创新实践	55
(三) 中美人工智能发展要素对比分析	59
四、 展望与赛迪建议	63
(一) 展望	63
1、开源化浪潮将成为中国人工智能操作系统争夺主战场	63
2、人工智能产业将与智慧城市建设协同发展	63
3、中国人工智能应用将在服务机器人领域迎来突破	63
(二) 赛迪建议	64

一、 人工智能技术内涵

（一）人工智能的定义

马文·明斯基：将人工智能定义为让机器做本需要人的智能才能做到的事情的一门科学。

约翰·麦卡锡：人工智能就是要让机器的行为看起来就像是人所表现出的智能行为一样。

美国麻省理工学院温斯顿：“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作。”

这些说法反映了人工智能学科的基本思想和基本内容，即人工智能是研究人类智能活动的规律，构造具有一定智能的人工系统，研究如何让计算机去完成以往需要人的智力才能胜任的工作，也就是研究如何应用计算机的软硬件来模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术。

（二）人工智能的主要理论范式及技术演进

1. 人工智能的发展的早期理论背景

上世纪 40 年代主要的理论包括：M-P 模型，冯·诺伊曼自动机理论，维纳控制论。其中，McCulloch 和 Pitts 在人工神经网络方面做出了突出贡献，发表了《神经系统中所蕴含的思想的逻辑演算》，提出了形式神经元的数学描述和结构方法，建立了神经网络最早的 M-P 模型。冯·诺依曼从 1940s 开始一直在领导计算机，在去世之前一直是计算机和人工智能的领导者。当时，冯·诺伊曼在 Princeton 大学聚集了一批计算理论、博弈理论、智能理论和机器人理论的未来领袖，包括麦卡锡、明斯基等，这些人后来成为人工智能的主要领导人物。

1953 年，麦卡锡和香农在编辑《自动机研究》一书时与香农相互争论。1956 年，麦卡锡提出人工智能的概念，现在大部分认为人工智能的起源是 1956 年的达特茅斯会议，它是第一个以人工智能为名的会议，是在冯·诺依曼的支持下，明斯基和麦卡锡等人召开的。20 世纪 50 年代，真正重要的会议是美国东西部的计算机大会。分别由 MIT 和 UCLA 领导。早期，在 M-P, 冯·诺伊曼和明斯基的理解中，符号主义和联结主义是统一的，但因为工程角度找 trick 很难，线性异或问题很难发现，研究的领域越来越狭窄，人工智能发生了研究范式的分化。

2. 人工智能的两种范式的发展

符号主义和联结主义平行发展，但在不同的历史时期，两种主义相继占据主流地位：

第一代人工智能：符号主义，又称逻辑主义和物理符号系统假设。符号主义是以逻辑作为工具，发展起来的人工智能一派理论。符号主义在刚开始占据主流地位，是因为联结主义所需要的算法算力数据三大条件不具备。1969 年明斯基和 Papert 在 Perception 当中，提出一个重大困难，即单层的 MP 模型解决不了异或（XOR）问题，造成了人工智能的第一低潮。在该时期，基于符号主义的专家系统，如深蓝（Deep Blue）成为当时人工智能发展的典型代表，该系统是一个基于两人零和组合博弈的人工智能系统，该系统的核心技术是麦卡锡发明的 Alpha-Beta 剪枝技术和专家系统，在 1997 年战胜了世界象棋冠军卡斯帕罗夫。

符号主义没有产生跟联结主义一样强大的工具，因为没有联结主义灵活。所以只有专家系统和深蓝。而专家系统是在解决让计算机认

识世界的过程中遇到很多困难。

第二代人工智能：联结主义，是一种基于神经网络及网络间的连接机制与学习算法的智能模拟方法，核心是神经元网络与深度学习，仿造人的神经系统，把人的神经系统的模型用计算的方式呈现，用它来仿造智能，目前人工智能的热潮实际上是联结主义的胜利。研究重点侧重于模拟和实现人的认知过程中的感觉、直觉过程、形象思维、自学习过程。

联结主义是以统计方法为基础发展起来的人工智能一派理论。1986 年，通过反向传播（Back Propagation）的方法来训练，多层感知机解决了单层感知机解决不了的问题，但由于算法、算力和数据三大条件依然均不具备，联结主义的发展经历了漫长的复兴。90 年代中期，由于核方法和图模型的效果好于人工神经网络（ANN），再加上基于 ANN 的创业公司无法实现其宣称的预期效果，联结主义进入第二次低潮。

2006 年，Hinton 发明了深度训练网络，使用的技术是贪婪逐层预训练，起到了普及了深度学习的概念。深度学习复兴了联结主义。在 2012，Hinton 小组拿到了李飞飞创办的 ImageNet 比赛的第一名。深度学习爆发了，联结主义回归。当时，算法、算力和数据得到极大发展，深度学习迎来了春天。2016 年 AlphaGo 战胜李世石，其核心技术是随机二人零和组合博弈。其中的神经虚拟自我学习（NSFP），深度强化学习（DRL），蒙特卡洛树搜索（MCTS），开启了人工智能发展的新时代。

3. 人工智能发展的技术约束条件:算法、硬件算力和数据

算法、数据和硬件算力组成了人工智能高速发展的三要素。三要

素缺一不可。人工智能到最近才开始呈现爆发的主要是因为直到今日，人工智能的算法、数据和硬件才满足了人工智能的基本需求。

第一个是优秀的算法，比如现在最流行的深度学习算法，就是近期人工智能领域中最大的突破之一，为人工智能的商业化带来了希望；第二个是大量高性能硬件组成的计算能力，以前的硬件算力并不能满足人工智能的需求，当 GPU 和人工智能结合后，人工智能才迎来了真正的高速发展；第三个是被收集的大量数据，数据是驱动人工智能取得更好的识别率和精准度的核心因素。以人脸识别为例，在 2013 年深度学习应用到人脸识别之前，各种方法的识别成功率只有不到 93%，低于人眼的识别率 95%，因此不具备商业价值。而随着算法的更新，深度学习使得人脸识别的成功率提升到了 97%。这才为人脸识别的应用奠定了商业化基础。

算法方面，随着深度学习理论和工程技术体系的成熟，包括通过云服务或者开源的方式向行业输出技术，先进的算法被封装为易于使用的产品和服务，越来越多的人和公司能够开始使用这些算法。人工智能相关的技术包括了水平层和垂直层的技术，水平层面上主要体现在算法方面。进入互联网时代后，才出现了大数据的高速发展与积累，这为人工智能的训练学习过程奠定了良好的基础。比如，在 AlphaGo 的学习过程中，核心数据是来自互联网的 3000 万例棋谱，而这些数据的积累是历经了十多年互联网行业的发展。所以直到今年，基于深度学习算法的 AlphaGo 才取得突破性进展。离开了这些棋谱数据的积累，机器战胜人是无法实现的。

算力方面，云计算的兴起起到了非常关键的作用。因为深度学习是极其消耗计算资源的，而通过云计算就可以以低成本获取大规模的

算力，动态地获取几千个 CPU，甚至上万个 CPU 的算力都很轻松。除了云计算之外，GPU 计算的进步对深度学习也有很大的推动作用，它能够加速深度学习中的计算速度，有些情况下甚至成百上千倍的提高。例如，现在深度学习的算法涉及到了大量可以并行化的矩阵运算，而 GPU 的工作方式就是多核并行计算流的方式，这个特点特别适合于人工智能领域中的计算。此外，一些面向人工智能的专用硬件架构也开始出现，比如说用 FPGA 去做专用的人工智能加速芯片和加速的基础设施，微软的数据中心就大量运用了 FPGA 技术。在二十年前，一个机器人，当时是用 32 个 CPU，达到 120MHz 的速度。现在的人工智能系统使用的是成百上千个 GPU 来提升的计算能力。这使得处理学习或者智能的能力得到比较大的增强。之前用 CPU 一个月才能出结果，然后再去调整参数，一年只能调整 12 次，也就是有 12 次迭代。GPU 产生后大幅提升了计算量，现在用 GPU 可以一天就出结果，这样可以迭代的更快，这是技术大幅发展的条件。

数据方面，近年来由于移动互联网的爆发，积累了大量的数据，同时物联网也极大的扩展了获取数据的数量和类型。事实上，相比较于算法和算力，数据的获取会更难一点。因为它是建立在已有业务基础上的，以往我们都是先通过非人工智能的方式积累大量的数据，而现在初创企业要去获得它就需要一些巧劲。每个时代都要解决不同的问题，今天人工智能公司也一样需要去解决问题，就怕打着人工智能的旗号，做一些不接地气的事，不能够为用户解决实质性问题。进入互联网时代后，才出现了大数据的高速发展与积累，这为人工智能的训练学习过程奠定了良好的基础。

只有当以上三方面都做好准备的时候，人工智能时代才能真正地

到来。而现在是三个要素刚刚开始具备的起点。

（三）人工智能两大核心技术领域的特点

1. 知识图谱

知识图谱的核心是通过推理规则来实现知识推理。利用推理规则实现关系抽取的经典方法是 **Path Ranking Algorithm**，该方法将每种不同的关系路径作为一维特征，通过在知识图谱中统计大量的关系路径构建关系分类的特征向量，建立关系分类器进行关系抽取，取得不错的抽取效果，也成为近年来的关系抽取的代表方法之一。但这种基于关系的同现统计的方法，面临严重的数据稀疏问题。

在知识推理方面还有很多的探索工作，例如采用谓词逻辑（**Predicate Logic**）等形式化方法和马尔科夫逻辑网络（**Markov Logic Network**）等建模工具进行知识推理研究。目前来看，这方面研究仍处于百家争鸣阶段，大家在推理表示等诸多方面仍为达成共识，未来路径有待进一步探索。

2. 深度学习

深度学习是通向人工智能的途径之一，是一种特定类型的机器学习，一种能够使计算机系统从经验和数据中得到提高的技术机器学习可以构建出在复杂实际环境下运行的 AI 系统，并且是唯一切实可行的方法。深度学习一种适应性人工神经网络形式，通过 **back propagation** 反向传播的方法来训练，具有强大的能力和灵活性。它将大千世界表示为嵌套的层次概念体系（有较简单概念间的联系定义复杂概念、从一般抽象概括到高级抽象表示）。深度学习有着悠久而丰富的历史，但随着许多不同哲学观点的渐渐消逝，与之对应的名称也渐渐尘封。算法、算力、数据的发展，让深度学习的能力不断增强。

随着可用的训练数据量不断增加，深度学习变得更加有用；随着计算机软硬件及基础设施的改善，模型的规模也随之增长。

（四）人工智能技术面临的理论问题

深度学习算法，仅仅从纯工程和技术层面进行研究，出现了很多问题，比如说黑箱化，不可解释，不可理解。要解决这些问题必须从智能科学的基本原理谈起。

用重复博弈理论解释信息瓶颈理论(information bottleneck theory)。信息瓶颈理论，需要计算方差和均值的比例，深度学习有很多层级，每往前走一层，信号越来越强，噪音越来越弱，信噪比越来越大，重复前面一层的重复博弈，需要计算信噪比。获得了对对象的整体认知。重复博弈放前面，每重复一次，信号越来越强。因此，需要新的理论创新。

（五）发展趋势

斯坦福大学李飞飞认为：物理学已有几百年的发展历史，如果牛顿力学作为重要时间点的话，那么人工智能“还没到达牛顿时期”。截至目前，人工智能还没有一套完整的理论体系，“我认为现在人工智能只能是伽利略时代，甚至比伽利略时代还要洪荒”。从工业时代的领袖学科是物理学，信息时代应该是智能科学。有了智能科学以后，才能推出人工智能技术，产业和社会。国际上一些科学家，如斯坦福大学的张首晟、Facebook 的 Yann LeCun，Cornell 的 John Hopcroft、清华的姚期智等等，都认为应该探索人工智能背后的科学原理。例如，内燃机背后的科学原理是热力学，飞机设计背后的原理是空气动力学。杨立昆提出问题：人工智能和机器人，背后的原理是什么？这是当前全球人工智能界面临的重大科学问题。

未来智能科学从智能工程和智能技术中独立，成为新的理论分支。联结主义和符合主义也有回归统一的趋势，因为人工智能理论本质都是基于博弈理论发展起来的。所以基于博弈理论的创新可能预示人工智能和智能机器人的未来。

每日报告

不要错过让你洞察整个商业世界的
每日报告

如何免费入群？扫码加好友后回复
【入群】

每日精选3份最值得学习的资料给您
，不定期分享顶级外文期刊



撩他！撩他！

二、 人工智能的核心产业

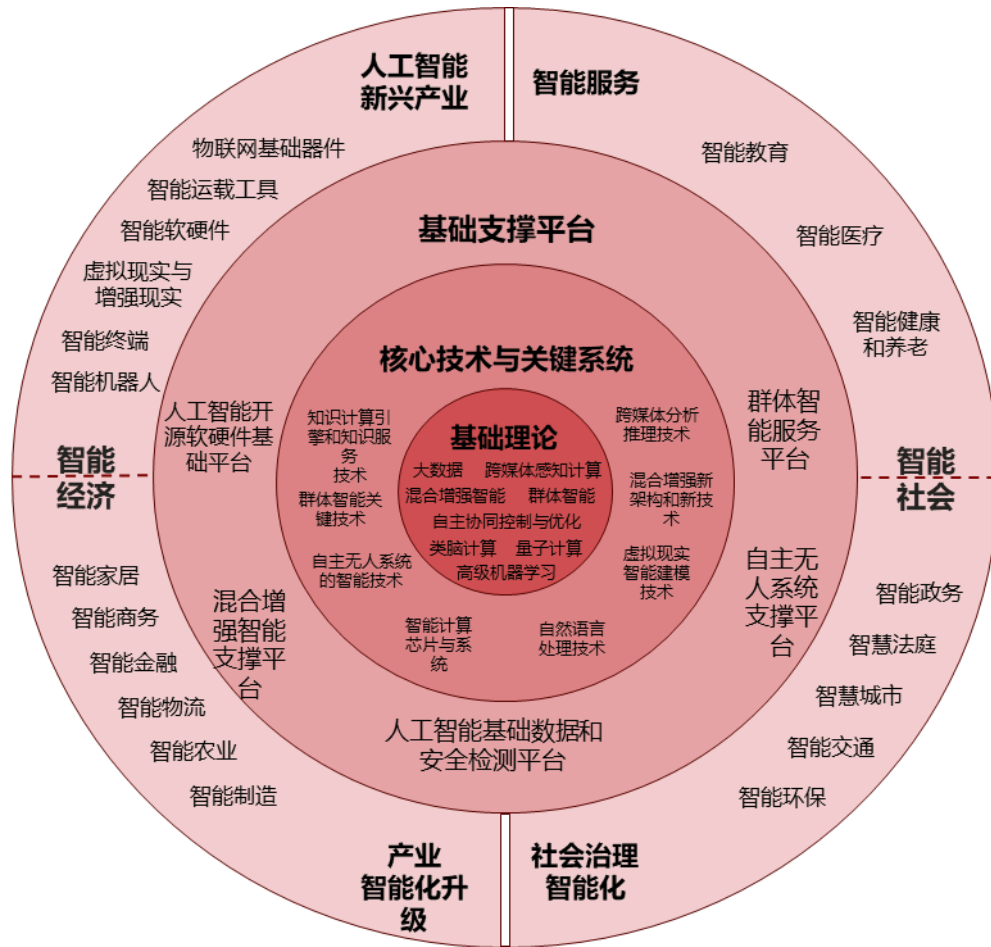
（一）人工智能核心产业的定义

人工智能核心产业是基于人工智能技术本身，由对外提供的产品和服务所构成的产业，主要包含对外提供的产品、以平台的方式对外提供的服务、人工智能解决方案和集成服务三种类型，也是人工智能技术最直接的落地形式。其中，对外提供产品包括软件产品和硬件产品，比如语音输入法、机器人等；以平台的方式对外提供服务，例如深度学习平台；人工智能解决方案，通过解决方案的形式，对传统产业进行升级，例如，在汽车中加入无人驾驶方案构成无人驾驶汽车。

人工智能应用带动产业是指人工智能技术与其他传统产业相结合，在传统产业基础上打造的新一代的智能产业，例如人工智能与汽车相结合，形成智能驾驶汽车产业，人工智能技术与制造业相结合，形成智能制造产业，人工智能技术与传统的家电家居行业结合，形成智能家居产业等，人工智能应用带动产业更多体现了人工智能的带动性。

如图 1 所示，人工智能核心产业包含了基础理论、核心技术与关键系统以及基础支撑平台三个环。应用带动产业是指最外层的相关带动。

图 1 人工智能核心产业和应用带动产业图



数据来源：赛迪顾问 2018，10

（二）人工智能核心产业统计口径

支撑层主要包括 GPU/TPU/FPGA 等计算芯片，人工智能专用芯片和传感器，其中传感器占据较大产值。

软件产品主要包括语音识别平台、机器视觉系统、机器学习平台等产品。统计 API 调用、SDK、解决方案等产值。

硬件产品主要包括智能工业机器人、智能特种机器人、服务机器人，仅统计机器人产值中智能模块和解决方案部分。

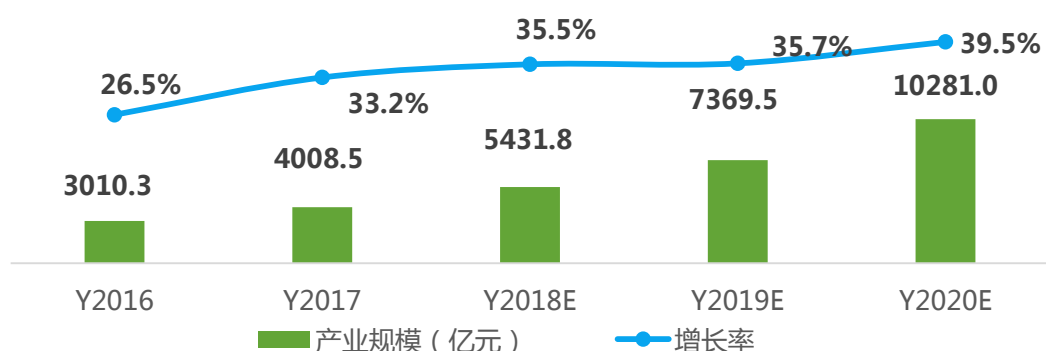
无人/辅助驾驶仍然以辅助驾驶为主，其中，ADAS 相关软硬件占据大部分产值。

智能无人设备包括智能家电、智能可穿戴设备、智能无人机等产

品，统计具备人工智能的模块和解决方案部分。

2017 年，中国人工智能整体产业规模超过 4000 亿元。其中人工智能核心产业规模达到 708.5 亿元，人工智能应用带动产业规模超过 3200 亿元。预计 2020 年，中国人工智能整体产业规模将超过 1 万亿元，其中人工智能核心产业规模将超过 1600 亿元，由人工智能应用带动相关产业规模接近 9000 亿元。

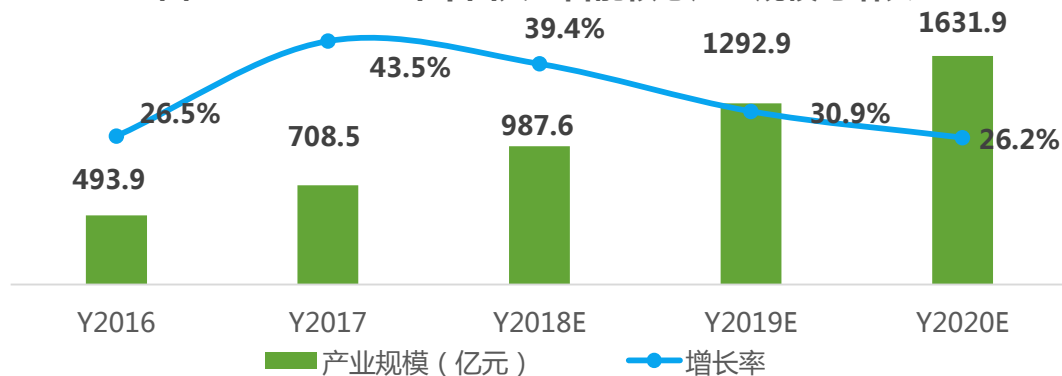
图 2 2016-2020年中国人工智能整体产业规模与增长



数据来源：赛迪顾问 2018，10

2017 年，人工智能核心产业规模达到 708.5 亿元。其中硬件占比最大，达到总产值的 55%，软件规模最小，总产值 89 亿元，占比为 14%。由人工智能芯片和传感器构成的支撑层产业规模为 141.8 亿元，占比 31%。在传统硬件行业中，机器人和家电产业体量大，但人工智能技术在此类行业的渗透率仍然偏低。

图 3 2016-2020年中国人工智能核心产业规模与增长



数据来源：赛迪顾问 2018，10

图 4 2017 年中国人工智能产品结构

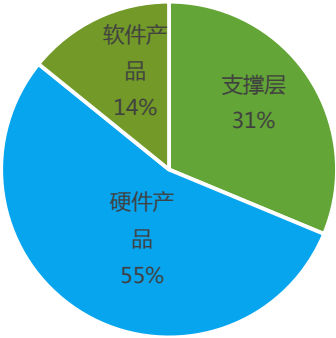
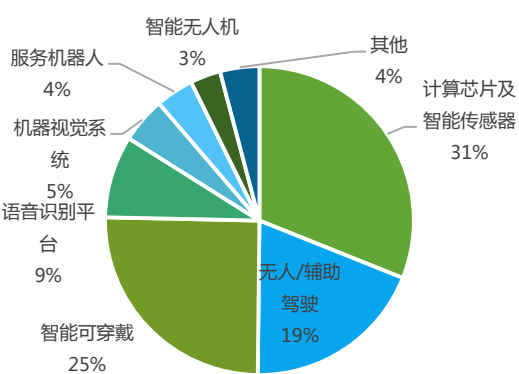


图 5 2017 年中国人工智能细分产品结构



数据来源：赛迪顾问 2018，10

（三）人工智能产业链分析

图 6 人工智能产业链环节



数据来源：赛迪顾问 2018，10

1、基础层

1.1 基础层的构成与特点

基础层主要包括智能传感器、智能芯片、算法模型，其中，智能传感器和智能芯片属于基础硬件，算法模型属于核心软件。随着应用场景的快速铺开，既有的人工智能产业在规模和技术水平方面均与持

续增长的市场需求尚有差距，促使相关企业及科研院所进一步加强对智能传感器、智能芯片及算法模型的研发及产业化力度。

智能传感器：智能传感器属于人工智能的神经末梢，是实现人工智能的核心组件，是用于全面感知外界环境的最核心元件，各类传感器的大规模部署和应用是实现人工智能不可或缺的基本条件。随着传统产业智能化改造的逐步推进，以及相关新型智能应用和解决方案的兴起，对智能传感器的需求将进一步提升。

计算芯片：主要包括 GPU、FPGA、ASIC 三类芯片，他们是提供算力的基础。芯片领域的创新十分瞩目，在 CES 2018 上，阿里和联发科联合推出了内置 IoT 连接协议的芯片；Rockchip 瑞芯微也在 CES 上发布了首款搭载 NPU 计算模块的 AI 芯片 RK3399Pro，用于视觉处理；AI 初创异构智能在 CES 展示其首款 AI 芯片 NovuTensor，能够实现 5W 功耗下 15TOPS 的算力。

算法模型：人工智能的算法是让机器自我学习的算法，通常可以分为监督学习和无监督学习。随着行业需求进一步具化，及对分析要求进一步的提升，围绕算法模型的研发及优化活动将越发频繁。算法创新是推动本轮人工智能大发展的重要驱动力，深度学习、强化学习等技术的出现使得机器智能的水平大为提升。全球科技巨头纷纷以深度学习为核心在算法领域展开布局，谷歌、微软、IBM、Facebook、百度等相继在图片识别、机器翻译、语音识别、决策助手、生物特征识别等领域实现了创新突破。

图 7 基础层典型企业	
智能传感器	

计算芯片	 
算法模型	

数据来源：赛迪顾问 2018，10

人工智能产业的发展离不开海量数据资源的支撑，数据训练量的大小影响着算法实现的成熟度。随着大数据时代的来临，涌现大量专业化的数据资源公司，如数据堂、星图数据、百分点、TalkingData 等。这些公司专注于行业和公共数据资源的整合与共享，通过打破行业数据壁垒，使得人工智能获得多行业数据变得更加便捷。同时，随着以声学、触觉、味觉、嗅觉和视觉等仿生人体五种感知能力的智能传感设备的成熟化，为人工智能实现多元化发展提供了保障。

在汇聚了行业数据和感知数据的基础上，需要强大的运能能力来提升数据分析的效率。以 GPU 为代表图形处理芯片使得大规模并行计算的效率大幅提升，为人工智能的多任务执行提供了基础。同时，在后摩尔定律时代，可编程逻辑阵列 FPGA 混合元件成为新的解决方案，通过在 GPU 和 FPGA 间共享存储器来实现协同工作，极大提升了计算性能。此外，云计算的快速普及，将大量的计算资源组成资源池并用与动态创建高度虚拟化的资源供用户使用，也大大降低了人工智能的商业化运营成本。

人工智能算法的实现需要强大的计算能力支撑，特别是深度学习算法的大规模使用，对计算能力提出了更高的要求。随着人工智能与各个应用领域的深度结合，自动驾驶、视觉识别等领域的人工智能应

用都需要开发专用的人工智能算法和芯片。

1.2 国内外基础层发展情况

芯片方面，近十年来，人工智能的通用计算 GPU 完全由英伟达引领，该公司 2016 年收入 69 亿美元，市值 1000 亿美元。AMD 也在逐步进入该市场。除了传统的 CPU、GPU 大厂，移动领域的众巨头在 GPU 的布局也非常值得关注。ARM 也开始重视 GPU 市场，其推出的 MALI 系列 GPU 凭借低功耗、低价等优势逐渐崛起。苹果也在搜罗 GPU 开发人才以进军人工智能市场，目前苹果 A11 提供自主设计 GPU，性能比上一代 A10 提升 30%。

FPGA 市场前景诱人，但是门槛之高在芯片行业里无出其右。因为小规模应用的成本很高。FPGA 芯片代表厂商有 Xilinx（赛灵思）、Altera（阿尔特拉，被英特尔收购）、Lattice（莱迪思）、Microsemi（美高森美）、深鉴科技等。其中，Xilinx 与 Altera 这两家公司共占有近 90% 的市场份额，专利达到 6000 余项之多，如此之多的技术专利构成的技术壁垒当然高不可攀。而 Xilinx 始终保持着全球 FPGA 的霸主地位。

ASIC 专用计算芯片，改变硬件结构层来适应人工智能算法，在硬件结构层进行功能定制化开发，如 Google 的 TPU、寒武纪的 NPU 等。

1.3 基础层发展的问题与趋势

基础层未来的突破点将发生在软件集成环节和类脑芯片环节。一方面软件集成作为人工智能的核心，算法的发展将决定着计算性能的

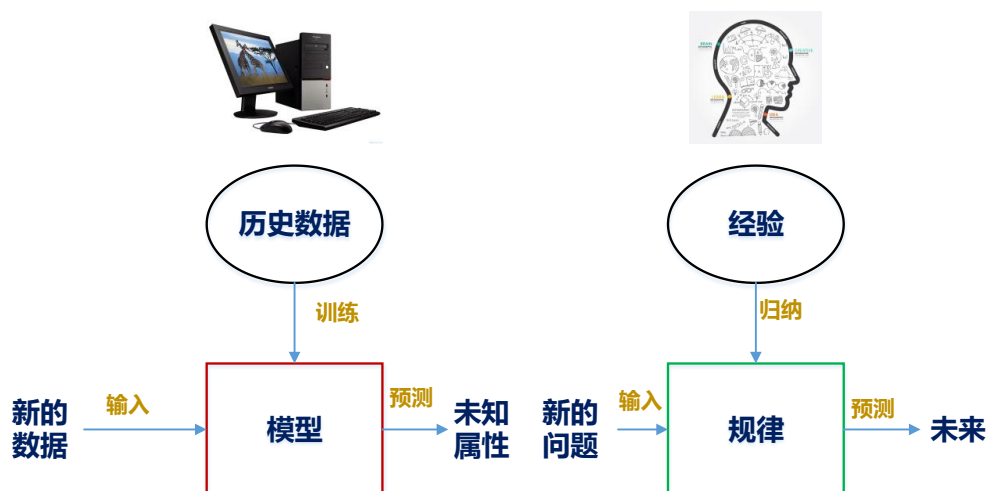
提升。另一方面，针对人工智能算法设计类脑化的芯片将成为重要突破点，不论是 NVIDIA 的 Tesla P100，IBM 的 TrueNorth、谷歌的 TPU，还是中科院的寒武纪，都试图打破冯·诺依曼架构，依托人脑模式构建出更快更适用的新体系，而这将为人工智能未来的良性发展奠定坚实基础。

2、技术层

2.1 技术层的构成和特点

技术研发层是人工智能核心和高价值环节，包含了机器学习、自然语言处理、图像识别三个环节。机器学习通过归纳、综合等方法，分析数据和经验学习来实现自我算法改进。如图 4 把机器学习与人类对历史经验归纳做比对，机器的“训练”与“预测”过程可以对应人类的“归纳”和“推测”过程，越大的训练数据量等价于经验更丰富的人类专家。

图 8 计算机和人脑分析模式对比



数据来源：赛迪顾问 2018，10

自然语言处理和图像识别作为人机交互的主要方式，技术成熟度

相对较高,通过与硬件控制相结合,可以极大的拓宽技术的应用的范围。从技术引领程度来看,机器学习是引领自然语音处理和图像识别快速发展的核心基础。利用基于知识图谱的大数据分析,通过机器学习的加工处理将使得语音的识别准确度得到大幅提升,从过去延时分析的应用模式,逐步进入实时辨别的新境界。图像识别技术用于将图像处理为适合进入机器学习模型中的输入,机器学习则负责从图像中识别出相关的模式。图像识别相关的应用非常的多,例如百度识图、手写字符识别、车牌识别等等应用。随着机器学习的新领域深度学习的发展,大大促进了计算机图像识别的效果和速度。

2.2 国内外技术层发展情况

图 9 技术层典型企业	
计算机视觉	   
语义识别	  
语音识别	      

数据来源：赛迪顾问 2018，10

计算机视觉：是基于机器学习和深度学习算法，对图片，视频等资料进行分析。例如美国的 clarifai，是基于图片搜索引擎，自动识别图片内的商品；Captricity 是将文字图片转换为文字档案，可应用于

医疗，保险等行业的文字转换。

语义识别：是基于深度学习算法，经由语音资料的训练获取。根据 Global Insights 的数据，到 2024 年自然语言处理的市场规模达到 110 亿美元。目前主要应用是智能语音助手，例如谷歌的 Google Assistant 和亚马逊 Alexa。二者在 CES 2018 针锋相对，一方面，这反映出谷歌、亚马逊语音平台的成熟，无论是语音交互技术还是内容服务生态都相对完善；另一方面则反映智能语音产业链的成熟，终端设备积极接受语音能力，方案商落地能力更强。

语音识别：是将人类语音中的词汇内容转换为计算机可读的输入，例如按键、二进制编码或者字符序列。语音识别技术与其他自然语言处理技术如机器翻译及语音合成技术相结合，可以构建出更加复杂的应用及产品。在大数据、移动互联网、云计算以及其他技术的推动下，全球的语音识别产业已经步入应用快速增长期，未来将代入更多实际场景。

2.3 技术层发展的问题与趋势

技术层未来突破点将发生在脑科学研究领域。一方面需要通过深度学习对自然语言处理和图像识别的准确度实现进一步提升，同时要在真正的分析理解能力进一步的研发，从大脑的进化演进、全身协调控制等领域实现。

3、应用层

3.1 应用层的构成与特点



主要包括利用人工智能相关技术开发的各种软硬件产品。软件产

品包括语音识别、图像识别等软件和云平台。硬件产品包括机器人的智能控制模块、智能无人设备和无人/辅助驾驶汽车的硬件实现方案，属于人工智能核心产业。机器人是人工智能技术的重要载体之一，是人工智能的相关产业，由工业机器人、服务机器人和特种机器人三种类型构成。工业机器人可以大幅度提高生产效率和产品质量，具有巨大的市场需求。服务机器人是人工智能人机交互技术的重要体现形式，从扫地机器人到人形机器人，服务机器人的智能化程度和交互能力不断提升，消费者对服务机器人的认可度也逐步提高。服务机器人开拓了一片全新的市场，在家政、陪护、养老等行业拥有巨大的应用前景。

通过各类软硬件产品，使得人工智能技术在传统产业和社会建设中的应用，一方面，人工智能作为新一轮产业变革核心驱动力，将更加广泛地应用于制造、农业、物流、金融、商务、家居等重点行业和领域，成为经济发展新引擎。另一方面，人工智能将在教育、医疗、养老、环境保护、城市运行、司法服务等领域广泛应用，全面提升人民生活品质。

图 10 应用层典型企业

智能家居	  
智能金融	 
智能安防	 
智能驾驶	 

智能医疗	 
------	--

数据来源：赛迪顾问 2018，10

应用层的智能硬件平台，服务机器人的智能水平、感知系统和对不同环境的适应能力受制于人工智能初级发展水平，短期内难以有接近人的推理学习和分析能力，难以具备接近人的判断力，不具备与人类同级别的视觉、听觉、嗅觉和触觉等感知力，难以可靠而经济地步行或者跑步，难以具备人手级别的执行力。如果不具备在多种环境取代人类劳动的能力，服务机器人将会很快被挤出市场。因此，服务机器人虽然发展快速，但需要进一步提高产业的易用性和功能性。

3.2 国内外应用层发展情况

而在自主化方面，目前中国工业机器人的市场依旧被发那科、ABB、库卡和安川电机“四大家族”所统治。在核心机器本体、减速器、伺服电机等领域的自主化程度落后，未来在发展智能化工业机器人时，不仅需要在软件系统层面实现快速突破，还要解决硬件制造环节的缺失，这也将是中国智能工业机器人发展面临的主要挑战。

3.3 应用层发展的问题与趋势

未来突破点将出现在智能无人设备领域。智能驾驶处于全球各大车企巨头争相布局阶段，每一次技术进步都吸引着各界的极大关注，百度、谷歌等互联网企业的跨界竞争更加速了智能无人车的商业化进程。另一方面，目前无人机市场已经快速启动，而具备自动跟踪、智能避障的智能化无人机使得性能上得到了跨越式提升。

（四） 行业应用分析

1、智能金融应用中典型模式与挑战

按金融业务执行前端、中端、后端模块来看，人工智能在金融领域的应用场景主要有智能客服、智能身份认证、智能营销、智能风控、智能投顾、智能量化交易等。

身份认证：主要通过人脸识别、指纹识别、声纹识别、虹膜识别等生物识别技术快速提取客户特征。金融机构对远程身份识别、远程获客需求日益增加，而人脸信息由于易于采集、较难复制和盗取、自然直观等优势，在金融行业中的应用不断增加。

人脸识别的流程主要包括：人脸检测、人脸特征提取、人脸匹配三部分。人脸识别实现了客户“刷脸”即可开户、登录账户等，让金融机构远程获客和营销成为可能。在互联网金融领域，“刷脸”也可以应用到刷脸登录、刷脸验证、刷脸支付等诸多领域。同时，人脸识别亦可以成为银行安全防控手段的有效选择。银行安防的难点之一是在动态场景下完成多个移动目标的实时监控，人脸识别技术在银行营业厅等人员密集的区域可有效实现，实现多目标实时在线检索、比对，在 ATM 自助设备、银行库区等多个场景下都可应用。

智能风控：人工智能技术可以助力金融行业形成标准化、模型化、智能化、精准化的风控系统。助力金融机构、金融平台及相关监管层对存在的金融风险进行及时有效的识别和防范。人工智能应用于金融风险控制的流程主要包括：数据收集、行为建模、用户画像及风险定价。

凭借人工智能+大数据分析技术，智能风控可以助力金融监管机构建立国家金融大数据库，防止系统性风险。

在消费金融领域，自然语言处理、知识图谱及机器学习等人工智能技术，可为借款人、企业等不同主体提供更深度的、更有效的多维信息关联，并深度挖掘企业子公司、产业链上下游合作伙伴、高管资料、竞争对手等关键信息，减少人为偏差，降低风控成本。

在信贷领域，智能风控可以应用到贷前、贷中、贷后全流程。贷前，助力信贷机构进行信息核验、信用评估、实现反欺诈；贷中，可以实现实时交易监控、资金路径关联分析、动态风险预警等；贷后，可以助力信贷机构进行催收、不良资产定价等。

智能投顾：智能投顾是指通过使用特定算法模型管理帐户，结合投资者风险偏好、财产状况与理财目标，为用户提供自动化的资产配置建议。

智能投顾发展的两大核心技术：一是自动化挖掘客户金融需求技术，财富管理科技要做的就是帮助投资顾问更深入地挖掘客户的金融需求，产品设计更智能化，与客户的个性化需求更贴近，弥补投资顾问在深度了解客户方面的不足；二是投资引擎技术，在了解客户金融需求之后，利用投资引擎为客户提供金融规划和资产配置方案，设计更智能化、定制化的理财产品。

根据美国金融监管局（FINRA）提出的标准，智能投顾的主要流程包括客户分析、资产配置、投资组合选择、交易执行、组合再选择、税收规划和组合分析。客户分析主要通过问询式调研和问卷调查等方式收集客户的相关信息，推断出客户的风险偏好以及投资期限偏好等因素，再根据这些因素为客户量身定制完善的资产管理计划，并根据市场变化以及投资者偏好等变化进行自动调整。

人工智能理财：人工智能理财是通过算法和数据模型驱动，以用

户偏好、财务状况等为基础，围绕客户生命周期的精细化管理、投资策略建议、客户服务、投后跟踪等一系列自动化、智能化、个性化的理财人工智能决策系统。

人工智能理财是以用户金融需求全生命周期为核心，有利于保障用户参与度、提升生命周期中每个节点转化率，提升企业运营活动的必要性和有效性。它涉及智能客服、智能投顾、智能风控等多个场景，是人工智能技术在金融领域的综合应用之一。人工智能理财产业结构相对清晰，且相互渗透门槛较高。从类别上看，包括提供数据资源、计算能力和算法框架的基础层；着重于算法、模型及应用开发的技术层；以及连接众多业务场景，实现数据及技术价值商业化的应用层，形式有如智能投顾、虚拟个人助手、虚拟客服、人脸识别等，未来三年将迎来黄金发展期。

未来展望：未来，人工智能理财对于精确数据的诉求会愈发强烈，驱动着人工智能理财开放平台的建立。各个巨头们将打破单一的生态循环，将更多的渠道和产品纳入自己的开发平台之中，以便获取更多的数据去帮助 AI 多维度的理解用户需求，并做出相应的匹配，从而完成对数据的整合、加工。当更多的用户需求被满足后，流量的附加价值得以显现，又能够对整个开放平台提供更多的有价值数据，从而形成更加良性的生态循环。

2、智能驾驶应用中典型模式与挑战

智能网联汽车产业链是在传统汽车产业链的基础上，更具备移动智能终端产业链的特点。产业链主要由三大核心系统、一个平台、一套总成组成。

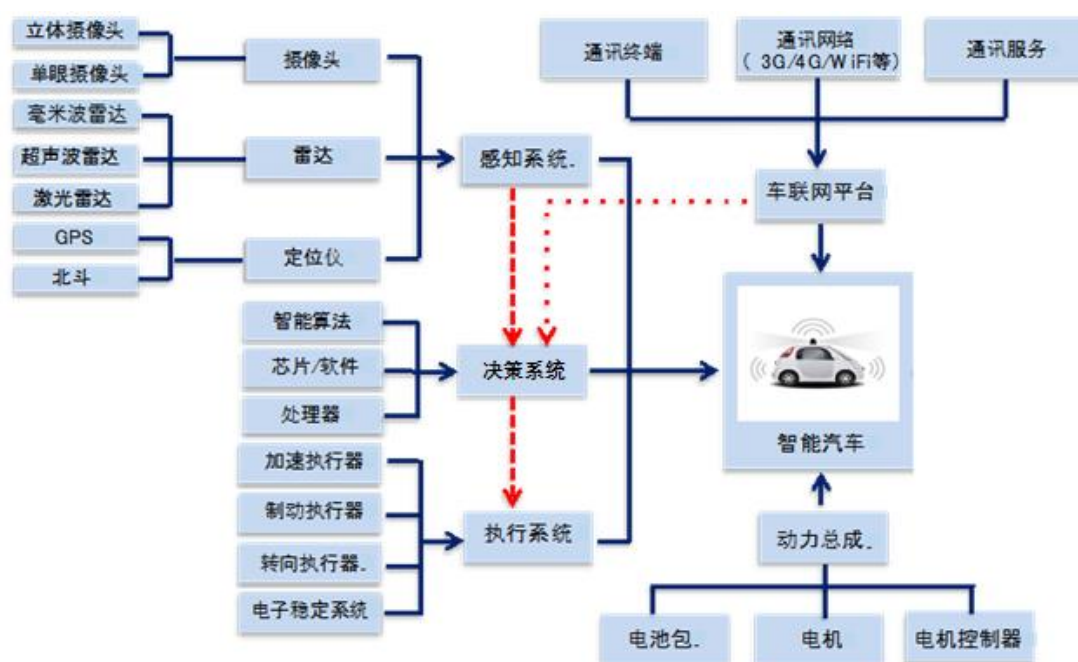
上游：主要是三大核心系统：感知系统、控制系统和决策系统。

涉及的产品主要包含芯片、传感器、车载操作系统、**ADAS** 软件。首先，汽车芯片及操作系统是产业链的核心关键环节，其中，汽车芯片主要包括通用处理器芯片、微控制芯片 **MCU** 等，是车辆数据处理和控制的中枢环节；操作系统主要包括汽车底层控制系统以及整合车载信息终端、实现网络功能的车载操作系统。其次，传感器是智能网联汽车产业链所特有的环节，主要包括传感元器件、各波段雷达（激光、厘米波、毫米波、超声波）、摄像头等产品，用于车辆感知周围环境和诊断自身状态。目前，发达国家在该领域核心技术及产品市场占据主导地位。

中游：主要由车联网平台、整车制造、信息终端制造组成。车联网平台由 **3G/4G** 无线等通讯智网络、通讯终端、精确 **3D** 地图等组成；智能网联汽车整车制造环节与传统汽车类似，包括动力总成、底盘与车身、电池包制造等，由整车厂商主导。信息终端制造为智能网联汽车产业链所特有环节，主要包括行车电脑、多媒体终端、导航仪、车载通信网关等制造领域，由 **ICT** 企业主导。

下游：主要是汽车后市场，包括车辆的运维服务、信息内容服务。首先，智能网联汽车的车辆运维服务环节主要包括车况实时监测、车辆远程诊断、车辆维护提醒、车辆远程控制等内容，用于确保汽车本身的正常、安全运行。其次，智能网联汽车的信息内容服务主要包括地理信息服务、交通信息服务等内容，用于丰富和扩充汽车功能，在智能网联汽车产业链中具备较高的价值链。

图11 智能网联汽车产业链全景图



数据来源：赛迪顾问 2018，10

政策大力推动产业发展。美国、欧盟、日本通过发布产业政策和制订新的汽车标准及交通规划，促进并规范智能网联汽车产业发展。2014 年美国交通运输部发布“汽车自动化驾驶”国家计划，提出要在未来十年间，在工业和政府公共机构实现部分自动化车辆系统的大规模应用。德国提出了关于自动驾驶智能汽车的法律框架、基础设施及技术需求等方面的问题，资助了一系列聚焦于 ADAS 和协作系统的研发项目。法国政府提出一项包含 34 个创新领域的计划来助推法国新工业的发展，通过建造配备有传感器和雷达的自动驾驶车辆以实现更安全的运输。英国政府发布两项新的政策，为无人驾驶汽车在公路上行驶开启“绿灯”。瑞典政府提出并支持一项名为“自动驾驶汽车的可持续移动性”的联合行动计划，以“零交通事故”为目标，将不同领域的研究与公共道路上的自动驾驶汽车相关联。日本政府宣布新 IT 战略即《世界领先 IT 国家创造宣言》，启动战略性创新创造项目（SIP）

计划，标志着日本正式进入汽车网联化、自动驾驶的发展阶段。

表1 近年来发达国家和地区智能网联汽车发展战略

政策名称	国家	年份	政策要点
《美国智能交通战略规划 2015-2019》	美国	2015	明确了实现车辆网联化、加速汽车智能化两大核心战略，确定了网联汽车、自动化、新兴功能、大数据、互用性、加速应用6大战略类别的研究、开发及应用目标。成立交通变革研究中心进行智能网联汽车大规模示范测试；美国交通部强势主导智能网联汽车发展，预计2020年推出V2V强制法规，通用汽车预计2017年开始前装V2V设备。
《 Horizon 2020 项目 (2014-2021) 》	欧盟	2014	将ITS作为主要研究开发目标。重点包括航空、铁路、公路、水路、乡村道路、物流、智能交通系统、基础设施、与社会经济和行为研究以及前瞻性课题相关的政策研究。
《世界领先IT国家创造宣言》	日本	2013	启动战略性创新创造项目（SIP）计划，提出了日本自动化驾驶汽车商用化时间表，以及ITS2014-2030技术发展路线图，并提出到2020年推动先进驾驶辅助系统和自动驾驶系统的开发和商业化应用，建成世界最安全的道路，在2030年实现交通数据的大规模应用，建成世界最安全及最畅通的道路。

数据来源：赛迪顾问整理 2018，10

跨界融合成为新常态。近年来，智能网联汽车成为一个新的产业整合体，引领产业变革。最明显的特征是一大批互联网企业纷纷试水，并成为技术进步和产业链重构的重要参与者。从国外来看，苹果发布了名为 **CarPlay** 的车载系统，第一批合作者就包括奔驰、宝马、沃尔沃、本田、日产等 16 家世界知名汽车企业；谷歌与通用汽车、本田、奥迪、现代和英伟达联合宣布成立“开放汽车联盟”(OAA)，旨在将谷歌开源系统 **Android** 应用于汽车领域，同时积极开发无人驾驶汽车。从国内来看，百度联合钛玛推出了基于汽车后装解决方案的 **CarLife**；腾讯入股四维图新，并推出了基于 **OBD** 接口的路宝 **B2C** 产品；阿里巴巴与上汽集团签署战略合作协议，在“互联网汽车”和相关应用服务领域展开合作，共同打造“互联网汽车”及其生态圈。可以看到，互联网和汽车制造跨界融合、共赢发展的趋势会越来越明显。

表2 国内外厂商在智能车联网领域的布局

产业链环节	企业	举措
国外整车厂商	宝马	第四代iDrive系统优化了互联驾驶体验；并计划开发宝马出行魔镜（Mobility Mirror）实现车辆与智能家居的数据共享
	奔驰	奔驰COMAND系统支持3G上网，与百度合作，可推送地图，显示实时路况等
	奥迪	推出Laserlight概念车，计划在车内整合4G高速宽带，未来实现无人驾驶
	通用	通过汽车健康应用来检测汽车故障，并计划在车内提供4G高速宽带
	福特	把智能系统引入轿车和卡车，从而与智能手机配合，让驾驶员可以随时收听音乐，并与外界保持联系。
互联网及电子零部件厂商	谷歌	开发车载互联系统Android Auto，成立开放汽车联盟，成员包括奥迪、通用、本田、现代、英伟达(NVIDIA)等扩及至超过40多家厂商，新增的车厂就包含日产、英菲尼迪、福特、讴歌、雷诺、大众、欧宝、沃尔沃、马自达、JEEP、玛莎拉蒂等。旨在将谷歌的开源系统Android应用于汽车。
	苹果	苹果 推出CarPlay，已与多个汽车制造商建立合作关系，并且包括本田、现代、奔驰、日产、雪佛兰、英菲尼迪、起亚、沃尔沃、捷豹、法拉利、欧宝、讴歌等12个汽车品牌与其展开合作，多达40款车型搭载CarPlay系统。
	百度	开发CarLife已与多家汽车厂商合作，同时支持Android和iOS系统
	阿里巴巴	开发智能车载系统Yun OS；与上汽合作开发的首款荣威RX5已正式上市
	腾讯	腾讯车联网平台已开发出车联ROM、车联APP和微信、QQ等产品，主打社交娱乐功
	三星	Galaxy Gear独享APP通过蓝牙直接查看汽车信息，
	英伟达	推出智能网联汽车版本的芯片

数据来源：赛迪顾问整理 2018，10

产业竞争格局初步形成。从全球汽车产业发展来看，智能网联汽车已进入实用化的竞争发展阶段，以美国、日本和欧盟国家为代表的竞争格局初步形成。美、日、欧等发达国家及地区均将智能网联汽车视为重要的新兴领域，积极开展技术储备、研发和产业化工作。从技术水平看，美国依托强大的研发实力和信息技术优势，用国家标准导向、企业竞争入市、高科技创新驱动的模式推动产业发展，已快速形成基于 V2X 的智能网联汽车产业化能力；欧洲具有世界领先的汽车电子零部件供应商和整车企业，自主式自动驾驶技术相对领先，以代工转型与产品智能升级为指导，重点在传统汽车基础上实现渐进性发

展；日本交通设施基础较好，主要以国家整体战略推进、相关行业协同分工、代工联手的方式，快速推进驾驶安全支持系统，自动驾驶系统等等，包括交通数据应用等这些方面的研究，并在 2017 年实现半自动驾驶的系统化。中国智能网联汽车的发展环境正在形成，与传统汽车发达国家相比，中国发展智能网联汽车的空间巨大。随着新型工业化和城镇化推进，中国汽车市场将保持平稳增长，加之差异化、多元化的消费需求，新技术应用和新模式不断涌现，为智能网联汽车发展提供了更广阔的发展空间，中国最有可能实现弯道超越成为产业引领者。

根据赛迪顾问调查数据显示，2017 年全球车联网市场的总体规模约 414.8 亿美元，同比增长 17.1%；市场规模保持平稳增长，2018 年市场规模有望增长到 475.8 亿美元，未来，全球智能网联汽车产业具备形成 1000 亿美元级潜力市场。中国智能网联汽车产业起步较晚，但随着政策、经济、社会、技术环境的持续利好，产业发展将迎来巨大的增长空间。2017 年，中国智能网联汽车市场规模约为 710 亿元，预计 2018 年将接近 1000 亿元，到 2020 年中国智能网联汽车市场规模有望达到 2000 亿元。

未来展望：智能驾驶领域将成为未来科技公司竞争的主战场，绝大部分车辆将达到 2 至 3 级驾驶能力（部分自动化和有条件自动化驾驶），而 4 至 5 级的驾驶（高度自动化和完全自动化驾驶）将会创造更大的产业发展机遇。

3、智能医疗应用中典型模式与挑战

人工智能与医疗的结合方式较多，就医流程方面包括诊前、诊中、诊后；适用对象方面包括医院、医生、患者、药企、检验机构等；从

赋能医疗行业的角度分析，包括降低医疗成本，提高诊断效率等多种模式。我国医疗人工智能企业聚焦的应用场景集中在虚拟助理、病历与文献分析、医疗影像辅助诊断、药物研发、基因测序等领域。

虚拟助理是指通过语音识别、自然语言处理等技术，将患者的病症描述与标准的医学指南作对比，为用户提供医疗咨询、自诊、导诊等服务的信息系统。

智能问诊在医生端和用户端均发挥了较大的作用。在医生端，智能问诊可以辅助医生诊断，尤其是受限于基层医疗机构全科医生数量、质量的不足，医疗设备条件的欠缺，基层医疗成为了我国分级诊疗发展的瓶颈。人工智能虚拟助手可以帮助基层医生进行对一些常见病的筛查，以及重大疾病的预警与监控，帮助基层医生更好地完成转诊的工作，这是人工智能问诊在医生端的价值体现。

在用户端，**人工智能虚拟助手能够帮助普通用户完成健康咨询、导诊等服务**。在很多情况下，用户身体只是稍感不适，并不需要进入医院进行就诊。人工智能虚拟助手可以根据用户的描述定位到用户的健康问题，提供轻问诊服务和用药指导。2017 年，康夫子、大数医达等公司研发的智能预问诊系统得到了在多家医院的落地应用。预问诊系统是基于自然语言理解、医疗知识图谱及自然语言生成等技术实现的问诊系统。患者在就诊前使用预问诊系统填写病情相关信息，由系统生成规范、详细的门诊电子病历发送给医生。预问诊系统采用层次转移的设计架构模拟医生进行问诊，既能有逻辑地像医生一样询问基本信息、疾病、症状、治疗情况、既往史等信息，同时可以围绕任一症状、病史等进行细节特征的问诊。除问诊外，预问诊系统基于自然语言生成技术自动生成规范、详细的问诊报告，主要包括：患者基

本信息、主诉、现病史、既往史和过敏史五个部分。

此外，语音识别技术为医生书写病历，为普通用户在医院导诊提供了极大的便利。当放射科医生、外科医生、口腔科医生工作时双手无法空闲出来去书写病历，智能语音录入可以解放医生的双手，帮助医生通过语音输入完成查阅资料、文献精准推送等工作，并将医生口述的医嘱按照患者基本信息、检查史、病史、检查指标、检查结果等形式形成结构化的电子病历，大幅提升了医生的工作效率。科大讯飞的智能语音产品“云医声”为了应对医院科室内嘈杂的环境，达到更好的语音处理效果，开发了医生专用麦克风，可以过滤掉噪音及干扰信息，将医生口述的内容转换成文字。目前，讯飞医疗的语音转录准确率已超过 97%，同时推出了 22 种方言的版本，并已在北大口腔、瑞金医院等超过 20 家医院落地使用。科大讯飞的另一款产品“晓医”导诊机器人利用科大讯飞的智能语音和人工智能技术，能够通过与患者进行对话理解患者的需求，实现智能地院内导诊，告诉患者科室位置、应就诊的科室，并解答患者就诊过程中遇到的其他问题，实现导医导诊，进一步助力分诊。“晓医”机器人目前已在安徽省立医院、北京 301 医院等多家医院投入使用。

病历与文献分析。电子病历是在传统病历基础上，记录医生与病人的交互过程以及病情发展情况的电子化病情档案，包含病案首页、检验结果、住院记录、手术记录、医嘱等信息。其中既有结构化数据，也包括大量自由文本输入的非结构化数据。对电子病历及医学文献中的海量医疗大数据进行分析，有利于促进医学研究，同时也为医疗器械、药物的研发提供了基础。人工智能利用机器学习和自然语言处理技术可以自动抓取来源于异构系统的病历与文献数据，并形成结构化

的医疗数据库。大数医达、惠每医疗、森亿智能等企业正是基于自己构建的知识图谱，形成了供医生使用的临床决策支持产品，为医生的诊断提供辅助，包括病情评估、诊疗建议、药物禁忌等。

构建医疗知识图谱的过程需经过医学知识抽取、医学知识融合的过程。在医学知识抽取过程中，传统的基于医学词典及规则的实体抽取方法存在诸多弊端。首先，目前没有医学词典能够完整地囊括所有类型的生物命名实体，此外同一词语根据上下文语境的不同可能会指代的是不同实体，因此简单的文本匹配算法无法识别实体。近年来，深度学习开始被广泛应用于医学实体识别，目前实验结果表明基于 **BiLSTM-CRF** 的模型能够达到最好的识别效果。由于数据来源的多样性，在医学知识融合的过程中存在近义词需要进行归类，目前分类回归树算法、**SVM** 分类方法在实体对齐的过程中可以实现良好的效果。

和其他行业相比，分散在医疗信息化各个业务系统中的数据包含管理、临床、区域人口信息等多种数据，复杂性更高，隐藏价值更大。

新华三等企业在 2017 年大力推进利用大数据技术挖掘医疗数据价值，助力人工智能与精准医疗。通过大数据平台充分挖掘各种类型数据的价值，帮助实现辅助诊断、精准医疗、临床科研等多种目标。大数据平台通过自然语言处理技术，对电子病历中的自由文本进行分词、实体识别、依存句法分析、信息提取等操作，实现自由文本结构化。在实现病历结构化的基础上，利用机器学习聚类分析建立诊断建议模型，从而为医生的临床决策提供支持。对电子病历的结构化和数据挖掘，可以帮助一线人员及科研人员挖掘疾病规律，进行疾病相关性分析、患病原因分析、疾病谱分析等，并建立新的研究课题。例如，

新华三在协助医院进行关于卵巢癌的相关课题研究时，得出血小板与淋巴细胞的关系对卵巢癌诊断具有重要价值。

医疗影像辅助诊断。医疗影像数据是医疗数据的重要组成部分，从数量上看超过 90% 以上的医疗数据都是影像数据，从产生数据的设备来看包括 CT、X 光、MRI、PET 等医疗影像数据。据统计，医学影像数据年增长率为 63%，而放射科医生数量年增长率仅为 2%，放射科医生供给缺口很大。人工智能技术与医疗影像的结合有望缓解此类问题。人工智能技术在医疗影像的应用主要指通过计算机视觉技术对医疗影像进行快速读片和智能诊断。人工智能在医学影像中应用主要分为两部分：一是感知数据，即通过图像识别技术对医学影像进行分析，获取有效信息；二是数据学习、训练环节，通过深度学习海量的影像数据和临床诊断数据，不断对模型进行训练，促使其掌握诊断能力。目前，人工智能技术与医疗影像诊断的结合场景包括肺癌检查、糖网眼底检查、食管癌检查以及部分疾病的核医学检查和病理检查等。

利用人工智能技术进行肺部肿瘤良性恶性的判断步骤主要包括：数据收集、数据预处理、图像分割、肺结节标记、模型训练、分类预测。首先要获取放射性设备如 CT 扫描的序列影像，并对图像进行预处理以消除原 CT 图像中的边界噪声，然后利用分割算法生成肺部区域图像，并对肺结节区域进行标记。数据获取后，对 3D 卷积神经网络的模型进行训练，以实现在肺部影像中寻找结节位置并对结节性质进行分类判断。

食管癌是常见恶性肿瘤之一，据统计，我国 2015 年新发食管癌人数为 47.7 万，占全球患病人数的 50%。针对食管癌的早期治疗是

诊疗的关键,食管癌早期五年内治疗的生存率超过 90%,而进展期/晚期五年生存率则小于 15%。但是由于基层医疗机构医生缺乏足够的认知以及筛查手段,导致我国对早期食管癌的检出率较低。利用人工智能技术辅助医生对食管癌进行筛查,可以有效提高筛查准确度与检测效率。腾讯公司研发的觅影 AI 针对食管癌的早期筛查准确率可超过 90%,并且完成一次内镜检查的时间已经可控制在数秒之内。

药物研发。人工智能正在重构新药研发的流程,大幅提升药物制成的效率。传统药物研发需要投入大量的时间与金钱,制药公司平均成功研发一款新药需要 10 亿美元及 10 年左右的时间。药物研发需要经历靶点筛选、药物挖掘、临床试验、药物优化等阶段。目前我国制药企业纷纷布局 AI 领域,主要应用在新药发现和临床试验阶段。

靶点筛选。靶点是指药物与机体生物大分子的结合部位,通常涉及受体、酶、离子通道、转运体、免疫系统、基因等。现代新药研究与开发的关键首先是寻找、确定和制备药物筛选靶—分子药靶。传统寻找靶点的方式是将市面上已有的药物与人体身上的一万多个靶点进行交叉匹配以发现新的有效的结合点。人工智能技术有望改善这一过程。AI 可以从海量医学文献、论文、专利、临床试验信息等非结构化数据中寻找到的信息,并提取生物学知识,进行生物化学预测。据预测,该方法有望将药物研发时间和成本各缩短约 50%。

药物挖掘。药物挖掘也可以称为先导化合物筛选,是要将制药行业积累的数以百万计的小分子化合物进行组合实验,寻找具有某种生物活性和化学结构的化合物,用于进一步的结构改造和修饰。人工智能技术在该过程中的应用有两种方案,一是开发虚拟筛选技术取代高通量筛选,二是利用图像识别技术优化高通量筛选过程。利用图像识

别技术，可以评估不同疾病的细胞模型在给药后的特征与效果，预测有效的候选药物。

病人招募。据统计，90%的临床试验未能及时招募到足够数量和质量的患者。利用人工智能技术对患者病历进行分析，可以更精准的挖掘到目标患者，提高招募患者效率。

药物晶型预测。药物晶型对于制药企业十分重要，熔点、溶解度等因素决定了药物临床效果，同时具有巨大的专利价值。利用人工智能可以高效地动态配置药物晶型，防止漏掉重要晶型，缩短晶型开发周期，减少成本。

基因测序。基因测序是一种新型基因检测技术，它通过分析测定基因序列，可用于临床的遗传病诊断、产前筛查、罹患肿瘤预测与治疗等领域。单个人类基因组拥有 30 亿个碱基对，编码约 23000 个含有功能性的基因，基因检测就是通过解码从海量数据中挖掘有效信息。目前高通量测序技术的运算层面主要为解码和记录，较难以实现基因解读，所以从基因序列中挖掘出的有效信息十分有限。人工智能技术的介入可改善目前的瓶颈。通过建立初始数学模型，将健康人的全基因组序列和 RNA 序列导入模型进行训练，让模型学习到健康人的 RNA 剪切模式。之后通过其他分子生物学方法对训练后的模型进行修正，最后对照病例数据检验模型的准确性。

目前，IBM 沃森，国内的华大基因、博奥生物、金域检验等龙头企业均已开始自己的人工智能布局。以金域检验为例，金域检验利用其综合检验检测技术平台，以疾病为导向设立检测中心，融合生物技术与人工智能等新一代信息技术为广大患者提供专业化的临床检验服务。金域检验的基因组检测中心拥有全基因组扫描、荧光原位杂交、

细胞遗传学、传统 PCR 信息平台，并利用基因测序领域中最具变革性的新技术之高通量测序技术(HTS)为临床提供高通量、大规模、自动化及全方位的基因检测服务。同时，金域检验依托覆盖全国 90% 以上的人口所在地区、年服务医疗机构 21000 多家和年标本量超 4000 万例的覆盖全国不同地域、不同民族、不同年龄层次的海量医疗检测样本数据，创建了具有广州特色的“精准医疗”检验检测大数据研究院。

未来展望：中国医疗资源总量不足，分布不均。随着人口老龄化的加剧以及医生供给缺口的加大，中国智能辅诊将具有巨大市场需求。智能辅诊将有效提高中国医疗行业诊断准确率，降低诊疗成本。医疗影像处理及分析将成为未来突破发展的重点领域。

4、工业互联网应用中典型模式与挑战

2016 年，中国工业在宏观经济与产业转型的双重影响下，结构性调整取得进展，工业信息化投资进一步扩大，工业互联网市场保持较高的增长速度。2016 年中国工业互联网市场规模达到 4145.27 亿元，同比增长 13.5%，增速仍领先于全球工业互联网市场。国内制造业企业经营情况有所好转，相比 2015 年增速有所提升。

随着云平台开发、智能传感器、人工智能等技术的出现。工业互联网的应用对于机器设备的优化，供应链的运行维持及定制化生产的整个流程都能够提供更高的预测精确度。核心要素中“人”的因素在工业互联网也将被快速发展的工业互联网、模式识别、机器学习等技术所覆盖。结合大数据分析和工业互联网中的机器学习方法还可以实现对未来的预测，突破对传统工业的认知局限，在许多实际应用中都能够有效提升运行效率。工业互联网产业正在成为国家政府和大型企

业高度关注并积极布局的战略制高点。

在国务院发布的《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》中。提出到 2025 年，建成 3-5 家国际水准的工业互联网平台；培养百万工业 APP；实现百万企业上云。东部沿海城市，以杭州、上海、深圳、青岛为代表，正快速推进工业互联网的建设速度。工信部与浙江省签约共同打造工业互联网国家示范区。上海市发布《上海市工业互联网创新发展应用三年行动计划》，提出到 2019 年，打造 30 个工业互联网标杆工厂，培育 300 个创新发展应用项目，全市范围内建设 3-5 个实践示范基地、10 个功能型平台（标准、试验验证、人才培养及安全检测等），涌现出 20 家以上具有一定国际竞争力，能够提供自主、安全、可控的系统集成与解决方案的服务商。深圳市发布《深圳市工业互联网发展行动计划 2018-2020》，提出到 2020 年，建成 10 家左右具有国际影响力的重大创新平台，争取 2—3 家国家制造业创新中心落户深圳。青岛市依靠本市海尔的工业基础，实现首个国家级工业互联网示范平台 COSMOPLAT 落户青岛。

中策橡胶集团在人工智能+工业互联网的案例应用：作为目前国内最大的轮胎制造企业，2016 年产值 376 亿元，在国际市场上广受欢迎，产量位列全球前三。作为杭州市首批“两化融合”企业，中策橡胶在研发、质检、生产等产业链环节积累了信息数据。以轮胎生产中的主要原材料橡胶为例，中策橡胶每天从全球采购千吨量级的橡胶块，将橡胶块合成混炼胶最终进入生产线。不同胶源产地、加工厂、批次等数千个复杂因子都会影响橡胶块质量，这些因子的相亲相斥也直接影响了是否能合成优质混炼胶。和以往更依托经验的质检方式不同，通过人工智能算法，能在短时间内处理分析每一块橡胶的出身，

匹配最优的合成方案，极大地稳定了混炼胶性能，大大降低在加工环节的成本投入。目前，人工智能技术已帮助中策橡胶提升混炼胶平均合格率 3%-5%。

吉利汽车的人工智能+工业互联网研发应用：将汽车模拟仿真等多个核心领域部署在云平台上。依托云计算的高性能计算技术，吉利能够在数千核集群的计算机环境下进行仿真测试，包括对车辆的模拟碰撞。最典型的是汽车碰撞测试，计算机辅助工程软件（CAE）软件可以模拟整个碰撞过程，不同强度的材料在碰撞时的变化以及如何逐步吸收能量保护驾驶者安全，微小如伤员的骨骼碎裂等状况，对汽车的安全性加以验证。云端高性能计算 HPC 承担了 CAE 软件的计算需求，可提供突破 16 Tflops 的单精度计算能力，用户可以根据各种高性能计算场景搭建自己的计算系统，如气象预测、到金融分析、地质勘探、计算化学、动力学模拟等。

未来展望：在人工智能技术发展的支撑下，工业互联网与智能制造得到了有力驱动，不仅人工智能、物联网带来了新一轮的科技交叉创新，更应该结合好中国工业互联网的宏观优势，在更大的应用场景里将这些技术更好的进行组合，运用到各行各业的垂直领域，这其中的工业智能制造是里面最大的值得推进的领域。利用好工业互联网带来的网络化平台化的思想以及大数据、人工智能与自动化的叠加，有效的将两化融合推进到以网络化智能化为代表的领域，塑造全新的中国制造。

（五）行业演进趋势分析

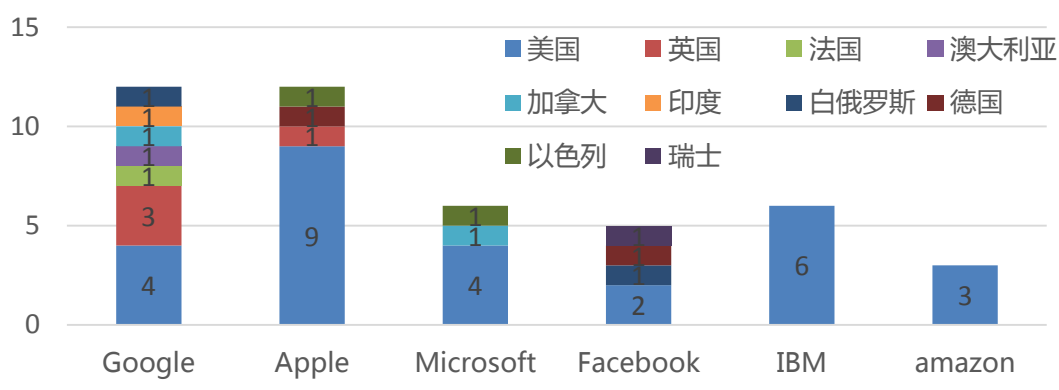
1、巨头加速布局，打造生态闭环

人工智能相关技术研发成本高、研发周期长，需要长期大量的资

金投入，各大 IT 巨头依靠自己的资金和数据等资源优势，通过收购或并购等手段，正积极加快自身的人工智能领域生态布局。

美国科技巨头纷纷在全球范围内布局人工智能，近三年国际巨头 Google、Apple、Microsoft 等收购的企业中，涉及全球 10 个国家，如图 6。在六大科技巨头中，以 Google 和 Apple 最为积极，在最近三年内各自分别并购了 12 家人工智能企业。美国的人工智能创业氛围最为浓厚，6 家巨头并购的大多是位于美国的人工智能企业。例如 2012 年亚马逊斥资 7.75 亿美元收购机器人仓储技术公司 Kiva；2014 年 1 月，Google 以 4 亿英镑(约 6.66 亿美元)收购了英国的人工智能公司 DeepMind；2017 年 3 月，Intel 以 153 亿美元收购以色列 Mobileye 公司(该公司占据全球 90%的辅助驾驶市场，并积极进军自动驾驶行业)。

图 11 美国六大科技巨头收购全球人工智能企业分布

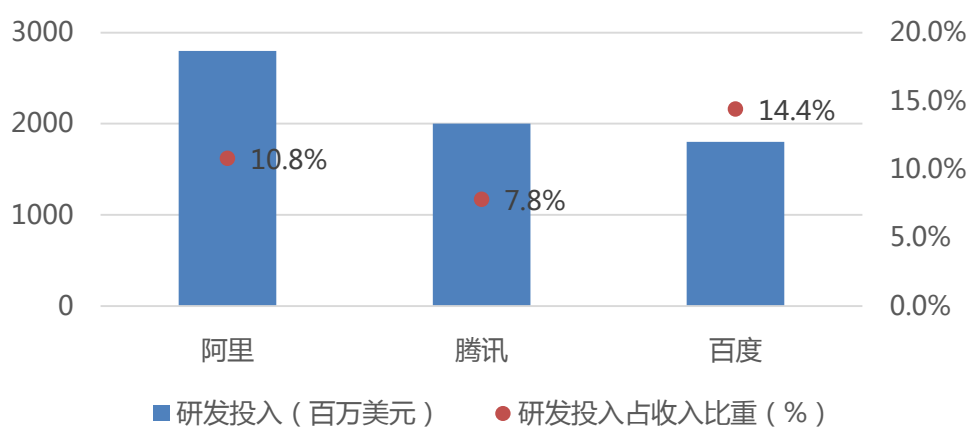


数据来源：赛迪顾问 2018，10

在中国，科技巨头 BAT 也在全方位布局人工智能，从战略、研发、人才、产品、投资并购等方面加大力度。例如百度引入陆奇作为首席运营官，王海峰为百度研究院院长，徐伟(常驻美国)PaddlePaddle 为平台技术负责人，吴中勤负责 AR。阿里巴巴设立了阿里人工智能研究院和阿里云 iDST 两个人工智能相关研发机构，陈一宁博士负责

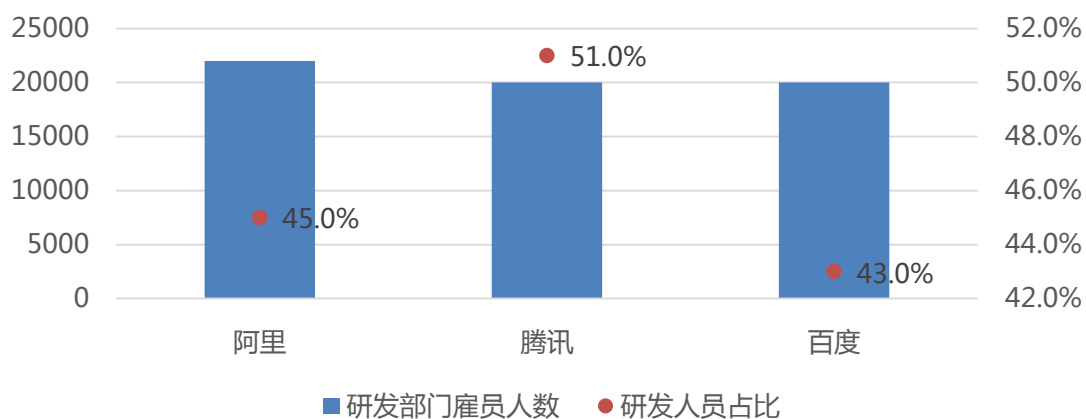
数据分析和自然语言服务的研发工作。近期阿里成立达摩院，汇集国内外众多顶级专家。腾讯设立人工智能实验室，张潼为主任，俞栋、贾佳亚为腾讯的重要专家。从研发投入来看，百度、阿里和腾讯每年的研发投入均在 1800 万美元以上，占收入比重的比例高达 10% 左右。从研究人员比重来看，三大巨头的研究人员占比均在 40% 以上，如图 12。

图 12 2016 年 BAT 的研发投入



数据来源：赛迪顾问 2018, 10

图 13 2016 年 BAT 的研发人员占比



数据来源：赛迪顾问 2018, 10

2、高校跨界创新成为新趋势

由于以深度学习为代表的人工智能算法，需要庞大的数据训练做支撑，优秀的人工智能算法和研发人才又集中在高校，所以目前人工智能发展具有明显的企业和高校跨界合作的特点。高校成为人工智能领域活跃要素，跨界转化创新模式。

一些核心技术领先公司由高校教授创立，并取得市场垄断地位。同时，科研人才需要企业的高质量数据资源，企业需要依托高校积累大量人才。人工智能领域全球顶尖专家，被称为“深度学习三大神”的多伦多大学 Geoffrey Hinton、纽约大学 Yann LeCun、蒙特利尔大学 Yoshua Bengio 分别加入 Google、Facebook 和 Software 等大企业。2017 年 9 月 12 日，IBM 宣布计划投入资金 2.4 亿美元，与 MIT 联合创建 MIT-IBM 沃森的人工智能实验室。

目前中国顶尖人工智能企业，也基本来自高校转化。如中科大系创建了科大讯飞、云知声、寒武纪科技；清华系创建了旷视科技、深鉴科技；香港中文系教授创建了商汤科技。

数据表明，全球前 53 的顶尖华人人工智能专家，近 20% 已经加入企业界。如张宏江、郑宇、马维英、芮勇、吴恩达、赵峰、Haixun Wang、谢幸、颜水成等。详见表 3。

表 1 人工智能顶尖华人专家加入企业界名单

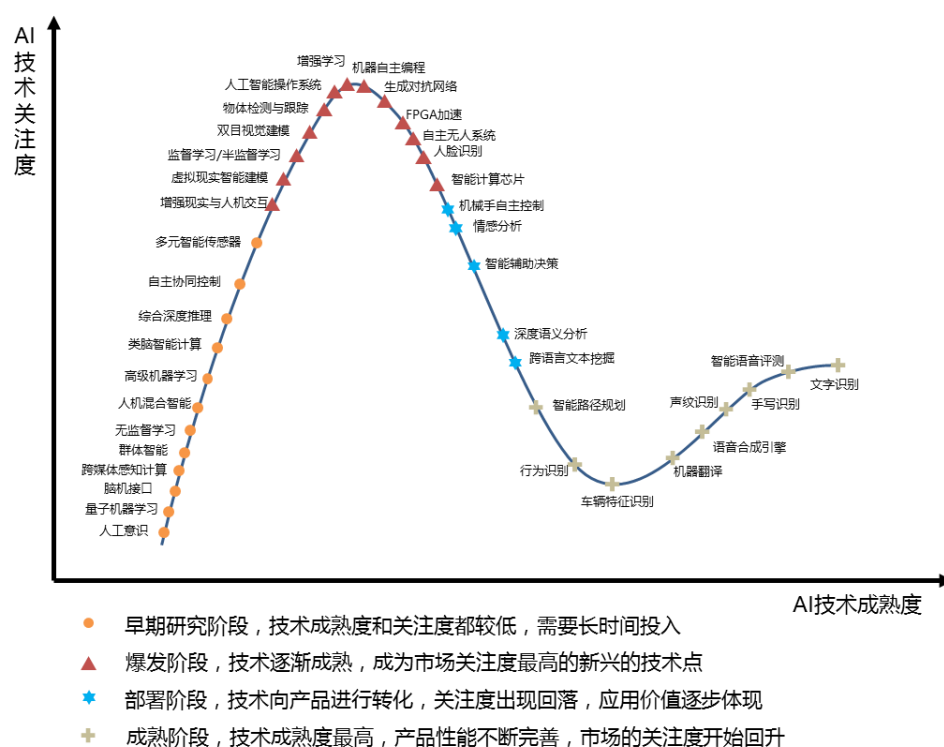
排名	姓名	新任职单位	年 龄	论 文 引 用 数
3	张宏江	中国源码资本	57	115
27	郑宇	微软	<40	52
30	马维英	今日头条	>50	51

36	芮勇	联想	>50	47
44	吴恩达	Deeplearning.ai	41	42
45	赵峰	海尔	>50	41
48	Haixun Wang	谷歌	>40	41
51	谢幸	微软亚洲研究院	<40	40
53	颜水成	360	<=40	40

数据来源：Guide2Research，2018.10

高校的科研成果通过跨界创新，推动人工智能产业与传统产业的融合，通过创造新的虚拟劳动力、提升劳动生产率、带动更多技术创新，将颠覆现有的商业模式、产业链和价值链，刺激经济的增长。人工智能应用、人工智能与传统产业结合成为科研机构 and 学界的关注重点，也是未来人工智能发展的重要方向。

图 14 人工智能技术演进路线图



数据来源：赛迪顾问 2018，10

通过对人工智能技术演进趋势分析，综合考虑北京市人工智能发展基础优势，北京作为全国科创中心，拥有全国最优秀的智力资源储备，在发展人工智能应关注解决北京“大城市病”、养老压力日益增长、医疗资源不均等问题，充分结合城市发展特点布局应用推广。

（1）对早期技术进行全面布局，攻克新一代人工智能前沿核心技术，提升自主创新能力；

（2）对爆发期的技术要迅速实现产业化落地，加强物联网、车联网、智能驾驶等无人系统的技术集成和配套服务，推动各类智能服务机器人的开发与应用；推动虚拟现实与增强现实关键技术与重点行业融合应用，加快智能终端核心技术和产品的研发，拓展产品形态和应用服务。

（3）对部署期和成熟期的技术要进行有选择性的发展，促进技术集成与商业模式创新，瞄准重点领域，推动重点领域智能产品、应用和服务创新，积极培育人工智能新兴业态。

3、政策先行推动应用部署

人工智能作为影响面广的颠覆性技术，应用于各个领域时，需要相适应的法规和政策来推动，其中，无人驾驶和智能辅诊诊疗是两个典型代表。

在无人驾驶领域，真实路测的数据积累至关重要，需要政府出台相关措施。美国在该领域对新兴技术的接受度最高，政策法规出台速度最快。2011 年，内达华州最先通过了自动驾驶合法化的相关法律。2016 年，加州正式通过允许不配备司机的无人车在公共道路上测试的法案。2017 年，已有 21 个州通过了与自动驾驶相关法律。2017 年 9 月 13 日，美国众议院一致通过《确保车辆演化的未来部署和研究

安全法案》，成为了美国首部“自动驾驶法案”。宽松和完善的政策环境，也推动的美国整体无人驾驶领域整体技术发展。目前，美国 Google 和特斯拉代等公司的无人驾驶技术达到了全球领先水平。而在智能辅诊领域，IBM Watson 获得美国职业医师资格认证。意味政府在医疗行业对人工智能的认可和全面推进应用。

三、 国内外人工智能产业发展的比较分析

（一）全球人工智能发展态势分析

1、人工智能产业成为国际竞争新焦点

随着各主要国家和高科技企业巨头大量增加投入，世界主要发达国家纷纷开始把发展人工智能作为提升国家竞争力、维护国家安全的重大战略，加紧出台规划和政策，力图在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。

美国通过公共投资的方式引导人工智能产业的发展，于 2013 年启动创新神经技术脑研究计划，预计 10 年投入 45 亿美元。2013 年将 22 亿美元投入到了先进制造业，投入方向之一便是“国家机器人计划”。2014 年资助 13 亿美元项目，成立 12 个地方中心，研发自动化、人工智能和机器人。2016 年 10 月，白宫发布了《为人工智能的未来做好准备》、《国家人工智能研究与发展战略规划》两份报告，将人工智能上升到美国国家战略高度。

日本依托在智能机器人领域的全球领先地位，积极推动人工智能的快速发展。2014 年，日本宣布启动大脑研究计划。2015 年 1 月，发布“机器人新战略”，提出了“世界机器人创新基地”、“世界第一的机器人应用国家”、“迈向世界领先的机器人新时代”三大核心目标，并制定了五年计划。2015 年日本政府投入 10 亿日元成立“人工智能研究中心”，集中开发人工智能先进技术。2016 年日本经产省发布了利用人工智能和机器人等最新技术促进经济增长的“新产业结构蓝图”，预计创造 574 万个新的就业机会，并大幅抵消预计将会减少的工作岗位。2017 年，政府制定了人工智能产业化路线图，推进利用人工智能技术，提高制造业、物流、医疗和护理行业效率。

英国则是注重行业实践与应用。2016 年 10 月，下议院的科学和技术委员会发布“机器人和人工智能”的报告，科学办公室发布“人工智能对未来决策的机会和影响”报告，表示将利用独特的人工智能优势，增强英国国力。2017 年，宣布“现代工业战略”，预计投资 47 亿英镑对人工智能支持。

2012 年德国政府发布 10 项未来高科技战略计划，以“智能工厂”为重心的工业 4.0 是其中的重要计划之一，包括人工智能、工业机器人、物联网、云计算、大数据、3D 打印等在内的技术得到大力支持。

欧盟聚焦医学和神经科学领域，在波折中前进。2013 年，将“人脑工程”选定为新兴技术旗舰项目，加速成果转化，10 年内将获得 10 亿欧元的经费。2016 年 6 月，率先提出了人工智能立法动议。

2016 年中国《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》首次提出人工智能发展计划。2017 年 3 月，人工智能首次出现在政府工作报告中，并多次被提及。随后 7 月份，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，人工智能发展上升到国家战略高度。

2、全球人工智能发展集中在四大区域

由于人工智能产业对技术先进性和 IT 基础要求较高，因此全球人工智能产业发展主要集中在 IT 基础完善、研发实力强劲的美国、欧洲、日本和中国四大区域。

美国：领跑人工智能发展潮流，战略布局高度重视

美国在人工智能发展方面具有明显的优势，从政府到企业对人工智能带来的变革都极为重视。科研机构对人工智能重视程度也在不断加强，相关创新型产品迭代迅速。

战略布局高度重视，成立国家专家委员会机构。2015 年以来，

美国白宫科技政策办公室连续发布的《为人工智能的未来做好准备》、《国家人工智能研究和发展战略计划》和《人工智能、自动化与经济报告》3 份重量级报告。2016 年 5 月，美国白宫推动成立了机器学习与人工智能分委会（MLAI），专门负责跨部门协调人工智能的研究与发展工作，并就人工智能相关问题提出技术和政策建议，同时监督各行业、研究机构以及政府的人工智能技术研发。

推动软硬件系统协同演进，全面开发人机协作智能系统。美国更加关注长期投资具有潜在能力的高风险高回报项目，以此补充社会和企业短期内不愿涉足的领域。在软件方面，提升人工智能系统的数据挖掘能力、感知能力并探索其局限性，同时推动系统革新，包括可扩展、类人的、通用的人工智能系统的研发。在硬件方面，优化针对人工智能算法和软件系统硬件处理能力，并改进硬件体系架构，同时，推动开发更强大和更可靠的智能机器人。

资本与政策共同发力，挖掘最具潜力的创业企业。美国硅谷是当今人工智能发展的重点区域。聚集了从人工智能芯片到下游应用产品的全产业链企业。在人工智能融资规模上，美国在全球占主导地位，比重在 60% 以上。相比国内市场刚刚兴起的人工智能热潮，美国的科技巨头们早已展开一系列收购暗战，例如近 5 年来，Google 成为人工智能领域最活跃的收购者，相继收购了 DNNresearch、DeepMind 和 Nest。

巨头企业形成集团式发展，共建人工智能生态圈。以谷歌、微软、亚马逊、Facebook、IBM 五大巨头为代表，自发形成人工智能伙伴关系，通过合作的方式推进人工智能的研究和推广。这种新型的巨头集团式发展模式，成为人工智能时代的亮点，能保证技术方案的效益最

大化。在未来，还会有更多企业和机构加入其中。用户组织、非营利组织、伦理学家和其他利益相关者也都会加入生态圈的建设。

英国：人工智能发展与行业密切相关，注重实用价值

英国人工智能注重实效性，强调“综合施治、合力发展”。在产学研的转换周期上，更加快速落地。在政策资金支持上，英国政府拟斥资约 2 亿英镑，建立新的“技术学院”，针对雇主需求提供高技能水平的人工智能培训。

科学人才供给充足，英国具备领先的发展优势。人工智能最早的概念，就是由英国著名科学家阿兰·图灵提出，英国拥有牛津大学、剑桥大学、英国帝国理工学院以及伦敦大学学院、爱丁堡大学为代表的高等学府以及以阿兰·图灵研究所为代表的众多智能研究机构，其创新型成果不断在全球范围内得到推广应用。人工智能的研发生态优良，研究人员、企业主、投资人、开发商、客户以及创新网络平台等，共同构成了一个丰富完善、良性循环的人工智能生态系统。

创新企业活力十足，高新技术产业转化率高。过去几年，英国也诞生了大量优秀的人工智能初创企业，例如享誉全球的 AlphaGo 的研发公司 DeepMind，就是来自伦敦大学的初创公司。同时，2013 年，亚马逊用 2600 万美元收购英国语音识别创业公司 True Knowledge。2014 年，Google 收购了 Dark Blue Labs，Vision Factory 两家深度学习相关的公司。英国存在大量的科技孵化机构，助力早期的人工智能初创企业，或者提供退出途径，以此形成产业链良性发展。牛津的 Isis Innovations 和剑桥的 Cambridge Enterprise 就是有名的技术转让公司，通过帮助大学里的创新技术商业化，确保学校或者个人获得回报。

德国：带动传统产业改造升级，集中于“工业 4.0”计划

德国政府在工业机器人发展的初级阶段发挥着重要作用，其后，产业需求引领工业机器人向智能化、轻量化、灵活化和高能效化方向发展。20 世纪 70 年代中后期，德国政府在推行“改善劳动条件计划”中，强制规定部分有危险、有毒、有害的工作岗位必须以机器人来代替人工，为机器人的应用开启了初始市场。2012 年，德国推行了以“智能工厂”为重心的“工业 4.0 计划”，工业机器人推动生产制造向灵活化和个性化方向转型。

柏林汇聚一半以上的人工智能企业，成为绝对发展中心。柏林作为德国的首都以及科技类创业基地，囊括了将近 54% 的人工智能企业，远超慕尼黑，汉堡以及法兰克福等城市。德国“脑科学”战略重点是机器人和数字化。2012 年德国马普脑科学研究所和美国开展计算神经科学合作研究，并与以色列、法国开展多边合作。

以服务机器人为重点，加快智能机器人的开发和应用。德国联邦教研部在“信息和通讯技术 2020—为创新而科研”研究计划中安排有服务机器人的项目。联邦经济部的“工业 4.0 的自动化计划”的 15 个项目中涉及机器人项目的有 6 个。德国科学基金会通过计划和项目资助大学开展机器人基础理论研究，如神经信息学、人机交互通信模式、机器人自主学习和行为决策模式等。

推动“自动与互联汽车”国家战略，引领汽车产业革命。2015 年 9 月联邦政府内阁通过了联邦交通部提交的“自动与互联汽车”国家战略。德国顶尖大学和研究机构对传感器、车载智能系统、连通性、数字基础和验证测试进行的广泛研发使德国在技术领域又一次走在前沿。德国以设备制造商和大学的紧密科研合作为特点，通过公共补贴项目，支持更高水平的自动驾驶大规模研发。

3、研究机构在人工智能发展中起引领作用

随着人工智能的热度升温，巨头们纷纷杀入了战场，而处于人工智能商业化应用研究最前沿位置的人工智能实验室，在人工智能的发展上同样具有引领性作用，如表 4。

表 4 国外主要的代表性顶尖人工智能研究机构

研究机构 名称	国家	基本情况 / 研究领域
MIT CSAIL	美国	麻省理工学院计算机科学研究始于上世纪 30 年代，人工智能研究始于 1959 年。2003 年，二者合并为麻省理工学院计算机科学和人工智能实验室（MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, CSAIL），此实验室是全球最大的校园实验室。舒维都（Victor Zue）现任实验室主任。
斯坦福大学人工智能实验室	美国	成立于 1962 年，50 多年来一直致力于推动机器人教育。由于斯坦福与硅谷的特殊联系，斯坦福的学生有更多机会将他们的发明商业化。斯坦福大学在 2014 年底宣布了一个长达 100 年的人工智能研究计划；斯坦福大学在网上公开了许多他们有关机器人和深度学习的课程。目前，李飞飞是斯坦福人工智能实验室的主管。
纽约大学数据科学中心	美国	负责人杨立昆（Yann LeCun）是人工智能领域的三个奠基人之一，研究出来的书写识别技术已经被全球各地的银行所使用。是卷积神经网络模型的发明者之一。目前是 Facebook 人工智能实验室的主管，并且负责和纽约大学数据科学中心之间的合作。

加拿大多 伦多大学向量 学院	加拿大	负责人杰弗里·辛顿 (Geoffrey Hinton) 是人工智能领域的三个奠基人之一一直致力于理解大脑神经元, 擅长领域: 深度学习、脑神经。向量学院重点将关注深度学习领域, 将聘请 25 位新教师与研究科学家, 并接受来自政府与公司超过 1.5 亿美元的资金支持, 以吸引更多技术性人才。
蒙特利尔 大学机器学习 实验室(MILA)	加拿大	负责人约书亚本吉奥 (Yoshua Bengio) 是人工智能领域的三个奠基人之一, 是加拿大高等研究院 (CIFAR) 神经计算和自适应感知项目的联席主任, 是统计学习算法领域的加拿大首席科学家。主要研究目标是理解能够产生智能的学习的原理。
德国人工 智能研究中心 (DFKI)	德国	创立于 1988 年, 研究方向覆盖人工智能的主要产业方向, 包括大数据分析、知识管理、画面处理和理解和自然语言处理、人机交互、机器人。是德国顶级的人工智能研究机构, 也是目前世界上最大的非营利人工智能研究机构, 其股东包括 Google、Intel、微软、宝马、SAP、airbus 在内的全球前十的顶级科技企业。CEO——沃夫冈·瓦尔斯特 (Wolfgang Wahlster) 教授是德国总理默克尔的科技顾问, 也是“工业 4.0”构想三人发起者之一。DFKI 旗下大约有 900 名科学家, 研究人员及工程师。
剑桥大学 未来智能研究 中心(LCFI)	英国	LCFI 的研究范围覆盖人工智能的所有应用领域, 从智能手机, 外科手术机器人到「终结者」式的军用机器人。

数据来源: 赛迪顾问 2018, 10

（二）国内重点区域人工智能产业现状分析

1、国内重点城市人工智能发展措施

目前，全国主要城市都已经出台了人工智能相关扶持政策，结合本地基础打造人工智能重点园区，并提供针对性的资金保障。

北京聚集龙头企业、顶尖人才、资本等要素，在核心算法、理论以及无人驾驶等新兴应用方面快速发力，各项产业要素均领跑全国。已经发布《北京市加快科技创新培育人工智能产业的指导意见》、《中关村国家自主创新示范区人工智能产业培育行动计划(2017—2020年)》。

上海发挥科研人才优势，重点推进脑科学、机器学习等关键技术的研发，并利用智能制造、交通物流等广泛应用场景，实现技术和应用示范双重突破。已经发布《关于本市推动新一代人工智能发展的实施意见》、杨浦区《新一代人工智能产业政策与重点项目》、《上海市人工智能创新发展专项支持实施细则》。

杭州依托阿里巴巴、海康威视等企业的产业优势，以“城市大脑”应用为突破口，并通过人工智能产业园和人工智能小镇构建产业生态。已经发布《浙江省新一代人工智能发展规划》、《杭州市科技创新“十三五”规划》。

深圳凭借完善的产业链配套，重点打造了深圳湾“人工智能产业链专业园区”。发改委组织实施人工智能创新发展重大工程，重点打造深圳湾“人工智能产业链专业园区”。

合肥发挥中科大、科大讯飞等科研和技术优势，拥有中国声谷的核心技术园区，以“技术驱动+应用引领”推动产业发展。已经发布《安徽省人工智能产业发展规划(2017—2025 年)》、《中国（合肥）

智能语音及人工智能产业基地(中国声谷)发展规划(2018—2025)》、《安徽省人民政府关于支持中国声谷建设的若干政策》。

广州依靠人才和龙头企业,建设 3000 亩南沙人工智能产业园区、南沙国际人工智能产业高级研究院、荔湾区人工智能研发和孵化服务生态圈。已经发布《荔湾区新一代人工智能产业发展意见》、《广州南沙人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020 年)》。

重庆市科委启动人工智能专项,未来 3 年推进 3 个“十百千”举措,加快基于人工智能的新型人机交互、计算机深度学习等应用技术研发和产业化。经信委成立人工智能处,科委启动人工智能专项。

苏州依托工业园为核心,由苏州工业园率先推出人工智能产业发展行动计划(2017-2020),提出培育百亿级龙头企业。已经发布《苏州工业园区人工智能产业发展行动计划(2017-2020)》。

武汉东湖高新区出台全国首个区域性促进人工智能产业发展的政策及规划,设立人工智能产业发展专项资金,引导、扶持和推动产业发展。已经发布《东湖高新区人工智能产业规划》、《武汉东湖新技术开发区管委会关于促进人工智能产业发展的若干政策》。

南京依靠在算法的基础研究、关键设备制造方面的优势,协同产学研用资源推进产业发展。已经发布《南京市政府关于加快人工智能产业发展的实施意见》、《人工智能产业发展行动计划(2017—2020)》、《关于加快人工智能产业发展的扶持办法(20 条政策)》。

成都聚焦制造、交通、医疗、社会治理等重点领域,打通人工智能政产学研用协同创新通道。已经发布《成都市人民政府办公厅关于推动新一代人工智能发展的实施意见》。

西安发挥高校和科研院所众多、军工实力雄厚优势,重点发展以

人工智能为代表的硬科技，建设人工智能特色小镇，实现产业集聚。已经开始制定 2018 年-2021 年《西安市人工智能产业规划》。

天津加速优化产业环境，强化科技力量引入，人工智能蓄势待发。已经发布《天津市加快推进智能科技产业发展总体行动计划》、《天津市人工智能科技创新专项行动计划》。

厦门利用软件基础、市场需求、用户数据等优势，成立全国首家人工智能工程应用研究院，并建设人工智能超算中心服务人工智能相关企业。已经发布《福建省加快人工智能应用和产业发展三年行动计划（2018-2020）》，厦门市发改委组织实施人工智能创新发展重大工程。

沈阳依托机器人基础，欲建人工智能“创新特区”。已经发布《沈阳市智慧产业发展规划(2016-2020 年)》、《沈阳市人民政府关于沈阳市加强重点产业集群规划建设的指导意见》。

2、重点地区人工智能产业创新实践

人工智能技术的研发主要集中在国家重点高校和 BAT 等互联网巨头；而在技术的应用环节，则聚集了大量的企业。自 2000 年以来，中国新增人工智能企业共计 1478 个，80% 以上的企业都从事人工智能技术的应用。中国拥有巨大的应用市场，对人工智能的需求较为旺盛。人工智能技术应用能够快速推动人工智能产业的发展，拉动国家经济增长速度，是现阶段我国人工智能发展的侧重点。

人工智能技术的研发主要集中在国家重点高校和 BAT 等互联网巨头；而在技术的应用环节，则聚集了大量的企业。自 2000 年以来，中国新增人工智能企业共计 1478 个，80% 以上的企业都从事人工智能技术的应用。中国拥有巨大的应用市场，对人工智能的需求较为旺

盛。人工智能技术应用能够快速推动人工智能产业的发展，拉动国家经济增长速度，是现阶段我国人工智能发展的侧重点。

1) 北京：高端产业要素聚集，产业生态体系日趋完善

北京人工智能相关企业和科研资源集聚，基本形成产业高端价值链发展格局。北京人工智能与智能硬件相关产业规模已突破 1500 亿元，正在快速构建具有全球影响力的产业生态体系。

核心关键技术取得创新突破。围绕深度学习和类脑计算技术、低功耗轻量级底层软硬件技术、高性能感知和高精度控制技术、低功耗广域物联技术等领域，涌现出一大批前沿技术创新企业和精英团队。目前北京地区已累计布局人工智能和智能硬件领域相关专利超过 2 万件，形成了专业领域自主知识产权的核心技术体系。

产业共性技术取得突破，公共服务平台陆续搭建。百度已获批建设深度学习技术及应用国家工程实验室，滴滴成立机器学习研究院，360 成立人工智能实验室。在公共服务平台领域，百度实施人工智能开发平台战略、Apollo 自动驾驶平台开放计划，中科创达推出面向智能硬件开发的 TurboX 智能大脑平台，暴风影音推出了面向虚拟现实硬件综合解决方案、内容制作和大数据生态系统开放平台。腾讯北京众创空间、创新工场等一批创新创业孵化平台已全面开放。

资本要素聚集，“智能+”获得资本市场的大量关注。联想、京东、小米、京东方、紫光等一系列北京传统领军企业纷纷投入大量资源，加快人工智能布局。目前北京地区有 60 余家上市公司布局人工智能和智能硬件产业，初步统计，2016 年北京地区人工智能领域融资案例 83 起，融资额超过 40 亿元，在资本寒冬下智能产业风险投资逆市大幅增长。

政策环境领先，保障产业持续健康发展。2016 年工业和信息化部、北京市政府签署了《关于共同推进建设人工智能与智能硬件创业创新平台合作框架协议》；北京市还出台了《中关村促进智能硬件产业创新发展的若干支持政策》、《关于促进中关村智能机器人产业创新发展的若干措施》等。

2) 广东：机器人集聚优势突出，技术红利和龙头优势释放

广东省在“十三五”发展规划打造新一代信息技术产业蓝图，其中人工智能作为重点布局。广州市政府提出新兴产业“IAB”计划，并与众多人工智能企业签署战略合作协议，设立产业专项基金。

机器人集聚效应突出，人工智能应用落地。广东省拥有先发优势。作为人工智能最直接的应用产品，机器人在广东省发展领先全国，深圳、广州、佛山、东莞等地已经培育了一批机器人整机、零部件以及系统集成的机器人制造企业。广州主要以广州数控为引领，包括机器人控制器、伺服电机、机器人本体、系统集成等全产业链。深圳机器人智能化水平领先，组建了国内首个机器人产学研资机器人联盟；广东省企业创新能力较强，在机器人本体技术、机器人柔性系统生产线技术取得突破。同时在与之密切相关的智能制造、智能汽车等领域，也已基本形成了从上游的元器件供应商和模块供应商、到后续的方案商和下游的代工厂一条比较完备的产业链，赛迪顾问数据显示，2016 年广州市智能装备及机器人产业规模约 490 亿元，位居全国第二。广东省人工智能相关下游产业已形成初步聚集，人工智能技术的创新应用有望突破。

产业集聚初现，有龙头实现引领。广东省拥有腾讯、华为、大疆等人工智能巨头，周边聚集了大量创新型的中小企业，赛迪顾问数据

显示，2016 年广东省人工智能创业公司数量占全国的 26.8%。中国人工智能发展目前已形成以“北、上、深、广”四个城市为第一梯队的战略格局，其中广东省占据两席。广东省人工智能生态初步构成，具备较强的集聚力和带动力。

在技术和商业融合方面，人工智能要实现产业化发展必须要借助商业和技术的融合。融合需要三大要素，一是技术驱动解决问题的痛点；二是设计商业模式，比如智能手机、智能硬件的大发展就是商业模式的创新；三是技术融合促进企业的崛起，形成细分领域和商业生态圈的协同效应。广东省在技术驱动解决痛点方面有巨大优势，特别是多年以来积淀的龙头企业、领先技术、企业家精神等，相比国内其他省市有先发的独特优势。

3) 辽宁：科研资源丰富，新松为龙头引领机器人飞跃式发展

作为人工智能普及率最高的产品，机器人在辽宁省取得飞跃式发展。辽宁整体上以沈阳自动化研究所和新松机器人公司为代表推动产业快速发展，产品应用覆盖弧焊、点焊、搬运、装配、码垛、研磨抛光和自动导引车等。

机器人科研资源丰富。辽宁省拥有国家级机器人研究机构——中科院沈阳自动化研究所，以及东北大学、大连理工大学、沈阳工业大学等高校科研力量，在工业机器人、特种机器人和服务机器人领域已拥有专利成果超 149 项。

以三大产业基地为支点布局全省机器人产业。沈阳机器人产业园、沈抚新城机器人产业基地和大连金州新区国家智能装备产业示范基地。以三大产业基地为支点，辽宁省围绕产业链要素，带动相关资源整合，积极发展壮大机器人产业，机器人产业已成为实现“中国制造

2025 辽宁行动纲要”目标的重要一步。

以沈阳为核心，新松机器人为龙头引领。2016 年沈阳市机器人产业收入超 52 亿元，工业机器人产业规模居全国首位。领军企业沈阳新松机器人自动化股份有限公司入选 2016 全球最具影响力 50 家机器人公司，代表着国内机器人研发的最高水平。

4) 上海：发挥科研人才优势，实现技术和应用示范双重突破

上海正在积极开展规划布局，抢占人工智能产业制高点。2015 年上海市科委已推动“以脑科学为基础的人工智能”项目，同时人工智能作为“十三五”上海科技重点发展。其中临港地区已出台人工智能产业发展规划。上海优势在于科研机构众多、人才资源集聚、信息交流国际化以及市场的敏锐意识，目前主要推进技术突破和应用示范。

在特定技术领域上取得突破。重点推进脑科学、人工遗传算法、智能语音处理、模式识别、机器学习等关键技术的研发，加强人工智能技术测量评估标准和基准的制定。结合张江综合性国家科学中心建设布局，形成某些领域的上海领先优势。

政府人工智能应用开始示范试点。上海人工智能正在规划应用示范，面向经济应用和社会服务，使新的技术能够充分应用到工业生产和社会服务之中，从而将自上而下的政府战略导向与庞大的经济社会体系相结合。如加强人工智能在未来智慧金融服务、“五违四必”区域环境整治和河道治理、智慧交通等方面的试点应用，为政府精细化治理提供参考依据。

（三）中美人工智能发展要素对比分析

赛迪顾问从人工智能发展的“核心”和“环境”两类要素入手，构建了衡量人工智能发展成熟度的指数体系，共 7 个一级指标，19

个二级指标，对比分析中美两国人工智能发展优劣势，如表 5 所示。

表 5 中美人工智能产业关键指标对比表

指标			中国	美国	数据来源
核心要素指标	算法（MIT2017 年科技突破上榜企业数）		3 家	8 家	MIT2017 年科技突破榜单
	数据	2016 年数据总量全球占比	21%	35%	赛迪顾问
		2030 年数据总量全球占比	30%	29%	赛迪顾问
		政府数据开放程度全球排名	93	8	英国开放知识基金会组织《全球开放数据指数研究结论》
	应用	2016 年市场规模及增速	104 亿元/24.2%	562 亿元/18.1%	赛迪顾问
	平台		15 个	24 个	赛迪顾问
环境要素指标	研发投入	累计融资规模	25.72 亿美元	179.12 亿美元	乌镇智库大数据研究
		该领域投资机构数	43 家	900 家	乌镇智库大数据研究
		该领域获得投资累计次数	146 次	3454 次	乌镇智库大数据研究
	政策布局		已有专项政策	已有专项政策	赛迪顾问
	人才数量	该领域论文他人引用率	30%	62%	SCImago Journal Rank (2015)
		该领域论文质量指数	168	373	SCImago Journal Rank (2015)

		从业人员总数	6 万	10 万	LinkedIn 统计
		10 年以上经验人数占总数比	25%	50%	LinkedIn 统计

数据来源：赛迪顾问，2018,10

在核心要素方面，包括算法、数据、应用、平台等四个一级指标。

算法指标方面，美国更具优势，根据 MIT2017 年科技突破榜单评比结果，美国有 8 家企业上榜，中国仅有 3 家。数据指标方面，中国数据总量具有很大潜力，预计到 2030 年，中国数据总量占比有望取代美国，成为全球第一。但在数据开放、制定数据共享标准等方面，仍与美国有一定差距。应用指标方面，美国人工智能市场更为成熟，产品渗透率更高，但产业增速落后于中国，原因是中国具有更大的 C 端用户基数，且 B 端的制造、交通、金融、医疗等传统行业发展相对落后，借助人工智能实现转型升级的需求更为迫切，市场增长的后劲很足。平台指标方面，两国人工智能平台均由互联网巨头推出，如，美国的 Google、亚马逊和中国的百度。

在环境要素方面，包括研发投入、政策布局、人才数量等三个一级指标。研发投入方面，美国优势明显。投融资规模、布局人工智能的投资机构数量、投资轮次三个指标，美国均明显优于中国。截至 2016 年底，中国人工智能领域共有投资机构 43 家，人工智能企业共获得投资 146 次，累计融资 25.72 亿美元；而美国人工智能领域共有投资机构 900 家，人工智能企业共获得投资 3454 次，累计融资 179.12 亿美元，分别是中国的 21 倍、24 倍和 6.96 倍。政策布局方面，2016 年，美国相继发布《为人工智能的未来做好准备》《美国国家人工智能研究与发展战略规划》《人工智能、自动化与经济报告》三份报告，从资金支持、长短期结合等方面推动人工智能的发展。同时，在战略

层面提出要探索人工智能对法律制定和政府管理的影响。与美国相比，中国也加紧规划布局，2017 年 7 月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，明确了三步走的战略目标，中国人工智能理论、技术与应用“三位一体”全面推进，到 2030 年，达到世界领先水平，规模超 1 万亿元，带动相关产业规模超 10 万亿元，为人工智能产业指明了方向。人才数量方面，据 LinkedIn 数据，美国约有 10 万名人工智能相关人才，其中具备 10 年以上经验的接近 50%。中国约有 6 万名人工智能相关人才，具备 10 年以上经验的仅为 25%。因此，美国在人工智能专业化人才总量上依旧保持领先，在 10 年以上经验的专家和领军人才上优势明显。

在总体实力方面，美国暂时领先，中国快速追赶。中国在部分领域已显现出较强的竞争实力，部分指标与美国基本持平。主要体现在中国拥有全球最多的互联网用户、最活跃的数据生产主体，在数据总量上具有比较优势，在计算机视觉、语音识别等领域的算法基本具备与美国竞争的实力。此外，中国拥有更多的人工智能相关专业大学生，在人才供给上更具潜力，更具快速的商业应用开发潜能。

四、 展望与赛迪建议

（一）展望

1、开源化浪潮将成为中国人工智能操作系统争夺主战场

近两年来，以谷歌为代表的巨头公司纷纷开始开源化自身核心产品。从 2015-2017 年的开源化事件中看到，不仅有机器学习软件平台，还有相关硬件平台和完整软件源代码。如今的共识是，各家人工智能公司都在积极招募机器学习人才，而开放源代码则可以吸引外部人才参与项目协作，并改进相关技术。他们也有可能从第三方社区中招募一些人才。当然，这些公司还是保留了一些能保持自身独特性的环节，如海量的数据、可以运行该软件的计算机网络、以及庞大的可以调整算法的人工智能专家团队。

2、人工智能产业将与智慧城市建设协同发展

智慧城市的发展将在安防、交通监控、医疗、智能社区等多个领域全面刺激人工智能产业发展，尤其是以机器视觉为主的各类感知处理设备。中国“智慧城市”建设火热开展，截至 2017 年底，我国智慧城市试点建设数量已经超过 500 个。智慧城市的建设以及产品应用的推广，都要以机器学习为依托，可以说人工智能是“智慧”的源泉。未来，各行业的应用需求以及消费者升级发展的需要将有效激活人工智能产品的活跃度，促进人工智能技术和产业发展。

3、中国人工智能应用将在服务机器人领域迎来突破

从中国人工智能市场结构上看，服务机器人市场规模达到 60 亿元，占比 29.4%，服务机器人基于日常生活中的广泛需求，有着广阔的市场空间。

相比于智能工业机器人，服务机器人在本体制造上技术门槛相对

较低。融合了人机交互、图像识别等多种功能的服务机器人将成为未来中国人工智能市场中最快实现普及的领域。

（二）赛迪建议

目前，企业在人工智能创新中的热情高涨，各类产品的应用层出不穷。但同时，市场竞争也愈发激烈，针对企业未来创新方向和战略布局，赛迪顾问提出以下几点参考意见。

1、 针对重点应用领域构建技术创新壁垒

目前各个创新领域的技术正呈现爆发的态势，巨头公司的技术人才离职创业不在少数。产业应用的窗口期，未来的独角兽企业需要加快构建差异化的技术、产品体系，提升自身在垂直领域的技术创新壁垒，防止同行在快速扩张期对产品方案实行恶性竞争。同时，巨头企业在构建自身产业生态的过程中，对自身离职员工创业的同类产品，也要采取针对性管控手段，防止公司的核心竞争力受到损害。

2、 紧跟国家政策，布局医疗和工业领域应用

工业互联网和医疗应用，是人工智能部署难度最大、潜在价值最丰厚的领域，也是中国政府未来重点投入建设的行业。发改委的首批四大创新平台，医疗影像由腾讯公司主导实施。2017 年，国务院发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，提出 2025 年实现百万企业上云，打造百万 APP。两大领域都需要大量企业共享数据，协同合作，快速推进技术迭代，推动医疗、工业的传统产业产生新的动能。

3、 加大人才招引和投入力度

人才是未来人工智能发展的重要因素，目前美国依旧是全球科研人才的聚集地。建议企业加大对海外人工智能高端人才的引进。向回

国工作的海外高级人才提供资金、住房、科研项目等方面的优厚待遇，提供中国和美国两地的定期往返，保障顶尖人才稳定的家庭生活需求。