

未来已来

全球 AI 创新融合应用城市排名及展望



目录

一、AI 创新融合新趋势	5
1.1 人工智能正全方位商业化	5
1.2 AI 全面进入机器学习时代.....	6
1.3 市场对投资回归理性.....	8
1.4 城市逐渐成为 AI 创新融合应用主战场	13
1.5 AI 支持体系不断发力	25
1.6 顶层政策倾斜力度持续增加	27
1.7 全球 AI 市场超 6 万亿美元.....	32
1.8 京津冀、长三角、珠三角 AI 企业云集	34
二、人工智能技术发展腾飞	41
2.1 人工智能关键技术日趋成熟	41
2.2 人工智能开放平台建设稳步推进	43
2.3 “人机大战”谁更能更胜一筹?	47
三、中国在全球 AI 地位.....	55
3.1 中国拥有更为庞大的数据规模以及更丰富数据使用环境	56
3.2 中国是全球芯片需求量最大的市场，但高端芯片依赖进口	57
3.3 中国机器人企业快速成长核心零部件技术国产化加速	58
3.4 美国人工智能底层技术实力更为雄厚，中国则在图像识别和语音识别技术上更优	59
3.5 中国在 AI 应用上呈现领先态势	60
四、人工智能重塑各行业	62
4.1 金融：人工智能提升金融企业商业效能并变革企业内部经营.....	64
4.2 教育：人工智能技术应用覆盖教学全流程.....	69
4.3 数字政务：政策利好加速政府智慧化变革.....	73
4.4 医疗：人工智能应用日趋成熟	75
4.5 无人驾驶：主导汽车产业革新	80
4.6 零售：人工智能驱动行业走向聚合	85
4.7 制造业：智能制造应用潜力巨大	89
4.8 智慧城市：人工智能塑造城市基础设施创新系统	93

主要发现：

- 1. 人工智能正全方位商业化，在各个行业引发深刻变革。**目前 AI 技术已在金融、医疗、安防等多个领域实现技术落地，且应用场景也愈来愈丰富。人工智能的商业化在加速企业数字化、改善产业链结构、提高信息利用效率等方面起到了积极作用。
- 2. AI 全面进入机器学习时代，未来人工智能的发展将是关键技术与产业的结合。**每一次人工智能的发展都伴随着研究方法的突破，深度学习是近年机器学习技术突破的重要代表之一。随着人工人工智能研究和应用领域的不断延伸，未来人工智能将迎来更多种技术的结合应用。
- 3. 人工智能投资趋于理性，底层技术和易落地领域更受人工智能领先机构青睐。**随着投资界和企业界对人工智能的了解逐步加深，人工智能投融资市场更加理性。人工智能投融资频次有所下降，但投资金额继续增加。特别是经过行业的一轮优胜劣汰后，底层技术创业公司以及落地性强的领域如医疗、教育、无人驾驶等创业项目继续受到人工智能领先机构的青睐。
- 4. 城市是承载 AI 技术创新融合应用的综合性载体，也是人类与 AI 技术产生全面感知的集中体验地。**不同城市在人工智能的顶层设计、算法突破、要素质量、融合质量、应用质量上有着不同的表现，形成多样化与个性化的 AI 发展模式。
- 5. 政策与资本推动京津冀、长三角、珠三角成为人工智能企业分布最多的地区，北京、上海领跑全国。**比如上海通过提供税收优惠、资金补贴、人才引入、优化政务流程等措施优化营商环境，吸引大量投融资资金、人工智能企业以及人才，科研实力突出。促进人工智能产业链上下游企业形成规模效应，提升城市人工智能产业实力。
- 6. 以上海和北京为代表的一线城市在人才数量、企业数量、资本环境以及科研能力长期处于第一梯队。**上海、北京城市的人工智能企业数量以超过 200 家，其中上海已经与科技巨头腾讯、微软以及人工智能独角兽商汤、松鼠 AI 建立了企业实验室。
- 7. 人工智能推动金融行业构建更大范围能的高性能生态系统，提升金融企业商业效能并变革企业内部经营全过程。**传统金融机构与科技公司合力推进人工智能在金融行业的深度渗透，重构服务架构，提升服务效率，向长尾客户提供个性化服务的同时降低金融风险。
- 8. 人工智能在教育行业的应用逐步深入，应用场景向覆盖教学全流程方向变革。**在人工智能技术在教育领域的应用类型中，人工智能自适应学习在学习各环节应用最为广

泛。此外，由于智适应学习将解决中国人口基数大，教育资源紧缺，对教育的重视程度层次不齐等不利因素，智适应学习系统将有望后来者居上。

9. **数字政务的建设主要依靠自上而下推动，构建政务数字化目标加速政府智能化变革。**
各地数字政务建设的需求不同，因而为企业提供的是定制化解决方案。公共安全领域进入门槛提高，强者恒强趋势明显，行业集中度进一步增强。
10. **以无人驾驶技术为主导的汽车行业将迎来产业链的革新。**传统车企的生产、管道和销售模式将被新兴的商业模式所替代。新兴的无人驾驶解决方案技术公司和传统车企的行业边界将被打破。随着共享汽车概念的兴起。无人驾驶技术下的共享出行将替代传统的私家车的概念。随着无人驾驶行业规范和标准的制定，将衍生出更加安全和快捷的无人货运和物流等新兴的行业。
11. **人工智能在制造业领域的应用潜力被低估，优质数据资源未被充分利用。**制造业专业性强，解决方案的复杂性和定制化要求高，所以人工智能目前主要应用在产质量检分拣和预测性维护等易于复制和推广的领域。然而，生产设备产生的大量可靠、稳定、持续更新的资料尚未被充分利用，这些数据可以为人工智能公司提供优质的机器学习样本，解决制造过程中的实际问题。
12. **零售领域应用场景从个别走向聚合，传统零售企业与创业企业结成伙伴关系，围绕人、货、场、链搭建应用场景。**人工智能在各个零售环节多点开花，应用场景碎片化并进入大规模实验期。传统零售企业开始布局人工智能，将与科技巨头在大数据应用和人工智能领域同台竞技，意味着零售商将更加积极与创业公司建立伙伴关系。
13. **医疗行业人工智能应用发展快速，但急需建立标准化的人工智能产品市场准入机制并加强医疗数据库的建设。**人工智能的出现将帮助医疗行业解决医疗资源的短缺和分配不均的众多民生问题。但由于关乎人的生命健康，医疗又是一个受管制较严的行业。人工智能能否如预期广泛应用，还将取决于产品商业化过程中如何制定医疗和数据监管标准。

一、AI 创新融合新趋势

1.1 人工智能正全方位商业化

当前人工智能技术已步入全方位商业化阶段，并对传统行业各参与方产生不同程度的影响，改变了各行业的生态。这种变革主要体现在三个层次。第一层是企业变革：人工智能技术参与企业管理流程与生产流程，企业数字化趋势日益明显，部分企业已实现了较为成熟的智慧化应用。这类企业已能够通过各类技术手段对多维度用户信息进行收集与利用，并向消费者提供具有针对性的产品与服务，同时通过对数据进行优化洞察发展趋势，满足消费者潜在需求。第二层是行业变革：人工智能技术带来的变革造成传统产业链上下游关系的根本性改变。人工智能的参与导致上游产品提供者类型增加，同时用户也会可能因为产品属性的变化而发生改变，由个人消费者转变为企业消费者，或者二者兼而有之。第三层是人力变革。人工智能等新技术的应用将提升信息利用效率，减少企业员工数量。此外，机器人的广泛应用将取代从事流程化工作的劳动力，导致技术与管理人员占比上升，企业人力结构发生变化。

图表 1-1：人工智能技术带来的全方位变革

1. 企业变革						
销售	安防	反欺诈	人力资源管理	市场营销	个人助理	智能工具
2. 行业变革						
金融	医疗	教育	无人驾驶	零售	制造	
数字政府	媒体	法律	农业	物流	石油天然气	
3. 人力变革						
增强现实		手势识别		机器人	情绪识别	

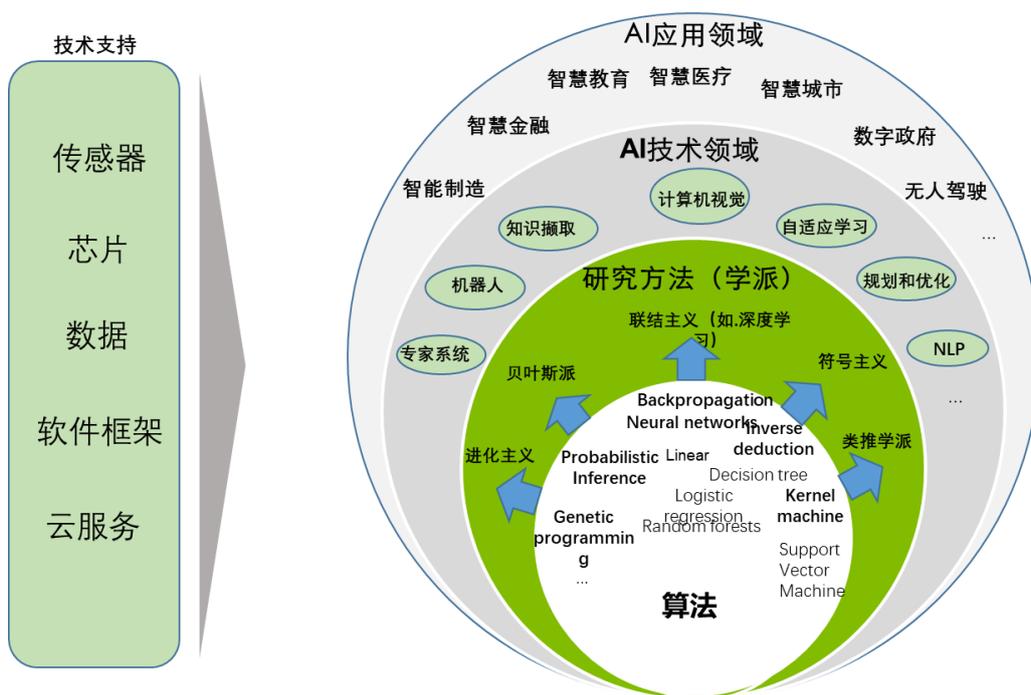
数据源：公开资料，德勤研究

1.2 AI 全面进入机器学习时代

随着技术的进步和发展，人类学习知识的途径逐渐从进化、经验和传承演化为了借助计算机和互联网进行传播和储存。由于计算机的出现，人类获取知识的途径开始变得更加高效和便捷。在不久的将来，绝大多数的知识将被机器提取和储存。强大的计算机算法将逐渐获得类人的能力，包括视觉、说话的能力和方向感等。

在人工智能众多的分支领域中，“机器学习”（Machine Learning）是人工智能的核心研究领域之一。包括 89% 的人工智能专利申请和 40% 人工智能范围内的相关专利均为机器学习范畴。最初的研究动机是为了让计算机系统具有人的学习能力以便实现人工智能。机器在现有的知识找到空缺，接着机器效仿人脑并模拟进化，系统化地减少不确定性，识别新旧知识的相同点，并完成学习。

图表 1-2:人工智能各层级图标



数据源：德勤研究

人工智能核心是算法

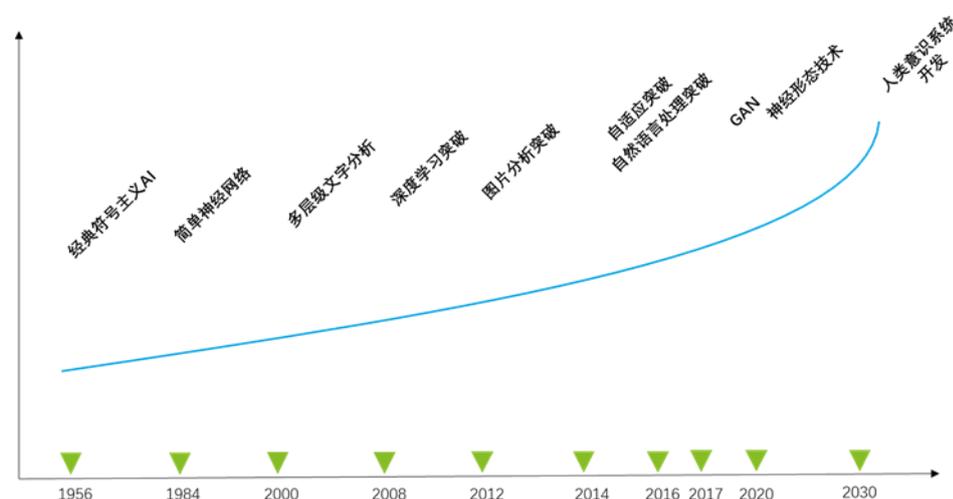
作为人工智能的底层逻辑，算法是产生人工智能的直接工具。从历史的进程来看，人工智能自 1956 年提出以来，经历了三个阶段，这三个阶段同时也是算法和研究方法更迭的过程：第一

这个阶段是 20 世纪 60~70 年代，人工智能迎来了黄金时期，以逻辑学为主导的研究方法成为主流。人工智能通过计算机来实现机器化的逻辑推理证明，但最终难以实现。第二个阶段是 20 世纪 70~90 年代，其中，1974 到 1980 年间，人工智能技术的不成熟和过誉的声望使其进入“人工智能寒冬”，人工智能研究和投资大量减少。

1980 年到 1987 年，专家系统研究方法成为人工智能研究热门，资本和研究热情再次燃起；1987 年到 1993 年，计算机能力比之前几十年已有了长足的进步，这时试图通过建立基于计算机的专家系统来解决问题，但是由于数据较少并且太局限于经验知识和规则，难以构筑有效的系统，资本和政府支持再次撤出，人工智能迎来第二次“寒冬”。

第三个阶段是 20 世纪 90 年代以后，1993 年到 2011 年，随着计算力和数据量的大幅度提升，人工智能技术获得进一步优化；至今，数据量、计算力的大幅度提升，帮助人工智能在机器学习，特别是神经网络主导的深度学习领域得到了极大的突破。基于深度神经网络技术的发展，才逐渐步入快速发展期。

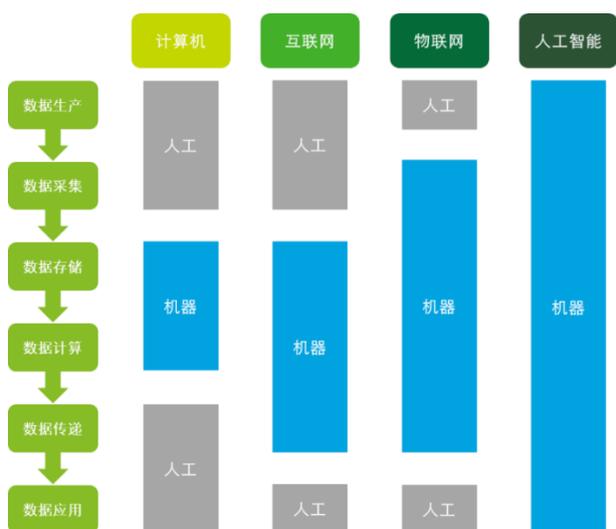
图表 1-3：人工智能技术发展历史



数据源：公开资料，德勤研究

此外，数据是人工智能底层逻辑中不可或缺的支撑要素，没有数据针对人工智能的数据处理将无法进行。有了数据挖掘对数据的清晰、集成、归约等预处理手段，人工智能才能拥有足够的数据进行学习。随着人工智能技术的迭代更新，从数据生产、采集、储存、计算、传播到应用都将被机器所替代。

图表 1-4: 数据处理的发展阶段

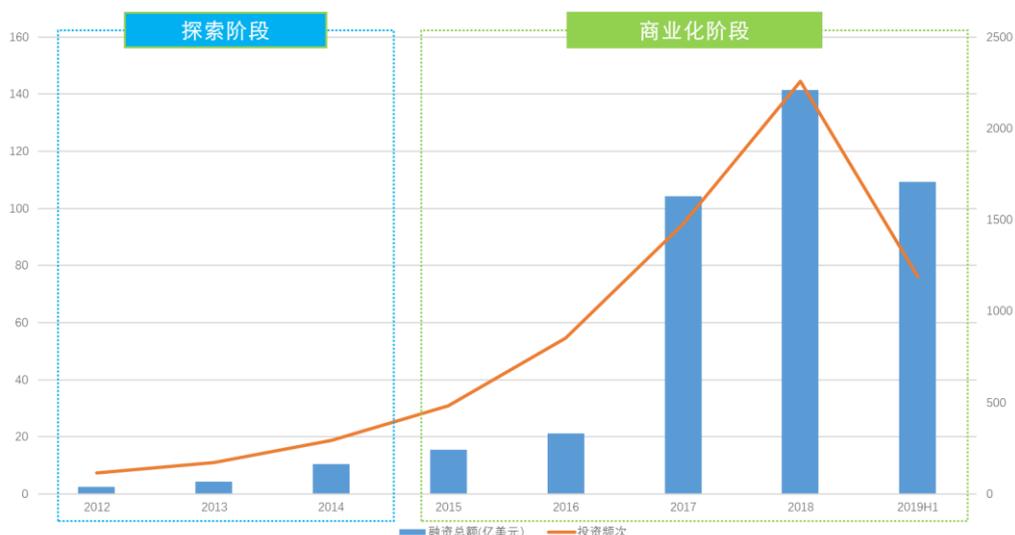


数据源：公开资料，德勤研究

1.3 市场对投资回归理性

从科研和学术的范畴到技术创业，人工智能仅用了几年的时间。这样的转变不仅得益于人们希望新技术解放生产力的要求和政策的扶持，还离不开资本市场对人工智能的助推。随着资本市场对人工智能认知的不断深入，投资市场对人工智能的投资也日趋成熟和理性。在过去 5 年间，中国人工智能领域投资出现快速增长。人工智能的元年 2015 年，投资总额达到了 450 亿元，同比增长 306%，并在 2016 年和 2017 年持续增加频次。2019 年上半年中国人工智能领域共获融资超过 478 亿元，获得了不俗的成绩。

图表 1-5: 全球人工智能投融变化情况

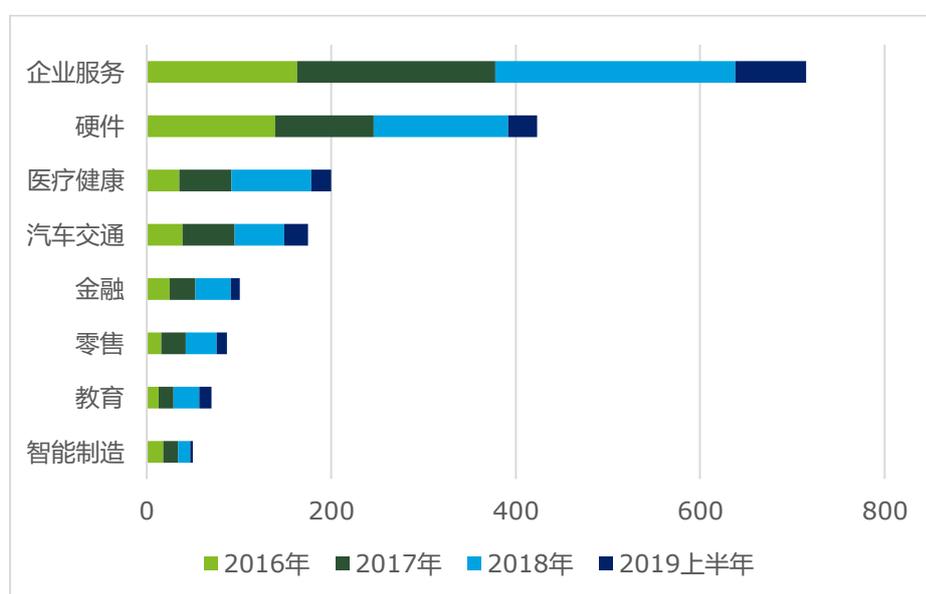


数据源：公开资料整理，德勤研究

分析人工智能的投资趋势，主要分为以下几点：

- **易落地人工智能应用场景受投资人追捧。**近年投融资数据显示，企业服务、机器人、医疗健康、行业解决方案、基础组件、金融领域在投资频次和融资金额上均高于其他行业。从公司层面来看，全球顶级团队、资金实力和科技基因更易受到二级市场投资者的青睐。从行业方面来看，容易落地的新零售，无人驾驶，医疗和智适应教育预示着更多的机会，因此以上领域的公司拥有更多获得投资的机会。

图表 1-6：人工智能各行业投融资频次分布

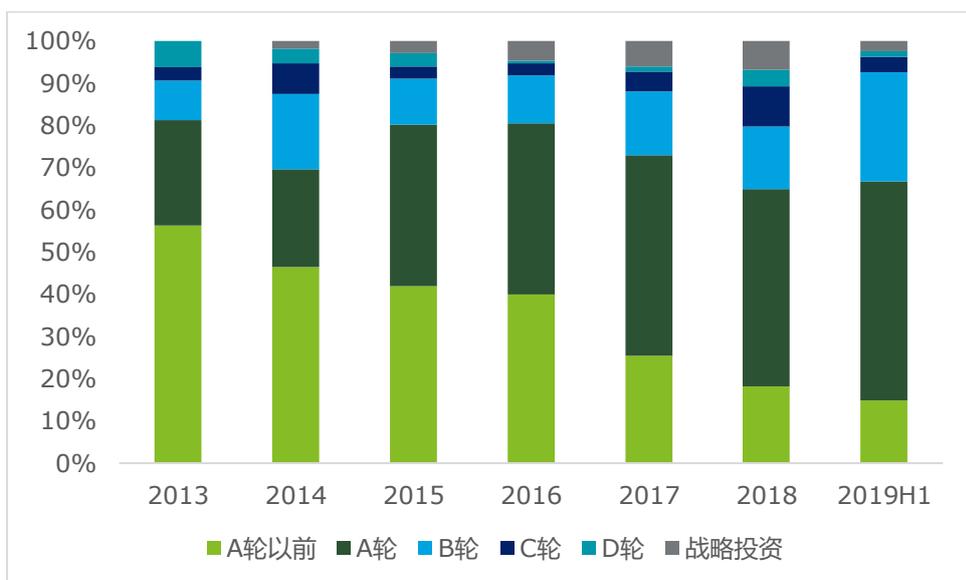


数据源：Crunchbase，德勤研究

- **投资市场开始青睐底层技术创业公司。**有别于前期对应用型人工智能公司的投资偏好，投资市场开始逐渐关注人工智能底层技术的创业公司。做底层技术更易受追捧，由于天花板高，这类公司在市场上更加具有竞争力。由于人工智能底层技术在中国的发展仍落后于美国的，而底层技术是人工智能发展的重要支持，随着人工智能在中国的进一步发展，底层技术的投资的热度将持续增长。

- **获投 A 及 B 轮公司占比仍然最高，战略投资开始逐渐增多。** 目前全国有超过 1300 家人工智能企业获得风险投资投资¹。其中 A 轮以前的占比开始逐渐缩小，投资人对 A 轮仍然保持着较高的热情，目前是获得投资频次最高的轮次。战略投资在 2017 年开始爆发。随着人工智能市场板块的逐渐成熟，以互联网巨头为主的领军企业将目光投向了寻求长期合作发展的战略投资。这也预示着人工智能行业与产业在资本层面的战略合作开始增多。

图表 1-7: 2013 年-2019 年上半年人工智能投资轮次



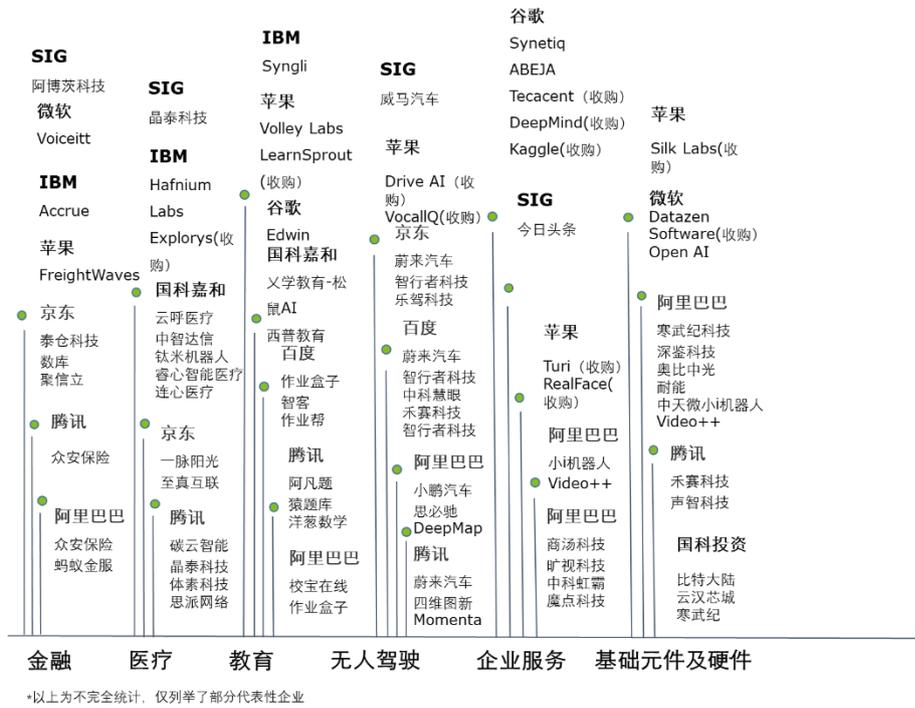
数据源：德勤研究

- **巨头投资人工智能布局在业务关联产业上下游。** 在人工智能发展的热潮中，嗅觉敏锐的互联网巨头也开始了自己的战略布局。阿里巴巴、腾讯、百度、京东为首的互联网巨头已经将投资渗透到人工智能的各个板块。从领域来看，各投资机构选择投资的项目均处于其未来产业战略布局的上下游，而这些获投项目也推动着国家人工智能发展战略的落地。

例如阿里巴巴投资重点主要在安防和基础组件，获投的代表性公司包括商汤、旷视和寒武纪科技等。腾讯投资的重点主要集中在智慧健康、教育、智慧汽车等领域，代表性的公司包括蔚来汽车、碳云智慧等企业。百度投资的重点主要在汽车、零售和智慧家居等领域。京东投资重点聚集在汽车、金融和智慧家居等领域。而依托中科院体系的国科系则在与芯片、医疗、教育等人工智能技术和应用领域均有涉足。随着数字化在各行业中的转型和融

合，人工智能在无人驾驶、医疗健康、教育、金融、智能制造等多个领域都将成为巨头的必争之地。

图表 1-8: AI 领先企业主要投资领域



数据源：德勤研究

图表 1-9: 全球人工智能企业高增长排行榜

排名	公司名称	国家	增长率	细分领域
1	Shape Security	美国	23576%**	企业服务
2	BioCatch	美国	10451%**	医疗
3	Signifyd	美国	6417%**	企业服务
4	文学教育-松鼠AI	中国	5752%*	教育
5	UiPath	美国	4614%**	机器人
6	Remark Holdings, Inc.	美国	3741%**	数据服务

7	Domino Data Lab	美国	3257%**	金融
8	Mujin Inc	日本	1251%*	机器人
9	Vectra	美国	1099%**	安防
10	地平线	中国	1000%	自动驾驶
11	DataRobot	美国	900%	深度学习
12	Datum Studio Co Ltd	日本	881%*	深度学习
13	字节跳动	中国	733%*	商业智能
14	Videonetics Technology Pvt Ltd	印度	699%*	计算机视觉
15	云从科技	中国	650%*	人脸识别
16	Welltok	美国	584%**	医疗
17	BounceX	美国	400%*	营销
18	商汤科技	中国	400%	视觉
19	Hivery	澳大利亚	370%*	零售
20	巨杉软件	中国	363%*	金融数据服务
21	Avant	美国	360%**	金融
22	Cloudera, Inc.	美国	354%**	数据服务
23	华策辉弘	中国	347%*	数据服务
24	珈和科技	中国	338%*	农业信息化
25	GumGum	美国	319%**	计算机视觉
26	Blue Prism	英国	304%*	机器人
27	TechVantage Systems Pvt Ltd	印度	300%*	深度学习
28	云知声	中国	300%	语音识别

29	SparkCognition	美国	268%**	网络安全
30	SmartDrive Systems	美国	258%**	无人驾驶
31	HireVue	美国	231%**	企业服务
32	Facebook	美国	226%**	企业服务
33	Voltari	美国	223.30%	广告营销
34	Polestar Solutions & Services India Pvt Ltd	印度	221%*	网络安全
35	旷视科技	中国	194%	计算机视觉
36	BYJU'S	印度	186%	教育
38	ZeMoSo Technologies Pvt Ltd	印度	171%*	数据服务
37	Conversica	美国	152%**	营销
39	玖富	中国	124%	金融
40	Domo	美国	91.1%*	商业智能
41	Tesla	美国	82%	无人驾驶
42	Amazon	美国	71.3%*	综合
43	NVIDIA	美国	69.6%*	芯片
44	蚂蚁金服	中国	65%	金融
45	Globant	美国	61.6%*	数据服务
46	Alphabet	美国	51.6%*	综合
47	阿里巴巴	中国	51%	综合
48	Microsoft	美国	51%*	综合
49	科大讯飞	中国	45%	智能语音
50	Uber	美国	43%	无人驾驶

备注：增长率以三年**为基准，若无三年**数据则以两年*为准，若无两年*数据则以一年为准。

来源：德勤研究

1.4 城市逐渐成为 AI 创新融合应用主战场

城市是承载 AI 技术创新融合应用的综合性载体，也是人类与 AI 技术产生全面感知的集中体验地。过去几年，全球各地的主要城市都在 AI 技术的发展中发挥了差异化作用，构建了各自的生态体系，并在赋能产业应用、助力区域经济发展方面实现初步效果，掀起了人类对新一轮产

业革命的思考、认知和行动。随着 AI 应用纷纷落地于城市层面，城市逐渐成为 AI 创新融合应用的主战场。

虽然全球各地 AI 技术的关键成功要素各有差异，但总体而言都构建了有利于技术与城市融合的生态发展体系。我们对超过 50 个 AI 技术细分应用行业、100 多个 AI 技术相关的大学及研究机构、200 多家头部企业、500 多个投资机构、7,000 家 AI 企业、10 万名 AI 领域核心人才的持续跟踪观察，总结了以城市为主体的 AI 技术及产业生态体系的特点、框架及发展路径。经过综合考虑，我们认为一个城市 AI 技术创新融合应用程度可主要通过考察以下五大方面：

顶层设计：即 AI 产业扶持政策、特殊立法、资料开放政策及开放程度等

算法突破：即 AI 芯片等人工智能核心软硬件的研发核心环节等

要素品质：即 AI 领军人物、资本支持力度、科学家薪酬水平、行业会议影响力等

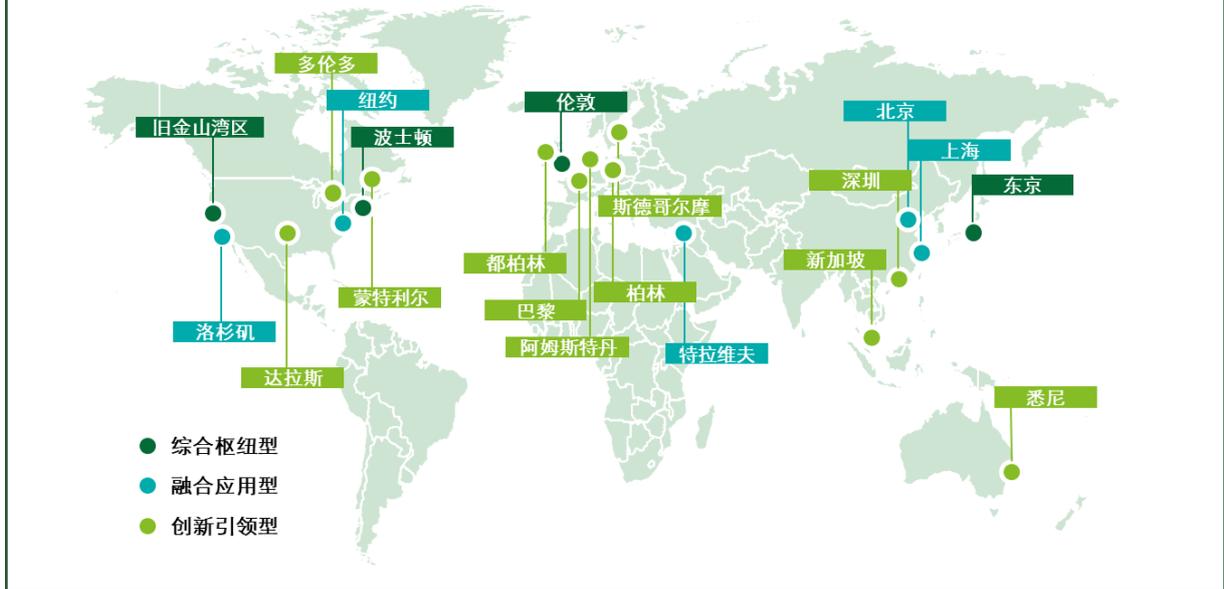
融合品质：即前沿学科连结性（AI: +Cloud、+Blockchain、+IoT、+5G、+Quantum Computing 等前沿技术）、创新主体多元性（头部企业、学术机构等）、文化多样性等

应用质量：即金融、教育、医疗、数位政务、医疗、无人驾驶、零售、制造、综合载体发展等

根据全球城市在上述五项指标中的评估表现，德勤评选出最具代表性的三大类共计 20 个全球 AI 创新融合应用城市：

图 1-10 2019 年 20 个全球 AI 创新融合应用城市

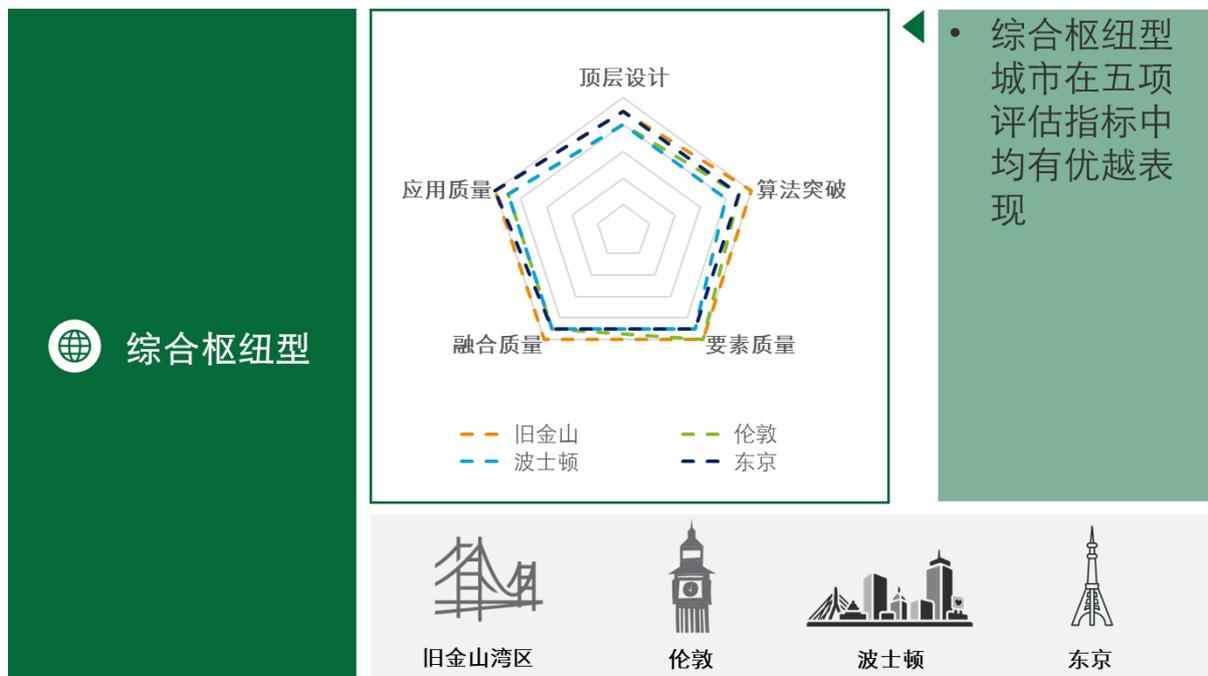
2019年20个全球AI创新融合应用城市



来源：德勤研究

综合枢纽型

图 1-11 综合枢纽型 AI 城市



来源：德勤研究

旧金山湾区

旧金山湾区作为全球知名的 AI 创新地，在 AI 创新融合应用城市评选的 5 个方面均表现亮眼。其中，在要素质量方面，旧金山湾区是全球 AI 资本的集聚地，数据显示，2000-2016 年吸引了全球 38% 的 AI 投资，美国超过 1/3 的人工智能企业诞生于此²。此外，旧金山大湾区还积极承办具有全球影响力的人工智能论坛——2018 年 AAAI Conference，进一步提高城市在人工智能产业发展的影响力。在融合质量方面，旧金山湾区汇集了美国斯坦福、伯克利、圣地亚哥等全球顶尖研究型高校，为 Facebook、LinkedIn、Amazon、Apple、Google 等科技巨头输送了大量 AI 人才。值得注意的是，³上述企业为机器学习科学家提供的平均年收入高达 293,000 美元，对 AI 人才集聚具有极强的吸引力。在应用质量方面，硅谷作为湾区人工智能产业的核心载体，包括 IBM、Google、NVIDIA、Intel 在内的头部科技企业目前在智慧家居、智慧交通、智慧医疗、智慧零售、智能能源和智能水资源等不同应用领域中积极布局。

伦敦

伦敦作为欧洲创新密度最高的 AI 枢纽，一直走在 AI 产业创新的前沿。在应用质量方面，总部位于伦敦的 AI 明星企业——DeepMind 公司制造的 AlphaGo 围棋机器人击败了排名世界第一的世界围棋冠军柯洁，成为人工智能发展史上的里程碑事件。目前 DeepMind 已与英国医疗机构和电力能源部门达成合作，寻求将人工智能运用在医疗、电力等领域的方案，以此提高疾病防治和能源适用效率。在融合质量方面，伦敦是欧洲 AI 投融资的火车头，数据显示，2000-2006 年英国累计 AI 融资规模占欧洲的 49%，其中超过 60% 的资金集中在伦敦⁴。数据显示，英国人工智能企业融资规模达 12.51 亿美元，融资 145 次，平均每笔融资 862.76 万美元⁵。在人才方面，来自剑桥、牛津和国王学院等英国顶级学府的大量 AI 人才推动了伦敦在云计算和 AI 硬件方面的发展，例如知名半导体公司 ARM 就是剑桥大学剥离而来。

波士顿

波士顿是人工智能的诞生地，在学术界及业界拥有着极强的影响力。在要素质量方面，除了定期举办的世界级人工智能会议 AI World Conference & Expo 之外，波士顿学术界更是诞生了 "人工智能之父" 约翰·麦卡锡(John McCarthy)与马文·李·闵斯基(Marvin Lee Minsky)。

² 《全球人工智能發展報告(2017)》，烏鎮智庫

³ 前瞻研究院

⁴ 《全球人工智能發展報告(2017)》，烏鎮智庫

⁵ 《全球人工智能發展報告(2018)》，烏鎮智庫

两人在达特茅斯会议上首次提出“人工智能”概念，并因在人工智能领域的突出贡献而获颁图灵奖。在融合质量方面，波士顿拥有众多世界一流学府，包括哈佛大学、波士顿大学、麻省大学、麻省理工在内的 35 座大学为波士顿地区人工智能产业持续提供高端人才。此外，根据麻省理工大学指出，波士顿还拥有顶尖的人工智能研究机构，包括全球最大的校园实验室——麻省理工学院计算机科学和人工智能实验室(CSAIL)以及 IBM 在波士顿地区投资 2.4 亿美元设立的 MIT-IBM Watson 人工智能研究所。在应用质量方面，受益于在机器人和生物科学领域积累的研究经验，波士顿在这两个领域的人工智能应用较为领先。根据 Emerj 人工智能研究院显示，超过 90%的美国军方所使用的陆地移动机器人研发于波士顿。

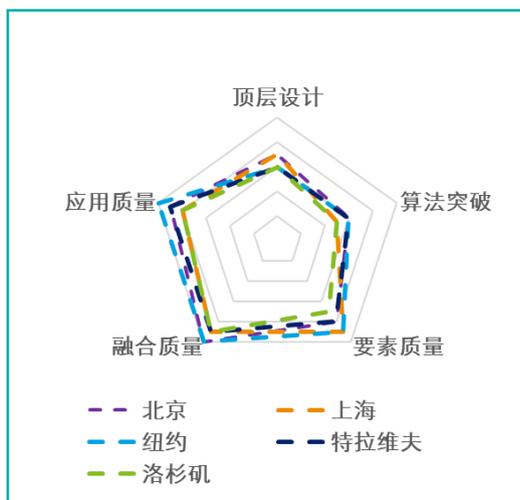
东京

东京是日本人工智能产业的首府。在顶层设计方面，政府为了推进东京人工智能产业的发展，专门成立了一个“人工智能战略委员会”，为鼓励企业发展人工智能产业制定各项政策。在应用质量方面，东京偏向于无人驾驶及机器人的发展。本田近年已在东京设立人工智能研究基地，着重加强本田在无人驾驶汽车上的竞争力。而在机器人领域最具有代表性的，则是安川电机公司生产的工业机器人，目前已经广泛用于汽车、机械等领域的组装与焊接。在要素质量方面，东京积极承办国际人工智能展览会 AI EXPO，展览会聚集了包括阿里巴巴，Salesforce、FujiSoft 在内的行业领军者。在融合质量方面，不但政府设立多处人工智能研究机构，包括人工智能研究中心（AIRC）、高级智能项目中心（Center for Advanced Intelligence Project），东京大学、大阪大学、早稻田大学在内的 20 多所大学也均已设立人工智能专业，为人工智能产业的发展奠定了坚实的基础。

融合应用型

图 1-12 融合应用型 AI 城市

融合应用型



- 融合应用型城市在应用质量、融合质量、要素质量等评估指标中表现突出



来源：德勤研究

纽约

纽约是美国的金融和科技中心，在人工智能的融合质量和应用质量方面的表现尤为出色。在融合质量方面，纽约良好的投资环境和畅通的融资管道为 AI 初创企业的发展提供必要的支持。据纽约州公布的报告显示，2016 年纽约市一共拥有 7,600 家科技公司，相比 2010 年增长了 23%，除了来自硅谷的科技巨头外还包括众多市值超过十亿美元的科技产业“独角兽”公司，如 Warby Parker、Blue Apron、Buzzfeed、FanDuel、OscarHealth、ZocDoc 等，企业创新氛围浓厚。在应用质量方面，纽约是美国智慧城市发展的领头羊。纽约市政府与 Cisco IBSG 合作推行 Smart Screen City 24/7 计划，将传统的电话亭改装成具有触摸和影音功能的智能屏幕（Smart Screen），为市民提供信息查询服务的同时作为 WiFi 热点构建全美最大的城市 WiFi 网络。此外，纽约还在曼哈顿西部建设商住区并大量安装电子探测仪，利用数码技术实时侦测区内交通、能源和空气质素等资料。同时，纽约作为世界金融之都，在金融科技的发展上也独树一帜。众多全球知名金融机构如花旗银行、摩根大通、摩根史坦利等近年来已在智慧投顾、智慧信贷等金融场景下推出金融服务产品。

上海

上海作为中国经济发展的领头羊，在 AI 技术创新融合应用上持续发力，致力于打造人工智能“上海高地”。在顶层设计方面，上海不断完善和细化在人工智能领域的发展战略和政策，继

《推动新一代人工智能发展的实施意见》之后，上海于 2018 年 9 月的世界人工智能大会发布了《关于加快推进上海人工智能高质量发展的实施办法》，办法围绕人工智能人才队伍的建设、数据资源的共享和应用、产业的布局和集群、政府资金的引进与支持等方面提出了 22 条具体政策。在融合质量方面，上海作为世界闻名的金融中心，已成为了推动人工智能产业投资基金组建运作的核心地区。从投资项目来看，上海拥有聚焦人工智能创新孵化的空间载体，入驻项目涉及医疗、教育、大数据等多个热门领域，具备极佳的投资环境。目前上海不仅拥有人工智能核心企业近 400 家，启动了微软-仪电创新平台、上海脑科学与类脑研究中心等基础研发平台，还吸引了亚马逊、BAT、科大讯飞等行业创新中心和 AI 实验室落沪。在应用质量方面，上海作为全国首个人工智能创新应用先导区，致力于发展无人驾驶、AI+5G、智能机器人，AI+教育、AI+医疗、AI+工业等应用场景，如特斯拉在上海建设超级工厂，将全面应用智能化和自动化生产技术。此外，上海近期积极建设马桥人工智能创新试验区，将成为未来上海 AI 场景落地的典范载体。

北京

作为中国的政治和经济中心，北京在中国 AI 技术创新融合应用中扮演了举足轻重的角色。在顶层设计方面，自 2016 年以来，北京已经发布了包括《关于促进中关村智能机器人产业创新的若干措施》、《关于加快培育人工智能产业的指导意见》等多项加快人工智能产业落地的政策。其规划目标与国家基本一致，领先于其他城市。在融合质量方面，不仅清华、北航、北大等顶尖研究机构为北京 AI 产业培养了大量的人才，首都的人才集聚效应还使其汇集了中国 43% 的 AI 初创企业和国内外科技巨头的 AI 研究中心，如 Google Beijing AI center，百度深度学习技术国家工程实验室等。在应用质量方面，在 2019 年 6 月召开的北京市应用场景建设工作推进会上，北京市科委发布了首批 10 项应用场景清单，明确未来将投资 30 亿元用于城市建设和管理、民生改善等领域，打造基于人工智能、物联网、大数据等技术的应用场景，以此提升城市精细化管理能力和公共安全水平。目前，在无人驾驶应用场景方面，北京已经向百度颁发无人驾驶测试牌照并为其提供测试场地。

特拉维夫

人工智能创新植根于以色列特拉维夫的城市基因中，促使其在要素质量、融合质量、应用质量等方面处于全球领先地位。在要素质量方面，特拉维夫的人工智能创业公司维持着高水平的融资额，并且不断实现增长，根据非营利组织 Start-Up Nation Central 报告显示，在 2018 年以色列人工智能公司共获得了 22.5 亿美元的融资⁶。在融合质量方面，以色列已拥有 1150 家人工智能初创企业⁷，涵盖机器学习、深度学习、计算机视觉、自然语言处理等技术领域。同时，以色列拥有希伯来大学、以色列理工大学、特拉维夫大学等人工智能顶尖研究型大学。在应用质量方面，特拉维夫人工智能企业应用方向涵盖了众多面向企业、面向消费者的服务领域，涵盖社交媒体、电商、农业、石油、天然气、采矿业、制造业等领域，以在社交媒体领域的应用为例，Cyabra 通过用户画像积累、语料情感分析等技术为社交媒体公司识别及预测虚假社交账户。

洛杉矶

洛杉矶是美国另一重要的人工智能之都，在顶层设计、要素质量、应用质量等方面具有突出表现。在顶层设计方面，美国发布《国家人工智能研究和发展战略计划》，将为人工智能培训创建公共数据集，并评估人工智能技术。在要素质量方面，洛杉矶已举办美国人工智能峰会、洛杉矶大数据和人工智能论坛、南加州人工智能与数据科学峰会等众多人工智能领域顶尖大会，如 2018 年“南加人工智能与数据科学峰会”吸引了 Salesforce、IBM、Redis Lab、Microsoft、Uber 等人工智能知名机构在大会上发布行业报告。在应用质量方面，洛杉矶在智能交通、智能医疗、数字政务、数字安全等方面已有较为成功的应用，以人工智能在交通领域的应用为例，洛杉矶通过建设自动交通监控系统，包括一系列道路传感器、数百个摄像头、4,500 个已实现系统控制的交通信号灯，成功将交通流量减少 12%、车辆行驶速度提高 16%⁸。

创新引领型

图 1-13：创新引导型 AI 城市

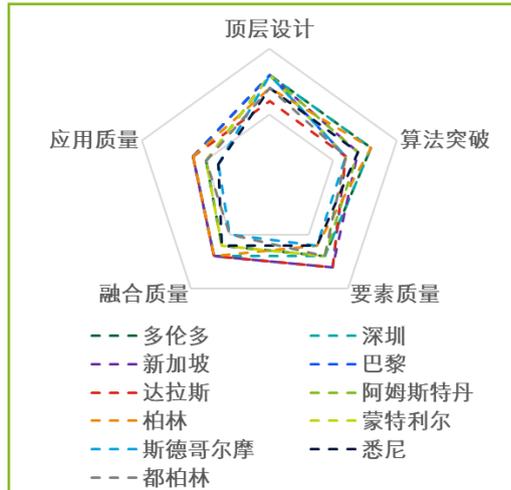
⁶ 资料来源：Start-Up Nation Central

⁷ 资料来源：Start-Up Nation Central

⁸ 资料来源：Smart City Council



创新引领型



- 创新引领型城市在顶层设计、算法突破、要素质量等评估指标中具备相对领先优势



来源：德勤研究

多伦多

多伦多作为承接加拿大政府泛加拿大人工智能战略的三个人工智能枢纽之一，是全球推动人工智能创新的典范城市。在顶层设计方面，相较于美国近年来趋严的移民政策，多伦多宽松友好的政治经济环境吸引了大量的 AI 研究人员和工程师，极大地促进了本地人工智能的发展。在要素质量方面，强大的本地投资者，孵化器，技术专家，如 Geoffrey Hinton 等多伦多 AI 产业的领军人物正在积极推动多伦多人工智能产业的进步和发展。在融合质量方面，多伦多大学和滑铁卢大学这两所世界顶尖学术机构每年都为多伦多不断地培养出工程师、开发人员、计算机和数据科学家等核心 AI 产业人才。此外，位于多伦多的世界上最大的创新中心之一——Mars Discovery District、多伦多大学的 Vector Institute 以及非盈利组织 Creative Destruction Lab 三个机构正共同致力于将本地技术和商业人才汇集在一起从而推动城市的人工智能创新。在应用质量方面，多伦多以发展人工智能在医疗保健、金融、生物制药、电子商务等行业的应用场景并打造人工智能小区为重点工作。以生物制药为例，多伦多 AI 企业 Cyclica 成功地开发了一种新型生物大数据和人工智能平台，该平台被制药业用于研发更好的药物。

深圳

深圳作为中国的科技产业重镇，拥有中国 20%的 AI 企业，在制造和硬件领域积累了大量的产业发展经验。在算法突破方面，过去的几十年中，深圳培育了世界互联网巨头——腾讯和世界知名移动设备提供商——华为。此外，旷视科技、依图、商汤、优必选、碳云智慧等一大批 AI 算法及软硬件初创企业均在此设立了办公室。事实上，深圳作为华南 AI 人才的集聚地，吸引了众多来自中山大学、华南理工大学、暨南大学等一流高校人才，为本地 AI 产业链各环节的发展提供了源源不断的智库储备。在应用质量方面，作为全国人工智能专利贡献最多的城市，深圳是名副其实的科技产业巨头。工业机器人、民用无人机、智能手机等产品的产量均位居全国前列，智能制造、智能医疗、智能家居、智慧农业等一批新产业、新业态不断涌现。

新加坡

新加坡是一座典型的由政府公共部门与私营单位一起引导人工智能产业发展的城市。在顶层设计方面，政府积极引领人工智能产业的发展，在 2018 年出台了关于自动驾驶汽车的交通法规，从而推动该应用场景的投资与发展。同时，新加坡政府与世界经济论坛合作搭建亚洲首个人工智能伦理责任管理构架，推动企业及社会在相关问题上的考。在要素质量方面，新加坡政府在近年推出 AI.SG 计划。根据新加坡国家研究基金会显示，该项目包含国家研究基金会(NRF)等公共单位及民间企业，将投资 1.5 亿新加坡币发展人工智能产业。在融合质量方面，SAP、Salesforce 等龙头企业均在新加坡设立人工智能研究中心，为当地人工智能行业的发展注入了丰富的资源。行业的领军人物也较为出众，包括在顶级行业会议及杂志中发表超过 200 篇研究的 Steven Hoi 教授等科研人才。在应用质量方面，新加坡着力发展包括医疗保健、交通、金融和商业服务、制造业在内的人工智能应用场景，赋能当地经济发展。

巴黎

巴黎是欧洲最具投资吸引力的人工智能中心之一，在顶层设计、要素质量和融合质量等方面具备较强优势。在顶层设计方面，《法国人工智能战略》的推出将人工智能上升至法国国家战略高度，同时，未来还将建立公共机构和私人机构数据分享平台以提高数据共享程度。在要素质量方面，法国政府将拨款 15 亿欧元用以支持科技研发⁹。另外，巴黎大区政府也通过财政支持了众多人工智能创业公司。在融合质量方面，IBM、谷歌、三星、Facebook 等头部企业的人工智能总部已在巴黎建立。另外，巴黎还拥有众多尖端实验室、上千家人工智能创业公司以及巴黎第一大学等世界知名的研究型大学，已形成了繁荣的人工智能创新基地和生态体系。

⁹ 法國《費加羅報》

达拉斯

达拉斯是美国人工智能代表城市之一，在要素质量、融合质量和应用质量等方面较为领先。在要素质量方面，达拉斯人工智能的领头人物 Vibhav Gogate 教授曾获美国国家科学基金会颁发的 CAREER 荣誉，并获得美国国防高等研究计划署 180 万美元的研究经费¹⁰。2019 年初的 Big Data & AI Conference 更是吸引了包含谷歌、亚马逊、甲骨文、IBM、Verizon 在内的人工智能行业龙头参与。在融合质量方面，得克萨斯大学达拉斯分校为达拉斯提供了顶尖的人工智能研究实力，其计算机科学在人工智能及自然语言处理领域排名世界第六¹¹，发布了一系列出版于国际人工智联合会议的研究报告。在应用质量方面，达拉斯在人工智能零售应用方面的表现相当出色，领头企业包括人工智能初创企业 Symphony Retail AI，曾获得全球最大的人工智能评审机构 Awards.AI 颁发的“最佳零售向人工智能应用”奖项。

阿姆斯特丹

阿姆斯特丹正在发展为欧洲重要的人工智能城市，在算法突破、要素质量、应用质量等方面具有领先实力。在算法突破方面，阿姆斯特丹在运算智慧、感知智慧、认知计算等核心技术领域已实现了阶段性的突破。要素质量方面，荷兰国际人工智能博览会与荷兰国际物联网博览会是欧洲最大的人工智能行业盛会，2018 年 6 月在阿姆斯特丹 RAI 国际会展中心举办的大会吸引了包括 IBM、DHL 和 KLM 等世界人工智能知名机构以及众多人工智能专家。在应用质量方面，荷兰众多人工智能初创公司集聚阿姆斯特丹，应用方向涵盖金融服务、零售、医疗保健、制造业、房地产、传媒、农业等领域，例如企业 BI 平台公司 Pyramid Analytics 提供的适应现有系统的机器学习模型和可视化系统被西门子等多个行业客户所采用。

柏林

柏林是德国人工智能基础研究实力最为雄厚的城市，在算法突破、融合质量、应用质量方面表现突出。在算法突破方面，柏林拥有目前世界最大的非营利人工智能研究机构德国人工智能研究中心（DFKI），其股东包括 Google、Intel、微软、宝马、SAP 等全球科技龙头企业。同时柏林拥有享誉世界的非营利性研究机构马克斯-普朗克研究所（Max Planck Institute），下辖共有超过 80 个研究所¹²，因此柏林在基础研究领域具备全球领先的科研实力。在融合质量

¹⁰ 德克萨斯大学达拉斯分校官网

¹¹ 德克萨斯大学达拉斯分校官网

¹² Max Planck Institute 官网

方面，众多人工智能人才、占德国 40.2%的人工智能初创企业¹³、众多科研机构的集聚形成了柏林多元化的融合创新氛围。在应用质量方面，柏林在无人驾驶领域极具国际竞争力，例如奥迪等德国汽车制造商对于人工智能技术应用的进展处于全球领先地位。

蒙特利尔

蒙特利尔是新兴的人工智能中心，被称为人工智能的“新硅谷”，在顶层设计、要素质量、融合质量等方面优势明显。在顶层设计方面，魁北克省政府一系列税收优惠、政策倾斜、投资优惠、贷款优惠、等优惠措施吸引了众多人工智能公司落户。在要素质量方面，蒙特利尔在人工智能行业的发展得到了政府的资本支持，5年内人工智能行业将得到来自魁北克省政府总共3.3亿加元的投资，其中约有3,800万加元将用以吸引人工智能人才，6,500万加元将用以投资人工智能应用¹⁴。蒙特利尔的人工智能领军人物 Yoshua Bengio 在人工智能领域的创新研究吸引了 Facebook、微软、谷歌、等高科技巨头公司的科研资金。此外，极具国际影响力的人工智能顶级会议神经信息处理系统大会（NIPS）也创立于加拿大。在融合质量方面，蒙特利尔拥有谷歌、Facebook、三星等国际人工智能巨头设立的研究中心，同时拥有算法学习人工智能实验室（MILA）、AI 实验室（IVADO）、麦吉尔大学、蒙特利尔大学等众多人工智能研究机构。

斯德哥尔摩

斯德哥尔摩是北欧领先的人工智能代表城市，在顶层设计、要素质量等方面具有较强表现。在顶层设计方面，瑞典政府已将人工智能和机器学习确定为“能够增强瑞典的竞争力和福利”的优先领域，参与欧洲 25 国签署的《人工智能合作宣言》，以及参与丹麦、芬兰等八个北欧和波罗的海国家的代表在斯德哥尔摩签署《加强人工智能合作宣言》，以国家战略推动人工智能的发展。在要素质量方面，斯德哥尔摩已举办了国际人工智能联合会议（IJCAI）、欧洲人工智能会议（ECAI）、机器学习大会（ICML）、北欧商业论坛（Nordic Business Forum）等众多国际人工智能大会，大会讨论方向涵盖机器学习、计算机视觉、多实体系统、自然语言处理等领域。

悉尼

¹³ 德國《商報》

¹⁴ 魁北克省政府 2019 預算

悉尼是全球知名的人工智能中心之一，在算法突破、要素质量、融合质量等方面均表现突出。在算法突破上面，悉尼大学 Ross Quinlan 博士发明了人工智能数据挖掘的全球第一算法 C4.5，凸显了其在数据挖掘算法领域的优势。此外，悉尼人工智能行业亦得到了澳大利亚政府 2.5 亿美元支持，以推动人工智能相关的合作研究项目（CRC）的发展¹⁵。在融合质量方面，悉尼拥有悉尼大学 UBTECH 悉尼人工智能中心、悉尼科技大学人工智能中心（CAI）。其中，UBTECH 悉尼人工智能中心与戴尔 EMC 合作开展人工智能及机器人应用方面的研究，而人工智能中心（CAI）已发布超过 740 篇人工智能相关的研究论文，其中 337 篇更是刊登于业界领先的研究杂志中¹⁶。

都柏林

都柏林是人工智能知名岛国爱尔兰的首都及最大城市，在顶层设计、要素质量、融合质量等方面占据领先地位。在顶层设计方面，爱尔兰经济发展局（IDA）与 Enterprise Ireland 合力打造了爱尔兰的 AI 岛屿战略，计划创立完全由业界引导的硕士项目及相关的短期教育课程，从国家战略高度提升爱尔兰人工智能人才数量。在要素质量方面，都柏林人工智能行业融资水平较高，人工智能初创企业吸引了超过 58 亿欧元的投资¹⁷。在融合质量方面，都柏林已建立了完善的人工智能创业生态，汇集了 Facebook、谷歌和微软等科技巨头。此外，科技公司纷纷来此设立人工智能研究中心，包括三星与都柏林大学学院 400 万欧元的合作项目¹⁸及华为与都柏林三一学院 1,770 万欧元的研究项目¹⁹。

1.5 AI 支持体系不断发力

作为推动人工智能技术进步的“三驾马车”，算法、数据和计算力在过去的 5-10 年间不断创新。在算法方面，人类在机器学习的算法上实现了突破，特别是在视觉和语音技术方面的成就尤为突出。在数据方面，移动互联网时代的到来使数据量迎来了爆炸式增长。

人工智能算法模型经过长期发展，目前已覆盖多个研究子领域。以机器学习为例，其核心算法包括最小二乘法、K 近邻算法、K 均值算法、PCA 分析法核心模型包括线性回归、逻辑回归、

¹⁵ 澳大利亞產業、創新與科學署

¹⁶ 悉尼科技大學官網

¹⁷ Tech Ireland

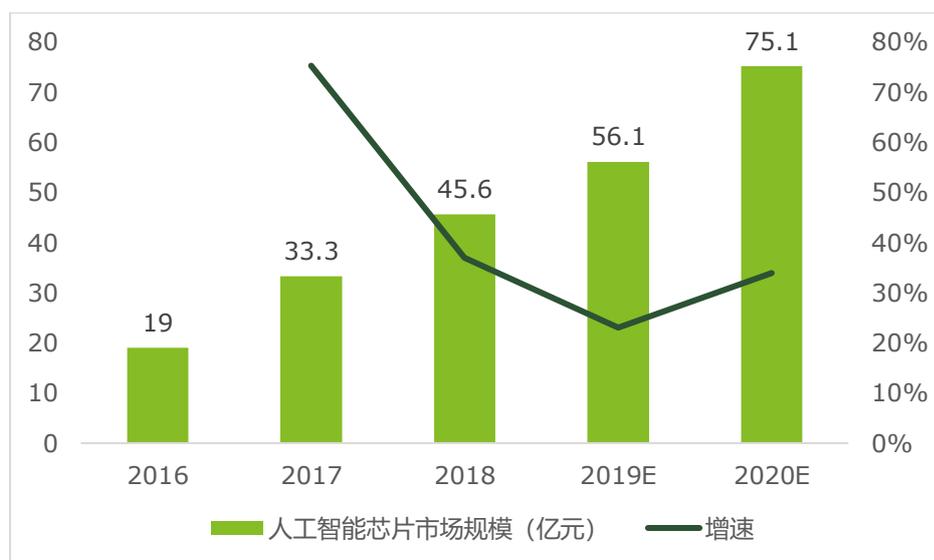
¹⁸ 都柏林大學學院官網

¹⁹ 都柏林三一學院官網

判定树、聚类、支持向量机等。主流算法模型库使得常见算法模型得到了高效实现：TensorFlow 框架、Caffe 框架、CNTK 框架等分别针对不同算法模型进行收集整理，在算法的开发利用中有很高的实用性。随着大数据技术的不断提升，人工智能赖以学习的标记数据获得成本下降，同时对数据的处理速度大幅提升。宽带的效率提升。物联网和电信技术的持续迭代为人工智能技术的发展提供了基础设施。2020 年，接入物联网的设备将增加至 500 亿台。代表电信发展里程的 5G 的发展将为人工智能的发展提供最快 1Gbps 的信息传输速度。

在计算力上，得益于芯片处理能力提升、硬件价格下降的并行使得计算力大幅提升。截至目前，全球人工智能的计算力主要是以 GPU 芯片为主。但随着技术的不断迭代，如 ASIC、FPGA 在内的计算单元类别将成为支撑人工智能技术发展的底层技术。

图表 1-14: 中国人工智能芯片市场规模与增速预测 (2016-2020)



数据源：前瞻产业研究院，德勤研究

图表 1-15: 人工智能芯片分类

	优点	缺点

GPU	硬件资源仅小部分用于控制点、大部分用作逻辑元算单元（ALU），以上结构为大规模数据处理提供了条件	无法应对超大量的数据； 需要基于指令系统； 功耗大；需要解码
ASIC	不需要取指令和译码； 专注于数据处理或者传输	需定制； 功能单一
FPGA	速度功耗优于通用处理器； 可程序设计开发可以快速试错迭代	功能需自身搭建； 程序设计语言不统一

数据源：公开资料，德勤研究

1.6 顶层政策倾斜力度持续增加

人工智能对社会和经济影响的日益凸显，各国政府也先后出台了对人工智能发展的政策，并将其上升到国家战略的高度。截至目前，包括美国、中国和欧盟在内的多国和地区颁布了国家层面的人工智能发展政策。

图表 1-16：各国针对人工智能出台的政策



数据源：政府工作报告，公开资料，德勤研究

时至 2019 年，中国政府继续通过多种形式支持人工智能的发展。此前，中国形成了科学技术部、国家发改委、中央网信办、工信部、中国工程院等多个部门参与的人工智能联合推进机制。从 2015 年开始先后发布多则支持人工智能发展的政策，为人工智能技术发展和落地提供大量的项目发展基金，并且对人工智能人才的引入和企业创新提供支持。这些政策给行业发展提供坚实的政策导向的同时，也向资本市场和行业利益相关者发出了积极信号。在推动市场应用方面，中国政府身体力行，直接采购国内人工智能技术应用的相关产品，先后落地多个智能城市、智能政务等项目。

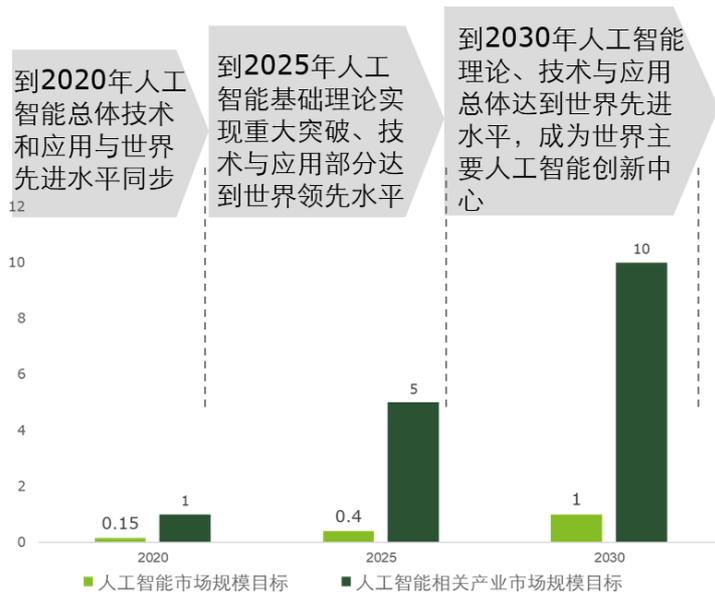
图表 1-17: 国家层面人工智能发展政策



数据源：公开资料，德勤研究

从战略层面来看，《新一代人工智能发展规划》是中国在人工智能领域进行的第一个系统部署文件，具体对 2030 年中国新人工智能发展的总体思路、战略目标和任务、保障措施进行系统的规划和部署。规划根据中国人工智能市场目前的发展现状分别对基础层、技术层和应用层的发展提出了要求，并且确立中国人工智能在 2020、2025 以及 2030 年的“三步走”发展目标。

图表 1-18: 国家战略规划下的人工智能发展“三步走”



数据源：国务院，德勤研究

从地方政策来看，全国多地根据自身实际情况制定了人工智能发展规划。全国 31 省市中已有 19 个省市发布了人工智能规划，其中有 16 个制定了具体的产业规模发展目标，产业规模目标排名前五的省市分别为上海市、北京市、浙江省、广州市和四川省。其中以北上广深为代表的城市积极地制定了行之有效的政策，为人工智能产业的落地和发展产生了较大的推动作用，成为中国人工智能行业的重要实践者和领头羊。以北京为例，已经发布了包括《关于促进中关村智能机器人产业创新发展的若干措施》、《关于加快培育人工智能产业的指导意见》等多项加快人工智能产业落地的政策。其规划目标与国家基本一致，领先于其他城市。

图表 1-19：各省市人工智能发展政策

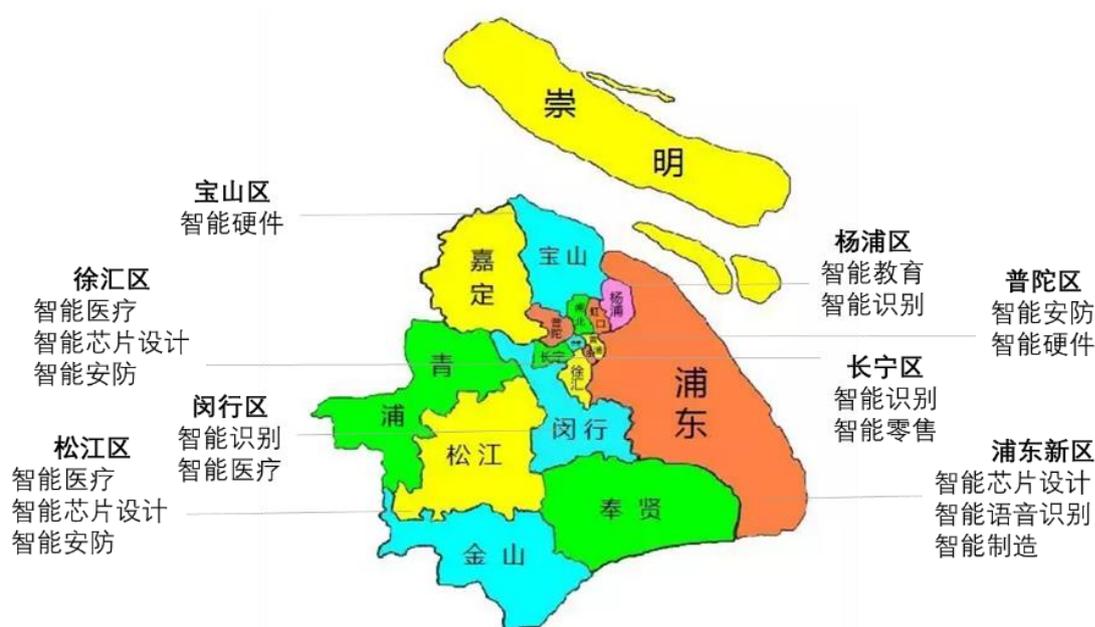
省市	政策
北京	关于促进中关村智能机器人产业创新发展的若干措施 北京市加快科技创新培育人工智能产业的指导意见 中关村国家自主创新示范区人工智能产业培育行动计划
上海	关于加快推进人工智能高质量发展的实施办法 关于本市推动新一代人工智能发展的实施意见 上海市绿化市容行动行业人工智能发展规划纲要

	上海市人工智能创新发展专项支持实施细则
广东	广东省新一代人工智能发展规划 广东省促进大数据发展行动计划（2016-2020年）
浙江	浙江省新一代人工智能发展规划
安徽	安徽省新一代人工智能产业发展规划 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年）
广西	关于贯彻落实新一代人工智能发展规划的实施意见
黑龙江	黑龙江省人工智能发展规划 沈阳市新一代人工智能发展规划
四川	四川省新一代人工智能发展实施方案的通知
天津	天津市新一代人工智能产业发展三年行动计划 天津市加快推进人工智能科技产业发展总体行动计划 天津市人工智能“七链”精准创新行动计划
河南	河南省智能制造和工业互联网发展三年行动计划
河北	河北省战略性新兴产业发展三年行动计划
贵州	智慧贵州发展规划（2017-2020年）
湖南	长沙关于加快新一代人工智能产业发展推动国家智能制造中心建设的若干政策
湖北	湖北省科技创新“十三五”规划
福建	关于推动新一代人工智能加快发展的实施意见
江苏	智慧江苏建设行动计划（2018-2020年）
江西	关于加速推进人工智能和智能制造发展的若干措施

数据源：公开资料，德勤研究

以上海为例，通过不断完善和细化在人工智能领域的发展战略和政策，上海正努力建造国家AI发展高地。继《推动新一代人工智能发展的实施意见》之后，上海于2018年9月的世界人工智能大会发布了《关于加快推进上海人工智能高质量发展的实施办法》，办法围绕人工智能人才队伍的建设、数据资源的共享和应用、产业的布局和集群、政府资金的引进与支持等方面提出了22条具体政策。这22条新举措与上海既往的AI行业政策紧密衔接，充分利用并结合各类资金、项目、服务资源，为上海的人工智能产业提供了广阔的发展平台。

图表 1-20: 上海人工智能应用发展区划



数据源: 上海市经济和信息化委员会, 德勤研究

2019年6月13日科创板在上海开板后, 投资和产业将进一步融合, 为人工智能的创新提供资金保障。截止至7月5日, 全国科创板注册生效公司共有25家, 注册地为上海的有5所, 其中就包括提供芯片服务的人工智能明星公司澜起科技。从投资机构来看, 上海汇集了大量资金雄厚、影响力巨大的金融公司, 从投资项目来看, 上海拥有聚焦人工智能创新孵化的空间载体, 入驻项目涉及医疗、教育、大数据等多个热门领域, 拥有极佳的投资环境。上海政府还围绕国家战略, 扶持了一批人工智能创新发展专项企业, 这些创业项目大部分以其先进的技术和商业价值实现了落地, 甚至获得千万级融资, 成为将来冲击科创板的热门候选项目。

图表 1-21: 上海市人工智能代表创新企业分布



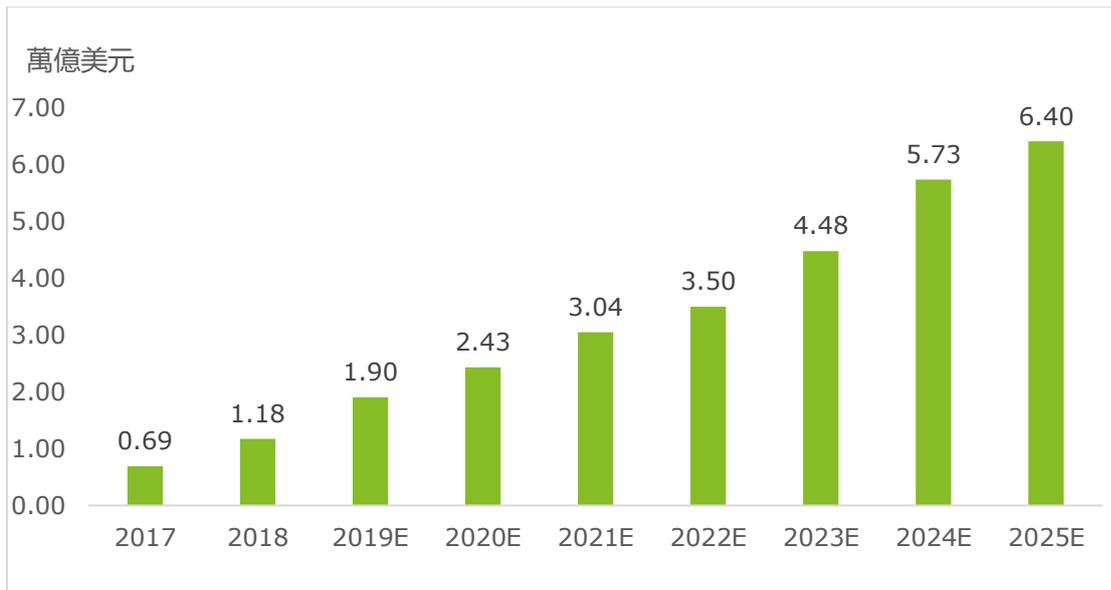
数据源：上海市经济和信息化委员会，德勤研究

总的来说，人工智能产业在全国呈现出多地开花的势态。各省市在国家推出人工智能发展规划后积极响应，其中一线城市作为中国技术、人才和产业发展最具优势的区域成为中国人工智能发展的中心，有效地带动周边区域的发展。

1.7 全球 AI 市场超 6 万亿美元

人工智能将提升社会劳动生产率，特别是在有效降低劳动成本、优化产品和服务、创造新市场和就业等方面为人类的生产和生活带来革命性的转变。全球范围内越来越多的政府和企业组织逐渐认识到人工智能在经济和战略上的重要性，并从国家战略和商业活动上涉足人工智能。全球人工智能市场将在未来几年经历现象级的增长。我们预测未来 2025 年世界人工智能市场将超过 6 万亿美元，2017-2025 年复合增长率达 30%。

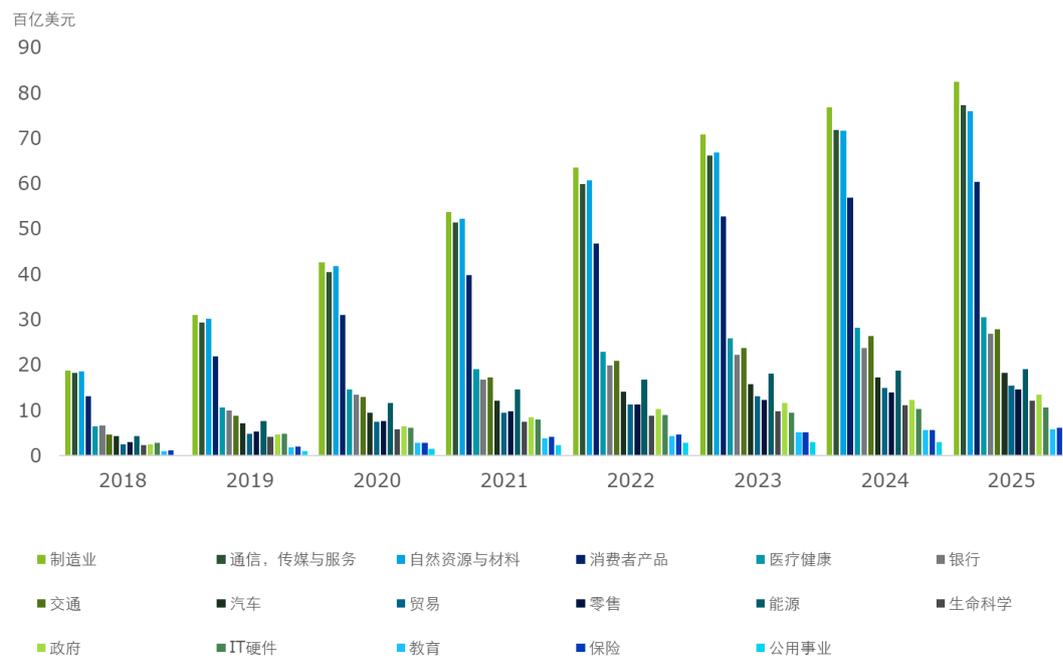
图表 1-22: 全球人工智能市场规模



数据源：德勤研究

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

图表 1-23: 人工智能市场规模 (按行业分类)



数据源：Gartner

我国的人工智能核心产业规模目前已超过 1000 亿元，预计到 2020 年将增长至 1600 亿元，带动相关产业规模超一万亿元。²⁰其中北京、上海、浙江、江苏、广东的人工智能相关产业规模位于所有省份和直辖市前列，预计 2020 年分别可达到 1400 亿、1300 亿、2700 亿、1000 亿和 2800 亿。

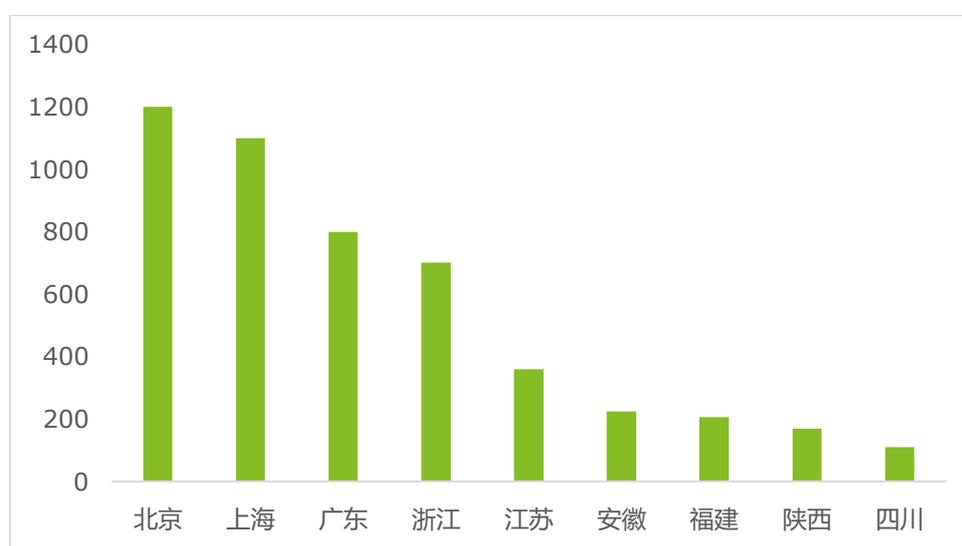
以上海为例，上海自推出《关于本市推动新一代人工智能发展的实施意见》以来，人工智能产业发展加速，2019 年相关产业规模可达到 1200 亿元。依托长三角的区位优势，上海人工智能企业在人才、资本方面都能获取到充足且优质的资源，企业集群带来的效益提升显著，有利于公司和行业规模的持续扩大。

1.8 京津冀、长三角、珠三角 AI 企业云集

人工智能技术进入商业应用阶段后，已经逐步在众多行业得到应用，其发展前景受到政府、企业等社会各方的普遍认可，毫无疑问已经成为影响经济发展的重要力量。

各地政府为推动产业升级，实现经济新旧动能转换，纷纷颁布与人工智能产业相关的产业规划指导意见，提供税收优惠、资金补贴、人才引入、优化政务流程等措施优化营商环境，吸引有实力的企业入驻，同时培育本地人工智能企业。

图表 1-24：中国人工智能企业分布情况



数据源：公开资料整理，德勤研究

在政策与资本双重力量的推动下，人工智能企业数量快速上升，据不完全统计，中国各地人工智能企业超过 3000 家，京津冀、珠三角、长三角是人工智能企业最为密集的地区。同时，由

²⁰ 2018 年“世界电信和资讯社会日”工信部发言

于有大量的传统制造业需要利用人工智能技术进行智能化升级，再加上政府政策的支持，西部川渝地区也成为人工智能企业的聚集区域。

从城市层面来看，北京、上海、深圳、杭州市是聚集人工智能企业数量最多的城市，均超过了 600 家，处于第一梯队。

图表 1-25: 上海重点人工智能企业分布地图

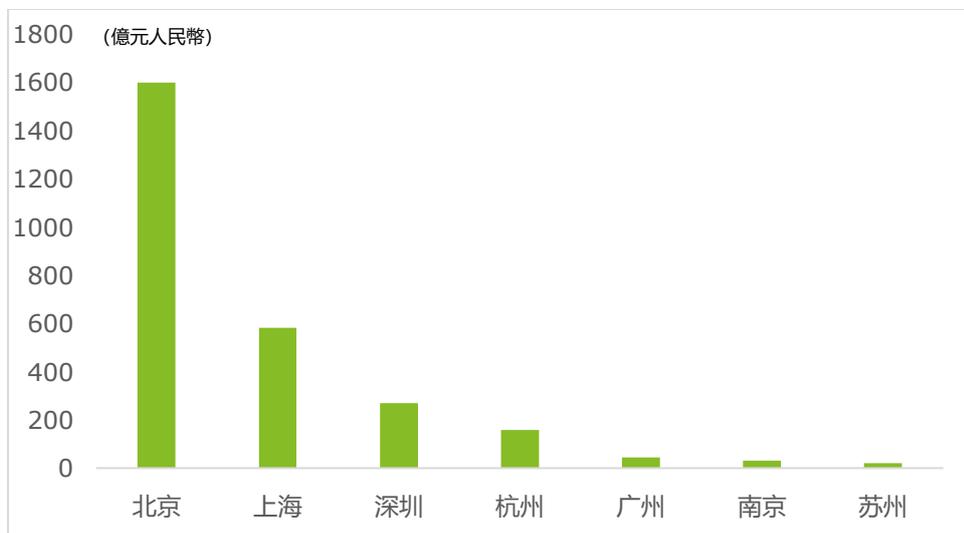


数据源：IT 桔子，德勤研究

投融资金额：北京、上海人工智能初创企业融资金额最多

活跃的资本环境将对支持人工智能初创企业提升技术、获取用户、拓展市场有积极影响，促进人工智能产业链上下游企业形成规模效应，从而提升城市人工智能产业实力。

图表 1-26: 各城市人工智能初创企业融资金额（2015 年-2019 年上半年）



数据源：IT 桔子，德勤研究

初创企业在新技术的研发与商用方面承担开拓者的作用，初创企业获得的融资金额在一定程度上代表了该地区在新技术的发展前景。人工智能技术已经步入商用阶段，其应用范围已经拓展至金融、交通、医疗、生产制造等多方面，初创企业获得更多的融资金额意味着更多的资金将推动人工智能渗透更多行业。

在初创企业获得的融资金额方面，自 2015 年以来，北京、上海人工智能初创企业融资金额均超过 500 亿元，分别为 1599 亿元与 582 亿元。这是因为北京、上海聚集中国大部分的人工智能初创企业，企业技术实力雄厚，同时客户对新技术的接受度更高，因而拥有更为广阔的应用市场。

科研院校与机构实力差异明显：北京实力雄厚，上海依靠高校，深圳依靠企业，杭州相对单

—

科研院校与机构是人工智能技术研发的重要场所。中国人工智能论文数量自 2014 年超过美国，并且远超其他国家，这与人工智能科研院校与机构的快速发展密不可分，同时，科研院校与机构也是人工智能专利申请的主要力量。因而，分析各城市人工智能科研院校与机构能够帮助了解该城市的技术力量。

图表 1-27：各城市人工智能科研院校与机构特点

	特点	科研院校	政府或科研机构与院校实验室	企业实验室
北京	<ul style="list-style-type: none"> • 科研技术实力最为雄厚 	占据全国50%以上: <ul style="list-style-type: none"> • 清华大学 • 北京大学 • 北京航空航天大学 • 中科院自动化所 	超过10个: <ul style="list-style-type: none"> • 模式识别国家重点实验室、 • 智能技术与系统国家重点实验室 • 深度学习技术及应用国家工程实验室 • 清华大学人工智能研究院 • 北京大学法律与人工智能实验室 	<ul style="list-style-type: none"> • 360 • 百度 • 小米 • 美团 • 京东 • 创新工场 • 今日头条 • 联想 • 优必选
上海	<ul style="list-style-type: none"> • 主要依靠高校，企业研究院/实验室虽低于北京，但奠定了一定的学术基础 	众多高校资源: <ul style="list-style-type: none"> • 上海交通大学 • 复旦大学 • 上海同济大学 	<ul style="list-style-type: none"> • 上海交大-Versc脑科学与人工智能联合实验室 • 中科院自动化研究所与松鼠AI联合成立平行AI智适应联合实验室 	<ul style="list-style-type: none"> • 上汽集团 • 飞利浦 • 商汤科技 • 腾讯 • 松鼠AI • 微软
深圳	<ul style="list-style-type: none"> • 主要依靠企业 	<ul style="list-style-type: none"> • 深圳大学 • 深圳南方科技大学 	主要为政府主导: <ul style="list-style-type: none"> • 深圳智能机器人研究院、 • 深圳人工智能与大数据研究院 	<ul style="list-style-type: none"> • 腾讯 • 华为 • 中兴
杭州	<ul style="list-style-type: none"> • 与北上深仍有一定差距 	<ul style="list-style-type: none"> • 浙江大学 		<ul style="list-style-type: none"> • 阿里巴巴 • 网易 • 吉利汽车

数据源：公开资料，德勤研究

上述四个城市在人工智能院校与机构维度各有特点。北京科研实力最为雄厚，拥有超过全国50%以上的科研院校，以及超过10家国家级实验室，同时，百度、京东、美团等互联网巨头建设企业实验室，向人工智能技术研发投入大量社会资本。上海借助包括复旦、同济、上海交大等优质高校资源，人工智能技术力量在全国也位居前列。深圳科技企业众多，借助腾讯、华为、中兴等领军企业的力量在人工智能技术占据一席之地。同时，政府也开始发挥其作用，建设了深圳智能机器人研究院与深圳人工智能与大数据研究院，以进一步提升技术实力。杭州无论是院校数量，院校实验室或企业实验室的数量仍然与北上深有一定差距，主要依靠阿里巴巴这一巨头开展人工智能研究。

从科研和技术平台的建设来看，上海已位居全国领先地位。上海人工智能功能平台建设已包括上海自主智能无人系统科学中心、复旦脑科学协同创新中心、类脑芯片与片上智能系统平台、脑与类脑智能国际创新中心和上海交通大学认知机器与计算健康研究中心等。与此同时，上海还成为了以“人工智能”为核心的产学研热门城市。包括阿里巴巴、腾讯、商汤、旷视、微软和亚马逊在内的科技巨头纷纷将其人工智能研发基地落户上海，并与当地科研高校建立了联合实验室，而这一举措也将加深产业与科研高校在人工智能领域的联动，为上海人工智能产业的发展提供坚实的智力支持。

图表 1-28: 上海人工智能科研中心分布



来源：公开资料，德勤研究

图表 1-29: AI 领先企业在中国研究中心分布

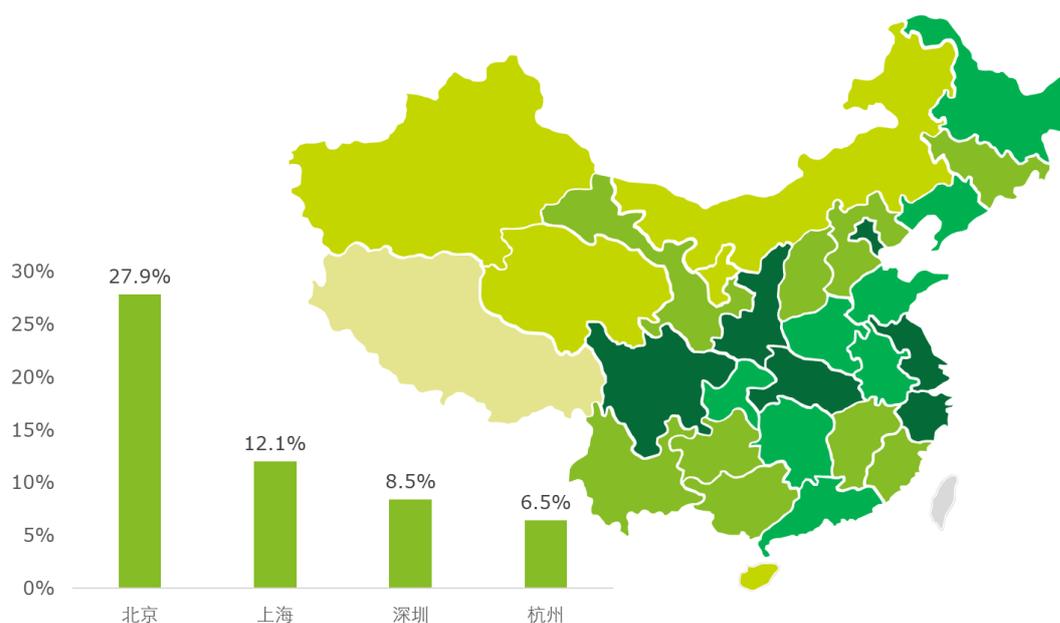
企业名称	合作内容
阿里巴巴	人工智能创新中心
腾讯	腾讯计算机视觉研发中心，并设立华东总部
亚马逊	AWS上海人工智能研究院
微软	微软亚洲研究院（上海）
科大讯飞	科大讯飞上海人工智能及脑科学研究院
商汤科技	投资60亿元，设立全球研发总部
旷视科技	与上海科技大学建立联合实验室
义学教育-松鼠AI	人工智能自适应学习研究院

数据源：德勤研究

人工智能人才：集聚经济发达地区

人工智能竞争归根结底是人才的竞争。中国人工智能人才分布不均，主要集中于京津冀、长三角以及珠三角地区，此外中西部也已经形成一定的人才聚集，主要分布在长江沿岸。从各城市人工智能人才占比来看，北京最具优势，占比近 28%，是第二名上海（12.1%）的两倍。深圳、杭州占比均低于 10%，位居第二梯队。

图表 1-30: 各城市人工智能人才数量占比

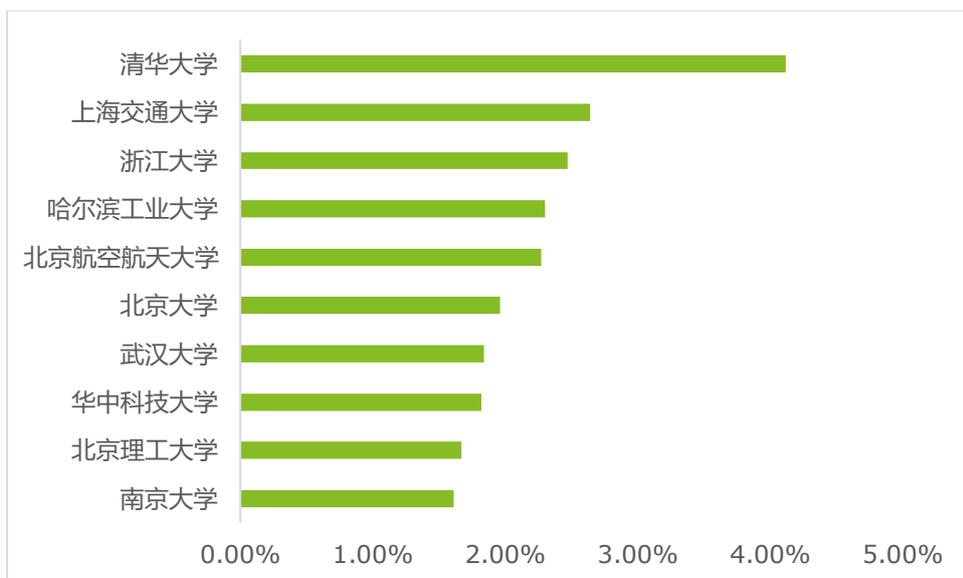


数据源: 《全球人工智能人才白皮书》, 《中国人工智能发展报告 2018》, 腾讯, 德勤研究

注: 地图依据各省市人工智能人才数量, 颜色越深代表人工智能人才数量更多; 柱状图表示的人工智能人才占比=各城市人工智能人才数量/中国人工智能人才总数

人工智能人才依赖于国内高校以及各科研机构的输出, 以上海为代表的一线城市凭借丰富而高质的科研教育平台而在行业发展中具有明显的优势。目前我国超过 75% 的人工智能人才由国内高校培养, 清华大学、上海交通大学、浙江大学在人工智能领域拥有较强的科研能力, 也是我国人工智能人才的主要输出院校。

图表 1-31: 各高校发表人工智能国际论文数占比



数据源：《中国新一代人工智能科技产业发展报告(2019)》，德勤研究

城市智慧化管理：受政策影响较大，深圳、上海、杭州先行。

智慧城市框架下实现城市管理效率的提升主要通过利用信息技术实现政务系统的信息化，进而推动各领域数据交汇，从而为智能城市管理提供数据支持。深圳、上海和杭州的智慧城市管理得分更高。这些城市政府信息化起步较早，数字鸿沟大大缩小，普遍实现部门资源共享、协同办公和网上审批。北京由于特殊地位，政府在实施智慧城市管理时需要有更多的考虑，因而排名较为靠后。

图表 1-32：各城市智慧城市管理排名



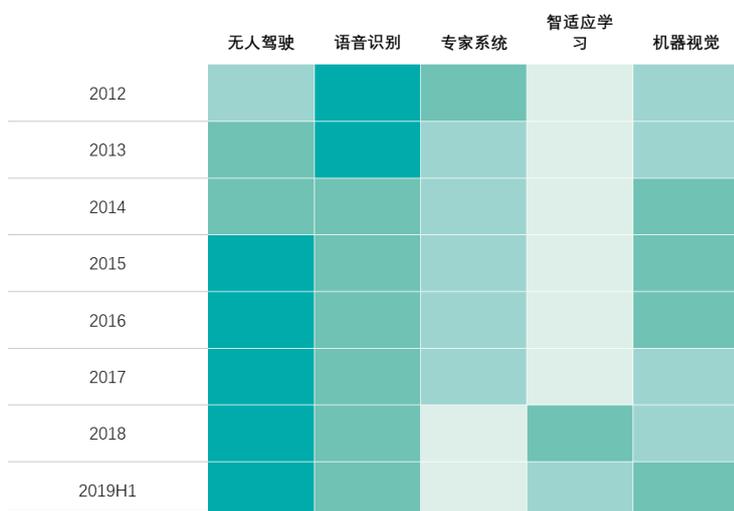
数据源：《超级智慧城市》，德勤研究

二.人工智能技术发展腾飞

2.1 人工智能关键技术日趋成熟

人工智能在最近十年的进展迅速，包括机器学习，自然语言处理，计算机视觉、智适应技术等领域都得到了长足的发展。据清华大学数据显示，计算机视觉，语音，自然语言处理是中国市场规模最大的三个应用方向，分别占比 34.9%，24.8%和 21%。

图表 2-1:人工智能应用技术热点排名



数据源：百度指数，德勤研究

自主无人系统技术落地在望：由于 AI 和机器学习的不断进步，无人车，无人机以及医疗机器人的技术都得到了显著的发展，其根本原因归功于自主无人系统算法的支撑。深度学习已经证明具有出色的能够处理复杂任务的能力。现代计算设备，比如图形处理单元(GPUs)和计算框架如 Caffe, Theano 和 Tensor Flow 有助于设计者和工程师建立具有创新性的无人自主系统。阿里巴巴人工智能实验室开发单车智能系统,实现了全场景、全天候的厘米级定位。百度的无人驾驶技术包含障碍物感知、决策规划、云端模拟、高精地图服分、销到端的深度学习(End-to-End)等五大核心能力。地平线推出了针对自动驾驶的深度学习处理器 IP 及其重点面向自动驾驶领域的平台。在产业应用方面，上海西井科技已经在无人货运方面进行了探索。

巨头必争的语音识别技术：语音识别通过信号处理和识别技术让机器自动识别和理解人类的语言，并转换成文本和命令。其应用场景涉及智能电视、智能车载、电话呼叫中心、语音助手、智能移动终端安、智慧家电等。在语音识别技术方面，百度、科大讯飞、搜狗等主流平台识别准确率均在97%以上。与此同时，包括上海云知声在内的新兴创业企业在语音识别行业占有一席之地。科大讯飞拥有深度全序列卷积神经网络语音识别框架，输入法的识别准确率达到98%。搜狗语音识别支持最快400字每秒的听写。阿里巴巴人工智能实验室通过语音识别技术开发了声纹购物功能的人工智能产品。

人工智能自适应学习技术日趋成熟：作为教育领域最具突破的技术，人工智能自适应学习(Intelligent Adaptive Learning)技术(以下简称智适应学习)，模拟了老师对学生一对一教学的过程，赋予了学习系统个性化教学的能力。和传统千人一面的教学方式相比，智适应学习系统带给了学生个性化学习体验，提升了学生学习投入度、提高了学生学习效率。智适应学习技术在美国和欧洲使用时间超过十年，各年龄段都有大量用户使用，累积用户超过一亿。产品和技术方面都打磨的比较完善。相对来说，智适应学习技术在国内积累的资料量稍有落后，处在初步发展阶段。优势在于，中国人口基数大、发展速度快，未来有望后来者居上。在国内，以松鼠AI为代表的智适应教学企业在遗传算法、神经网络技术、机器学习、图论、概率图模型、逻辑斯蒂回归模型、知识空间理论、信息论、贝叶斯理论、知识追踪理论、教育数据挖掘、学习分析技术等都实现了技术积累。

快速成熟的机器视觉技术：计算机视觉是计算机代替人眼对目标进行识别、跟踪和测量的机器视觉。计算机视觉的应用场景广泛，在智能家居、语音视觉交互、增强现实技术、虚拟现实技术、电商搜图购物、标签分类检索、美颜特效、智能安防、直播监管、视频平台营销、三维分析等方面都拥有长足的进步。在该领域科技巨头和独角兽聚集，代表性的企业和科研机构包括百度、腾讯、海康威视、清华大学、中科院等。百度开发了人脸检测深度学习算法PyramidBox,; 海康威视团队提出了以预测人体中轴线来代替预测人体标注框的方式,来解决弱小目标在行人检测中的问题。腾讯优图和香港中文大学团队在CVPR2018提出了PANet,在Mask R-CNN的基础上进一步聚合底层和高层特征，对于ROI Align在多个特征层次上采样候选区域对应的特征网格，通过智适应特征池化做融合操作便于后续预测。此外，上海云从科技、深兰科技、七牛在内的计算机视觉的创新企业在计算机视觉方面都拥有领先技术。

2.2 人工智能开放平台建设稳步推进

广阔的产业及解决方案市场是中国人工智能发展的一大优势。以上优势的形成除了得益于大量的搜索数据、丰富的产品线以及广泛的行业提供的市场优势，还因为各大国内外的科技巨头对开源科技小区的推动，帮助人工智能应用层面的创业者突破技术的壁垒，将人工智能技术直接应用于终端产品层面的研发。从行业来看，人工智能已经在医疗，健康，金融，教育，安防等多个垂直领域得到应用。

随着人工智能技术的商用加快，包括科技巨头和新兴人工智能创业公司形成了自己的技术优势。为更大程度的利用技术优势扩大自身的商业优势，以及扶持人工智能行业的发展，技术领先的人工智能企业开始构建自己的人工智能开放平台。

人工智能平台是构建人工智能应用的工具。人工智能平台结合了智能、决策类算法和数据，使开发者可通过平台创建自己的商业解决方案。一些人工智能平台提供默认的算法和简易的框架，人工智能平台具备“平台即服务”（PaaS）的功能，可提供基础的应用开发；一些则需要开发者自行开发和程序设计。这些算法可以功能性的支持图片识别、自然语言处理、语音识别、推荐系统和预测分析等一系列的机器学习的相关技术。

人工智能开放平台的搭建旨在打造从源头技术创新到产业技术创新的人工智能产业链。开放的平台连接的产业链的两端。一方面它可以连接了开发者和一些研究机构。另一方面可以连接许多下游的企业，比如一个以图像识别为主的人工智能开放平台，可以将相关技术能力开放给希望在图像识别领域开辟业务的创业团队。

图 2-2: 国内外技术及应用开放平台

开放平台涉及领域	中国	国外
自动驾驶	百度自动驾驶	英伟达DRIVE Platform Waymo
智慧城市	阿里巴巴城市大脑	IBM Watson 微软Citynex
智能医疗	腾讯医疗影像	IBM Watson
智能语音	科大讯飞智能语音	Microsoft Azure Cognitive Google Cloud ML Service, IBM Watson
智能视觉	商汤智能视觉	Amazon Rekognition Google Cloud Services IBM Visual Recognition
智慧教育	松鼠AI智适应	IBM Watson Knewton Coursera
智能零售	京东AI	Google Cloud for Retail

数据源：公司官网、德勤研究

2017 年，科技部等部门经充分调研和论证，确定了首批国家新一代人工智能开放创新平台：分别依托百度、阿里云、腾讯、科大讯飞公司，建设自动驾驶、城市大脑、医疗影像、智能语音 4 家国家新一代人工智能开放创新平台。2018 年 9 月，科技部依托商汤建设智能视觉国家新一代人工智能开放创新平台。从目前的技术成熟度来看，教育、零售政务等多个领域已经拥有了以核心技术为驱动的应用开放平台：

- **自动驾驶国家开放平台**

“自动驾驶国家开放平台”主要基于百度 Apollo 平台，是一个以百度技术为依托，对外提供开放、完整、安全的软硬件和服务平台，说明开发者搭建完整的自动驾驶系统。2019 年 8 月百度 Apollo 无人车通过长沙测试，完成了全国首例 L3、L4 等级别车型的高速场景自动驾驶车路协同演示。至此，百度 L4 级别自动驾驶城市道路测试里程已经正式突破 200 万公里。

百度的阿波罗开放平台合作方超过 120 余家，覆盖产业链各个环节，包括整车厂，零部件厂商、出行服务商、初创企业、通信企业、高校和地方政府等。厦门金龙、宝马、戴姆勒均与 Apollo 平台进行了合作，“阿波罗”已在北京雄安、深圳、福建平潭、湖北武汉、日本京都等地开展商业化运营。

- **城市大脑开放创新平台**

依托阿里云建设的城市大脑国家人工智能开放创新平台，以城市大脑系统为蓝本，为城市安

治理、城市公共服务及其他各行业的智能应用构建起开放、多元的生态体系，为新一代人工智能技术在智能社会各个领域中的创新应用提供支撑服务。算法系统平台可优化大规模视觉计算平台，全时全局交通自动巡逻报警系统能够对城市里面的交通事件、事故进行全方位的实时感知，识别准确率达到95%以上；车流人流预测系统，通过区域内的历史和实时视频数据，实时准确地预测全区域未来的车流、人流的清空。

开发平台的应用部署主要在交通方面：城市统一数据融合引擎、车流人流预测系统、大规模数据融合控制引擎、城市整体交通态势检测系统等构建。目前，项目平台已累计向杭州、衢州、上海、嘉兴以及澳门、吉隆坡等政府客户提供了上千台专有云服务器的计算资源，支持对海量多路视频数据实时分析处理。城市大脑算法团队向公安、交通与市政相关客户提供输出了图像检测、识别、分割等多种算法服务。以杭州城市大脑为例，银江科技与浙大中控合作，实时计算视频、线圈、微波、互联网的全景资料，让交警的交通管控经验与城市大脑的红绿灯配时策略优势迭加，在杭州市城区、萧山区、余杭区的实践中效果显著。

• 医疗影像开放创新平台

“腾讯觅影” AI 影像已实现了单一病种到多病种的应用扩张，从早期食管癌筛查拓展至肺癌、糖尿病视网膜病变、乳腺癌、结直肠癌、宫颈癌等疾病筛查。AI 轴诊平台能够辅助医生诊断、预测 700 多种疾病，涵盖了医院门诊 90% 的高频诊断。

腾讯公司构建了由医疗机构、科研团体、器械厂商、AI 创业公司、信息化厂商、高等院校、公益组织等多方参与的医疗影像开放创新平台。平台连接了创新创业、全产业链合作、学术科研、惠普公益四个维度核心参与方，旨在推动国家人工智能战略在医疗领域的落地。目前，基于“腾讯觅影”的医疗影像开放平台已与国内一百多家医院达成合作，累计为医院读片 1.06 亿张，累计服务 95 万患者，提示高风险病变 13 万例，累计分析门诊病历 614 万份。

• 智能语音开放创新平台

国家智能语音人工智能开放创新平台主要是基于科大讯飞公司的语音平台技术建立。新建了人工智能研究中心以及数据中心。截至 2018 年 10 月底，平台开发者团队数量已超过 86 万家，围绕平台入驻企业已超过 200 家，已形成了覆盖技术研发、基础平台、物联网、智能硬件等完整人工智能产业链。目前，主导和参与 6 项智能语音相关国家标准获批正式发布，构建了智能

语音技术与应用领域自主知识产权和标准体系，形成可持续的产学研系统创新机制。

科大讯飞的智能语音核心技术领域包括：语音合成技术、语音识别技术、机器翻译技术、语音评测技术、认知智慧技术。在开源方面，平台开放核心技术开发接口和云端在线服务能力，截至 2018 年 10 月底，平台开发者团队数量已超过 86 万家。其产业链服务平台汇聚了方案商、工业设计资源、销售管道、生产供应链资源等。在开发者服务小区基础上，结合地方政府支持，目前已在合肥、长春、洛阳、西安、重庆、天津、苏州建设了七个线下专业化众创孵化空间，总面积超过十万平米，引进落地的智能语音及人工智能领域开发者团队和公司五百余家。

- **智能视觉开放创新平台**

国家智能视觉开放创新平台主要是基于商汤科技视觉平台技术上的优势建立。商汤科技的智能视觉开放创新平台主要在智能视觉工具链核心基础研发、实现智能视觉底层关键技术突破、建立人工智能国际化人才体系，旨在推动国家人工智能在视觉领域的发展。商汤科技的核心技术包括人脸检测跟踪、人脸关键点定位、人脸身份验证、场景识别等。

目前，商汤的平台包括：视频内容审核平台、城市级视觉分析平台、驾驶员监控系统以及增强现实平台等一系列平台。在安防、商业、金融等多种场景均提供了解决方案。比如在安防领域，公安系统通过视图情报分析系统对于可疑人员的身份进行查询。在商业领域，通过与大型零售商合作，利用人脸识别功能实现无人购物、支付验证等方面的应用；在金融领域，通过使用身份验证技术可以有效降低金融风险，提升客户的使用体验。

- **智适应教育开放平台**

国务院《中国教育现代化 2035》提出“建设智慧化校园，统筹建设一体化智慧化教学、管理与服务平台。利用现代技术加快推动人才培养模式改革，实现规模化教育与个性化培养的有机结合”。目前，作为人工智能应用领域中技术成熟度较高的教育行业已经在技术、内容和资料上积累了大量且分散的资源，为了推动行业的快速发展以及国家人工智能发展的目标，人工智能教育企业开始探索教育开放平台。其中，以松鼠 AI 为代表的人工智能教育公司正在成为国内智适应教育平台的先行者。

如上述五大国家人工智能开放平台，智适应开放平台的搭建旨在连接产业链的上中下游。具体到教育行业，即智适应教育提供的是一套个性化教学解决方案，可以为平台提供更多的资料和更加丰富的学生画像，有助于平台智适应能力的迭代与进化。众包合作者通过对内容，教学逻辑，产品体验的优化与创新能为平台提供更坚实的内容基础与更丰富多样的个性化能力。智适应能力的接入合作者可以说明平台从智适应算法引擎核心上优化，提升并扩展为更通用更高效的智适应引擎。

2.3 “人机大战”谁更能更胜一筹？

人工智能是使用机器代替人类实现认知、识别、分析、决策等功能，是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智慧行为的学科，主要包括研究计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机，使计算机能实现更高层次的应用。人工智能涉及到计算机科学、心理学、哲学和语言学等多门学科。人工智能技术发展的重要评判标准很大程度上评判的是他的能力是否能够达到或超过人类的能力。

若将人工智能的水平与人类相比，大致可以分为：弱人类级，强人类级，超越人类级。人工智能在不同领域的发展水平各不相同，而以上因素成为了影响人工智能技术发展状态的关键因素：

- **规则和评价方法的明确程度**：简单明确可被计算机量化评估的领域，如棋牌、游戏等。
- **特殊情况频率出现高低**：在典型场景下的处理和包含各种特殊异常情况下处理。如人脸识别和自动驾驶。从“不确定性”的角度来说，机器也有优势。
- **训练数据的规模**：现实领域里，很多训练数据的积累工作才刚刚开始。如，监督式学习所需要的“标记数据”往往需要大量的人工参与，成本很高，大大制约了人工智能在相关领域里水平的提升。
- **外部环境因素**：另外，受到政策因素的限制，例如医疗数据，或者有些数据被部分行业企业垄断，这些都导致数据难以流通，人工智能的水平提升也就比较缓慢。

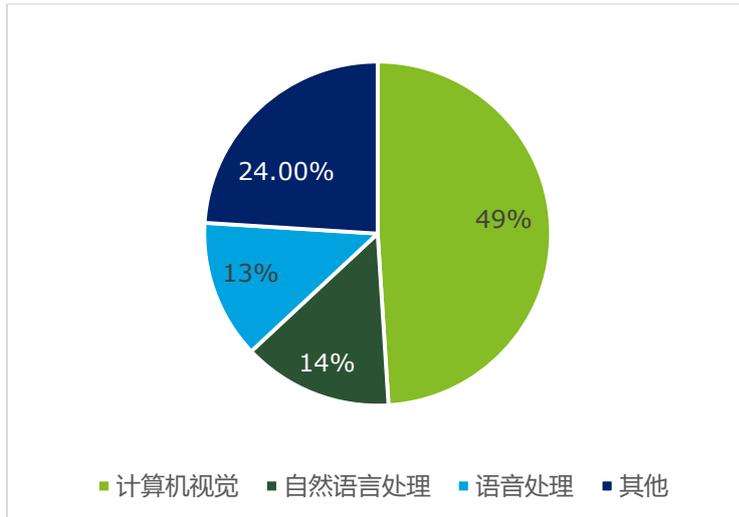
阶段一：近期，超越人类的人工智能技术

从 IBM DeepBlue 到 OpenAI Five, 小到棋牌、辩论、电子竞技, 大到医疗、教育领域, “人机大战” 兼具验证企业技术实力和推动人工智能科普引发更多受众关注的双重任务, 正成为各领域验证人工智能技术成熟与否的重要形式。

在 2015 年, 微软和谷歌研发出超过人类技能的图像识别技术。百度研发出超过人类能力的语音识别技术。据世界知识产权统计, 人工智能应用技术中, 计算机视觉 (computer vision) 以 49% 的占比和 24% 的增速成为 2013 年至 2016 年申请专利注册中最热门的技术。依次分别为占比 14% 的自然语言处理 (NLP) 和占比 13% 的语音处理 (speech processing)。在计算机视觉的细分类别中, 生物识别 (biometrics) 和场景理解 (scene understanding) 分别以年均 31% 和 28% 的增速排名前列。语音处理的细分领域中, 语音识别 (speech recognition) 和声纹识别 (speaker recognition) 的增速均达到 12%。在教育领域, 与人类老师相比, 如今的智适应教育技术在教学效果、用户体验和测试分数等多个方面已经比肩甚至超过人类。目前包括 Knewton、松鼠 AI、Realizeit、ALEKS 在内的国内外智适应教育企业均以通过 “人机大战” 形式对人工智能教育技术与人类教授的效果做出了实验型的对比。

AlphaGo 是一款围棋人工智能程序, 是第一个击败人类职业围棋选手、第一个战胜围棋世界冠军的人工智能机器人其主要工作原理是 “深度学习”。2016 年 3 月, 阿尔法围棋与围棋世界冠军、职业九段棋手李世石进行围棋人机大战, 以 4 比 1 的总比分获胜; 2016 年末 2017 年初, 该程序在中国棋类网站上以 “大师” 为注册账号与中日韩数十位围棋高手进行快棋对决, 连续 60 局无一败绩; 2017 年 5 月, 在中国乌镇围棋峰会上, 它与排名世界第一的世界围棋冠军柯洁对战, 以 3 比 0 的总比分获胜。AlphaGo 的横空出世将 “人机大战” 推向了全新的时代。

图 2-3: 全球人工智能应用技术专利占比 (截至 2018 年上半年)



数据源：WIPO，德勤研究

• 计算机视觉

计算机视觉是眼和脑的结合，包含成像、感知与理解。计算机视觉的能力现今已经超越了人类。特别是在人脸识别、图像分类等众多工中，计算机视觉能比人类视觉完成的更优秀。在感知上，机器已比人眼更加敏锐，能取得比人眼更多的信息，如图像准确的深度信息，图像识别率比人类更高；此外，机器在理解层面，某种意义上也能模仿人类作出一些有创造性的活动。从2016年ILSVRC的图像识别错误率已经达到约2.9%，远远超越人类的5.1%，其挑战项目包括物体检测（识别）、物体定位、视频中目标物体检测三大部分。从训练数据来看，计算机视觉依托了大量的数据且不受人限制。由深度学习驱动的计算机视觉现已超越人类，主要在于深度学习是由纯数据驱动，不再受限于人类的意志。机器视觉在某种意义上进行的是基于数据的区别于人的理解活动。

• 语音识别

语音识别技术在20世纪50年代诞生于贝尔实验室。在20世纪80年代末，卡耐基梅隆大学推出了第一个高性能的非特定人、大词汇量连续语音识别系统。值得一提的是，汉语语音识别先英语一步超越人类平均水平。2015年，百度表示百度汉语语音识别技术词错率低于人类平均水平。2018年12月，依图短语音听写的字错率（CER）仅为3.71%，大幅提升了语音识别技术的准确率。随着时间的推移，目前语音识别技术的准确率仍在不断提升。语音识别技术这种“机器感知”类的技术目前已经相对成熟，制约语音交互发展的更多原因在语义理解这种“机器认知”的部分，这一部分受限于训练方式、样本标记数据量、计算量等多个方面。

图2-4：语音和视觉技术成熟度

技术类型	成熟度	应用场景和行业	代表公司
物体与场景识别技术		安防 无人驾驶 智能家居 无人机	码隆科技 Scale Red Points 图森科技 依图科技
生物特征识别技术		美图软件 安防 智能家居	商汤科技 云从科技 Anyvision 旷视科技 Ever AI Uniphore
光学字符识别技术		金融 翻译软件	合合信息
视频对象提取和分析技术		物联网 安防	云天励飞 海康威视
语音识别		智能音箱 实时翻译	科大讯飞 SoundHound Inc. 腾讯 百度 搜狗
语义分析		移动搜索 智能车载 家居 机器人	云知声 Veritone IBM 科大讯飞 出门问问 捷通华声 思必驰

数据源：公开资料，德勤研究

- 人工智能教育

与围棋、游戏等规则明确、数据完整的系统相比，教学系统的复杂程度远高于他们，其涉及到的学科包括了教育学、心理学、认知学等复杂的过程。智适应学习(adaptive learning)是一种结合人工智能、数据挖掘、认知科学、教育学、心理学、行为科学和计算机科学的技术，其最终目的是让智适应学习系统在一定程度上能够模拟人类教师的角色，根据学习者的学习目标、学习行为、偏好和学习状态，利用特殊的教学策略动态地调整学习内容，以达到个性化教学的目的。通过 AI 技术仿真了优秀特级教师的知识经验和教学方法，针对学生的特性给予个性化辅导，最大化学习效率。利用机器学习的技术实时动态调整学生接下来的学习内容和路径，而非传统教育需要大纲进度或老师的安排进行统一的学习。

人工智能在教育领域的发展可能进一步解决当下关于教育资源分配不均引发的多个的社会问题。另外，由于人工智能技术在教育行业的应用和落地技术的成熟只是先决条件，要促成真正的人工智能教育的普及，还需要企业对于优质教育资源的整合能力和信息库建立，算法优势，样本数量，与政府、学校和教师的协调使智适应技术获得市场的认可。

阶段二：2 到 10+年，有希望突破人类平均水平的技术

人工智能在如语音识别和视觉识别等单独技术的能力正在急速提升，并快速应用到多个商用领域。然而随着人工智能在商业领域的快速发展，涉及的领域和范围日渐复杂，单独的技术方案无法满足行业的应用需求。如无人驾驶、智能医疗等应用技术均涉及到了多个人工智能应用技术的领域。

从学术研究、专利申请再到产业应用，人工智能技术的商业化应用会经历漫长的过程。其中，专利应用的初衷是实现产业化应用的技术方案，而通常专利应用会比科学论文的发表滞后余约 10 年的时间。据世界专利组织统计，科学文章到专利发表的比例正在下降，这也预示着行业对人工智能技术的实际应用更感兴趣。

从 2006 到 2019 年间，交通出行行业成为人工智能技术应用最迅速的行业。2006 年交通行业的人工智能应用仅占专利应用总数的 20%，而截至 2019 年，人工智能三分之一应用到了交通出行行业。2019 年，无人驾驶和医疗是当前两个热门的人工智能技术，因其实现将但极大的改善社会资源分配和改变人类的生活方式。由于技术的壁垒，仍然处在试用和并未完全商用阶段的技术。无人驾驶和医疗作为降本增效和产业赋能的热门领域，其技术和商业

- **实现完全无人驾驶仍待时日**

无人驾驶最终的目标是实现真正自主，使得乘坐者除了注意路况外，还可以做其他活动。需要在硬件和软件两方面都取得进步。在硬件方面，激光雷达可能花费数万美元，这使得大规模部署成本太高；在软件方面，工程师需要找到一种方法来使 AI 具备归纳、区分不同物体的能力。自动驾驶汽车依靠人工智能、视觉计算、雷达、监控装置和全球定位系统协同合作。

图 2-5: 无人驾驶技术分布

汽车技术	细分技术	代表公司	制约因素	成熟预期
整车	控制方案整合 无人车	博世 大陆 WayMo 百度 特斯拉 日产	<ul style="list-style-type: none"> 规则：缺乏深度（每个场景下特定技术的深入研究） 特殊性：欠缺广度（大跨度的多种场景） 训练数据：数据的统计置信度低；里程样本太少 	达到L4-L5的时间需要10年以上
感知	视频摄像头 超声波雷达 毫米波雷达 激光雷达	OV 欧菲光 日本电装 国睿科技 博世 大陆 Veldyne IBEO		
定位	高精地图	谷歌 百度 四维图新 北斗 伽利略 格洛纳斯		
底层支持	ADAS算法 车用芯片 CMOS感光芯片	Mobileye 纵目科技 英伟达 索尼 三星		

数据源：公开资料，德勤研究

依据规则和评价方法的明确程度、特殊情况频率出现高低以及训练数据的规模三个评判标准来衡量，无人驾驶技术尚未像图像识别和语音处理一样达到或者超过人类的能力范围。而无人驾驶技术尚未能够达到人类的判断力。

“完全的无人驾驶汽车（L4-L5 级）市场成熟前，业界首先必须做到以下三点，第一是汽车必须有 360 度全方位感知能力，包括 LiDAR、光学传感器和毫米波雷达等；第二是汽车必须配备高精度数字地图，定位精度必须做到 10cm 以内；第三是市场必须建立一个车辆、行人都认知并接受的交通规则或避让准则，而且，车辆必须拥有类似人类的感知推理决策能力，因为人类很可能会不遵守交通规则或表现得犹豫不决、或进或退。”与此同时，无人驾驶的发展并不是单纯的技术发展，它还需要法律法规，意识甚至是包括保险和政府的基础设施建设等外围的整体配套支撑。”

因此，无人车替代其他汽车的过程是漫长的循序渐进的，在这个过程中必须优先考虑无人车与人类司机共存的情况。

- **人工智能医疗应用欠缺可行的规则和标准**

依据规则和评价方法的明确程度、特殊情况频率出现高低以及训练数据的规模三个评判标准来衡量，人工智能医疗在仍然处于发展中期，要实现完全替代医生的能力，还需要很长一段路要走。以智能诊断为例，人工智能帮助进行辅助诊断在医疗责任认定方面也存在问题和挑战。用户在使用医疗虚拟助手表达主诉时，可能会漏掉甚至错误地进行描述，导致虚拟助手提供的建议是不符合使用者原本的疾病情况的。

图 2-6：人工智能医疗涉及的技术

应用场景	底层技术	代表公司	制约因素	成熟预期
医疗影像	计算机视觉	推向科技 医渡云	<ul style="list-style-type: none"> • 规则和特殊性：误诊率高。如，影像分析造成的误诊率平均高达27.8% • 训练数据缺乏 	10年以上
电子病历	自然语言处理 语音识别	云知声 中科汇影 科大讯飞	<ul style="list-style-type: none"> • 市场接受度：低 	2-5年
辅助诊疗	机器人	天智航 妙手机器人 新松机器人	<ul style="list-style-type: none"> • 特殊性多 • 市场监管受限：如，从发现分子到FDA批准往往需要约97个月的时间 	2-5年
疾病风险预测	机器学习	贝瑞和康 精准基因 华大基因	-	近期
健康管理	计算机视觉	妙健康 Airdoc 破云科技	-	近期
药物挖掘	机器学习	赛福基因 思路迪 瑞博生物	<ul style="list-style-type: none"> • 规则和特殊性仍存 • 市场监管受限 	10年

数据源：公开资料，德勤研究

从规则和评判方法来衡量，医疗信息标准的缺失也造成了人工智能在医疗方面应用的难题。人工智能是强数理、强逻辑的工具，对于内容的精准度和标准化要求很高。如对于医疗图像的病灶标注，即使是同一个科室的医生也可能有不同的标注方式，还有就是病历，患者的电子病历数据很难保证完全准确同步，不同的医生对于各个病种的名称叫法都会存在地域差异。

由于医疗病症繁杂且特殊情况的频率高，且关乎民生一旦出现任何差错可能危及生命，因此各国对于新技术的准入机制管控十分严格。目前监管部门禁止虚拟助手软件提供任何疾病的诊断建议，只允许提供用户健康轻问诊咨询服务。我国监管部门对于利用人工智能技术提供诊断功能是审核要求非常严格。在 2017 年 CFDA 发布的新版《医疗器械分类目录》中的分类规定，若诊断软件通过算法提供诊断建议，仅有辅助诊断功能不直接给出诊断结论，则按照二类医疗器械申报认证；如果对病变部位进行自动识别并提供明确诊断提示，则必须按照三类医疗器械进行临床试验认证管理。

从训练数据的规模来衡量，医疗数据仍然存在诸多问题。虽然中国的医疗数据整体量很大，但是具体到某一类医疗问题时还存在数据量不够大的问题。同时数据的质量也不够高，例如医疗影像，必须要有临床经验丰富的医生对数据进行标注后才能拿给机器学习，这种高质量的、标注过的数据资源相对有限。目前，三甲医院拥有绝大多数影像数据和经验丰富的医生，最有能力说明人工智能企业做出好的模型。

阶段三：2099 年，强人工智能的时代？

强人工智能是指在各方面都能和人类比肩的人工智能，因此强人工智能不是仅限于某一领域，而是让机器人全方位实现类人的能力。强人工智能能够进行思考、计划、解决问题、抽象思维、理解复杂理念、快速学习和从经验中学习。目前有一种认为是，如果能够模拟出人脑，并把其中的神经元、神经突触等全部同规模地仿制出来，那么强人工智能就会自然产生。

当前我们正处于弱人工智能阶段。弱人工智能的产生减轻了人类智力劳动，类似于高级仿生学。无论是阿尔法狗，还是能够撰写新闻稿和小说的机器人，目前仍然还只属于弱人工智能范围，它们的能力仅在某些方面超过了人类。数据和算力在弱人工智能时代不言而喻，其推动了人工智能的商业化发展，在强人工智能时代以上两个因素仍然是最重要的因素。与此同时，以谷歌和 IBM 为代表的科技巨头在量子计算上的研究也为人类进入强人工智能时代提供了强大助力。

图 2-7：强人工智能代表公司及研究概况

代表公司	研究方向	阶段性成果
IBM	认知计算 泛人机对话	IBM Debater Watson
谷歌	系统神经学方法 泛人机对话 进化神经网络	Google Assistant PathNet AutoML项目
微软	泛人机对话	Cortana
OpenAI	深度强化学习 进化神经网络	写作AI Spinning Up项目

数据源：公开资料，德勤研究

据《智慧架构》书中描述，当今 AI 领域的商业和研究专家，DeepMind 首席执行官 Demis Hassabis，谷歌 AI 首席执行官 Jeff Dean 和斯坦福人工智能负责人李飞飞等预测的平均值，强人工智能时代可能需要到 2099 年实现。

虽然以上的预测只是简单的猜测，但从这些预测中的各种偏差中，我们可以看出强人工智能的实现仍然需时日。然而，为了实现强人工智能。许多来自大型科技公司和各类小公司的研究团队正在为构建强人工智能做出贡献。如谷歌 DeepMind 和谷歌研究都采取了具体的措施来实现强人工智能，如 PathNet (训练大型通用神经网络的方案)和 evolutionary architecture search AutoML (图像分类寻找良好神经网络结构的方法)。

此外，包括特斯拉创始人埃隆·马斯克创立、亚马逊 Web Services 部分支柱的 OpenAI 也在以强人工智能为目标进行大量研究，OpenAI 还创建了两个特殊的任务：“体育馆”和“宇宙”，以测试正在开发的强人工智能的技能。

三、中国在全球 AI 地位

本次人工智能浪潮以从实验室走向商业化为特征，其发展驱动力主要来自计算力的显著提升、多方位的政策支持、大规模多频次的投资以及逐渐清晰的用户需求。尽管中国人工智能产业发展迅速，2019 年人工智能企业数量超过 3000 家，位列全球第二，在数据以及应用层拥有较大的优势，然而在基础研究、芯片、人才方面的多项指标上仍与全球领先地位有一定的差距。

图表 3-1: 中国人工智能技术与全球领先地区的对比

		中国	全球领先地位
数据		<ul style="list-style-type: none"> 拥有全球最大规模移动互联网用户 中国已经推出国家标准《信息安全技术个人信息安全规范》，严格程度低于GDPR 	<ul style="list-style-type: none"> 用户更加看重个人隐私 欧洲政府出台GDPR从政策层面划分数据使用权与所有权，美国可能紧随其后
	硬件	<ul style="list-style-type: none"> 芯片 <ul style="list-style-type: none"> 中国控制着几乎一半的市场价值，在高端芯片领域严重依赖进口 在半导体设备、材料、制造环节落后 机器人 <ul style="list-style-type: none"> 与世界先进水平差距较大，核心技术以来进口 缺乏原创 	<ul style="list-style-type: none"> 日本是半导体材料、高端设备和特殊半导体的重要产地 韩国在高带宽存储器和动态随机存取存储器市场居于绝对的领先地位。 欧美和日本则掌握了上游位置的高端芯片涉及的技术。 日本机器人技术仍处于世界前列
技术	NLP	<ul style="list-style-type: none"> 92家NLP企业 融资122.36亿元 6600名员工 	<ul style="list-style-type: none"> 美国252家企业 美国融资134.67亿元 美国拥有20200名员工
	机器视觉	<ul style="list-style-type: none"> 146家企业 融资158.30亿元 1510名员工 	<ul style="list-style-type: none"> 美国190家企业 美国融资73.20亿元 美国拥有4335名员工
	语音识别	<ul style="list-style-type: none"> 36家企业 融资30.87亿元 	<ul style="list-style-type: none"> 美国24家企业 美国融资19.31亿元
应用	无人驾驶	<ul style="list-style-type: none"> 中国在汽车传感技术、AI硬件与软件、互联技术V2X与无人驾驶测试方面呈现全面追击的态势 	<ul style="list-style-type: none"> 美国拥有深厚的技术沉淀 美国在软件和硬件方面领先优势明显，呈现三足鼎立（NVIDIA、INTEL和IBM）的状态；软件方面则以谷歌最为突出，更依赖于基础技术本身。
	人工智能教育	<ul style="list-style-type: none"> 人工智能技术在中国的应用则是近几年刚起步，仍然处于发展的初期，以ToC为主。 	<ul style="list-style-type: none"> 人工智能技术在教育行业的应用在国外的发展更早 人工智能教育产品在欧美国家的渗透程度更深，由中美国与欧洲发展更为完善，并取得显著成效 发挥教学辅助作用，无法完全取代教师作用

数据来源：牛津大学人类未来研究所，腾讯研究院，德勤研究

3.1 中国拥有更为庞大的数据规模以及更丰富数据使用环境

人工智能技术的进步以海量数据为基础，移动互联网时代已经全面到来，移动端数据的重要性已经远超 PC 网络。

在数据量方面，中国网民规模居全球第一，2018 年底整体网民规模已经达到 8.29 亿，渗透率达 59.6%，其中手机网民占比为 98.6%，首次超过 8 亿人²¹。巨大的网民规模数量意味着中国企业拥有的数据数量将是更加复杂的，多维度的，这为人工智能技术的算法升级以及应用场景的扩展提供了良好的基础。

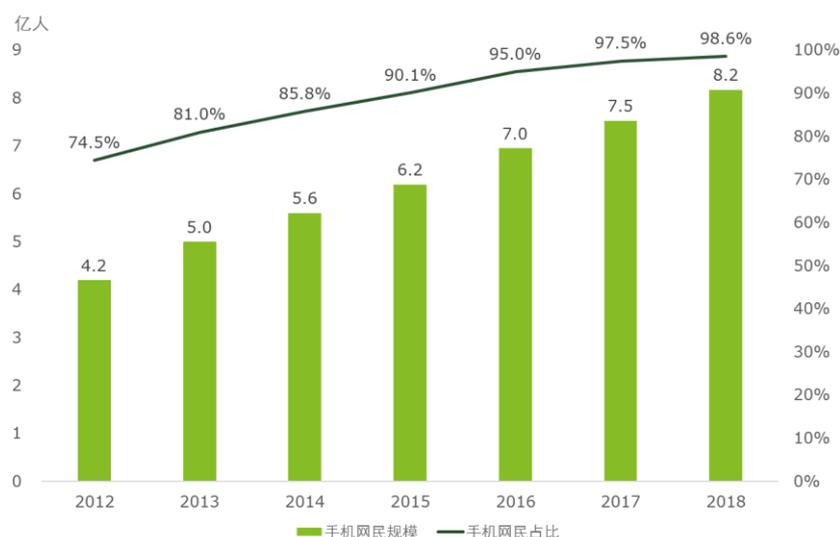
除了数据本身，政府对隐私数据的规定也将极大影响企业利用数据的可能性。欧洲政府已经出台了全球最为严格的用户隐私保护政策《通用数据保护条例》（GDPR），赋予使用者对个人资料的主张权利，使用者有权获取并修改个人资料，并决定谁可以使用²²。中国也已经出台了

²¹ CNNIC, 第 43 次《中国互联网络发展状况统计报告》，http://www.cnnic.net.cn/hlwfyj/hlwzbg/hlwtjbg/201701/t20170122_66437.htm

²² 《欧洲挑战科技巨头》，经济学者，2019 年 4 月

《信息安全技术个人信息安全规范》，但其严格程度低于 GDPR，例如欧盟对“身份”的界定除了工作单位等还包括生理状态、心理状态、经济状态、社会状态等。

图表 3-2: 中国手机网民规模及占比



来源: CNNIC, 德勤研究

3.2 中国是全球芯片需求量最大的市场，但高端芯片依赖进口

人工智能框架大致可分为三个层面。基础设施层面包括核心的人工智能芯片和大数据，这是技术层面的传感和认知计算能力的基础。应用层面处于最顶层，提供无人驾驶、智能机器人、智慧安防和虚拟助手等服务。人工智能芯片是人工智能技术链条的核心，对人工智能算法处理尤其是深度神经网络至关重要。目前，中国从美国进口的集成电路芯片的价值超过 2,000 亿美元，远超原油进口额。

在东亚地区，日本在半导体研发和材料行业一直处于领先地位，拥有包括东芝、索尼和瑞萨电子等在内的半导体巨头。韩国和中国台湾分别在内存和晶圆代工方面具有较强优势。韩国在动态随机存取内存和 NAND 闪存方面领先，拥有三星、SK 海力士等许多顶尖半导体企业，这很大程度上得益于政府支持。且 NAND 内存市场核心技术能力积累的要求，使新市场参与者日益难以参与竞争。中国台湾已经成为全球领先的半导体晶圆代工产地。该地区半导体晶圆代工行业由台积电和联华电子两大合约制造商主导。半导体晶圆代工是信息技术产业的重要支柱。

中国半导体行业正以两位数的增长率蓬勃发展。人工智能芯片融资活动一直非常活跃，相关并购活动也日益增多。其中一个典型的案例是国际巨头赛灵思对在机器学习、深度压缩、网络剪枝和神经网络系统级优化领域拥有领先技术的初创企业深鉴科技的收购。以阿里巴巴、百度和华为为首的领先科技公司也逐步进入这一竞争领域。值得注意的是，华为已经掀起了智能手机领域的人工智能芯片竞争。同时中国大陆正在蚕食台湾的半导体市场份额。不但如此，日益扩大的中国大陆市场还将成为集成电路设计行业的商业管道，中国大陆企业将继续投资于台湾的半导体产业。然而，尽管近年来中国半导体厂商的竞争力得到显著提升，但关键零部件仍需大量从西方国家进口，自给率不足 20%。中国政府十分关注这一问题，制定了多项有利政策支持半导体行业的发展。

3.3 中国机器人企业快速成长核心零部件技术国产化加速

机器人研发与应用已经成为衡量一国科技发展水平的重要因素，未来经济的增长在很大程度上与机器人行业的发展息息相关。机器人作为先进制造业建设的重要组成部分，无论是工业领域进行生产活动的工业机器人，还是参与人类日常生活的服务机器人，对寻找新的经济增长点都有重要意义。在资金与政策的大力支持下，中国机器人产业快速发展，增速保持全球第一，2018 年市场规模超过 87.4 亿美元²³，2013-2018 年的平均增长率达到 29.7%。

机器人的关键零部件在较大程度上仍旧依赖进口，包括精密减速机、控制器、伺服电机等，其中全球精密减速器市场大半被日本企业占据。软件方面，控制算法、二次开发等，中国企业已经掌握了一定的技术，但在稳定性、响应速度、易用性等方面和国外还有差距。

此外，从机器人应用场景来看：

工业机器人方面，沈阳新松、埃夫特、广州数控、哈博实、新时达、埃斯顿和巨一等一批本土机器人企业得到快速成长。过去几年国内机器人行业公司纷纷开展对外并购获取海外先进技术的同时开拓海外市场，埃斯顿、埃夫特、万丰科技均并购欧美企业。在机器人三大核心零件中，

²³ 《中國機器人產業發展報告（2018）》，中國電子學會

控制器和服务器国产化脚步加速，但减速器仍需要进口，国内生产的减速器虽然设计原理一致，但产品性能和精度仍有巨大差距。

全球服务机器人处于新兴阶段，中国虽然起步较晚，但在技术方面与全球先进水平差距较小，甚至某些关键技术已经处于全球先进行列。BATJ 等互联网巨头凭借强大的技术支持切入市场，传统家电企业例如海尔积极布局家庭服务机器人，此外以哈工大为代表的科研机构也通过与企业合作的方式转化研究成果。

特种机器人市场处于萌芽状态，主要分布于消防等垂直领域，已经拥有一定的自主性，在高精度定位导航和避障等核心技术方面已经取得了突破。

3.4 美国人工智能底层技术实力更为雄厚，中国则在图像识别和语音识别技术上更优

自然语言处理（NLP）：中美差距逐渐缩小

自然语言处理技术能够改变人类与机器的互动方式，在商业数据领域隐藏着许多无法被目前技术手段进行利用的暗数据，包括短信息、文件、邮件、视频、语音、图片等非结构化数据，自然语言处理技术将在商业方面发挥重要作用。

中国在自然语言处理方面，与美国的差距正在逐渐缩小。以阿里巴巴和百度为代表的企业在自然语言处理应用领域已在全球领先。百度领先的语言与知识技术，不仅广泛应用于智能搜索、深度问答、对话系统、智能写作、机器翻译等领域。

语音识别：中国技术更胜一筹

语音识别技术能够被广泛的应用于电视、手机、呼叫中心、智能家居等场景。在语音识别技术方面，百度、科大讯飞、搜狗等主流平台识别准确率均在 97%以上。阿里巴巴的语音 AI 技术超越谷歌，入选 MIT2019 年全球十大突破性技术²⁴，并且该技术已经渗透入生活的多个场景，包括快递、客服、火车站购票等。2018 年双十一，“阿里小蜜”承担了全平台 98% 客服咨询量，相当于 70 万人工客服一天的工作量。

²⁴ “全球十大突破性技术”，MIT

机器视觉：基础算法方面差距较大

机器视觉一直以来都是人工智能技术领域的热点之一。公众的日常生活已经被大楼门禁、交通摄像头、银行安保摄像头等包围，无处不在的摄像头连接上人脸识别技术，原有的安防效果将被迅速放大，每个人的行为都能被监控。

从应用层面来看，中美几乎没有差距，甚至在人脸识别技术上有望超过美国。但是在基础算法方面，中美差距较大。中国目前约有 146 家企业，大部分属于应用领域，包括海康威视等，美国则有约 190 家。从业人员数量方面，中国拥有 1510 名，而美国则超过 4000 人²⁵。

3.5 中国在 AI 应用上呈现领先态势

无人驾驶：美国凭借深厚的技术沉淀领先中国

无人驾驶涉及到的技术包括汽车传感器技术、AI 软硬件、V2X 以及无人驾驶测试四个方面。在传感器技术以及 AI 软硬件方面，美国借助政府力量以及长久以来的技术沉淀拉开了与中国的技术差距。但是中国也依靠科技巨头与科研院校在上述两个方面加速追赶。

在互联技术以及无人驾驶测试两个方面，中国的水平已经与美国相接近。华为的 5G 技术将为互联技术 V2X 提供全球一流的通信支持，此外，华为已经与国内外车厂进行了合作与测试。在无人驾驶测试方面，北京、上海、深圳、重庆等城市已经对百度等科技巨头颁发无人驾驶测试牌照并提供测试场地，科技巨头与北汽、比亚迪等国内车企开展了合作。

图表 3-3：中国无人驾驶领域技术水准

²⁵ 《中美兩國人工智慧產業發展全面解讀》，騰訊研究院

无人驾驶	汽车传感器技术	<ul style="list-style-type: none"> • 美国政府扶植，因而技术优势最明显。 • 中国加速追赶：相应的技术逐渐应用比如上汽、长安等车厂。而且国内院校比如同济大学和清华大学也参与了相关技术研究。
	AI(硬件\软件)	<ul style="list-style-type: none"> • 硬件方面美国领先优势明显，呈现三足鼎立（NVIDIA、INTEL和IBM）的状态 • 软件方面则以谷歌最为突出，更依赖于基础技术本身，百度则更多在基础技术上针对中国市场进行人工优化
	互联技术V2X	<ul style="list-style-type: none"> • 中美技术差距最小，因为V2X的标准一直没有统一。 • 通讯是中国企业的强项，华为在与高通的相关竞争当中并不落下风，还率先与多家国内外整车厂展开了合作和实车测试。
	无人驾驶测试	<ul style="list-style-type: none"> • 中国车厂的数量不输于美国。其中科技巨头（百度）扮演者举足轻重的角色，百度与多家国内车企（比亚迪、奇瑞、北汽和福田）也展开了合作

来源：公开资料，德勤研究

人工智能教育：国外的发展更为完善，中国虽然处于起步阶段，但发展前景更为广阔。

人工智能技术在教育行业的应用在国外的的发展更早，早在二十世纪九十年代已经出现了自我调整技术。人工智能教育产品在欧美国家的渗透程度更深，通过近十年的发展，覆盖了各年龄段的用户，涵盖了早教、小学、初中、高中以及职业教育中的多个学科，应用的场景也相对更为广泛，以 To B 为主，包括考试机构、学校、企业。代表企业主要可以分为三类，包括向智适应教育转型的在线教育平台，例如 Coursera, Khan Academy；教育集团智适应事业部，例如培生（Pearson），Wiley（收购了 Knewton），Elsevier, Cengage-McGraw Hill（收购了 ALEKS），ETS, ACT, NWEA 等公司的 AI 部门分别提供人工智能驱动的自适应测评和学习解决方案。此外还包括试图囊括学习五大环节的智适应教学平台提供商，包括 IBM Watson Education, Adobe, Dell 等大公司，也包括 Prowler.io, Knewton, ALEKS, Carnegie Learning 等专业公司。各项研究已经验证了人工智能技术在教育方面对提升学习成绩的显著效果。

人工智能技术在中国的应用则是近几年刚起步，以 To C 为主。虽然仍然处于发展的初期，然而市场发展节奏极快，2018 年松鼠 AI 总部及全国校区收入达 10 亿元人民币，英语流利说超过 6 亿元。由于中国人口基数大，教育资源紧缺，对教育的重视程度等有利因素将推动自适应学习系统的快速发展，各类教育相关企业纷纷布局人工智能技术。这其中主要包括了以新东方、好未来为代表的教育集团通过投资以及自建的方式入局自我调整教育。此外还有一类是以上海

教育企业松鼠 AI 为代表的智适应平台。智适应学习以其能够贯穿学习全过程的独特优势成为人工智能在学习各环节应用最为广泛的技术。

图表 3-4: 人工智能教育企业对比

	国外	国内
商业模式	<ul style="list-style-type: none"> 以ToB为主 客户包括考试机构、学校、企业 	<ul style="list-style-type: none"> 以ToC为主 客户以校外补习机构为主
技术水平	<ul style="list-style-type: none"> 美国与欧洲发展更为完善，并取得显著成效 发挥教学辅助作用，无法完全取代教师作用 	<ul style="list-style-type: none"> 初步发展阶段 发挥教学辅助作用，无法完全取代教师作用
代表企业	<ul style="list-style-type: none"> 在线教育平台 (i.e.Coursera、Khan Academy) 教育集团及提供商 (i.e.Pearson、Cengage Learning; IBM Watson Education, Adobe, Dell等) 智适应学习企业 (i.e.Prowler.io Knewton、ALEKS、Carnegie Learning) 	<ul style="list-style-type: none"> 初创企业 (i.e.松鼠AI、作业盒子、学霸君) 在线教育平台 (i.e.51talk、沪江) 知名教育集团 (i.e.新东方、好未来) 人工智能企业 (i.e.科大讯飞)
发展前景	<ul style="list-style-type: none"> 对教学的辅助作用将进一步增强 人工智能重塑学习体验，新型教育体系正在形成 	<ul style="list-style-type: none"> 由于中国人口基数大，教育资源紧缺，对教育的重视程度等有利因素将推动自适应学习系统的快速发展，有望后来者居上

数据源：德勤研究

四、人工智能重塑各行业

人工智能技术在过去 5-10 年快速发展，随着时间推移，技术渐渐为大众所知，摩尔定律的节奏逐渐放慢，人工智能商业化应用成为关注焦点。科技巨头纷纷布局垂直行业应用，创业企业需要找准切入点，深耕行业解决方案以打造护城河。

各行业面临的痛点有所不同，例如金融行业面临成本压力、产品服务单一、交易欺诈等，医疗与教育行业均面临资源分配不均等。虽然问题不同，但通过数据收集、处理与分析能够有效解决上述多样的问题，而人工智能通过数据驱动能够改变产业。

图表 4-1: 人工智能技术推动产业升级

行业	痛点	部分人工智能解决方案
金融	<ul style="list-style-type: none"> • 金融机构面临运用成本压力 • 金融机构无法为长尾客户提供定制化产品和服务 • 信贷维度较为单一，存在坏账、交易欺诈等金融风险 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用语音识别、语义理解等技术打造智能客服，解决用户在业务上的问题，降低客服成本 • 利用大数据、人工智能技术开发智能投顾，向更多客户提供个性化服务 • 人工智能与大数据相结合构建智能风控体系，多维度数据综合评估提升风险管控能力
医疗	<ul style="list-style-type: none"> • 医疗资源不均衡造成的资源分配跟不上需求 • 看病贵，看病时间长 • 医患关系紧张，误诊 • 基层卫生医疗水平差 	<ul style="list-style-type: none"> • 智能影像可以快速查证癌症等高细胞相关疾病 • 健康管理从源头改变人们的健康习惯
教育	<ul style="list-style-type: none"> • 教育资源不均衡 • 以老师为中心进行教育，而非学生 • 现有教学模式下无法针对学生具体学习问题提供一对一教育 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用自适应学习、图像识别、语音识别、人机对话对问题进行分析，近几年，教育行业持续通过数据重构，呈现出空前的革命性。不同于传统教育方式，智能化教育方式以学生学习“教、学、练、评、测”五大环节所产生的数据为基础，利用自适应学习，图像识别，语音识别，人机对话，多模态行为分析，模拟智能体等功能，产生适合学习者的每个学生的个性化的解决方案和有效反馈意见。
无人驾驶	<ul style="list-style-type: none"> • 车祸频发 • 人类的注意力有限 • 货运交通成本高 	<ul style="list-style-type: none"> • 无人驾驶通过传感器、视觉技术解放人的双手。人们对共享、电动类的，且提高物流效率
数字政府	<ul style="list-style-type: none"> • 城市人口数量日趋庞大，相关的政府服务工作量巨大而且繁琐 • 犯罪、恐怖袭击事件无法提前预知 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用计算机视觉、机器学习等技术提高自助服务比例 • 大数据分析犯罪嫌疑人生活轨迹及可能出现的场所，利用计算机视觉技术发现并进行抓捕
零售	<ul style="list-style-type: none"> • 传统市场调研手段难以显示真实的消费者需求 • 广告投放目标无法精准，投放效果难以准确衡量 • 消费者对实体店体验、支付便捷、及时配送的要求越来越高 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用机器学习技术生成用户画像，针对其喜好进行广告投放 • 利用机器视觉技术捕捉顾客行为，分析其真实需求 • 利用计算机视觉、语音/语义识别，机器人等技术提升消费体验
制造业	<ul style="list-style-type: none"> • 产品研发设计耗时长、成本高 • 人工工序失误率高而且过程难以追溯 • 人力实现大规模快速定制化的成本过高 • 低成本劳动力缺乏 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用计算机视觉技术高效准确发现瑕疵品 • 机器人代替工人在危险场所完成工作
智能城市	<ul style="list-style-type: none"> • 城市化的进程对城市经济、资源利用、生活质量、时间成本以及可持续发展等多方面带来不同程度的影响，而随着城镇化以及人口不断增加，全球各地城市管理者面临日益严峻的挑战。 	<ul style="list-style-type: none"> • 传统的“智慧城市”将朝着“超级智能城市”方向发展，涵盖六大领域，使得城市更加融合与一体化

数据来源：德勤研究

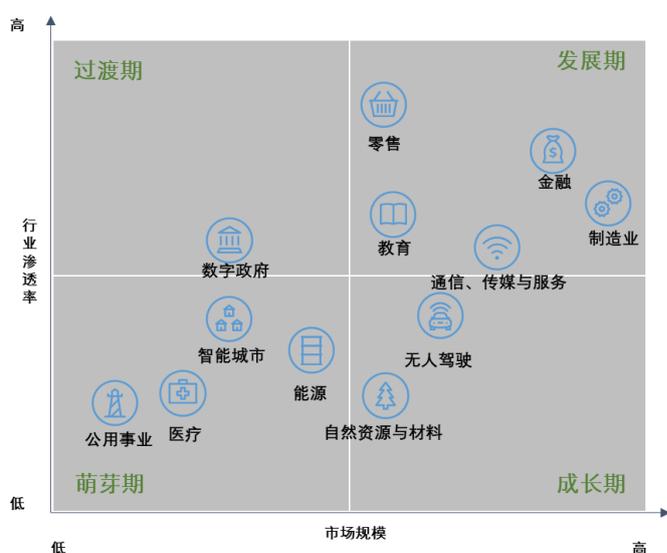
例如，在金融领域，人工智能技术迅速改变了传统金融行业的各主要领域。围绕消费者行为和需求的不断变化，传统的金融服务行业参与者正面临着各领域各环节的重构。例如，随着消费者行为和偏好的不断变化，以技术驱动精准营销和推送使消费者获得定制化的产品和服务，通过技术增强客户粘性，并使小商户融入更大范围的生态圈；人工智能机器人在一些服务领域逐渐取代人工客服，为客户提供咨询服务。

在医疗领域，在人口老龄化、慢性病患者群体增加、优质医疗资源紧缺、公共医疗费用攀升的社会环境下，医疗人工智能的应用为当下的医疗领域带来了新的发展方向 and 动力。随着人工智能技术在医疗领域的持续发展和应用落地，这个行业将极大简化当前繁琐的看病流程，并在优化医疗资源、改善医疗技术等多个方面为人类提供更好的解决方案。医疗人工智能技术已基本覆盖医疗、医药、医保、医院这四大医疗产业链环节。

近几年，教育行业持续通过数据重构，呈现出空前的革命性。不同于传统教育方式，智能化教育方式以学生学习“教、学、练、评、测”五大环节所产生的数据为基础，利用自适应学习，图像识别，语音识别，人机对话，多模态行为分析，知识生成和表达，模拟智能体等功能，产生适合每个学生的个性化的解决方案和有效反馈意见。大幅度提高学习效率，改变教育模式。

针对上述行业在行业应用度以及市场机会两个维度的表现，可以落入四个象限。过渡期表示人工智能技术在该行业具有较高的应用程度，但目前来说市场机会有限，未来有望进一步拓展市场规模；萌芽期表示行业应用度以及市场机会都尚未成熟，尽管人工智能技术发挥了一些功能但总体来讲尚且处于起步阶段；成长期表示虽然行业的应用度不足，但未来应用广泛，拥有较高的市场机会；发展期表示人工智能技术已经在这些领域产生了较为深刻的影响，行业应用度较高，同时市场机会也高。

图表 4-2：人工智能技术在各行业的应用



数据源：德勤研究

4.1 金融：人工智能提升金融企业商业效能并变革企业内部经营

金融是人工智能重要的应用场景，人工智能在金融行业的应用改变了金融服务行业的规则。传统金融机构与科技公司共同参与，构建起更大范围的高性能动态生态系统，参与者需要与外部各方广泛互动，获取各自所需要的资源，因此在金融科技生态系统中，金融机构与科技公司之间将形成一种深层次的信任与合作关系，提升金融公司的商业效能。

这种效能的提升主要表现在三个方面：第一，传统金融模式下，往往存在信息不对称、金融风险大、借贷成本高等问题，创新技术应用与传统金融业务，使整个金融行业的基础服务架构得到改善，从而降低业务成本，提升服务效率；第二，出现多种形态的创新金融科技公司，以创新技术为基础，根据客户需求提供定制化产品和服务，覆盖更多被传统金融服务“拒之门外”

的长尾客户，使更多个体或者中小企业享受到更加便捷、高效的金融服务，覆盖更多、更广泛的客户。第三，吸引更广泛、更多元化的参与者融入生态圈，通过收集消费者大量消费、信贷数据对消费者信用进行评估，降低坏账等金融风险。上述三种效能的提升主要体现在智慧投顾、智慧客服以及智慧风控三个领域，这也是人工智能技术应用较为深入的领域。

智慧客服提升服务效率

智能客服是指能够与用户机型简单问题答复，通过人机交互解决用户关于产品或服务的问题。自然语言处理技术成熟度在各类人工智能技术中成熟度较低，但在客服领域中能够发挥较高的价值。人工客服存在培训成本高、服务效果难以统一以及流动性大的问题。以大数据、云计算特别是人工智能技术为基础智能客服加速企业客服智能化，依靠知识图谱回答简答重复性问题，减少人工客服使用，提升客服效率及效果。客服机器人已替代 40%-50%的人工客服工作，预计到 2020 年，85%的客服工作将依靠人工智能完成²⁶。

智能客服在金融行业的应用主要在银行、保险、互联网金融等细分领域。银行、保险等传统金融机构更加倾向于向 IT 服务企业购买本地解决方案，以确保数据信息安全性，规避潜在的泄露风险。由于传统金融机构存在多样化的需求，因而 IT 服务企业提供的定制化的解决方案。互联网金融领域的智能客服主要以 SaaS 模式为主，使用企业以大型互联网金融公司为主。

以招商银行信用卡公司为例，通过智慧客服每天为客户提供超过 200 万次以上的在线人机交互，能够解决 99%的用户问题。智能客服不仅能提升客户服务效率，提供 24 小时不间断服务，提升使用者体验，并且能大幅降低支出，更多的金融企业开始采用智能客服系统，并将其作为提供客户服务的主要途径。人工客服已经从主流转变为辅助形式，甚至随着人工智能技术的进步，未来将被完全取代。

智慧投顾拓宽长尾客户群体服务范围

应用人工智能机器人提供投资理财咨询，财富管理方式更趋民主化，曾经成本高昂且劳动密集型的服务正在变成商品，科技正将金融服务扩展到传统富裕阶级以外的群体。例如陆金所为企业或个人投资者提供综合金融资产交易信息及咨询相关服务。

中国居民拥有巨额投资资产，预计到 2020 年将达到 237 万亿，这为智慧投顾在中国的广阔发展空间奠定了基础。

²⁶ Gartner

智慧投顾作为在线工具可以自动分析客户财务状况并利用大数据分析提供量身定制的建议，还可以管理投资组合投资优质产品。目前主要有以下两种模式：

金融机构，例如银行，提供的交易程序。一些机器人顾问只投资被动投资组合（如交易所交易基金），而且不允许客户修改投资策略。其他机器人顾问允许客户参与主动投资（如股票选择）并对投资组合调整以及其他服务收取适当服务费用。如招商银行推出“摩羯智投”可提供投资理财咨询，2016年户均购买金额达3.69万元²⁷。

另一类是以社交平台为依托，供用户交流投资选项、策略和市场洞察。个人可构建投资组合与其他投资者分享。其中一类是零售算法交易，使只有有限技术知识的投资者获得有效的投资算法并获益，只需从投资收益中分享部分利益给算法作者。例如 Quantopian 于 2011 年在波士顿成立，“激励全世界有才华的人写下他们的投资算法”。这其实意味着公司以网络小区平台为基础，向科学家、开发者、学生提供资源及基础框架，供他们合作并使用金融数据、教育工具、研究数据等。根据提交的上千种投资算法，Quantopian 依据风险、回报、潜力及其他因素评选出最佳方案。从其运行的最基本方式来看，Quantopian 就像众包投资公司，算法作者允许平台使用他们工作中最有效的算法，并从设计投资算法中获得利益分成。

对于金融机构，这些趋势表明中产阶级市场被侵蚀。零售银行将面临竞争，新的市场进入者可提供门槛更低的理财产品，而在高净值市场中，个人理财规划师的作用更为重要。另外，零售银行可以自主提供自动化服务满足理财客户的大部分需求，但需要适应客户的投资偏好，因此理财经理可能需要修改价值主张以维持经营。

未来，咨询服务可能与产品相分离。客户转向了新兴、性价比更高的自动化顾问，通过自身咨询管道出售的理财产品数量将变得更少。传统理财经理也将看到规模效益的优势减弱。越来越多的过程变成自动化，越来越多的客户使用虚拟管道，而且新加入者会继续使用低成本基础架构。可预见未来传统理财经理收益减少，传统行业参与者在更专业领域或服务商的竞争加剧。

智能风控降低金融风险

现阶段中国个人消费支出高速增长，已经成为拉动中国经济增长的重要力量，借贷需求增加的同时金融欺诈数量也呈现上升态势。人工智能与大数据技术结合构建智能风控体系，通过对用户交易行为、信用状态、社交关系等多维度数据进行综合评判，从而得出最终评估结果。

采用智慧风控的金融机构可以分为三类：综合类、技术采购类、自主研发类。

²⁷ 《重構》，德勤研究

综合类一般是指的既具有研发能力又开展金融类业务的互联网巨头。例如蚂蚁金服推出的“蚁盾”“芝麻信用”，网易金融推出的风控系统“北斗”。这类企业推出智能风控产品的目的在于获取更多用户数据，从而为整体服务。

技术采购类是指向银行、保险机构、互联网金融机构等提供风控解决方案的技术企业。例如提供反欺诈、信贷风控、信息核验等服务的同盾科技。

自主研发类是指通过组建公司内部的科技团队研发智能风控产品，为自身业务提供支持的金融机构。例如融360开发的“天机”大数据风控系统

通过智慧风控，金融企业可以以更加高效的手段明显降低交易欺诈、信贷风险管理、信用违约等传统金融行业的难题。资损率是衡量金融企业风控能力的重要指标，通过智慧风控，支付宝平均资损率为十万分之一，在全球都具备高竞争力。

除了上述三个领域，从金融公司内部经营来看，人工智能技术迅速改变了传统金融行业的各主要领域。围绕消费者行为和需求的不断变化，传统的金融服务行业参与者正面临着各领域各环节的重构。例如，随着消费者行为和偏好的不断变化，以技术驱动精准营销和推送使消费者获得定制化的产品和服务，通过技术增强客户粘性，并使小商户融入更大范围的生态圈；人工智能机器人在一些服务领域逐渐取代人工客服，为客户提供咨询服务。

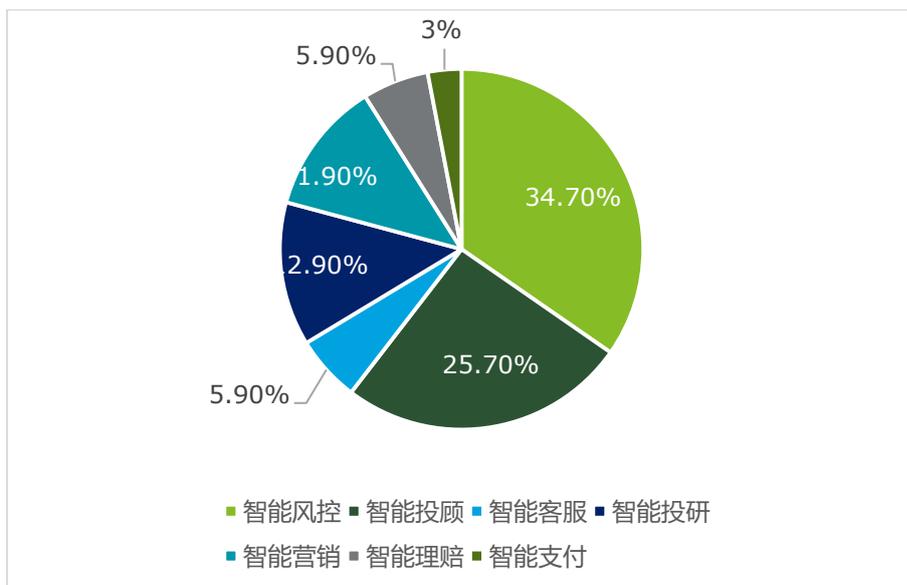
图表 4-3: 人工智能技术对经营全过程的变革

业务		变革	案例	成果
前台	服务	<ul style="list-style-type: none"> 线上智能客服 网点客服机器人 	<ul style="list-style-type: none"> 工商银行智能客服“工小智”2017年提供服务超过1亿次 	<ul style="list-style-type: none"> 降低人工成本 提升服务效率 提升客户体验
	营销	<ul style="list-style-type: none"> 精准营销 	<ul style="list-style-type: none"> 腾讯金融云利用腾讯生态中积累的营销大数据进行精准的用户画像和标签，并采用自研的优势广告算法建模，进行营销投放 	<ul style="list-style-type: none"> 提升广告转化率，降低营销成本
中台	产品	<ul style="list-style-type: none"> 定制化、个性化产品 智能投顾 	<ul style="list-style-type: none"> 招商银行“摩羯智投”拥有15万用户，规模突破100亿元 	<ul style="list-style-type: none"> 精准产品定价 盘活“长尾客户”，扩大业务覆盖范围
	风控	<ul style="list-style-type: none"> 信用评级 风险定价 动态监控 	<ul style="list-style-type: none"> 蚂蚁金服借助基于海量数据的智能风控大脑使支付宝支付宝资损率十万分之一以下，处于全球领先水平 	<ul style="list-style-type: none"> 降低风险赔付 降低坏账风险 快速识别金融欺诈
后台	管理	<ul style="list-style-type: none"> 内部风控 智能化办公 	<ul style="list-style-type: none"> 平安集团基于数据建模和可视化展现进行远程智能管理 	<ul style="list-style-type: none"> 提升管理效率，降低管理成本
	数据	<ul style="list-style-type: none"> 数据分析 主动型数据安全防护 	<ul style="list-style-type: none"> 腾讯公司与北京市金融工作局联合开发基于北京地区的金融安全大数据监管平台，对各种金融风险进行识别和监测预警，防控金融风险 	<ul style="list-style-type: none"> 提升数据安全等级，降低业务风险

数据源：公开资料，德勤研究

目前以人工智能技术为基础的智能金融应用已经在多地尝试落地。我国现有 139 家智慧金融公司，其中 44% 的公司获得 B 轮及以上的投资。这些获得投融资的企业具体应用领域主要有智能风控、智能投顾、智慧客服、智能投研、智能营销等，其中智慧风控和智慧投顾领域的企业占比超过一半，成为最受资本欢迎的方向。

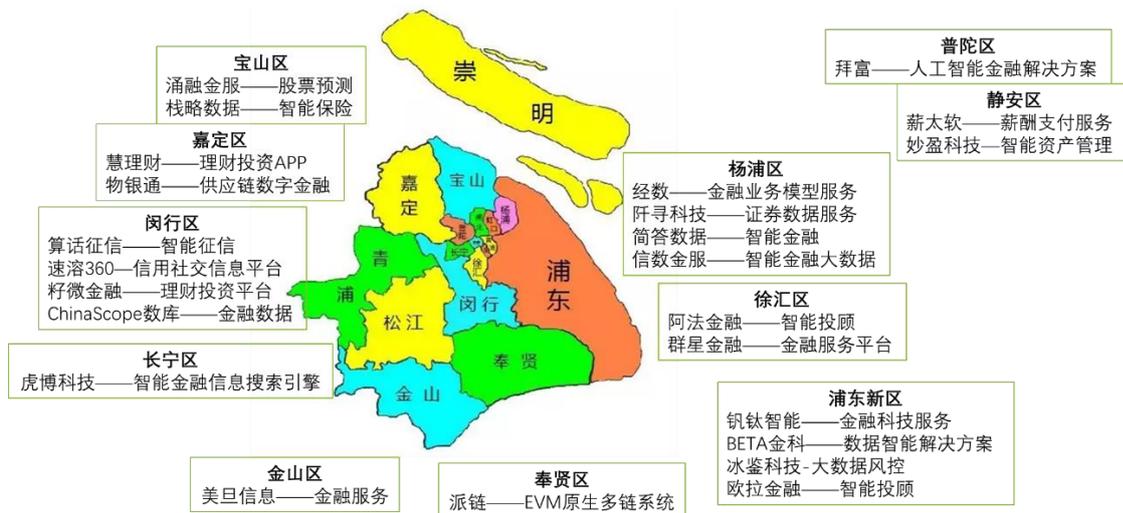
图表 4-4：智慧金融投融资企业类型分布



数据源：艾瑞咨询，IT 桔子，德勤研究

在国家人工智能中心——上海，作为中国金融业最发达的城市之一，人工智能与金融的较早地提出了人工智能与金融的融合。上海智慧金融的代表企业，多达 39 家、分属 14 个领域；上海的智慧金融企业大多集中在浦东新区，网贷、保险科技、消费金融、智慧支付、供应链金融占比较高。

图 4-5：上海智慧金融重点企业分布图



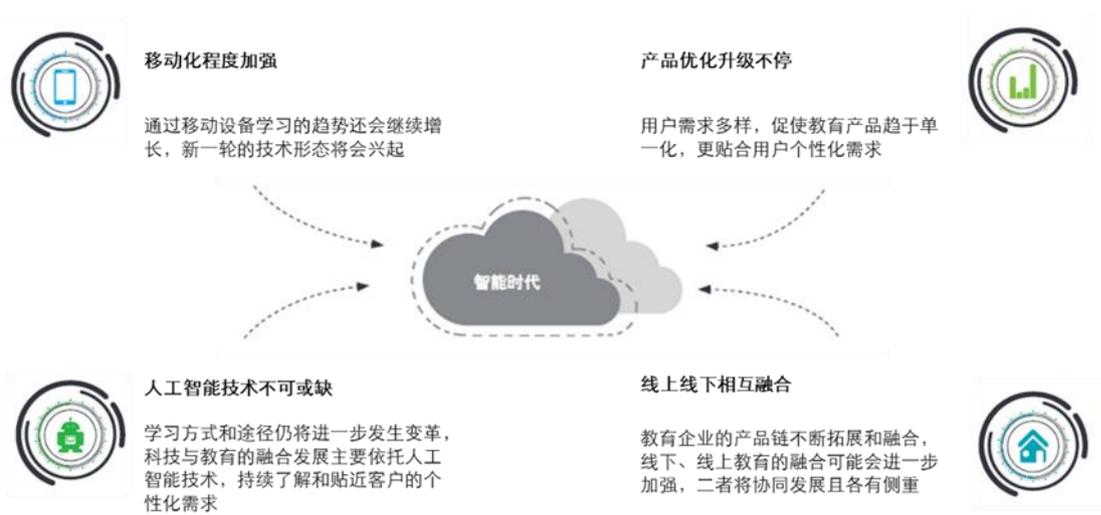
来源：IT 桔子，德勤研究

4.2 教育：人工智能技术应用覆盖教学全流程

人工智能技术正在推动教育信息化的快速发展，人工智能教育是人工智能技术对教育产业的赋能，通过人工智能技术在教育领域的运用，来实现其辅助甚至是替代作用。未来人工智能教育应用的发展将由数据驱动、应用深化、融合创新优化服务等方式来持续推动。

从行业发展阶段来看，目前人工智能教育行业仍处在发展阶段，尚未成熟。人工智能的概念虽火热，但人工智能在教育行业的具体赋能却并非是一蹴而就的。纵观人工智能教育行业的应用发展历程，起步阶段主要集中在对人工智能教育的规划和初步探索中，20 世纪 50 年代，卡耐基梅隆大学教授艾伦·纽厄尔和赫伯特·西蒙作为人工智能的奠基人，结合数学、工程和经济促进了人工智能的发展。20 世纪 70 年代，Jaime Carbonell 创建智能教学系统，开始利用计算机辅助教学；1993 年英国爱丁堡举行第一届人工智能教育 (AiED) 国际会议。随着时间发展，人工智能教育也开始正式走向发展阶段，21 世纪初，美国 Cognitive Tutor、Knewton、Realizeit 等智适应教育企业纷纷成立，人工智能技术开始被逐渐赋能到教育产业中。智适应学习 (Intelligent Adaptive Learning) 技术是模拟老师对学生一对一教学的过程，赋予学习系统个性化教学的能力的人工智能教育技术。2010 年后，中国智适应教育企业开始兴起，如新东方、好未来、义学教育-松鼠 AI 等公司。2016 年前后，国内的众多知名教育机构如好未来、新东方等以及资本也纷纷投入人工智能教育领域。

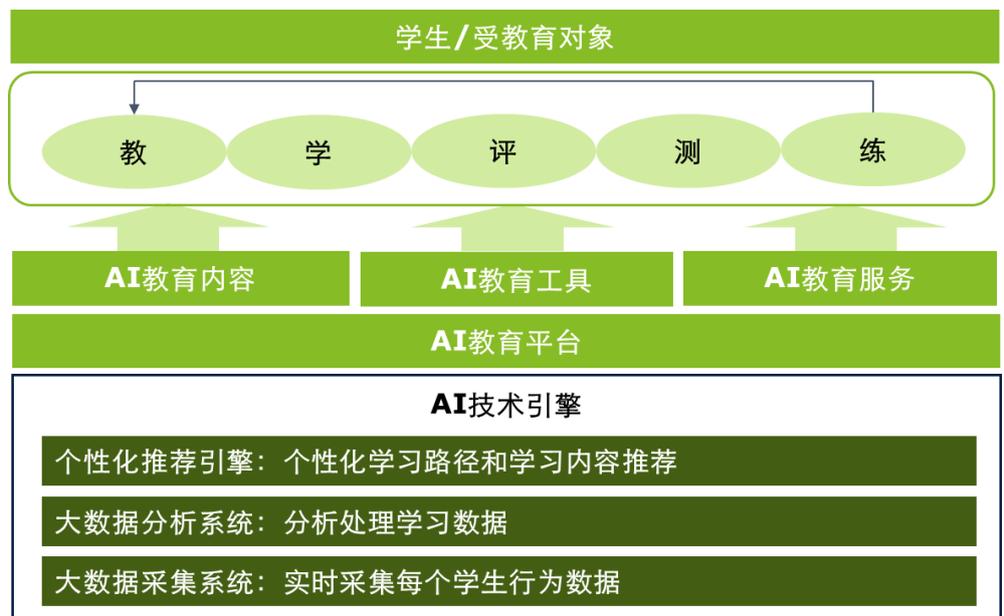
图表 4-6：中国教育行业智慧化趋势



数据源：德勤研究

人工智能将重构教育行业生态。人工智能是基于大数据采集和多维度识别系统，对海量数据进行智能处理，并通过互动接口与应用场景与人产生信息交互的一项技术。以该技术为基础向用户提供人工智能教育内容、工具以及相关服务，通过接受用户数据，并进行分析和回馈，应用于学习过程中的“教、学、评、测、练”五大环节，产生适合学习者的个性化的解决方案和有效回馈意见。

图表 4-7：中国人工智能教育架构示意图



数据源：德勤研究

教育智慧化趋势下，智适应学习以其能够贯穿学习全过程的独特优势成为人工智能在学习各环节应用最为广泛的技术，并逐步成为主流。此外，人工智能技术在教育领域的应用还包括图像识别产品与语音识别产品。

图表 4-8：人工智能在学习五大环节中的应用



数据源：德勤研究

目前人工智能教育领域的主流产品包括：智适应学习系统、智能测评类、智慧双师课堂和智能陪伴机器人等。智适应学习系统的国内代表企业为义学教育-松鼠 AI；智能测评类代表企业包括科大讯飞、先声、流利说、科大讯飞、批改网等；智慧双师课堂的代表包括好未来的智能课堂以及义学教育-松鼠 AI 的 AI+真人双师课堂。

智适应学习系统

智适应学习系统能够针对学生的具体学习情况提供实时个性化学习解决方案，包括知识状态诊断、能力水平评测以及学习内容推荐等。例如在“教”与“学”这两个环节，个体学习者的学习情况、学习能力不同，智适应课程系统利用人工智能技术，将知识点提炼、学习方法归纳等教学重难点利用大数据和算法形成一套高效、标准化的系统课程，说明不同程度学习者适应不同类别课程。算力提升、海量数据以及贝叶斯网络算法的应用推动自适应学习系统在 2010 年之后得到快速发展，并取得显著成效。Knewton 的数学自我调整辅助课程在亚利桑那大学帮助学生大幅提升通过率，课程退课率降低了 56%。智适应学习技术与产品在国内与国外各有发展特点。在美国与欧洲发展更为完善，主要面向 To B 端客户，拥有以 Knewton、ALEKS、

Realizeit、DreamBox 等代表性企业。中国目前处于初步发展的阶段，面向 To C 端用户，代表企业包括义学教育——松鼠 AI，智适应学习在中国发展更为迅速，有望后来者居上。

图表 4-9：智适应学习系统效果



数据源：Knewton，亚利桑那大学，德勤研究

注释：亚利桑那大学引进 Knewton 数学智适应辅助课程的学习效果

人工智能技术与学习信息管理系统的结合是智适应教育产品中的重要组成部分。通过云计算和人工智能的深度学习功能，实现作业、测评、课程的自动适配和科学评估。该技术被引进校园和部分教育企业，其核心为记录追踪学习状况、统计学习数据、进行能力评估、学情管理、实现家校互通。该模式能够与开放大数据相结合，挑战了传统教学体系，使得教师的教学工作能够更具针对性，并使学生的学情资料量化和可视化，提升教学质量与学习质量。目前，K12 教育领域终端使用者覆盖不足制约了学习信息管理系统在 K12 领域推广。

此外，资料开放也是其中的重要一环。教育科技企业开放大数据，结合人工智能技术进行分析回馈，可以帮助企业和学校更好完善其教学方案，提升教育质量。通过开放数据，利用 AI 技术进行分析回馈，企业运用自己的技术实力和数据储备，为线下教育实体提供技术支持。目前的教育企业和 IT 企业主要在职业教育与 K12 教育两个领域提供开源数据。

目前，智适应教育产品主要发挥教学辅助的作用，并不能完全取代教师的作用。例如在“教”与“学”这两个环节，个体学习者的学习情况、学习能力不同，智适应课程系统利用人工智能技术，将知识点提炼、学习方法归纳等教学重难点利用大数据和算法形成一套高效、标准化的系统课程，说明不同程度学习者适应不同类别课程。

智能评测产品

智能测评是人工智能教育的另一大分类，根据不同的学习类型分为语音和作文评测等类别。语音评测类的代表企业包括科大讯飞、先声、流利说；作文评测的代表企业则包括科大讯飞、批改网等。语音识别是较早实现商业化的人工智能技术，目前语音识别技术与教育行业中的结合集中于口语学习中的语音评测，它是指利用语音识别技术对用户的发音、语义以及表达多个维度进行自动评估的技术。语音测评技术已经从最初的跟读后评估升级到开放题型的评估，这一点对应用范围的拓展至关重要。语音测评产品在口语学习中的使用者可以具体划分为两大类：一类是针对 B 端教育机构，应用于语言类考试中，包括英语四六级口语考试，普通话测试等。另一类是针对 C 端具体用户。鉴于课堂练习时间过少的问题，语音测评产品成为学习产品中的一部分，嵌入到各类辅导系统中，说明学生利用课下碎片化时间练习口语。

语音测评产品对数据的依赖或将导致此类企业面临强者恒强的趋势。语音测评产品的评估准确率不仅与算法密切相关，同时也与数据库中语料的翔实程度与多样性密切相关。在评估的过程中，如果拥有足够多的训练数据，就更有可能保证算法提取特征的准确性与合理性，若训练数据仅仅局限于男性声音，则会造成男性用户的最终得分高于女性的结果。此外，也能够为其他语言的评估提供语音测评技术上的支持。因此，在一开始就拥有庞大用户量的企业，能够得到更加多元化的数据，其产品表现可能更加出色，从而进一步吸引更多用户，形成自我强化的死循环，因而更易在竞争中脱颖而出。

语音测评产品需求旺盛，to B 端企业数量少。中国对于语音测评产品的需求相对更加迫切，这主要是由于优秀的外语教师较少，大量二三线教师自身口语也存在发音不准的情况。另一方面，中国教学普遍是大班教学，在一堂课中一名老师需要面对超过 30 个学生，每个学生练习并得到纠正的机会较少，造成口语水平远远落后听、说与写。虽然 B 端需求旺盛，然而专注包括需要支持的校外教育机构、培训中心以及学校在内的 B 端市场的企业较少。

4.3 数字政务：政策利好加速政府智慧化变革

与众多领域一样，政府也已经意识到人工智能在降本增效方面的突出成果，加速推进政府智慧化变革。中国在城镇化战略的大力推动下，已经成为全球城市化率增长最高的国家，2018 年我国城市化水平达 60%，城市人口约为 7.3 亿，预计 2050 年城市化率将超过 80%，城市人口规模也将进一步扩大。如此大的城市人口数量将产生大量的政府事务，通过机器人流程自动化（RPA）、人工智能技术的应用，能够将行政人员从固定、重复的工作中解放，提升政务效率，

专注于提升城市质量、优化居民生活环境中。人工智能赋能一切背景下，人脸识别、自然语言处理等技术应用能够增强政府服务能级，提升办公效率，为企业、居民提供便捷、快速的服务，为智能决策提供助力。

数字政务的建立依靠自上而下进行推动。在构建服务型政府的目标下，2015 年各地政府开始强调政府电子化，随着人工智能、大数据、云计算等新技术的商用，进一步发展为政府数字化、智慧化。预计 2019 年，中国数字政务市场规模将突破 3400 亿元，年复合增长率达到 15%。

政务服务是数字政务建设的核心之一

政务服务是数字政务中最为核心也是推进速度最快的领域之一。中国各地政府也在通过建设一站式服务平台积极推进政务智慧化。深圳公安局将传统的窗口“面对面”排队向网上办理转变，“刷脸”就可以进行户政办理，同时基本建成全市统一的政务信息资源共享体系，汇集 29 家单位的 385 类信息资源、38 亿多条数据²⁸，为政务服务全面智能化提供数据支持。杭州构建一体化的智能电子政务管理体系，数字城管、规划系统、财政系统业务系统在电子政务外网得到整合，并提供一站式服务。

现阶段由于政府各部门仍存在割裂的问题，并且各部门的智慧化需求差异较大，因而企业向政府提供智能化系统仍是针对某一政务领域的。例如，神州泰岳向地税局提供中文文本分析，并转化为机构化数据，同时在网络上检索各类数据，挖掘企业关系、股东关系等为税务人员进行稽查提供便利。

在人工智能技术的推动下，政府服务将朝着更具人性化与针对性的方向发展。一方面面向居民与企业的公共服务将更加符合人的习惯，而非现阶段单纯依靠在线接口，另一方面人工智能的决策将更加有效，精度大幅提升，处置方案更加灵活。

公共安全领域强者恒强趋势明显

人工智能在城市安全中所起的作用日益突出。相较于以往的数字安防，人工智能安防系统呈现出实时性、智能化两大特点，提升了公共安全管理力度。智慧城市在中国的建设逐步走向高潮，随着各省市对这一建设的重视程度不断加深，公共安全作为其核心内容之一有着更为广阔的发

²⁸ 《從深圳政務資訊資源分享實踐成效充分認識政務資訊資源分享的基礎性作用》，新華網

展空间，预计到 2020 年，安防企业收入将以 10%以上的年增长率达到 8000 亿元²⁹。人工智能安防领域的企业可以分为两大类：产品或服务供货商与安防系统解决方案提供商。

产品供货商主要指的是提供整个安防系统某一部分产品或服务的企业。例如云从科技帮助广东省公安厅在地铁、车站等重点场所部署人脸识别系统，在公安机关在锁定嫌疑人过程中，将相貌特征与实时监控影像进行对比，可以实现实时监控、布控与抓捕，不再需要人工对监控录像进行事后排查、分析与决策，从而大幅提升效率。百分点对公安内外部数据进行整合，利用大数据和认知智能技术对多模态数据进行融合和分析，构建以数据为关键要素的数字侦查，打造智能警务新模式，准确识别正在策划尚未实施的犯罪行为和风险隐患，将原有的事后侦破转变为主动预测预警预防。

安防系统解决方案提供商是指提供安防系统整体产品与服务的企业，其服务范围包括前期咨询、规划、产品提供、运维以及售后服务。这类企业实力最为雄厚，以海康威视、大华股份、华为为代表。其中，海康威视与大华是从智能硬件供货商转变为整体解决方案提供商，凭借深厚的安防技术经验拓展市场。华为则是平台型企业的代表，利用在云端的技术经验构建安防生态系统。正是在这一战略的推动下，2017 年，华为与商汤科技、依图科技等公司成立了中国平安城市视频云合作伙伴开放联盟，2018 年发布了平安城市公共安全视频多应用该领域的联合解决方案。

人工智能安防市场仍处于上升时期，强者恒强趋势明显。企业的竞争力体现在技术能力和系统解决方案上，产业的进入门槛提高，技术能力较弱的企业将被淘汰，行业集中度进一步提升。人工智能芯片对安防智能化的重要性日益凸显。到 2020 年，物联网感知设备数量将达到 500 亿个³⁰，所收集的大量数据若传至云端进行处理将给通信带宽造成巨大压力，因而边缘计算将对安防带来巨大的益处，大幅缩减从数据到决策的反应时间，降低传输与存储成本。因而安防企业将从下游逐步扩展至上游，进一步推动安防产业的智慧化渗透。

4.4 医疗：人工智能应用日趋成熟

在人口老龄化、慢性病患者群体增加、优质医疗资源紧缺、公共医疗费用攀升的社会环境下，医疗人工智能的应用为当下的医疗领域带来了新的发展方向 and 动力。随着人工智能技术在医疗

²⁹ 《中國安防行業“十三五”（2016-2020 年）發展規劃》，中安協

³⁰ IDC

领域的持续发展和应用落地，这个行业将极大简化当前繁琐的看病流程，并在优化医疗资源、改善医疗技术等多个方面为人类提供更好的解决方案。

在国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中，中国明确了 2020 年人工智能核心产业规模超过 1500 亿元的目标。据预测，医疗人工智能行业将占人工智能总体市场规模的五分之一。2016 年中国医疗人工智能的市场规模达到 96.61 亿元，增长 37.9%，数据显示，2017 年中国人工智能医疗市场规模超过 130 亿元人民币，增长 40.7%。预测 2019 年可达到 310 亿元人民币。

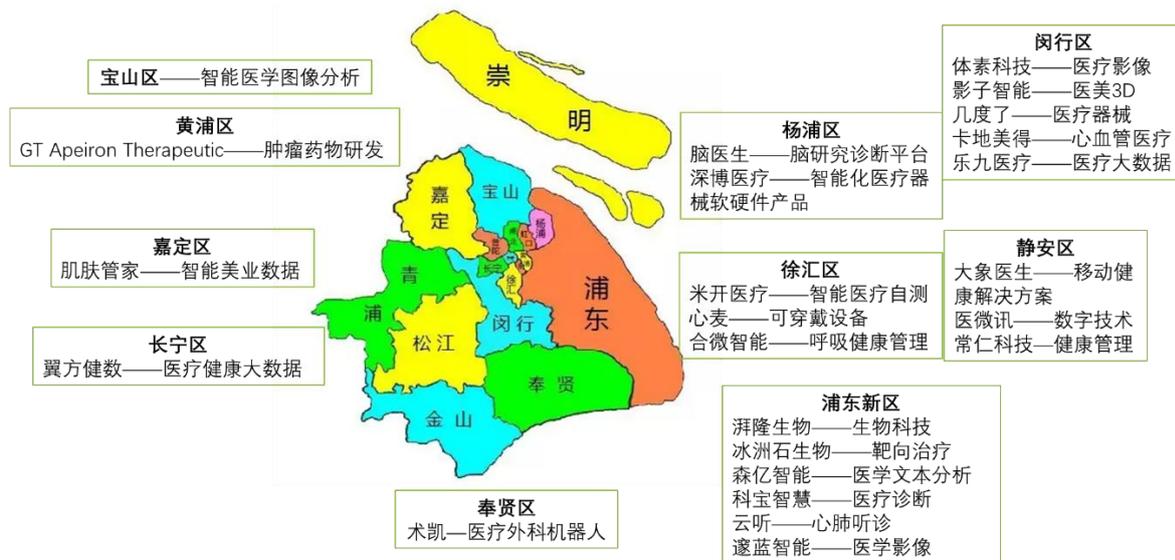
从市场需求来看，由于中国医疗资源的短缺和分配不均，更加开放和高效的医疗解决方案成为了市场急迫的要求。在技术发展上，随着中国在与医疗健康相关的计算机视觉、自然语言理解和数据挖掘等方面的长足进步，医疗人工智能在应用落地上有了更多的技术支持。政策方面，互联网、人工智能下的医疗健康行业发展一直是中国国家政策重点扶持和关注的领域。2018 年 4 月，在印发的《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》中，国务院明确指出支持研发医疗健康相关的人工智能技术。以上均为医疗人工智能行业的发展传递了积极的政策信号。国内医疗人工智能公司虽起步较晚，但增长迅速。近几年该领域的新创公司数量持续增长，且吸引了大量资本的注入。目前我国共有 144 家智慧医疗公司，已初步形成北京、广州、长三角的智慧医疗聚集群。这些广泛分布于疾病筛查和预测、医学影像诊断、病历与文献信息分析、新药发现等细分领域，其中 2018 年获融资企业最多的领域为疾病筛查和预测。在资金来源方面，大型国资企业纷纷入股，百度、阿里、腾讯、科大讯飞等互联网巨头也根据自身优势积极布局。

图表 4-10：国内医疗人工智能企业分布



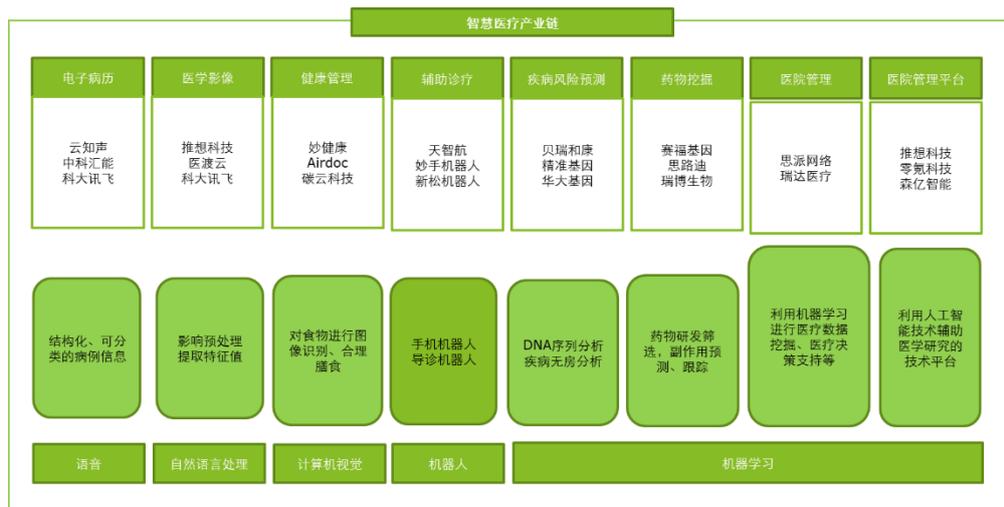
过去几年，上海已经成为人工智能和医疗结合的沃土，而上海拥有发展人工智能医疗的先天优势。首先是平台优势，因为上海医疗服务量大，居全国之首，基础科研实力强，累积了系统完整的医疗数据，这个数据平台为人工智能服务提供良好的基础；其次，上海国际化程度高、具有创业服务的基础，聚集了主流的医疗信息企业和互联网企业，拥有大量资金和人才，在影像、微创、信息和药物等方面具有优势；第三，上海在产学研用一体化的发展已经有了良好的开端，并且培育了优秀的电子、智能医疗设备企业，这为人工智能的研发、平台的创建，数据共享等方面奠定基础。

图 4-11：上海人工智能医疗重点企业分布



来源：IT 桔子，德勤研究

图4-12：智慧医疗产业链



来源：德勤研究

医疗领域的人工智能在快速发展的同时也受到了来自传统观念、技术、人才、监管方面的挑战。在传统观念方面，传统的“望闻问切”的诊疗模式已经根深蒂固，作为人工智能的医疗应用受众的医生和病患对于新技术的接受程度是考验智慧医疗从业者的问题。从技术来看，智能医疗需要海量的数据和复杂的训练框架，同时拥有这两个技术实力的企业并不多，在对复杂学科的联合诊断等算法上存在技术瓶颈，此外智能医疗行业技术和产品同质化明显。人才的短缺也是医疗人工智能市场的制约因素，在中国，既懂医疗，又懂技术的复合型、战略型人才尤其

短缺。在监管方面，由于医疗行业是关乎人类生命安全的领域，涉及病患的医疗数据应该保证绝对的隐私和安全，并需要严谨的法律法规进行监管和保护。

截至目前，医疗人工智能技术已基本覆盖医疗、医药、医保、医院这四大医疗产业链环节。从应用场景来看，智能诊疗、医院管理、健康管理是三个率先尝试产品落地的领域。

智慧健康管理。智能健康管理是人工智能技术应用到健康管理的具体场景中，利用医疗传感器监测个人健康状况。目前主要集中在风险识别、虚拟护士、精神健康、在线问诊、健康干预以及基于精准医学的健康管理。随着人工智能的发展，大数据从个人病历、POCT设备、各类健康智慧设备、手机APP中大量涌现。健康管理行业因其预防、调养的基调和个体化管理的特性，正在成为预防医学的主流。如杭州认识科技，产品设计方向聚焦在通过医疗信息学、临床医学知识及虚拟人技术的应用，为医疗行业提供虚拟医生院后随访服务。

智能医学影像。智能医学影像是将人工智能技术应用在医学影像的诊断上。人工智能在医学影像应用主要分为两部分：一是图像识别，应用于感知环节，其主要目的是将影像进行分析，获取一些有意义的信息；二是深度学习，应用于学习和分析环节，通过大量的影像数据和诊断数据，不断对神经网络进行深度学习训练，促使其掌握诊断能力。

目前包括科大讯飞、腾讯均已进军智能医学影像领域。腾讯觅影的图像识别、深度学习等领先的人工智能技术，辅助医生对食管癌进行早期筛查，发现准确率高达90%，帮助患者更早发现病灶。国内还有健培科技、医渡云、智影医疗、睿佳医影RayPlus、迪英加等公司也致力于将人工智能与医学影像结合来服务于医疗。

智能诊疗。智能诊疗就是将人工智能技术用于辅助诊疗中，让计算机“学习”专家医生的医疗知识，仿真医生的思维和诊断推理，从而给出可靠诊断和治疗方案。智能诊疗场景是人工智能在医疗领域最重要、也最核心的应用场景。

截至目前，智慧诊疗已经在中国落地了多个项目，最具典型性的是 IBM 沃森智慧诊疗平台等解决方案。沃森肿瘤专家（Watson for Oncology）是 IBM 研发的认知计算系统，应用于肿瘤医学领域并辅助肿瘤治疗。沃森智能诊疗系统结合医惠多学科会诊云平台，综合辅诊、会诊等多种诊疗协作方式，沃森认知运算技术作为核心能力，为医生讨论提供充分的临床实证支持，并协助病患数据传输、知识库建立、与院后随访功能，形成全程死循环管理。

“腾讯觅影”作为国内 AI+医学领域的标杆，也是腾讯医疗影像国家新一代人工智能开放创新平台的中坚力量。目前，“腾讯觅影”AI 影像已实现了单一病种到多病种的应用扩张，从早期食管癌筛查拓展至肺癌、糖尿病视网膜病变、乳腺癌、结直肠癌、宫颈癌等疾病筛查。其中，最新发布的结直肠肿瘤筛查 AI 系统实现了全球唯一的腺瘤、非腺瘤和腺癌的三分类识别和行业首个肠镜实时视频 AI 检测，实时鉴别腺癌准确率达 97.20%。“腾讯觅影”AI 轴诊平台能够辅助医生诊断、预测 700 多种疾病，涵盖了医院门诊 90% 的高频诊断。问前引擎已储备约 50 万医学术语库，超过 100 万术语关系规则库，超过 1000 万健谈知识阵，超过 8000 万高质 ffl 医疗知识库。

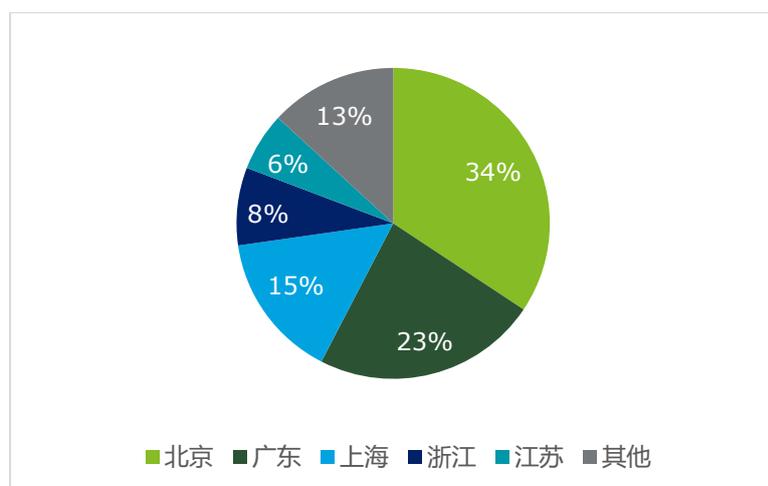
4.5 无人驾驶：主导汽车产业革新

人工智能时代，与汽车相关的智能出行生态的价值正在被重新定义，出行的三大元素“人”、“车”、“路”被赋予类人的决策、行为，整个出行生态也也会发生巨大的改变。强大的计算力与海量的高价值数据是构成多维度协同出行生态的核心力量。随着人工智能技术在交通领域的应用朝着智能化、电动化和共享化的方向发展，以无人驾驶为核心的智慧交通产业链将逐步形成。

目前无人驾驶仍处于测试阶段，但是在未来将具有巨大市场。由于当前技术和现有法律的限制，无人驾驶汽车还无法实现大面积推广，整个行业内通过第一阶段封闭路测的车企较多，包括上汽、蔚来、滴滴、百度、北汽、宝马等多家传统车企和互联网背景的车企，而完全通过第二阶段开放道路测试的企业并不多。因此短期内无人驾驶汽车市场不会有太大变化。业内预计中国可在 2020 年左右实现无人驾驶，届时国内无人驾驶汽车的销量可达 6 万辆，并在此后迅猛增长，于 2035 年达到 400 万辆。

由于无人驾驶的发展对工业基础以及技术支持有较高的要求，因此国内自动驾驶企业分布较为集中。北京、广东、江浙沪这些地区的自动驾驶企业占据了行业的绝大份额。产业集群效应将随着自动驾驶的发展愈发显著，长三角地区和珠三角地区依旧会是行业的发展中心。除此之外，地方政策也对无人驾驶的行业分布有重要影响，目前北京、上海、福州、重庆、长沙、长春、杭州、广州、深圳已开发自动驾驶测试道路，率先成为无人驾驶的试点城市。

图4-13：国内自动驾驶企业地域分布



数据源：德勤研究

在无人驾驶的区域发展方面，以上海为代表的城市走在了汽车产业革新的前列。2018年3月，全国首批智慧网联汽车开放道路测试号牌在上海正式发放。在上海将开放真实道路，全面测试运行智慧互联网汽车、无人驾驶汽车。上海嘉定区划定了安全性高、风险等级低的5.6公里道路，作为第一阶段智慧网联汽车开放测试道路。上海已经向进行自动驾驶道路测试的车企发放了牌照，其中包括传统车企上汽集团和无人驾驶创业公司蔚来汽车。传统汽车制造商宝马也成为首个获得上海自动驾驶测试牌照的外国车企。从无人驾驶企业来看，国内无人驾驶技术创业公司蔚来、威马、奇点、游侠等均将研发中心选在了上海。与此同时，包括特斯拉，谷歌Waymo在内的国际大厂纷纷在上海设立自己的工厂和研发基地。

图4-14：上海无人驾驶行业重点企业分布



来源：IT桔子，德勤研究

从用户的需求来看，作为出行的核心驱动，人们的生活已经离不开汽车，但随着汽车保有量的增加，事故、拥堵、污染等负面影响逐渐显现，需要新技术新方法提高交通的安全性、舒适性、经济性以及环保性。传统厂商寻求技术突破，主流厂家无论是技术端还是制造端对于跨界合作已经形成了一种共识，数据和连接将会是智能出行时代的关键词。技术公司已与有关部门、汽车制造公司展开跨界合作，实现资源的有效对接和合理配置。智慧出行首先需要强大的计算力与海量的高价值数据是构成多维度协同出行生态。

图4-15：自动驾驶技术分级

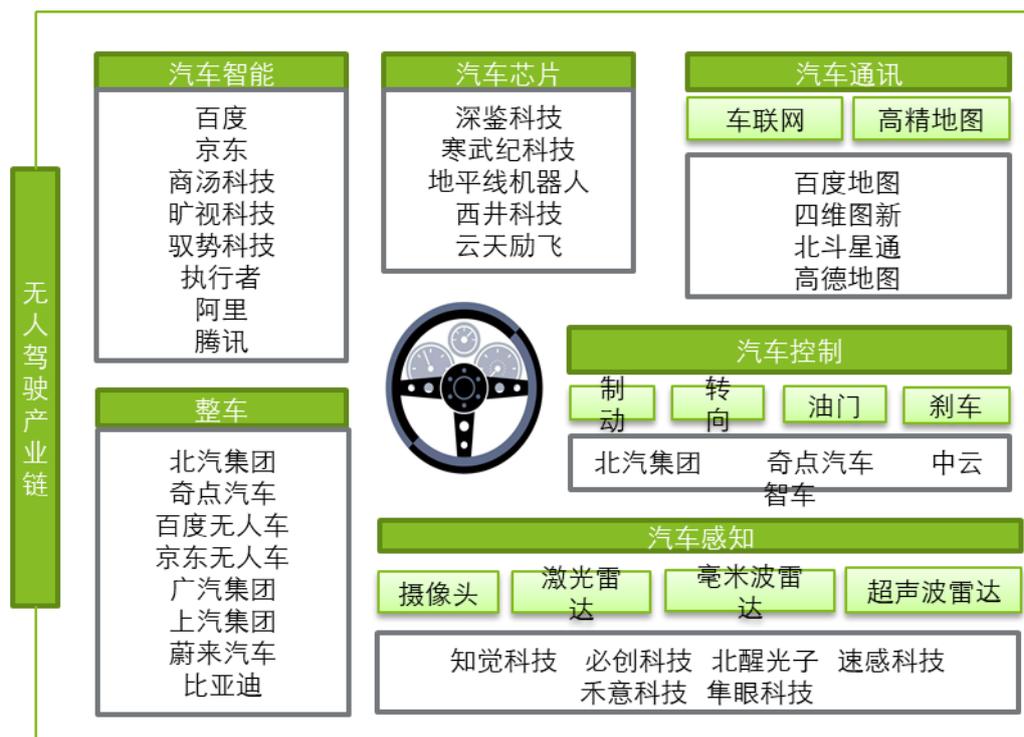
自动驾驶分级		名称	定义	驾驶操作
NHTSA	SAE			
L0	L0	人工驾驶	有人类驾驶者去安全驾驶汽车	人类驾驶员
L1	L1	辅助驾驶	车辆对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶，人类驾驶员负责其余的驾驶动作。	人类驾驶员和车辆
L2	L2	部分自动驾驶	车辆对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶，人类驾驶员负责其余的驾驶动作。	车辆
L3	L3	条件自动驾驶	由车辆完成绝大部分驾驶操作，人类驾驶员需保持注意力集中以备不时之需。	车辆
L4	L4	高度自动驾驶	由车辆完成所有驾驶操作，人类驾驶员无需保持注意力，但限定道路和环境条件。	车辆
	L5	完全自动驾驶	由车辆完成所有驾驶操作，人类驾驶员无需保持注意力。	车辆

数据源：SAE, NHTSA, 德勤研究

自 2000 年以来，关于汽车的智能化功能开始出现。GPS、传感器为无人驾驶的出现提供了数据和应用上的支持和准备。从 GPS 的推广开始，各科技和汽车厂商开始了大规模个人出行的资料积累，这些数据使人工智能得以通过海量数据学习驾驶要领。传感器在汽车中的应用使汽车具备了局部实时感应和判断的能力。例如汽车的 ABS、安全气囊和 ESC 等都从功能上辅助了汽车舒适度和安全性的提升。真正的汽车智慧化开始于 21 世纪的第二个十年，随着谷歌在人工智能技术上的率先发力，关于应用于汽车中的人工智能也相继出现。主要功能体现在车道变更，停车入库等多个方面。

从技术的发展来看，目前国内外智慧驾驶技术多处于 Level 2 至 Level 3 的水平。虽然关于人工智能的系统和算法已经日趋成熟，但值得注意的是许多自动驾驶的测试环境仍然处于实验阶段。上路后的无人驾驶一旦出现事故将面临用户的信任危机。目前，人工智能在无人驾驶领域即将落地的应用包括无人货运、无人共享汽车。

图表 4-16: 无人驾驶产业链



数据源：公开资料，德勤研究

无人货运。在物流领域，无人驾驶可以应用在长途卡车运输、封闭道路上的配送，以及同城运送上。无人驾驶技术的普及，能够在增加道路上卡车数量的同时，降低人为造成事故导致的死亡率，从而节约整体成本。其中，前两个领域已经有巨头和创业公司在布局，近期，近日苏宁和京东分别宣布在中国和美国硅谷测试了它们的 L4 级别的无人驾驶重卡。

无人货运技术的实施主要解决的是货车盲区大、机动性差、稳定性差和结构松散的特点。而通过人工智能的多传感器在线标定、多传感器融合、远距离感知、精细化建模&控制、多目标优化决策等技术，将解决以上问题。无人驾驶重卡一旦实现商业化，既能解放司机劳动力，又能实现企业节能减排目标，为应对全球气候变暖做贡献。但一切技术都是有限制的。由于重型货车的电耗巨大，长途运输中的电池续航在经济上尚不可行。

无人共享汽车。无人共享汽车是未来无人驾驶的应用场景之一。《2018年中国汽车共享出行市场报告》的数据显示，国内个人私家车的的使用率仅5%，加之出门限行单双号等政策的不断推行，都市中的年轻人越来越倾向共享出行。根据中国公安部2017年公布的资料，国内有证无车的人群达到2.15亿，并且每年新增3300万拿证人群，且拿证人数逐年递增。

从自动驾驶的商业潜力来看，人工智能有效的降低了人和物的运输成本。随着人工智能影响下的汽车运输来到“汽车共享”的阶段，汽车从私人拥有成为了共享运输工具，汽车行业的用户随即转化为共享汽车运营平台的用户。随着都市中的年轻人越来越倾向与按使用付费的个人出行消费模式，而不是选择缴纳一部购车的预付款，这从根本上挑战了当前以私人拥有汽车为核心的消费模式。对于传统车企而言，这样的转变将逐渐颠覆整个传统车企的商业模式。面对人工智能下的自动驾驶带来的冲击，包括福特在内的传统车企已经开始进行从单纯销售汽车向汽车服务提供平台的转变。

对于掌握了用户数据的互联网巨头而言，新兴的智慧交通市场成为他们布局未来的必争之地。由于为人工智能技术将从商业模式上颠覆传统出行行业，未来的核心优势在于数据和对平台资源的整合能力，传统车企商业模式中通过销售将汽车的所有权售卖给个人的方式将被新兴的商业模式代替。

4.6 零售：人工智能驱动行业走向聚合

受益于零售行业的数字化转型，人工智能已渗透到零售各个价值链环节。随着各大零售企业加入，电商巨头和科技企业加紧布局，人工智能在零售行业的应用从个别走向聚合，深度学习和计算机视觉成为支撑智能零售的两大技术深度学习主要被应用于数据的分析与建模，以实现产业链的优化；计算机视觉技术则可应用于消费行为分析与商品识别，目前计算机视觉辅助下的货品检测、自助结算等已实现商业化。

人工智能零售行业应用落地在全球高速增长。据Gartner预测，到2020年，85%的消费者互动将通过人工智能实现自动化管理。Global Market Insights数据显示¹²，2018—2024年间全球人工智能在零售领域应用年均复合增长率（CAGR）超过40%，应用市场规模在2024年达到80亿美元，其中亚太市场CAGR超过45%，主要由中国和印度市场带动。从技术领域来看，视觉识别/搜索技术相关应用CAGR 45%，机器学习相关应用CAGR超过42%

在此背景下，零售行业拉开利用人工智能转型的大幕。国内各大线下主流零售商顺应科技发展趋势，不断增加在人工智能领域的投入，2018年各类零售商在人工智能的建设投入约9亿元，占总投入的3.15%，预计到2022年这个数字可以突破178亿，占总投入的25%。各电商巨头也

借着人工智能的东风，加速在线与线下业务的整合。

上海是中国最大的消费城市，人工智能在零售行业的应用将更高效的推动上海零售产业的发展。AI+零售在上海的占比重，上海的浦东新区的零售科技公司占到上海全部零售公司的四分之一。其中，外卖品牌“饿了么”所属公司上海拉扎斯信息科技有限公司位于上海普陀区。以阿里巴巴为代表的科技巨头和永辉为代表的零售巨头都将上海作为其新零售和零售科技发展的重要试验田，其原因在于，上海作为全国人均消费水平最高的城市，拥有旺盛的消费需求而其城市的开放度使上海的消费者对新型的零售模式拥有更高的接受度。

图4-17：上海智慧零售重点企业分布



来源：IT桔子，德勤研究

人工智能在零售领域应用为绕人、货、场、链进行构建，不同场景面向不同：面向消费者的需求预测、个性化营销、购买体验以及智慧客服，主要要求是持续有效的吸引消费者参与；面向货品应用主要有利用智能货架协助支付、盘点、促销、定价等功能；面向门店的店铺选址、店内购物体验、无人店铺等，主要要求为实现店铺投资的效益最大化；面向供应链的智慧定价、智慧配送和仓储，主要要求是效率的提升。

人工智能在零售行业各个环节加速渗透，未来人工智能在零售领域的值得关注的议题有：

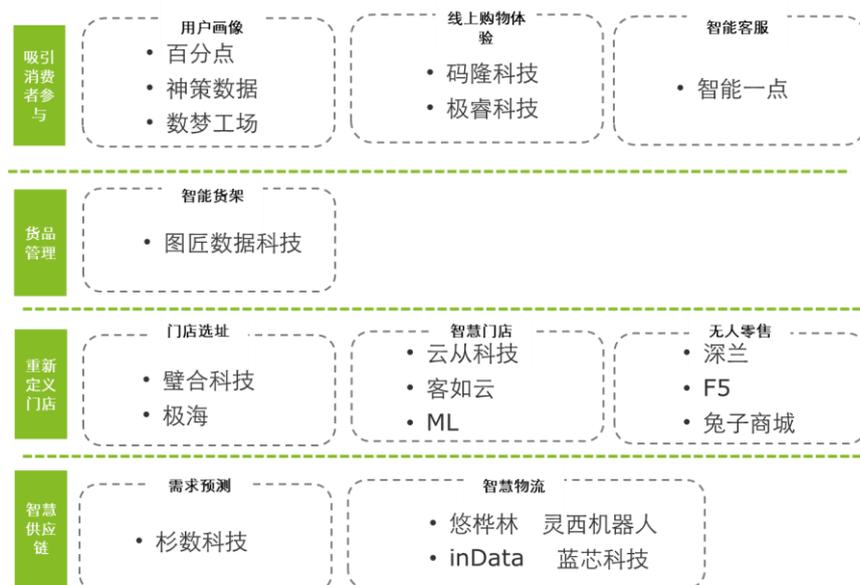
人工智能加速在线线下融合。人工智能给予市场参与者更多的手段进行数字化的消费者关系管理，这将加速在线线下融合，在C端更好地满足消费者的个性化体验；在B端帮助商家进一步优化它的成本和费用结构，开源节流。

应用场景进入碎片化大规模实验期。人工智能在各个零售环节多点开花，应用场景碎片化并进入大规模实验期。有些应用还处于早期，如无人零售和店内使用机器人，并没有十分明确有效的提高客户体验和说明成本缩减的商业实证出现。在应用场景尚不明朗的情况下，零售商还将与创业企业进行大量实验，寻找最佳切入点。

零售商与创业公司更加积极合作。传统零售企业要与科技巨头在广泛应用大数据和人工智能的零售市场上同台竞技，意味着零售商将更加积极与创业公司建立伙伴关系，

创业企业深耕行业应用。尽管各大科技巨头都在重点部署人工智能，巨头们的生态博弈并没有堵死创业企业的路。但是对于创业企业来说，与科技巨头竞争的优势有限，仅靠技术输出无法为企业打造护城河。越来越多创业企业将走向行业深耕，为行业客户提供解决方案并打造清晰的盈利模式。

图表4-18：智慧零售产业链



数据源：德勤研究

用户画像。用户是谁？使用者需要什么样的商品？需要什么服务？期望以什么价格购买？这些问题依然是零售商最关心的问题。商家在与顾客的互动中，产生大量数据，再通过不断的用户消费资料积累、机器学习，可以深入地分析和了解消费者偏好和需求，并为每一位顾客标注几十甚至上百个标签，如购买力、消费信用、品牌偏好、行为特征、社会关系等，从而形成对应的用户画像和知识图谱。用户画像是精准营销和大规模个性化推荐及服务建立基础。阿里智能推荐系统在去年“双十一”为用户进行了 453 亿次 AI 个性化推荐，研究表明，个性化页面的销售转化率比传统页面提升 20%。百分点的用户画像允许商家调整人群指标及权重值，选择适合的用户群开展营销。其某大型百货公司营销项目中，有效提升其活动业绩，降低拉新成本，平均获客成本减少 70%以上，转化率提升超 70%。支付作为消费的必备环节之一，蕴藏着大量的用户数据。聚合支付通过分析支付习惯偏好、支付习惯、频率等，为提高客户忠诚度、促销节奏推动提供参考。

智能店铺选址。中国零售从线下走到在线，又从在线回归到全管道发展服务客户的商业本质。线下零售的需求正在重启，商家开店的需求必将持续增长。人工智能选址通过结合各种数据，如历史销售数据，人口经济数据，到竞争者的距离等数据，可以把选址模型的颗粒度和数据相关性分析提到新高度。地段分析通过圈定商圈范围，实时查看预选店址周边人流量，以及区域内客流的变化趋势，评估是否能满足店铺客流量。选址对比可以实现用户同时预选 3—5 家店址，对比连锁总店、行业、不同时段人流等，计算分析最佳店铺地址。极海纵横信息技术利用地理大数据为零售企业提供新店选址与撤点选择服务，即机器学习基于位置的会员特征，并基于网点影响范围内人流属性、竞品店铺、商业企业共生资源、交通便利程度等对区域或网点进行加权评分，建立销售测算模型预测店铺营业效果。

智能客服体系。人工智能客服体系，从顾客提问开始进行语义理解与问题识别，并对识别的问题进行大数据搜索，分析顾客的问题含义，寻找知识图谱，进行答案匹配与决策。人工智能客服实现 24 小时客服在线，随时解答顾客问题，提高客户满意度，也为节省商家人力成本，把人力从枯燥高压的工作中解放，去做更具价值的工作。阿里云智慧客服机器人云小蜜可以实现基于知识库的知识咨询和问答，结合多轮对话配置工具，可以将业务集成到机器人会话中，如订单查询、物流跟踪、自助退货机器人等。云小蜜每天能够为 600 万客户服务，问题解决率达到 95%，拥有 36 个行业知识库，可以 7*24 小时提供多语言服务。智慧一点的萝卜塔（ROBOTA）AI 大脑通过机器自主学习和人机协同的方式，并基于用户意图的对话模型，结

合行业知识图谱，提高售前导购的转化和复购。萝卜塔将运用在线上线下两大场景，在线场景推出售前导购机器人和售后服务机器人；线下场景则有智能硬件机器人、线下导购机器人、智慧货架等。

4.7 制造业：智能制造应用潜力巨大

人工智能与相关技术结合，可优化制造业各流程环节的效率，通过工业物联网采集各种生产资料，再借助深度学习算法处理后提供建议甚至自主优化。然而，相较于金融、商业、医疗行业，人工智能在制造业领域应用潜力被明显低估。SAP通过对中国2015~2018年最大的300项人工智能投资项目进行分析，结果显示，23.4%的投资是在商业及零售领域，18.3%在自动驾驶，而制造业相关的人工智能投入不到1%¹³。而制造业恰恰是人工智能应用场景最具潜力的区域。有研究发现，人工智能的使用可降低制造商最高20%的加工成本，而这种减少最高有70%源自于更高的劳动生产率¹⁴。到2030年，因人工智能的推动，全球将新增15.7万亿美元GDP，中国就占7万亿美元；到2035年人工智能将推动劳动生产力提升27%，拉动制造业的GDP高达27万亿美元。

在国家政策指引下，我国制造业正加速智能化进程。2015年国家正式颁布《中国制造2025》，将智能制造工程作为政府引导的五个工程之一。2017年我国智能制造试点示范专项加速落地，与此同时国家对于智能制造专项的补助金额也在加速增长。2018年我国新增99个智能制造试点示范项目，其中18个位于长三角地区，10个位于京津冀地区。

从智能制造应用的区域分布来看，上海正在成为新兴智能制造产业发展和应用的关键地区。截至目前，上海智能制造发展体系已基本形成：在汽车、高端装备、航空航天、船舶海工、电子信息等重点领域遴选了14个国家级智慧工厂、60个市级智慧工厂，牵头制定66项智能制造标准，认定了两批30家智能制造系统解决方案供货商。随着“一核一带”智能制造产业集群，

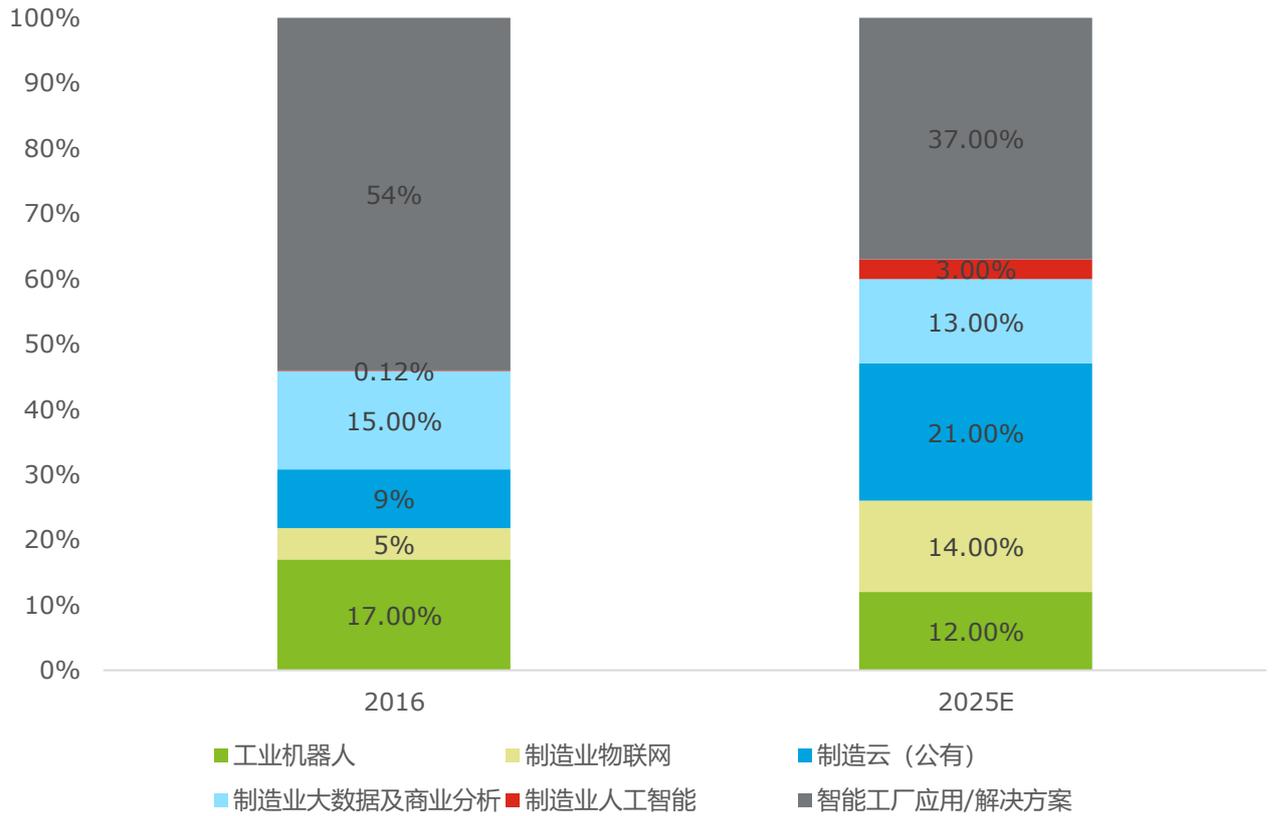
上海正逐渐形成临港世界级智能制造产业中心，浦东、闵行、嘉定、宝山、松江等区域形成的智能制造近郊产业带。

图 4-19：上海智能制造重点企业分布



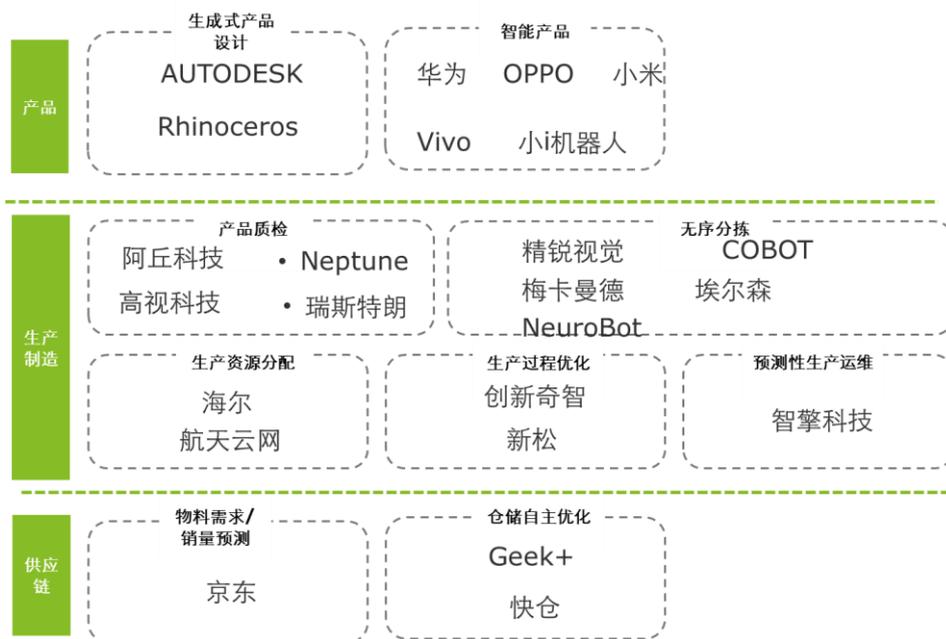
来源：IT 桔子，德勤研究

图表4-20：智能制造细分行业占比



制造业将成为人工智能应用蓝海。全球人工智能及相关场景在制造业应用市场在 2016 年约为 1.2 万亿美元，这个数字在 2025 年有望超过 7.2 万亿美元，复合年均增长率预计可超过 25%。

图表4-21：智能制造产业链



数据源：公开资料，德勤研究

人工智能在制造业的应用场景主要分为三类，一、产品智能化研发设计和为产品注智；二、在制造和管理流程中运用人工智能提高产品质量和生产效率；三、供应链的智能化。

智能产品：将人工智能技术成果集成化、产品化，制造出如智能手机、工业机器人、服务机器人、自动驾驶汽车及无人机等新一代智能产品。这些产品本身就是人工智能的载体，硬件与各类软件结合具备感知、判断的能力并实时与用户、环境互动。以智能手机为例，除了 AI 芯片使手机运行速率、反应时间商更快之外，手机上的智能语音助手、生物识别、图像处理等 AI 应用也给用户带来多维度的智能体验。国产手机四大巨头 Vivo、小米、华为和 OPPO 先后在 2018 年推出主打 AI 功能的旗舰机，显示智能产品的市场潜力不容小觑。

产品质检：借助机器视觉识别，快速扫描产品质量，提高质检效率。而且，因为这些系统可以持续学习，其性能会随着时间推移而持续改善。汽车零部件厂商已经开始利用具备机器学习算法的视觉系统识别有质量问题的部件，包括检测没有出现在用于训练算法的数据集内的缺陷。AI 视觉技术企业波塞冬可以实现精度为 0.1mm 的汽车电镀件外观不良检测；阿丘科技将 AI 和 3D 视觉技术用于工业质检和分拣，于 2018 年 1 月完成 800 万美元 A 轮融资；高视科技将

AI 视觉用于屏幕质检，已完成超过 5000 万元的 A 轮融资；瑞斯特朗则聚焦在纺织布料质检 16。

仓储自主优化：智慧搬运机器人大幅提升了仓储拣选效率，减少人工成本。以搬运系统为例，系统根据生产需求下达搬运任务，机器人会自动实现点对点的搬运，在工厂和仓库内运输物品的机器人会感应障碍调整车辆路线从而实现最佳路线。机器学习算法会利用物流数据——比如材料进出的数据、库存量、零件的周转率等——来促进仓库自主优化运营。如算法会建议将低需求的零件转移到更远的地方，并且将高需求的零件放到可以更快获取的附近区域。极智嘉科技以物流机器人及智慧物流解决方案为重点，研发机器人拣选系统、搬运系统和分拣系统等，通过机器人产品和人工智能技术实现智能物流自动化解决方案。机器人搬运系统通过移动机器人搬运货架/托盘实现自动化搬运。有效提升生产柔性，助力企业实现智慧化转型。实现自动进行路径规划及取放货架托盘动作，实现了工厂车间无人化的智慧搬

4.8 智慧城市：人工智能塑造城市基础设施创新系统

城市是人工智能应用场景最终落地的综合载体，随着AI等前沿技术的融入，城市基础设施得到了创新升级，将全方位助力城市向智慧化方向发展。同时，伴随着城镇化进程的不断加快，我国城市发展目前遇到人口密集、能源结构单一、资源配送效率低、交通物流风险大、垃圾回收利用率低、空气质量不佳等痛点，也从另一个方面催生了对人工智能产业发展的要求。

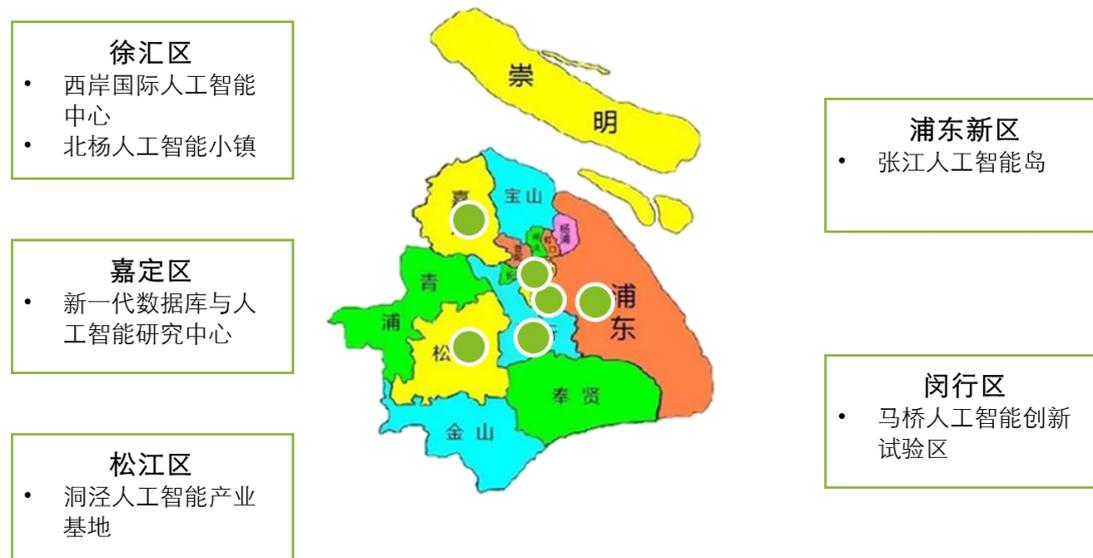
在城市人口方面，城市人口的增加带来了对城市空间和资源的挑战，对城市空间的安全和宜居水平易造成影响，所以城市人口的密集成为城市发展中亟需关注的问题；在能源结构方面，由于我国能源结构较为单一，仍然大量依赖煤炭、天然气等传统能源，为响应《巴黎气候变化协议》，中国已将二氧化碳排放达到峰值的时间定位为2030年，通过能源结构的调整改善全球气候变化已经成为社会各界全面关注的重点；在资源配送方面，传统资源配送使用的独立管网在城市基础建设方面已产生了地下空间资源利用不合理、重复施工造成环境破坏、管线工艺老化造成城市安全隐患、缺少准确运行维护资料等许多问题。其中综合管廊是我国城市发展过程中解决管线与空间矛盾的有效手段，但在规划系统性、收费机制合理性等方面仍需改进；在交通物流方面，目前物流大部分环节主要还是依靠人工分拣和配送，给物流工作带来了大量的潜在风险。因此亟需将城市基础建设和大数据、云计算、物联网等技术有机结合，提供创新型

物流资源分配方式，以提升物流业信息化、标准化、组织化和智能化水平；在垃圾回收利用方面，现阶段我国垃圾分类回收仍与其他发达国家的大都市存在一定的差距，废品回收无序、分类收集形式化、垃圾处理方式简单、总体管理系统封闭等弊端都是在城市生活垃圾无害化、资源化和减量化的道路上需要面临的挑战；在空气质量方面，目前中国空气污染范围较大、持续时间较长，对国民健康损害较为严重，且会导致较为严重的经济损失，也会加剧医疗系统的紧张。因此，控制城市的空气质量已成为全民关注的话题。

人工智能是建设未来智能城市的重要技术之一，为了解决目前城市发展中遇到的一系列痛点，引领城市实现健康舒适、碳排放不断减少、具备高安全性、生活高度便利化等美好愿景，可将人工智能技术应用于城市基础设施系统，通过在城市各大综合载体中先行构建，最终推广至整个城市层面，最终构建完善的智能城市基础设施创新系统。

近年来，上海正在以面向全球、面向未来的视野，不断加快建设人工智能发展的“上海高地”，全力建设徐汇西岸国际人工智能中心、张江人工智能岛、马桥人工智能创新试验区、北杨人工智能小镇、嘉定新一代数据库与人工智能研究中心、洞泾人工智能产业基地等综合载体，在人工智能科创资源、产业基础等方面形成优势互补。以马桥人工智能创新试验区为例，通过划分产业创新发展区和应用综合实践区两个分区，将围绕城市管理、社会治理、民生服务等需求，搭建丰富的人工智能应用体验场景，最终助力上海构建人工智能发展高地。

图4-22：上海综合载体分布



来源：德勤研究

人工智能在城市基础设施系统中的应用主要可分为城市绿地系统、交通系统、物流系统、循环系统、能源系统等创新系统。

绿地系统（水智理公园）：绿地系统是指通过打造城市智慧水资源管理体系，以实时应对全球气候变化对城市水环境造成的影响，最终实现节约循环、环境适应、安全使用的目标。

在实施过程中，先行在城市综合载体开展海绵城市和雨水花园技术的应用，构建城市智慧综合管廊，通过结合形成更加成熟的海绵城市运营管理模式。同时，可将绿地系统与污水与废物垃圾处理系统、能源系统有机结合，贯彻实施循环经济的理念。远期可进一步推广至整个城市层面，通过各种措施，确保城市能够应对全球变暖带来的水环境危机。

交通系统（人性化出行）：在未来智慧城市中，人和城市的需求将作为出发点，积极响应未来人工智能技术的发展，搭建各类智能交通应用场景，创造更加高效、活力、可持续的智能交通出行体系。

在具体实施层面，从人工智能在交通领域的技术路径来看，近期可在综合载体中引入新型道路分级系统，改革路网密度和道路断面，同时引入车路协同技术、智慧停车技术构建智慧场景，小范围开展无人共享出行、无人出租车系统，未来可进一步推广至城市层面。

物流系统（自动化流转）：自动化流转的物流系统以低成本、高效化和安全化为目标，通过自动化、智能化手段解决物流“最后一公里”难题，提升物流配送效率，降低成本，并显著改善街道交通环境。

在具体操作层面，参考荷兰城市地下管网案例，近期可在城市综合载体内预留地下物流系统的管道，安装无线充电基础设施。待配套技术成熟后，做小范围试运行。中远期与现有的物流公司合作，开发机器人分发系统，利用现有技术资源，研究突破地下物流系统管网的技术，推广至整个城市。

循环系统（固废处理）：固废处理循环系统以资源化、减量化、无害化为目标，依托气力自动系统、垃圾分类中心等设施和技术减少城市温室气体排放，提高可回收资源利用率。

在具体操作层面，近期可在城市综合载体内建设智慧垃圾分拣、厌氧有机废物发电系统和针对干垃圾和湿垃圾应用气力输送系统和餐厨处理系统，并结合智能废物信息监控管理网络更好地把控和运营。中远期在垃圾的产生和预分类方面颁布鼓励政策，实现源头把控，并推广至全市。

可持续建造（能源系统）： 可持续的能源系统以高效化、灵活性、可再生为目标，依托分布式能源、废水余热热泵、冷热电联产、微电网、蓄能技术等实现能源的节约和循环使用。

在具体操作层面，近期可在城市综合载体内尝试结合废水余热热泵、垃圾焚烧发电等技术形成符合循环经济理念的能源链，并在引导块优先采用太阳能、风能等可再生能源供给，使用分布式能源供给综合功能片区。中远期在整个城市推广可再生能源的使用。