

2021 认知智能发展 研究报告

中国信息通信研究院华东分院
竹间智能科技（上海）有限公司

2021 年 7 月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院和竹间智能科技（上海）有限公司，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院和竹间智能科技（上海）有限公司”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

历经半个世纪的发展，人工智能正在社会经济生活中发挥越来越重要的作用。认知智能是一种赋予机器模拟人类认知思考能力的技术，作为人工智能发展的高级阶段，具有交互性、情境性与适应性等特点。认知智能“能理解、会思考”的能力，可以极大地将人类从重复体力劳动和简单脑力劳动中解放出来。当前，认知智能产业生态已初步形成，产业应用加快落地，技术研发持续突破，涌现出一批具有代表性的企业，俨然成为城市数字化浪潮中的关键驱动力。

中国信息通信研究院华东分院联合竹间智能科技（上海）有限公司就人工智能全球态势、认知智能产业生态、技术融合、典型案例与未来趋势等方面开展了产业技术分析，形成《2021 认知智能发展研究报告》。本报告由五大篇章组成：

第一篇章：全球态势篇，对全球人工智能政策环境、发展现状与发展热点进行了详细介绍；第二篇章：产业生态篇，阐述了认知智能发展历程，并从行业生态、技术专利、学术研究和产业标准等方面展开具体分析；第三篇章：技术融合篇，阐述了当前认知智能领域情感计算、知识图谱、图像理解等六大行业技术领域的融合发展情况；第四篇章：典型案例篇，阐述了当前认知智能在金融、制造、教育等六大场景的应用落地总体情况与典型产品案例；第五篇章：未来趋势篇，总结了认知智能发展面临的问题挑战，对未来发

展做出展望。

由于认知智能仍在快速发展变化，我们对认知智能的认识还有待进一步深化，报告中存在的不足之处，恳请大家批评指正。

目 录

一、 人工智能发展——全球态势篇.....	1
(一) 政策环境.....	1
(二) 发展现状.....	2
(三) 发展热点.....	5
二、 认知智能发展——产业生态篇.....	6
(一) 发展概述.....	6
(二) 产业图谱.....	8
(三) 技术专利.....	9
(四) 学术研究.....	9
(五) 产业标准.....	12
三、 认知智能发展——技术融合篇.....	14
(一) 情感计算.....	14
(二) 知识图谱.....	15
(三) 图像理解.....	16
(四) 知识推理.....	17
(五) 自然语言理解.....	19
(六) 自动化知识工程.....	20
四、 认知智能发展——典型案例篇.....	21
(一) 认知智能+金融.....	21
(二) 认知智能+制造.....	22
(三) 认知智能+零售.....	25
(四) 认知智能+教育.....	27
(五) 认知智能+医疗.....	28
(六) 认知智能+公安.....	30
五、 认知智能发展——未来趋势篇.....	31
(一) 问题挑战.....	31
(二) 发展展望.....	32

图 目 录

图 1 人工智能企业数量增长趋势.....	3
图 2 中国人工智能产业规模及增速（2018-2020 年）	4
图 3 全球 AI 投融资笔数各轮次占比	4
图 4 全球/中国 AI 投融资规模	5
图 5 全球人工智能融资热点技术/产品变化趋势（按笔数）	6
图 6 认知智能发展历程.....	7
图 7 认知智能产业图谱.....	8
图 8 认知智能重点领域专利数量分布（2000-2020 年）	9
图 9 认知智能重点领域专利申请数量全国 TOP 10 机构（2000-2020 年）	10
图 10 认知智能重点技术研究发展趋势(1950-2020 年).....	11
图 11 认知智能重点技术研究机构分布(1950-2020 年).....	11
图 12 情感计算技术典型产品和应用	15
图 13 知识图谱技术典型产品和应用	16
图 14 图像理解技术典型产品和应用	17
图 15 知识推理技术典型产品和应用	18
图 16 自然语言理解技术典型产品和应用	19
图 17 认知自动化技术典型产品和应用	20
图 18 认知智能+金融典型应用场景	22
图 19 认知智能+金融企业案例	22
图 20 认知智能+制造典型应用场景	24
图 21 认知智能+制造企业案例	25
图 22 认知智能+零售典型应用场景	26
图 23 认知智能+零售企业案例	26
图 24 认知智能+教育典型应用场景	27
图 25 认知智能+教育企业案例	28
图 26 认知智能+医疗典型应用场景	29
图 27 认知智能+医疗企业案例	30
图 28 认知智能+公安典型应用场景	31

图 29 认知智能+公安企业案例 31

表 目 录

表 1 近年来全球主要国家和地区人工智能相关战略规划文件..... 1

表 2 近年来我国人工智能相关战略规划和政策文件..... 2

表 3 认知智能领域代表性标准情况..... 12

一、人工智能发展——全球态势篇

(一) 政策环境

全球人工智能进入广泛布局、深度落地阶段。截至 2021 年 5 月底，全球已有 30 余个国家和地区制订了人工智能相关战略规划、法规倡议或支持政策，其中北美、东亚、西欧最为活跃，政策重点聚焦技术创新、产业投资、人才培养、开放合作、监管治理、标准建设等方面。围绕人工智能产业发展，美、欧、中等国持续加强顶层战略和治理研究，旨在维持全球领先地位；日、韩、新加坡等国聚焦产业应用落地，旨在尽可能获取数字经济红利。

表 1 近年来全球主要国家和地区人工智能相关战略规划文件

国家/地区	文件名	发布机构	发布时间
美国	关键和新兴技术国际战略	美国白宫	2020.10
	国家人工智能研究和发展战略规划（更新）	美国白宫	2019.06
	维护美国人工智能领域领导力的行政命令	美国白宫	2019.02
欧盟	人工智能法（提案）	欧盟委员会	2021.04
	数字服务法案、数字市场法案（草案）	欧盟委员会	2020.12
	人工智能伦理准则	欧盟委员会	2019.04
德国	联邦政府人工智能战略（更新）	德国联邦政府	2020.12
英国	人工智能发展路线图	英国人工智能委员会	2021.01
俄罗斯	至 2024 年人工智能和机器人技术监管构想	俄罗斯联邦政府	2020.08
	俄罗斯 2030 年前国家人工智能发展战略	俄罗斯联邦政府	2019.10
日本	统合创新战略（2020 年）	日本政府	2020.07
	人工智能战略（2019 年）	日本政府	2019.06
韩国	人工智能半导体产业发展战略	韩国政府	2020.10
	国家人工智能战略	韩国政府	2019.12
新加坡	国家人工智能战略	新加坡国家 AI 办公室	2019.11

资料来源：根据公开资料整理

中国自 2015 年以来，多次印发人工智能相关国家政策规划，在国家战略层面上强调系统综合布局，高度重视人工智能与实体经济融合，稳步推动人工智能标准化工作和立法理论研究。各省市也积

极响应中央号召，以北上深杭等地为代表，相继出台人工智能战略规划、专项支持政策，抢抓新一代人工智能发展机遇。

表 2 近年来我国人工智能相关战略规划和政策文件

层级	战略规划或政策文件	发布机构	发布时间
国家	国家新一代人工智能标准体系建设指南	国家标准化管理委员会等五部门	2020.07
	国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引（修订版）	科技部	2020.09
	新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能	国家新一代人工智能治理专业委员会	2019.06
	关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见	中央全面深化改革委员会第七次会议	2019.03
	新一代人工智能产业创新重点任务揭榜工作方案	工业和信息化部	2018.11
省市	北京市加快科技创新培育人工智能产业的指导意见	北京市	2017.12
	关于建设人工智能上海高地构建一流创新生态的行动（2019-2021 年）	上海市	2019.09
	深圳市新一代人工智能发展行动计划（2019-2023 年）	深圳市	2019.05
	杭州市建设国家新一代人工智能创新发展试验区的若干政策	杭州市	2019.12

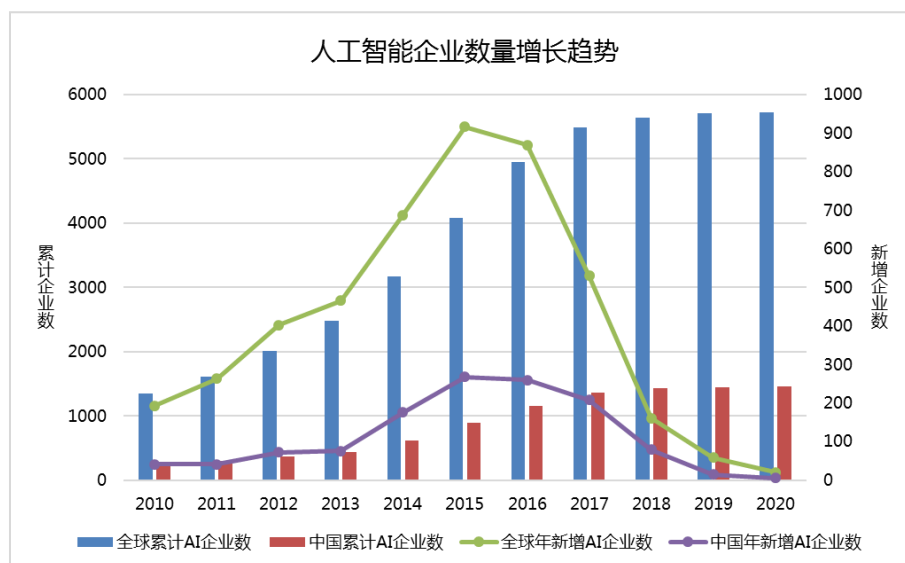
资料来源：根据公开资料整理

（二）发展现状

目前，人工智能产业规模持续增长，技术不断突破，场景加快落地，与实体经济融合程度向纵深发展，智能经济时代的全新蓝图正在全面展开。

1. 企业数量

全球及中国人工智能新增企业数量自 2017 年后趋缓，2020 年全球新增人工智能企业已不足 100 家。根据中国信通院数据研究中心监测，截至 2020 年 12 月，全球共有人工智能企业 5962 家，美国、中国、英国、加拿大等国家数量领先；中国共有人工智能企业 1459 家，占全球的 24.4%。

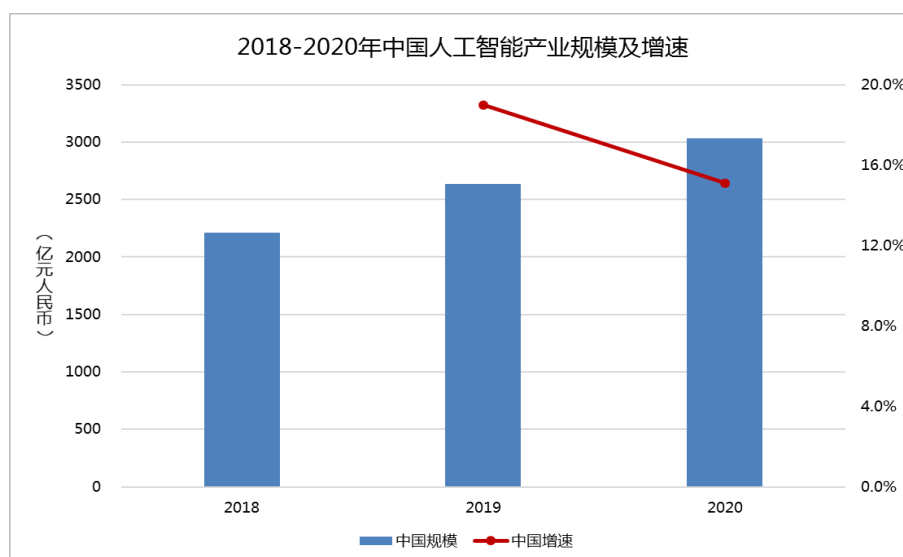


资料来源：中国信息通信研究院

图 1 人工智能企业数量增长趋势

2. 产业规模

全球人工智能产业规模持续增长，2020 年受疫情影响增速有所放缓。IDC 根据全球人工智能软件、硬件、服务总收入对产业规模进行的预测显示，2020 年全球人工智能产业规模为 1565 亿美元，同比增长 12.3%。根据中国信通院数研中心测算，2020 年中国人工智能产业规模为 3031 亿元人民币，同比增长 15.1%。中国人工智能产业规模增速超过全球。

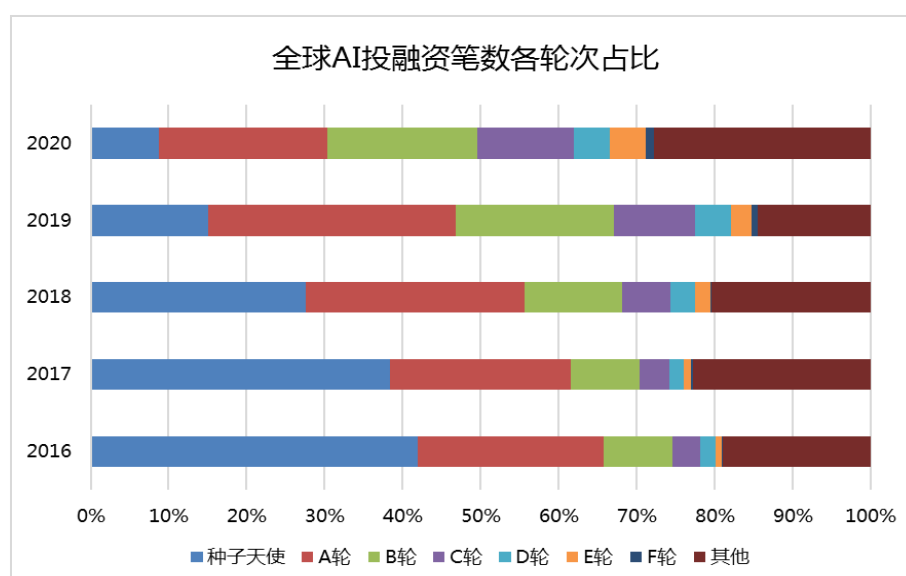


资料来源：中国信息通信研究院

图 2 中国人工智能产业规模及增速（2018-2020 年）

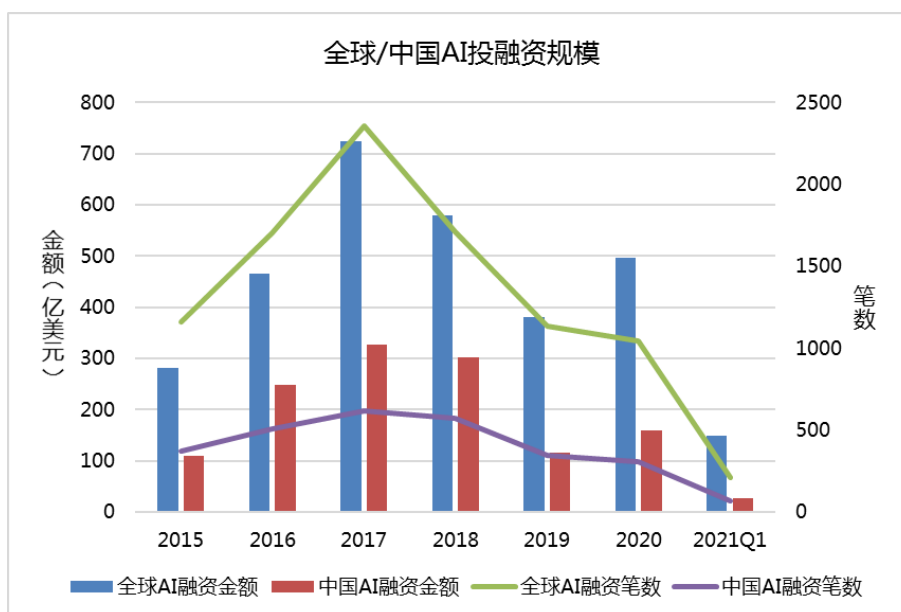
3.投融资

2020 年全球人工智能企业融资进入后期，种子天使及 A 轮融资数量占比进一步缩减，E 轮及以后融资金额占比大幅提升。医疗健康、智能机器人、人机交互、芯片领域的融资热度有所提升。



资料来源：中国信息通信研究院

图 3 全球 AI 投融资笔数各轮次占比



资料来源：中国信息通信研究院

图 4 全球/中国 AI 投融资规模

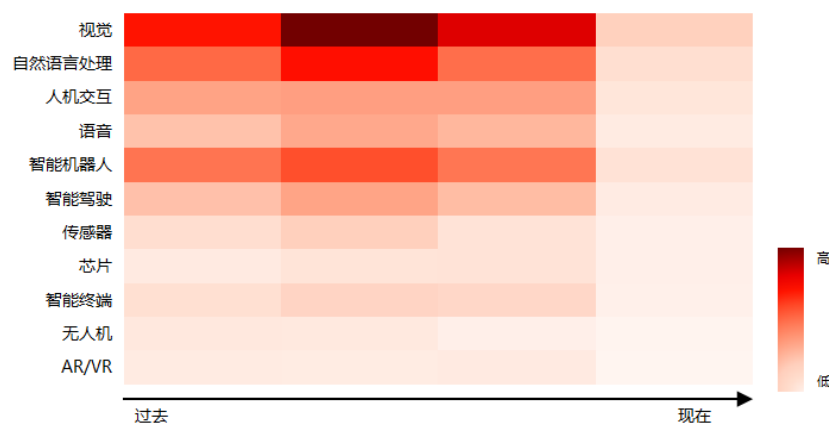
全球人工智能投融资金额增加、数量减少。根据中国信通院数据研究中心监测，2020 年全球 AI 领域融资金额为 496 亿美元，同比增加 30.1%，融资笔数为 1046 笔，同比下降 7.9%。中国融资金额为 160 亿美元，同比增加 37.1%，融资笔数为 308 笔，同比下降 11.2%。中国以占全球 29.4% 的融资笔数，获得了全球 32.3% 的融资金额。

2021Q1 融资数量延续下降趋势。2021Q1 全球 AI 领域融资金额为 148 亿美元，同比增加 6.2%，融资笔数为 213 笔，同比下降 18.7%。中国融资金额为 26.5 亿美元，同比下降 33.3%，融资笔数为 68 笔，同比下降 5.6%。

(三) 发展热点

全球人工智能技术领域融资方面，以自然语言处理、人机交互等为代表的认知智能领域处于相对领先地位。受全球经济形势和疫

情影响，全球人工智能投融资热度下降。在这种情况下，认知智能相关领域投融资活动仍保持相对较高的热度，成为时下人工智能发展的主要热点。



资料来源：中国信息通信研究院

图 5 全球人工智能融资热点技术/产品变化趋势（按笔数）

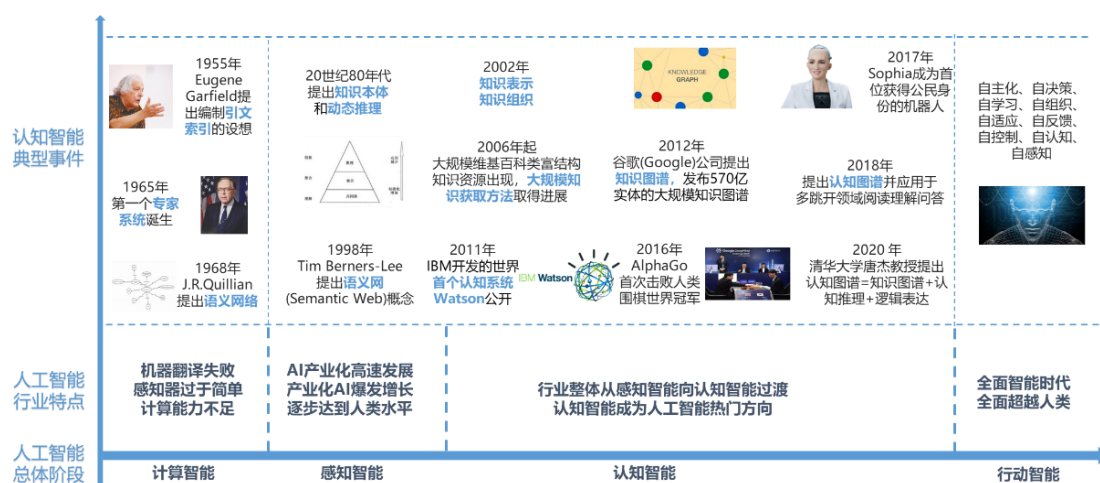
二、认知智能发展——产业生态篇

（一）发展概述

从人工智能的总体发展阶段来看，大致可以划分为计算智能、感知智能、认知智能和行动智能等阶段。当前，计算智能领域计算机早已超过人类；以计算机视觉、智能语音等为代表的感知智能也已实现广泛应用；人工智能在与经济生活深度融合的过程中，正促使感知智能的“能听、会说、能看、能认、有温度”，与认知智能的“能理解、会思考、有情感”相互交融。可以说，从计算智能到感知智能，是人工智能对世界的初步感知阶段；而从感知智能到认知智能，将是人工智能真正理解与认识世界的成熟阶段。

认知智能旨在赋予机器理解和模拟人类行为的能力，使机器在

结构化数据处理的基础上，能够模拟人脑的认知思考行为，自主实现记忆、学习、分析、理解、推理、判断，进而制定和表达决策。认知智能和感知智能的区别在于前者是对数据逻辑关系理解基础上的分析、判断与决策过程，而后者主要是数据采集、识别与结构化的过程。拥有认知智能，人工智能系统就能在更广泛的领域自主学习人类知识、帮助人类决策，甚至可以模仿人类从事更多智力型、创造型劳动，例如自动化编辑和自动化写作。



资料来源：中国信息通信研究院

图 6 认知智能发展历程

认知智能是一整套理论、技术和应用系统体系。认知智能的实现，需要在沿用、传承计算智能、感知智能相关技术的基础之上，围绕认知科学的发展，推动脑科学、心理学、逻辑学、语言学等多学科共同进步、跨界融通才能完成。认知智能时代的来临，必将全方位覆盖并跨越“传统”人工智能所涉及的各个领域，进一步开拓新市场、新模式，构建产业发展新格局，推动人工智能的社会和经济效益最大化。

(二) 产业图谱

目前，认知智能领域已在金融、医疗、政务等多个领域落地，并诞生典型案例，初步形成以智能基础资源、认知技术引擎、典型领域应用和产业发展支撑为体系的产业生态。根据爱分析《2020 年中国认知智能行业报告》预测，到 2022 年，认知智能相关的解决方案占比将达到 5-7%，届时认知智能市场规模约为 850-1200 亿人民币。



资料来源：根据公开资料整理

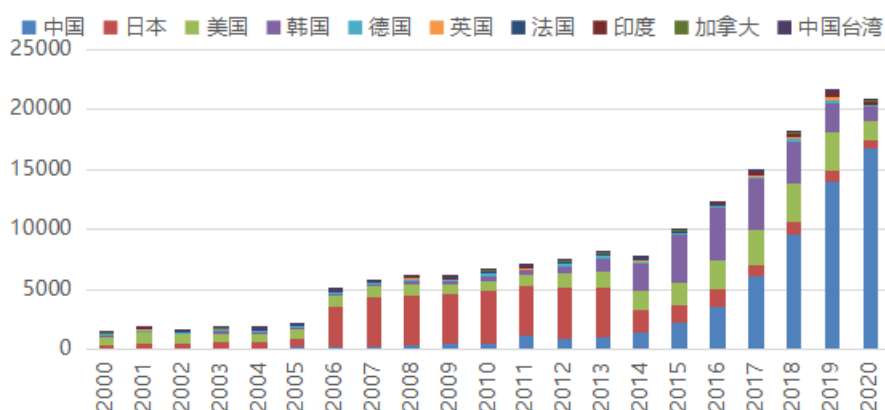
图 7 认知智能产业图谱

认知技术引擎是认知智能产业最为核心的技术环节，为应用落地提供技术动力。这一部分企业主要包括两类发展路径：第一类是由感知智能向认知智能延伸发展，以依图科技、云从科技等为主要代表，它们最初以偏向感知智能的计算机视觉技术起步，逐步向自然语言处理、知识图谱等认知智能典型技术领域进军；第二类以认知智能为主要发展方向，例如竹间智能科技自成立以来，就以情感

计算、自然语言处理、深度学习、知识工程等人工智能技术为基础，尤其是其自动化构建知识图谱的能力，打破了依靠人工处理数据的模式，提供可规模化的解决方案。在各类主体的共同努力下，认知智能行业抓住发展机遇，产业化应用初具成效，涌现出一批发展成果。

(三) 技术专利

2000-2020 年间，全球共申请认知智能重点领域专利 173611 篇。其中，中国、日本、美国、韩国是相关专利申请的主要国家，2020 年合计申请量占当年全球申请总量的比重达到 97.2%。自 2012 年起，中国相关专利申请数量呈逐年递增趋势，2017 年超过美日韩，成为相关专利申请数量最多的国家。2000-2020 年间，全球专利申请数量最多的前 10 家机构中，中国企业 3 家、高校 1 所，日本企业 3 家，美国企业 2 家，韩国企业 1 家。

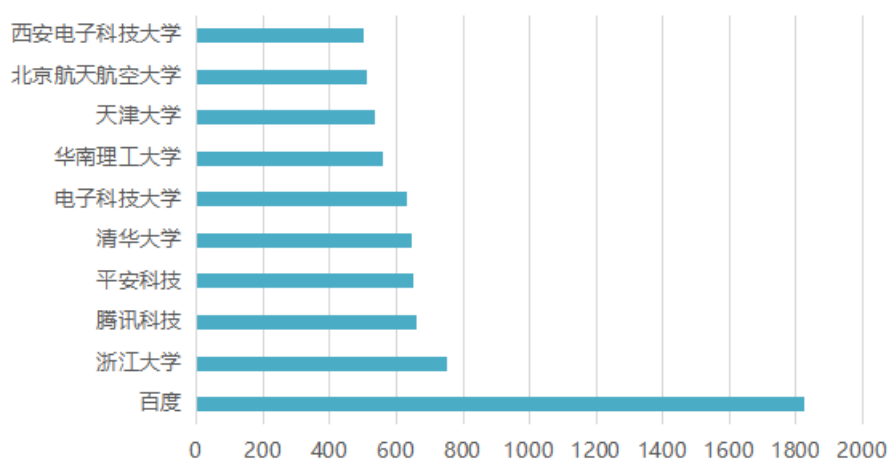


数据来源：incoPat, 中国信息通信研究院整理

图 8 认知智能重点领域专利数量分布 (2000-2020 年)

2000-2020 年间，中国申请认知智能重点领域专利共 58849 篇，

占同期全球申请总量的 33.9%。中国认知智能重点领域专利申请主要集中在人工智能产业基础和科研优势较为突出的地区，申请数量的前五个地区依次为北京、广东、江苏、浙江、上海。高校是中国认知智能专利申请的主要力量，中国相关专利申请数量最多的前 10 家机构中，企业 3 所、高校 7 家，分布在北京、广东等地。百度是中国认知智能重点领域专利申请数量最多的单位，申请数量接近第二名申请数量的三倍。



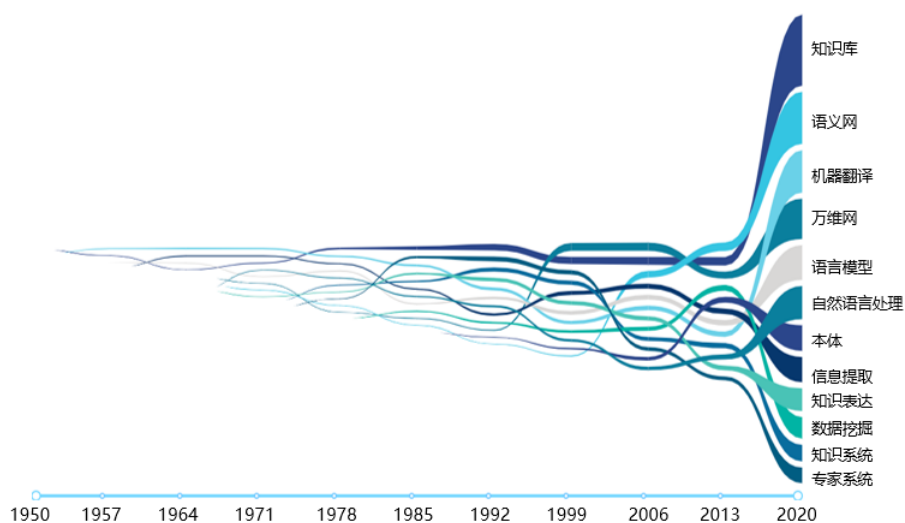
数据来源: incoPat, 中国信息通信研究院整理

图 9 认知智能重点领域专利申请数量全国 TOP 10 机构 (2000-2020 年)

(四) 学术研究

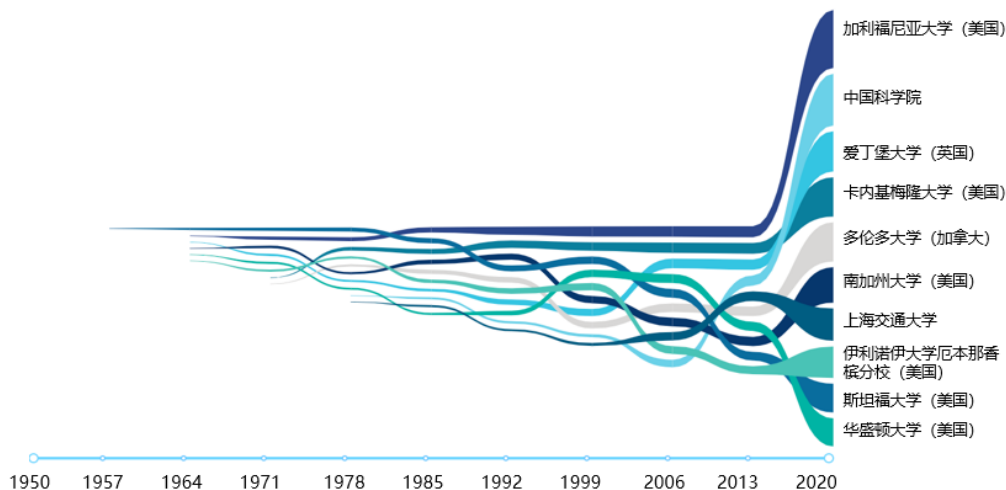
1950-2020 年，全球认知智能领域发表的论文中，涉及最多的技术领域包括知识库、语义网、自然语言处理、机器学习、神经网络、知识表示等。近 10 年，认知智能领域学术研究加速发展，相关技术领域论文发表数量占累计发表总数的 37.4%。其中，以知识图谱、语义网、自然语言处理、机器翻译等为代表的认知智能技术研究热

度更是快速攀升，论文发表数量占累计发表总数比重均超过 50%。此外，专家系统、数据挖掘等领域研究热度逐年下降。



数据来源：AMiner, 中国信息通信研究院整理

图 10 认知智能重点技术研究发展趋势(1950-2020 年)



数据来源：AMiner, 中国信息通信研究院整理

图 11 认知智能重点技术研究机构分布(1950-2020 年)

美国是认知智能领域学术研究的全球引领者。1950-2020 年间，美国累计论文发表数量稳居世界第一。论文发表数量排名前十的机构中，有 6 所位于美国。中国在相关技术领域论文发表数量虽然仅

次于美国，但是质量上与美国还有一定差距，领先科研机构还没有形成集群优势。目前仅有中国科学院、上海交通大学在相关技术领域论文发表数量位列全球前十。

(五) 产业标准

认知智能标准化建设越来越多地得到了国内外各标准化组织、企业和学术界的关注，目前已经发布和正在研制的各类标准超过 30 项，涉及国际标准、国家标准、行业标准等多种类别，参与者覆盖了中国信息通信研究院、中国电子技术标准化研究院、中国人工智能产业发展联盟、腾讯、竹间智能科技、思必驰等多类主体，各方正积极参与到相关行业标准的制定中来，共同推动认知智能标准体系加速健全。

表 3 认知智能领域代表性标准情况

序号	标准项目号	标准名称	标准类型
1	ISO/IEC WD 5392	《信息技术人工智能知识工程参考架构》 Information technology - Artificial intelligence - Reference architecture of knowledge engineering	国际标准
2	IEEE P2807	《知识图谱架构》 Framework of Knowledge Graphs	国际标准
3	IEEE P2807.1	《知识图谱技术要求及测试评估规范》 Standard for Technical Requirements and Evaluating Knowledge Graphs	国际标准
4	IEEE P2807.2	《金融服务领域知识图谱应用指南》 Guide for Application of Knowledge Graphs for Financial Services	国际标准
5	IEEE P2807.3	《面向电力行业的知识图谱指南》 Guide for Electric-Power-Oriented Knowledge Graphs	国际标准
6	IEEE P2807.4	《科技领域知识图谱指南》 Guide for Scientific Knowledge Graphs	国际标准
7	IEEE P2959	《面向标准文本的知识图谱技术要求》 Standards for Technical Requirements of Standard - Oriented Knowledge Graphs	国际标准

8	GB/T 36464.1-2020	信息技术 智能语音交互系统 第 1 部分：通用规范	国家标准
9	GB/T 36464.2-2018	信息技术 智能语音交互系统 第 2 部分：智能家居	国家标准
10	GB/T 36464.3-2018	信息技术 智能语音交互系统 第 3 部分：智能客服	国家标准
11	GB/T 36464.4-2018	信息技术 智能语音交互系统 第 4 部分：移动终端	国家标准
12	GB/T 36464.5-2018	信息技术 智能语音交互系统 第 5 部分：车载终端	国家标准
13	GB/T 40036-2021	翻译服务 机器翻译结果的译后编辑 要求	国家标准
14	GB/T 38665.1-2020	信息技术 手势交互系统 第 1 部分：通用技术要求	国家标准
15	GB/T 38665.2-2020	信息技术 手势交互系统 第 2 部分：系统外部接口	国家标准
16	GB/T 36339-2018	智能客服语义库技术要求	国家标准
17	GB/Z 38623-2020	智能制造 人机交互系统 语义库技术要求	国家标准
18	20190836-T-469	人工智能 情感计算用户界面 模型	国标计划
19	20190836-T-469	人工智能 情感计算用户界面 框架	国标计划
20	20192137-T-469	信息技术 人工智能 知识图谱技术框架	国标计划
21	20194128-T-469	信息技术 智能语音交互测试 第 1 部分：语音识别	国标计划
22	20194129-T-469	信息技术 智能语音交互测试 第 2 部分：语义理解	国标计划
23	2021-0170T-YD	全双工语音交互系统指标要求和评估方法	行标计划
24	2021-0171T-YD	基于人工智能的多媒体知识图谱数据库结构构建要求	行标计划
25	2021-0175T-YD	自然语言处理技术及产品评估方法 第 1 部分：基础服务平台	行标计划
26	2021-0176T-YD	自然语言处理技术及产品评估方法 第 2 部分：对话系统	行标计划
27	2021-0177T-YD	自然语言处理技术及产品评估方法 第 3 部分：智能翻译机	行标计划
28	2021-0178T-YD	自然语言处理技术及产品评估方法 第 4 部分：机器同传	行标计划

29	2021-0179T-YD	自然语言处理技术及产品评估方法 第 5 部分：智能客服系统	行标计划
30	2021-0180T-YD	基于机器学习的电信业务语音数据分析和处理技术要求	行标计划

资料来源：根据公开资料整理

三、认知智能发展——技术融合篇

认知智能作为以人类认知体系为基础、以模仿人类核心能力为目标的技术科学，对应人类情感、理解、推理、注意力和记忆等功能，主要包括情感计算、知识图谱、图像理解、知识推理、自然语言理解、自动化知识工程等关键技术。

（一）情感计算

情感计算通过计算科学、心理科学和认知科学的结合，赋予计算机像人类一样识别、理解、产生和表达情感的能力，主要涉及人脸表情、语音、肢体语言、文字语言等多种信号。主要技术路径是从生理学或心理学角度出发，通过各类传感器获取脉搏、表情、声音等信号，对其进行建模和识别，转化为情感信号，并与情感机理对应起来。

近年来，情感计算逐渐向海量数据、多模态计算等方向发展，并将模式识别、计算机视觉等研究成果运用于情感识别和理解，集文字、语音、肢体语言、表情等多种交流途径为一体，集中处理各类信息，实现情感的综合理解与表达。



资料来源：根据公开资料整理

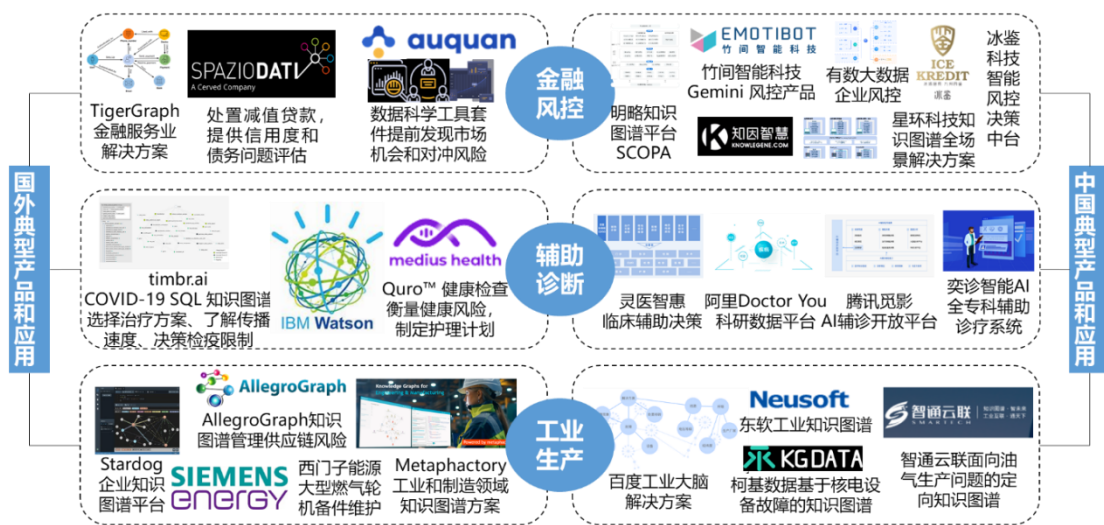
图 12 情感计算技术典型产品和应用

随着情感计算技术的快速发展，基于人脸表情、声纹识别、文字等的情感计算已经在客户服务、智能营销、课堂教学与心理咨询等领域得到广泛应用，涌现出研究语音情绪的 Beyond Verbal、研究文本情绪的 AlchemyAPI、研究表情的旷视科技、研究多模态情感计算的竹间智能科技等领军企业。Affectiva 等更是将情绪监控引入智能驾驶，一旦驾驶员出现嗜睡、过度焦虑或易怒状态，自动驾驶系统就会及时接管汽车。

(二) 知识图谱

知识图谱是把复杂的知识领域用图模型来描述和建模出来的大规模语义网络，具有规模巨大、语义丰富、质量精良与结构友好等特点。知识图谱富含实体、概念、属性和关系等信息，为机器理解与解释现实世界打开一扇窗口，特别是在数据多样且复杂、单一数据价值不高时，能够满足规范业务流程、经验性预测等需求。

构建知识图谱的关键技术主要包括知识表示、知识抽取、知识融合、知识存储等。由于图数据具有更强大的表达能力，结合知识图谱和图神经网络的相关研究已经成为一个热点方向；此外，将知识图谱与深度学习结合，依托于行业知识与经验的深度学习产生更多贴近产业核心的认知智能应用，已成为进一步提升深度学习模型效果的思路之一。



资料来源：根据公开资料整理

图 13 知识图谱技术典型产品和应用

知识图谱是人工智能底层关键技术，可以推动人工智能既有产品的升级或提供更有效的解决方案，在金融风控、辅助诊断、工业生产等场景下已经实现落地。

（三）图像理解

图像理解是让机器学会用自然语言描述图像的内容，是对图像内容的语义理解，从而研究判断图像中有什么目标、目标间的相互关系、图像场景以及如何应用场景。图像理解按照技术方法的不同

可以分为基于模板、基于检索和基于深度学习方法三类，目前比较常见的方案是基于 CNN-LSTM 的深度学习框架。

近年来，神经网络技术的发展和大数据的成熟联通了视觉和语言，推动图像理解成为认知智能研究热点之一。技术路径由单独利用 CNN、使用全局图像信息作为特征生成描述，扩展至 CNN 和 RNN 结合、使用图像多标签分类，以及加入注意力机制、视觉哨兵机制等改进经典模型，在图片理解和 VQA（视觉图像的自然语言回答）上都取得了很好成绩。



资料来源：根据公开资料整理

图 14 图像理解技术典型产品和应用

图像理解技术已在工业视觉、医疗影像、图像检索、旅行导览、虚拟现实、特定图像分析解释以及生物视觉研究等领域得到了广泛应用，也为视力受损人士生活辅助等场景提供了更便捷高效的服务。未来，图像理解能够既满足准确性和流畅性，又充分体现图像细节，更加丰富、更加详细地表述图像信息。

(四) 知识推理

知识推理是机器模拟人类的推理方式，依据推理控制策略，利

用形式化的知识进行思考的过程。通过推理技术的运用，可以推导出实体间潜在的或者全新的关系，发现新的知识，形成与原有知识的良性互动，有助于提升知识图谱的完整性和准确性。

传统知识推理方法准确率较高，但无法适配大规模知识图谱。近年来出现了基于图结构和统计规则挖掘的推理、基于知识图谱表示学习的推理、基于神经网络的推理和混合推理等面向大规模知识图谱的知识推理方法，其中后两种方法效果相对较好。目前，学术界和产业界还在加强技术攻关，不断提升推理效率和准确度，探索基于多模态数据的推理。



资料来源：根据公开资料整理

图 15 知识推理技术典型产品和应用

知识推理技术应用已经越来越多地出现在日常生活中。例如，根据用户购物行为信息进行商品智能推荐；根据用户上传的图像进行关联分析和理解推理，提升搜索引擎检索效率；根据现有企业、人企关系等运用知识推理技术帮助挖掘出潜在的人员和社会关系。

(五) 自然语言理解

自然语言理解以自然语言为对象，利用计算机技术进行处理，使得计算机可以读懂和理解自然语言。自然语言理解的基本技术思路是基于本体词典、词频统计、上下文语义分析等方式对语料进行分词，形成以最小词性为单位且富含语义的词项单元。

自然语言理解的相关研究始于对机器翻译的探索，近几年正不断追求更大的模型、更广的参数和更高的使用效率。谷歌 BERT 开启了自然语言处理的新篇章；拥有 1750 亿参数量的 OpenAI GPT-3 引发了业内轰动，证明了现有技术的可扩展性；国内也在加快自然语言理解相关研究，出门问问着力打造捍卫语言主权的中文 GPT-n，讯飞翻译机等产品已经落地，竹间智能科技客服机器人等服务得到广泛应用。



资料来源：根据公开资料整理

图 16 自然语言理解技术典型产品和应用

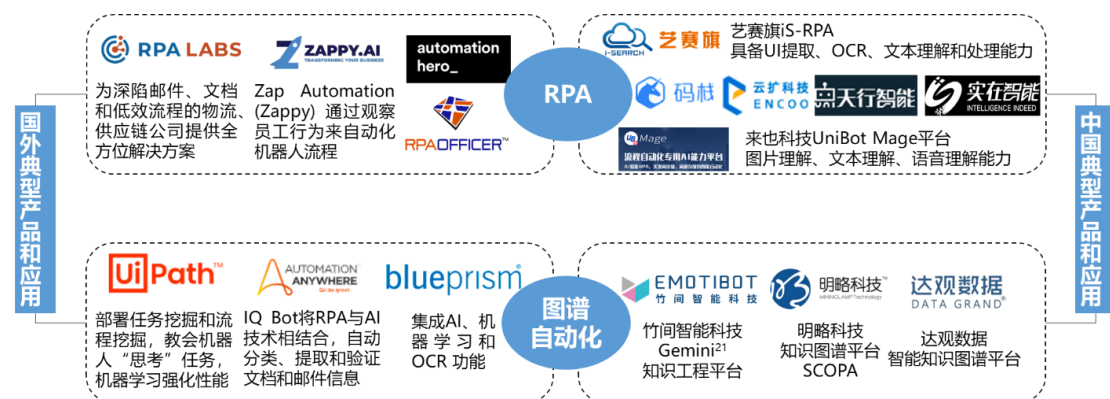
目前，自然语言理解领域较为成熟的落地场景集中在机器翻译、

机器客服、智能音箱、智能阅卷等领域；话术分析、自然语言生成等对认知能力要求更高，这些领域具有广阔的前景，未来还需要更多的技术投入。

(六) 自动化知识工程

自动化知识工程是自动化和认知技术的结合。与传统的机器人自动化（RPA）相比，自动化的知识工程不仅仅可以完成快速重复的自动化流程，还可以针对非结构化或半结构化数据自动生成知识图谱，且可根据业务模型效果进行调整，有助于简化工作流程，更高水平地提高运营效率。

从发展历程来看，知识工程经历了由人工构建到群体智慧构建到自动构建的过程，运用 AI+RPA 实现了智能业务流程自动化。知识工程主要通过流程编辑器快速构建自动化任务，降低开发门槛；通过自动神经网络架构搜索进行神经网络架构和参数自动优化，实现自动模型选择和调优；结合多模型自动集成和超参数优化，寻找最优的模型组合，极大地降低构建知识图谱的难度和工作量。



资料来源：根据公开资料整理

图 17 认知自动化技术典型产品和应用

自动化知识工程可以针对结构化/非结构化数据在端到端场景中落地，典型应用场景包括但不限于舆情分析、智能搜索、文本分析、异常监控、风险控制等。例如，以竹间智能科技 Gemini²¹ 知识工程平台为代表的自动化知识工程产品，在舆情分析场景中可以将用户评论与品牌相结合，将舆情走势整合到智能分析系统，提供用户需求洞察；在智能导购场景中把沟通对话进行分类，形成话题转移知识图谱，分析流单的主要环节，提高成单率。

四、认知智能发展——典型案例篇

随着认知智能技术逐步发展，认知智能已能够为各类场景提供更专业、更个性、更有互动感的服务，应用愈发广泛且多样，典型应用覆盖金融、制造、教育、零售、医疗、公安等，涉及城市数字化转型领域的方方面面，深刻地改变着人们生产生活方式。

（一）认知智能+金融

当前，金融业正面临从“手工业”升级到“工业”的拐点，无论是传统金融还是互联网金融，都面临运营成本高、产品服务单一、交易欺诈风险高等行业痛点。特别是近年来金融数据爆发式增长，要求金融机构对海量、实时、多维度的数据进行解析和判断，但这些无法通过感知智能技术解决，而是要依靠知识图谱、自然语言处理、图像理解、情感计算等认知智能技术提供解决方案。

得益于深度学习算法上的突破，近年来认知智能在金融领域已有较为广泛的渗透。通过对金融数据进行结构化提取和智能化分析，构建金融行业知识图谱，服务于智能风控、智能投研、智能投顾、

智能理赔等场景，可以满足金融机构当前面临的海量化、碎片化、多元化的金融服务需求，显著优化了金融服务的效率与成本。



资料来源：根据公开资料整理

图 18 认知智能+金融典型应用场景

目前，银行、证券、保险等传统金融机构，以 BAT、平安科技等为代表的大型互联网公司，以及竹间智能科技、文因互联等人工智能公司纷纷加码金融科技领域。根据艾瑞咨询《2020 中国金融科技行业发展研究报告》测算，中国金融机构 2020 年的整体技术投入估计达到了 1980 亿元，其中，认知智能相关投入估计可达百亿级。



资料来源：根据公开资料整理

图 19 认知智能+金融企业案例

(二) 认知智能+制造

工业革命后，制造业始终追求高效率、高质量、低成本与高满意度。近半个世纪以来，个性化消费浪潮催生商品定制化需求，带来制造系统复杂性的指数级增长，如何重建“质量-成本-效率”新体系成为传统制造业面临的严峻挑战。但制造业数据庞大、知识结构复杂、安全性要求高，因此，国内大多数制造企业仍处于自动化和数字化阶段，智能化刚刚起步，人工智能应用以成熟验证过的技术为主，集中在装备智能化升级等局部效率优化环节。

认知智能技术应用于制造业，可以实现制造体系的全局决策优化。通常以知识图谱技术为基础将工厂车间、人工资源、物料组件、设备制具、工艺流程、故障情形等制造业基础数据进行分类和建模，结合自然语言处理等技术，推动技能和经验在“人-机器-系统”之间相互转移，从而进行全流程多方面的协调管控，实现仿真模拟、智慧排产、运营维护、故障排查、质量保障、节能降耗、供应链优化等场景应用，对问题及时进行预防性处理，达到缩短研制周期、降低资源消耗、提高生产效率、创新业务模式等目的。



资料来源：根据公开资料整理

图 20 认知智能+制造典型应用场景

现阶段国内认知智能+制造领域企业集中在工业知识图谱、工业互联网、故障分析处理等领域，主要是行业领先制造业企业、智能装备制造制造商、工业自动化集成服务商等企业基于自身行业积累开展市场布局。目前，认知智能领域相关科技公司在制造领域的渗透程度仍相对较低，但百度、树根互联、竹间智能科技等人工智能企业也逐步依托自身技术优势切入生产制造特定环节；例如，竹间智能科技依托其开放式机器人基础技术服务平台，可以实现设备指令、场景控制、资料搜索、数据统计，助力制造业 IOT 人机流畅交互。



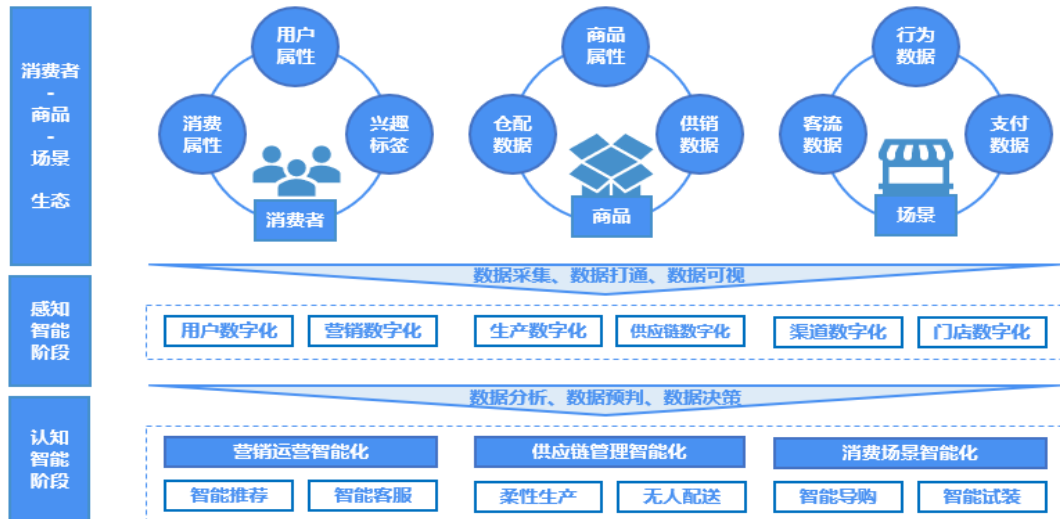
资料来源：根据公开资料整理

图 21 认知智能+制造企业案例

(三) 认知智能+零售

近年来，以“线上服务+线下体验+现代物流”为核心的新零售兴起。大数据、人工智能、移动支付、虚拟现实等技术革新，进一步催生智能试装、语音购物、VR 逛店、自助结算、无人物流等新业态。消费者购物场景愈发复杂，以消费者为中心的会员、支付、服务、库存、场景等数据全面打通，呈现多噪声、多模态、数据源分散、深度认知缺乏等特质。

认知智能应用于零售行业，主要是通过构建消费者知识图谱，结合情感计算、知识推理、自动化知识工程等技术应用，及时掌握、理解消费者购买意图与关联需求，为电商平台或商家打造“消费者-商品-场景”闭环生态，并藉由智能搜索、智能营销、虚拟导购等提升消费体验，提高获客效率和购买转化率。



资料来源：根据公开资料整理

图 22 认知智能+零售典型应用场景

阿里、京东、小米等电商平台和本地生活服务商，均在数据治理和认知智能技术应用上加大了投入，并通过智能搜索、智能推荐等提升消费者体验并获得了明确收益；百度、明略科技、乐言科技等解决方案供应商也通过服务各类商家完成数字化、智能化转型，成为了新零售生态的重要一环。



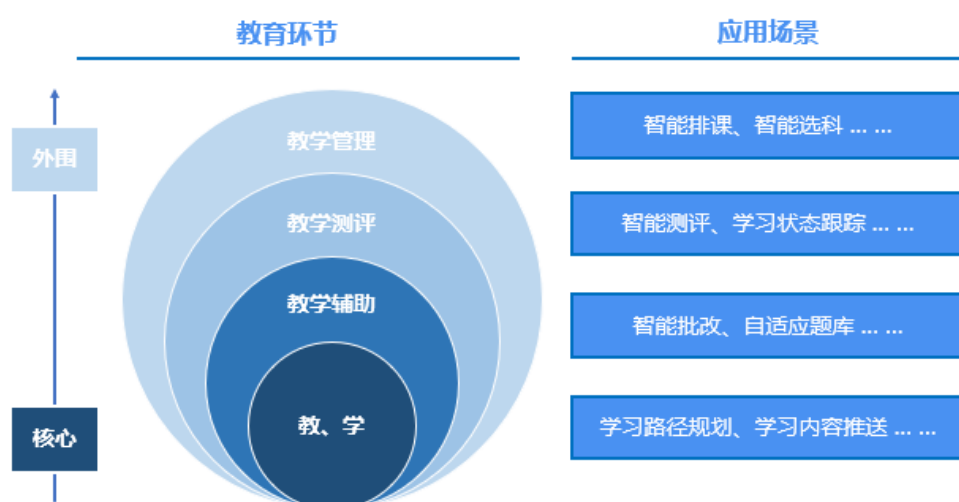
资料来源：根据公开资料整理

图 23 认知智能+零售企业案例

(四) 认知智能+教育

传统教育长期以来受制于质量、成本、可获取性三大矛盾因素。近年来新技术对于教育发展的推动愈发明显，从最早的计算机辅助教学、学习管理系统、自适应学习，再到当下备受关注的智适应学习，新技术与教育行业的深度融合已经成为探索教育变革的核心路径。人工智能已经切入教育领域各环节，并逐步从拍照搜题、分层排课等人工智能在外围工具中的应用，渗透至教、学等核心环节。

智适应学习体系是认知智能技术在教育领域的关键实践。通过模拟老师对学生的一对一教学过程，从底层逻辑改变学习的理念和方式。智适应学习在搭建贯穿教材知识体系、教学资源管理和学生学习轨迹的知识图谱基础上，藉由情感计算、知识推理、自然语言处理等技术应用，开展对学生的实时能力水平评估、精准知识状态检测、最优学习路径规划、最佳学习内容推荐等，从而真正实现对每一个学生的“对症下药”。



资料来源：根据公开资料整理

图 24 认知智能+教育典型应用场景

国外智适应教育已经有十余年发展历史，以 Knewton、Realizeit、ALEKS 等为代表，在中小学、高等教育机构中得到了广泛应用。国内以松鼠 AI 为领军，好未来、科大讯飞、猿辅导等也纷纷转型投入智适应教学领域。



资料来源：根据公开资料整理

图 25 认知智能+教育企业案例

（五）认知智能+医疗

医疗行业整体面临资源分布不均等关键挑战，患者往往难以获取医疗服务，对医生的专业知识、治疗质量不确定，存在消极的消费者体验。人工智能有助于改变诊断和治疗模式，推动当前医疗健康服务模式的变革。但医疗行业具备数据海量、多源、异构、专业性强等特性，医疗场景中的数据融合往往较为困难，人工智能在医疗行业的应用仍处在感知智能向认知智能过渡阶段。

目前认知智能在医疗领域的应用还是集中在医院端，以患者为中心的健康管理等场景还处于应用的初级阶段。认知智能在医院端

主要是通过聚合核心医学概念和全方位的医疗生态圈知识，从海量的临床案例中对经验和知识进行提炼整理、录入标注、体系构建，形成医疗行业知识图谱，并结合图像理解、自然语言处理等技术，从而实现智能导诊、智能分诊、辅助诊疗、智能随访、虚拟医生等方面应用，以推动疾病早诊早筛、快诊易诊，提升医疗领域的技术能力和服务水平。



资料来源：根据公开资料整理

图 26 认知智能+医疗典型应用场景

国内人工智能医疗公司多数成立时间较短，技术及应用尚不成熟，以 BAT、认识医生、竹间智能科技等为代表的科技公司是当前认知智能+医疗应用落地的主力，主要通过和医院共建“智慧医院”，或切入医院的具体场景发挥辅助作用。



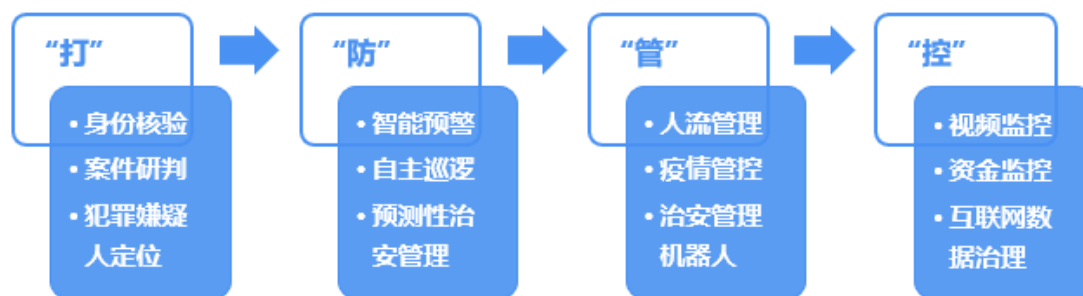
资料来源：根据公开资料整理

图 27 认知智能+医疗企业案例

(六) 认知智能+公安

随着信息技术的快速发展，犯罪活动也呈现出复杂化、动态化、智能化的特征。随着跨部门、警种、业务的协同和整合大趋势的到来，如何解决公安数据缺乏关联性的问题，在数字世界中实现犯罪的“打、防、管、控”，已成为公安业务系统构建中的核心挑战。

认知智能在公安领域的应用，往往是通过构建公安知识图谱实现多维多层关系网络，并结合关联算法、知识推理等技术，将公安部门多年业务中积累的技战法进行总结和可视化处理，形成对“人-事-地-物-组织-虚拟身份”的关联分析、异常事件挖掘、相似案件推理等公安情报研判的模型演进，进而实现案件数字侦查、动态犯罪打击、风险防控预警、安全态势感知等方面应用。



资料来源：根据公开资料整理

图 28 认知智能+公安典型应用场景

身份核验、案件研判、视频联网监控等是认知智能在公安领域最先落地的场景，各大安防设备巨头和科技企业以自主研发技术和产品体系为重点纷纷开展布局。



资料来源：根据公开资料整理

图 29 认知智能+公安企业案例

五、认知智能发展——未来趋势篇

（一）问题挑战

传统技术路径亟待突破。认知智能与感知智能的技术路径存在

差异。感知智能技术是在任务驱动下，通过构建合适的学习模型、处理海量的标注样本，实现从底层信号到输出结果的条件反射，目前已在图像、音频、文本识别等方面取得了突出成果。认知智能是让机器模拟人的学习，需要构建体系化、多模态、多任务的连续学习模式，这就要求技术架构与业务领域紧密结合，通过总结业务领域的专业知识，构建数据和相应的认知模型，再让机器学习进化。因此，在算力资源和数据资源紧张、行业知识体系还不完善的情况下，暂时无法通过进一步扩大数据量和模型规模实现认知智能，想要让机器具备与人类相近的分析和思考能力，还有很多瓶颈亟待突破。

标准体系建设亟待加速。标准化建设是人工智能发展的基础和前提，对于规范行业秩序、引领市场方向、抢占竞争先机有着重要作用。目前，虽然我国在认知智能的一些关键技术领域已具备一定的标准化基础，但标准化工作的进度远远不及市场发展速度，标准研制和发布周期较长，产品上市门槛较低，知识图谱等认知智能相关领域的软件产品与服务平台数量快速攀升，产品质量参差不齐，存在宣传混乱、用户选购成本高、售后维护困难等问题，有必要强化标准体系建设，完善行业生态，促进认知智能健康发展。

（二）发展展望

1. 认知智能将进一步成为人工智能热点

近年来人工智能持续快速发展，相关技术和应用也在不断演进，新一轮人工智能热潮能够延续甚至再创高峰，取决于认知智能的突

破程度。目前，人工智能在视觉、听觉、触觉等感知智能领域已经达到或超越了人类水准，但在需要外部知识、逻辑推理能力的认知智能领域还处于比较初级的阶段。目前的认知智能还无法理解人类或服务对象的意图，也无法解释并识别、决策背后的目的和逻辑。一旦认知智能取得突破，机器能够理解和运用知识，人就可以从繁杂的工作中被极大地解放出来，更多地从事创造性的工作，这将会最大化人工智能的社会和经济效益。基于此，各界已经对认知智能在人工智能产业和人类社会经济发展中的重要作用达成共识，认知智能也将获得越来越多的关注和应用。

2. 认知智能将进一步与行业知识相结合

认知智能是与行业知识紧密联系的技术。未来，认知智能将不断扩充在细分领域的表述能力，强化关系细化和领域切分，进一步与行业知识相结合。从认知智能的应用层面来看，垂直行业的特色需求是认知智能发展的主要驱动力之一，不同垂直领域的需求也千差万别，无法使用通用的、模式化的解决方案。例如，金融行业需要重点解决客户服务需求大、产品多样化要求高和降低交易欺诈风险等问题；而安防领域则要求实现人、事、地、物、组织、虚拟身份的关联，及时判断示警案件线索，金融行业和安防行业的认知智能解决方案并不能直接互通，需要结合各自特点，开发针对性的认知智能。从认知智能基础资源来看，数据、算力等人工智能行业的基础设施已经趋于完善，行业数据的收集和结构化处理技术基本成熟，为认知智能理解数据关系逻辑提供了基础，认知智能将进一步

与行业知识结合，注重行业知识图谱和关系挖掘，将垂直行业的业务经验转化为知识，推动认知智能在行业中更深层次落地应用。

3. 认知智能将迈向自动化、多模态、标准化

人类的智能是体系化、多模态、多任务的，语言只是人类智慧的载体和表层，认知智能想要实现与人类相似的理解、分析、推理能力，就不能只局限在文字符号层面。在这个意义上，认知智能将加快技术突破和规范，加快向更高程度的智能迈进。一是强化知识工程流程自动化。基于非监督学习的知识挖掘、知识图谱构建和本体构建的能力将成为业界关注的重点技术，通过对大规模的数据进行挖掘分析，并应用积累的行业知识和自然语言处理能力，将传统人力为主的知识工程流程自动化，极大程度提升构建图谱的效率，降低构建图谱的门槛。二是精准进行多模态情感计算。将语音表情、面部微表情、肢体动作等结合起来，进一步发展多模态情绪识别，接收和对齐匹配不同模态间的微妙情感，确保不同模态间数据的一致性和合理性。三是重点领域标准研制将加快推进。围绕行业发展需求，认知智能在知识图谱、人机交互等关键技术领域，以及工业、政务、金融等专业领域的标准将加快构建，以标准化推进应用技术规范，促进行业健康发展。

中国信息通信研究院 华东分院

地址：上海市徐汇区云锦路 600 号

邮编：200232

电话：021-64171028

传真：021-64171028

网址：www.caict.ac.cn

