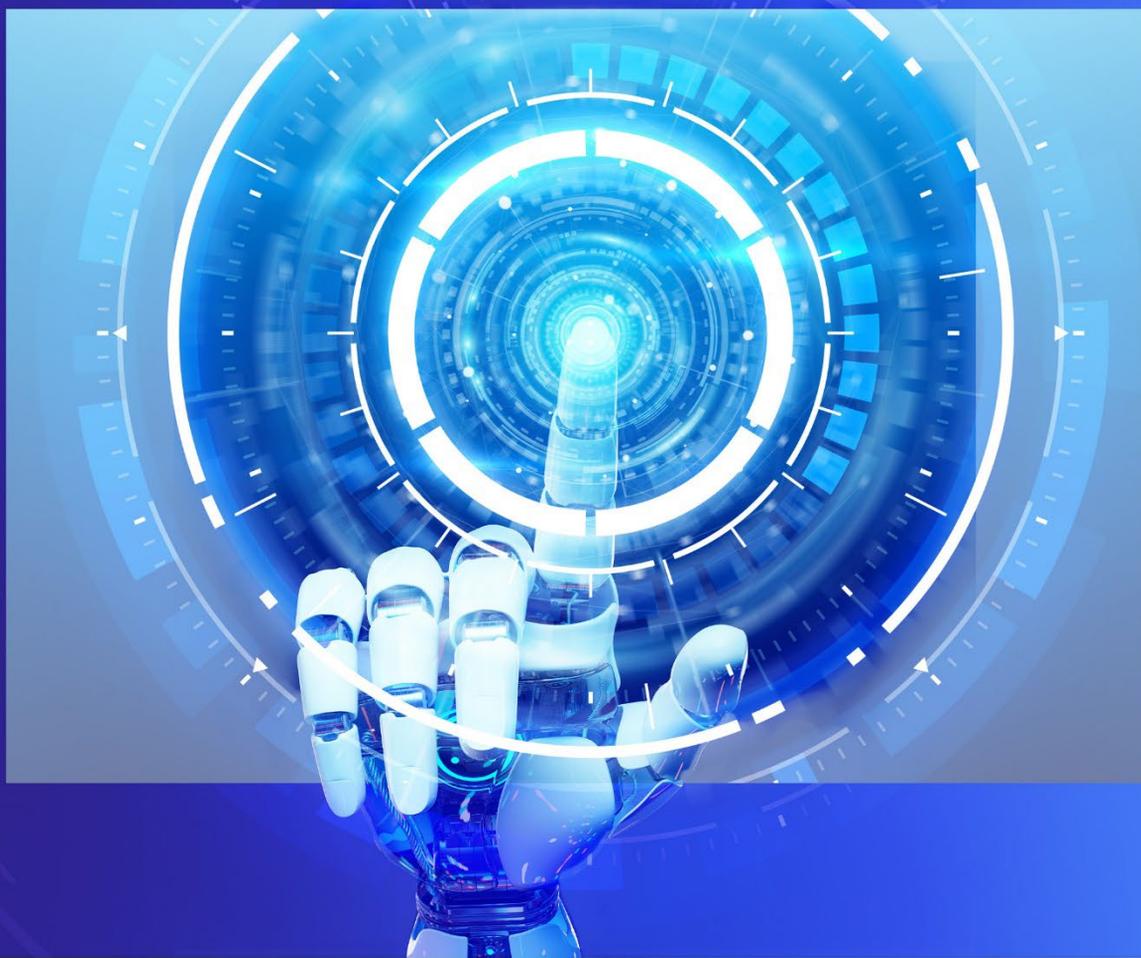


人工智能全域变革 图景展望： 跃迁点来临（2023）

2023年12月

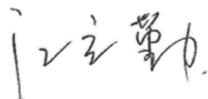


卷首语

风起于青萍之末，浪成于微澜之间。由ChatGPT所带来的新一轮人工智能热潮迅速席卷全球，可以被看作是推动数字经济时代生产力范式变革的标志性产品。人工智能的广泛应用将给人类未来的生产和生活方式带来巨大而深远的影响，并有望作为新的底层通用技术，点燃第四次科技革命！值此产业重要机遇期，毕马威携手中关村产业研究院通过行业调研和专家访谈，结合深入研究在本报告中共同发布了人工智能产业未来发展的十大趋势，期待能为AI产业界带来有益参考，锚定机遇，化解挑战。

江立勤

毕马威中国客户与业务发展主管合伙人



近年人工智能发展突飞猛进，全行业领域均面临如何融合应用智能技术的关键之问，巨大应用潜力背后是新硬件、新算法、新数据的全面涌现。我们有幸见证人工智能领域新技术应用释放出的巨大新产业、新业态、新经济潜力，正如题目所言，我们正处在“跃迁”的关键时点。在此时机中关村产业研究院联合毕马威发挥智库作用，对人工智能全域变革图景的探讨非常有意义，我们期待以此为起点，见证更多人工智能领域创新主体的蓬勃活力与成绩，见证人工智能全域变革的未来！

姜毅翔

中关村发展集团副总经理



目录

03 导读

05 全球人工智能产业洞察

06 一、全球人工智能企业格局

08 二、全球人工智能产业生态

13 中国人工智能产业洞察

14 一、中国人工智能企业格局

16 二、中国人工智能产业生态

25 人工智能产业发展十大趋势

26 一、技术变革

33 二、应用创新

39 三、安全治理

43 四、生态协同

50 关于毕马威

51 关于中关村产业研究院

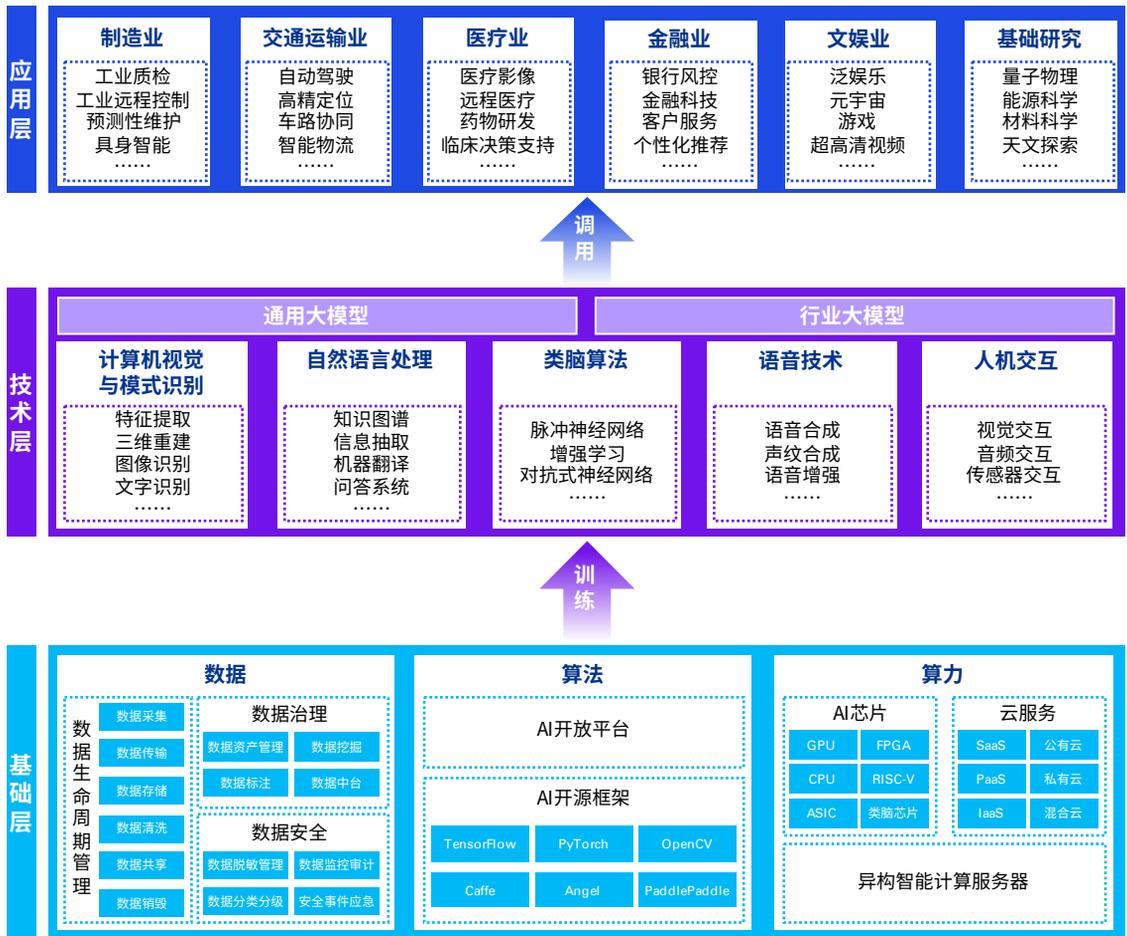
导读

人工智能技术的飞速发展给人类社会的生产生活带来重大变革影响。人工智能应用场景日渐丰富，AI技术在金融、医疗、制造、交通、教育、安防等多个领域实现技术落地。人工智能的广泛应用及商业化，加快推动了企业数字化转型、产业链结构重塑优化以及生产效率的提升。

人工智能产业链划分为基础层、技术层、应用层，本篇报告定义**人工智能核心层**为基础层和技术层，**人工智能核心企业**为处于基础层和技术层的企业。

人工智能基础层包含数据、算力、算法三驾马车，代表性企业¹有英伟达、百度、地平线机器人等。**人工智能技术层**主要包含计算机视觉与模式识别、自然语言处理、类脑算法、语音技术、人机交互五类，代表性企业²有OpenAI、旷视科技、智谱华章等。**人工智能应用层**包含所有AI技术与传统应用结合形成的产业种类。

图1：人工智能产业图谱

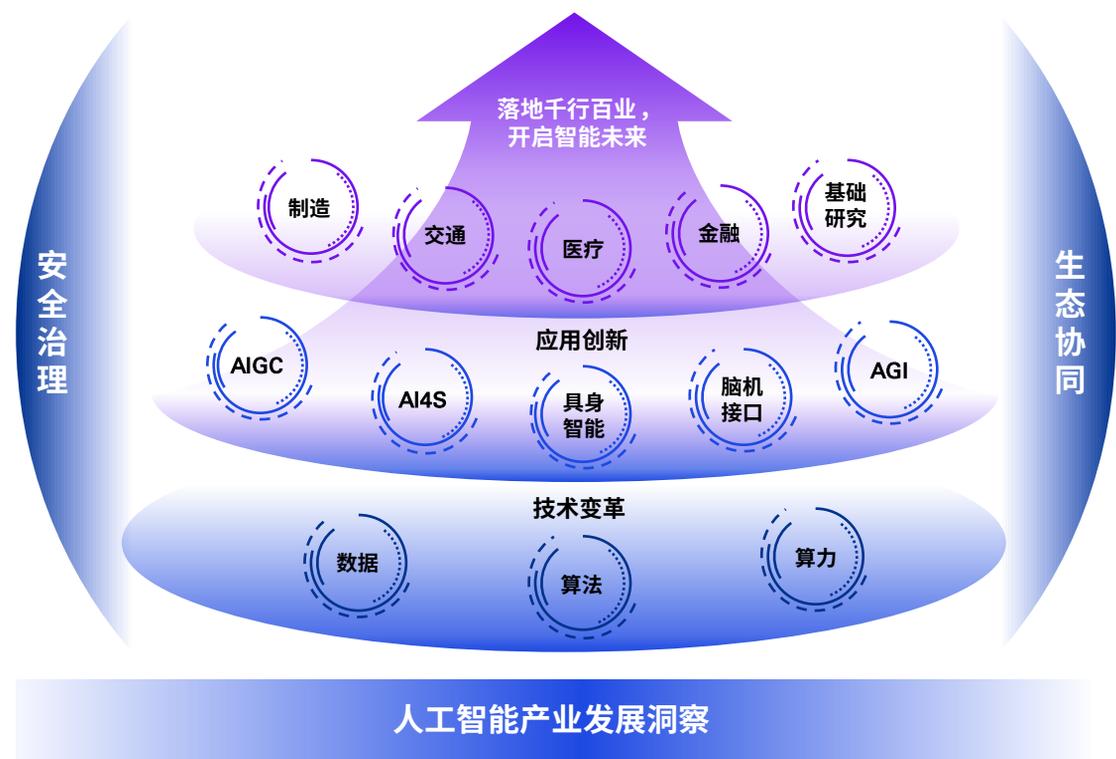


数据来源：中关村产业研究院绘制

¹结合CB Ranking排名和全球AI企业投融资情况列出三家国内外企业

²同上

图2：报告思路框架示意图



本报告从人工智能产业的全球情况和中国情况出发，分析人工智能产业发展现状，并结合市场观察提出了人工智能产业的十大趋势，深度剖析了各个趋势的发展情况与核心驱动力（图2）。



全球人工智能 产业洞察



全球人工智能产业洞察

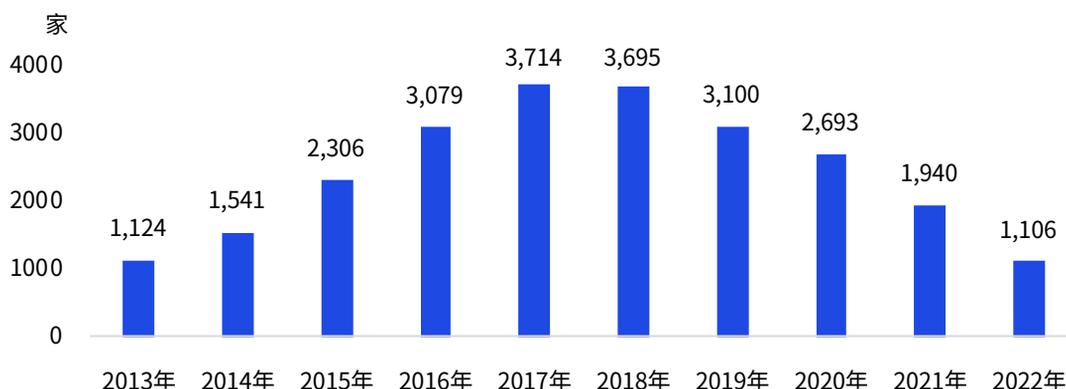
一 全球人工智能企业格局

01 全球人工智能企业3.6万家，中美企业数量名列前茅

全球人工智能企业数量由爆发式增长转入稳步增长区间。截至2023年6月底，全球人工智能企业共计3.6万家⁴。人工智能企业数量逐年增长，2016年-2019年全球人工智能企业爆发式增长，每年新增注册企业数量超3,000家

（图3），尤其是2017年新增注册企业数量达到顶峰（3,714家）。2019年开始，人工智能新增注册企业数量有所下降，2022年当年新增注册企业数量与2013年基本持平。

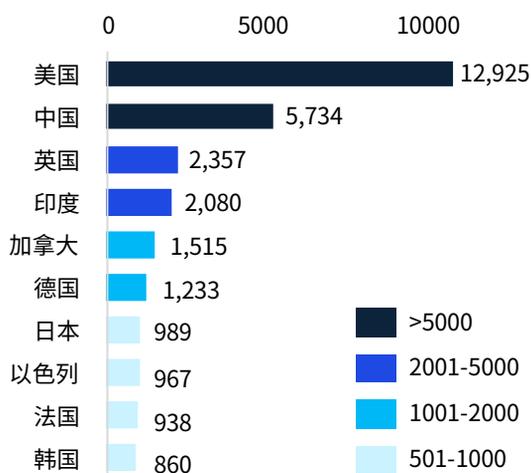
图3：2013年-2022年全球当年新增AI注册企业数量



数据来源：Crunchbase，中关村产业研究院、毕马威分析

美国人工智能企业数量位居全球首位，中国紧随其后，英国位居全球第三。美国人工智能企业数量约1.3万家，在全球占比达到33.6%，中国占比为16.0%，英国为6.6%，以上三个国家的人工智能企业数量合计占到全球的56.2%（图4）。亚洲的印度、日本、韩国，北美的加拿大，欧洲的德国、法国等国家也具有较好的基础，位居第二梯队。

图4：全球人工智能企业主要分布国家



数据来源：Crunchbase，中关村产业研究院、毕马威分析

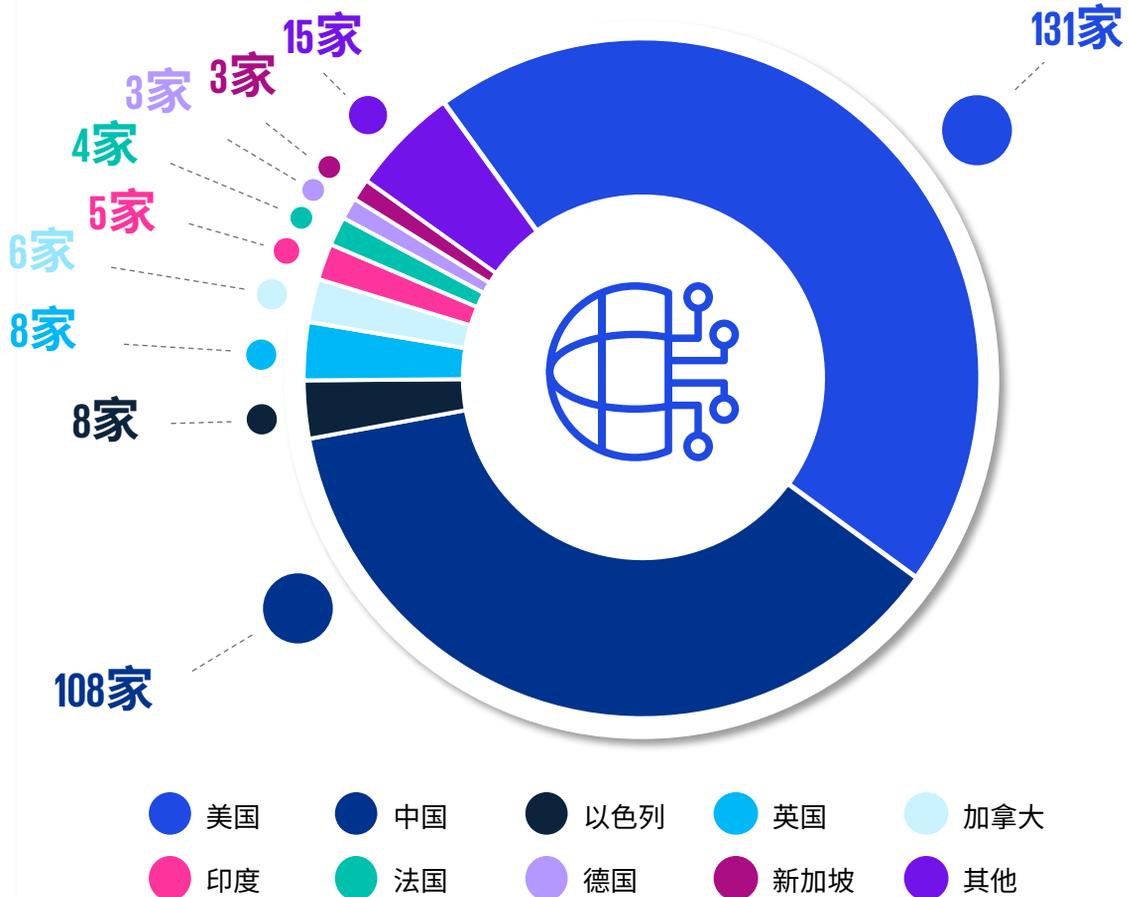
⁴中关村产业研究院数据库

02 中美在全球人工智能独角兽中平分秋色

截至2023年6月底，全球人工智能领域独角兽总数达291家⁵，分布在20个国家。如图5所示，来自美国的独角兽企业有131家，占全球总数的45%；来自中国的独角兽企业有108

家，占全球总数的37%。以色列、英国、加拿大分别位列全球第三、第四、第五位。

图5：全球人工智能独角兽企业按国家分布情况



数据来源：中关村产业研究院数据库，中关村产业研究院、毕马威分析

⁵据中关村产业研究院数据统计，数据统计截至2023年6月30日

全球人工智能产业洞察

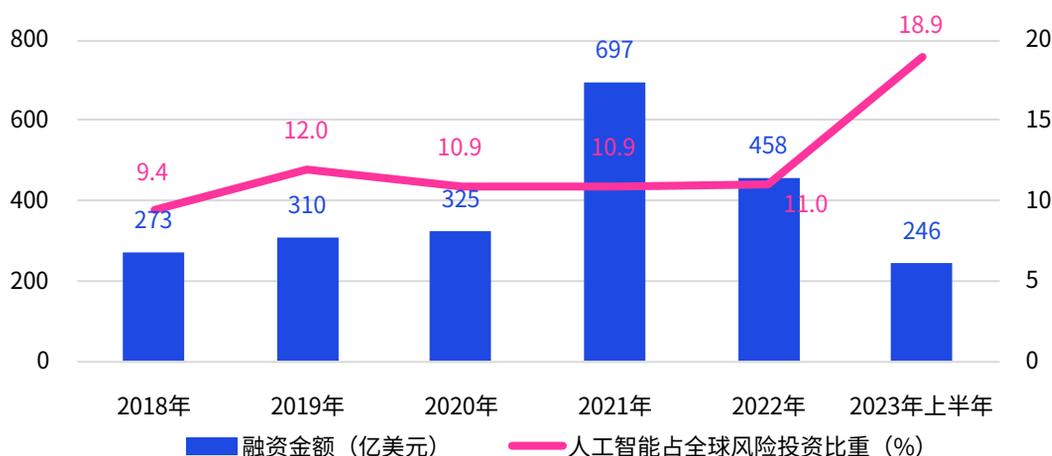
二 全球人工智能产业生态

01 人工智能领域全球风投热度持续提升

人工智能领域企业融资占全球风险投资比重逐年提升。受宏观政策变化等因素影响，全球人工智能企业风险投资放缓，2022年投资案例2,956起，披露投资金额458亿美元；2023年上半年风险投资案例下降，披露投资金额246亿美元，较上年同期下降14.6%（图6）。

不过，全球人工智能企业风险投资案例数和融资金额占全球风险投资比重逐年提升，2023年上半年全球人工智能企业获得风险投资占全球风险投资总额比重达18.9%，创近年新高。

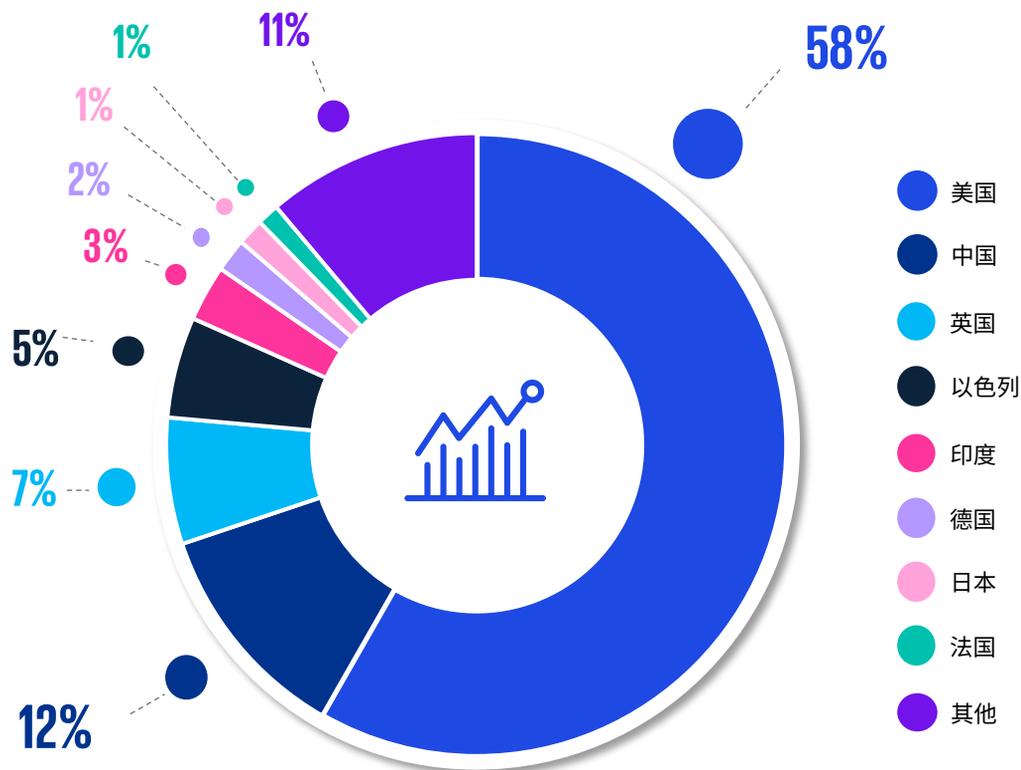
图6：2018年-2023年上半年全球人工智能企业融资及占比情况



数据来源：CB Insights，中关村产业研究院、毕马威分析

美国仍是人工智能领域风险投资重要聚集地。从国家分布来看，美国人工智能企业吸引风险投资最多，风险投资金额占全球比重近六成，其次是中国，占比达12%（图7）。

图7：2022年全球主要国家人工智能企业融资规模占比



数据来源：CB Insights，中关村产业研究院、毕马威分析

具体来看，在2022年全球AI领域投融资最多的前十大案例中（表1），50%的案例发生在美国，涉及游戏、航天航空、安防、云原生和可再生能源等；中国上榜企业分别是智

能驾驶公司地平线机器人和芯片及半导体公司粤芯半导体。此外，也有来自印度、新加坡和荷兰的企业进入榜单。

表1：2022年全球AI领域融资金额Top10

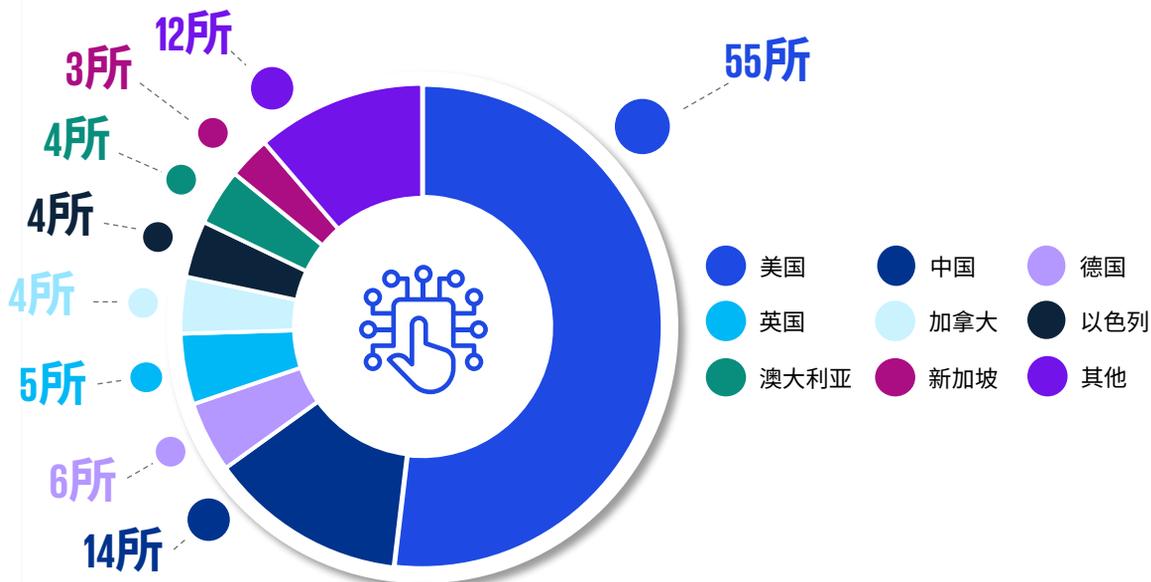
序号	公司名称	国家	轮次	时间	融资金额	估值	产业方向
01	Epic Games	美国	私募	2022/4	\$2.0B	\$31.5B	游戏
02	SpaceX	美国	未披露	2022/5	\$1.7B	\$127.0B	航天航空
03	Anduril	美国	E轮	2022/12	\$1.5B	\$8.5B	安防
04	Securonix	美国	D轮	2022/2	\$1.0B	-	云原生
05	地平线机器人	中国	战略投资	2022/10	\$1.0B	-	智能驾驶
06	VerSe Innovation	印度	J轮	2022/4	\$805M	\$5.0B	移动端软件
07	Intersect Power	美国	风投	2022/6	\$750M	-	可再生能源
08	Coda Payments	新加坡	C轮	2022/4	\$690M	\$2.5B	Web端软件
09	PhotonDelta	荷兰	未披露	2022/4	\$681M	-	芯片&半导体
10	粤芯半导体	中国	B轮	2022/6	\$671M	-	芯片&半导体

数据来源：CB Insights，中关村产业研究院、毕马威分析

02

美国人工智能核心层学科领域高校实力强劲，人才数量大

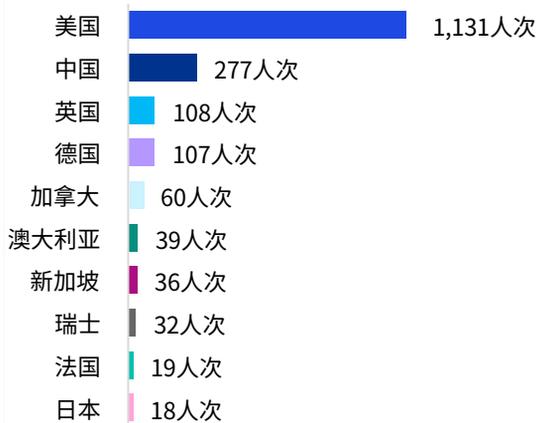
图8：全球拥有Top100人工智能核心层相关专业的学校数量分布



数据来源：CS Ranking，中关村产业研究院、毕马威分析

人工智能技术的蓬勃发展离不开人才和科研院所的加持。从顶尖科研院所⁶来看，人工智能核心层全球前100的排名机构中，美国占据55所，中国以14所排名第二，德国和英国分列第三和第四位（图8）。

从全球人工智能人才⁷情况来看，美国人工智能人才数量全球最多，人才数量遥遥领先于其他国家。美国入选2023年AI 2000⁸的学者数量最多，共有1,131人次，占全球总数的56.6%；其次是中国，共有277人次入选，全球占比约七分之一（图9）。



数据来源：Aminer，中关村产业研究院、毕马威分析

图9：全球人工智能领域顶尖人才国家分布情况

⁶中关村产业研究院根据CSRankings整理。CSRankings（全称Computer Science Rankings），是对全球顶尖计算机科学机构进行的排名，以全球计算机科学领域学者在顶级学术会议上发表的论文数量作为排名指标。2023年，CSRankings共分为人工智能、系统、理论、跨学科四个大领域以及27个细分领域。本报告使用的所有数据均截止至2023年6月30日，下同。

⁷Aminer，数据统计截至2023年6月30日

⁸Aminer，数据统计截至2023年6月30日

03 中美城市人工智能创新实力领先

图10：《全球人工智能最具创新力城市》Top100按国家分布情况



数据来源：Aminer, 中关村产业研究院、毕马威分析

从全球人工智能最具创新力城市百强榜单⁹来看，美国、中国上榜城市数量最多，分别为33个和19个。再从全球前十上榜城市来看，美国占据3位，其中旧金山湾区、纽约分别

位居全球首位和第三位，中国仅北京上榜全球前十，位列全球第二位（图10）。

⁹Aminer，全球人工智能最具创新力城市的创新指数主要从论文、学者、机构、国际四个细分方向评估

中国人工智能 产业洞察



中国人工智能产业洞察

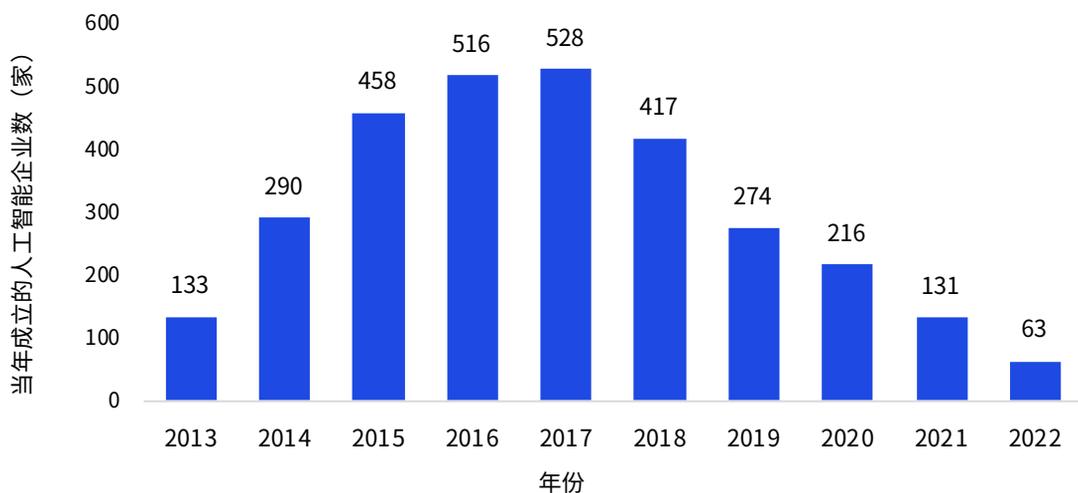
一 中国人工智能企业格局

01 中国人工智能领域核心企业5000余家¹⁰

中国人工智能企业数量位居全球第二位，核心企业5,000余家。我国人工智能领域企业密集诞生在2015年至2018年之间，约三分之二的人工智能领域核心企业成立年限在5-10年2017年人工智能领域新增注册企业数量超500家，达到

十年间顶峰。随着有效投资增长乏力，后逐年减少，2022年新增注册企业数减少到63家（图11）。

图11：2013年-2022年中国当年新增注册AI企业数量



数据来源：中关村产业研究院，中关村产业研究院、毕马威分析

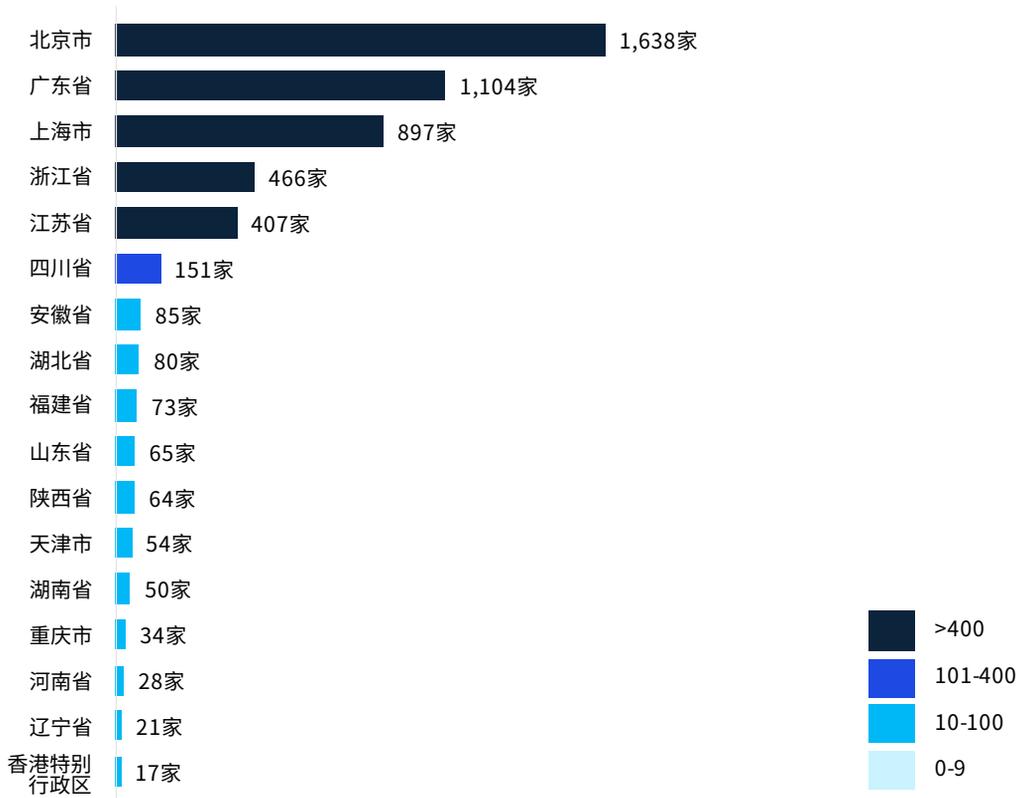
¹⁰中关村产业研究院人工智能企业数据库

02 人工智能企业地域分布较为集中

人工智能企业主要集聚于北京、广东、上海、浙江等地。从地域来看，我国人工智能企业主要集中在北京市、上海市、广东省、浙江省，形成京津冀、长三角、粤港澳三足鼎立的格局（图12），其中北京市人工智能企业数量1,600余家。

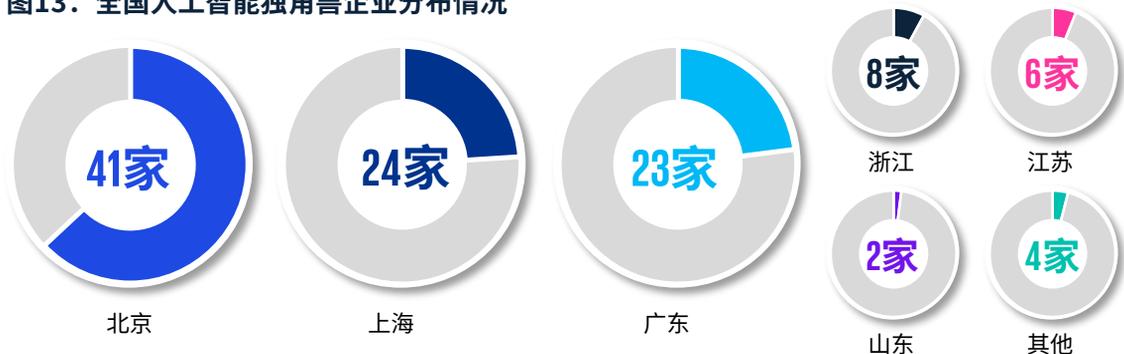
北京、上海、广东独角兽数量位居前三。中国人工智能独角兽企业数108家，其中，北京市人工智能独角兽企业有41家，位居全国首位。上海市和广东省位列二、三，分别拥有人工智能独角兽企业24家和23家（图13）。

图12：中国主要省市人工智能企业分布情况



数据来源：中关村产业研究院，中关村产业研究院、毕马威分析

图13：全国人工智能独角兽企业分布情况



数据来源：中关村产业研究院，中关村产业研究院、毕马威分析

¹¹中关村产业研究院人工智能企业独角兽数据库

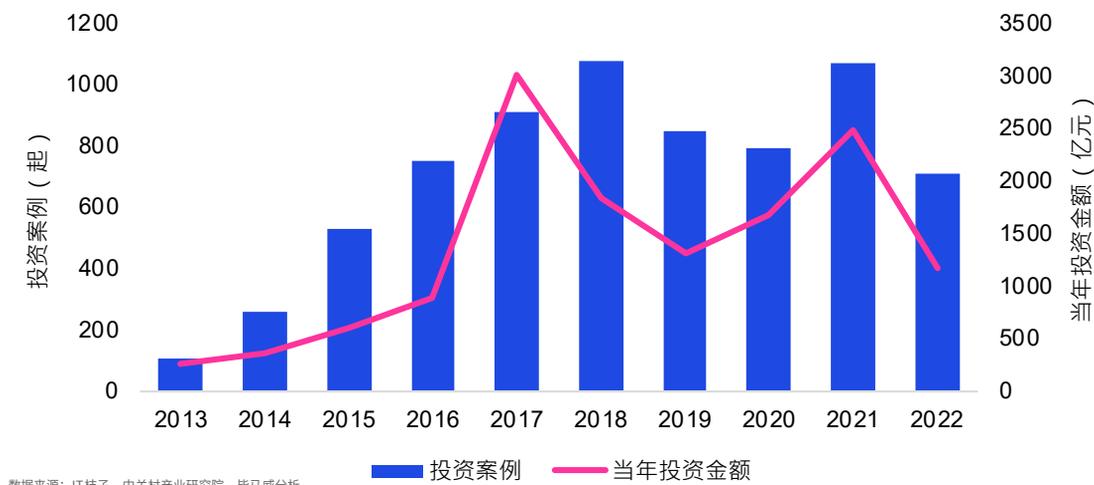
中国人工智能产业洞察

二 中国人工智能产业生态

01

中国人工智能风险投资阶段后移特征明显，细分领域风投走势分化

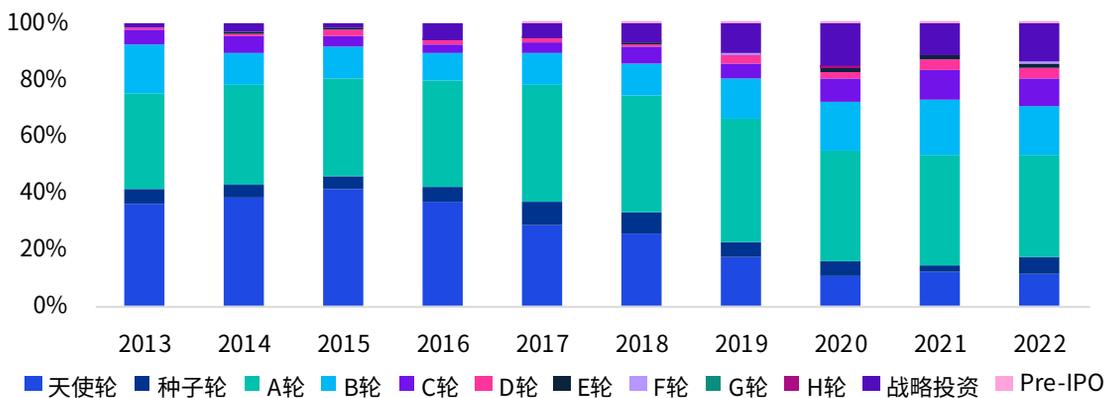
图14：近十年中国人工智能领域风险投资情况



融资规模增速有所放缓。受行业发展、资本市场环境变化等宏观环境因素影响，人工智能行业投融资活动在经历2014年-2017年快速增长至2017年峰值后虽有所回落，但仍保持较高水平（图14）。2022年中国人工智能行业投融资数量和金额均出现下滑。

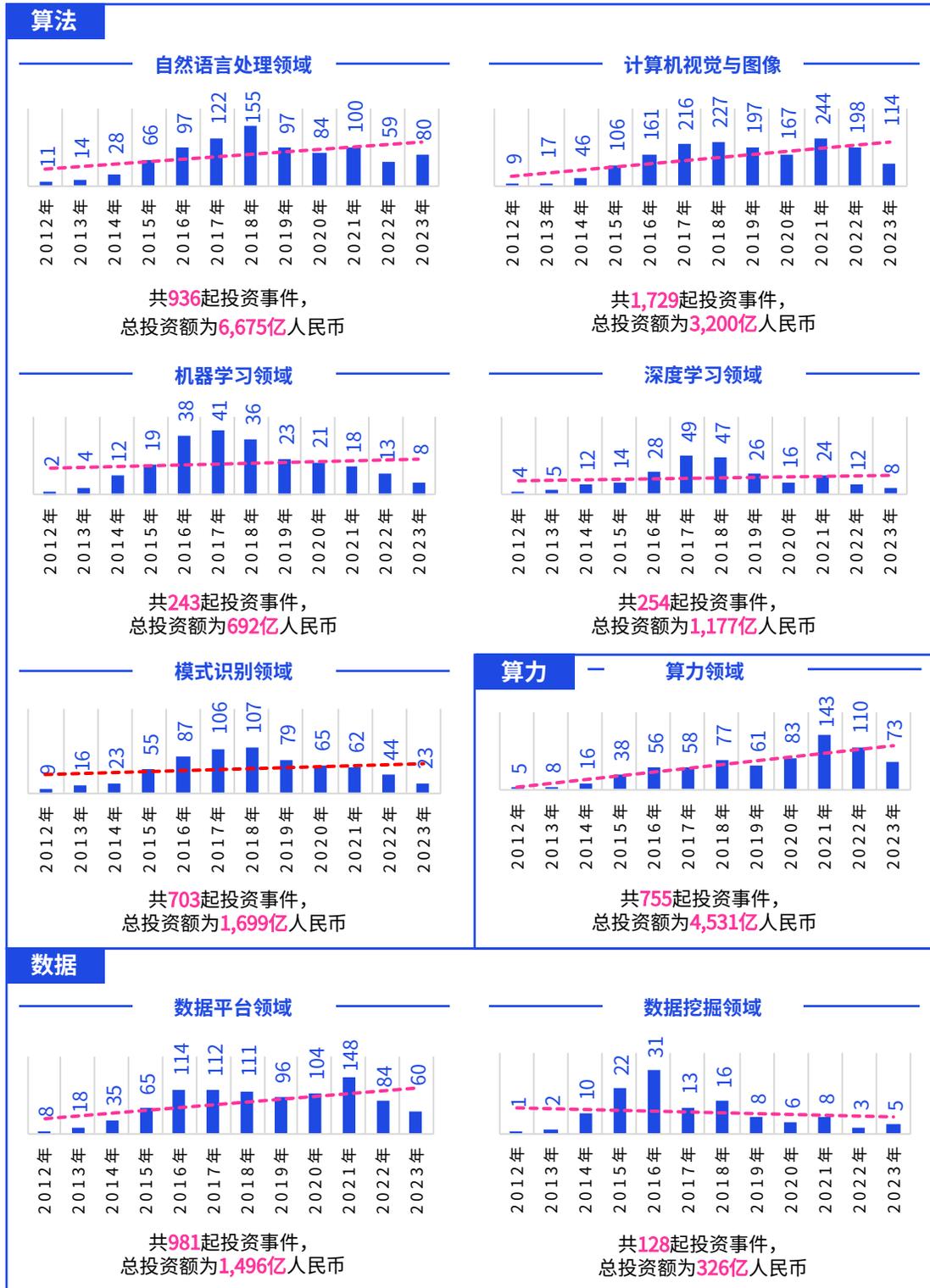
人工智能领域投资阶段后移特征明显。从投资阶段来看，随着科创板等对高科技企业的加持，AI领域的投资逐渐从天使轮等早期投资阶段向C轮、D轮等晚期投资阶段，投资阶段后移特征明显。天使轮投资占比由2013年的36%下降至2022年的11%（图15）。

图15：近十年人工智能领域风险投资按投资阶段划分



从细分领域来看，算力、数据平台、自然语言处理、计算机视觉与图像四个细分领域风险投资增速明显加快；机器学习、深度学习等领域风险投资趋缓（图16）。

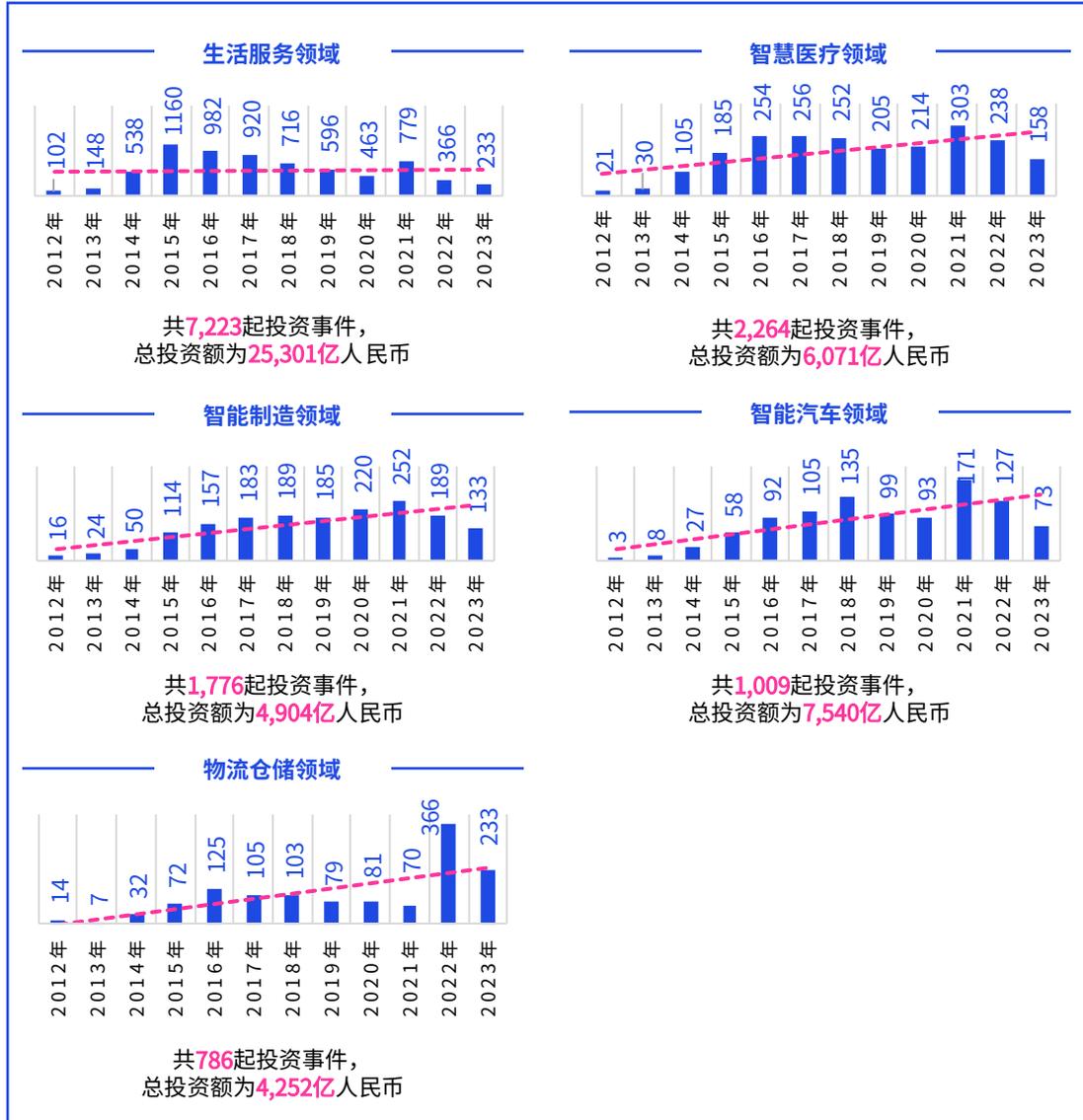
图16：“三驾马车”各细分领域投资事件和投资额情况



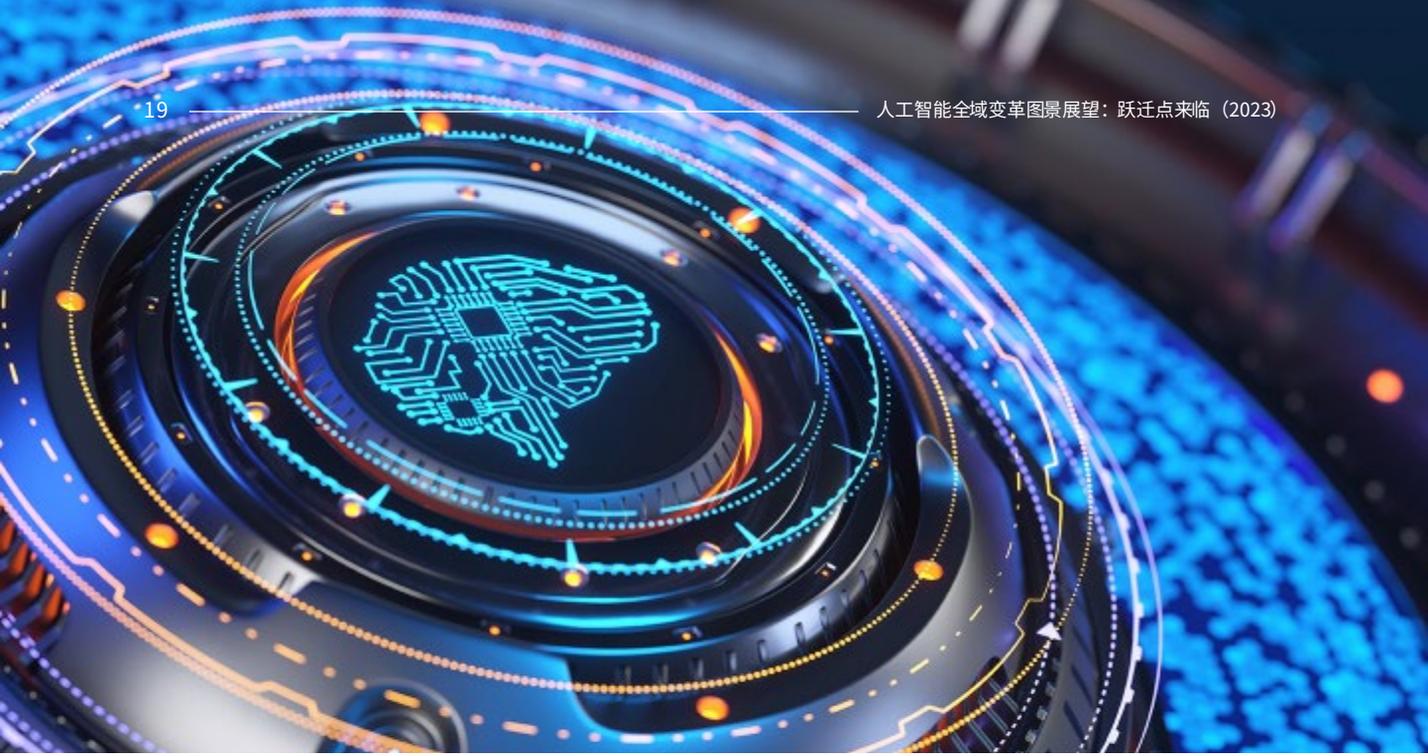
数据来源：IT桔子，中关村产业研究院、毕马威分析

人工智能技术已广泛渗透到社会各个领域，生活服务、智慧医疗、智能制造、智能汽车、物流仓储投资事件较多，占人工智能全部投资事件的75.7%（图17）。

图17：AI应用领域投资事件和投资额情况



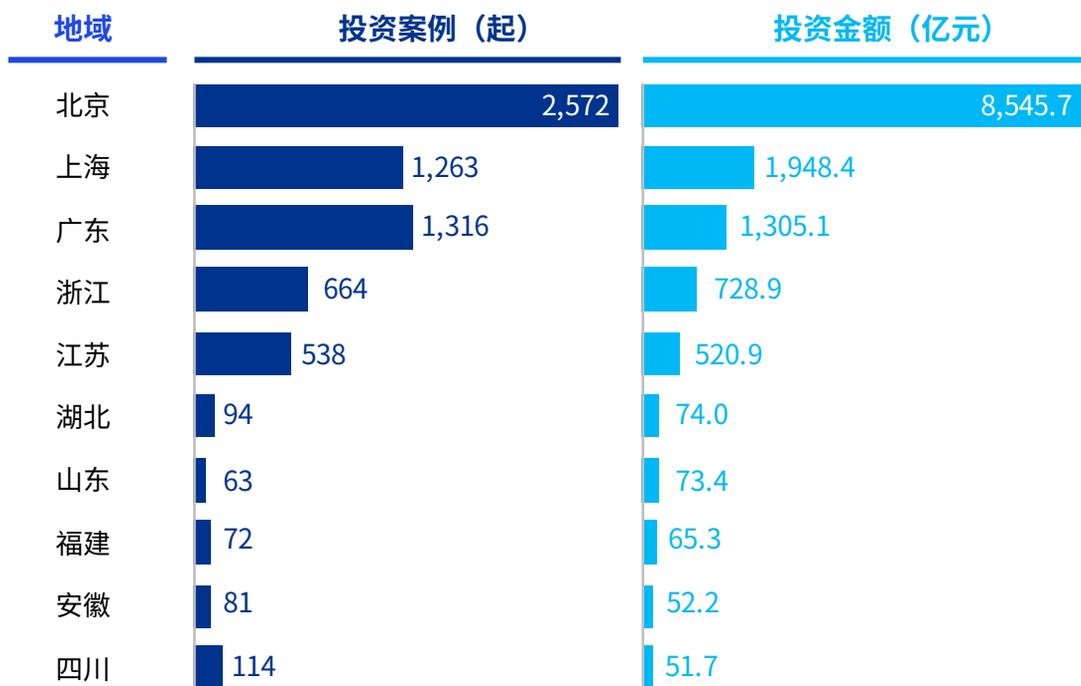
数据来源：IT桔子，中关村产业研究院、毕马威分析



人工智能风险投资集聚，北京领先优势明显。从地域分布来看，人工智能领域风险投资主要集中在北京市、上海市、广东省、浙江省和江苏省五省市。具体来看，北京市风险投

资案例数量和金额均在全国遥遥领先，其中投资金额是上海市的4倍有余，是广东省的近7倍（图18）。

图18：近十年人工智能领域风险投资地域分布Top10



数据来源：IT桔子，中关村产业研究院、毕马威分析

02 中国技术层学科实力全球相对优势明显

中国人工智能领域高校及科研院所数量位居全球第二¹²，其中，技术层专业（如：计算机视觉、自然语言处理等）实力优势明显。选取基础层、技术层、应用层每层专业课程实力排名前10的中国高校院所，观察中国Top10在国际院校排名情况，可以看出，我国技术层前十的高校集聚在全球排名前30，但在基础层和应用层排名前十的高校，仅入选全球百强（图19）。

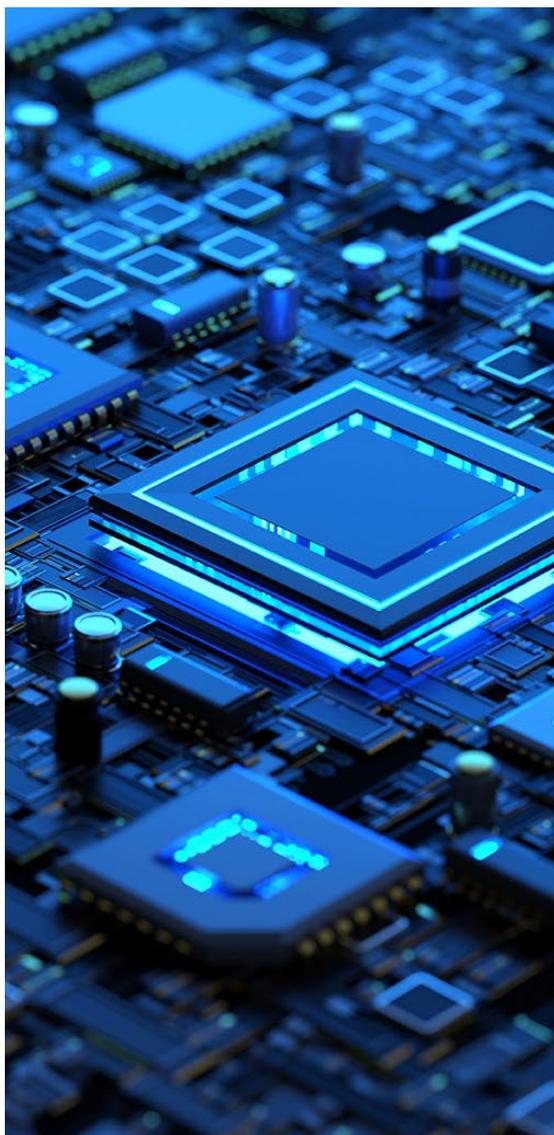
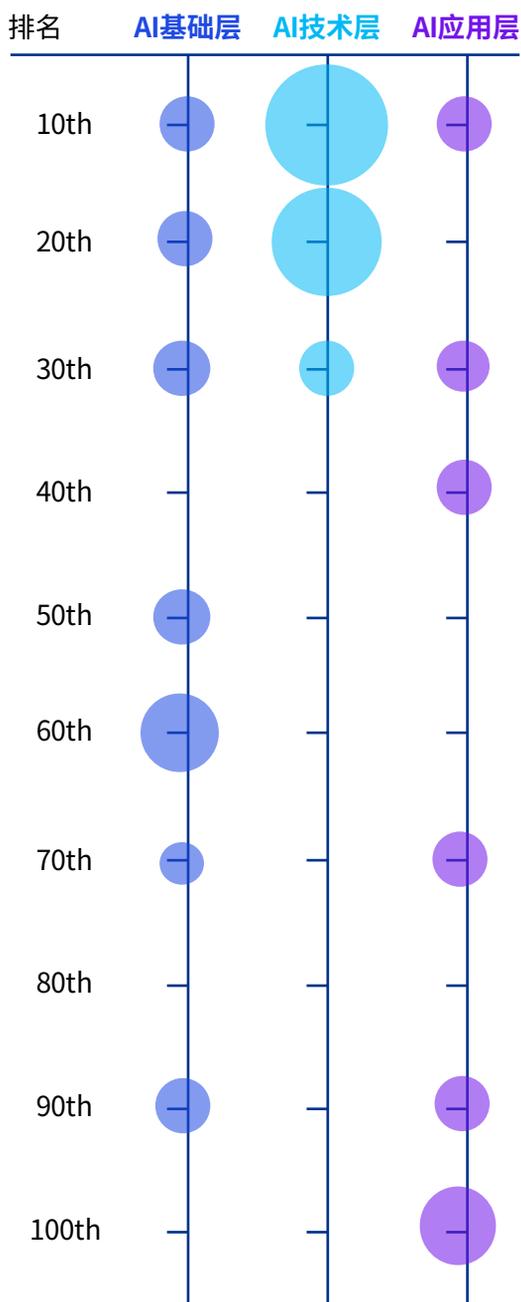


图19：中国人工智能领域科研院所在世界Top100分布情况



注：气泡大小代表我国高校的数量，气泡位置代表我国高校在世界top100的排名

数据来源：CS Ranking, 中关村产业研究院、毕马威分析

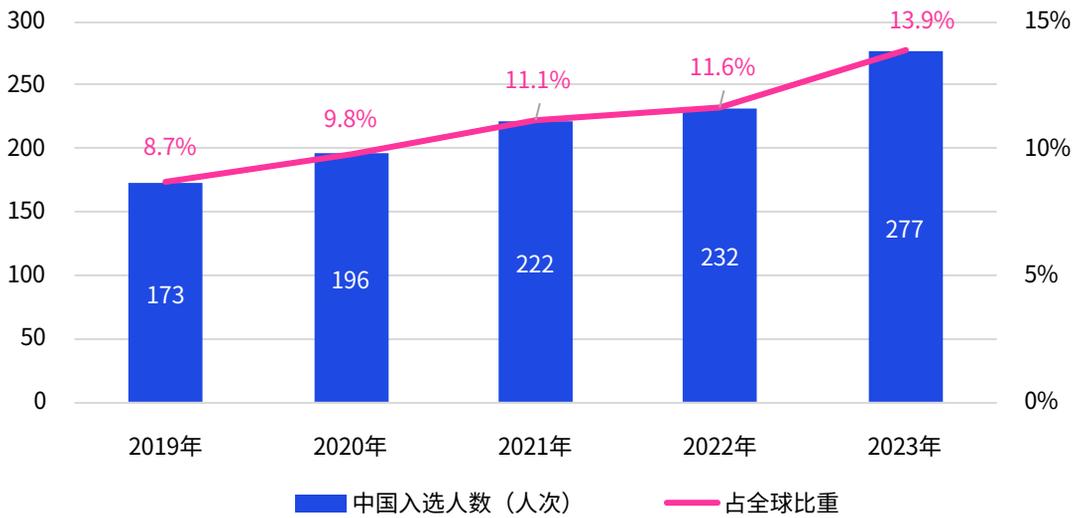
¹²CSRanking

03 中国顶尖AI人才数量稳步增长，但产业技术人才缺口仍巨大

2023年，中国入选Aminer“全球2000位最具影响力的人工智能学者榜单”的人数达277人（图20），相较美国仍有较大差距，存在顶尖人才少、复合型人才缺失、人才供给不均衡等问题。

以北京为例，北京AI产业位居全国第一，但产业人才仍有较大缺口。根据中关村产业研究院测算，到2025年，预计北京AI人才需求量约为54万人，缺口将达37万人（其中核心产业技术人才16万，复合型AI技能人才21万）。

图20：2019-2023年中国顶级AI人才数量及占全球比重



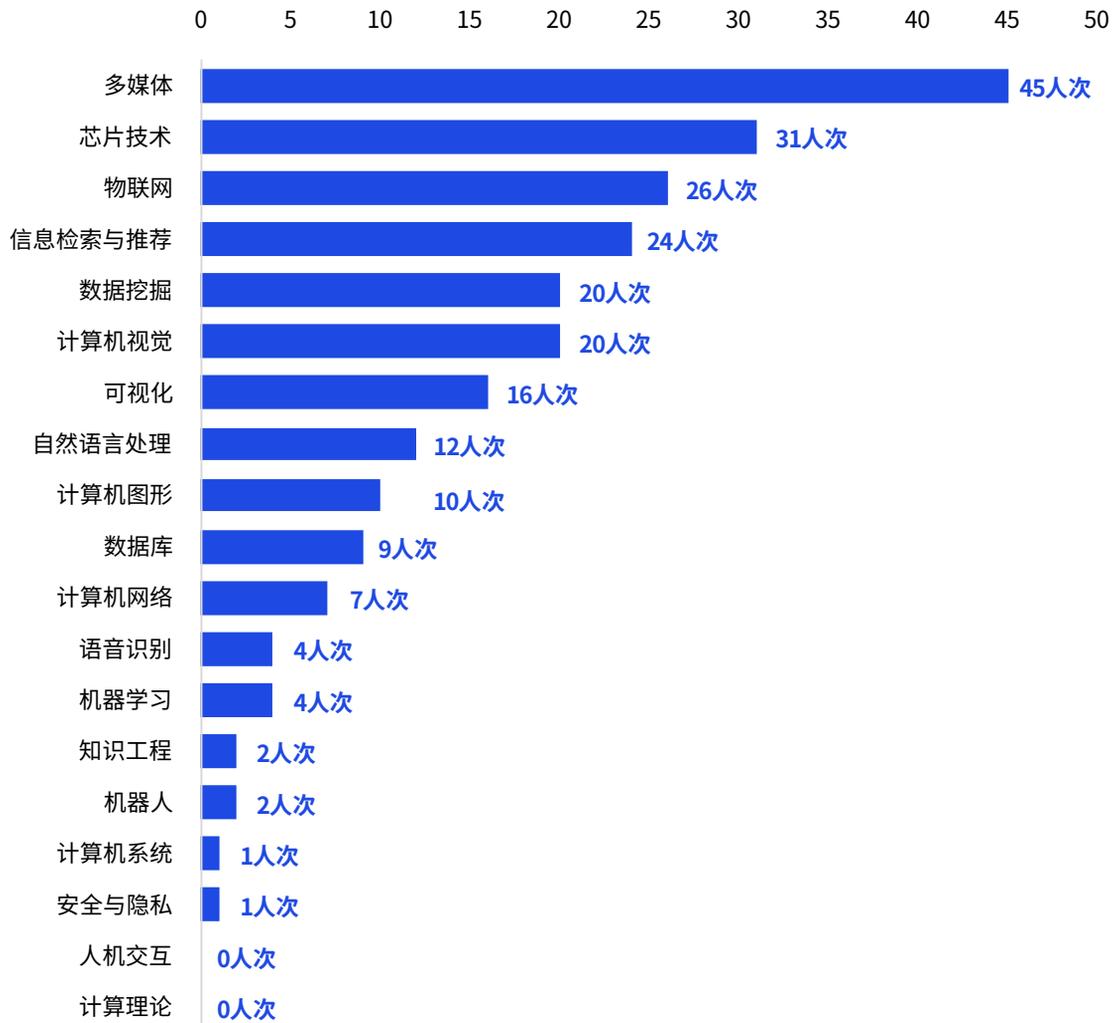
数据来源：Aminer，中关村产业研究院、毕马威分析



我国急缺计算理论、人机交互、安全与隐私、计算机系统等方面的顶尖学者。从人才所属领域来看，入选的顶尖人才主要集中在多媒体、芯片、物联网等领域，在人机交互、

计算理论领域我国无人入选；在安全与隐私、计算机系统领域，仅有1人次入选；在机器人、知识工程子领域，只有2人次入选（图21）。

图21：2023年最具全球影响力的中国人工智能学者按细分领域分布



数据来源：Aminer, 中关村产业研究院、毕马威分析

04 中国人工智能区域创新集聚效应初显

北京、上海人工智能创新实力位居全国前列。

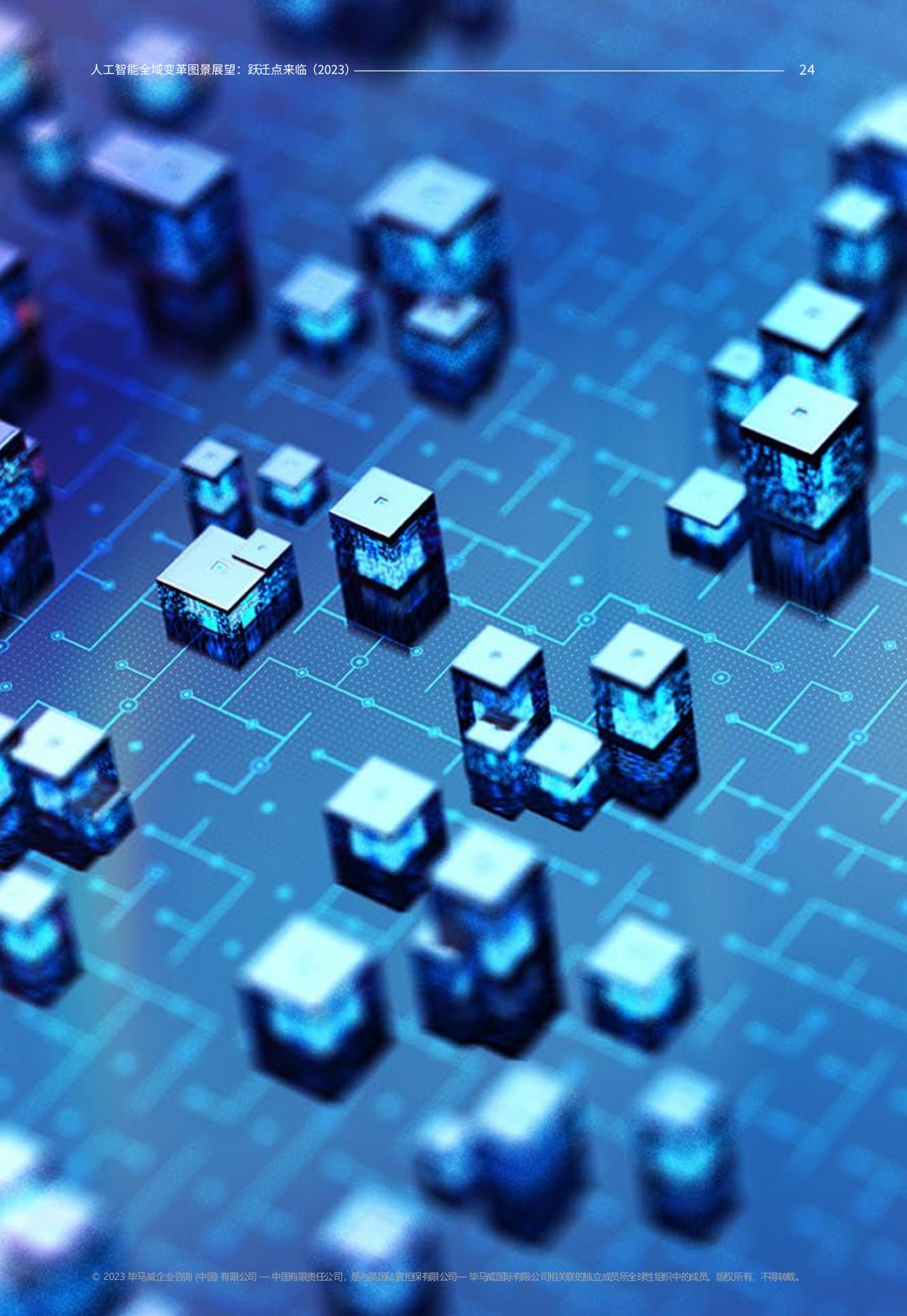
北京市科技研发技术实力最为雄厚，国家新一代人工智能开放创新平台、千亿级大模型的数量、产业集聚规模等均领跑全国。上海市加快建设上海国家新一代人工智能创新发展试验区、上海(浦东新区)人工智能创新应用先导区，形成了以浦东张江、徐汇滨江为引领，以杨浦、长宁、静安等各区联动，自贸区临港新片区和闵行码头创新驱动蓄势待发的人工智能产业集群。

浙江省泛人工智能企业主要集中在环杭州湾地区，杭州市引领全省人工智能产业的特色化发展，被列入国家新一代人工智能发展试验区，湖州德清县被列入全国首个县域国家新一代人工智能创新发展试验区。广东省深圳市、广州市先后获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区和国家新一代人工智能创新应用先导区，目前已形成广州、深圳为主引擎，珠三角其他地市为核心、粤东西北各地市协同联动的区域发展格局（表2）。

表2：中国人工智能产业重点省市情况

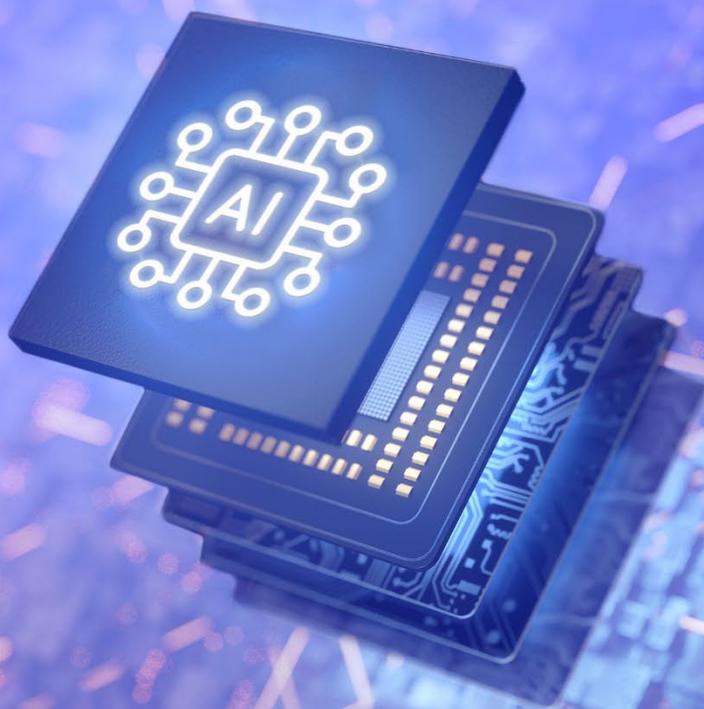
城市	政策支持	高校及科研院所	国家新一代人工智能开放创新平台	大模型 (千亿级以上)	产业集聚
北京市 具有全球影响力的人工智能创新策源地	<ul style="list-style-type: none"> 《北京市促进通用人工智能创新发展的若干措施》 《北京市加快建设具有全球影响力的人工智能创新策源地实施方案（2023-2025年）》 	<ul style="list-style-type: none"> 清华大学 北京大学 中国科学院 北京航空航天大学 北京理工大学 北京智源人工智能研究院 北京通用人工智能研究院 	<ul style="list-style-type: none"> 自动驾驶国家新一代人工智能开放创新平台（百度） 智能供应链人工智能开放创新平台（京东） 图像感知人工智能开放创新平台（旷视） 安全大脑人工智能开放创新平台（360） 智慧教育人工智能开放创新平台（好未来） 智能家居人工智能开放创新平台（小米） 	<ul style="list-style-type: none"> 百度文心大模型 智谱科技ChatGLM 云知声山海大模型 快手K7大模型 昆仑万维天工大模型 中国科学院紫东太初大模型 京东言犀大模型 字节跳动火山方舟大模型 	<ul style="list-style-type: none"> 中关村软件园 中关村集成电路设计园 中关村（京西）人工智能科技园 中关村壹号园区 北京通用人工智能创新园 亦庄自动驾驶示范区 中关村工业互联网园区 中关村智能装备产业园
上海市 更具国际影响力的人工智能“上海高地”	<ul style="list-style-type: none"> 《上海市促进人工智能产业发展条例》 《关于推进本市新一代人工智能标准体系建设的指导意见》 《上海市人工智能产业发展“十四五”规划》 	<ul style="list-style-type: none"> 上海交通大学智能计算与智能系统重点实验室 上海科技大学 复旦大学类脑智能科学与技术研究院 公安部第三研究所 同济大学人工智能研究所 上海理工大学上海人工智能研究院 上海人工智能实验室 	<ul style="list-style-type: none"> 智能视觉国家新一代人工智能开放创新平台（商汤） 视觉计算人工智能开放创新平台（依图） 营销智能人工智能开放创新平台（明略） 	<ul style="list-style-type: none"> 商汤日日新大模型 澜起科技孟子大模型 小i机器人华藏大模型 上海人工智能实验室书生大模型 	<ul style="list-style-type: none"> 张江人工智能岛 西岸智慧谷 马桥AI创新试验区 临港新片区信息飞鱼
广东省 全球新一代人工智能创新发展战略高地	<ul style="list-style-type: none"> 《广东省新一代人工智能创新发展行动计划（2022-2025年）》 	<ul style="list-style-type: none"> 香港中文大学（深圳） 华南理工大学 中山大学 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"> 医疗影像国家新一代人工智能开放创新平台（腾讯） 基础软硬件人工智能开放创新平台（华为） 普惠金融人工智能开放创新平台（中国平安） 	<ul style="list-style-type: none"> 腾讯混元大模型 香港中文大学（深圳）凤凰大模型 华为盘古大模型 	<ul style="list-style-type: none"> 中国人工智能（广州）产业园
浙江省 全国领先、国际一流的人工智能产业发展高地	<ul style="list-style-type: none"> 《建设杭州国家人工智能创新应用先导区行动计划2022-2024年》 《杭州市建设国家新一代人工智能创新发展试验区行动方案》 	<ul style="list-style-type: none"> 浙江大学 之江实验室 湖畔实验室 杭州市人工智能研究院 	<ul style="list-style-type: none"> 城市大脑国家新一代人工智能开放创新平台（阿里云） 视频感知人工智能开放创新平台（海康威视） 	<ul style="list-style-type: none"> 阿里巴巴通义千问大模型 西湖心辰西湖大模型 宇视科技梧桐大模型 恒生电子Light-GPT大模型 蚂蚁集团贞仪大模型 新华三H3C百业灵犀大模型 实在智能塔斯大模型 网易伏羲玉言大模型 	<ul style="list-style-type: none"> 杭州人工智能产业园 萧山机器人小镇 浙大科学园 云栖小镇

数据来源：公开资料，中关村产业研究院、毕马威分析



人工智能产业发展十大趋势

大模型爆发以来，人工智能技术发展日新月异，创新成果纷纷涌现，基于对国内外主流科技公司最新布局、科研论文最新热点等的梳理，结合产学研各界专家研讨意见，本章从技术变革、应用创新、安全治理、生态协同四大维度总结出人工智能产业发展十大趋势，希望为有志于投身人工智能领域的企业和个人提供有益参考。



人工智能产业发展十大趋势

一 技术变革



ChatGPT引发的大模型创新热浪仍在涌动，有可能演变成一场比工业革命、信息革命更为深刻的人工智能革命。这一时代背景下，无论是推动大模型从单模态发展到多模态，还是倡导高质量数据和计算新范式，实际都在强调人工智能技术变革的本质——算法、数据、算力三大基础要素的精巧配合和相互促进。

01 多模态预训练大模型将人工智能产业的标配

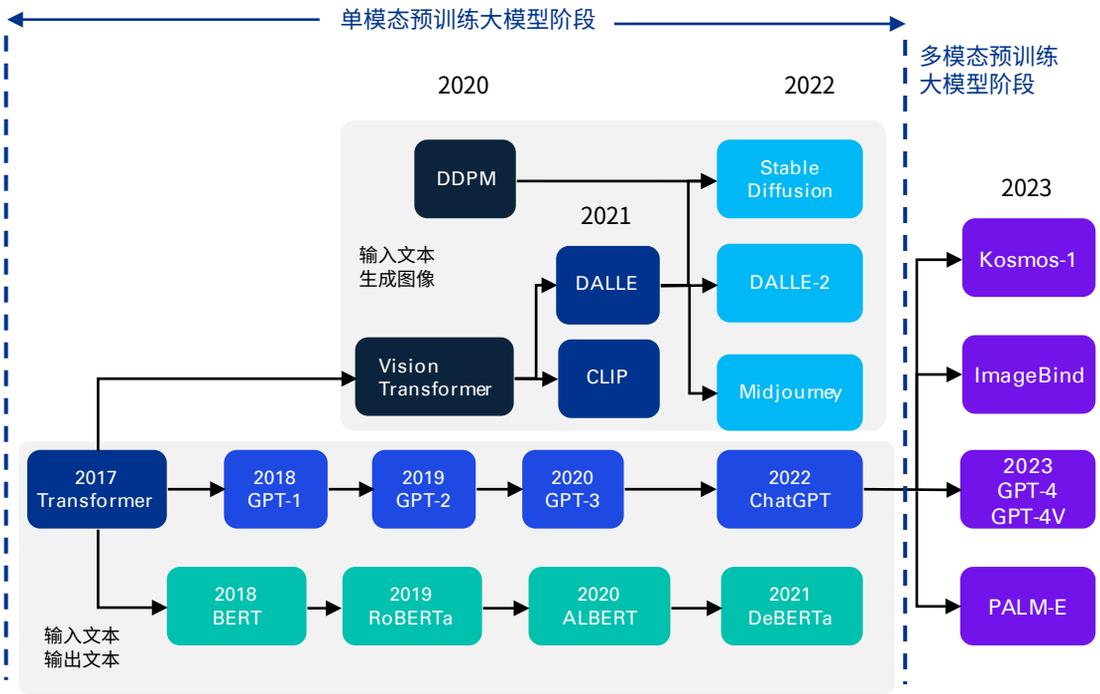
多模态预训练大模型主要包括三层含义：首先，“大模型”也称基础模型（Foundation Models），指基于大规模数据训练的模型，具备应用领域广泛的特点；其次，“预训练”强调大模型训练发生在模型微调（fine-tuning）之前，大模型在预训练阶段能够集中学习到尽可能泛化的通用特征，在微调阶段则需结合较小规模、特定任务的数据集进行调整，从而达到广泛适用各类任务场景的效果；最后，“多模态”指用于训练大模型的数据来源和形式具有多样性，例如，人类通过视觉、听觉、嗅觉等多种感官获取信息，继而通过声音、文字、图像等多种载体进行沟通表达，就是多模态的输入和输出。

预训练大模型发展起源于自然语言处理（NLP）领域，当前已进入“百模大战”阶段，预计随着大模型创新从单模态转向多模态，多模态预训练大模型将逐渐成为人工智能产业的标配。

2017年，Transformer模型提出，奠定了当前大模型的主流算法架构；2018年，基于Transformer架构训练的BERT模型问世，其参数量首次突破3亿规模；随后T5（参数量130亿）、GPT-3（参数量1750亿）、Switch Transformer（参数量1.6万亿）、智源“悟道2.0”大模型（参数量1.75万亿）、阿里巴巴达摩院多模态大模型M6（参数量10万亿）等预训练语言大模型相继推出，参数量实现了从亿级到万亿级的突破；2022年底至今，ChatGPT引爆全球大模型创新热潮，国内科技厂商竞争尤为激烈。据不完全统计¹³，全国从事人工智能大模型研发的企业已超过100家，其中80余个模型已公开发布，真正进入了“百模大战”阶段。目前，国内大模型虽在市场影响力方面稍逊色于GPT系列模型、PaLM-E等，但在中文语料训练、中国文化理解方面具备本土优势。此外，国内制造业等实体产业为大模型提供了丰富的训练数据和应用场景。未来，在大模型面向产业赋能方面，中国大模型极有可能后发先至，也会是国内大模型竞争的关键因素之一。

¹³ “百模大战”正酣，运营商AI大模型如何出圈？，通信产业网，2023年8月7日，<http://www.cidcom.com/jisuan/20230807/svSCL3KDtzt121yjG1a9e8j8badn4.html>

图22：大模型技术迭代历程



数据来源：公开资料，中关村产业研究院，毕马威分析

值得注意的是，目前所公开的模型大部分仅支持文本输入，较为前沿的GPT-4还支持图像输入，但模型的输出只能实现文本和图像两种模态，2023年9月底以来，OpenAI将ChatGPT 4升级至GPT-4 with vision (GPT-4V)，增强了视觉提示功能，在相关样本观察中，GPT-4V在处理任意交错的多模态输入 (interleaved multimodal inputs) 方面表现突出。多模态的模型训练方法更接近于人

类接收、处理、表达信息的方式，能更为全面地展现信息原貌，是未来人工智能模型演进的重点方向（图22）。AI大模型将从支持文本、图像、音频、视频等单一模态下的单一任务，逐渐发展为支持多种模态下的多种任务。这意味着，各家大模型的比拼重点将不再是单一模态下参数量的提升，而是转向多模态信息整合和深度挖掘，通过预训练任务的精巧设计，让模型更精准地捕捉到不同模态信息之间的关联。

目前，多模态预训练大模型发展思路主要有三：一是利用单模态模型如LLMs（大型语言模型）来调动其它数据类型的功能模块完成多模态任务，典型代表有Visual ChatGPT、Hugging GPT等；二是直接利用图像和文本信息训练得到多模态大模型，典型代表有

KOSMOS-1等；三是将LLMs与跨模态编码器等有机结合，融合LLMs的推理检索能力和编码器的多模态信息整合能力，典型代表有Flamingo、BLIP2等。随着技术日臻成熟，多模态预训练大模型将是AI大模型的主流形态，堪称下一代人工智能产业的“标配”。



案例1：国产大模型从三模态走向全模态

自2019年起，中科院自动化研究所以“图-音-文”多模态技术为核心，确立了多模态大模型布局，从其两代大模型迭代中，可以窥见国产大模型的多模态发展趋势。

2021年，中国科学院自动化研究所与武汉东湖高新区共同打造千亿参数规模的三模态大模型“紫东太初”，该大模型打通了语音、图像、文字三种模态数据，可以自动学习跨模态数据之间的关系，通过自监督学习和知识嵌入来解决小数据泛化和理解问题，形成了完整且智能的表示、推理和生成能力。

2023年，中国科学院自动化研究所和武汉人工智能研究院推出新一代大模型：全模态大模型“紫东太初2.0”版本，在文本、图像、语音三模态的基础上，融入3D点云、视频、信号等更多模态数据，能支持多轮问答、文本创作、图像生成、3D理解、信号分析等全面问答任务，拥有更强的认知、理解、创作能力。

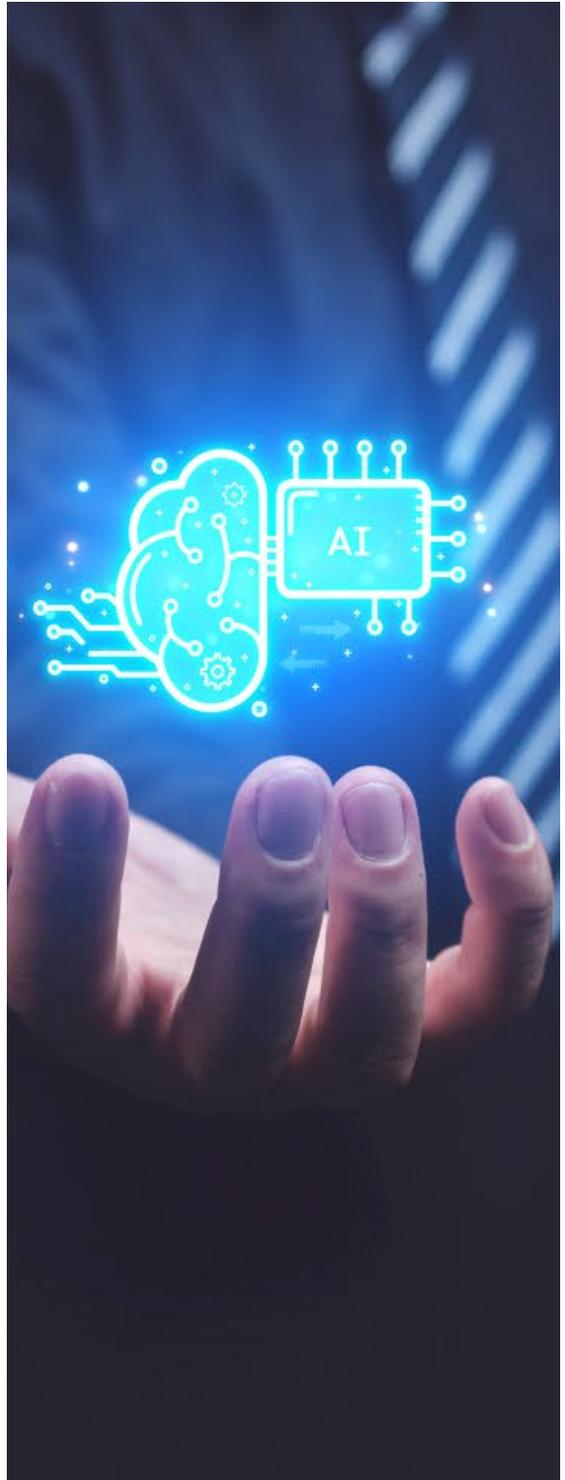
资料来源：公开资料，中关村产业研究院，毕马威分析

02 高质量数据愈发稀缺将倒逼数据智能飞跃

围绕AI大模型的商业化竞争不断加剧，作为模型训练“原料”的数据（尤其是高质量数据），正迎来短缺危机。根据一项来自Epoch AI Research团队的研究¹⁴，高质量的语言数据存量将在2026年耗尽，低质量的语言数据和图像数据的存量则分别在2030年至2050年、2030年至2060年枯竭。这意味着，如果没有新增数据源或是数据利用效率未能显著提升，那么2030年以后，AI大模型的发展速度将明显放缓。

数据智能指的是从数据中提炼、发掘、获取有揭示性和可操作性的信息，从而为人们在基于数据制定决策或执行任务时提供有效的智能支持。数据智能融合了数据处理、数据挖掘、机器学习、人机交互、可视化等多种底层技术，可划分为数据平台技术、数据整理技术、数据分析技术、数据交互技术、数据可视化技术等部分。

大模型的训练需要大量的高质量数据，但是目前在数据质量方面还存在一定的问题，包括数据噪声、数据缺失、数据不平衡等问题，均会影响大模型的训练效果和准确性。预计大模型领域不断迸发的高质量数据需求，将倒逼数据在大规模、多模态、高质量三大维度上的全面提升，数据智能相关技术有望迎来跨越式发展。



¹⁴Pablo Villalobos et al, Will we run out of data? An analysis of the limits of scaling datasets in Machine Learning, Oct 26, 2022, <https://arxiv.org/pdf/2211.04325.pdf>

以数据平台技术为例，**湖仓一体技术（Data Lakehouse）**充分整合了数据湖和数据仓库的优势，支持端到端的流式计算，有利于全面挖掘数据价值，实现即时数据洞察，为环湖服务（包括多维分析、预测分析、数据科学、机器学习、大数据处理、决策支持等）创造了良好的先决条件。**云原生容器化技术**有利于构建弹性可靠、松耦合、易管理、可观测的数据应用系统，从而实现数据处理能力跨区域、跨平台甚至跨服务商的规模化复制。预计，基于云原生容器化环境，支持流、批数据处理的“湖仓一体”架构将成为新一代数据平台的底座，助力数据质量提升。

此外，现代数据栈（Modern Data Stack）、数据编织（Data Fabric）等新型数据整理技

术将极大提高数据处理效率，降低数据使用难度。机器学习、图计算等数据分析技术将有效拓展数据分析的维度和深度，有利于满足日益复杂的数据分析需求。自然语言处理等数据交互技术与向量数据库相结合，能够使计算机系统充分理解人类语言，在人机问答、知识检索等场景中，创造自然高效的用户体验。

总的来说，随着信息技术的不断普及，技术创新热点层出不穷，数据智能技术也在不断进步，核心驱动力始终在于将无实际意义的的数据转化为能传递信息和知识甚至帮助人们思考决策的有效工具，大模型的爆发式发展、算力的不断提升将为数据智能的持续突破按下加速键。



案例2：湖仓一体架构助力企业级数据智能化发展

数智时代下用户对数据处理能力的需求呈现四大变化：数据量（尤其是非结构化数据）暴涨，对数据的实时反馈需求提高，AI计算框架兼容性要求提高对模型开发和机器学习全生命周期平台化能力的要求提升，以数据仓库、数据湖为代表的传统数据治理技术架构难以完全满足需求。基于此，美国“数据+AI”独角兽企业Databricks采用的云中湖仓一体架构与数智时代数据治理需求的适配潜力较大。

Databricks起源于学术界和开源社区，由多位科学家创业者于2013年创立，2021年融资后估值为380亿美元。Databricks采用了结合数据湖和数据仓库优势的新范式“湖仓一体”架构，用户可直接在低成本的、高灵活度的数据湖上实现与数据仓库类似的数据管理和ACID事务功能，并提供实时流批处理技术。目前，Databricks的产品可以在AWS、Azure等云服务平台上使用，企业可以更快地处理和分析海量数据，同时还能支持构建和部署人工智能应用程序。

资料来源：公开资料，中关村产业研究院，毕马威分析

03 智能算力无处不在的计算新范式加速实现

算力是大模型训练的“燃料”，以高效且成本较低的方式为人工智能发展注入源源不断的核心动力，已逐渐成为产业界共识。深度学习出现之前，用于AI训练的算力增长大约每20个月翻一番，基本符合摩尔定律；深度学习出现之后，用于AI训练的算力大约每6个月翻一番；2012年后，全球头部AI模型训练算力需求更是加速到每3-4个月翻一番，即平均每年算力增长幅度达到惊人的10倍；目前大模型发展如火如荼，训练算力需求有望扩张到原来的10-100倍，算力需求的指数级增长曲线将更加陡峭¹⁵。然而，这也意味着发展AI需要巨大的算力成本投入。以构建GPT-3为例，OpenAI数据显示¹⁶，满足GPT-3算力需求至少要上万颗英伟达GPU A100，一次模型训练总算力消耗约3,640PF-days（即每秒一千万亿次计算，运行3,640天），成本超过1,200万美元，这还不包括模型推理成本和模型后续升级所需的训练成本。

此背景下，变革传统计算范式成为必然趋势，产业界正加速推动芯片和计算架构创新。例如，谷歌自2016年以来就不断研发专为机器学习定制的专用芯片TPU（Tensor Processing Unit，张量处理器），并利用TPU进行了大量的人工智能训练工作。英伟达则抓住AI大模型爆发契机大力推广“GPU+加速计算”方案。此外，也有观点认为TPU、GPU都并非通用人工智能的最优解，指出量子计算具有原理上远超经典计算的强大并行计算能力，IBM在2023年宣布将与东京大学和芝加哥大学合作建造由10万个量子比特（量子信息处理的基本单位）驱动量子计算机，有望推进量子计算在新药物研发、探索暗物质、破译密码等方面的应用。



¹⁵ChatGPT到底需要多少算力，华尔街见闻，2023年2月15日，<https://wallstreetcn.com/articles/3681960>

¹⁶Tom B. Brown, Benjamin Mann, Language Models are Few-Shot Learners, May 28, 2020 (openai.com)

新硬件、新架构竞相涌现，现有芯片、操作系统、应用软件等都可能被推翻重来，预计有望实现“万物皆数据”“无数不计算”“无算不智能”，即智能算力将无处不在，呈现“多元异构、软硬件协同、绿色集约、云边端一体化”四大特征。

多元异构体现为CPU、GPU、ASIC、FPGA和NPU、DPU为代表的“XPU”芯片使得算力日趋多元化，传统x86架构之外，ARM、RISC-V、MIPS等多种架构也正在被越来越多的芯片公司所采纳，异构计算加速崛起。**软硬件协同**设计要求高效管理多类型资源，实现算力的弹性扩展、跨平台部署、多场景兼容等特性，例如，可以不断优化深度学习编译技术，提升算子库的性能、开放性和易用性，尽可能屏蔽底层处理器差异，向上兼容

更多AI框架。**绿色集约**强调了对于数据中心和5G设施，平衡算力提升和能耗降低问题的重要性，包括提高绿色能源使用占比、采用创新型制冷技术降低数据中心能耗、综合管理IT设备提高算力利用效率等。**云边端一体化**则是在云端数据中心、边缘计算节点以及终端设备三级架构中合理部署算力，推动算力真正满足各类场景需求，边缘智能、AR/VR、自动驾驶等新一代计算终端渗透率有望大幅提升。



案例3：高端芯片助力生成式人工智能和高性能计算

近年来，国内外大型科技公司竞相开发基于海量数据的人工智能算法模型，当它们进化得更加复杂时，传统算力已无法满足计算速度的要求，AI芯片便显得尤为重要。AI芯片包括CPU（中央处理器）、GPU（图像处理器）等，为人工智能提供算力支撑，堪称AI的“超级大脑”。

为满足科技公司的业务需求，芯片厂商备受瞩目，一些高端芯片及相应的显卡已是一卡难求。2023年5月底，英伟达发布专为生成式人工智能和高性能计算设计的新一代NVIDIA GH200 Grace Hopper超级芯片，并配备全球首款HBM3e处理器，全新Grace Hopper超级芯片将于2024年第二季投产，众多科技公司如谷歌、微软和Meta等将率先部署。目前，美股英伟达市值一度飞升，已成为全球首家市值超过1万亿美元的芯片公司¹⁷。

资料来源：公开资料，中关村产业研究院，毕马威分析

¹⁷当英伟达市值站上芯片之巅……，中国电子报，2023年5月31日，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1767408851893572430&wfr=spider&for=pc>

人工智能产业发展十大趋势

二 应用创新

全球人工智能角逐的制胜点除芯片、数据等核心领域外，场景应用创新也极其重要，一方面，场景应用中出现的短板和不足，能为技术突破提供切入点；另一方面，场景应用能否获得商业成功决定了产业化能否顺利推进。大模型技术将重塑生产消费的基本形态，以AIGC、AI4S、AGI为代表的应用场景中有望出现大量范式转换机会。

04 人工智能生成内容（AIGC）应用向全场景渗透

AIGC（Artificial Intelligence Generated Content，人工智能生成内容）即利用各类机器学习算法，从数据要素中学习，使机器能自动生成全新的文本、图像、音频、视频等多媒体内容，是继专业生产内容(PGC)、用户

生产内容(UGC)之后的新一代内容创作方式（图 23）。现阶段大模型最主要的应用方向就是AIGC，主要包括AI写作、AI编程、AI绘画、AI视频生成等。

图23：AIGC应用落地时间表

	2020年前	2020	2022	2025	2030	2050
文本 • OpenAI ChatGPT • Meta OPT-175B	• 垃圾邮件识别 • 翻译 • 基础问答	• 基础文案写作 • 初稿生成	• 更长文字 • 第二稿完成	• 垂直微调 • (科学类论文等)	• 高于人类平均水平的终稿生成	• 高于职业作家水平的终稿生成
代码 • OpenAI GPT-4 • Microsoft Deep TabNine	• 单行代码 • 自动生成	• 多行代码生成	• 更长代码 • 更高的准确率	• 更多语言 • 更多垂线布局	• 文本到产品(草稿)	• 文本到产品(终稿)，优于全职开发者
图像 • Stability AI Stable Diffusion • Open DALL-E			• 艺术作品 • Logo设计 • 照相摄影	• 模型模拟(产品设计、建筑等)	• 终稿生成(产品设计、建筑等)	• 终稿生成，优于职业艺术家和设计师等
视频 • DeepMind DVD-GAN • 清华大学等 DreamDiffusion				• 基础/初稿视频及3D文件	• 第二稿生成	• AI Roblox • 个性化电子游戏和电影 • 脑电图信号生成高质量图像

初步探索
 基本形成
 准备阶段

数据来源：红杉资本，中关村产业研究院、毕马威分析

传统人工智能偏重于数据分析能力，AIGC则将人工智能的价值聚焦到了创造上，其所创建的内容来源于历史数据和内容，却不是简单复制历史，而是衍生出新内容。得益于大模型、深度学习算法、多模态等技术的不断进步，近年来各种内容形式的AI生成作品百花齐放，尤其是2022年，AIGC呈现出爆发态势。其中，最引发市场关注的是Stable Diffusion和ChatGPT。Stable Diffusion于2022年10月发布，用户输入文字描述后即可得到AI生成的图像，使得AI绘画作品风靡一时。ChatGPT于2022年底面世，其人机文本对话功能和文本创作能力将机器水平推向新高，在全球范围里掀起了一轮AIGC创新热潮。2023年以来，AIGC领域文生文、文生图等垂直赛道划分愈发清晰，由于人类社会语言文化相较图片类视觉艺术的理解难度更高、对出现失误的容忍度更低，因此，文生文等类ChatGPT应用大规模普及的难度相对更大且进展更慢，文生图领域应用创新热度则相对更高。随着Disco Diffusion、Stable Diffusion、DALL-E2、Midjourney等对公众开放，文生图应用在C端的普及已初见成效。**AIGC的发展源头在数字内容创作领域，从单模态内容到多模态数字化内容创建已初显雏形，预计未来会进一步提高人类创造内容的效率，丰富数字内容生态，开启人机协同创作时代，各种需要创意和新内容的场景，都可能被AIGC重新定义，AIGC向全场景渗透指日可待。**

具体到场景来看，AIGC目前集中在创造性工作场景中，包括广告营销、游戏创作、艺术设计等。一方面，创意属于稀缺资源，AIGC的创造性对激发灵感、辅助创作、验证创意等大有助益；另一方面，互联网大规模普及使得“一切皆可线上”，数字内容消费需求持续旺盛，AIGC能更低成本、更高效率地生产内容，经济性愈发凸显。

不过，AIGC在内容准确性、细节把控度、风格个性化等方面仍有较大优化空间，AIGC潜力能否充分释放取决于和业务需求能否有效结合。例如，**在客服场景中**，多轮人机对话式客服不仅能改善用户体验，还节约了人工客服成本，但AIGC内容仍难以应对某些极为细分和高复杂度的需求。**在芯片研发场景中**，AIGC生成的3D模型能帮助优化芯片元件位置，将产品开发周期从几周缩短至几小时，但对于某些定制化芯片往往还需额外投入参数训练。**在医疗科技场景中**，AIGC基于真实病例数据生成的新数据解决了因医疗数据的稀缺性、敏感性造成的数据缺乏问题，为药物研发、精准医疗、医疗影像等领域提供数据生成服务。长期来看，AIGC实现全场景渗透的本质是机器创造能力的低成本复制，必然离不开大规模高质量数据和低成本算力的托底，AIGC有望成为新一代内容生产基础设施。



05

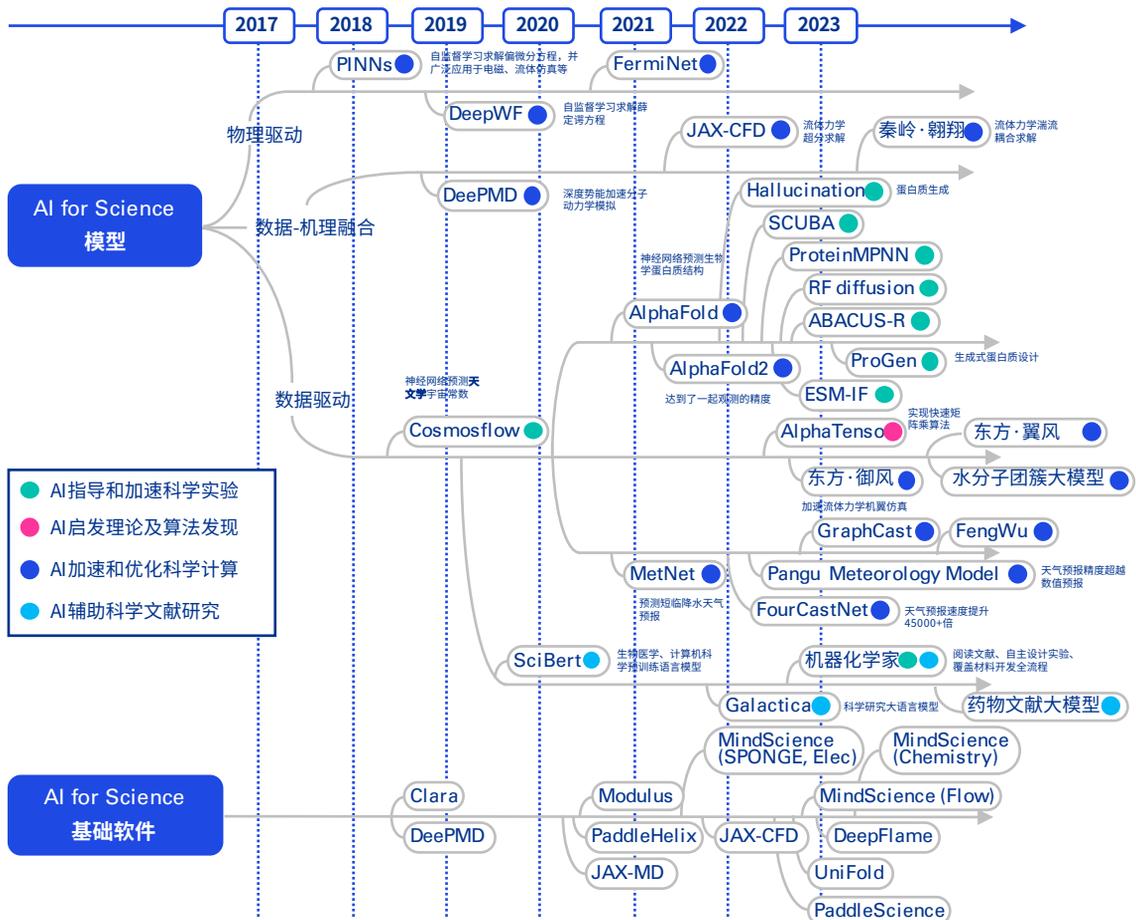
人工智能驱动科学研究（AI for Science）从单点突破加速迈向平台化

AI4S（AI for Science，人工智能驱动的科学）是利用AI的技术和方法，去学习、模拟、预测和优化自然界和人类社会的各种现象和规律，从而推动科研创新。AI4S可显著降低前沿科技研究中的智力成本并提升研究效率，主要应用领域包括生命科学、气象预测、数学、分子动力学等，有望成为和经验范式、理论范式、计算范式、数据驱动范式互相促进的第五大范式。

业界一般认为2017-2021年是AI4S的概念导入期，此期间相关模型精度、技术路径、学科门类、应用场景持续完善，出现了DeepPMD加速分子动力学模拟、AlphaFold2破解蛋白质折叠预测难题等一批创新成果。

结合全球AI4S领域基础模型和软件的发展情况来看¹⁸，2022年以后，全球范围AI4S领域的模型和基础软件数量明显增多，且功能由“辅助”“优化”更多转向“启发”“指导”，一定程度上表明AI4S已由概念导入期的“单点突破”发展过渡到“平台化”发展（图24）。具体到中国AI4S发展情况来看，生物医疗、材料化学等领域的AI4S发展相对迅速，其他领域则仍处于起步阶段，应用场景方面主要为专业化领域的单一场景应用，尚未出现跨领域应用。不过，中美欧三地AI for Science已发表论文数量超过了全球总数的80%，且中国数量领先，预计未来中国AI4S创新成果有望加速涌现。

图7：AI for Science模型与基础软件发展情况



¹⁸最新《报告》：我国AI for Science论文发表数量最高，中国科技网，2023年7月6日，<http://stdaily.com/index/kejixinwen/202307/7776a6f7d0e7493f981576b11b9150a.shtml>

在“单点突破”阶段，AI4S发展由科研学者主导，数据、模型、算法及方法论的原创性是市场关注重点，AI4S在特定任务或场景中的“单点应用”初步证明了对应解决方案的落地价值。“平台化”发展则意味着，需要将这些已被证明的价值能力沉淀为平台化工具，提升对下游的通用性价值，与此同时，产业界对于AI4S的工程化需求也逐渐增加，工程师和科研学者将共同主导AI4S下一阶段的发展。

AI4S的平台化发展主要依靠四大工具的建设：模型算法和数据分析方法、高效率高精度的实验表征方法、数据库和知识库、专用芯片和高效整合的计算能力。落地路径主要为在共性平台和功能套件的基础上，针对特定学科的应用研究进行垂直整合，其他落地模式仍有待探索。目前亟需克服密集型计算数据庞杂无序、学科知识壁垒高、跨学科研究生态整合难度大等痛点。预计随着相关科研机构 and 科技企业不断沉淀底层数据分析和结构仿真设计能力，将更多“科学问题”转化为“计算和工程问题”，AI4S领域有望出现类似Transformer、GPT-3等的通用模型和框架，涌现一批“高效便捷、开箱即用”的科学研究智能化工具。



06

具身智能、脑机接口等开启通用人工智能（AGI）应用探索

一般来说，学术界将人工智能的发展阶段分为专用人工智能、通用人工智能和超人工智能。**专用人工智能**指机器具备表象性的智能特征，包括像人一样思考、感知环境以及像人一样行动，是机器学习的时代，典型案例如第一个战胜围棋世界冠军的人工智能机器人AlphaGo。**通用人工智能**（AGI，General Artificial Intelligence）指与意识、感性、知识、自觉等人类特征相连结，能够执行人类智力行为的机器智能。**超人工智能**指的是在科学创造力，智慧和社交能力等多方面都比人类大脑聪明很多的智能。**目前，人工智能逐步向通用人工智能发展。**

通用人工智能的技术原理强调两大特性：一是需要基于先进算法实现智能处理和决策，包括深度学习、强化学习、进化计算等；二是需要具备和人类大脑相似的认知架构，包括感知、记忆、分析、思考、决策、创造等模块。

ChatGPT在文本对话领域表现出和人类行为的相似性，被认为是人类通往AGI道路上的重要里程碑式产品，但在实际应用环境中，ChatGPT仍存在数据在线更新能力缺乏、多模态信息不足等问题。参照AGI技术原理来看，ChatGPT在感知尤其是实时感知能力等方面，仍需进一步优化，而具身智能、脑机接口等技术的发展恰恰能带来有效助力。**具身智能**（Embodied AI）是指具备自主决策和行动能力的机器智能，它可以像人类一样实时感知和理解环境，通过自主学习和适应性行为来完成任务。**脑机接口**（Brain Computer Interface）是指在人或动物大脑与外部设备之间创建的直接连接，实现脑与设备的信息交换，结合大脑解码技术等让机器更好地理解人类认知过程。



目前，具身智能和脑机接口技术均处在早期技术孵化阶段，存在核心技术不成熟、研发成本较高、场景化应用难度大、监管制度缺位等突出问题，距离实现商业化应用还有较长一段距离。一些研究机构和企业已经开始探索具身智能、脑机接口如何与ChatGPT相结合，有望催生一批更符合AGI特征的应用。

在具身智能方面，2023年2月，微软发布论文《ChatGPT for Robotics: Design Principles and Model Abilities》，提出了ChatGPT应用于机器人的设计原则，并总结了两者结合后带来的跨平台、跨任务机器人控制等多项解决能力。2023年3月，谷歌联合柏林工业大学团队发布多模态具身视觉语言模型PaLM-E，该模型可执行各种复杂的机器人指令且无需重新训练，已表现出较好的迁移能力。2023年7月，AI科学家李飞飞团队公布了利用大型语言模型（LLMs）和视觉语言模型（VLMs）驱动的机器人项目VoxPoser，人类可以用自然语言给机器人下达指令，机器人直接能够听懂人话，无需额外数据和训练。在脑机接口方面，2023年5月，日本荒谷研究开发部通过非侵入式脑机接口与ChatGPT结合的方式，成功实现了脑电波控制邮件发送。总的来说，具身智能、脑机接口均是AGI不可或缺的技术底座，未来一段时间内，相关研究将进入拓宽加深期。



案例4：Synchron—全球首家获得FDA批准对永久植入性设备进行临床试验的BCI公司

Synchron成立于2017年，总部位于美国纽约。目前该公司的主要研究方向为神经恢复、神经调控和神经诊断。Synchron是全球首家获得FDA批准对永久植入性设备进行人体临床试验的脑机接口公司，其获得先发优势的原因主要在于两方面：产品优势和植入方法的创新。

在产品优势方面，由Synchron研发的Stentrode™，直径仅为8毫米，长度仅为40毫米，能够携带16个电极传感装置；体积的小巧使得Stentrode™产品易于植入，仅需2小时即可完成；此外Stentrode™产品使用柔性镍钛合金制成，该种材料被广泛应用于植入式医疗器械，具有良好的生物相容性。

在植入方法创新方面，Synchron采用神经介入方法，通过颈静脉将Stentrode™植入到大脑运动皮层下，然后与血管壁进行融合固定，此方法避免开颅，安全性更高，感染风险更小，因此其受到的法规监管更为宽容，能够更快进入临床实验。目前Synchron的临床试验进展取得了不错的效果。

资料来源：公开资料，中关村产业研究院、毕马威分析

人工智能产业发展十大趋势

三 安全治理

当前在人工智能领域无论是技术创新还是应用创新都堪称“万类霜天竞自由”，但自由是有限度的，日益复杂的算法规则和黑箱机制正在引发算法歧视、隐私泄露、虚假信息泛滥等科技伦理问题，加强安全治理刻不容缓，已经成为各方最大的共识。

07

人工智能安全治理趋严、趋紧、趋难

深度神经网络大模型的预训练以及在大规模人机交互过程中强化学习必将带来人工智能以认知发展为导向的“自我进化”，如何确保这种自我性特征对人类社会有益而无害，是目前需要面对的巨大挑战。

人工智能带来的挑战主要体现在技术安全、应用安全和数据安全等三方面。从**技术安全**看，人工智能技术的复杂性和不透明性造成了“黑箱”困境。人工智能模型包含大量的代码，人工智能的设计者利用各种来源的数据训练算法，进行建模，获得结果。随着算力的提升，海量数据被收集利用，机器学习逐渐普及，人工智能高速迭代，在不依赖人工调整的情况下，能够自我学习和更新，不过，人工智能的设计者很难说明人工智能的决策过程和结果，造成了其结果的“不可解释”。

从**应用层面看**，随着大模型与AIGC的快速融合发展，生成的内容能够达到“以假乱真”的效果，人人都能轻松实现“换脸”“变声”，人工智能在应用层的风险也相应增加，所带来的虚假信息、偏见歧视乃至意识渗透等问题无法避免，对个人、机构乃至国家安全都存在较大的风险。此外，随着人工智能技术的发展及应用的泛在化，越来越多的工作将被机器取代，失业人群增加，这将对社会公平提出挑战。根据牛津大学和耶鲁大学的一项调研，研究人员预计未来AI将在多个领域赶超人类，例如，卡车驾驶（2027年），零售业（2031年），畅销书写作（2049年），外科医生工作（2053年）¹⁹。

¹⁹Katja Grace, John Salvatier et al. When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts, Future of Humanity Institute, Oxford University AI Impacts, Department of Political Science, Yale University, <https://arxiv.org/pdf/1705.08807.pdf>

最后，**从数据安全看**，海量数据是人工智能发展的基石，在采集、使用和分析这些数据的过程中，存在数据泄漏、篡改和真实性难验证等安全隐患。随着AIGC技术的发展，数据安全问题的解决则更加趋难。用户在与大模型交互的过程中输入的提示词可能被用于迭代训练，并通过交互被提供给其他使用者。随着AIGC向多模态发展，其文件格式更加丰富，未来数据泄露问题将难以通过传统的数据防泄漏（Data leakage prevention）方法解决。

人工智能技术的快速迭代带来安全风险治理难度的增加，各国目前呈现出政策法规先行、监管趋严等特征。以Open AI开发的ChatGPT这一具体产品为例，2023年3月31日意大利数据保护局以违反《通用数据保护条例》（General Data Protection Regulation, GDPR）为由暂时禁用ChatGPT²⁰，并在此后提出了一系列整改要求。随后陆续有德国、法国、欧盟等发布数据监管措施。从立法层面而言，中美欧三国作为人工智能发展的领军国家和地区，也均在积极进行探索。



²⁰意大利宣布禁用ChatGPT，限制OpenAI处理本国用户信息，澎湃新闻，https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_22539065

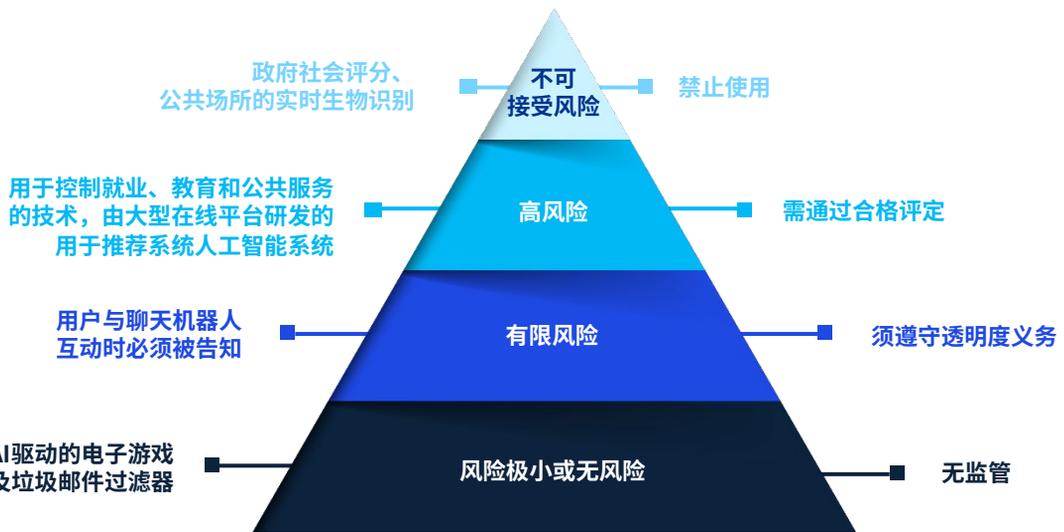
欧洲

已有专门的立法对人工智能进行强监管。2021年4月，欧盟委员会提出了《人工智能法案》提案（图25），2023年6月14日法案在欧洲议会通过。按照立法程序，法案下一步将正式进入欧盟委员会、议会和成员国三方谈判协商，以确定法案的最终版本。届时该法案有望成为全世界第一部综合性人工智能治理立法，被各国监管机构广泛参考。从内容来看，该法案通过将AI应用分为不同风险级别，并针对不同等级风险实施不同程度的限制措施。值得注意的是，与GDPR类似，该法案具有域外效力，其第二条规定“法案适用于在欧盟市场上投放人工智能系统或将其应用于服务的供应商，无论供应商在欧盟或第三方国家设立”，随着未来法案的通过可能将进一步推动全球的AI监管和治理。

美国

于2022年10月发布了《人工智能权利法案蓝图》，提出了建立安全和有效的系统、避免算法歧视，以公平方式使用和设计系统、保护数据隐私等五项基本原则，且将公平和隐私保护视为法案的核心宗旨，后续拟围绕这两点制定完善细则。2023年1月美国商务部国家标准与技术研究院（NIST）发布了人工智能风险管理框架（AI RMF 1.0），作为一份指导文件，供设计、开发、部署或使用人工智能系统的组织自愿使用，以帮助管理人工智能技术的诸多风险。与欧盟的法案属于正式立法不同的是，美国目前国家层面所颁布的框架和蓝图均为指导性文件，不具备法律效力。目前美国在人工智能领域的治理仍停留在行业自律为主、监管为辅的阶段。

图25：《人工智能法案》风险级别划分



数据来源：Bloomberg，中关村产业研究院、毕马威分析

中国

在人工智能领域积极倡导“以人为本”和“智能向善”，规制和引导新一代人工智能技术研发和转化。针对生成式人工智能的快速发展，自2023年1月10日起施行《互联网信息服务深度合成管理规定》对以“AI换脸”为代表的深度合成技术进行了法律层面的约束。2023年7月13日由国家网信办联合多部委发布的《生成式人工智能服务管理暂行办法》（以下简称“办法”），已于2023年8月15日起施行。《办法》主要关注 AIGC 内容安全，对生成式人工智能服务实行包容审慎和分类分级监管。此外，《国务院2023年度立法工作计划》显示，《人工智能法》已列入立法计划，草案预备年内提请全国人大

常委会审议²¹。从我国对人工智能领域的立法进程可以看出，我国在人工智能领域的安全治理主要体现出精准分层治理、创新与监管并进等治理理念和制度逻辑。8月31日起，国内首批大模型通过《生成式人工智能服务管理暂行办法》备案，包括百度、智谱、百川、字节、商汤、中科院(紫东太初)、MiniMax、上海人工智能实验室等8个大模型。“备案制”既体现了政府积极引导大模型技术规范发展，大模型厂商需紧跟政策步伐，满足合规性要求，又在一定程度上反映出政府对大模型创新的支持态度，对于提升公众对大模型技术的认知和信任度有助力作用。

图26：部分国家针对人工智能治理颁布的典型法案

美国

《人工智能权利法案蓝图》
人工智能风险管理框架



中国

《互联网信息服务深度合成管理规定》
《生成式人工智能服务管理暂行办法》
《新一代人工智能伦理规范》

欧盟

《可信AI的道德准则》
《人工智能白皮书-通往卓越与信任的欧洲道路》
《人工智能法案》
《通用数据保护条例》



全球

《自动化决策的道德、透明度和问责框架》



数据来源：公开资料，中关村产业研究院、毕马威整理

²¹科技部：人工智能法草案已列入国务院2023年立法工作计划，澎湃新闻，https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_23751642

08

可解释AI、伦理安全、隐私保护等催生技术创新机遇

人工智能在发展过程中面临的技术伦理与社会伦理风险表明，人工智能安全、可信的发展之路任重道远，在解决AI风险的过程中催生出可解释AI、联邦学习等技术创新机遇。

对模型透明性和可解释性的要求推动可解释AI向纵深发展。随着机器学习模型在各个领域的广泛应用，人们对于模型的可信度和可解释性的要求也越来越高。2021年，联合国发布《人工智能伦理问题建议书》，“透明性与可解释性”成为其提出的十大AI原则之一²²。透明性与可解释性是对AI系统的基本要求，是实现其他伦理价值的必要前提。

可解释AI（Explainable Artificial Intelligence）通过对算法决策的解释赋予公众知情权和同意权，有助于提升公众对AI的信任；对算法黑箱、算法失灵等问题进行回应，通过算法透明机制倒逼开发者防范算法歧视，促进算法公平。可解释AI工具在2016年出现时功能较为简单，之后可解释AI工具越来越多且功能更加强大，可以同时集成学习模型、图像识别模型以及自然语言处理模型等不同的机器学习模型和深度学习模型进行解释，为AI面临的可解释性问题提供了可行的解决方案²³。目前，谷歌的模型卡片机制（Model Cards）、IBM的事实清单机制（AI Fact Sheets）及微软的数据集数据清单（Data-sheets for Datasets）等走在行业前列。随着越来越多的科技公司加大研发投入、布局可解释AI等AI伦理研究与应用场景，将会不断涌现出新的技术和方法，增加人们对于机器学习模型的信任和使用，促进人工智能技术的更广泛应用。



²² 教科文组织会员国通过首份人工智能伦理全球协议，联合国网站，2021年11月，<https://news.un.org/zh/story/2021/11/1095042>

²³ 《可解释AI发展报告2022——打开算法黑箱的理念与实践》，腾讯，2022年1月<https://ai.tencent.com/ailab/zh/news/detail/?id=94>

为解决数据难以集中管理、隐私安全问题突出以及机器学习算法本身具有局限性等问题，联邦学习技术应运而生。联邦学习（Federated Learning）是一种机器学习框架，指根据多方在法律法规、隐私保护、数据安全等要求下，将数据样本和特征汇聚后进行数据使用和机器学习建模。联邦学习中各个参与方可以在不共享数据所有权的情况下，通过加密和隐私保护技术共享数据，有助于破解数据孤岛、保障隐私安全及减少算法偏差等。联邦学习自2016年首次由谷歌提出后，由科技企业在金融、安防、医疗、在线推荐系统等B端推广创新应用，逐渐成为解决合作中数据隐私与数据共享矛盾的新方法。

目前联邦学习研究热点主要聚焦在机器学习方法、模型训练、隐私保护等方面，未来研究方向将更多涉及算法模型和安全隐私技术，如数据隐私、深度学习、差分隐私、边缘计算等²⁴。联邦学习正成为新型的“技术基础设施”，有望成为下一代人工智能协同算法，隐私计算和协作网络的基础，使数据在合法合规、安全高效的基础上，实现数据价值流动。

通过“为机器立心”，逐步实现人机价值观对齐。“人机价值观对齐”（AI Alignment，简称“价值对齐”“AI对齐”）要求AI系统的目标要和人类的价值观与利益相对齐或保持一致。如果AI和人类的价值观不能对齐，可能会出现AI的行为不符合人类意图、在多种设定目标冲突时做出错误取舍、伤害人类的利益以及脱离控制等。目前AI对齐主要面临选择合适的价值观、将价值观编码在AI系统中及选择合适的训练数据等挑战，让AI系统真正理解人类的价值观并获得人类的信任是人机协作的重要课题。

目前在AI对齐研究方面，2023年4月，DeepMind发表论文，从“提出合适的价值观”方面对AI对齐进行研究；2023年7月，OpenAI组建了由Ilya Sutskever（OpenAI联合创始人兼首席科学家）等领导的人工智能对齐团队，从“用技术方法实现对齐”方面进行研究；2022年7月，北京大学朱松纯团队发表AI对齐论文，提出通过设计“人机协作探索”游戏，尝试形成以人类为中心、人机兼容的协作过程，从而实现实时双向人机价值观对齐。**AI对齐是走向通用人机协作的第一步，未来AI对齐的研究方向不仅仅局限于单任务环境，将进一步探索多个任务中的人机价值观对齐。**此外，信念、欲望、意图等人机之间心理模型的因素是“为机器立心”的过程，也是重要研究方向。



²⁴ 《2022联邦学习全球研究与应用趋势报告》重磅发布，网易，2022年9月，<https://www.163.com/dy/article/HGGVOBCQ0553N766.html>

人工智能产业发展十大趋势

四 生态协同

人工智能产业生态协同主要体现在三方面，一是人工智能技术自身进步带来的数据、算力、算法协同，二是人工智能与传统产业等实体经济的协同；三是人工智能领域各参与主体之间相互协同。以开源创新为基石，以模型即服务（MaaS）这一崭新商业模式为核心，有望带动人工智能产业生态繁荣发展，最终实现人工智能高质量发展。

09 开源创新将是AGI生态建设的基石

开源，即开放源代码。代码开源后，开发者可以公开获取版权限制范围内的模型源代码，并进行修改甚至重新开发。与之相反，闭源意味着只有源代码所有者（通常是软件开发商）掌握修改代码的权力。

开源的自由度越高，越有利于吸引更多开发者参与到生态建设中（图27）。AGI强调人工智能的通用性，意味着其生态需满足大量细分场景和长尾需求，这种情况下，生态系统越是繁荣开放，越能穷尽可能地覆盖所有专用化、场景化乃至碎片化的需求，保证AGI生态的丰富性和完整性。进一步地，开发者越多，意味着底层模型和上层应用等的迭代速度也会越快。例如，在三大文生图大模型Midjourney、DALLE-3、Stable Diffusion中，Stable Diffusion是唯一选择完全开源的，在一定程度上使得其虽诞生最晚，但用户关注度和应用广度优于其他两类模型。但是，开源也存在一定风险，对于产业生态中的主体企业来说，选择开源某种程度上就意味着公开商业机密，不利于其构建竞争壁垒。此外，开源模式还可能会引发专利侵权风险，主要包括违反开源许可证的规定使用开源软件的侵权情形，以及因开源软件的贡献者引入有版权瑕疵的代码而引发的侵权情形，对开源的知识产权管理规则和流程规范建立提出了挑战。

图27：开源的四个自由度



数据来源：Richard Stallman, 中关村产业研究院、毕马威整理

中国长期强调构建“开源”创新体系，预计随着鼓励人工智能技术创新生态和开源社区的相关政策不断出台，企业等主体积极参与建设，开源创新有望成为中国AGI生态的重要基石之一，推动中国在前沿理论创新方面取得重大突破，从“跟跑”走向“领跑”。

政策方面，2021年，开源首次被写入“十四五”规划，国家提出支持数字技术开源社区等创新联合体发展，完善开源知识产权和法律体系，鼓励企业开放软件源代码、硬件设计和应用服务。2022年，《“十四五”数字经济发展规划》提出支持具有自主核心技术的开源社区、开源平台、开源项目发展；北京市政府也发文提出“开展大模型创新算法及关键技术研究，鼓励开源技术生态建设”。2023年，北京积极把握大模型爆发机遇，发布《北京市促进通用人工智能创新发展的若干措施》，提出系统构建大模型等通用人工智能技术体系，鼓励开源技术生态建设。产业方面，除了涌现出一批开源大模型外，百度飞桨（PaddlePaddle）、华为昇思（MindSpore）、阿里达摩院魔搭（ModelScope）等开源社区也相继上线，预计还将出现更多开源创新模式，助力中国人工智能迈上新台阶。



案例5：开放原子开源基金会

开源基金会是开源运营的一种模式，有助于聚集全国乃至全球众多开发者力量、加速重点开源项目培育、完善多方共赢的开源推进机制，推动开源成果在服务业等重点行业和应用场景中开展先导应用，探索创新发展新路径，支撑数字经济持续高速发展。

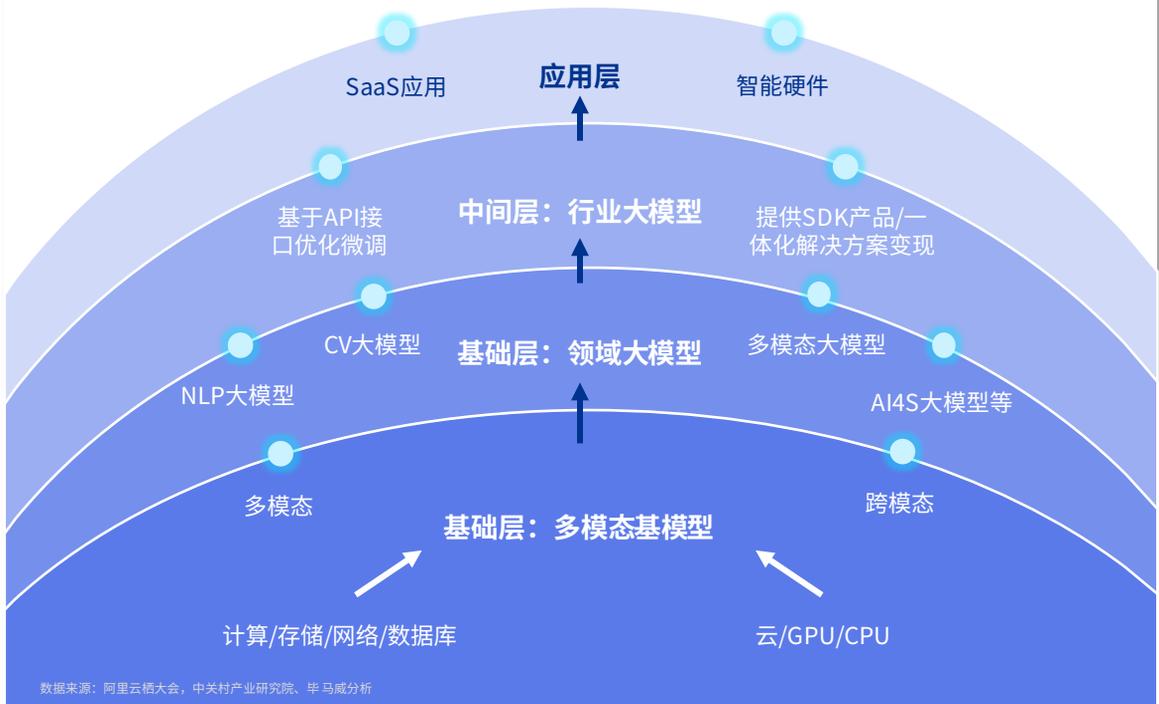
为加快构筑国家竞争优势的战略支点，形成自主软件生态，2020年6月，国务院批准成立开放原子开源基金会。基金会由华为、阿里、腾讯、百度、浪潮、招商银行、360等互联网龙头企业共同发起组建，拟对标国际三大开源基金会（Linux, OpenStack, Apache），加快培育具有国际竞争力的自主开源项目和产业生态，打造开源项目聚集地。目前开放原子开源基金会业务范围主要包括募集资金、专项资助、宣传推广、教育培训、学术交流、国际合作、开源生态建设、咨询服务等业务。

资料来源：公开资料，中关村产业研究院、毕马威分析

10

模型即服务（MaaS）将是AGI生态构建的核心

图28：MaaS模式下的AGI基础业态分析



商业模式关乎整体生态能否实现从价值创造到价值实现的完整闭环，目前AGI生态的商业模式主要以AIGC相关的商业模式为代表，主要包括MaaS（Model as a Service，模型即服务），即大模型厂商将预训练模型开源，形成可调度、可管理、标准化API，按照API调用量来收费、按照产出内容收费、软件订阅收费、或按照模型租赁收费等形式。

以GPT系列模型为例，OpenAI共制定了四种收费模式，分别是ChatGPT Plus订阅收费、API（除GPT模型接口外，还包括模型微调接口和嵌入接口）调用量收费、文生图按生成量收费和音转文按分钟收费、模型实例租用收费。业界目前对于MaaS的具体定义并未形成统一说法，API收费模式也只是MaaS的实现路径之一。不过，综合各主流厂商的公开表述，基本可以将MaaS模式的核心价值归纳为：**降低算法需求侧的开发技术和使用成本门槛，使AI模型和应用成为简单易用、触手可得的工具。**

MaaS模式下，需求侧用户可以专注自身业务逻辑和使用体验，而不必关注底层技术细节，有利于解决AI“能用”但“不好用”这一关键落地瓶颈。而在供给侧，有望形成“通用大模型+领域大模型+行业大模型+企业/个人小模型”这一基础业态（图28），推动AI落地千行百业，最终实现AGI。换言之，MaaS将会是AGI生态构建的核心。

其中，通用大模型和领域专用模型处于基础层，发挥着基础设施的作用，具有通用性强、多模态乃至跨模态的特点，技术难度高且成本投入巨大，拥有高质量数据、强大的多元异构计算能力、自研大模型的科技巨头企业将是主要参与者；行业大模型在中间层，相较基础层来说更为直接地深入到特定行业，在模型训练方面会接入较稀缺的行业Know-how数据，在部署方面会更多采用API接口、SDK私部署的形式，呈现出工具化、平台化趋势。

目前，**基础层的主流厂商**正积极推出行业大模型，例如国外有谷歌的AI医疗大模型，国内有百度旗下度小满推出的金融大模型，预计随着基础大模型走向开源、模型技术成本逐渐降低，未来还会有一批拥有垂直行业优质数据集、数字化转型服务经验丰富的中小科技企业加入中间层，推出更专业、更细分的行业大模型，当底层通用大模型竞争格局逐渐明晰之后，行业大模型将成为各家争夺的关键领域。

企业和个人小模型处在应用层，在大模型基础上蒸馏、裁剪后再使用，具有高性价比、部署高效、安全可靠等特点，小模型功能会以插件形式与SaaS应用、智能硬件等相结合，成为AGI时代的流量入口，例如目前已有多家手机厂商布局手机大模型，预计企业和个人小模型有望在基础层和中间层大模型基本完善后迎来爆发式发展，除应用层软硬件厂商会迎来发展机遇外，普通用户也会迎来类似移动互联网阶段的自媒体形式的创作红利期。



关于毕马威中国

毕马威在中国内地、香港和澳门运营的成员所及关联机构统称为“毕马威中国”。毕马威中国在三十一个城市设有办事机构，合伙人及员工超过15,000名，分布在北京、长春、长沙、成都、重庆、大连、东莞、佛山、福州、广州、海口、杭州、合肥、济南、南京、南通、宁波、青岛、上海、沈阳、深圳、苏州、太原、天津、武汉、无锡、厦门、西安、郑州、香港特别行政区和澳门特别行政区。在这些办事机构紧密合作下，毕马威中国能够高效和迅速地调动各方面的资源，为客户提供高质量的服务。

毕马威是一个由独立的专业成员所组成的全球性组织，提供审计、税务和咨询等专业服务。毕马威国际有限公司（“毕马威国际”）的成员所以毕马威为品牌开展业务运营，并提供专业服务。“毕马威”可以指毕马威全球网络内的独立成员所，也可以指一家或多家毕马威成员所。

毕马威成员所遍布全球143个国家及地区，拥有超过265,000名专业人员。各成员所均为各自独立的法律主体，其对自身描述亦是如此。各毕马威成员所独立承担自身义务与责任。

毕马威国际有限公司是一家英国私营担保有限责任公司。毕马威国际及其关联实体不提供任何客户服务。

1992年，毕马威在中国内地成为首家获准中外合作开业的国际会计师事务所。2012年8月1日，毕马威成为四大会计师事务所之中首家从中外合作制转为特殊普通合伙的事务所。毕马威香港的成立更早在1945年。率先打入市场的先机以及对质量的不懈追求，使我们积累了丰富的行业经验，中国多家知名企业长期聘请毕马威提供广泛领域的专业服务（包括审计、税务和咨询），也反映了毕马威的领导地位。

联系我们

江立勤

客户与业务发展主管合伙人

毕马威中国

电话：+86 10 8508 7077

邮箱：michael.jiang@kpmg.com

陈俭德

科技、媒体及电信行业主管合伙人

毕马威中国

电话：+86 21 2212 2168

邮箱：daniel.chan@kpmg.com

张庆杰

数字化赋能主管合伙人

毕马威中国

电话：+86 10 8508 4069

邮箱：qingjie.zhang@kpmg.com

卢鹏鹏

科技、媒体及电信行业审计主管合伙人

毕马威中国

电话：+86 10 8508 7805

邮箱：allen.lu@kpmg.com

关于中关村产业研究院

北京中关村科技产业研究院有限公司（以下简称“中关村产业研究院”）是中关村发展集团为落实北京市政府批复的《关于推进中关村发展集团综合改革的方案》而成立，是中关村专注新技术、新产业、新经济的高端智库平台，是产业思想的提供者、产业要素的链接者、产业落地的促进者；致力于为政府机构、国内外创新创业企业、投融资机构、产业园区等提供高精尖产业研究与咨询、区域发展规划、创新政策服务、创新金融服务等服务。中关村产业研究院成立首年即获得“中关村高新技术企业”认定，2022年底荣获“国家高新技术企业”认定。

中关村产业研究院从事智库研究领域包括但不限于：（1）高精尖产业研究，主要围绕信息产业、智能产业、新能源产业、医疗健康产业、新能源新材料等开展深入研究；（2）面向未来的前沿赛道研究，从技术视角、投资视角、政策视角、场景视角等视角长期积累前沿方向认知；（3）人口与特色化产业人才研究，形成“聚人促产”等方法分析工具，解决新兴产业人才“是谁”、“在哪”、“从哪来”、“怎么来”的问题；（4）先进科技成果转化模式研究，研究全球值得借鉴科技成果转化模式；（5）政策研究，支撑国家、北京市及地方区域的政策制定等工作；（6）城市更新与高品质科技园区研究，分析国内外典型科技园区发展经验、模式及案例，助力科技园区产业集聚发展；（7）绩效评价与项目全过程管理研究等。

联系我们

吕朋悦

中关村产业研究院 高级合伙人
(科创前沿事业部、公共事务部)
电话：+86 13401095486
邮箱：lvpy@zgcresearch.cn

杨洋

中关村产业研究院 高级合伙人
(产城发展事业部、产业组织咨询事业部)
电话：+86 18611428649
邮箱：yangyang@zgcresearch.cn

张雪姣

中关村产业研究院 高级合伙人
(综合规划事业部)
电话：+86 15210831350
邮箱：zhangxuejiao@zgcresearch.cn

刘敏

中关村产业研究院 高级合伙人
(大信息事业部)
电话：+86 13681144199
邮箱：liumin@zgcresearch.cn

庄明

中关村产业研究院 高级合伙人
(创新金融事业部)
电话：+86 18618176056
邮箱：zhuangming@zgcresearch.cn

研究团队

毕马威中国团队

王薇

毕马威中国研究院副总监

马曼

毕马威中国研究院经理

程苑芬

毕马威中国研究院助理经理

刊物设计：

郑英彬

毕马威中国设计专员

中关村产业研究院团队

张晓燕

中关村产业研究院 高级研究员

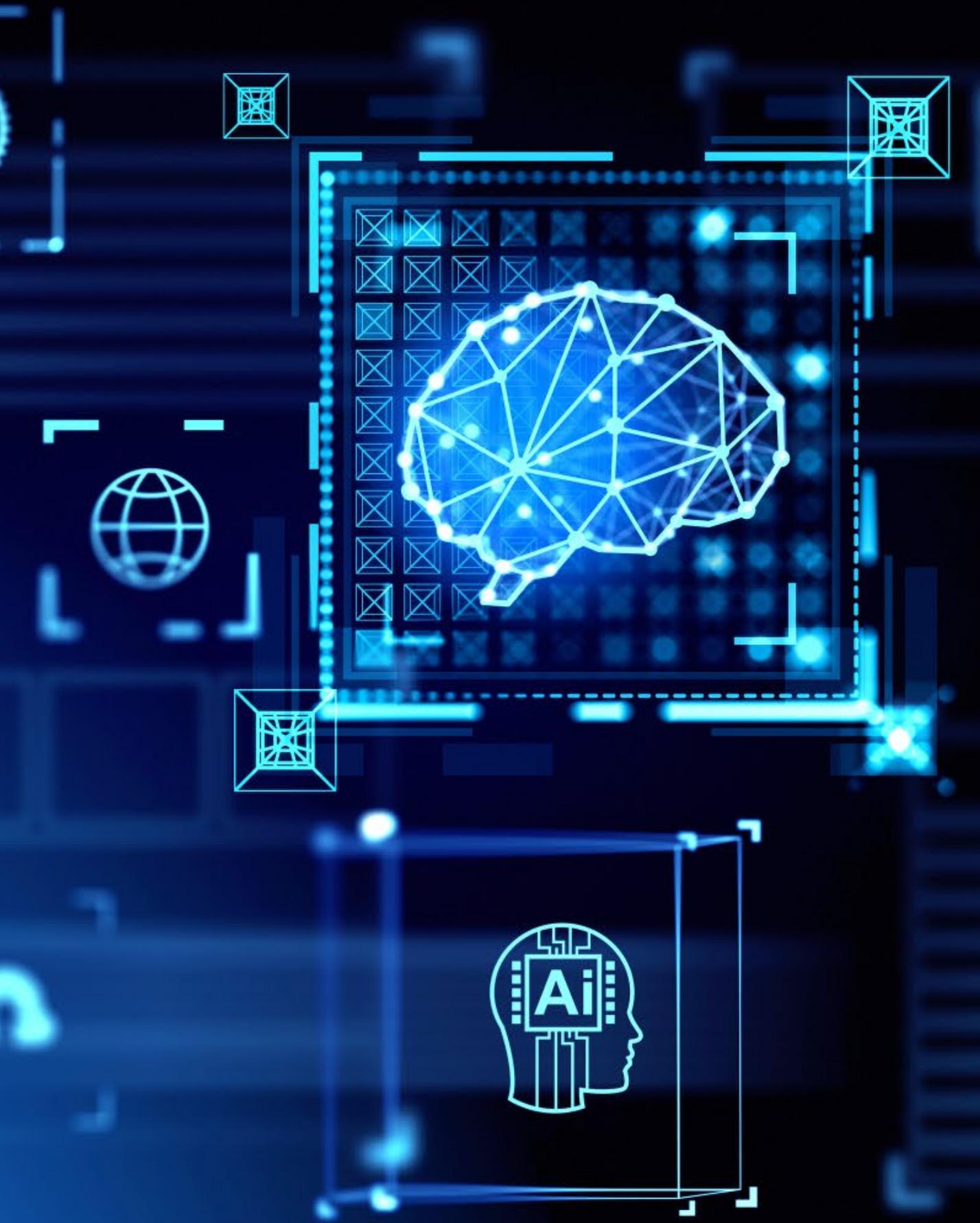
何佳璐

中关村产业研究院 研究员

研究指导：

吕朋悦

中关村产业研究院执行副院长



kpmg.com/cn/socialmedia

<http://zgcresearch.cn/>



如需获取毕马威中国各办公室、中关村产业研究院信息，请扫描二维码或登陆网站：

<https://home.kpmg/cn/zh/home/about/offices.html>

http://zgcresearch.cn/about_2.html

所载资料仅供一般参考用，并非针对任何个人或团体的个别情况而提供。虽然本所已致力提供准确和及时的资料，但本所不能保证这些资料在阁下收取时或日后仍然准确。任何人士不应在没有详细考虑相关的情况及获取适当的专业意见下依据所载资料行事。

© 2023 毕马威企业咨询 (中国) 有限公司 — 中国有限责任公司，是与英国私营担保有限公司— 毕马威国际有限公司相关联的独立成员所全球性组织中的成员。版权所有，不得转载。 在中国印刷。

毕马威的名称和标识均为毕马威全球性组织中的独立成员所经许可后使用的商标。

二零二三年十二月出版