

探索人工智能新前沿： 中国经济再迎 6000亿美元机遇

到2030年，人工智能（AI）在中国将有望颠覆交通运输和其他关键产业，撬动难以限量的经济价值——若要把握这一机遇，须在多个维度进行战略合作和能力建设。

作者：沈愷、童潇潇、吴昕、张芳宁



过去10年，中国打下了坚实基础，全力推动人工智能产业发展，对全球人工智能也做出了重大贡献。斯坦福大学人工智能指数采用研究、开发和经济维度的多项指标，对全世界人工智能的发展情况进行评估，中国的全球人工智能活力度跻身前三。¹举例来说，从研究维度看，中国2021年贡献了全球约1/3的人工智能期刊论文和人工智能论文引用量。在经济投资维度，中国2021年占全球私人投资总额的比例接近1/5，为人工智能初创公司引资170亿美元。²

如今，人工智能在中国的金融、零售和高科技行业的普及率很高，这些行业合计占到全国人工智能市场的1/3以上（参见附文“5类中国人工智能企业”）。³例如，中国家喻户晓的头部科技企业阿里巴巴和字节跳动，都以基于大数据和人工智能的高度个性化的消费者应用而著称。事实上，目前为止中国大多数人工智能应用主要都在消费领域，这要归功于全世界最大规模的互联网消费者群体，以及由于行业不断创新消费者互动方式而提升的客户忠诚度、收入和市值。

往前看，中国的人工智能将如何发展？

我们的研究显示，未来10年，人工智能将为中国一些新的行业带来巨大的增长机会，尤其在如汽车、交通运输和物流；制造业；医疗保健和生命科学；企业软件等创新和研发支出向来落后于全球同行的行业（参见附文“关于本研究”）。我们预计，在这些行业，一系列人工智能用例每年可创造超过6000亿美元的经济价值（为了帮助理解，我们以超大型城市如上海为例，2021年该市GDP总量约为6800亿美元）。有的价值来自人工智能赋能的产品或服务创造的收入，有的价值来自效率和生产率提高后节约的成本。对各行各业来说，人工智能用例都有可能成为企业的“兵家必争之地”，因为它将催生未来的行业领先者。

把握人工智能机遇通常须对多个领域辅以重大投资，有时候甚至远超领导者预期，投资领域包括支持人工智能系统的数据和技术；构建这些系统的人才和组织思维；创建数据生态系统、行业标准和监管法规的新型商业模式和合作方式。

¹“Global AI Vibrancy Tool: Who's leading the global AI race?”，人工智能指数，斯坦福大学人类中心人工智能研究所（HAI），斯坦福大学，2021年排名。

² Daniel Zhang等人合著的《人工智能指数报告2022》，斯坦福大学人类中心人工智能研究所（HAI），斯坦福大学，2022年3月，图4.2.6，“全球各地人工智能私人投资，2013~2021年”。

³ 艾瑞咨询，《中国人工智能产业研究报告（III）》，2020年12月。

5类中国人工智能企业

我们发现，中国的人工智能企业大致可以归为以下5类：

1. **科技巨头。**建立端到端的人工智能技术能力，并在生态系统内进行合作，同时为B2B和B2C企业提供服务。
2. **传统企业。**在内部转型、新品发布和客户服务中开发和采用人工智能技术，直接服务于客户。
3. **垂直领域人工智能公司。**为特定领域的用例开发软件和解决方案。
4. **人工智能核心技术提供商。**提供计算机视觉、自然语言处理、语音识别和机器学习能力，帮助其他企业开发人工智能系统。
5. **硬件公司。**提供硬件基础设施，满足人工智能在存储、计算能力等硬件方面的需求。

关于本研究

本研究基于麦肯锡对50多名内部和外部专家的实地访谈，以及2021年10月至11月期间对欧洲、美国、亚洲和中国市场评估的全面分析。由于金融和零售等商业领域的人工智能用例已较为成熟，普及率也较高，因而此次分析我们重点考察其他行业。在价值创造潜力最大的行业，我们重点关注具有以下两大特征的领域和用例：1，人工智能应用目前正处在市场进入阶段；2，有望在2030年之前产生巨大影响。而对于来自相同行业，尚处在早期探索阶段或行业普及率较高的应用（如制造运营优化），则不属于本研究的重点。

我们的工作和其他的全球研究发现，在从人工智能获得最大价值的企业中，一些赋能因素正在成为其“标配”。⁴

为了帮助领导者和投资者部署资源，努力加快人工智能的发展，取得颠覆性进步，成为行业领先者，我们进行了深入研究。本文将首先分析每个行业最大的机遇来自哪里，然后对企业应首先考虑的核心赋能因素展开论述。

追踪最具“钱”景的行业

我们通过研究中国人工智能市场来确定未来人工智能将在哪些方面创造最大的价值。为了解

全球范围内人工智能在哪些领域创造最大的价值，我们详细研究了市场预测，并深入分析了国家、地区和行业层面的研究报告。

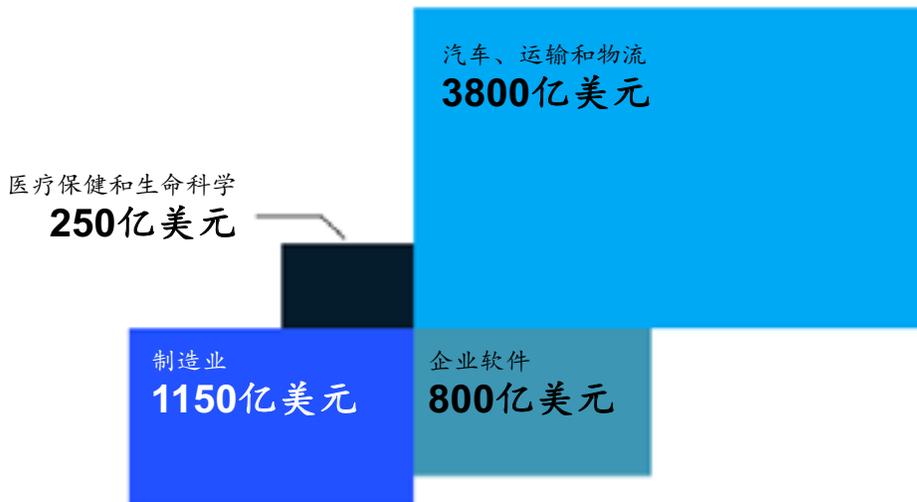
接着，我们与来自中国各行各业的专家展开深入对话，探讨今后最大的机会将在哪里出现。我们的研究最终指向以下几个行业：在6000亿美元的机遇中，半数以上将来自汽车、交通运输和物流行业（约64%）；19%来自制造业；13%来自企业软件；还有4%来自医疗保健和生命科学（见图1）。

我们的分析显示，每个行业的价值创造机会往往集中于两三个领域。

图1

利用人工智能创造最大经济价值的四大关键产业

估算经济价值总额：6000亿美元



资料来源：专家访谈和麦肯锡分析，2021年10月至11月

⁴ 《人工智能现状报告(2021)》，麦肯锡，2021年12月8日。

这些领域过去5年获得的私募股权和风险投资公司的资金支持通常较大,商业概念也往往成功得到验证。

汽车、交通运输和物流

中国是全球最大的汽车市场,保有量已超过美国。如此庞大的规模(我们估计,中国的乘用车保有量到2030年将超过3亿辆)为人工智能的发展提供了一片沃土。事实上,我们的研究发现,人工智能对汽车行业的潜在影响最大,有望创造超过3800亿美元的经济价值。这种价值创造可能主要来自以下三个领域:自动驾驶或无人驾驶汽车、为车主提供个性化体验、车队资产管理(见图2)。

自动驾驶或无人驾驶汽车。对行业创造的价值比例最大(约为3350亿美元)。

其中一些新创造的价值可能归因于财务损失的减少,如医疗救治、急救服务和车辆成本。由于自动驾驶汽车可以自适应周围环境,实时做出驾驶决策,避免了人类司机在驾驶途中因做别的事情分心,比如发短信,而导致事故的发生。我们预计每年的道路交通事故有望减少约3%~5%。随着城市和企业逐步用共享自动驾驶汽车取代客车和公交车,减少司机数量也可增加价值。⁵

传统车企和人工智能企业在将自动驾驶能力推进到L4级(指驾驶高度自动化,由机器接管全部操作,人不需要对所有的系统请求做出回答)和L5级(指完全自动驾驶,方向盘成为可选项)的过程中取得了不俗的进展。例如,文远知行实现了L4级自动驾驶能力⁶,并在广州开启自动驾驶出租车试运营,一年提供15万趟行程,期间没有发生一起主动责任事故。⁷

图2

在汽车、运输和物流行业,自动驾驶将创造最大经济价值

估算经济价值总额:

3800亿美元

主要赋能因素:技术、数据

1 自动驾驶

3350亿美元

利用计算机视觉、机器学习和神经网络,使车辆能够绘制周围环境的地图,探测和预测路况,并在路上实时制定驾驶决策,减少道路交通事故,节省成本

2 个性化升级

300亿美元

用推荐技术处理驾驶员的联网汽车数据(车辆运行、驾驶行为、娱乐互动),以量身定制软硬件升级建议和驾驶体验

3 车队资产管理

150亿美元

用运筹算法处理联网车队的物联网数据,优化车队的调度、运营和路线规划,降低油耗和维护成本

资料来源:专家访谈和麦肯锡分析,2021年10月至11月

⁵ 估算基于麦肯锡分析。主要假设:中国道路上3%的轻型汽车和5%的重型汽车将被共享自动驾驶汽车所取代;随着自动驾驶汽车的普及,交通事故将减少3%~5%。

⁶ 文远知行官网的自我评估声明。

⁷ 此次试运营于2019年11月至2020年11月间进行。

为车主提供个性化体验。使用人工智能分析传感器和GPS数据(包括汽车零部件状况、燃料消耗、道路选择和驾驶习惯),汽车厂商和人工智能公司可提供定制化的软硬件升级建议,并为车主提供个性化的驾驶体验。例如,智能电动汽车公司蔚来拥有先进的辅助驾驶系统和电池管理系统,可以在驾驶过程中,实时跟踪动力电池健康状况,诊断使用模式,优化充电节奏,从而延长电池寿命。我们的研究发现,这种方式可以降低维护成本和车辆意外故障,同时通过软件升级和新功能的商业化开辟收入新来源,总体可创造300亿美元的经济价值。⁸

车队资产管理。中国的铁路、高速公路、内河航运和民航航线网络总里程跻身世界前列,人工智能在帮助车队管理者更好地驾驭交通网络方面将有望发挥至关重要的作用。

我们的研究发现,随着车企和专注于物流行业的人工智能企业开发运营优化程序,分析物联

网数据,为物流运营商确定燃油效率更高的路线和成本更低的维护站,将有望创造150亿美元的经济价值。⁹例如,中国某车企现为车队所有者和运营者提供一套人工智能驱动的管理系统,用于监控车队所处的位置,跟踪车队状况,给出车队调度、行程和道路建议。据估计,该系统最多可为企业节省15%的燃油和维护成本。

制造业

在制造业,中国正从低成本的玩具和服装制造中心,转型成为处理器、芯片、发动机和其他高端零部件等精密制造领域的领导者。我们的研究显示,人工智能有利于促进制造业从生产执行向制造创新的转型,从而创造1150亿美元的经济价值(见图3)。

图3

制造业有两个领域可以创造1150亿美元的经济价值

估算经济价值总额:

1150亿美元

1 流程设计研发

1000亿美元

在大规模投产前,利用数字孪生和机器学习模拟、测试和验证生产流程的结果,降低生产流程设计中高昂的研发成本

主要赋能因素: 技术、数据、人才

2 产品研发

150亿美元

利用数字孪生和机器学习来测试和验证新的产品设计,快速预测产品设计结果,降低研发成本,甚至有可能创造新产品或改进产品质量

资料来源: 专家访谈和麦肯锡分析, 2021年10月至11月

⁸ 估算基于麦肯锡分析。主要假设: 人工智能将为客户节省5%~10%的维护费(硬件更新); 车企和人工智能公司通过软件升级增加的收入, 覆盖15%的车队。

⁹ 估算基于麦肯锡分析。主要假设: 汽车车队的燃油消耗和维护成本减少5%~15%; 飞机、船舶和火车的成本减少约2%。

这之中，绝大部分创造的价值（约1000亿美元）将来自流程设计创新，这就需要通过丰富的人工智能应用加以实现，比如创造下一代装配生产线的协作机器人，以及通过映射真实世界资产进行模拟和优化的数字孪生技术。¹⁰借助数字孪生技术，生产商、机械和机器人提供商以及系统自动化提供商便可在大规模投产前，模拟、测试和验证生产流程的结果（如良品率或生产线的生产率），这样就能及早发现成本高、效率低等流程问题。中国某本土电子产品制造商使用可穿戴传感器来识别工人手部和肢体运动，并对其进行数字化处理，用以模拟人类在生产线上的活动。之后对设备参数和配置进行优化（例如根据工人的身高调整每个工位的角度），降低工人受伤的风险，同时提高舒适度和生产率。

其余的价值创造（约150亿美元）可能来自人工智能促进的产品开发。¹¹企业可以使用数字孪生快速测试和验证新的产品设计，以降低研发成本，提高产品质量，持续驱动产品创新。在全球市场上，谷歌（Google）让人们得以一窥人工智能的巨大潜力，它可以使用人工智能技术快速评估零部件的不同布局将如何改变芯片的功耗、性能指标和尺寸，因此只需要很短的时间就能规划好理想的芯片设计方案，这比设计工程师所需的时间要少得多。

企业软件

与其他国家、地区一样，中国的企业也纷纷开启数字化和人工智能转型，推动着新的本土企业软件行业蓬勃发展，为建立必要的技术基础提供支持。

据估计，这些企业提供的解决方案可以再创造800亿美元经济价值（见图4）。在这个行业，云服务和人工智能工具预计将贡献超过一半的价值创造（相当于450亿美元）。¹²举例来说，某本土云服务提供商为100多家本土银行和保险公司提供集成数据平台，使之可以同时云端和本地环境中运营，降低了数据库开发和存储成本。再举一例，中国某人工智能工具提供商开发了一个共享人工智能算法平台，可以帮助数据科学家针对特定的预测问题自动训练、预测和更新模型，将模型的开发时间从3个月缩短到2周左右。

人工智能驱动的SaaS（软件即服务）有望贡献企业软件行业其余350亿美元的经济价值。¹³本土SaaS应用开发商可以使用多种人工智能技术（如计算机视觉、自然语言处理、机器学习），帮助企业在财务和税务、人力资源、供应链和网络安全等职能部门进行预测和决策。例如，中国某领先金融机构使用人工智能驱动的本土SaaS解决方案，根据员工的职业路径，利用人工智能机器人提供个性化的培训建议。

医疗保健和生命科学

近年来，中国加大了对医疗保健和生命科学领域的人工智能创新投资。根据“十四五规划”，到2025年，中国每年将增加7%的研发支出，其中至少8%投向基础研究。¹⁴

投资重点之一是加快药物发现速度和提高成功率，这在全球都是重大课题。

¹⁰ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：基于2030年的人工智能普及率和子行业的制造设计改善情况（包括化工、钢铁、电子、汽车和先进工业），制造产品研发成本降低40%~50%。

¹¹ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：基于2030年的人工智能普及率和子行业的产品研发改善情况（包括电子、机械、汽车和先进工业），制造产品研发成本降低10%。

¹² 估算基于麦肯锡分析。主要假设：中国云数据库年均复合增长率为12%；人工智能工具年均复合增长率为20%~30%。

¹³ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：软件市场年均复合增长率为17%；中国2030年的SaaS渗透率为100%；在企业SaaS应用领域，90%用例都由人工智能赋能。

¹⁴ 《“十四五”数字经济发展规划》，中华人民共和国国务院，2022年1月12日。

图4

企业软件公司可通过数据基础设施、中间件和SaaS为行业提供人工智能解决方案来实现大多数价值

估算经济价值总额：

800亿美元

主要赋能因素：技术、监管

1 数据和中间件

450亿美元

采用云数据库来降低数据运营和维护成本；利用集成的人工智能算法工具和端口（API）来帮助企业简化核心人工智能模型的开发过程；采用MLOps自动部署和维护最优模型

2 SaaS应用

350亿美元

应用计算机视觉、语音识别、自然语言处理等技术来处理图像和语音数据，并使用机器学习算法协助财务和税务、人力资源、供应链和网络安全等职能部门进行预测和决策

资料来源：专家访谈和麦肯锡分析，2021年10月至11月

2021年，全球药物研发支出达到2120亿美元，与2012年的1370亿美元相比，期间的年均复合增长率接近5%。药物发现平均需要5.5年，不仅导致病人迟迟无法使用创新疗法，还缩短了为鼓励创新而设置的专利保护期。尽管新药研发成功率有所提升，但只有全世界排名前20%的医药公司能在7年后收回研发投资。

另一个重点是改善治疗效果。在诊断结果和临床决策方面，中国人工智能初创公司目前正努力通过提供更准确更可靠的医疗保健服务来提升中国在这一领域的声望。

我们的研究显示，人工智能赋能研发可以在三个方面增加超过250亿美元的经济价值，即加快药物发现速度、优化临床试验和支持临床决策（见图5）。

加快药物发现速度。目前中国新药（专利处方药）市场占中国市场总规模不足30%（相较而言，全球比例超过70%），表明新药研发领域利用人工智能大有潜力。我们估计，使用人工智能加快靶点识别和新分子设计最多可以贡献100亿美元的经济价值。¹⁵中国已经有20多家由私募股权公司或本土科技巨头投资的人工智能初创公司，或与传统制药公司开展合作，或独立开发新疗法。例如，英矽智能（Insilico Medicine）使用一种端到端生成式人工智能引擎进行靶点识别、分子设计和先导化合物优化，不到18个月，只花费不足300万美元，就发现了一种治疗肺纤维化的临床前候选药物。

¹⁵ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：新药发现的人工智能赋能率为35%；10%的收入来自人工智能赋能的新药开发。

图5

医疗保健和生命科学行业有三个领域可以创造250亿美元经济价值

估算经济价值总额：

主要赋能因素：技术、数据、监管

250亿美元

1 加快药物发现

100亿美元

使用人工智能技术快速发现靶点，针对已识别的不同药物靶点设计新分子药物，加快新药发现和上市速度，降低药物研发成本

2 优化临床试验

100亿美元

使用自然语言处理和机器学习技术收集和分析数据，以预测临床试验结果和优化临床研究设计，减少临床试验的时间和成本，加快新药上市速度

3 支持临床决策

50亿美元

使用机器学习算法处理医学影像或医学数据，预测诊断结果和支持临床决策，降低诊断成本，同时提高可靠性和准确性

资料来源：专家访谈和麦肯锡分析，2021年10月至11月

相较而言，从靶点发现到临床前候选药物平均需要6年时间，花费超过1800万美元，可见这一技术产生的重大影响。这种抗纤维化候选药物现已顺利完成0期临床研究，进入I期临床试验。

优化临床试验。我们的研究表明，通过优化临床研究设计（流程、方案、机构）、优化试验交付和执行（如混合式临床试验交付模式）和产生真实世界证据，还可创造100亿美元的经济价值。¹⁶这些人工智能用例可以减少临床开发的时间和成本，为患者和医疗专业人士提供更好的体验，提升质量，强化合规性。例如，一家全球排名前20的医药公司采用人工智能和流程改善相结合的方式，将临床试验参与者招募时间缩短了13%，节省了10%~15%的外部成本。

这家医药公司将三个领域作为其科技化临床试验开发的重点。为了加快临床试验设计和运营规划，它利用内外部数据来优化方案设计和机

构选择。为了简化机构和患者的参与过程，它建立了一套附带API标准的生态系统，可充分利用内部和外部创新。为了建立一个临床试验开发舱，它对运行中的临床试验数据进行了汇总和虚拟化，实现了全透明端到端的临床试验运营，这样就能预测潜在的风险和试验延误，并主动采取行动。

支持临床决策。我们的研究表明，使用机器学习算法处理医学影像和数据（包括症状描述、医学影像、检查指标等），预测诊断结果并支持临床决策，可以产生大约50亿美元的经济价值。¹⁷

¹⁶ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：临床试验中的人工智能利用率为30%；利用实际循证（RWE）加速审批可节约30%的时间。

¹⁷ 估算基于麦肯锡分析。主要假设：更精准的人工智能诊断可以将早期癌症诊断率提高10%；人工智能可以将效率提高10%。

一家医学影像领域领先的人工智能初创公司现在将计算机视觉和机器学习算法应用于视网膜图像的光学相干断层(OCT)扫描结果。它能自动搜索和识别几十种慢性疾病的信号(如糖尿病、高血压、动脉硬化),加快了诊断速度,提高了疾病早期发现率。

如何解锁机遇

我们的研究发现,每个行业都需要在6个关键赋能领域推动重大投资和创新,才能最大化获得人工智能的价值(见图6)。前4个领域(数据、人才、技术和思维转变)属于对人工智能技术的采用和规模化的范畴。其余两个领域(协调生态系统、适应监管法规)共同构成市场协作,可被视为战略的范畴。

这些领域的一些具体挑战是某个行业所独有的。例如,在汽车、交通运输和物流行业,与5G和联网汽车技术(通常称为V2X)的最新进展保持同步,对释放该行业的价值至关重要。医疗保健行业则希望及时了解人工智能可解释性方面的最新进展,因为医疗机构和患者只有理解算法为何做出某种决定或推荐,才会对人工智能的判断结果产生信任。

整体而言,我们认为其中4个领域(数据、人才、技术和市场协作)是所有行业面临的共同挑战,不仅会对取得的经济价值产生重大影响,而且一旦应对不好,也会大大增加解决其他挑战的难度。

数据

人工智能系统需要获取高质量的数据才能正常运行,这就意味着数据必须是可得的、可用的、可靠的、相关的和安全的。

如果没有为存储、处理和管理每天生成的海量数据打好基础,就会在这方面遭遇挑战。以汽车行业为例,要让自动驾驶汽车了解前方路况,并为人类驾驶员提供个性化体验,汽车必须具备每天处理和支持高达2TB车辆和道路数据的能力。在医疗保健行业,人工智能模型需要获取大量组学¹⁸数据才能理解疾病,确定新靶点,设计新分子药物。

利用人工智能获得最大回报的公司(即人工智能贡献了超过20%的息税前利润)就此提供了一些洞见。麦肯锡发布的《2021全球人工智能调查报告》显示,表现优异的企业更有可能投资核心数据实务,比如,快速整合内部的结构化数据,以供人工智能系统使用(表现优异的企业达到51%,其他企业只有32%);建立企业全员都可以访问的数据字典(两类企业的比例分别为53%和29%);以及制定清晰的数据治理流程(分别为45%和37%)。¹⁹

参与数据共享和数据生态系统同样至关重要,因为此类合作能带来其他方式无法获得的洞见。例如,医疗大数据公司和人工智能公司现在都在与各大医院和研究机构合作,将电子病历与医药公司或CRO(合同研究组织)提供的公开医疗研究数据和临床试验数据加以整合,用于分析研究。以此,各相关方将共同促进药物发现、临床试验和实时决策,助力医疗机构为每一位病人更好地确定合适的治疗方案和计划,从而提高治疗效果,减少不良副作用的发生率。

医渡云就是这样一家公司。2017年以来,该公司为中国500多家医院提供大数据平台和解决方案,在获得授权的情况下分析了超过13亿份病例,应用于真实世界的疾病模型,为包括临床研究、医院管理和政策制定在内的各种用例提供支持。

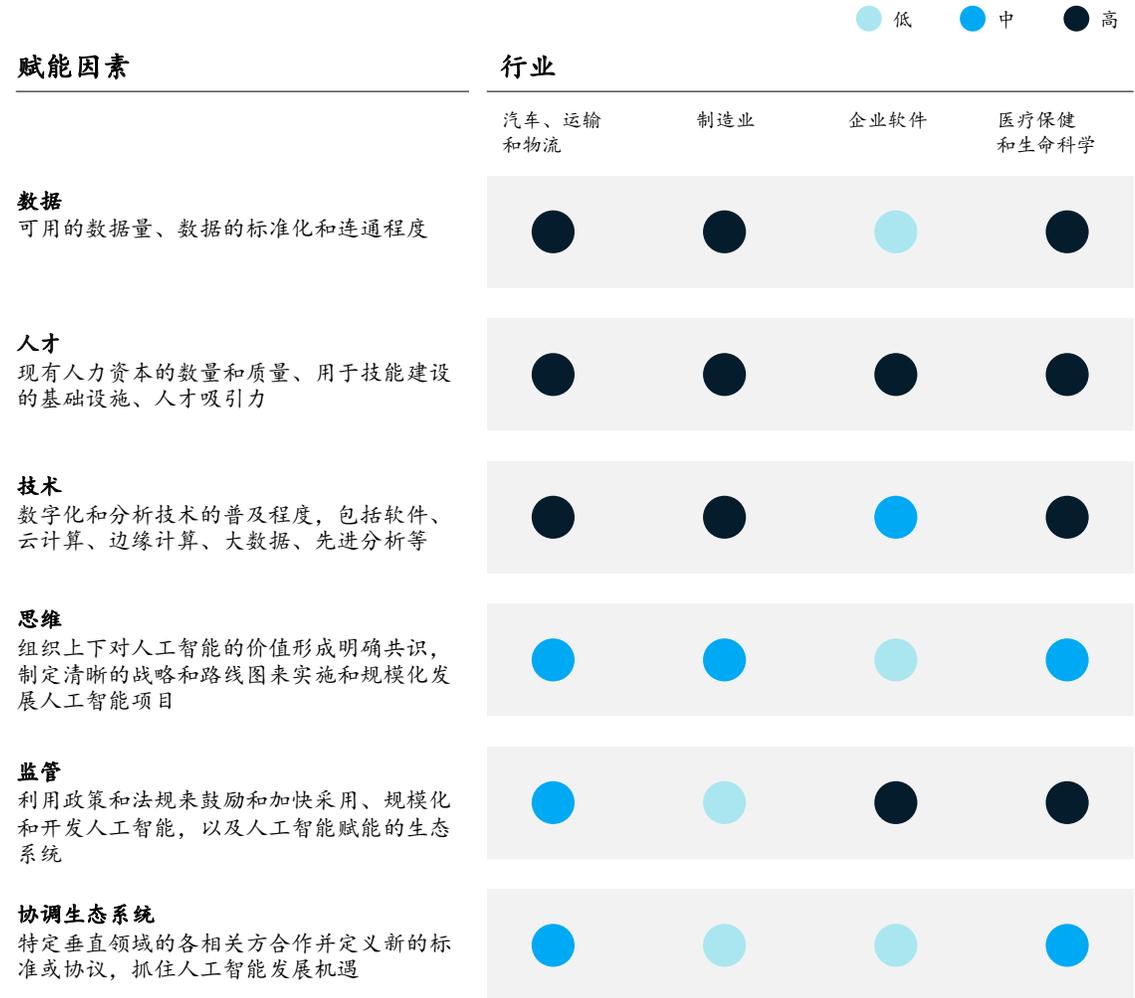
¹⁸ “组学”包括基因组学、表观基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学、交互组学、药物基因组学和疾病组学。

¹⁹ 《人工智能现状报告(2021)》,2021年12月8日。

图6

这四个行业都必须对六个关键赋能因素大力投资，才能解锁人工智能的全部经济价值，但每个因素的重要性各不相同

投资各个因素对价值创造的重要性一览（按行业）



资料来源：专家访谈和麦肯锡分析，2021年10月至11月

人才

根据我们的经验，如果缺乏相关业务领域的专业知识，企业几乎不可能利用人工智能产生什么影响。

知道在什么领域提什么问题，甚至可以决定企业某个人工智能项目的成败与否。因此，这4个

行业（汽车、交通运输和物流；制造业；企业软件；医疗保健和生命科学）的组织都应开展系统性培训，将现有的人工智能专家和研究人员进行转型为人工智能转译员——这些人知道应该提出哪些业务问题，并将业务问题“翻译”成人工智能解决方案。

打个比方，他们所掌握的技能好比是希腊字母π。这一群体不仅广泛掌握通用管理技能（横线），而且在人工智能和业务领域也具备深厚的专业知识（两条竖线）。

对一些企业来说，要建设这样一支人才队伍就必须对技术人才进行必要技能的培训。例如，某人工智能药物发现领域的初创公司设计了一个项目，为新入职的数据科学家和人工智能工程师培训分子结构和分子特点等医药领域的专业知识。该公司管理层认为，公司之所以能发现近30种进入临床试验的分子药物，正是得益于其人工智能专家深厚的医药专业知识。另一些企业则希望加强现有专业人才的人工智能技能。某电子产品制造企业建立了数字化和人工智能学院，为其不同职能领域的400多名员工提供在职培训，使之能够领导组织的各种数字化和人工智能项目。

技术成熟度

回顾以往的研究，麦肯锡发现，具备必要的技术基础是人工智能项目取得成功的重要因素。²⁰我们的研究表明，中国的企业领导者应当着重考虑以下4个方面：

拓展数字化应用。各行各业都有拓展数字化应用的空间。在医院和其他医疗机构，与患者、人事和设备有关的许多工作流程尚有待数字化升级。这就需要拓展数字化应用，为医疗保健组织提供必要的数字数据，以此预测患者是否符合临床试验条件，或者为医生提供智能临床决策支持工具。

制造业同样如此，由于工厂的数字化程度普遍较低，在生产设备和生产线上安装物联网传感器就可以为企业积累数字孪生技术所需的必要数据。

部署数据科学工具和平台。算法的开发成本往往很高，好在企业可以利用市场上已有的技术平台和工具来简化模型的开发、部署和维护工作，就像通过技术投资提高工厂生产线的效率那样。我们建议企业考虑这几种基础能力：可重复使用的数据结构、可扩展的计算能力和自动化的MLOps能力，这些可以确保人工智能团队以最高的效率和生产率开展工作。

推进云基础设施。我们的研究发现，虽然中国的云端IT工作负载比例基本与全球调查数据持平，但出于安全和数据合规考虑，中国私有云承担的IT工作负载比例远高于全球平均水平。当SaaS供应商和其他企业软件提供商进入该市场时，我们的建议是，持续推进基础设施建设以解决这些担忧，并为企业提供清晰的价值主张。这就需要在虚拟化、数据存储容量、性能、灵活性和韧性，以及定制业务能力的技术敏捷性等方面继续推进，而这些正是企业对云服务供应商的期望所在。

投资人工智能研究和先进的人工智能技术。本文涉及的许多用例都需要依靠底层技术的根本性进步才能实现。例如，在制造业，需要做更多研究来改进摄像头传感器的效果和计算机视觉算法，才能在工厂车间常见的昏暗环境中检测和识别物体。在生命科学领域，可穿戴设备和人工智能算法必须进一步创新，才能在药物发现、临床试验和临床决策支持流程中收集、处理和整合真实世界数据。在汽车行业，需要提高自动驾驶模型的准确性，同时降低建模的复杂性，以改进自动驾驶汽车对物体的感知和在复杂场景中的表现。

另外，企业与高校开展学术合作可以推动技术进步。

²⁰ 同上。

市场协作

人工智能带来的挑战可能会超过任何一家公司的应对能力，这就需要进一步加强监管与合作，以促进人工智能创新。全球许多市场纷纷出台监管法规，比如欧洲的《通用数据保护条例》(GDPR) 和美国加利福尼亚的《消费者隐私法案》(Consumer Privacy Act)，希望通过立法解决数据隐私等新问题。我们的《2021全球人工智能调查报告》也将此视为与人工智能有关的最大风险之一。²¹另一项拟议的欧盟法规旨在解决更普遍的人工智能发展和使用问题，可能将产生全球性影响。²²

我们的研究显示，在以下4个方面采取强力有效的措施，将有助于中国释放人工智能的全部经济价值：

数据隐私和分享。要让人们分享个人数据，无论是医疗保健数据还是驾驶数据，数据的授权就必须简单易用，还要让人们相信被授权者会妥善加以使用，同时安全地分享和存储这些数据。保护隐私与分享的法规将为人们带来信心，从而提高人工智能的普及率。例如，中国在2019年颁布了一部旨在改善民众健康状况的法律，对医疗和健康数据的收集、存储、分析和应用制定了技术标准，以鼓励大数据和人工智能技术的使用。²³

与此同时，工业界和学术界也很有动力制定相关的方法和框架，以减轻人们对隐私的顾虑。例如，机器学习领域的国际顶级会议——神经信息处理系统大会 (Neural Information Processing Systems) 所收录的提及“隐私”的论文数量在过去5年增长了6倍。²⁴

市场协调。在某些情况下，人工智能赋能的新商业模式会在各种各样的相关方中引发与人工智能的使用和交付有关的根本问题。例如，在医疗保健行业，当企业为支持临床决策而开发新的人工智能系统时，政府、医疗服务提供方和支付方可能会就某些问题产生争议，比如人工智能何时能在改善诊断和提供治疗建议方面发挥作用，以及医疗服务提供方使用此类系统时应如何报销。在运输和物流行业，当自动驾驶汽车和传统汽车发生事故后，政府和保险公司应当如何确定事故责任？这个问题在中国已经出现。处理此类事故的做法为未来的决策创造了先例，而进一步的立法有助于保持一致性和明确性。

标准流程和协议。有了标准，就能在生态系统内外分享数据。在医疗保健和生命科学行业，为加快药物发现和临床试验速度，需要以统一的方式妥善对医疗学术研究、临床试验数据、患者医疗数据进行结构化处理和记录。2018年，在中国国家卫生健康委员会的推动下，为电子病历和疾病数据库建立数据基础设施，在创建用于人工智能的标准化疾病数据库和电子病历方面取得了一些进展。另外，围绕如何架构、处理和连接数据制定标准和协议，将有利于促进原始数据记录的使用。

同样，也可以运用标准消除流程拖延，以免阻碍创新，吓跑投资者和人才。例如，海南医疗旅游区利用真实世界证据加快了药物发现速度，如果能将这一经验转化为透明的审批协议，将有助于在全国范围内保持许可的一致性，并最终为新发现的药物赢得信任。

²¹ 同上。

²² Misha Benjamin、Kevin Buehler、Rachel Dooley和Peter Zipparo合作撰写的“*What the draft European Union AI regulations mean for business*”，麦肯锡，2021年8月10日。

²³ 《中华人民共和国基本医疗卫生与健康促进法》，第49条，2019年。

²⁴ 《人工智能指数报告2022》(Artificial Intelligence Index report 2022)，2022年3月，图3.3.6。

在制造业,如果对生产线上标记物体的各种特征(如零件或最终产品的尺寸和形状)制定标准,就能方便企业在不同工厂中使用已有算法,省去昂贵的再开发环节。

专利保护。在中国,创新成果往往很快进入公共领域,使得企业软件和人工智能公司可能较难从巨额投资中取得良好回报。根据我们的经验,切实保护知识产权的专利法可以提升投资者的信心,为该领域吸引更多投资。

人工智能有望成为重塑中国关键产业的强大力量。然而,在最有价值的用例所在的产业,没有一个业务领域是唾手可得的,即如果只是略作投资将无法部署人工智能技术。相反,我们的研究发现,只有进行多维度的战略投资和创新(尤以数据、人才、技术和市场协作为主),才有可能充分释放人工智能机遇所蕴含的巨大潜力。企业、人工智能公司和政府应当携手共进,才能真正解锁全部价值。

沈愷是麦肯锡全球董事合伙人,常驻深圳分公司;**吴昕**是麦肯锡全球董事合伙人,常驻深圳分公司;**张芳宇**是麦肯锡全球董事合伙人,常驻上海分公司;**童潇潇**是麦肯锡项目经理,常驻上海分公司。

四位作者在此感谢同事候文皓、麦恺茵、Tamim Saleh、Christoph Sandler、Alex Sawaya、Florian Then、吴姣姣、徐晓璐、杨智航对本文的贡献。

版权 © 2022 归麦肯锡公司所有。保留所有权利。