

替代或互补: 人工智能应用管理对创新的影响

杨 祎¹, 刘嫣然², 李 垣²

(1. 上海交通大学, 上海 200030;
2. 同济大学, 上海 200092)

摘要: 数字经济背景下, 人工智能(AI)技术的应用正在深入地影响着企业管理变革、业务边界的扩展和管理模式的改变。结合互补资产的观点和组织学习理论, 本文提出了一个基于AI应用能力和AI管理能力的分析框架, 强调人工智能与人类智慧结合的必要性, 阐述了两种能力的功能和作用及其协同对企业效率和创新成本的影响。本文提出, 企业必须具备管理AI的能力才能有效应对大数据、数字技术、AI的不断革新及技术带来的组织内部结构和外部环境变化以及风险; 企业AI应用与管理能力的有效结合, 有利于控制AI应用带来的成本和风险, 增强企业在人工人力、协调沟通、和数据搜寻方面的效率, 同时降低AI应用带来的数字基建、道德情感、数据安全、组织结构变革方面的成本, 进而促进企业的组织学习、对内外部数字技术使能资源的获取和管理以及互补资产的形成, 对企业创新绩效发挥正向作用。最后, 本文为企业的数字化创新战略提供了新的发展思路。

关键词: 人工智能; 应用能力; 管理能力; 企业创新

中图分类号: F270.7

文献标识码: A

0 引言

人工智能(Artificial Intelligence, 此后简称AI)技术的发展正在不断深入地影响企业管理变革、扩展企业业务的边界和改变企业管理模式。基于大数据和算法突破的AI利用其开放性和易扩展性的特点, 利用越来越丰富的数字资源、数字技术快速地连接多个机构或利益相关者, 帮助企业提升内、外部合作和沟通效率, 提升用户体验和参与度, 简化运营模式, 使企业的搜寻成本不断降低, 效率不断提高。越来越多的企业正在通过AI加快企业商业模式创新。与此同时, 应该看到, 由AI和大数据带来的企业边界扩展也为企业有效管理带来的苦恼, 特别是, 企业业务边界的扩展使得越来越多的不确定因素成为影响企业发展的关键因素, 企业间的竞争也逐步由市场、技术和管理机制的竞争延伸到对数据和AI的管理。遗憾的是, 目前的管理研究尚缺

乏对这一变化的关注, 现有的理论对有AI应用带来的企业管理变化缺乏有力的解释。

本文整合互补资产(Complementary Asset)的观点和组织学习理论(Organizational Learning Theory), 从数字技术的开放性、能供性、生成性特点出发, 探讨基于大数据的AI在创新过程中发挥的作用及带来的收益, 提出了一个基于AI应用能力和管理能力的分析框架, 以此来分析这两个能力的功能和作用及其对企业创新成本收益的影响。我们基于AI目前的发展阶段和AI的发展思路, 提出了AI可能带来的新问题。AI和大数据给企业创新提供了丰富的数据, AI解决方案比人类更便宜、更快、并且更不容易出错, 降低了企业搜寻成本, 提高了组织沟通和运行效率, 丰富了企业创新模式; 同时, 企业在数字基建、数据存储、数据安全、员工培训、技术协调等方面需要投入更多成本。针对AI对企业带来的成本的变化, 本文分析提出只有取长补短, 通过应用AI促进企业创新的同时构建管理AI的相关能力, 并使

收稿日期: 2020-12-28; 修回日期: 2021-02-18。

基金项目: 国家创新研究群体项目“运营与创新管理”(71421002, 2015—2020)。

作者简介: 杨 祎(1993—), 女(汉), 陕西商洛人, 上海交通大学博士研究生, 研究方向: 创新管理与战略管理。

刘嫣然(1991—), 女(汉), 安徽合肥人, 同济大学博士研究生, 研究方向: 创新与技术管理。

李 垣(1961—), 男(汉), 云南曲靖人, 同济大学经济与管理学院院长、特聘教授、博士生导师, 研究方向: 创新管理与战略管理。

(通信作者: 刘嫣然) China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

两类能力形成互补性能力(资产),共同推动基于AI的企业创新并化解由此产生的风险。在此基础上,我们提出有效整合这两类能力实现AI应用效果的整体提升。

本文的主要贡献体现为:(1)我们梳理了现有AI应用以及管理研究中尚未解决的理论和现实问题,提出了企业有效利用AI所需要的基于AI的应用能力和管理能力。我们发现,企业必须具备管理AI的能力才能有效应对大数据、数字技术、AI的不断革新及技术带来的组织内部结构和外部环境变化以及风险,因此,我们的研究对组织学习理论做出了贡献。(2)我们透过分析这两种能力对企业的效率和创新成本的影响,以及对它们的有效结合形成互补性作用的分析,提出了企业获取、管理内外部数字技术使能资源、形成互补资产从而控制AI带来的成本和风险的理论框架,丰富了互补资产观点以及组织学习理论在数字技术领域的研究。(3)我们的研究对企业数字化转型具有实践参考价值,呼吁企业将注意力从一味关注应用数字技术带来的收益转移到利用与管理相结合从而更有效的控制成本和收益,促进组织学习并发挥互补性效用,提升企业创新绩效。

1 理论分析

1.1 基于数字技术的AI基本特点

基于数字技术的AI不仅有助于企业提升内、外部合作和沟通效率,提升用户体验和参与度,简化运营模式,而且能通过数字生态为企业商业模式创新和价值创造提供资源和燃料。不同于执行给定功能往往需要特定物理形式和专用设备的物理技术,数字技术不依赖于专用性资产投资,更具有灵活性。数字技术不仅仅是企业创新的资源,其技术特点对传统商业模式、企业结构等具有破坏性,也会影响企业创新的其他非数字因素。Nambisan等^[1]学者通过对企业数字化创新文献的总结,得出了影响企业创新的数字技术的三个重要特征:开放性(Openness)、能供性(Affordance)和生成性(Generativity);他们指出围绕这三个数字技术特征有助于确保数字技术的核心作用,将不同学科、不同层次的分析联系起来,并且整合不同领域中的数字技术研究。

1.1.1 数字技术的技术特征与企业创新

开放性的概念在企业创新研究中具有较长历史。开放性体现在企业通过利用用户的想法和现有运营之外的创新资源,促进知识流动和共享,进而提升企业创新能力和绩效^[2]。越来越多的企业通过开放式的创新模式,拓展利益相关者的范围,吸收更多的创新要素^[3],而数字技术可以从程度、规模和范围方面促进企业创新的开放性^[1]。数字资源让企业更直接地接收到用户边际需求,通过数据和程序广泛收集分析用户资料,开发新的产品和服务,不断完善用户体验。尤其在以生态社区概念为基础的数字媒介中,用户持续产生的广泛数据与企业的创新决策形成反馈、交互,用户更深层地参与和影响企业创新的

过程。另外,数字技术的开放性可以帮助企业吸收外部信息,打破行业和地域等因素的束缚,扩大业务边际,开展新的模式。因此,数字技术提供了信息共享和流动的平台,不断为企业创新生态系统提供新鲜“血液”。

数字技术具有能供性,即企业现有数字技术能够支持的功能和用途,是一个象能提供、补给给他人或他物的物品^[4]。这个概念在信息技术领域被广泛运用,用来表示信息技术对特定用户群体提供相关功能的可能性^[5]。首先,能供性并不是技术的属性,而是技术的能力和和使用环境之间的关系^[6]。其次,能供性代表的可能性的存在不依赖于用户意识,但利用能供性实现某些功能需要用户对能供性有一定了解。再者,这种可能性并不是无限的,能供性既可以使能技术功能也可以制约技术功能,这也解释了为什么相同的技术(例如,数字平台或数字基础设施等)在不同的环境下可能带来多样的创新产出^[1]。

数字技术具有生成性,即在庞大、多变、非协调的受众驱动下进行非自愿变动的能力^[7]。数字技术的固有性质,例如开放性、可编辑性、可重组性、可访问性等,使数字技术在应用过程中具有极高的生成性^[8]。数字技术基础架构的属性特征、数字生态的参与者、数字技术生态的结构和治理都可能影响生成性的出现以及企业创新和绩效^[9-10]。生成性使得数字技术的能供性扩展到用户层面,即非数字技术拥有者也可以通过不断地参与创造内容和价值来重塑或补充企业生态。因此,数字技术的生成性为企业在满足用户多变的需求方面提供了便捷,丰富了企业创新的多样性。但另一方面,数字技术的生成性也给企业创新质量管理带来压力^[11]。数字技术生成的内容是没有经过筛选和过滤的,数量巨大;生成者与企业间没有层级或合约关系,企业无法直接控制生成性;甄别生成性带来的创新质量的难度巨大,企业无法保证数字技术生成性与企业目标的一致性和协调性,因此,无法保证生成性为企业带来积极或消极价值^[1]。

1.1.2 基于数据的AI特点

随着电脑系统和存储技术的不断发展,大数据带来的主要挑战从如何应对不断扩张的数据量(Volume),转移到了如何应对来源不同的多种类型的数据(Variety)、如何快速及时应对不断变化的数据(Velocity)及如何处理数据中的不确定因素(Veracity)。大数据意味着,软件和应用程序需要处理除了传统结构化数据之外的半结构化甚至非结构化数据,也需要在合理反映时间内收集、存储、处理数据,同时判断数据的可靠性和准确性,最终才能利用数据产生信息价值(Value)。

面对大数据的5V特征,AI解决方案比人类更便宜、更快、并且更不容易出错地完成工作,特别是机械性或分析性的任务^[12]。人类大脑对信息和知识的收集、储存、分析速度已经无法适应大数据时代背景下技术创新和用户需求的变化速率。AI是能模拟人类大脑收集、处置、处理数据方式的技术组件的集合;与人脑一样,AI解决方案按照特定应用规则,通过获取新数据和信息,不断学习来适

应环境中的变化。

企业应用 AI 有三个共同的基本组成步骤: 输入数据、处理数据以及决策输出。首先, 数据输入是 AI 功能实现的重要组成部分, 没有数据的 AI 只能被称作数学运算。AI 可以收集和处理海量的数据, 这在信息过载的大数据时代尤为重要。随着 AI 不断革新, AI 不仅仅可以利用传统结构化输入(例如, 数字报表等); 语音合成系统和计算机视觉^[13]等 AI 应用, 还可以收集和处理非结构化输入(例如图像、语音、演讲等)。实时监控、及时反馈也是 AI 的重要特质之一, 通过物理传感器或在线数据监控, AI 可以收集、追踪当下的实时数据。其次, AI 的第二个关键组成步骤是机器学习算法(Machine Learning Algorithm, 简称 ML), ML 是 AI 处理数据输入的计算过程。通过不同的学习方式, ML 根据输入的数据完成训练、分析、计算, 并根据不同评定标准得到最佳组合结果。自然语言处理就是通过 ML 对信息进行提取、分类、分组以及翻译的一种应用^[14]。AI 应用的最后一个重要步骤就是通过 ML 提供的信息作出最终的决策输出。这个输出结果可以由人类分析师来决定, 也可以由一些 AI 系统或专家系统^[15]自行分析自主决策, 例如自动驾驶汽车可以在没有人为干预的情况下转向、躲避障碍物或刹车等。

1.1.3 基于 AI 的企业创新机遇与挑战

AI 除了具备数字技术的基本特征之外, 还具有连接性(Connectivity)、认知能力(Cognitive Ability) 和不可察觉性(Imperceptibility) 的特征^[16], 这给企业创新带来新的机遇。首先, AI 组件之间具有连接性, 通过内外部数据的共享和传递, 将每个步骤联系起来, 促进企业创新资源的流动和分享。其次, AI 具有一定的认知能力, ML 算法可以侦测数据输入中的模式, 通过从错误中学习不断自我纠正, 进而在之后的学习中减少出错的概率。AI 的认知能力也让企业从仅可以描述信息特征转变为可以预测和影响消费者的行为, 给企业产品和服务创新提供了方向和依据。最后, AI 具有不可察觉性。绝大多数的 AI 应用都没有被用户注意到, 这不仅有助于提升用户对 AI 和企业创新的接受度, 还可以潜移默化地改变用户行为。

尽管 AI 可以帮助企业提高效率, 但是也给企业创新和管理带来了挑战。首先, 由于 AI 的连接性, 收集的数据可能会存在不完整或误导的情况; 标准化让数据在多个系统中兼容, 同时限制了 AI 的灵活性; AI 使用的兼容编程语言可能会引起特定算法的滥用, 从而舍弃解决当前特定问题的最佳途径, 造成企业判断失误。连接性更会使得错误产出在系统中迅速蔓延, 增加出错的范围和可能性。其次, AI 的认知能力让企业面临更复杂的决策。企业无法事先判断 ML 质量, 也很难估计通过 ML 识别出的模式是否具有足够的通用性^[17], 因此通过 ML 与人类(组织) 学习识别出的创新模式可能存在一定冲突。ML 将复杂问题转变为二进制格式的能力有限, 有可能产生人类无法理解的输出结果, 造成机器与人类之间的沟通障碍。最后, 由于 AI 的应用难以被用户察觉, 用户在交互过程中很难

意识到并纠正 AI 的错误和偏见, 无法将交互的体验和过程反馈给企业; 同时, 企业也不具备判断用户是否意识到他们正与 AI 交互的能力。总的来说, AI 对企业创新和管理是一把“双刃剑”。

1.2 应用 AI 的能力对企业效率和创新成本的影响

AI 应用能力指的是企业利用 AI 实现业务流程自动化、分析数据(获得信息和洞察力) 以及协调客户与员工互动的能力, 会影响企业在信息搜寻、人力投入、沟通与协调方面的效率。首先, 在以往企业创新过程中, 计算机通常扮演辅助角色, 协助处理单调、烦琐、耗费大量时间、并且难以手动执行的任务。企业应用 AI 的能力从根本上扩展了技术在创新过程中的作用, 将计算机从单纯的辅助提升为“合作伙伴”, 从而提升企业的创造力和价值。除了计算机的常规功能之外, 应用 AI 的能力代表了企业可以执行更深入的数据分析(例如识别数据模式、导出潜在变量、发现异常), 帮助企业在不确定性高的情况下作出决策(例如预测行为和需求、处理信息不对称), 并且通过不断搜集外部信息和反馈来逐渐完善和改进过程(例如机器学习)。

其次, 应用 AI 的能力代表企业处理结构化以及非结构化数据的速度和数量。长期以来, 结构化数据一直是企业创新依赖的主要数据。然而, 数字技术生成性内容大多数都是非结构化的, 例如文本、视频、音频等, 人工阅读和识别大量非结构化数据中的信息给企业造成了负担。随着应用 AI 的能力的提高, 企业可以通过对非结构化数据进行编码和解析, 提取底层的信息块(例如语义、主题等), 大幅度提升企业从大量非结构化数据中获取信息的效率。另外, 应用 AI 的能力让企业不仅仅可以在大量描述性数据中探索新的机会和模式, 还可以实现历史数据的可视化; AI 应用能力强的企业可以通过对历史数据更广泛的分析, 在不同概念和事件中建立联系, 给管理者创新决策提供全面参考; 企业可以利用 AI 对历史数据和实时数据的学习, 根据管理者感兴趣的变量建立模型, 预测未来趋势; 利用 AI 对未来的独立预测, 向管理者提供建议和改进目标。总之, 应用 AI 的能力会让企业在数据搜寻和处理上具有较大优势, 有效缓解人力在处理大数据中的困境, 降低企业信息处理的成本, 提高企业数据处理的效率。

最后, 应用 AI 的能力包括企业利用 AI 的认知功能和智能化提高客户和员工间的协调与沟通方面效率的能力。利用自然语言处理机器人、智能代理和 ML, 企业有能力向客户提供 24/7 的客户服务; 企业内部的一系列 AI 应用可以回答员工有关信息技术、员工福利、人力资源等各方面的问题; 产品和服务推荐系统的应用让企业有能力根据客户个性化需求、参与度(根据结构化和非结构化数据) 和购买记录有针对性地给出购买建议。在不增加员工的情况下, 企业可以利用 AI 处理越来越多的员工和客户互动。企业将日常通信移交给机器, 同时将人力资源转移到处理更复杂的活动中, 例如处理不断升级的客户问题, 进行扩展的非结构化对话, 或主动与客户建立联系。因此,

应用 AI 的能力让数据处理的透明性和自动化程度更高,大大节约了企业花费在协调与沟通上的成本,提升了企业效率。

基于 AI 应用在信息处理方面的效率优势,企业可以通过引入 AI 和 ML 来转变创新方式。一方面, AI 应用帮助企业在日益增长的竞争环境中开发新的模式、处理不断增长的信息;另一方面, AI 应用在创新的过程中辅助或引导企业,降低创新过程中的风险和成本,为企业创造价值。AI 应用几乎与所有的组织功能都有关联, AI 应用很可能成为未来企业中不可分割的一部分。企业需要具备应用 AI 的能力,利用 AI 和 AI 应用完成特定任务或创新,正确解释外部数据和信息,从外部数据中学习,灵活应用学习到的知识来实现企业创新。

值得注意的是, AI 应用能力也给企业创新带来了新的问题。企业在创新过程中面临着高度动荡和变化的外部环境,技术竞争激烈的全球市场,以及不稳定的政治环境^[18-20]。同时,企业创新可利用的数据越来越多,信息的重要性也越来越突出;这些趋势验证了企业保持竞争力关键在于获取信息和解决问题的能力^[21]。更重要的是,数字技术正在影响创新所需的其他非数字因素,比如大规模生产定制产生的协调成本、扩展治理机制造成的治理风险成本、组织形态转变带来的员工情感成本以及开放式创新带来的协同创新成本,创新风险的负面影响正与不断增加的创新成本相叠加, AI 应用能力越强的企业面临的创新环境越复杂。

1.3 管理 AI 的能力对企业效率和创新成本的影响

AI 管理能力是指企业在应用 AI 的过程中不断学习、建立价值获取的保障机制以及控制 AI 带来的风险和成本的能力。企业创新管理决策本质上是复杂的,尤其当市场、竞争及政治环境不确定性很高的情况下。AI 的技术特征为企业发展新的能力创造机遇^[22],但也冲击了以往的管理理念。AI 的技术特征在 AI 应用的过程中给企业带来了创新成本,管理者难以被 AI 完全取代。因此,企业需要建立管理 AI 的能力,来有效控制应用 AI 产生的新成本和风险。

尽管 AI 的应用有助于以更快速更廉价的方式产生创新的新思想,但应对企业技术变革所需的管理者的判断却是难以替代的。首先,云技术和平台技术让企业可以用较低的价格享受到数字技术的功能,随着 AI 嵌入在企业产品和服务中的程度越来越深,企业需要在数字基建中投入大量专有资源来维持自身产品和服务的质量和竞争力。与此同时,随着信息处理能力的提高,企业可以获取和储存的数据越来越多,维护数据安全和隐私的成本也随之上升。

其次,数字化的组织往往由高度集成的 ML 和计算机化的知识支撑,大部分组织过程通过算法和自动化实现。组织内外的信息和知识大都以电子方式存储,无须人工干预,数字化的组织部分成为创新的主体,组织内的社会体系变得越来越不重要。与应用 AI 和数字技术之前相比,

许多管理者在接触到的信息的数量和质量上拥有的控制越来越少。员工与员工之间的交互可能被机器所替代,企业需要面对员工情感和心理上的变化,还需要考虑人机交互可能存在的一系列障碍。

最后,应用 AI 会给组织结构带来巨大变化。企业应用 AI 创新具有很高的挑战性,需要开发应对新的行业环境的新方法(算法),需要获得新知识和新资源,并创建新的业务逻辑和业务模型以将创新融入目前的产品组合^[23];企业需要创建与新产品相适应的常规程序,配置新的组织结构和系统以实现企业内部(员工及部门)和外部(政府及其他利益相关者)间的行政协调;这些 AI 支持的创新活动都将给企业带来新的成本。AI 的应用挑战了原有的组织结构,引起企业变革成本。

应用 AI 给企业带来的变化都凸显了对 AI 进行管理的必要性, AI 管理能力可以为 AI 应用能力的发挥提供必要的指导方针和资源。一方面, AI 管理能力意味着管理者可以在企业现有业务领域内利用劳动力等资源灵活地做出转变,从而与 AI 的应用产生互补作用^[24],引导员工针对 AI 的应用作出行为的改变。另一方面,管理者可以对 AI 的应用提供所需要的资源,便于企业对创新所需的互补性资源的控制。

1.4 两种能力的互动

应用 AI 的能力是企业利用机器和算法代替人类完成一系列繁复工作、进行更深层的数据分析的能力;而管理 AI 的能力则是在应用 AI 的 ML 过程中适当、适时的加入人类智慧,将管理者的判断融入 AI 的应用过程中。企业应用 AI 的能力越强,面临的创新环境就越复杂,而应用 AI 给企业带来的变革是无法提前预料的,因此提前设定好的算法与机器学习并不一定能够完全覆盖企业创新过程中面对的不确定性和问题;管理者的人类智慧参与在企业创新过程中可以与 AI 的机器学习相辅相成,既可以及时处理 AI 应用带来的问题,发挥人类智慧在现实和社会背景中的作用和判断,又可以避免人类智慧在大数据时代中的局限性。因此,企业应用 AI 的能力与企业管理 AI 的能力是互补的。

企业在 AI 应用和商业化过程中,需要不同互补资产相互配合、协调、和管理,才能在市场竞争中占据主动位置,获取更多价值。Teece^[25]在 1986 年提出 Profiting from Innovation(PFI) 框架,系统性的总结了创新收益如何在创新者、追随者、和成功商业化所需资产提供者之间分配的决定因素。创新的成功商业化都需要与其他资产结合使用,包括市场营销、竞争性制造、售后服务与配套以及物流分销等;这些服务通常是从专业化的补充资产中获得的。互补资产分为三类: 1) 不需要针对相关创新进行调整的通用资产; 2) 创新与互补资产间存在单边依赖性的专业化资产; 以及 3) 创新与互补资产间存在双边依赖性的共同专业化资产。专业化和共同专业化互补资产的所有权是创新商业化的关键因素。PFI 框架隐含的“一种技术,一项专利,一种产品,和低不确定性”的场景更具有工业

经济的特征,在数字化技术普及的当下越来越不普遍;尽管如此,互补资产的获取在数字技术创新中的重要作用依然适用。AI 和数字技术创新不可避免需要数字平台的支持,需要平台提供标准、接口和接入规则,更需要平台中不同硬件和软件的组合来提供互补资源,形成生态系统^[26]。考虑到数字技术开放性、能供性和生成性特征对创新模式的破坏性改变,企业在开发和商业化这类技术的时候更需要考虑标准化、兼容性、互补资产来源和稳定性以及业务生态系统对企业本身资产结构的影响^[27]。因此,应用 AI 的创新离不开管理者的参与、决策、与判断。

正如 Teece^[25] 指出的那样,经过市场的反复试验,一种或一小类设计开始显得更有希望;这样的设计必须能够以相对完整的方式满足整套用户需求。PFI 框架强调了实验和学习在企业创新过程中的重要性。企业应用 AI 与管理 AI 都是企业丰富组织学习的过程。不同的是,在应用 AI 的过程中,ML 代替了人类学习,通过数据和算法来识别模式,作出决策判断。虽然 ML 的速度比人类学习更快,但依赖于统计模型和编码输入数据来找到最佳决策模型,并不是真正的感知学习,因此 ML 可能会降低组织内部常规程序的多样性;ML 依赖于历史数据,却不像人类一样了解各种变量间的因果关系、背景知识和可能产生的社会后果,从而减少了后续学习所需知识的丰富性;ML 支持在历史数据中表现良好的变量,消除不符合数据规律的变量和异常值,这种选择过程提高了企业在与历史数据相似的环境中的效率,但降低了识别和应对与历史数据不同的长期问题的能力,过度拟合、强调与历史数据的一致性加剧了组织学习近视^[28]。因此,用 AI 完全替代人类管理和决策在现阶段具有很高的风险。

应用和管理 AI 的能力深度结合,有助于企业的组织学习以及获得创新的互补资产。AI 可以通过数据收集、分析、实时监控的优势保证企业在数据获取和信息获取上的效率,而企业员工与管理者可以通过社会性的背景知识与 ML 不断结合和交互,减少 AI 应用和创新过程中的不确定性。同时,AI 创新是系统性的,即一个步骤中的创新,需要从系统中的其他部分获取补充资产的支持。Teece^[27] 在 2006 年对 FPI 框架进行回顾时指出,企业创新对某些资产产生了新的需求,系统性技术的创新和商业化尤其依赖于互补技术和互补专利;互补资产的获取是企业能力的体现,当这种能力欠缺时,企业需要通过一系列手段建立和获取这种能力。虽然数字技术让创新互补资产来源和获取渠道增加,但是技术本身并不具备获取互补资产的数据和算法;而管理者的核心经济功能是通过配置企业资产组合来发展规模和范围经济并且从中获取收益来为企业创造价值。当互补资产是特殊的,并且无法通过市场交易获得时,则需要某种形式的内部组织来保证互补资产的获取^[27]。应用和管理 AI 的能力结合有助于企业学习和建立互补能力,增强企业协同专业化和共同专业化资产的能力,让企业更有效率的获取创新所需的互补资产,保证创新的成功商业化和企业的经济利益。

2 AI 应用能力与管理能力对创新绩效的影响及分析框架

2.1 AI 应用能力与创新绩效的关系

企业 AI 应用能力将提高企业原有在人工人力、协调沟通、和数据处理方面的效率,有利于创新所需的互补资产相互协调。首先,AI 应用能力有利于提高企业的人工人力效率。AI 认知能力让企业可以通过 ML 将海量数据转变为信息,给企业产品和服务创新提供依据和方向^[16]。另外,AI 适应大数据背景下用户需求变化的速度,能够比人工更快地进行分析性的工作^[12]。AI 可以创造虚拟劳动力,完成单一重复的工作。例如,西班牙国际银行(Santander)通过应用来自 AI 企业奥飞迪(Afiniti)提供的 AI 解决方案,增加了电话客服销售中心的匹配效率,优化了两百万的呼叫业务,大大提升了运营效率。因此,企业具备 AI 应用能力能够提高企业运营中的人工效率。

其次,AI 应用能力使企业管理方式多样化,有利于提高企业协调沟通的效率。在企业内部,AI 应用可以快速利用数据分析情景并做出判断,减少业务流程和操作中的偏差^[12]。同时,应用 AI 有利于发挥自组织优势,达成便捷的机构调整、快速的部门响应和及时的流程更新。因此,AI 应用能力可以提高部门或员工之间的沟通效率^[35]。在企业外部,应用 AI 的能力有利于企业及时了解利益相关者的诉求,加快企业与潜在产品生态体系中的上下游企业构建合作关系^[29],构建生态系统来获得竞争优势。

另外,AI 应用有利于提高数据处理方面的效率。AI 提高企业信息处理效率,扩大信息搜索范围和异质性,提升及时了解利益相关者诉求的能力。在大规模生产定制方面,AI 应用能力可以以更低成本满足用户的个性化需求。因此,我们提出:

命题 1 企业应用 AI 的能力将提高企业在人工人力、协调沟通、和数据处理方面的效率。

尽管 AI 应用能力在一些方面能提高企业效率,但也带来了新的风险和创新成本,特别是创新所需互补资产的控制方面,对企业能力提出了更高要求。我们认为,AI 应用能力的提高会增加数字基建、道德情感、数据安全、组织结构变革方面的成本。

首先,AI 应用能力将增加企业在数字技术基础设施建设方面的成本。企业 AI 应用能力需要企业数字基础设施的支持。理想情况下,AI 系统应该像人类大脑一样感知、理解、行动、和学习,但许多企业在应用 AI 的过程中却没有体验到预期的好处。很重要的一个原因是企业之间的数字分析和大数据处理能力有较大的差异^[30],这意味着企业应用 AI 需要关注自身数字基础设施与技术方面的障碍。

其次,AI 应用能力会带来道德问题甚至威胁人类安全,增加企业在道德情感方面的成本。例如,优步(Uber)无人驾驶汽车的交通事故,一定程度上是由于算法对人类意图的理解不准而造成的,特别是,优步算法的制定面临着是否牺牲

旁观者的利益来保护车辆中的乘客这类道德决策,对算法的选择会影响企业声誉。另外,AI应用能力增加了企业数据安全方面的成本。企业必须确保敏感信息的安全存储和使用,以防止技术缺陷导致的数据安全隐患^[31]。

最后,AI应用能力会增加企业组织结构变革方面的成本。随着AI在企业生产运营过程中的深入应用,如何协调员工与AI应用之间的关系也是亟须解决的问题^[32]。尽管高效率的智能化组织管理促进了企业运行效率,但在标准化和机械化的工作方式下,管理者与员工之间的情感矛盾增加,人类与机器冲突的几率增加。另外,AI发展带来了超越传统数字技术的新颖性和复杂性,以及自动化的新能力^[33],AI能够扮演管理者的角色,对原有组织结构形成冲击。这些新的形式对现有工作惯例如何形成、工作成果如何产生、以及管理者的作用等观念提出了挑战。因此,我们提出:

命题2 企业应用AI的能力将增加企业在数字基建、道德情感、数据安全、组织结构变革方面的创新成本。

2.2 AI管理能力与创新绩效的关系

AI应用能力虽然会提升企业效率,但其并不具备控制其所带来的风险的能力。企业需要具有对AI的管理能力,来判断和评估具有认知能力的AI在机器学习下的效用,进而有针对性的应对AI应用带来的新的风险和创新成本。

首先,AI的管理能力有助于控制数字基建成本。AI有别于传统数字技术价值创造方式,其功能的发挥取决于多种技术的集成^[34]。而拥有AI管理能力的企业可以通过对资源的合理配置实现所需要的技术集成,避免不必要的专有资源投入,做出有利于创新的战略选择。其次,企业对AI的管理能力使管理者可以发挥有效的管理决策能力,弥补AI在认知能力方面的缺陷。特别是,管理者可以及时纠正和应对AI应用中的道德伦理和数据安全问题^[35]。

另外,AI管理能力会降低组织结构变革方面的成本。在高效率智能化的组织管理下,拥有AI管理能力的企业使管理者可以化解员工与高效率管理之间的矛盾,管理者可以及时了解员工对AI的适应性,发挥AI应用对自组织的便利性,达成便捷的机构调整,快速的部门响应和及时的流程更新^[35],从而加强企业对创新互补资产的协调。AI管理能力有利于降低企业创新过程中错误发生的概率,在组织层面提供更有效的战略。

因此,企业AI管理能力可以减少应用AI带来的创新成本,我们提出:

命题3 企业管理AI的能力将降低企业应用AI时在数字基建、道德伦理、数据安全、组织结构变革方面的创新成本。

2.3 AI应用与管理能力的互动对创新绩效的影响

组织学习是企业降低创新成本、提高创新绩效的重要途径。在应用和管理AI的过程中,企业员工可以通过与机器和其他员工互动,对从工作中、过程中、和技术中接收到的信息进行加工,并将信息处理与现实情境相结合。员工个体的学习还会通过企业成员间的交互和交流,转变成组织学习。在员工交互的过程中,往往涉及与AI应用和

管理相关的惯例和隐性知识,这些知识不仅仅存储在工作手册、数据库和软件中,还出现在企业活动、企业文化中。但是,员工对信息的处理速度和能力有限,导致员工学习缓慢且范围有限,并且很可能被偏见影响,从而导致不同形式的学习近视^[35]。因此,人类学习既具有多样性,也具有一定的局限性。

随着时间推移和数据迭代,AI不断通过计算“更正确”的解决方案“学习”。AI对正确性的定义不是基于判断和理解,而是基于历史数据中的预测准确性。虽然在AI应用过程中,人类参与ML的训练和测试,但是AI的复杂性(例如神经网络学习等)和算法的不透明性增加了AI应用过程中定位错误和解决问题的难度。因此,虽然AI应用可以提高人类的效率,但也带来了其他问题,企业必须通过对AI的管理,来弥补算法和模型无法理解的背景知识以及涉及的社会后果。

AI应用与管理能力的互动是很有必要的。首先,AI应用带来的变化是无法完全预见的,企业如果只重视应用而忽视管理AI的能力,那么企业在数字基建、道德伦理、数据安全和组织结构变革方面的创新成本将给企业带来很大的风险。推动AI对企业产生积极影响的关键因素之一是企业对其进行有效的管理^[36-37]。Clearview AI是一家提供人脸识别技术的AI创业公司,该公司由于采集社交平台用户的隐私数据而遭到谷歌(Google)、微软(Microsoft)等互联网公司的“封杀”,而与此同时,该公司自己的多家重要客户的隐私数据也由于被黑客入侵而暴露,严重损害了企业的声誉和发展。因此,具有AI应用能力的公司必须通过管理风险,才能推动AI应用发挥积极作用^[38]。

其次,对AI的管理能力建立在AI应用能力的基础上。企业需要对AI进行利用性和探索性学习,扩展企业的知识边界来建立应用过程中的管理能力。鉴于企业竞争环境的动态变化,人类管理工作的持续发展和延伸也比过去更重要。利用AI创新需要员工的接受和互动,更需要与企业管理工作整合^[39]。因此,本文提出,企业只有将AI应用与管理能力结合,才可以保证技术创新给企业带来积极影响。

企业应用与管理AI的能力有效互动,可以趋利避害,形成竞争对手难以模仿的商业模式和运营模式,保持创新带来的效益和竞争优势^[40]。同时,两种能力交互产生的互补作用可以帮助企业有效的控制创新所需的互补资产,通过人类智慧与人工智能的协同,促进组织学习,增进知识与技术的识别与获取,促进企业的创新绩效。

基于以上分析,我们提出:

命题4 企业AI应用能力与AI管理能力的交互,产生的互补作用将提高企业在人工力、协调沟通、和数据处理方面的效率,对企业创新绩效发挥正向作用。

命题5 企业AI应用能力与AI管理能力的交互,产生的互补作用将降低AI应用能力在数字基建、道德情感、数据安全、组织结构变革方面的创新成本,对企业创新绩效发挥正向作用。

命题6 企业AI应用能力与管理能力的交互,产生的

互补作用将促进创新互补性资产识别与获取以及组织学习,对企业创新绩效发挥正向作用。

3 主要研究结论

本文从互补资产的观点和组织学习的视角对 AI 在创新过程中发挥的作用进行归纳,分析了 AI 应用能力、AI 管理能力,和这两种能力的交互作用对企业创新绩效的影响机理,并提出了相应的理论命题。在此基础上,构建了企业应用和管理 AI 能力对企业创新绩效影响的理论模型(如图 1 所示)。本文所构建的 AI 相关能力的创新机制理论模型为进一步深入研究数字技术对企业创新绩效影响奠定了基础。

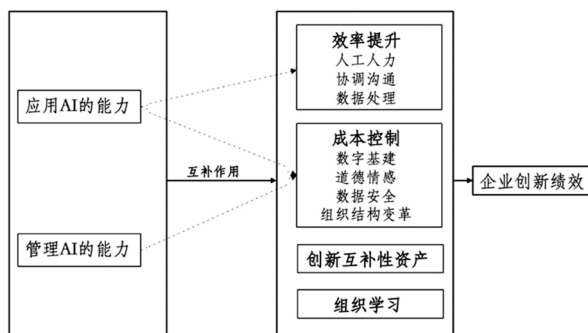


图1 企业应用和管理 AI 的能力对企业创新绩效影响的理论模型

Figure 1 A conceptual framework of the impact of AI application and management capabilities on firm innovation performances

首先,本文通过理论分析得到,AI 的应用能力会提升企业在人工人力、协调沟通、和数据处理方面的效率,同时,引起数字基建、道德情感、数据安全和组织结构变革方面的创新成本增加。管理 AI 的能力将降低应用 AI 能力所带来的成本。通过进一步分析 AI 应用能力与 AI 管理能力的交互作用,本文认为两种能力的交互能够发挥 AI 应用能力在提高企业效率方面的积极作用,同时控制 AI 应用能力所带来的成本。未来的研究可以探索对企业 AI 应用能力和 AI 管理能力的测量,从实证角度验证 AI 应用能力、AI 管理能力,以及两种能力的交互对企业效率和创新成本的作用。

其次,本文结合互补性资产的观点和组织学习理论,分析了 AI 应用与管理能力的交互与企业创新绩效的关系。企业 AI 应用与管理能力交互,通过提高企业效率以及化解 AI 应用带来的创新相关的成本,增强了企业对创新互补性资产的识别与获取,促进企业对新知识、新技术的探索与传递,从而对企业创新绩效发挥正向作用。然而,企业面临的外部环境是不断发展变化的,未来研究可以探索行业或地区环境要素在 AI 能力与创新机制中的作用,拓展理论边界,更进一步完善目前的研究框架。

另外,本文所提出的理论框架和命题对我国应用 AI 实

现企业数字化转型的战略目标也具有一定的启示性。一方面,企业需要重视 AI 管理能力的建立。党的十九大报告提出要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。在数字化转型浪潮下,越来越多的企业将应用 AI 带动企业智能化升级作为重要的战略选择。值得注意的是,企业除了要紧跟技术的发展,更应该建立并不断提高对 AI 的管理能力。基于本文分析,AI 的应用并不是一种技术灵丹妙药,AI 应用能力的提高也会带来企业的创新成本。企业需要处理伴随着 AI 广泛应用的出现的商业战略、人机交互、数据、隐私、安全、伦理、劳动、人权和国家安全等一系列复杂挑战,以及一系列棘手的伦理问题^[41]。管理者应该善用人类智慧处理伦理道德问题,对 AI 应用程序的设计和使用做出符合社会伦理和规章制度的决策。在未来的几十年里,管理者有责任赶在 AI 脱离控制之前找到有效控制 AI 和管理人机互动的方法。管理者需要积极参与 AI 的发展轨迹,以创造价值的方式领导 AI 的开发、应用和治理。

另一方面,对数字技术管理人才的培养也十分重要。近年来我们见证了 AI 系统和组件的快速创新,包括机械、处理器、传感器、算法和软件的并行化。这些创新促进了广泛的 AI 应用,这些应用在特定的领域内能够“扫描”环境、自主学习、共享知识、监控目标,并做出前所未有的复杂决策,AI 给企业、社会、和国家带来的变革潜力已被认可。同时,AI 并不局限于一个或几个应用程序,而是一个普遍存在的经济、社会和组织现象。机器人技术、自主车辆、面部识别、自然语言处理、虚拟代理和机器学习等 AI 正被部署在网络安全、科技金融、教育以及医疗保健等各种领域。涉及 AI 的技术为改善人们在家庭、医疗、教育、就业、娱乐、安全和交通等多个领域的体验提供了不可估量的可能性。AI 为企业提供了前所未有的机会,企业可以开发智能产品,设计新颖的服务,以及创造新的商业模式和组织形式。尽管如此,对大多数企业来说,如何管理 AI 及其影响、数字化转型的最大挑战仍在前方。因此,培养一批具有 AI 管理能力的人才,有利于企业 AI 应用能力与 AI 管理能力的协同,对于企业获取创新所需互补资源、控制 AI 应用带来的创新成本十分必要。企业只有建立应用和管理 AI 的能力,让人类智慧与机器学习协同、互补,才能把握 AI 和数字技术带来的创新机遇和潜能,为经济、社会和组织创造更大价值。

参考文献:

- [1] NAMBISAN S, WRIGHT M, FELDMAN M. The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes [J]. Research Policy, 2019, 48 (8): 103773.
- [2] CHESBROUGH H W. The era of open innovation [J]. Managing Innovation and Change, 2006, 127(3): 34-41.
- [3] 陈劲,陈钰芬. 开放创新体系与企业技术创新资源配置 [J]. 科研管理, 2006, 27(3): 01-08.

CHEN Jin, CHEN Yufen. Total innovation management under open environment [J]. Science Research Management,

- 2006, 27(3): 01-08.
- [4] GIBSON J. The concept of affordances [J]. *Perceiving, Acting, and Knowing*, 1977, 1.
- [5] MARKUS M L, SILVER M S. A foundation for the study of IT effects: A new look at DeSanctis and Poole's concepts of structural features and spirit [J]. *Journal of the Association for Information systems*, 2008, 9(10): 5.
- [6] CHEMERO A. An outline of a theory of affordances [J]. *Ecological Psychology*, 2003, 15(2): 181-195.
- [7] ZITTRAIN J L. The generative Internet [J]. *Harvard Law Review*, 2006, 119: 1974-2040.
- [8] YOO Y, HENFRIDSSON O, LYYTINEN K. The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research [J]. *Information Systems Research*, 2010, 21(4): 724-735.
- [9] BYGSTAD B. Generative innovation: A comparison of lightweight and heavyweight IT [J]. *Journal of Information Technology*, 2017, 32(2): 180-193.
- [10] KALLINIKOS J, AALTONEN A, MARTON A. The ambivalent ontology of digital artifacts [J]. *MIS Quarterly*, 2013, 37(2): 357-370.
- [11] CENNAME C, SANTALÓ J. Generativity tension and value creation in platform ecosystems [J]. *Organization Science*, 2019, 30(3): 617-641.
- [12] HUANG M-H, RUST R T. Artificial intelligence in service [J]. *Journal of Service Research*, 2018, 21(2): 155-172.
- [13] DAUGHERTY P R, WILSON H J. Human + machine: Reimagining work in the age of AI [M]. Harvard Business Press, 2018.
- [14] MILLSTEIN F. Natural language processing with python: Natural language processing using NLTK [M]. Frank Millstein, 2020.
- [15] JACKSON P. Introduction to expert systems [M]. Addison-Wesley, 1998.
- [16] CANHOTO A I, CLEAR F. Artificial intelligence and machine learning as business tools: A framework for diagnosing value destruction potential [J]. *Business Horizons*, 2020, 63(2): 183-193.
- [17] MITTELSTADT B D, ALLO P, TADDEO M, WACHTER S, FLORIDI L. The ethics of algorithms: Mapping the debate [J]. *Big Data and Society*, 2016, 3(2): 01-21.
- [18] O' CASS A, WETZELS M. Contemporary issues and critical challenges on innovation in services [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2018, 35(5): 674-681.
- [19] JONES J N, COPE J, KINTZ A. Peering into the future of innovation management [J]. *Research - Technology Management*, 2016, 59(4): 49-58.
- [20] SPIETH P, SCHNECKENBERG D, RICART J E. Business model innovation - state of the art and future challenges for the field: State of art and future challenges [J]. *R&D Management*, 2014, 44(3): 237-247.
- [21] HAJLI N, FEATHERMAN M S. The impact of new ICT technologies and its applications on health service development and management [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018, 126: 01-02.
- [22] 张鑫,王明辉. 中国人工智能发展态势及其促进策略[J]. *改革*, 2019(9): 31-44.
- ZHANG Xin, WANG Minghui. Development status and promotion strategy of artificial intelligent in China [J]. *Reform*, 2019(9): 31-44.
- [23] BRYNJOLFSSON E, MCAFEE A. The business of artificial intelligence [J]. *Harvard Business Review*, 2017: 01-20.
- [24] HILL C W, HOSKISSON R E. Strategy and structure in the multiproduct firm [J]. *Academy of Management Review*, 1987, 12(2): 331-341.
- [25] TEECE D J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy [J]. *Research Policy*, 1986, 15(6): 285-305.
- [26] TEECE D J. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world [J]. *Research Policy*, 2018, 47(8): 1367-1387.
- [27] TEECE D J. Reflections on "Profiting from Innovation" [J]. *Research Policy*, 2006, 35(8): 1131-1146.
- [28] CHOUDHURY P, STARR E, AGARWAL R. Machine learning and human capital complementarities: Experimental evidence on bias mitigation [J]. *Strategic Management Journal*, 2020, 41(8): 1381-1411.
- [29] MIN H. Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications [J]. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2010, 13(1): 13-39.
- [30] MERENDINO A, DIBB S, MEADOWS M, QUINN L, WILSON D, SIMKIN L, CANHOTO A. Big data, big decisions: The impact of big data on board level decision-making [J]. *Journal of Business Research*, 2018, 93: 67-78.
- [31] BARYANNIS G, VALIDI S, DANI S, ANTONIOS G. Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions [J]. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(7): 2179-2202.
- [32] 高山行,刘嘉慧. 人工智能对企业管理理论的冲击及应对[J]. *科学学研究*, 2018(11): 2004-2010.
- GAO Shanxing, LIU Jiahui. The impact of artificial intelligence on enterprise management theory and its countermeasures [J]. *Studies in Science of Science*, 2018(11): 2004-2010.
- [33] ZUBOFF S. In the age of the smart machine: The future of work and power [M]. New York: Basic Books, 1988.
- [34] HENFRIDSSON O, BYGSTAD B. The generative mechanisms of digital infrastructure evolution [J]. *MIS Quarterly*, 2013, 37(3): 907-931.
- [35] LEVINTHAL D A, MARCH J G. The myopia of learning [J]. *Strategic Management Journal*, 1993, 14(S2): 95-112.
- [36] MATA F J, FUERST W L, BARNEY J B. Information technology and sustained competitive advantage: A resource-based analysis [J]. *MIS Quarterly*, 1995, 19(4): 487.
- [37] MITHAS, RAMASUBBU, SAMBAMURTHY. How information management capability influences firm performance [J]. *MIS Quarterly*, 2011, 35(1): 237.

- [38] MASLI A , RICHARDSON V J , WATSON M W , ZMUD R W. Senior executives' IT management responsibilities: Serious IT - related deficiencies and CEO/CFO turnover [J]. MIS Quarterly , 2016 , 40(3) : 687 - 708.
- [39] GLIKSON E , WOOLLEY A W. Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research [J]. Academy of Management Annals , 2020 , 14(2) : 627 - 660.
- [40] 贾军, 张卓, 张伟. 互补资产协同对企业绩效影响 - 技术关联的调节作用 [J]. 科研管理 , 2013 , 34(10) : 84 - 93.
- JIA Jun , ZHANG Zhuo , ZHANG Wei. Impact of complementary assets synergy on enterprise performance — From the prospect of moderating effects of technological relatedness [J]. Science Research Management , 2013 , 34(10) : 84 - 93.
- [41] 江晓原. 人工智能: 威胁人类文明的科技之火 [J]. 探索与争鸣 , 2017(10) : 18 - 21.
- JIANG Xiaoyuan. Artificial intelligence: The fire of science and technology threatening human civilization [J]. Exploration and Free Views , 2017(10) : 18 - 21.

Substitution or complementation: The impact of AI application and management on innovation

Yang Yi¹ , Liu Yanran² , Li Yuan²

(1. Shanghai Jiao Tong University , Shanghai 200030 , China;

2. Tongji University , Shanghai 200092 , China)

Abstract: In the context of digital economy , the application of artificial intelligence (AI) technology is deeply affecting the transformation of firm management , the expansion of business boundaries , and the change of management models. Although more and more firms are accelerating business model innovation through AI , we should see that the expansion of enterprise boundaries also brings challenges to firm management. Based on the nature of AI technology , our paper aims to explore and study how AI application capabilities and AI management capabilities act in promoting firm innovation so as to facilitate firms in making changes in accordance with AI technology.

Combining the complementary assets view and the organizational learning theory , we propose an analytical framework based on firm's application and management capabilities on AI technologies , emphasize the necessity of combining AI with human intelligence , and explain the functions and influences of the two capabilities with their complementary effect on the costs and benefits of firm innovation; the complementary effect of the two capabilities can help firms effectively acquire and control the complementary assets required for innovation , reduce the costs of digital innovation , improve operational efficiency and promote corporate innovation performance.

In terms of the benefits of AI application , it helps firms automate the business processes , analyze data , coordinate the communication with customers , and facilitate the interaction between employees. With the development of AI application capabilities , firms can increase efficiency in processing structured and unstructured data. The cognitive abilities of AI can greatly reduce the cost of coordination and communication with customers and employees. Meanwhile , AI application have also brought new problems such as increasing costs in maintaining data security and privacy , and therefore it is important to establish AI management capabilities (the ability to continuously learn in the process of applying AI to control the risks and costs brought by AI) .

We found that AI application capabilities can reduce cost in labor , communication and coordination , and data search , but will induce new cost in building digital infrastructure , dealing with ethical issues , securing critical data , and managing organizational structure change. More importantly , firms must establish AI management capabilities to effectively deal with the continuous innovation of big data , digital technology , AI technology , and to manage the internal organizational structure change as well as the external environment risks brought about by the technologies; the effective combination of the AI capabilities benefit firms in coordinating digital technology enabled resources , acquiring complementary assets , and controlling the cost and risks of AI. We also propose that with the interaction of AI application capabilities and management capabilities , firms will be able to reduce cost in labor , communication and coordination , and data search; meanwhile , firm will be able to control costs in building digital infrastructure , deal with ethical issues , secure critical data , and manage organizational structure change.

Finally , this paper provides new insight for firm's digital innovation strategies. We suggest firms not only should focus on the application of AI , but also need to establish management capabilities of AI , such that firms can take advantage of AI application while avoiding the risks and costs , form business models and operating models that are hard to imitate and maintain the benefits and competitive advantages brought by technology innovation.

Key words: Artificial intelligence (AI) ; application capabilities; management capabilities; firm innovation