

人工智能创新价值链构建研究^①

宋晓彤^② 赵志耘 高 芳 贾晓峰

(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘 要 本文针对人工智能(AI)创新活动的认识和评价问题,进行了人工智能创新价值链构建研究。对创新价值链的理论溯源及演化进行了研究,总结并分析创新价值链的特点。将创新描述为一个整合的流程,源头是知识与技术的创新,由一系列子阶段连续构成,核心精神是价值的增值。归纳出6个包括人才竞争的竞争根源,商业需求是重要驱动力等在内的现阶段人工智能创新活动与创新价值实现。并在此基础上尝试构建包含两环节18个指标的人工智能创新价值链的结构和指标体系,以对人工智能创新过程进行认识与评价。

关键词 人工智能(AI), 创新, 创新价值链, 创新链, 价值

0 引 言

以人工智能(artificial intelligence, AI)为基础的创新实现了技术创新机理的重大转变,具有重要的基础创新价值,可能成为未来创新的主要方向,具有速度、广度、深度等多方面的“颠覆性”潜能,将成为产业未来发展的核心,具有极大的“破坏性创新”特征^[1]。人工智能所引领的全球新一轮创新热潮极有可能带动全球第四次科技革命。人工智能已经跃升到全球讨论的前沿,吸引了开发者、行业领袖、决策者和公众与日俱增的关注^[2],各国已经在密集布局与完善促进人工智能创新的战略与机制。对人工智能创新过程的研究与评价是进行人工智能创新过程管理的重要方式。一般会采用分散式研究方法将人工智能进行分解展开层次性的分析,或者在此基础上对分层研究进行融合,展开人工智能的整体研究^[3]。《人工智能百年研究》发布的报告^[2],通过一系列新颖的观点来审视人工智能的活动和进展。清华大学的科技政策研究中心发布了针对中国人

工智能的发展水平探讨的报告^[4],但是从人工智能创新过程的完整性上来说还有补充与丰富的空间。创新价值链作为可分解、指导创新过程的链式结构,适用于创新过程效能建模,既往研究从各角度分析了人工智能创新过程,对创新过程的要素进行了讨论研究,但人工智能的创新价值链尚未构建。

因此,本文通过对创新价值链的理论的溯源,结合人工智能创新活动的特点,尝试构建人工智能创新价值链的结构和指标体系,以期对人工智能创新过程进行认识与评价,为该领域的创新过程的认识与创新过程的管理提供理论基础,为对人工智能领域感兴趣的研究人员提供科研的参考,并为人工智能领域的重大决策提供事实依据与理论支撑。

1 创新价值链理论溯源及演化

1.1 创新价值链的理论溯源

创新价值链中的“创新”部分的理论来源,最早可追溯至政治经济学家约瑟夫·熊彼特的成名之作——《经济发展理论》。熊彼特的创新经济学里

① 科技部科技创新战略研究专项(ZLY201808)资助项目。
② 女,1994年生,硕士生;研究方向:科技政策与科技战略;E-mail: songxt2017@istic.ac.cn
(收稿日期:2018-12-01)

对“创新”进行了定义,即把关于生产要素和生产条件的“新组合”引入生产体系就是创新。所谓“经济发展”也就是指不断地实现这种“新组合”,生产力与生产效率得到提高。在熊彼特的创新理论里,技术创新的引入作为一种生产要素,与生产条件创新结合,形成新的产品和商业模式。

中国学者钟柯远和美国经济学家 Hansen 在 21 世纪初提出了创新价值链,但二者提出背景的区别在于:钟柯远^[5]在国家创新的背景下提出了创新价值链的概念,他认为创新价值链是创新活动背后蕴藏着的价值创造与组织结构形式,代表创新活动的价值属性,反映创新过程中价值的转移和创造;而 Hansen^[6]是在企业创新流程的解决场景下提出了“创新价值链”概念,Hansen 认为企业对创意的判断和创新实现流程的欠缺,是创新没有得到充分发展,源源不断的创意实际上是不断地向一个已经严重崩溃的创新系统中注入更多的内容,导致效率的降低,企业需要考虑的是现有创新的实现过程,因此,他提出了创新价值链。钟柯远和 Hansen 在创新价值链概念上面大致是一致的。显然,Hansen 的创新价值链观点的传播更为广泛,后继创新价值链理论的丰富、完善和扩充,更多的是基于 Hansen 的创新价值链理论进行的。

1.2 创新价值链的演化

Hansen 的企业创新价值链理念被后人扩充为企业获取知识并转换为新产品和工艺,然后利用他们的创新来产生附加值^[7],价值的增值被补充到创新价值链里;创新价值链的应用对象也从最初的企业拓展至产业、行业、区域甚至国家,创新价值链的理念随着应用的拓展得到补充和丰富。从创新源头开始,激发想象到产品成形、推出市场等商业化阶段,经过多级环节、运用多种要素、涉及多个部门、透过各阶段关系的连结,技术从发明到应用^[8],直到取得最终成果并实现其价值创造^[9],环节的连续与耦合被补充到创新价值链理论。后来蔡坚^[10]指出,创新价值链作为一个链式过程,其包含了若干结点,而每个结点又由资源投入和创新产出两部分组成。这又是对创新价值链的创新分解。

基于熊彼特的创新理论、Hansen 最初提出的创

新价值链概念,以及后续对于创新价值链理论不断的完善、拓展,创新价值链逐渐从最初的“创意转化为商业化产品的全过程链式结构”,逐渐丰富、完善与综合。本文作者认为,创新价值链是一个源于知识与技术的创新,由几个连续的环节构成且终止于创新价值的最终实现的整合流程,环节之前通过产出与投入进行连接,每环节的产出皆体现创新价值的增值。

2 创新价值链的特点

Hansen 最初提出的是针对企业的创新价值链,后来,创新价值链的概念被进一步完善,且应用对象被逐渐拓展至行业、区域乃至国家层面,衍生出目前的创新价值链,总结出以下几个特点:

(1) 创新价值链将创新描述为一个整合的流程。Hansen 最大的贡献就是把创新看作端到端的完整过程,而不局限于某个部分。围绕核心主体以满足市场需求为导向,通过技术创新、组织创新和管理创新将相关的创新主体联结起来,以实现技术产业化和市场化^[10]。

(2) 创新价值链的源头是知识与技术的创新。创新价值链的实现,首先要获取创新所需的知识,创新价值链开端往往是“提出一个构思^[11]”,而这个构思就体现在知识创新中,创新价值链通过知识创新活动将相关的创新参与主体连接起来,揭示了知识、技术在价值链中的流动、转化和增值效应^[12]。

(3) 创新价值链由一系列实体功能上不同、相互作用和相互依赖的子阶段连续构成,分别进行几个部分的创新价值转化与提升。Rothwell^[13]指出,创新过程不是一个可以划分为一系列功能不同的实体的连续过程,而是由相互作用和相互依赖的阶段组成的。创新价值链把具有互补性的各个节点连接起来,分工协作,互联互动^[9],透过各阶段关系的连结,促使创新跨越不同阶段的商业化鸿沟^[8],创新价值得以实现。

(4) 创新价值链的核心精神是价值的增值。创新价值链的实现过程,就是利用各环节的创新来产生附加值的递归过程。创新价值链揭示知识、技术

在价值链中的流动、转化和增值效应^[12],要实现知识经济化与创新系统的优化,在价值链各环节上不断创造新价值,要取得最终创新成果并实现其价值创造^[9],要最终实现大规模生产、规模化经济,不断实现价值增值^[11]。

3 人工智能创新活动的特点

人工智能是计算机的三大学派之一。1956年“人工智能(artificial intelligence, AI)”一词被正式提出,被普遍认为是人工智能学科诞生的开端^[14]。人工智能学科的发展经历过几次明显起落,每一次的高潮都是一个旧哲学思想的技术再包装,而每一次的衰败都源自高潮时期的承诺不能兑现^[15]。

20世纪50年代到60年代通用电子计算机诞生后,以图灵测试的出现为标志,数学证明系统、知识推理系统、专家系统等一系列里程碑式的技术和应用在研究者中立马掀起了第一次的人工智能热潮,但当时的算力、算法都不能满足人工智能创新发展的条件;20世纪80年代到90年代,基于统计模型的技术替代了基于符号学派的技术,在语音识别、机器翻译、模式识别等应用领域开始有所建树,第二次人工智能热潮仍然笼罩着浓厚的学术研究和科学实验色彩,离商业化、大众化的价值实现有一定距离。深度学习科学家 Hinton 等人^[16]在2016年发表的论文标志着第三次人工智能热潮的到来,同时开启了深度学习时代。基于深度学习的科研成果商业化程度明显提高,在多个主流商业领域得到了应用,人工智能创新发展第一次实现了产业化与链条化^[17]。

按照人工智能创新活动环节的大致先后顺序,本文梳理了当前的人工智能创新与价值实现的特点,归纳如下:

(1) 人工智能各环节人才竞争是人工智能创新竞赛的竞争根源。只有注重人才的投入与培养,人工智能才能有更多的技术产出。相对而言,在人工智能发展较好的国家中,美国有较为完善的人工智能人才培养系统,人工智能人才或者说是科研人员对基础研究更为重视,在研究型人才的培养和数量

上优势明显。除了基础学科建设、科研成果产出,美国在创业投资和领军企业等其他关键环节上,也形成了能够持久领军世界的人才格局。各国巨头通过招募高端人才、组建实验室、收购创业公司等方式争夺、吸引人工智能人才,以奠基自身人才及人工智能创新布局^[18]。人工智能创新的人才梯队正在稳步形成,基础学科研究人才向产业化迁移,人工智能中间技术层的人才资源将会累积,产业化为人工智能产业突破技术瓶颈、推动产业跃升提供了智力支持和坚实基础;且随着人工智能的创新形势将刺激更多人才和资本向人工智能商业应用领域涌入,传统行业本身的人才基础也成为人工智能应用层人才储备的资源,应用层人才实现爆发式增长,成为人工智能竞争加剧的重要因素,有力支撑人工智能的创新发展^[19]。

(2) 人工智能创新活动的最前端的基础研究和应用研究已有深厚的基础,论文产出和专利成果丰富。人工智能是一个厚积薄发的领域,第一个环节的积累很重要。若第一个环节的问题没得到解决,后期的产业化与商业化之路就会力不从心。近年来,随着深度学习技术的突破,人工智能厚积薄发,吸引了大批的创业与资本投入,但深度学习基础研究不足的问题并没有快速、完全地得到解决,因而人工智能的商业化之路还需从基础疏通。美国人工智能创新发展全面领先世界各国,很大程度上正是得益于几十年来的基础研究积累,而其他国家的基础与应用研究尚处于摸索、累积阶段。想要实现人工智能的跨越式发展就要把更多注意力集中到发展的核心环节,重视基础研究与应用研究的积累^[18]。

(3) 商业落地是当下人工智能创新的重要驱动力。人工智能在多个商业主流领域实现了真正的应用,性能或效率达到了受众的阈值,在产业化方面实现了商业的模式融合,人工智能创新开始实现其商业层面的极大价值。人工智能的应用场景极为广泛^[19],相比前两次人工智能热潮都是学术研究主导,本次人工智能创新的需求来自现实商业需求,而非像前两次那样商业模式仅停留在市场宣传的劝说、游说,这次人工智能热潮则是资本主动寻找、挖掘热点领域的学术项目和投资创业项^[17]。然而,人

工智能投创已显现出两个缺陷,即资金多而项目缺、周期长而营收难^[18]。

(4) 数据与用户共生,共同组成当前人工智能创新发展的重要资源。人工智能技术的进步与应用体验的优化要依靠包括文字、语音、图像等在内的庞大的数据训练,作为当前人工智能发展的核心技术,深度学习建立在大数据的基础上,即对大量数据进行训练,并从中归纳出可以被计算机运用在类似数据上的知识或规律。算法与数据相辅相成,算法的进步优化了数据的形态,提升了数据的利用价值,算法也因为数据样本的不断训练而精进。近几年互联网行业的迅猛发展恰好促进了大数据的产生与兴盛,大数据在一定程度上成就了这个阶段的人工智能,场景的积累、数据的储备、用户的囤积,使人工智能技术达到了前所未有的应用程度,拥有了大数据便是拥有了人工智能创新发展的战略性竞争优势。在数据方面,中国相比其他国家,中国拥有明显的人口优势与互联网优势,各类智能手机以及其他智能便携设备的数量接近人口总数,而每个智能手机能携带的传感器每天可以带来 1GB 的数据量^[19]。

(5) 从政策战略环境看,各国都为人工智能的创新发展提供了良好的战略环境与政策支持,国家层面的研发促进机制正在完善。各国人工智能战略与政策布局各有侧重,以引导、把握人工智能创新的方向。2013 年以来,美、德、英、法、日、中等国都纷纷出台了各项人工智能战略和政策,以促进人工智能创新发展。美国希望借助人工智能巩固自己在科技竞赛中的领导地位,同时期望将人工智能应用于在国家安全方面;欧盟各国鼓励关注人工智能创新发展同时,对可能带来的的隐私、伦理等安全风险尽量规避;日本借助人工智能创新发展推进超智能社会建设战略,对老龄化等社会问题的解决寄希望于人工智能发展;而中国人工智能政策则更加关注产业化与商业化,助力中国的制造强国目标^[4]。在本轮人工智能发展中吸引极高注意的中美两国,都把人工智能置于未来发展的战略高地,建立了相对完整的研发促进机制,在国家层面整体推进人工智能的发展^[18]。

(6) 在人工智能的影响下,不仅新的细分领域

不断出现,围绕语音图像基础处理、机器人技术、自动驾驶技术等人工智能技术积极商业落地打开市场,传统行业也在加速转型,进行相关技术自主研发或购买人工智能整体解决方案,降低运作成本,追求人工智能带来的长期效益。随着人工智能技术不断突破,人工智能迅速进入发展热潮,相关技术开始从实验室走向市场,上百家创业公司正在人工智能的各个环节探索新技术。人工智能辐射带动了其他产业的智能升级,在教育、医疗、金融、交通、安全等领域应用加快,转变为“人工智能 + 行业场景”的形态。此时人工智能并不是一种全新的业务流程或全新的商业模式,而是对现有业务流程、商业模式的根本性改造,大部分人工智能系统将通过与人类合作来实现最佳绩效^[18],给传统行业带来深刻的产业变革。

4 人工智能创新价值链的构建

4.1 人工智能创新价值链概念模型的构建

创新价值链的源头是知识与技术的创新,由一系列实体功能不同、相互作用和相互依赖的子阶段连续构成,且终于创新价值的最终实现。从功能上看,主要应用于认识创新、评价创新与创新过程管理。本文尝试基于钟柯远^[5]、Hansen^[6]提出的创新价值链概念以及后人对创新价值链的补充与丰富,针对人工智能创新活动的结构与特点,选取了人工智能领域的创新价值链,如图 1 所示。

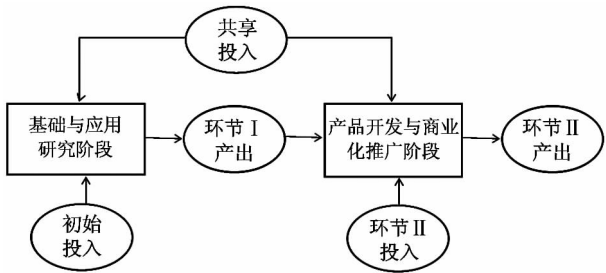


图 1 人工智能创新价值链概念模型

本文把创新价值链理论运用到人工智能创新活动中,对人工智能创新的价值实现过程进行分解,将人工智能创新视为一个多投入、多产出、多环节的活动,其结构应该包括基础与应用研究阶段、产品开发

与商业化推广阶段^[20],且前一阶段的产出即作为下一阶段投入的一部分。

考虑到创新价值链的源头是知识与技术的创新,与人工智能创新活动呈现出的研究基础积累与厚积薄发特点,人工智能创新价值实现过程的第一个环节为基础与应用研究环节。基础与应用研究不仅是人工智能领域,更是其他一切技术领域创新的初始阶段。人工智能领域的“厚积薄发”特点,决定了人工智能创新价值链第一环节的重要性。基础研究与应用研究自身的根基的稳固与问题的解决,决定了后续商业化的深度。基础与应用研究环节的投入是创新活动的初始投入,包括人工智能研究人才的招募、研究团队的组建^[21-24]及人工智能相关实验室的建设等;基础与应用研究产出则包括新工艺、新方法以及新技术等,基础研究产出形式更多地表现为科技论文和专著等知识创新成果,应用研究产出形式更多地表现为专利^[25]等研发设计创新成果,通常用论文发表量、专利申请授权数、论文及专利的被引、合作等情况来衡量。

商业落地是当下人工智能创新的重要驱动力,在得到基础与应用研究产出之后,需要对基础与应用研究产出进行物化。将基础与研究应用产出变为有形产品,企业还需要将有形化的产品推向市场,实现创新的经济价值,也就是产品开发与商业化推广环节。在产品开发与商业化推广环节,上一环节的新工艺、新方法以及新技术将作为投入。有既往研究指出,在这个过程中,还有一些额外的中间投入^[26]。根据实际操作和数据可用性,这些额外的中间投入通过人工智能企业人才招聘、人才队伍建设、投融资情况来衡量^[27]。在第3节人工智能创新价值链的特点分析的最后提及,受人工智能影响的除了新的细分领域外,还有传统行业。但由于传统行业的人工智能程度差异较大,范围难以界定,因此在本文创新价值链的讨论中,限定人工智能企业的讨论范围仅作为产品开发与商业化推广活动。在对商业化推广环节进行评价时,以人工智能企业的数量和巨头比例、人工智能产业布局、投融资轮次、市场规模及增长率^[28-30]作为商业化推广环节的产出。

人工智能创新发展,离不开数据与用户资源的

重要支撑,良好的战略环境与政策支持也对人工智能的创新发展起着积极的引导和鼓励作用,在人工智能创新活动中,上述投入是同时作用于多个环节的,比如对人工智能创新活动有利的数据资源积累、用户积累、开源平台资源及战略机制上的投入。本文把这种几个环节共享的投入理解为创新活动营造的有利环境。只有实现创新的经济价值,才可以提高企业经济效益,获取更多利润,从而加大创新初始投入,实现人工智能可持续创新发展。

4.2 人工智能创新价值链指标选取

根据创新价值链理论,本文将人工智能创新价值实现过程分为基础与应用研究阶段、产品开发与商业化推广等2个阶段。虽然2个环节相互联系,但是,由于每个环节有着自身特点,因此,在对2个环节创新活动进行评价时,需要对2个环节的投入产出选取不同指标,如表1所示。

在对基础与应用研究阶段进行评价时,本文选取人工智能科研人数和人工智能实验室数2个指标作为基础与应用研究环节的投入指标,以人工智能论文发表数、人工智能高被引论文数及占比、人工智能论文高产机构情况、人工智能专利申请数、人工智能专利授权数、人工智能专利权人情况和人工智能专利被引情况作为基础与应用研究环节的产出指标。

在对产品开发与商业化推广环节进行评价时,由于基础与应用研究环节的产出以及一些中间投入将作为产品开发与商业化推广环节的投入,因此,本文选取人工智能企业人才数、人工智能投资笔数和人工智能投资额这3个指标作为中间投入的衡量指标,把人工智能企业数量和人工智能企业年龄2个指标作为产品开发与商业化推广环节的产出指标。

虽然无法精确地确定前文所述的数据资源积累、用户积累、开源平台资源及战略机制的投入这些共享投入在以上两个阶段各自的份额,但可以获得整个人工智能创新过程的总投入。考虑到路径依赖效应,使用大数据生产量、用户量(智能手机用户数)、人工智能战略机制投入和开源技术平台情况4个指标作为共享投入的投入指标。

表 1 人工智能创新价值链各环节投入产出指标

人工智能创新过程	变量名称
基础与应用研究环节投入	人工智能科研人才数
	人工智能实验室数量
中间投入	人工智能企业人才数
	人工智能投资笔数
	人工智能投资额
共享投入	大数据生产量
	用户量(智能手机用户数)
	人工智能战略机制投入
	开源技术平台数
基础与应用研究环节产出	人工智能论文发表数
	人工智能高被引论文数及占比
	人工智能论文高产出机构情况
	人工智能专利申请数
	人工智能专利授权数
	专利权人情况
	人工智能专利被引情况
产品开发与商业化推广环节产出	人工智能企业数量
	人工智能企业年龄

5 结 论

通过对创新价值链的理论进行研究,分析创新价值链的特点,归纳人工智能创新活动、创新价值实现的特点,整体构建了人工智能创新价值链的结构及相应的指标体系。主要结论如下:

(1)对创新价值链的概念进行理论溯源,提出了创新价值链是一个源于知识与技术的创新,由几个连续的环节构成且终于创新价值的最终实现的整合流程的概念,环节之前通过产出与投入进行连接,每环节的产出皆体现创新价值的增值。

(2)总结出创新价值链的 4 个特点,即创新价值链是一个整合的流程,源头是知识与技术的创新,由一系列实体功能上不同、相互作用和相互依赖的子阶段连续构成,核心精神是价值的增值。总结了它的三种应用:创新过程的认识和研究、创新过程评价模型、创新过程的管理。

(3)人工智能创新活动的五个特点:人才竞争是竞争根源,基础研究和应用研究的积累是极为重要条件,商业落地是重要驱动力,数据与用户是重要资源,各国良好的战略环境与政策支持是保障。

(4)构建了由“基础与应用研究阶段-产品开发与商业化推广阶段创新价值链”两个环节模型,包括初始投入、中间投入、共享投入与各环节产出的人工智能创新价值链,且构建了对应的包含 18 个指标的指标体系,可应用于城市间、区域间、国家间的人工智能创新活动的认识、比较与评价,还可引申应用到其他高技术领域创新活动的观察。

参考文献

[1] 吕文晶,陈劲,刘进. 第四次工业革命与人工智能创新[J]. 高等工程教育研究, 2018, 170(3): 69-76

[2] Shoham Y, Perrault R, Brynjolfsson E, et al. The AI index 2017 annual report[R]. Stanford, CA : AI Index Committee of the One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100), Stanford University, 2017

[3] 邹峰. 人工智能的突破与科学方法的创新[J]. 电子世界, 2018 (15): 108

[4] 薛澜,梁正,余振,等. 中国人工智能发展报告[R]. 北京:清华大学中国科学技术政策研究中心, 2018

[5] 钟柯远. 完善国家创新价值链[J]. 决策咨询通讯, 2005, 4(16): 1-2

[6] Hansen M T, Julian B. The innovation value chain[J]. *Harvard Business Review*, 2007, 85(6): 121

[7] Roper S, Du J, Love J H. Modelling the innovation value chain[J]. *Research Policy*, 2008, 37(6): 961-977

[8] 温肇东,陈明辉. 创新价值链:政府创新政策的新思

- 维——以台湾创新政策为例[J]. 管理评论, 2007, 19(8): 3-9
- [9] 代明, 梁意敏. 创新链解构研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 3(26): 157-160
- [10] 蔡坚. 产业创新链的内涵与价值实现的机理分析[J]. 技术经济与管理研究, 2009, (6): 53-55
- [11] 庄璐璐, 何爱华. 创新价值链理论综述[J]. 科技经济导刊, 2015, 26(4): 6-7
- [12] 曾祥炎, 刘友金. 基于价值创新链的协同创新: 三阶段演化及其作用[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(20): 20-24
- [13] Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process[J]. *International Marketing Review*, 1994, 11(1): 7-31
- [14] Brunette E S, Flemmer R C, Flemmer C L. A review of artificial intelligence[C]. In: Proceedings of the International Conference on Autonomous Robots & Agents, Wellington, New Zealand, 2009. 650-657
- [15] 尼克. 人工智能简史[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017. 226
- [16] Hinton G E, Osindero S, Teh Y. A fast learning algorithm for deep belief nets[J]. *Neural Computation*, 2006, 18(7): 1527-1554
- [17] 李开复, 王咏刚. 人工智能[M]. 北京: 文化发展出版社, 2017. 44
- [18] 腾讯研究院. 中美两国人工智能产业发展全面解读[R]. 深圳: 腾讯研究院, 2017
- [19] 智慧芽, 灼识咨询. 2018 人工智能行业创新情报白皮书[R]. 苏州: 智慧芽, 灼识咨询, 2018
- [20] 张晓林, 吴育华. 创新价值链及其有效运作的机制分析[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2005, 26(3): 23-26
- [21] Cruz-Cázares C, Bayona-Sáez C, García-Marco T. You can't manage right what you can't measure well: technological innovation efficiency[J]. *Research Policy*, 2013, 42(6-7): 1239-1250
- [22] Griliches Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth[J]. *Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1): 92-116
- [23] Jin H, Feng B, Wu Y, et al. Do government grants promote innovation efficiency in China's high-tech industries? [J]. *Technovation*, 2016, 57-58: 4-13
- [24] Wang S, Fan J, Zhao D, et al. Regional innovation environment and innovation efficiency: the Chinese case[J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2016, 28(4): 396-410
- [25] Bronzini R, Piselli P. The impact of R&D subsidies on firm innovation [J]. *Research Policy*, 2016, 45(2): 442-457
- [26] Guan J, Chen K. Measuring the innovation production process: a cross-region empirical study of China's high-tech innovations[J]. *Technovation*, 2010, 30(5): 348-358
- [27] Chen X, Liu Z, Zhu Q. Performance evaluation of China's high-tech innovation process: analysis based on the innovation value chain[J]. *Technovation*, 2018, 74-75: 42-53
- [28] Czarnitzki D, Hottenrott H, Thorwarth S. Industrial research versus development investment: the implications of financial constraints[J]. *Cambridge Journal of Economics*, 2011, 35(3): 527-544
- [29] Mairtra O W. Determinants of university - firm R&D collaboration and its impact on innovation: a perspective from a low-tech industry[J]. *Research Policy*, 2015, 44(7): 1341-1359
- [30] Spanos Y E, Vonortas N S, Voudouris I. Antecedents of innovation impacts in publicly funded collaborative R&D projects[J]. *Technovation*, 2015, 36-37: 53-64

Research on the construction of innovation value chain of artificial intelligence

Song Xiaotong, Zhao Zhiyun, Gao Fang, Jia Xiaofeng

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract

Aiming at the recognition and evaluation of artificial intelligence (AI) innovation activities, the innovation value chain of artificial intelligence is constructed. This paper studies the theoretical origin and evolution of innovation value chain, summarizes the characteristics of innovation value chain——describing innovation as an integrated process, originating from innovation of knowledge and technology, consisting of a series of sub-stages, the core spirit is the value added. And it sums up six characteristics of artificial intelligence innovation activities and value realization at the present stage, including talent competition as the source of competition and business demand as an important driving force. On this basis, it is the first attempt to construct the structure and index system of artificial intelligence innovation value chain with two links and 18 indicators, in order to recognize and evaluate the process of artificial intelligence innovation.

Key words: artificial intelligence (AI), innovation, innovation value chain, innovation chain, value