

# 人工智能统计与核算问题研究\*

彭刚 彭肖肖 陈丹丹

**摘要:**国内外目前尚未形成人工智能核算的统一标准,统计工作已滞后于发展实践,难以准确反映人工智能发展状况和支撑政策制定。本文围绕人工智能核算进行了探究。本文发现,随着人工智能技术及应用的快速迭代演进,在不同阶段人工智能的内涵和所涵盖智能化范围不断拓展,其高度集成融合使得定义难以明确,但集中表现出自主驱动性、载体依附性和类人模仿性三个重要特征。进一步,本文对人工智能核算范围进行了讨论,提出了人工智能基础、人工智能产品和人工智能应用的三层次划分方式,并在此基础上初步构建了人工智能产业统计分类标准。此外,本文还探究了人工智能卫星账户构建,形成了卫星账户基本框架,分析了编制的数据来源,初步设计出人工智能生产核算表、供给和使用表以及对宏观经济总量影响表等基本表式。本文对人工智能核算范围、产业分类以及卫星账户构建等研究,能够为促进人工智能核算国际、国内标准制定和统计实践工作提供重要参考。

**关键词:**人工智能 国民经济核算 核算对象 产业分类 卫星账户

## 一、引言

随着智能技术及其应用的不断深化,人工智能已经成为驱动世界经济转型发展的重要动力,并深刻影响着各国经济增长的新动能。为此,包括美国、德国、日本、欧盟等在内的全球主要经济体,都非常重视推进人工智能发展,不断强化制定和实施人工智能发展战略。如美国发布《国家人工智能研究和发展战略计划》、欧盟发布《人工智能白皮书》等,从人工智能技术创新研发、安全发展、实际应用、风险管理等方面提供法律、技术和资金支持。<sup>①</sup>近年来,我国也在谋划布局并积极推动人工智能的快速发展。2015年,《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》首次将人工智能纳入重点任务。基于此,我国陆续发布的《中国制造2025》《新一代人工智能发展规划》等文件,提出以推进智能制造为主攻方向的战略方针和目标,将人工智能提升至国家战略高度。受到新冠肺炎疫情影响,全球经济遭受重创,数字经济的技术优势逐渐凸显,制造自动化、智能化将成为未来数字经济发展趋势之一。2021年,国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》,强调人工智能是数字经济的战略实施基础,需要高效布局人工智能基础设施,瞄准人工智能等战略性、前瞻性领域,建立完善的基于人工智能等新技术的统计监测和决策分析体系,推动我国数字经济智能化发展。人工智能已然成为数字经济时代下各国高质量发展的重要抓手,成为各国经济增长的重要动力。

鉴于人工智能的重要性,人工智能发展的影响因素探究、人工智能发展水平的国际比较以及人工智能对经济和社会的影响,特别是人工智能对劳动力市场影响的研究引发的对“机器换人”等探索

\* 彭刚、彭肖肖、陈丹丹,西南财经大学统计学院,邮政编码:611130,电子邮箱:penggang2016@swufe.edu.cn, pengxiaoxiao@smail.swufe.edu.cn, dandan716716@swufe.edu.cn。基金项目:全国统计科学研究重大项目“SNA下数据资产及其核算问题研究”(2021LD05)。感谢匿名审稿人的宝贵建议,文责自负。

①资料来源:中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟,《人工智能治理白皮书》,http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202009/t20200928\_347546.htm;中国信息通信研究院,《全球数字经济新图景(2020年)——大变局下的可持续发展新动能》,http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202010/t20201014\_359826.htm。

性命题,已经引起各国官方统计机构、国际组织和相关学者的强烈关注。但是由于人工智能相关数据匮乏、可获得性低,导致大多相关研究是以理论分析为主,实证分析受到较大制约(王军、常红,2021)。如何科学全面地对人工智能发展水平进行统计测度是解决上述问题的关键。近年来,人工智能依托高速发展的信息技术,逐步具备像人类一样的推理和决策的能力,替代了部分行业的工作,服务行业尤为明显。只有完善的人工智能核算理论体系和实践统计方法,才能科学准确地统计测度各地区的人工智能发展水平,达到有效监测人工智能经济活动运行、满足国际和区域比较需要以及支撑发展影响分析和政策制定三大核算目的。

人工智能作为一类新兴现象,在统计测度层面尚未形成科学公认的统计标准和体系,进而导致衡量人工智能发展水平的研究难以深入推进。目前,衡量人工智能发展水平主要方法是间接测度,包括单一替代性指标和多指标综合评价等衡量方法。虽然间接测度在一定程度上反映了人工智能的发展趋势,但是其科学性有待进一步论证,测算结果也有待进一步检验。相比之下,国民经济核算能够更全面、更完整、更一致反映特定经济活动的价值,直接反映特定主体下的经济活动,属于统计中的直接测度方法。目前,在信息技术时代背景下,对于数字经济、数据资产等新现象和新产物,官方机构和相关学者也都首先考虑采用国民经济核算方法进行统计测度。人工智能经济活动作为宏观经济活动的重要组成部分,与数字经济活动派生核算具有密切关联,相应核算人工智能经济活动的核算方法也存在相同之处。

从宏观经济统计视角看,人工智能作为数字经济未来的发展趋势,有必要基于核算定义,确定核算范围,设计核算框架,最终利用价值总量指标的核算结果,来实现对人工智能经济现象内在数量关系的反映。相较于上述间接测度的方法,无论是在方法的科学性,还是测度结果的客观性方面,国民经济核算的直接测度都具有一定的优势。目前,最新的国际标准《2008年国民账户体系》(简称2008年SNA)尚未专门涉及单独的人工智能核算,人工智能的定义、分类、估计和记录方法等都有待进一步补充和完善。国际组织也关注到了2008年SNA在此领域的不足。2021年11月,秘书处间国民账户工作组(简称ISWGNA)和国民账户咨询专家组(简称AEG)在联合会议上讨论人工智能的核算问题,提出关于在国民账户中记录人工智能的指导说明草案,建议将人工智能纳入SNA,其中包括资产项目的更新、人工智能估值方法等。

无论是在国际还是国内,探究如何对人工智能进行核算,科学客观反映人工智能经济活动的发展及其影响,已刻不容缓。因此,本文将尝试基于SNA概念和框架体系,通过梳理人工智能发展历程和国内外界定,总结提炼出人工智能的主要特征,探究人工智能的核算范围、层次划分与产业统计分类等关键问题,尝试对人工智能卫星账户框架、主要表式设计以及数据来源等进行探究。本文研究初步构建人工智能核算基础和框架,探究人工智能价值核算的理论方法和统计实践,有助于提升人工智能数据可得性和准确性,为推进人工智能对经济和社会影响的研究提供数据支撑。

## 二、文献综述

人工智能已经成为国际竞争的新焦点和经济增长的新引擎,同时也是我国未来社会经济实现高质量发展的一大关键所在。伴随着人工智能的迅猛发展,其不断渗透到人民生产生活的各个方面,并对经济增长、劳动力市场、生产率、收入分配、创新和不平等均具有显著影响(Autor,2015;Aghion et al,2017;Brynjolfsson et al,2017;Acemoglu & Restrepo,2018; Cockburn et al,2019;Korinek & Stiglitz,2021)。因此,测度人工智能的发展水平也就显得十分重要。

测度人工智能发展进程及其影响,归纳起来会涉及六大核心问题(Mishra et al,2020)。从探讨人工智能对各领域影响的现有研究来看,大多数实证研究使用人工智能的某一部分代替内涵广泛的人工智能(曹静、周亚林,2018),较多的学者利用替代性指标来量化人工智能,其中包括工业机器人安装数量、机器人销售数量、自动化生产程度、人工智能出版物和相关专利数量等指标。Cockburn et al(2018)采用人工智能出版物(期刊文章和图书等)和人工智能专利衡量人工智能水平。Autor & Salomons

(2018)通过跨国和行业数据,采用全要素生产率行业水平变动衡量自动化水平。宋旭光和左马华青(2019)、Acemoglu & Restrepo(2020)、王林辉等(2020)等学者采用工业机器人投入反映智能化水平。朱巧玲和李敏(2018)采用工业机器人的销售量反映我国工业机器人发展水平,进而衡量我国人工智能发展与应用情况。邓翔和黄志(2019)认为采用人工智能相关专利申请量衡量人工智能技术水平,可以更好地体现人工智能在各行业的实际应用。Graetz & Michaels(2018)、吕越等(2020)采用机器人密度(每百万小时工作的机器人数量)或其对数来衡量人工智能水平。

考虑到单一替代性指标衡量人工智能可能并不全面,另一种衡量方式是多指标综合评价以及通过编制合成指数来测度人工智能。目前,国际上较为公认的是斯坦福大学利用22个指标编制了26个国家或地区2015—2020年的人工智能活力指数,<sup>①</sup>并从2018年开始连续发布《人工智能指数报告》,利用人工智能学术论文、技术专利、相关人才以及产业等数据,分析全球人工智能的发展情况。我国科研机构也编制并发布了系列人工智能指数成果,如中国人工智能产业发展指数(国家工业信息安全发展研究中心,2019)、全球人工智能创新指数(中国科学技术信息研究所,2021)以及中国新一代人工智能科技产业区竞争力评价指数(中国新一代人工智能发展战略研究院,2021)。顾国达和马文景(2021)通过构建人工智能综合发展指数(该指数包含3个一级指标、8个二级指标和24个三级指标),并对中国、美国、欧盟、日本、韩国、加拿大6个经济体进行比较分析。由于人工智能是智能经济的基础条件,同时也是推动数字经济发展的重要驱动力,智能经济、数字经济等核算研究对人工智能核算研究具有重要的参考和借鉴价值。国内目前仅有姚珂军等(2018)围绕智能经济的界定、产业分类和总量测算进行了初探。智能经济是使用“数据+算法+算力”的决策机制去应对不确定性的一种经济形态(毕马威、阿里研究院,2019),其是以数据为关键生产要素,因而与数字经济具有天然的内在关联。而对于数字经济核算而言,经过多年的探索研究,目前在数字经济核算理论和方法、增加值核算、卫星账户编制等各个方面已经形成了较多研究成果和经验(OECD,2014;Barefoot et al,2018;向书坚、吴文君,2019;杨仲山、张美慧,2019;许宪春、张美慧,2020;彭刚等,2021;张美慧,2021),并且我国也专门制定了《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》标准,这可为人工智能核算理论和方法研究提供重要借鉴和参考。

### 三、人工智能的界定与内涵认知

要核算人工智能,首先需要回答什么是人工智能,这会涉及后续最为基本的核算范围和边界问题。人工智能发展进程的梳理是理解人工智能内涵、明确人工智能边界、定义人工智能核算概念的重要依据,而人工智能定义又是人工智能核算的基础理论,是确定人工智能核算主体、核算范围等内容的重要前提,也是后续人工智能核算分类、卫星账户构建的重要依据。在不同的发展阶段,由于人工智能技术及其应用的不断演进,其内涵与表现重点会具有较大差异。因此,对人工智能的界定和内涵认知,有必要梳理人工智能的发展历史,厘清当今时代的人工智能技术及其应用相较过往有何变化。此外,人工智能作为一项非常复杂的技术交叉复合产物,从不同角度进行理解,所给出的定义也会有一定差别,因而有必要对常用的定义进行比较,并归纳出人工智能的共性特征。

#### (一)人工智能发展进程及其内涵演变

1956年,在达特茅斯学院举办的人工智能研讨会上,学者们首次正式提出“人工智能”的概念,标志人工智能正式诞生。早期的人工智能还处于较为低级水平,难以支撑在机器翻译等实际领域中开展应用。直到20世纪70年代,随着专家系统的不断发展和完善,才具备模拟人类专家的知识和经验来解决特定领域问题的能力,进而实现了人工智能从理论研究走向实际应用。这一阶段,人工智能专家系统在医疗、化学、地质等领域进行了应用,主要是通过相对固定的指令分析问题。然而,

<sup>①</sup> 详见 <https://aiindex.stanford.edu/vibrancy/>。

受限于当时计算机的储存和运算能力,专家系统与神经网络研究陷入瓶颈,人工智能发展及其应用在 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期经历了一段低迷期。

伴随着 20 世纪 90 年代中后期网络技术尤其是互联网技术得到突破式发展,机器学习方法进一步得到提升,更为复杂的模型和算法得到快速发展。尽管这一时期人工智能变得更为实用化,并且在许多场景都得到了应用,但是受限于算力、算法和数据均未获得突破,人工智能并未对社会经济产生颠覆性变革。

直到 2010 年及以后,随着大数据、云计算、互联网、物联网等信息技术的发展,泛在感知数据和图形处理器等计算平台推动以深度神经网络为代表的人工智能技术飞速发展,大幅跨越了科学与应用之间的“技术鸿沟”,诸如图像分类、语音识别、知识问答、人机对弈、无人驾驶等人工智能技术实现了从“不能用、不好用”到“可以用”的技术突破,人工智能应用迎来爆发式增长的新高潮。在此期间,新一代信息技术引发信息环境与数据基础变革,大数据的出现和算力的提升,深度神经网络和卷积神经网络陆续运用到人工智能当中,不同创新的模型和模块不断地提升人工智能的“智能化”程度。2017 年,谷歌推出自主设计深度神经网络的人工智能网络 AutoML,由此打开人工智能自适应及其学习的大门。2021 年,百度 PLATO 对话机器人具备业界首个百亿级参数的预训练对话生成模型 PLATO-XL,是开放域对话在大模型上的一次深入探索。

从人工智能的发展历程来看:一方面,随着人工智能技术的不断发展突破,人工智能的应用范围和程度也持续推进,从不能应用到简单应用,再到应用范围不断拓展以及应用程度不断深化,人工智能在不同阶段的内涵表现具有较大差异;另一方面,人工智能的实现程度也由早期的计算智能(快速计算、记忆和存储的能力),逐步转向感知智能(输入信息实现视觉、听觉和触觉等感知能力)甚至认知智能(使机器人拥有类似人的思考、理解、推理等能力),所涵盖的智能化范围也不断得到拓展。

## (二)人工智能的定义比较与特征分析

人工智能的定义非常多,但目前国际和国内均缺乏较为公认的定义,其原因主要来自两个方面:一是人工智能技术及其应用处于快速动态演进之中,现有的人工智能定义难以在长时间保持不变;二是人工智能是一项十分复杂的合成产物,技术涉及广、融合度高,且包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等 20 多个领域,多视角下难以给出明确而具体的界定。作为确定人工智能核算主体与核算范围的前提条件,有必要从不同角度归纳人工智能的定义。

1. 基于学科角度的定义。人工智能自从被提出后,就很快成为计算机科学的一个独立分支。人工智能属于一门交叉学科,通常视为计算机科学的分支,研究表现出与人类智能(如推理和学习)相关的各种功能的模型和系统。<sup>①</sup>不列颠百科全书指出人工智能是数字计算机或者计算机控制的机器人在执行与智能生物体相关任务上的能力。<sup>②</sup>新华字典中,人工智能也被认为是计算机科学的一个分支,主要研究应用计算机来模拟人类的某些智力活动,从而代替人类的某些脑力劳动。具体地,人工智能学科以计算机科学为基础,是一门融合心理学、哲学等多门学科的交叉学科、新兴学科,研发用于模拟和拓展人类智能的、包含理论基础、前沿算法、应用系统的新技术学科。从学科定义的角度看,人工智能与计算机科学关系非常密切,主要指利用计算机来完成关于人类智能的工作和事情(McCarthy,2007)。

2. 基于本质特征和属性的定义。IOS/IEC DIS 22989《人工智能概念和术语》中提出人工智能是指共同构建、优化和应用模型,以便系统能够针对给定的一组预定义任务进行计算预测、建议或决策的一组方法或自动化实体。2018 年,英国在《英国人工智能发展的计划、能力与志向》<sup>③</sup>报告中提出能够执行原本需要人类智能才能完成的的任务的技术就是人工智能,例如视觉感知、语音识别和语言

①资料来自于 2001 年发布的《中华人民共和国国家标准(GB/T 5271. 28\_2001)》。

②详见 <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>。

③详见 <https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/10002.htm>。

翻译。我国《人工智能标准化白皮书(2018版)》提出人工智能是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统(中国电子技术标准化研究院等,2018)。2019年,OECD在人工智能理事会中提出:人工智能是对于一组人为定义的目标,可以做出影响真实或虚拟环境的预测、建议或决策的系统,它通过使用机器或者基于人类的输入感知真实或虚拟环境,通过自动化的方式进行分析,并使用模型推断来制定信息或者选择动作,旨在能在不同程度下自主性运行(OECD,2019)。AEG建议将2008年SNA中的知识产权产品概念扩大,体现知识产权产品不仅能够创造和体现信息,还是能够以自主方式执行任务的系统。在此基础上,将2008年SNA知识产权产品中的资产类别计算机软件和数据库修订为计算机软件、数据库和人工智能。在此类别下,AEG(2021)建议将人工智能定义为能够进行与人类一样的识别和推理的操作系统,属于一种计算机程序。虽然人工智能的定义包括软件和硬件,但是出于使用和分析的原因,AEG建议将人工智能界定为软件。

3. 基于国家或地区调查实践的定义。目前,有部分国家和地区在组织开展信息和通信技术使用调查时,单独设立了人工智能调查模块,并对人工智能进行了定义。OECD(2021)对这些国家或地区人工智能定义进行了汇总,具体见表1。各国和地区对人工智能的定义不尽相同,主要表现在:(1)对人工智能内在对象的范围界定不同,欧盟、加拿大、瑞典等将其界定为系统,法国和韩国统计局认为其是技术,以色列、日本等国家统计部门则将人工智能界定为活动或其他;(2)对于智能特征的表达也存在一定差异,法国和韩国统计局等直接通过使用智能一词进行阐述,而部分国家或地区则通过使用分析、预测、学习、推理和决策等词表述;(3)一些定义包含对环境的分析、预测和目标功能,如欧盟和加拿大统计局;(4)部分定义明确地将人工智能区分为软件和嵌入其他设备两个维度,并提及一套具体的任务目标,如欧盟、加拿大和瑞典统计局。大部分国家和地区如欧盟、丹麦、韩国、瑞典等对于人工智能给出了与定义相关的具体示例。

表1 部分国家或地区官方统计部门人工智能的定义

国家或地区	主要内容	具体示例	特征
欧盟	通过分析环境,能够以一定程度的自主权执行各种任务、以实现特定目标的智能系统,主要指使用文本挖掘、机器学习和深度学习等技术的系统。	人工智能系统可以完全基于软件,例如基于自然语言处理的聊天机器人和商务虚拟助手、基于计算机视觉或语音识别系统的人脸识别系统、机器翻译软件等;也可以嵌入到其他设备之中,例如用于仓库自动化或生产装配工作的自主机器人、用于生产监测或包裹处理的自主无人机等。	系统
加拿大	人工智能是指具有一定程度自主性来实现特定目标、表现出智能行为的系统。人工智能系统可以完全基于软件,也可以嵌入到其他设备之中。		
韩国	人工智能技术和服 务是基于机器产生的智能,主要指一种具象化能力、推理能力、感知能力和自然语言理解能力的技术。	例如手机的语音识别助理服务。	技术
法国	人工智能是指所有旨在将传统上由人类执行的认知任务计算机化的技术。	例如语音识别、生物识别、图像识别和决策支持等。	
丹麦	人工智能是指包括以数据为起点思考、分析、解决问题并形成模式连接计算机软件的使用。	例如计算机生成的年度报告、聊天机器人、自动化营销等。	
以色列	人工智能是使机器在当前环境中能够适应地和有预见地运行的活动。		其他
日本	人工智能是指通过数据分析,能够实现执行、学习、推断、识别和判断等行为的事物。		

注:资料来源于 Montagnier & Ek(2021)ICT使用调查中的人工智能测算与相关文献,仅列示部分用以比较。

通过文献梳理可以发现,尽管各国对人工智能的定义不尽相同,但归结起来,上述定义集中表现出以下三个共享特征:

第一,自主驱动性。人工智能不需要人或其他设备的明确指导和修改,具有数据驱动特征,在一定程度上具有自主学习和适应能力。制造业中传统的机器通过固定的程序编码,可以完成特定情境下的重复循环工作,一些情况下还需要人为操作。但是当特有的场景或事物发生变化时,传统机器设备将出现差错或者偏倚。具备学习和适应能力是人工智能和普通机器之间的显著区别。相较于做重复工作的机器和设备而言,人工智能不需要通过人类操作、重新编码或者设定,本身就具备一定的学习能力和适应能力。人工智能两大语言之一的Lisp语言(McCarthy,1959)是一种函数式的符号处理语言,在函数构造上与递归函数类似,可以通过基本函数构造出新的函数,以此完成自身的更新和提升。以机器学习为例,系统会在现有的程序编码的基础之上,随着时间和环境的变化,通过数据或任务的变化对自身进行改进和提升,从而适应更广泛的应用场景。具体来看,改进的机器视觉能力可以在照片中标记特定对象,并在视频中进行识别,从而提升自动驾驶汽车的可操作性(Brynjolfsson & McAfee,2017)。

第二,载体依附性。人工智能通常是非独立存在的个体,往往通过协同不同智能系统而形成一个整体。首先,大多数情况下人工智能是一种依靠机器或设备运行的软件,或者在生产中嵌入其他设备的硬件。人工智能系统可以是纯粹基于软件而实现的。例如一些手机的语音识别助理服务,均是基于手机、平板电脑内置的语音识别系统,将语音命令识别为声音数据后产生的人工智能技术或服务。没有手机等机器或者设备作为基础,单独的语音识别程序无法运行,更无法做出获取信息、分析、推理、推断等后续行动。不仅如此,部分人工智能系统,例如用于包裹运输、追踪、配送和分拣等自主机器人,则属于将人工智能系统嵌入到设备中的类型。其次,人工智能不是单一的某种技术(OECD,2021)。人工智能作为一种通用技术,大部分情况下不是单一的集成电路或编码技术,而是通过各种具有人工智能组成的技术或其他应用技术来实现,例如物联网、云计算等。由于人工智能的训练涉及大量的数据和深度神经网络结构,大规模的计算需要由智能芯片集群完成。

第三,类人模仿性。人工智能具有标准化模式特征,能像人类一样完成特定的目标或者任务。人工智能旨在通过感知外部环境,收集各种信息,最后能做出像人类甚至超出人类的反应,进而可以替代部分的工作。人工智能研发过程中将“智能”理解为像人一样思考、执行、学习、推断、识别和预测等,人工智能的整个过程就是模仿人类完成特定工作的过程。例如,临床咨询程序MYCIN系统,作为第一个医学方向的专家系统,可以辅助医生对血液感染患者的病情进行诊断和提出药物治疗方案(Shortliffe & Buchanan,1975)。目前,人工智能仍然处于专用智能阶段,过于依赖特定领域专业知识,具有领域局限性。相比于人类的智能,大部分人工智能具有特定的任务和目标,在特定的环境下能够模拟人类的行为,处理速度和水平甚至更高,但是对其他任务无法做出正确的反应。现阶段,随着OpenAI等非营利组织的建立,人工智能的研究重心也逐渐从专用智能阶段向通用智能阶段迈进。

#### 四、人工智能核算范围和产业分类

对人工智能进行核算,除了对人工智能的定义和内涵进行认知,还需要在确定核算目的前提下,进一步回答核算什么以及怎么核算这两个关键性基本问题,前者主要是为了确定核算范围和边界。本文主要对人工智能核算问题进行初探,将主要围绕人工智能核算范围以及产业分类等问题展开,初步探究人工智能核算什么这一关键问题。

##### (一)核算范围与层次划分

人工智能核算范围界定能够进一步确定核算内容和范畴,而层次划分则有助于人工智能相关产业归类,这是人工智能产业分类、卫星账户构建研究的前提。科学界定人工智能经济活动的核算范

围,是对人工智能进行核算的基础,其需要以核算目的作为重要依据。<sup>①</sup>按照国民经济核算的一般性原则,生产范围划到哪里,收入、消费和资本形成的范围也就确定到哪里。因此,对人工智能核算范围的确定也同样如此,最为关键的是要确定人工智能的生产活动范围。

在国民账户体系中,按照生产的目的是将生产范围划分为五类,其中与人工智能生产可能有关的包括三类:(1)生产者提供或准备提供给其他单位的所有人工智能货物和服务的生产,包括这些生产人工智能货物或服务过程中所消耗的货物或服务的生产;(2)生产者为了自身的最终消费或资本形成所保留的所有人工智能货物的自给性生产;(3)生产者为了自身的最终消费或资本形成所保留的人工智能知识载体产品的自给性生产(SNA2008 6.27)。按照此范围界定进行切入,则需要进一步确定何谓人工智能货物、服务和知识载体产品。

在SNA中,货物有形而服务无形,知识载体产品则介于货物和服务之间或两者特性兼得。人工智能产品则同时包括货物、服务和知识载体产品三种类型。针对人工智能产品的交易类型,OECD(2021)提出的分类方式为:(1)企业内部开发;(2)购买商业即用型或客制化的系统;(3)由内部员工修改后的商业系统;(4)从签约开发人工智能的外部供应商处购买。AEG(2021)认为,人工智能的特征与计算机软件相同,可以通过企业内部员工自主开发、第三方供应商开发、内部员工或外部专业服务公司定制并由供应商提供的解决方案三种方式进行交易,通过获取嵌入人工智能的设备或系统被间接采用。

进一步,SNA按照生产产品的同质性界定了基层单位并将同类基层单位汇总为产业部门。根据基层单位的定义,当生产工序相对简单时,生产或研发人工智能的企业(机构单位)可被视为一个基层单位。但是如果生产分工较为复杂,一个企业(机构单位)则会对应多个基层单位。由于人工智能所具有的融合交叉性特点,其生产过程较为复杂,通常会涉及多个基层单位。该情况在人工智能生产范围确定时会比较常见。这将大大增加人工智能产品识别的难度。

从产业角度看,《人工智能标准化白皮书(2018版)》通过梳理现有人工智能产业分布,将人工智能产业划分为核心业态、关联业态和衍生业态三个层次,核心业态主要包含智能基础设施、智能信息及数据、智能技术服务以及智能产品等,关联业态主要指软件产品开发、信息技术咨询、电子信息材料等,衍生业态则是指智能制造、智能家居等细分行业。在此基础上,《人工智能标准化白皮书(2021版)》将人工智能产业链划分为基础层、技术层和应用层,进一步分析人工智能产业发展现状(中国电子技术标准化研究院等,2021)。此外,由于人工智能是数字经济重要的部分,数字经济产品和产业主要包括数字化赋权基础设施、数字化媒体、数字化交易和数字经济交易产品在内的四项内容(许宪春、张美慧,2020)。借鉴两种划分方式,从层级上可以将人工智能分为三个层次:人工智能基础、人工智能产品和人工智能应用,相应各层次对应的相关产业和产品,即为人工智能生产核算范围。

1. 人工智能基础层。人工智能基础层主要是指对人工智能产品生产和应用发挥基础支撑作用和条件保障的基础设施、技术算法以及保障性服务等。具体主要包括:(1)人工智能基础设施,主要包括两大类型:一是数字中心、5G网络基站等新型人工智能设施建设;二是传统铁路、公路等公共场景下的传感器、云平台等智能化设施配备。(2)人工智能基础要素。数据、算法和算力是人工智能的三大基础要素,相应活动也是人工智能活动的重要基础保障。大数据时代,数据作为一种资产,无论结构化还是图像、音频还是视频等非结构化数据,都可为人工智能提供基础的输入信息。算法是人工智能能够模拟人类各种能力的关键,也是人工智能得以实现的“灵魂”。算力是指数据的处理能力,是处理和分析数据的基础,在人工智能的学习和建模过程中起到了决定性的作用。(3)人工智能

<sup>①</sup>人工智能核算指代的范围相对更广,但目前无论是国际组织还是各国官方统计机构颁布的众多文件中,绝大部分使用的都是“人工智能”一词,较少使用“智能经济”,这一点与更多使用“旅游”而非“旅游经济”的提法具有一定相似之处。而归结到价值核算,人工智能核算更多落脚于智能经济范畴。因此,在人工智能核算的内容当中,有部分是与智能经济相一致的。

基础技术。人工智能还会涉及大量相关智能技术的研究和开发活动,包括知识图谱、类脑智能计算、量子智能计算、模式识别等通用技术以及自然语言处理、智能语音、计算机视觉、生物特征识别、虚拟现实或增强现实、人机交互等关键领域技术。(4)人工智能基础运维保障。其是指为保障人工智能顺利运行和使用而提供的配套辅助性服务,是人工智能产品正常使用的前提和基础,主要包括人工智能产品的安装、维护和使用人员培训等。

2. 人工智能产品层。所谓人工智能产品是指依托人工智能技术创造出的新的货物和服务产品(智能基础设施以外的货物和服务),这些产品具有人工智能一般特征,有别于其他传统货物和服务。人工智能货物是智能产业化的主要内容,是指用于满足住户、社会和生产其他货物或服务的需要,并能够确定其所有权的人工智能有形生产结果,其本质是将人工智能领域的技术成果集成化、产业化,是具有明确人工智能特征的嵌入型硬件或软件产品,<sup>①</sup>例如智能机器人、智能运载工具、智能终端产品、智能语言处理系统、生物特征识别系统等。人工智能服务是可以改变消费单位的状况、促进产品或金融资产交换的人工智能生产活动的结果,主要是指围绕人工智能货物产品生产、流通、消费等基础运维保障服务以外的其他服务。人工智能知识载体产品是指那些以消费单位能够重复获取知识的方式而提供、存储、交流和发布的人工智能相关的信息、咨询和娱乐。由于人工智能知识载体产品同时具有货物和服务的特征,可将其按照实际属性分配到货物和服务的范畴之中。人工智能产品层构成了整个人工智能的中间层级,一方面要依托人工智能基础层的对应要素,另一方面能够为人工智能应用层(产业智能化)发展提供产品、服务和解决方案。相较而言,由于智能产品具备明显的智能化特征,其对应的部分活动和产品在宏观经济中较为容易被识别出来。

3. 人工智能应用层。人工智能的应用层与产业智能化相对应,主要是指应用智能技术和产品在传统产业的研发、生产、营销等各个环节中,与各行业领域深度融合,为传统产业带来的产出增加和效率提升。从应用环节来看,可以分为生产过程人工智能化(通过智能工厂、数字化车间、智能物流仓储系统的创新模式和数控机床、工业机器人等智能化生产设备的应用)、服务人工智能化(以客户为中心,依托人工智能算法实现售前的精准营销,基于众包设计和云制造等服务模式实现客户—厂商协同制造)和管理人工智能化(企业运用智能检测、远程诊断、全产业链追溯等技术实现无人化管理)等(谢萌萌等,2020)。从应用程度来看,人工智能的应用可以分为两类:一类是浅度应用,应用过程中人工智能仅起到辅助和增益的效果,并未从本质上改变行业的传统生产或交易,例如酒店的送餐机器人、公园中的扫地机器人等;另一类是深度应用,与行业领域深度融合,很大程度上直接影响甚至是颠覆传统行业的生产结构和运转模式,对生产、服务具有显著的能力和效率提升,且大幅度提高了经济效益,例如智能制造中的智能工厂等。

## (二)人工智能产业统计分类探究

为了让人工智能经济活动的核算更具可操作性,在讨论核算范围和层次划分之后,有必要进一步将其与现有国民经济行业分类联结起来,按照生产活动对人工智能进行分类,构建形成人工智能产业统计分类标准。对人工智能进行单独分类,首先需要观测单位从事的活动,从而识别出各统计单位从事的与人工智能相关的活动。但是由于目前人工智能生产程序复杂,对各行业均有涉及,想要完全剥离出人工智能的生产活动并单独进行门类的划分的难度较大,难以形成包含全部人工智能生产活动的独立行业分类类别。这就会涉及依据主要活动,来划分确定基层单位问题。主要活动是指对单位增加值贡献最大的活动,可以根据一个单位出售的货物或提供的服务的增加值大小来确定主要活动(SNA2008 第5章B)。

人工智能产业分类还需要注意这样几个问题:第一,实际生产过程中,基础层、产品层和应用层的生产活动之间可能存在一定交叉,难以完全区分出人工智能生产活动之间的界限,特别是产品层

<sup>①</sup>软件产品与一般性的服务在形态和性质上具有较大差别,其难以完全归为货物或服务,但对于人工智能产品而言,软件一般与硬件交织到一起,因此,这里统一将其归为货物产品。



和应用层,因而在分类时要兼顾穷尽和互斥原则;第二,基于核算目的,对于基础层的行业划分标准仅包含直接与人工智能紧密相连的生产活动,例如算力基础设施建设、智能技术研究和试验等,并未包含传统的计算机设备制造、互联网服务、电信设备等数字经济的基础设施;第三,划分标准需要区分生产过程的各个阶段与服务活动,保持与《国民经济行业分类》(GBT4754-2017)<sup>①</sup>之间相互对应,以保证未来数据收集的可行性。

考虑到人工智能会与数字经济、分享经济、“三新”经济等存在较多相似之处,其产业分类也可以借鉴上述派生经济分类标准。在此之中,国家统计局制定发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》《新产业新业态新模式统计分类(2018)》,<sup>②</sup>以及 Ahmad & Ribarsky (2017)、Barefoot et al(2018)、关会娟等(2020)、吴翌琳和王天琪(2021)、刘伟等(2021)等围绕数字经济分类的研究,都可作为人工智能产业分类的重要参考。“数字经济”“分享经济”等新兴经济的产业分类均基于国民经济行业分类,是把相关或类似的行业从中剥离出来,经过重新组合所形成的派生分类。据此,人工智能产业分类同样以国民经济行业分类为基础,依据人工智能的核算定义和特征、核算范围和层次划分,通过剥离、重新组合现有的产业细项,对人工智能产业进行重新分类。该分类与现有的经济活动在产业层次上高度相关,在产业组合上结构相似,有利于详细的人工智能产业统计分类与对照表的编制,为未来人工智能相关指标核算、卫星账户构建奠定基础。根据以上分类思路,确定人工智能产业分类的基本原则:(1)基于前述所界定的人工智能核算范围,对人工智能产业进行分类;(2)对照我国《国民经济行业分类》,保障人工智能统计调查的可行性和相关数据的可获取性;(3)为了与前述人工智能层次划分保持一致,这里将人工智能产业分为人工智能基础、人工智能货物、人工智能服务以及人工智能应用四类。具体分类见表2。

表2 人工智能产业统计分类与对照

01 人工智能基础		
<b>0101 人工智能基础建筑</b>	3912* 计算机零部件制造	3983* 敏感元件及传感器制造
010101 网络基础设施建设	3913* 计算机外围设备制造	3984* 电声器件及零件制造
4851* 架线及设备工程建筑	3914* 工业控制计算机及系统制造	3985* 电子专用材料制造
4910* 电器安装	3915* 信息安全设备制造	3989* 其他电子元件制造
010102 人工智能新技术基础建筑	3919* 其他计算机制造	010208 其他人工智能配件设施制造
4851* 架线及设备工程建筑	010203 人工智能所涉通信设备制造	3990* 其他电子设备制造
4910* 电器安装	3921* 通信系统设备制造	
010103 算力基础设施建设	3922* 通信终端设备制造	<b>0103 人工智能所涉信息传输、软件和信息 技术服务</b>
4790* 其他房屋建筑业	010204 人工智能所涉雷达及配套设备 制造	010301 人工智能所涉电信服务
4851* 架线及设备工程建筑	3940* 雷达及配套设备制造	6311* 固定电信服务
4910* 电器安装	010205 人工智能所涉非专业视听设备 制造	6312* 移动通信服务
4999* 其他建筑安装	3951* 电视机制造	6319* 其他电信服务
<b>0102 人工智能配备设施制造</b>	3952* 音响设备制造	010302 人工智能所涉卫星传输服务
010201 智能关键基础零部件制造	3953* 影视录放设备制造	6339* 其他卫星传输服务
3444* 液压动力机械及元件制造	010206 人工智能所涉电子器件制造	010303 人工智能基础软件开发
3445* 液力动力机械及元件制造	3971* 电子真空器件制造	6511* 基础软件开发
3446* 气压动力机械及元件制造	3972* 半导体分立器件制造	010304 人工智能支撑软件开发
3451* 滚动轴承制造	3973* 集成电路制造	6512* 支撑软件开发
3453* 齿轮及齿轮减、变速箱制造	3974* 显示器件制造	010305 人工智能基础应用软件开发
3484* 机械零部件加工	3975* 半导体照明器件制造	6513* 应用软件开发
3489* 其他通用零部件制造	3976* 光电子器件制造	010306 人工智能基础集成电路设计
3499* 其他未列明通用设备制造业	3979* 其他电子器件制造	6520* 集成电路设计
3813* 微特电机及组件制造	010207 人工智能所涉电子元件及电子 专用材料制造	010307 人工智能所涉信息系统集成和物联 网技术服务
3821* 变压器、整流器和电感器制造	3981* 电阻电容电感元件制造	6531* 信息系统集成服务
010202 人工智能所涉计算机及其他计算 机相关制造	3982* 电子电路制造	6532* 物联网技术服务
3911* 计算机整机制造		010308 人工智能所涉数据处理与存储服务

① 详见 [http://www.stats.gov.cn/xxgk/tjbz/gjtjbz/201710/t20171017\\_1758922.html](http://www.stats.gov.cn/xxgk/tjbz/gjtjbz/201710/t20171017_1758922.html)。

② 详见 [http://www.stats.gov.cn/xxgk/tjbz/gjtjbz/202008/t20200811\\_1782333.html](http://www.stats.gov.cn/xxgk/tjbz/gjtjbz/202008/t20200811_1782333.html)。

<b>01 人工智能基础</b>		
<p>6550* 信息处理和存储支持服务</p> <p>010309 人工智能所涉信息技术咨询服务</p> <p>6560* 信息处理和存储支持服务</p> <p>010310 人工智能所涉数字化技术处理服务</p> <p>6579* 其他数字内容服务</p> <p>010311 人工智能所涉数据查询服务</p> <p>6591* 呼叫中心</p> <p>010312 其他与人工智能相关的信息传输、软件和信息技术服务业</p> <p>6319* 其他电信服务</p> <p>6339* 其他卫星传输服务</p> <p>6519* 其他软件开发</p> <p>6550* 信息处理和存储支持服务</p> <p>6599* 其他未列明信息技术服务业</p> <p><b>0104 人工智能所涉互联网及相关服务业</b></p> <p>010401 互联网接入及相关服务</p> <p>6410* 互联网接入及相关服务</p> <p>010402 互联网搜索服务</p> <p>6421* 互联网搜索服务</p> <p>010403 互联网生产服务平台</p> <p>6431* 互联网生产服务平台</p> <p>6432* 互联网生活服务平台</p> <p>6433* 互联网科技创新平台</p> <p>6434* 互联网公共服务平台</p> <p>6439* 其他互联网平台</p> <p>010404 人工智能所涉互联网安全服务</p> <p>6440* 互联网安全服务</p>	<p>010405 人工智能所涉互联网数据服务</p> <p>6450* 互联网数据服务</p> <p>010406 其他人工智能所涉互联网服务</p> <p>6490* 其他互联网服务</p> <p><b>0105 人工智能基础技术研发与推广</b></p> <p>010501 人工智能技术研究</p> <p>7310* 自然科学研究和试验发展</p> <p>7320* 工程和技术研究和试验发展</p> <p>010502 人工智能技术推广</p> <p>7519* 其他技术推广服务</p> <p>7520* 知识产权服务</p> <p>7530* 科技中介服务</p> <p>7540* 创业空间服务</p> <p>010503 其他与人工智能技术相关的研发和推广服务业</p> <p>7590* 其他科技推广服务业</p> <p><b>0106 人工智能基础运维服务</b></p> <p>010601 人工智能所涉计算机和辅助设备修理</p> <p>8121* 计算机和辅助设备修理</p> <p>010602 人工智能所涉通信设备修理</p> <p>8122* 通信设备修理</p> <p>010603 人工智能所涉家用电器电子产品修理</p> <p>8131* 家用电器电子产品修理</p> <p>010604 人工智能所涉基础环境运行维护服务</p>	<p>6540* 运行维护服务</p> <p>010605 人工智能所涉网络运行维护服务</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>010606 人工智能所涉软件运行维护服务</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>010607 人工智能所涉硬件运行维护服务</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>010608 人工智能所涉计算机、软件及辅助设备批发</p> <p>5176* 计算机、软件及辅助设备批发</p> <p>010609 人工智能所涉通信设备批发</p> <p>5177* 通信设备批发</p> <p>010610 人工智能所涉计算机、软件及辅助设备零售</p> <p>5273* 计算机、软件及辅助设备零售</p> <p>010611 人工智能所涉通信设备零售</p> <p>274* 通信设备零售</p> <p>010612 人工智能基础设备人员培训服务</p> <p>6560* 信息技术咨询服务</p> <p>010613 人工智能所涉计算机及通信设备经营租赁</p> <p>7114* 计算机及通信设备经营租赁</p> <p>010614 其他人工智能基础运维服务</p> <p>5179* 其他机械设备及电子产品批发</p> <p>5279* 其他电子产品零售</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>7119* 其他机械与设备经营租赁</p> <p>8129* 其他办公设备维修</p>
<b>02 人工智能货物</b>		
<p><b>0201 人工智能消费相关设备制造</b></p> <p>020101 智能康复辅具制造</p> <p>3586* 康复辅具制造</p> <p>020102 智能照明器具制造</p> <p>3874 智能照明器具制造</p> <p>020103 智能音响设备制造</p> <p>3952* 音响设备制造</p> <p>020104 智能影视录放设备制造</p> <p>3953* 影视录放设备制造</p>	<p>020105 可穿戴智能设备制造</p> <p>3961 可穿戴智能设备制造</p> <p>020106 智能车载设备制造</p> <p>3962 智能车载设备制造</p> <p>020107 智能无人飞行器制造</p> <p>3963 智能无人飞行器制造</p> <p>020108 服务消费机器人制造</p> <p>3964 服务消费机器人制造</p> <p>020109 其他智能消费设备制造</p> <p>3969 其他智能消费设备制造</p>	<p><b>0202 人工智能生产相关设备制造</b></p> <p>020201 工业机器人制造</p> <p>3491 工业机器人制造</p> <p>020202 特殊作业机器人制造</p> <p>3492 特殊作业机器人制造</p> <p>020203 增材制造装备制造</p> <p>3493* 增材制造装备制造</p> <p>020204 其他智能生产设备制造</p> <p>3499* 其他未列明通用设备制造业</p>
<b>03 人工智能服务</b>		
<p><b>0301 人工智能软件和技术服务业</b></p> <p>030101 智能搜索</p> <p>6421* 互联网搜索服务</p> <p>030102 人工智能软件开发</p> <p>6511* 基础软件开发</p> <p>6513* 应用软件开发</p> <p>030103 人工智能集成电路设计</p> <p>6520* 集成电路设计</p> <p>030104 人工智能信息系统集成服务</p> <p>6531* 信息系统集成服务</p> <p>030105 智能化信息处理服务</p> <p>6550* 信息处理和存储支持服务</p> <p>030106 智能化存储支持服务</p> <p>6550* 信息处理和存储支持服务</p> <p>030107 人工智能信息技术咨询服务</p> <p>6560* 信息技术咨询服务</p>	<p>030108 智能化数字内容服务</p> <p>6579* 其他数字内容服务</p> <p>030109 人工智能大数据服务</p> <p>6450* 互联网数据服务</p> <p>030110 其他人工智能软件和技术服务业</p> <p>6519* 其他软件开发</p> <p>6599* 其他未列明信息技术服务业</p> <p><b>0302 人工智能运维服务</b></p> <p>030201 智能化安装服务</p> <p>4999* 其他建筑安装</p> <p>030202 智能设备维修服务</p> <p>4320* 通用设备修理</p> <p>4330* 专用设备修理</p> <p>4360* 仪器仪表维修</p> <p>030203 人工智能设备使用人员培训服务</p>	<p>6560* 信息技术咨询服务</p> <p>030204 人工智能软件运行维护服务</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>030205 人工智能硬件运行维护服务</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>030206 人工智能软、硬件批发</p> <p>5179* 其他机械设备及电子产品批发</p> <p>030207 人工智能软、硬件零售</p> <p>5279* 其他电子产品零售</p> <p>030208 人工智能产品租赁</p> <p>7119* 其他机械与设备经营租赁</p> <p>030209 其他人工智能运维服务</p> <p>5179* 其他机械设备及电子产品批发</p> <p>5279* 其他电子产品零售</p> <p>6540* 运行维护服务</p> <p>7119* 其他机械与设备经营租赁</p>

04 人工智能应用业

0401 智慧农业

- 040101 智能化设施农业种植
  - 01\* 农业
  - 0513\* 灌溉活动
- 040102 智能化设施林业经营
  - 0220\* 造林和更新
  - 0231\* 森林经营和管护
  - 0513\* 灌溉活动
- 040103 智能化设施畜牧养殖
  - 031\* 牲畜饲养
  - 032\* 家禽饲养
  - 0391\* 兔的饲养
  - 0392\* 蜜蜂饲养
  - 0399\* 其他未列明畜牧业
- 040104 智能化技术育种
  - 0211\* 林木育种
  - 0212\* 林木育苗
  - 0511\* 种子种苗培育活动
  - 0521\* 畜牧良种繁殖活动
  - 0541\* 鱼苗及鱼种场活动
- 040105 智能化设施水产养殖
  - 0411\* 海水养殖
  - 0412\* 内陆养殖
- 040106 农林牧渔智能管理服务
  - 05\* 农、林、牧、渔专业及辅助性活动
- 040107 其他智能农业
  - 05\* 农、林、牧、渔专业及辅助性活动

0402 智能制造

- 040201 智能监控装备制造
  - 3421\* 金属切削机床制造
  - 3422\* 金属成形机床制造
  - 3423\* 铸造机械制造
  - 3425\* 机床功能部件及附件制造
  - 4011\* 工业自动控制系统装置制造
  - 4014\* 实验分析仪器制造
  - 4015\* 试验机制造
  - 4016\* 供应用仪器仪表制造
  - 3429\* 其他金属加工机械制造
  - 4029\* 其他专用仪器制造
- 040202 智能网联传感及决策控制器制造
  - 3596\* 交通安全、管制及类似专用设备制造
  - 3914\* 工业控制计算机及系统制造
  - 3953\* 影视录放设备制造
  - 3962 智能车载设备制造
- 040203 智能响应材料制造
  - 2659\* 其他合成材料制造
  - 3240\* 有色金属合金制造
  - 3254\* 稀有稀土金属压延加工
- 040204 智能电力控制设备及电缆制造
  - 3821\* 变压器、整流器和电感器制造
  - 3823\* 配电开关控制设备制造
  - 3831\* 电线、电缆制造
- 040205 其他智能制造
  - 34\* 通用设备制造业

- 35\* 专用设备制造业
- 36\* 汽车制造业
- 37\* 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业
- 38\* 电器机械和器材制造业
- 40\* 仪器仪表制造业

0403 智能交通

- 040301 城市智能停车服务
  - 5442\* 货运枢纽(站)
  - 5449\* 其他道路运输辅助活动
- 040302 智慧交通管理平台服务
  - 5443\* 公路管理与养护
  - 7810\* 市政设施管理
  - 9223\* 公共安全管理机构
- 040303 其他智能交通
  - 53\* 铁路运输业
  - 54\* 道路运输业
  - 55\* 水上运输业
  - 56\* 航空运输业
  - 57\* 管道运输业
  - 58\* 多式联动和运输代理业

0404 智慧物流

- 040401 智能化仓储
  - 59\* 装卸搬运和仓储业
- 040402 智能化配送
  - 5436\* 邮件包裹道路运输
  - 5437\* 城市配送
  - 60\* 邮政业
- 040403 智能化供应链管理服务
  - 7229\* 供应链管理服务
- 040404 其他智能物流
  - 59\* 装卸搬运和仓储业
  - 60\* 邮政业

0405 智能金融

- 040501 智能化资本市场服务
  - 67\* 资本市场服务
- 040502 其他智能金融
  - 69\* 其他金融业

0406 智慧医疗

- 040601 智能医疗
  - 84\* 卫生
- 040602 智能移动监测
  - 84\* 卫生
- 040603 人工智能综合生物验证服务
  - 6450\* 互联网数据服务
- 040604 其他智能医疗
  - 8499\* 其他未列明卫生服务

0407 智能安防服务

- 040701 自动化监控管理服务
  - 7272\* 安全系统监控服务
- 040702 自动报警管理服务

- 7279\* 其他安全保护服务
- 040703 安全防盗智能管理系统服务
  - 9223\* 公共安全管理机构

0408 智能电网产业

- 040801 智能电力控制装备及电缆制造
  - 3821\* 变压器、整流器和电感器制造
  - 3823\* 配电开关控制设备制造
  - 3831\* 电线、电缆制造
- 040802 智能电网输送与配电服务
  - 4420\* 电力供应

0409 其他人工智能应用

- 040901 智能教育
  - 83\* 教育
- 040902 智能政府行政办公自动化
  - S\* 公共管理、社会保障和社会组织
- 040903 智能采矿
  - B\* 采矿业
- 040904 智能化电力、热力、燃气及水生产和供应
  - D\* 电力、热力、燃气及水生产和供应
- 040905 智能化建筑业
  - E\* 建筑业
- 040906 专业技术服务业智能化
  - M\* 科学研究和技术服务业
- 040907 智能化水利、环境和市政设施管理
  - N\* 水利、环境和公共设施管理业
- 040908 智能化互联网居家生活服务
  - O\* 居民服务、修理和其他服务业
- 040909 智能政府行政办公自动化
  - S\* 公共管理、社会保障和社会组织
- 040910 智能化批发
  - 51\* 批发业
- 040911 智能零售
  - 52\* 零售业
- 040912 智能化住宿
  - 61\* 住宿业
- 040913 智能化餐饮
  - 62\* 餐饮业
- 040914 智能化租赁
  - 71\* 租赁业
- 040915 智能化商务服务
  - 72\* 商务服务业
- 040916 智能化文体娱乐业
  - 86\* 新闻和出版业
  - 88\* 文体艺术业
  - 89\* 体育
  - 90\* 娱乐业
  - 6429\* 互联网其他信息服务
  - 6579\* 其他数字内容服务
- 040917 智能城市专业化设计
  - 7485\* 规划设计管理
  - 7486\* 土地规划服务
- 040918 智能化社会工作
  - 85\* 社会工作

注:(1)“\*”表示仅属于该类别中的一部分;(2)人工智能应用均剔除包含 01—33 分类中的相关产业。

## 五、人工智能卫星账户构建

尽管大部分人工智能经济活动已在现有 SNA 中得到核算,但对其进行专门识别并独立核算仍具有必要性。考虑到现有人工智能核算仍处于探索阶段,人工智能概念界定、核算范围以及相关核算理论和方法并不成熟,目前还难以将其完全纳入进 SNA。与知识产权产品中的计算机软件不同,人工智能具有自主性和独立决策等特征,但是现行核算框架中难以将两者予以区分,也对现阶段国民账户体系单独核算人工智能带来挑战。不仅如此,目前尚未涉及人工智能和“自主”“智能”等关键词的产品分类,国际标准行业分类第四修订版虽然包括人工智能活动,但是也并未将人工智能作为一项单独的活动列示,缺乏记录在国民账户体系和其他表式中的分类基础(AEG,2021)。总体来看,一方面,人工智能的部分经济活动已包含在现有的中心框架之中,但是识别人工智能的活动并从中心框架之中将其剥离出来存在一定的困难。另一方面,部分人工智能的经济活动并未包含在中心框架之中,相关的概念、分类、估计等核算基础还有待进一步的扩展和完善。因此,在现阶段可以通过编制人工智能卫星账户,以实现核算人工智能经济活动的三方面目的,并不断对其核算理论和方法进行完善。

### (一)构建思路与基本框架

人工智能卫星账户编制目的是补充人工智能分类体系,识别和辨析人工智能及其交易活动,清晰反映人工智能相关企业运行情况,衡量人工智能对宏观经济的影响。人工智能卫星账户应是在 SNA 中心框架体系外基于统一的概念和分类标准而独立设计,能够测度并反映人工智能经济活动及其影响的账户体系。因此,人工智能卫星账户是国民账户体系的重要补充,其编制应借鉴国民经济核算的基本方法和原则,并兼顾人工智能经济活动的特殊性。目前,人工智能卫星账户编制方面的直接研究较为匮乏,本文主要参考数字经济、R&D 卫星账户方面的相关成果(陈丹丹,2017; OECD,2017; Ahmad & Ribarsky,2017; 徐嵩婷、祝瑜晗,2017; Mitchell,2018; 杨仲山、张美慧,2019; 向书坚、吴文君,2019; 张美慧,2021)。

为了实现人工智能核算的既定目的,所编制卫星账户至少应当能够系统反映人工智能经济活动及其对中心账户的影响等。具体而言:(1)应当包括人工智能相关经济活动运行的详细数据,即人工智能经济活动的数据库;(2)应当编制人工智能生产核算表、供给使用表等,以反映人工智能经济活动的规模和主要环节;(3)应当明确描述人工智能经济活动对宏观经济总量的影响。基于此,本文尝试构建了人工智能卫星账户的一般框架(具体见图 1),所编制的表式主要包括:人工智能生产核算表、人工智能供给和使用表以及人工智能对宏观经济总量影响表。

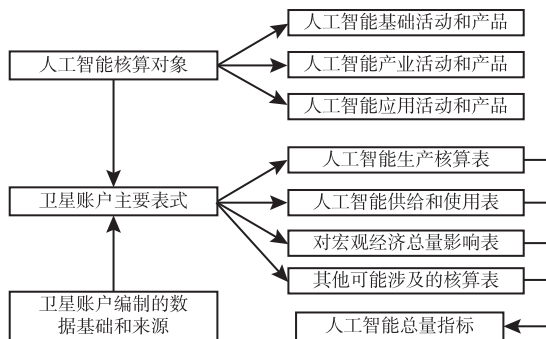


图 1 人工智能卫星账户构建框架

### (二)人工智能卫星账户表式设计

1. 人工智能生产核算表的编制。人工智能生产核算主要反映各机构部门或行业人工智能经济活动的生产规模,以人工智能总产出和增加值来反映。本文按照产业分类编制人工智能生产账户,具体表式见表 3(a)和 3(b)。依据人工智能产业分类,生产账户宾栏中的人工智能产业划分为人工

智能基础产业、人工智能货物产业、人工智能服务产业和其他产业四类。人工智能生产活动的产出和使用分别记录在来源方和使用方。使用方中的人工智能总增加值(人工智能国内生产总值)是指人工智能总产出价值减去中间消耗价值后的差额,用于衡量人工智能生产过程中所创造的新增价值。人工智能净增加值(人工智能国内生产净值)是指人工智能总增加值减去固定资本消耗价值后的差额。

表 3(a) 人工智能生产账户—使用方

交易和平衡项	人工智能产业 1	人工智能产业 2	人工智能产业 3	其他产业	经济 总体	国外	货物和 服务	合计
	人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)				
产出								
市场产出								
为自身最终使用的产出								
非市场产出								
中间消耗								
产品税								
产品补贴(一)								
人工智能总增加值								
固定资本消耗								
人工智能净增加值								

表 3(b) 人工智能生产账户—来源方

交易和平衡项	人工智能产业 1	人工智能产业 2	人工智能产业 3	其他产业	经济 总体	国外	货物和 服务	合计
	人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)				
产出								
市场产出								
为自身最终使用的产出								
非市场产出								
中间消耗								
产品税								
产品补贴(一)								

2. 人工智能供给和使用表的编制。人工智能供给和使用表用于描述人工智能产品的供给来源和使用去向。人工智能产品的供给来源包括国内生产和国外进口,使用去向包括人工智能中间消耗品、人工智能资本形成和人工智能出口,并始终满足人工智能总供给等于人工智能总需求(使用)的平衡关系。

(1)供给表。本文基于上述人工智能的定义和分类,初探人工智能供给表,用以分析人工智能生产活动和产品平衡关系。人工智能供给表的主栏中分列的产品部门主要包括人工智能货物、人工智能服务、其他人工智能产品三大类。供给表宾栏中的产业主要依据人工智能产业分类结果,包含人工智能基础产业、人工智能货物产业、人工智能服务产业和人工智能应用产业四大类,具体表式见表 4。针对人工智能供给表的具体形式,编制该表所需要的数据包括非法人企业住户和法人企业人工智能总产出、人工智能基础产业总产出、人工智能货物产业总产出、人工智能服务总产出和人工智能应用产业总产出等。非法人企业住户与法人企业总产出主要涉及非法人企业住户与企业法人的人工智能货物与服务的交易价值,数据来源主要依靠住户收支与生活状况调查、新产业、新业态、新商业模

式专项统计；其他项目则通过经济普查数据中的企业财务状况表予以反映，其中主要是主营业务收入等相关财务指标。

表4 人工智能供给表

产品	产业	人工智能产业1	人工智能产业2	人工智能产业3	其他产业	人工智能产业总计	进口	总供给 (基本价格)	运输费用	贸易与交易利润		产品税费减补	总供给 (购买者价格)
		人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)	(产业1~3)				人工智能产业	其他产业		
人工智能货物													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
人工智能服务													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
其他人工智能产品													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
总产出(基本价格)													

(2)使用表。人工智能使用表主要刻画人工智能产品的进一步加工、销售给最终使用者或者出口。人工智能使用表的主栏中的产品部门分类和宾栏中的产业分类与人工智能供给表一致，具体表式见表5。不同的是，人工智能使用表的主栏中还包含了劳动者报酬、生产税净额、固定资产消耗、营业盈余和总增加值，宾栏中还包含了总中间使用和基于购买者价格的总需求。

表5 人工智能使用表

产品	产业	人工智能产业1	人工智能产业2	人工智能产业3	其他产业	人工智能产业总计	总中间使用	最终使用				总需求 (购买者价格)	
		人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)	(产业1~3)		居民消费支出	资本形成总额	政府消费支出	出口		
人工智能货物													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													

产品	产业	人工智能产业 1	人工智能产业 2	人工智能产业 3	其他产业	人工智能产业总计	总中间使用	最终使用				总需求 (购买者价格)	
		人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)	(产业 1~3)		居民消费支出	资本形成总额	政府消费支出	出口		
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
人工智能服务													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
其他人工智能产品													
企业内部开发													
购买商业即用型或定制化的系统													
由内部员工修改后的商业系统													
从签约开发人工智能的外部供应商处购买													
总中间使用													
劳动者报酬													
生产税净额													
固定资本消耗													
营业盈余													
总增加值													
总产出(基本价格)													

3. 人工智能宏观经济总量影响表的编制。人工智能宏观经济总量影响表,主要反映人工智能经济活动对 GDP 以及其他重要经济总量指标的影响。具体见表 6。

表 6 人工智能宏观经济总量影响表

DP 影响	产业	人工智能产业 1	人工智能产业 2	人工智能产业 3	其他产业	人工智能产业总计	合计
		人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)	(产业 1~3)	
生产法							
总产出							
中间消耗							
增加值							
收入法							
劳动者报酬							

续表 6

产业 DP 影响	人工智能产业 1	人工智能产业 2	人工智能产业 3	其他产业	人工智能产业总计	合计
	人工智能基础产业	人工智能货物产业	人工智能服务产业	(人工智能应用产业)	(产业 1~3)	
生产税净额						
固定资本消耗						
营业盈余						
增加值						
支出法						
最终消费支出						
资本形成总额						
净出口						
增加值						
统计误差						

### (三) 人工智能卫星账户的数据来源

目前,人工智能属于一种新兴技术,我国乃至全球对人工智能的核算仅处于探索阶段,并无官方统计机构和组织编制过人工智能卫星账户,从而无法直接从现有的统计调查体系和制度中获取人工智能相关经济活动的统计数据,这是人工智能核算面临的巨大挑战之一。我国现有人工智能核算实践可能的数据来源主要有:(1)官方机构统计中,新产业、新业态、新商业模式专项统计的综合表式和基层表式中包含极少的人工智能相关产品;(2)其他机构或部门统计中,如艾瑞咨询集团连续三年提供《中国人工智能产业报告》,对中国人工智能行业整体市场和细分赛道进行分析,其中包括中国人工智能产业规模及其预测、人工智能市场行业份额等;(3)一些数据企业,也提供了人工智能市场规模及预测图、人工智能细分市场占比、人工智能企业注册量、人工智能投融资事件及金额统计等人工智能相关数据。

可见,现阶段官方暂未构建一套规范且完善的人工智能统计调查制度和体系,其他途径的相关数据因受限于成本或商业机密而无法获取。因此,在未来的人工智能统计调查体系中需要增加相关统计项目,主要包括人工智能购置支出情况、人工智能 R&D 支出情况、人工智能技术创新情况、人工智能论文著作及实验室情况以及人工智能产业、相关机构情况等。另外,需要结合我国人工智能统计实际和需要,参考和借鉴国际组织和其他国家对人工智能的统计调查方案(Montagnier & Ek, 2021),构建符合我国国情的人工智能调查制度和统计实践。

我国尚无统计人工智能等技术的信息与通信技术使用调查方案,在其他统计调查中也缺乏人工智能的相关统计模块。不同国家对人工智能的定义、范围和分类等核算基础不同,关注的人工智能问题也不尽相同,导致统计调查问卷设计存在差异。综合各国有关于人工智能的调查问卷,人工智能统计调查主要通过简单的“是/否”问题进行数据搜集。部分国家主要在新兴技术或信息技术统计调查问卷中提及与人工智能相关的问题。例如,加拿大统计局的 2017 年创新和商业战略调查设置问题“企业使用了以下任何一项新兴技术吗”,其中包括人工智能(C390011)。<sup>①</sup> 部分国家设置了企业引进人工智能情况的相关问题。例如,加拿大在 2019 年数字技术和互联网使用调查的 ICT 使用调查部分,对企业是否引进人工智能、使用原因,未使用的原因进行了调查。<sup>②</sup> 随着人工智能的发展,对人工智能的测度不仅局限于是否使用,而是更加关注人工智能的使用程度和运行情况。美国区分了人工智能的测量和使用,以及人工智能使用的不同强度水平,提出“2016 年至 2018 年的这三

① 参见 [http://www.statcan.gc.ca/eng/statistical-programs/instrument/5171\\_Q1\\_V3-eng.pdf](http://www.statcan.gc.ca/eng/statistical-programs/instrument/5171_Q1_V3-eng.pdf)。

② 参见 [https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Instr.pl?Function=assembleInstr&lang=en&Item\\_Id=1250755](https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Instr.pl?Function=assembleInstr&lang=en&Item_Id=1250755)。



年中,企业在生产货物或服务时,在多大程度上使用了以下技术”,选项中包括人工智能,并下设相关使用程度的选项,例如未使用、测试但未用于生产和服务以及使用程度低等。<sup>①</sup> 为了全面独立的衡量人工智能的发展水平,欧盟等在调查中加入人工智能模块进行专项统计。欧盟在《2021 年企业 ICT 使用和电子商务社区调查》中加入专门的人工智能调查模块,对人工智能进行了全面定义并给出具体示例。该调查以“是/否”问题为主,涉及企业人工智能的引进、使用目的、获取方式,并针对在货物和服务生产中未使用人工智能的企业,调查未来引进人工智能的意愿和不使用人工智能的原因。<sup>②</sup>

参考其他国家对于人工智能的统计调查方法,结合我国人工智能发展实际情况,需要在官方统计调查中增加与人工智能相关的信息技术调查模块,以“是/否”问题为主,设计诸如人工智能引进情况、使用程度、使用目的、相关资本和人力投入等相关调查问题,获取人工智能的原始数据。

## 六、结语

人工智能作为现代信息技术高度集成的前沿产物,将在新一轮科技革命和产业革命中发挥出重要驱动作用,并对经济社会发展和人民生活产生深刻影响。目前,人工智能核算尚处于探索阶段,相关统计工作难以满足发展实践和政策制定需要,亟须建立科学完善的核算体系和制度。由于人工智能所涉技术复杂、领域庞杂且具有多层级性,对其进行核算需要解决大量难题。本文首先梳理了人工智能的发展历程和内涵演变,通过比较各类定义,提炼出其具备的三个重要特征;其次,在人工智能核算目的基础上,探讨了人工智能核算范围和层次划分,提出人工智能基础层、人工智能产品层和人工智能应用层的划分方式,并尝试建立人工智能产业统计分类标准;再次,对人工智能卫星账户编制的总体框架结构、主要表式设计和总量指标设置进行了初探。本文的探索性研究对丰富人工智能核算理论、方法以及卫星账户编制都具有重要的参考价值,同时也能够指导并推进统计部门开展人工智能经济统计实践工作。

人工智能核算是一项从理论到实践的系统工作,尽管本文在此方面已做出了一些工作,但仍然还有大量问题有待进一步深入探索和研究:一是人工智能经济活动核算范围的科学界定和具体活动识别。由于全球人工智能处于快速发展演进之中,人工智能的范围界定难以统一,行业和产品分类还有待进一步完善,重要生产活动和交易类型,还有待进一步明确和细化。二是人工智能的价值估值问题。人工智能目前尚无科学统一的价值测度方法和理论构成,人工智能价值估计应该使用收益法、市场法还是成本法还有待探究,具体的价值构成以及后续质量改进的处理<sup>③</sup>也需要进一步讨论。三是人工智能经济总量指标核算的理论与方法。未来需要进一步借鉴和吸收相关国内外核算经验,深化人工智能经济总量指标的具体核算理论和方法,有序开展人工智能核算实践工作。四是人工智能经济活动的相关数据调查与获取。我国目前人工智能基础核算数据较为匮乏,缺乏从上至下的调查制度,有必要借鉴先进经验,如开展 ICT 使用调查并设置人工智能专项调查模块,建立起符合我国实际国情的人工智能专项调查制度。五是人工智能卫星账户的编制实践。人工智能卫星账户的实际编制中,从核算对象到核算理论和方法,再到核心表式、总量指标和数据来源,仍然还有大量难题需要解决。随着对人工智能核算研究的持续深入,未来必将在 SNA 中建立起一整套指导人工智能经济活动核算实践的理论和方法体系,人工智能的总量规模以及影响也将更加准确地得到反映。

### 参考文献:

毕马威 阿里研究院,2019:《从工具革命到决策革命——通向智能制造的转型之路》,毕马威网站,4月17日, <http://www.aliresearch.com/cn/index>。

<sup>①</sup> 参见 [https://www2.census.gov/programs-surveys/abs/information/abs\\_2019.pdf](https://www2.census.gov/programs-surveys/abs/information/abs_2019.pdf)。

<sup>②</sup> 参见 [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Community\\_survey\\_on\\_ICT\\_usage\\_in\\_enterprises](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Community_survey_on_ICT_usage_in_enterprises)。

<sup>③</sup> 基于大数据集的使用和训练,人工智能资产的价值普遍会随着时间的推移增加,提高使用年限,与标准资产的折旧和摊销截然相反。

- 陈丹丹,2017:《美国 R&D 卫星账户编制及其对中国的启示》,《统计研究》第 4 期。
- 曹静 周亚林,2018:《人工智能对经济的影响研究进展》,《经济学动态》第 1 期。
- 邓翔 黄志,2019:《人工智能技术创新对行业收入差距的效应分析——来自中国行业层面的经验证据》,《软科学》第 11 期。
- 顾国达 马文景,2021:《人工智能综合发展指数的构建及应用》,《数量经济技术经济研究》第 1 期。
- 关会娟 许宪春 张美慧 郁霞,2020:《中国数字经济产业统计分类问题研究》,《统计研究》第 12 期。
- 国家工业信息安全发展研究中心,2019:《中国人工智能产业发展指数》,11 月 8 日,<http://www.cbdiio.com/image/site2/20190925/f42853157e261ef56f1629.pdf>。
- 联合国 欧盟委员会 经济合作与发展组织等,2012:《2008 年国民账户体系》,中国统计出版社。
- 刘伟 许宪春 熊泽泉,2021:《数字经济分类的国际进展与中国探索》,《财贸经济》第 7 期。
- 吕越 谷玮 包群,2020:《人工智能与中国企业参与全球价值链分工》,《中国工业经济》第 5 期。
- 彭刚 朱莉 陈榕,2021:《SNA 视角下我国数字经济生产核算问题研究》,《统计研究》第 7 期。
- 宋旭光 左马华青,2019:《工业机器人投入、劳动力供给与劳动生产率》,《改革》第 9 期。
- 王林辉 胡晟明 董直庆,2020:《人工智能技术会诱致劳动收入不平等吗——模型推演与分类评估》,《中国工业经济》第 4 期。
- 吴翌琳 王天琪,2021:《数字经济的统计界定和产业分类研究》,《统计研究》第 6 期。
- 王军 常红,2021:《人工智能对劳动力市场影响研究进展》,《经济学动态》第 8 期。
- 徐蔼婷 祝瑜晗,2017:《R&D 卫星账户整体架构与编制的国际实践》,《统计研究》第 9 期。
- 谢萌萌 夏炎 潘教峰 郭剑锋,2020:《人工智能、技术进步与低技能就业——基于中国制造业企业的实证研究》,《中国管理科学》第 12 期。
- 向书坚 吴文君,2019:《中国数字经济卫星账户框架设计研究》,《统计研究》第 10 期。
- 许宪春 张美慧,2020:《中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角》,《中国工业经济》第 5 期。
- 姚珂军 许海燕 叶丹娜,2018:《智能经济统计制度研究》,《统计科学与实践》第 9 期。
- 杨仲山 张美慧,2019:《数字经济卫星账户:国际经验及中国编制方案的设计》,《统计研究》第 5 期。
- 中国电子技术标准化研究院等,2018:《人工智能标准化白皮书(2018 版)》,<http://www.cesi.cn/images/editor/20180124/20180124135528742.pdf>。
- 中国电子技术标准化研究院等,2021:《人工智能标准化白皮书(2021 版)》,<http://www.cesi.cn/images/editor/20210721/20210721160350880.pdf>。
- 中国科学技术信息研究所,2021:《2020 全球人工智能创新指数报告》,《上海质量》第 7 期。
- 中国新一代人工智能发展战略研究院,2021:《中国新一代人工智能科技产业区竞争力评价指数(2021)》,[https://cingai.nankai.edu.cn/\\_upload/article/files/9c/4a/8d4ea56c4163890278094f9ced99/735f3a57-7860-4147-b7f1-70d039b66192.pdf](https://cingai.nankai.edu.cn/_upload/article/files/9c/4a/8d4ea56c4163890278094f9ced99/735f3a57-7860-4147-b7f1-70d039b66192.pdf)。
- 张美慧,2021:《数字经济供给使用表:概念架构与编制实践研究》,《统计研究》第 7 期。
- 朱巧玲 李敏,2018:《人工智能、技术进步与劳动力结构优化对策研究》,《科技进步与对策》第 6 期。
- Acemoglu, D. & P. Restrepo(2018), “Artificial intelligence, automation and work”, NBER Working Paper, No. 24196.
- Acemoglu, D. & P. Restrepo(2020), “Robots and jobs: Evidence from US labor markets”, *Journal of Political Economy* 128(6):2188—2244.
- AEG(2021), “Digitalisation task team draft guidance note on ‘Recording artificial intelligence in the national accounts’”, 17<sup>th</sup> Meeting of the Advisory Expert Group on National Accounts, [https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/aeg/2021/M17/M17\\_7\\_1\\_DZ7\\_AI.pdf](https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/aeg/2021/M17/M17_7_1_DZ7_AI.pdf).
- Aghion, P. et al(2017), “Artificial intelligence and economic growth”, NBER Working Paper, No. 23928.
- Ahmad, N. & J. Ribarsky(2017), “Issue paper on a proposed framework for a satellite account for measuring the digital economy”, OECD Working Paper.
- Autor, D. H. (2015), “Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation”, *Journal of Economic Perspectives* 29(3):3—30.
- Autor, D. & A. Salomons(2018), “Is automation labor-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share”, NBER Working Paper, No. 24871.
- Barefoot, K. et al(2018), “Defining and measuring the digital economy”, BEA Working Paper.
- Brynjolfsson, E. et al(2017), “Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics”, NBER Working Paper, No. 24001.

- Brynjolfsson, E. & A. McAfee(2017), "What's driving the machine learning explosion?", *Harvard Business Review* 18:3—11.
- Cockburn, I. M. et al(2018), "The impact of artificial intelligence on innovation", NBER Working Paper, No. 24449.
- Cockburn, I. M. et al(2019), *The Impact of Artificial Intelligence on Innovation: An Exploratory Analysis*, University of Chicago Press.
- Graetz, G. & G. Michaels(2018), "Robots at work", *Review of Economics and Statistics* 100(5): 753—768.
- McCarthy, J. (1959), "Programs with common sense", <http://jmc.stanford.edu/articles/mcc59/mcc59.pdf>.
- McCarthy, J. (2007), "What is artificial intelligence?", <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>.
- Korinek, A. & J. E. Stiglitz(2021), "Artificial intelligence, globalization, and strategies for economic development", NBER Working Paper, No. 28453.
- Mishra, S. et al(2020), "Measurement in AI policy: Opportunities and challenges", <https://arxiv.org/pdf/2009.09071.pdf>.
- Montagnier, P. & I. Ek(2021), "AI measurement in ICT usage surveys: A review", OECD Digital Economy Papers, No. 308.
- Mitchell, J. (2018), "A proposed framework for digital Supply-Use Tables", OECD Working Paper.
- OECD(2014), *Measuring the Digital Economy: A New Perspective*, OECD Publishing.
- OECD(2017), "Measuring digital trade: Towards a conceptual framework", [https://unctad.org/system/files/non-official-document/dtle\\_Week2017c04-oecd\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/non-official-document/dtle_Week2017c04-oecd_en.pdf).
- OECD(2019), *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing.
- OECD(2021), "Issues note-measuring artificial intelligence in official statistics", [https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/aeg/2021/M15\\_7\\_3\\_AI\\_Issue\\_Note.pdf](https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/aeg/2021/M15_7_3_AI_Issue_Note.pdf).
- Shortliffe, E. H. & B. C. Buchanan(1975), "A model of inexact reasoning in medicine", *Mathematical Biosciences* 23 (3—4):351—379.

## Research on Statistics and Accounting of Artificial Intelligence

PENG Gang PENG Xiaoxiao CHEN Dandan

(Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu, China)

**Abstract:** Since there is no unified standard for artificial intelligence (AI) accounting at home and abroad at present, and the statistical work lags behind the development practice, it is difficult to accurately reflect the development status of AI and support policy making. Based on the exploration of artificial intelligence accounting, this paper finds: (1) The connotation and scope of artificial intelligence continue to expand in different stages with the rapid evolution and iteration of artificial intelligence technology and application, and its high integration makes AI difficult to be defined clearly. But AI mainly shows three important characteristics including autonomous driving, carrier attachment and human-like imitation. (2) The scope of AI accounting is discussed, three-level classification of AI, including AI foundation, AI products and AI applications, is proposed, and statistical classification standard of artificial intelligence industry is preliminarily constructed on this basis. (3) The production account, supply and use table and macroeconomic aggregates impact table are preliminarily designed through exploring the construction of artificial intelligence satellite accounts, forming the basic framework of satellite accounts and analyzing the data sources. The study of AI accounting scope, industry classification and satellite account construction can provide important reference for promoting the establishment of international and domestic standards as well as statistical practice of AI accounting.

**Keywords:** Artificial Intelligence; National Accounts; Accounting Object; Industry Classification; Satellite Account

(责任编辑:何伟)

(校对:刘新波)