

基于数据价值链的碳排放数据资产价值测度与特征分析

□陈楠 马晔风 刘悦欣

[摘要] 碳排放数据是保障碳市场交易运行的重要依据,也是推动企业数字化绿色化协同发展的基础支撑。本文基于数据价值链模型,刻画碳排放数据资产形成路径,量化评估数据价值规模与特征。研究表明:碳排放数据价值链由数据准备、数据形成、数据分析、数据应用、数据交易 5 个阶段组成;数据形成阶段的增值贡献最大,数据价值潜力有待挖掘;数据审核人员和数据服务合同成本占比较高,碳行业对数据准确性要求高,且企业内部数据分析和应用能力不足;当前碳排放服务市场仍以政策驱动为主,相关数据产品和服务尚未反映真实交易价值。未来应从基础数据积累、数据能力提升、市场环境培育等角度进一步释放碳排放数据价值,发挥数据要素在绿色低碳领域的积极作用。

[关键词] 数据要素;碳排放数据;数据价值链;工业数据;企业数据资产

[中图分类号] F208 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1006-5024(2024)08-0093-13

[DOI] 10.13529/j.cnki.enterprise.economy.2024.08.009

[基金项目] 国家社会科学基金青年项目“制造业数字化转型异质性特征与分类促进策略研究”(项目编号:22CJY047)

[作者简介] 陈楠,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员,博士,中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室副研究员,研究方向为数字经济与技术创新;

马晔风,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员,博士,中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室副研究员,研究方向为数字经济与就业;(北京 100732)

刘悦欣,广东省社会科学院企业研究所助理研究员,博士,研究方向为数字经济与数据要素。(广东 广州 510635)

Abstract: Carbon emission data guarantees the operation of carbon market trading, and also provides basic support for promoting the coordinated development of digital and green enterprises. Based on the data value chain model, this paper depicts the formation path of enterprise carbon emission data asset and quantifies the scale and characteristics of data value. The research shows that the carbon emission data value chain consists of five stages: data preparation, data formation, data analysis, data application and data trading; the value-added contribution of the data formation stage is the largest, and the potential of data value needs to be explored; high cost of data auditors and data service contracts indicates that the carbon industry has high standards for data accuracy, and the internal data analysis and application capabilities of enterprises are insufficient; the current carbon emission service market is still mainly policy-driven, and the relevant data products and services have not yet reflected the genuine transaction value. In the future, the value of carbon emission data should be further released from the perspectives of basic data accumulation, data capacity enhancement and market environment cultivation, so as to give full play to the positive role of data factor in the field of green and low-carbon.

Keywords: data factor; carbon emission data; data value chain; industrial data; data assets of enterprises

一、引言

碳排放数据是推进碳减排的关键要素,也是编制国家温室气体排放清单、有序推进碳排放权交易市场建设、积极稳妥推进碳达峰碳中和的基础支撑。2024年1月,国家数据局等17部门正式印发《“数据要素x”三年行动计划(2024-2026年)》,列出十二个发挥数据要素乘数效应的行业和领域。其中,“数据要素x绿色低碳”为能源、化工等传统行业提供了一个明确的数据应用方向,鼓励企业提升碳排放数据的管理和应用水平,充分发挥碳排放数据在节能降碳领域的赋能作用。以碳排放数据为代表的工业数据是支撑数字经济与实体经济深度融合的核心要素,也是推动传统产业数字化绿色化协同转型的重要着力点。围绕碳排放数据的价值测度与特征分析等研究,能够从数据价值角度评估碳排放数据的增值和应用过程,分析数据要素在绿色低碳领域所发挥的作用;同时,以碳排放场景为契机开展的工业数据资产形成路径分析,也有助于提升传统企业的管理意识和能力,为企业深入推进数字化转型提供良好支撑。

本文聚焦企业碳排放数据资产的价值与特征,提出一个更适用于工业数据的数据价值链模型,对碳排放数据资产的形成路径和价值创造过程进行刻画分析。首先,构建包含数据准备、数据形成、数据分析、数据应用、数据交易的数据价值链模型,并基于该模型对碳排放数据相关业务流程和数据资产的形成路径进行展示和刻画;其次,结合企业财务信息,对碳排放数据资产价值进行测度评估,分析碳排放数据的数据价值链结构特征、成本类型特征、投资收益率特征等;最后,针对如何进一步提升碳排放数据质量和价值提出对策建议,引导工业企业正确认识和高度重视碳排放基础数据的科学、规范、有效积累,充分发掘碳排放数据资产的价值创造潜力。本文的研究内容和相关结果为数据价值链理论、数据资产测算方法等研究提供了在碳排放场景下的落地和应用;同时从数据要素价值角度为碳排放市场的发展评估提供一个全新视角。

二、文献综述

碳排放数据是指碳排放报告编写过程中所涉及的,各类与企业能源生产、使用以及产品生产过程相关的并用于核算企业碳排放水平的数据^[1],其本质是对企业能源消耗、能源类型及特定产品生产过程的记录。作为首个纳入中国碳交易市场的发电行业的碳数据收集和报告编制已经相对成熟。根据生态环境部2022年发布的《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》,发电行业碳排放数据主要包括四个部分,分别为报告主体基本信息、温室气体排放量、活动水平及其来源、排放因子及其来源。^①其中,“活动水平及其来源”和“排放因子及其来源”包括报告主体使用的各类化石燃料的净消耗量和相应的低位发热值、脱硫剂消耗量、净购入的电量等信息。这部分数据是发电企业碳排放核算的基础元素,与企业的生产运营活动密切相关,属于企业核心数据资产,也是本文的主要研究对象。

在碳市场建设初期,碳排放数据造假、数据整体质量不高等问题频繁出现。^[2]为确保数据准确性,中国借鉴国际市场实践经验,持续升级和完善MRV制度,通过监测(Monitoring)、报告(Reporting)和核查(Verification)三道程序,引入相对独立的第三方核查机构和监管制度,确保数据真实可靠,形成可供政府、企业和公众使用的碳排放数据。^[3]虽然碳排放数据核算和监测体系在不断完善,但目前中国碳排放数据在精确性、时效性、价值性等方面仍存在明显不足,未能实现碳排放核算的国际互认。^[4-6]所以目前碳排放数据价值不高,尚未发挥数据要素在节能减排、提质增效等方面的价值创造潜力,这对中国产业低碳转型、碳交易市场建设、生态环境监测等形成制约。

为深入分析碳排放数据价值和特征,本文选择数据价值链作为理论基础和分析框架。传统价值链理论被用于描述组织内部一系列创造和建立价值的活动。^[7]进入数字经济时代,数据成为主要的价值来源,有学者提出数据价值链(data value chain)理论,对企业的数据资产增值活动及相关投入进行梳理分类。^[8-10]国内外学

者基于数据价值链理论,分析原始数据通过聚合、分析、应用等环节实现价值增值的过程,并对数据资产规模开展测算评估。

在宏观层面,加拿大统计局基于就业和薪资信息,对加拿大境内的数据、数据库、数据科学相关成本投入进行了测算。^[11]美国经济分析局(BEA)认为数据要素参与价值创造的价值链可以被分为数据的采集、存储、加工、销售、利用 5 个环节,并结合数据密集型职业数据,对数据资产估算如何适应SNA 框架进行探讨。^[12]经济合作与发展组织(OECD)将数据资产划分为原始数据、数据存储和数据智能 3 个类别,使用相关成本信息估算数据资产价值。^[13]上述机构都选择成本法对数据资产进行测算。刘涛雄等(2023)^[14]认为成本法难以反映算法、算力对数据价值的贡献,容易低估数据价值,因而在成本法基础上提出增值法,将数据分析技术进步对数据价值的提升作用纳入数据资本形成额和资本存量。

在微观层面,Li 等(2019)^[15]梳理了 7 类以个人数据业务为主的平台企业数据价值链,将其划分为数据收集、数据存储、数据分析和数据驱动的商业模式共 4 个阶段,指出各个阶段的价值贡献并不相同。就该文章所关注的平台企业而言,数据收集和存储只能产生少量价值,主要依靠数据分析和挖掘、数据驱动的商业模式提供价值。在测算方法上,现有研究通过对特殊行业和企业数据资产(市值)加总或研究事件冲击对企业市值及其他变量的影响等方法进行微观层面的数据资产价值测算。^[16-18]该方法仅适用于部分企业,不具有—般性,难以为宏观数据要素的统计体系建设提供支撑。

与本文研究相关的文献主要涉及碳排放数据和数据价值链两个分支。在碳排放数据领域,已有研究指出,中国碳排放数据在精确性、时效性、价值性等方面存在明显不足,碳数据整体价值不高,尚未发挥数据要素的价值创造潜力,缺乏对于碳排放数据增值和应用过程的研究。在数据价值链领域,已有研究对工业企业数据关注不足,且相关测算研究缺乏对价值链结构特征的深入分析和测算方法的综合应用,难以全面涵盖或准确反映数据价值。为此,本文提出一个更适合工业企业数据特征的数据价值链模型,选择数据应用场景较为清晰的碳市场服务企业作为研究对象,对其碳排放数据资产形成路径进行刻画,并基于数据价值链模型对各环节数据资产价值规模和特征进行测算分析。本文的边际贡献主要包括以下三个方面:一是建立碳排放数据价值链模型,结合工业企业的数业务实践和数据资产特征,对数据价值链理论模型进行拓展与创新;二是对数据价值链各环节开展量化评估,实现对企业数据资产价值测算和评估方法的综合应用与拓展;三是从数据价值角度提出分析评估碳市场发展水平的新视角。

三、碳排放数据价值链模型

本文选择一家具有较强专业技术能力和市场代表性的碳市场服务企业作为研究对象(以下简称案例企业),基于数据价值链模型对案例企业的碳排放服务平台展开具体研究,分析刻画碳排放数据价值链各环节的业务活动和数据形态,展示碳排放数据从原始数据到可交易数据产品或服务的增值过程。

(一)案例企业基本信息与数据来源

本文选择的案例企业服务对象为其所属的集团公司内部的强制控排企业,以及集团公司内外部的自愿减排企业。案例企业为上述企业提供碳排放全流程管理服务,帮助各级企业和集团公司降低履约成本,提高碳排放数据的管理水平和资产运作效益。针对强制控排行业和自愿减排行业的不同需求,案例企业分别建设了碳履约平台和碳足迹平台。其中,碳履约平台主要服务集团内部的 90 余家火电企业,以高质量低成本完成在全国碳排放权市场的年度履约为最终目标;碳足迹平台则面向更广泛的行业范畴,主要服务对象有 ESG 数据披露需求的上市企业、以欧盟为主要出口市场且受到欧盟碳边境调节机制规制的出口型企业,帮助相关企业按照国际标准提供组织碳足迹和产品碳足迹报告。总的来说,案例企业具有较强的行业技术引领性和市场需求代表性,能较完整地展示中国现阶段碳排放数据价值链的发展状况和特征。

本文通过实地调研、电话访谈、公开资料整理等方式,对案例企业的碳排放服务业务进行全面细致的调研。

在数据获取方面:一是提取案例企业两个主要平台的数据字段,用于认识并了解碳排放数据价值链所涉及的各种数据资源;二是梳理案例企业在建设运营碳排放服务平台过程中的各项业务活动及相关投入,分析碳排放数据的资产形成过程和价值实现路径;三是提取案例企业围绕两个碳排放服务平台相关业务所发生的财务数据,包括平台建设运营的成本数据和平台的财务收益数据,以此支撑对碳排放数据价值链的量化测算工作。

(二)碳排放数据价值链模型

要准确测算和评估企业数据资产价值,就要先了解企业内部数据的资产形成路径和价值实现过程。基于对案例企业的座谈调研和资料整理,本文将案例企业的数据价值链划分为数据准备、数据形成、数据分析、数据应用、数据交易5个环节,如图1所示。企业在每个阶段投入硬件、软件、人员、研发、合同、费用等相关成本,开展业务活动,使数据形态从原始数据逐步转化为数据资源、数据信息和可交易的数据产品与服务,数据资产价值随之不断上升。

在数据准备阶段,企业不仅要对其内部积累的数据资产开展全面清点,还要梳理资产关系,进行资产的系统性组织整理。工业数据具有较强的系统性、价值性等特征,企业要对内部用户开展需求调研,进行系统和产品的研发设计,通过系统搭建、测试和运维,满足数据在整个生命周期的一致性和互操作性,并对内部员工开展培训,保证系统操作顺利。在这一阶段,数据依然是散落在不同部门的原始数据,还无法被企业使用。在数据形成阶段,在对原始数据(包括企业积累的历史数据、内部业务数据、免费获取或付费购买的外部数据和报告等)进行质量审核后,将数据录入并存储于企业数据系统中,从而形成企业可以分析使用的数据资源。在数据分析阶段,对客户企业的能源消耗、生产过程数据等进行统计分析,按照监管部门要求,整理获得碳排放基础数据,主要包括报告主体基本信息、温室气体排放量、活动水平及其来源、排放因子及其来源等。再由企业内部核查人员和第三方核查人员对碳排放数据质量进行核查确认,工业数据资源在这一阶段转化为数据信息。在数据应用阶段,根据客户需求,为控排企业填报国家碳排放管理系统,生成碳排放报告,帮助企业降低履约成本。同时也可以基于碳排放基础数据,为企业提供碳足迹报告,帮助其完成ESG报告、行业组织等信息披露。在数据交易阶段,数据产品和服务基于碳排放服务平台进行交易,并获得合同收益。

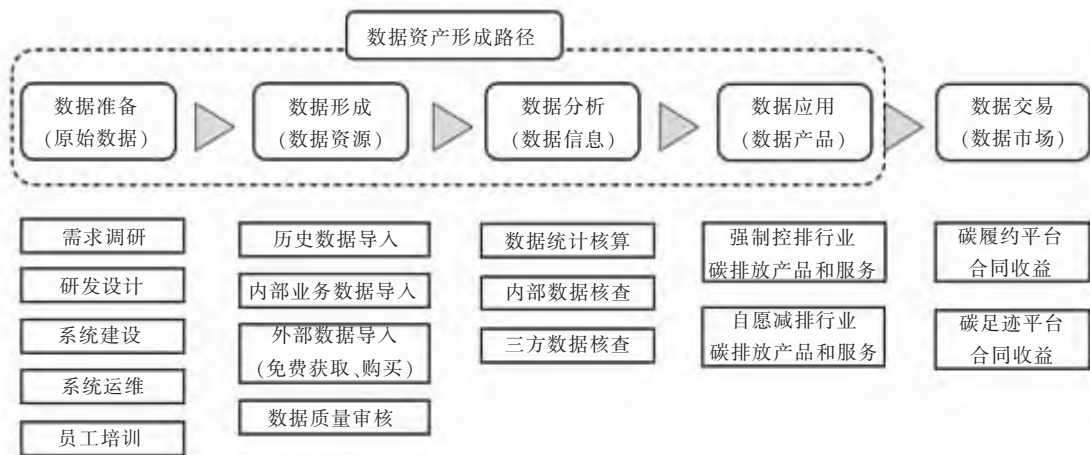


图1 碳排放数据价值链模型

本文提出的碳排放数据价值链模型作出如下改进:第一,针对工业数据的属性特征,增加数据准备环节。工业数据的主要组成部分是工业设备运行数据,数据的分析和应用与行业机理、工业系统密切相关,它与个人数据相比具有更强的逻辑性和系统性^[9],再加上传统工业企业的资产管理意识和能力普遍较弱,因而在数据资产相关的产品设计和系统搭建阶段,需要投入更多的人力和资本。已有研究对数据准备阶段的关注相对不足,容易忽略和低估工业企业在数据业务前期的投入,进而低估工业数据的整体价值规模。第二,针对数据在市场交易过程中获得的价值提升,增加数据交易环节。数据的准备、形成、分析和应用主要受到企业内

部能力和业务活动的影响,而数据交易所产生的价值则与市场需求、行业成熟度、政策制度等外部环境相关度更高。因此,本文将数据交易作为单独环节,以此区别于尚未进入市场流通的数据应用环节,并在后续资产测算过程中,采用更适合该阶段特征的市场法进行量化分析。第三,针对碳排放数据相关业务实践,建立一个相对全面、清晰且实用性较强的价值链基础模型。围绕碳排放核查核算这一应用场景,本文梳理了案例企业在碳排放数据价值链各环节所开展的具体业务活动,为研究企业碳排放数据资产形成路径、数据资产价值测度等提供理论框架和参考依据。

四、基于数据价值链的碳排放数据资产形成路径分析

基于碳排放数据价值链模型,本文对案例企业的碳履约平台和碳足迹平台进行对比分析,梳理从原始数据到可交易数据产品和服务的数据形态变化及数据资产形成过程。

(一)碳履约平台数据资产形成路径

案例企业根据火电等控排企业的具体数据和业务需求,搭建碳履约平台,收集各级单位碳排放报告相关基础数据,并提供碳排放报告自动生成、碳排放报告核算核查等产品和服务,由此实现基于碳排放数据管理和分析的业务收益。基于碳排放数据价值链的基础模型,本文对案例企业的碳履约平台数据资产形成路径进行梳理,即在每一个数据价值链环节,企业通过开展基础模型中的各类业务活动,形成何种形态的数据资源,由此将碳排放数据价值链模型应用于碳履约场景(图2)。鉴于火电企业是碳履约平台的主要服务对象,因此图2的数据价值链模型主要考虑火电企业数据资产的类型和组成。

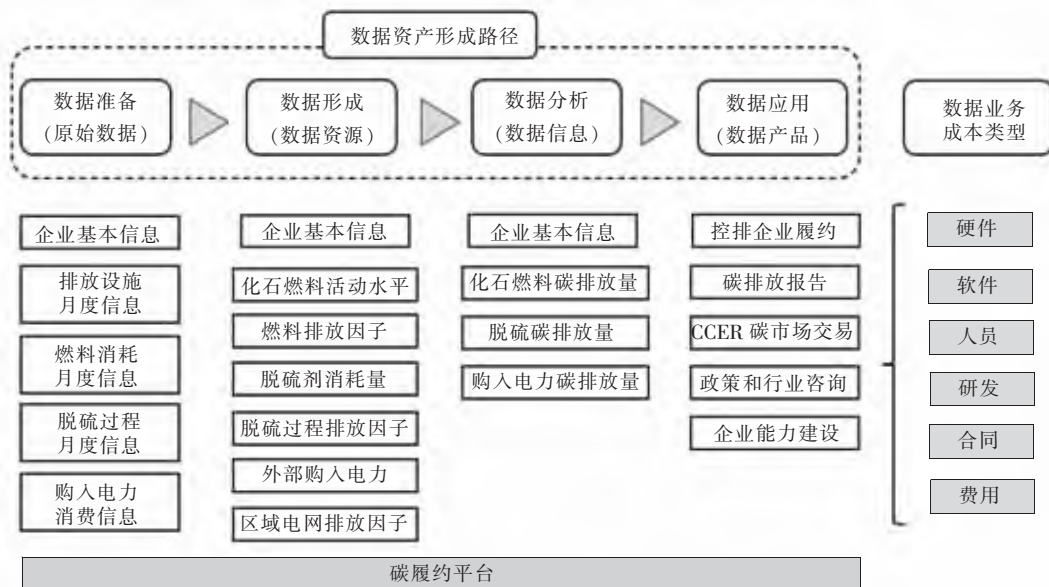


图2 基于数据价值链模型的碳履约平台数据资产形成路径

在数据准备阶段,平台系统建设和产品研发设计需要考虑发电企业及其相关排放设施基本信息,并按照发电企业温室气体核算边界,考虑如何将化石燃料消耗、脱硫过程、企业净购入电力信息纳入统一的平台系统中。在数据形成阶段,原始数据按照碳排放核查核算业务逻辑形成可供分析使用的数据资源,主要包括:与化石燃料相关的活动水平及排放因子,与脱硫过程相关的碳酸盐消耗量及排放因子,与外购电力相关的电力采购和区域电网排放因子。这一阶段的数据资源是碳排放核查核算的核心基础数据,直接影响碳排放核算准确性,控排企业和平台企业共同对数据质量进行严格核查。进入数据分析阶段后,平台企业将前一环节数据资源进行整理分析,形成碳排放报告中的核心要素,即企业基本信息、化石燃料碳排放量、脱硫碳排放

量、购入电力碳排放量,后三者加总可获得火电企业的二氧化碳总排放量。最后,在数据应用阶段,企业帮助控排企业生成碳排放报告、完成履约目标,还可以基于相关数据提供碳排放权交易、行业咨询、企业能力建设等增值服务。

(二)碳足迹平台数据资产形成路径

案例企业的碳足迹平台能够以特定组织和产品为核算主体,按照《温室气体核算体系》(GHG Protocol)的相关标准,结合细分行业的特征和要求,收集直接排放(生产经营过程产生的直接温室气体排放量,即范围一)、外购能源间接排放(使用外购能源产生的温室气体排放量,即范围二)、其他间接排放(价值链上其他间接温室气体排放量,即范围三)等基础数据。平台主要提供基于组织和产品碳排放数据的碳足迹核算报告,并帮助相关企业完成 ESG 和其他场景下的信息披露。

图 3 展示了碳排放数据价值链基础模型在碳足迹平台的应用,主要关注各环节碳足迹数据资源的形态特征和演变过程。在数据准备阶段,企业需要考虑组织或产品的基本信息、组织或产品的直接生产经营信息、外购能源信息及组织或产品上下游活动信息,确保平台系统能够覆盖上述数据的分析使用。在数据形成阶段,按照生命周期评估方法,将原始数据整理为上游活动排放数据、生产制造排放数据、下游活动排放数据,经过数据审核后,形成较为基础的碳足迹报告基础数据资源,以备后续数据分析和报告生成使用。在数据分析阶段,计算组织或产品的直接碳排放量(范围一)、外购能源碳排放量(范围二)、其他间接碳排放量(范围三),计算结果需要接受第三方机构审核。在数据应用阶段,基于范围一、二、三排放数据,生成组织或产品碳足迹报告,帮助企业完成 ESG 或其他行业组织的信息披露需求,并提供咨询类增值服务。

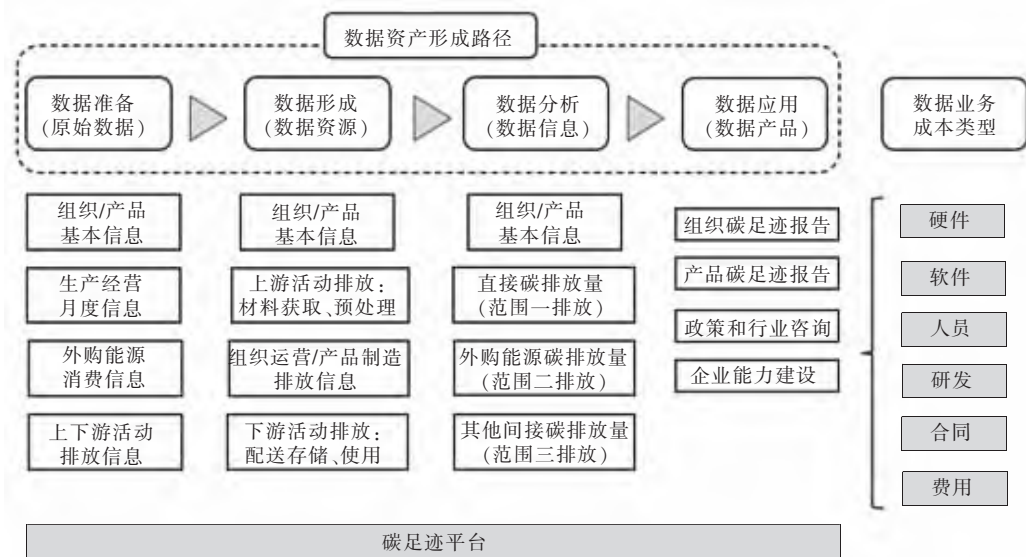


图 3 基于数据价值链模型的碳足迹平台数据资产形成路径

五、碳排放数据价值测度结果与特征分析

基于碳排放数据价值链模型,本文使用案例企业财务信息,对价值链各环节进行量化测算,分析不同环节的价值贡献和相互关联,并对比碳履约和碳足迹平台的异同。

(一)碳排放数据资产价值测度思路

本文建立的碳排放数据价值链模型主要分为数据准备、数据形成、数据分析、数据应用和数据交易共 5 个环节。其中前 4 个环节描述企业内部的数据资产形成过程,原始数据逐步转化为数据资源、数据信息和数据产品,数据资产价值主要来自企业内部的成本投入;而在最后的数据交易环节,数据产品和服务进入市场交

易,其价值则主要取决于供需双方协议的合同价值。本文基于数据价值链各环节特征,选择不同的测算方法,对案例企业的碳排放数据资产进行价值测度。整体测度思路如图 4 所示。

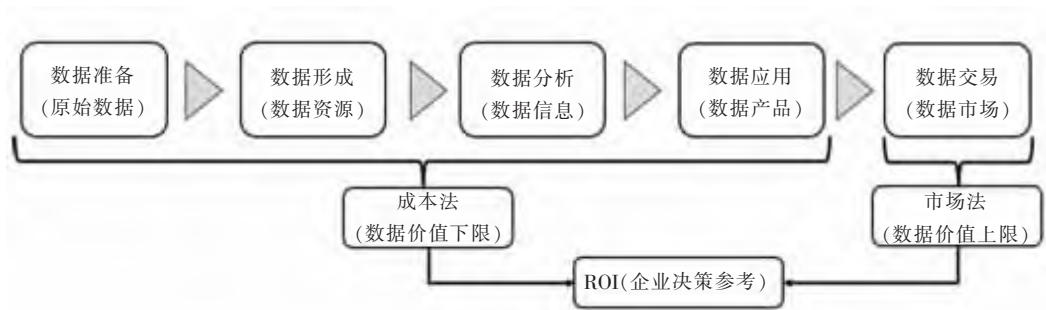


图 4 基于数据价值链模型的碳排放数据资产价值测度思路

首先,使用成本法对数据价值链的前 4 个环节进行测算,加总后得到数据资产的价值下限(lower value baseline),企业数据资产价值一般不会低于其投入成本之和。^②在具体操作中,本文将基于案例企业财务信息,分类整理与碳排放数据业务相关的成本投入,并按照价值链环节和成本类型进行结构特征分析。其次,使用市场法对数据交易环节进行测算,即使用数据服务合同金额与市场规模等,计算企业基于现有市场条件能够通过数据资产实现的价值上限(upper value baseline),由此获得企业数据资产的价值区间。最后,计算企业数据资产的投资收益率(return on investment, ROI),通过计算数据市场收入与投入成本的比值,表征数据资产的投资效率,用于支撑企业决策和对比分析。

(二)碳排放数据资产价值测度结果

1. 基于成本法的碳排放数据价值

根据案例企业碳排放服务平台的实际运行时间,本文提取碳履约平台 2021—2023 年和碳足迹平台 2023 年的相关财务信息。基于碳履约平台、碳足迹平台的实际财务数据,将案例企业数据资产的相关成本进行分类(表 1)。

参考已有文献的划分标准^[20],本文将与数据资产形成相关的成本划分为硬件、软件、研发、人员、合同、费用共 6 类。其中,硬件成本指与数据资产形成相关的计算机类硬件设备采购或租赁费用;软件成本包括软件系统设计、软件开发、系统部署测试与配置、系统运维等相关投入;研发成本包括需求调研和设计研发等费用;人员成本包括数据录入员工工资、企业内部数据审核员工工资,以及数据填报、数据分析、报告撰写等数据应用类员工工资;^③合同成本主要包括外部数据采购合同费用、第三方数据核查费用;费用主要涉及管理费用,即房租、物业等管理费用在数据业务部分的分摊。^④

同时,以碳排放数据价值链为框架,将上述 6 类成本与价值链各环节进行匹配。表 2 展示碳履约平台、碳足迹平台,数据价值链各环节的成本费用以及相关加总统计结果。为了使企业数据业务成本与收益之间形成更好对应,本文对部分成本进行摊销折旧处理,将相关成本在数据价值链环节或年份之间进行分摊,为后续计算企业逐年投资收益率和分析价值链特征提供更为准确的数据基础。在价值链多环节成本摊销部分,硬件设备租赁费用、软件系统运维费用、管理费用 3 类,为数据价值链全流程提供软硬件环境和配套支撑,因此将其平均分配至数据准备、数据形成、数据分析和数据应用四个环节,记作表 2 中的“其他”成本。

涉及多期摊销处理的成本包括软件系统开发成本和研发成本两类,由于相关投资的产出为后续多年的系统使用提供支撑,因此对其进行多期摊销,以保证各年投入成本与产出的准确对应。具体处理方法如下:(1)系统开发成本。参照计算机信息化资本测算方法^[21],假设软件系统摊销期为 5 年,在折旧方法上,采用年数总和加速折旧法,计算得到新增软件在使用年限内的每期折旧率为 5/15、4/15、3/15、2/15 和 1/15。(2)系统研发成本。参照研发资本测算方法^[22-23],设定系统研发资本的相对效率以几何方式递减,资本服务年限期望值定为 10 年,残值率取值 10%,得出折旧率为 20.6%,计算系统研发当期折旧,记作当年的研发成本。

表 1 碳履约和碳足迹平台的逐年投入成本(实际发生费用) (万元)

成本类型		支出明细	碳履约			碳足迹
			2021 年	2022 年	2023 年	2023 年
硬件	设备租赁	计算机设备租赁	18.00	20.00	23.33	15.44
软件	系统开发	需求分析、方案设计、功能开发、系统部署、测试与配置、用户培训、系统上线等	220.00	-	-	73.00
	系统运维	系统运维、系统安全服务等	39.85	68.00	68.00	60.00
研发	系统研发	系统需求调研和研发设计	45.00	54.00	-	33.00
人员	数据录入	数据收集、整理、录入员工成本	266.30	266.30	266.30	335.34
	数据审核	数据审核员工成本(初审)	88.77	88.77	88.77	67.07
	数据审核	数据审核员工成本(复审)	59.18	59.18	59.18	89.42
	数据审核	数据审核员工成本(终审)	73.97	73.97	73.97	27.40
	数据应用	国家碳排放管理平台填报员工成本	44.38	44.38	44.38	-
	数据应用	国家碳排放管理平台数据审核	36.99	36.99	36.99	-
	数据应用	年度碳排放工作总结报告	24.66	24.66	24.66	-
	数据应用	年度碳足迹报告撰写	-	-	-	12.00
合同	外部数据	外部行业分析报告	-	3.00	3.00	-
	三方审核	第三方数据核查服务	197.00	197.00	197.00	-
	三方认证	第三方碳足迹报告认证	-	-	-	168.00
费用	管理费用	房租、物业等管理费用分摊	8.02	63.41	63.00	13.00

表 2 碳履约和碳足迹平台数据资产的价值链分布 (万元)

价值链环节	成本	明细	碳履约			碳足迹
			2021 年	2022 年	2023 年	2023 年
数据准备	研发	系统研发	9.27	18.48	14.68	6.80
	软件	系统开发	73.33	58.67	44.00	24.33
	其他	分摊费用	16.47	37.85	38.58	22.11
数据形成	人员	数据录入	266.30	266.30	266.30	335.34
	人员	数据初审	88.77	88.77	88.77	67.07
	人员	数据复审	59.18	59.18	59.18	89.42
	人员	数据终审	73.97	73.97	73.97	27.40
	其他	分摊费用	16.47	37.85	38.58	22.11
数据分析	合同	外部报告	-	3.00	3.00	-
	合同	三方核查	197.00	197.00	197.00	-
	合同	三方认证	-	-	-	168.00
	其他	分摊费用	16.47	37.85	38.58	22.11
数据应用	人员	平台填报	44.38	44.38	44.38	-
	人员	平台审核	36.99	36.99	36.99	-
	人员	报告编写	24.66	24.66	24.66	12.00
	其他	分摊费用	16.47	37.85	38.58	22.11

2. 基于市场法的碳排放数据价值和投资收益率

区别于传统的数据价值链模型,本文将数据产品和服务在市场交易流通并获得收益的环节单独划分为“数据交易”,将采用市场法计算进入交易环节的数据产品和服务的价值,并计算平台的投资收益率,对企业的数字资产收益进行评估。

表 3 展示案例企业碳履约平台和碳足迹平台的逐年收益金额。以 2023 年碳履约合同收益 3384 万元为例,平台当年共服务客户企业 93 家,按发电企业项目装机容量分别收取 30—45 万元。2021—2023 年,国家对碳排放核算数据质量提出更高要求,碳排放核算频次由年度改为月度,履约主体大幅增加,业务培训需求增加,碳履约平台收益逐年增长。碳足迹平台于 2023 年投入使用,当年共核算 816 家客户企业,但平台仍处于试运行阶段,未产生直接收入,集团公司为案例企业核增利润 807 万元,相当于该平台 2023 年收益 807 万元。

表 3 碳履约和碳足迹平台收益(含预估) (万元)

	2021 年	2022 年	2023 年(预估收益)
碳履约平台	2772	3165	3384
碳足迹平台	-	-	807

基于数据产品和服务收入计算的数据资产价值,能反映企业依靠现有技术、管理能力和市场环境而实现的数据价值上限。本文进一步计算了碳履约平台、碳足迹平台的投资收益率,为企业分析决策提供更加直观、有效的参考信息。参考 Internet of Water(2018)^[24]关于数据价值的投资收益率计算公式:

投资收益率(Return on Investment, ROI)= 创造的总价值/实施的总成本

表 4 展示碳履约、碳足迹平台逐年的投资收益率计算结果。首先,在测算期间,碳履约平台的年投资收益率满足一般投资项目的最低标准,即 $ROI > 1$,平台货币收益超过总成本。在平台运行期间,ROI 逐年提升,增长来源主要包括平台服务内容扩充和集团内部收费标准调整。其次,在 2023 年,碳足迹平台尚处于试运行阶段,为集团内部企业提供免费的组织和产品碳足迹核算,集团则因此而为平台核增利润 807 万元,该收益略低于实际成本。

表 4 碳履约和碳足迹平台 ROI 对比分析 (万元)

	年份	成本	收益	ROI
碳履约平台	2021 年	939.72	2772	2.95
	2022 年	1022.81	3165	3.09
	2023 年	1007.26	3384	3.36
	三年平均	989.93	3107	3.14
碳足迹平台	2023 年	818.8	807	0.99

(三)碳排放数据价值链特征分析

1.碳排放数据价值链结构特征

数据价值链理论的研究目的之一在于分析价值链各环节的价值贡献水平和相对重要性,最大化数据资产价值。为此,本文基于表 2 信息按照碳排放数据价值链模型,对两个平台的数据价值链环节规模和占比进行测算,结果见表 5。

表 5 碳履约和碳足迹平台数据价值链结构分析 (万元)

		数据准备		数据形成		数据分析		数据应用		合计	
		金额	占比	金额	占比	金额	占比	金额	占比	金额	占比
碳履约	2021 年	99.07	10.54%	504.69	53.71%	213.47	22.72%	122.50	13.04%	939.72	100%
	2022 年	115.00	11.24%	526.07	51.43%	237.85	23.25%	143.88	14.07%	1022.81	100%
	2023 年	97.26	9.66%	526.80	52.30%	238.58	23.69%	144.61	14.36%	1007.26	100%
	三年平均	103.78	10.48%	519.19	52.45%	229.97	23.23%	137.00	13.84%	989.93	100%
碳足迹	2023 年	53.24	6.50%	541.34	66.11%	190.11	23.22%	34.11	4.17%	818.80	100%

测算结果表明:第一,数据形成环节的价值占比最高,案例企业碳排放数据价值链增值阶段主要集中在价值链前端。以碳履约平台三年平均值为例,数据形成阶段主要涉及原始数据的导入和审核,业务难度较低,而该环节目前占数据价值链比重为 52.45%。如果将数据准备和数据形成视为较为基础的价值链前端环节,则两项加总后占比达到 62.93%,即碳履约平台的数据资产价值主要来自业务附加值较低的数据准备和形成

阶段。在碳足迹平台,2023年数据形成单一环节的价值占比就超过了66%。第二,数据分析和数据应用环节的价值增量较低,碳排放数据价值链整体增值不足。在已有研究中普遍认为数据分析和应用环节是数据要素实现价值创造的重要环节,也是数据价值链的主要价值来源。^[24-25]然而,案例企业的碳履约平台测算结果显示,2021—2023年数据分析环节的平均价值占比为23.23%,数据应用环节平均占比为13.84%;碳足迹平台测算结果显示,2023年数据分析和数据应用环节占比分别为23.22%和4.17%。这说明案例企业的高附加值数据业务占比较低,主要以碳排放填报、碳排放报告和碳足迹报告编写等基础业务为主,数据价值链整体增值不足。第三,数据准备阶段是工业企业数据价值链的重要组成,但目前占比依然较低,与后续数据开发利用不足直接相关。在碳排放数据等工业企业数据资产形成过程中,因工业企业缺少数据业务相关经验,故前期需求调研、研发设计、系统搭建等投入较高,是工业企业数据价值的重要组成部分,但根据案例企业测算结果,在对系统开发和研发支出进行分摊折旧处理后,数据准备阶段在碳履约平台占比10.48%、在碳足迹平台占比6.50%。案例企业数据准备环节的价值占比不高,与后续数据分析、数据应用增值较低等直接关联。究其原因,一方面数据准备阶段的研发设计不充分,未能对数据分析和应用形成有力支撑;另一方面工业数据缺乏应用场景、企业的数据管理和使用能力有限,也限制了企业在数据价值链前端的布局与投入。

2.碳排放数据价值链成本特征

基于表1信息,按照成本类型进行加总并计算每一项成本的价值占比,以此分析碳排放数据价值链的成本类型结构特征,结果见表6。

表6 碳履约和碳足迹平台数据价值链成本类型分析 (万元)

		碳履约				碳足迹
		2021年	2022年	2023年	三年平均	2023年
硬件	金额	18.00	20.00	23.33	20.44	15.44
	占比	1.92%	1.96%	2.32%	2.07%	1.89%
软件	金额	113.18	126.67	112.00	117.28	84.33
	占比	12.04%	12.38%	11.12%	11.85%	10.30%
研发	金额	9.27	18.48	14.68	14.14	6.80
	占比	0.99%	1.81%	1.46%	1.43%	0.83%
人员	金额	594.25	594.25	594.25	594.25	531.23
	占比	63.24%	58.10%	59.00%	60.03%	64.88%
合同	金额	197.00	200.00	200.00	199.00	168.00
	占比	20.96%	19.55%	19.86%	20.10%	20.52%
费用	金额	8.02	63.41	63.00	44.81	13.00
	占比	0.85%	6.20%	6.25%	4.53%	1.59%
合计	金额	939.72	1022.81	1007.26	989.93	818.80
	占比	100%	100%	100%	100%	100%

测算结果表明:第一,人员成本占比最高,以数据审核业务人员成本为主,表明碳排放数据对数据质量要求较高,相关自动化技术应用不足。在案例企业的碳履约和碳足迹两个平台场景下,数据资产的人员成本占比分别达到60.03%(三年平均值)和64.88%。对人员投入进一步拆分可知,数据审核人员占比最高,说明现阶段中国碳排放相关行业高度重视数据准确性,企业投入集中在提高基础数据质量的业务环节;同时,数据录入、数据审核等相关岗位的人员投入占比较高,表明自动化数据采集录入技术的应用程度不高,未来可以考虑更多依靠前沿技术手段提高碳排放数据质量。第二,人员成本主要集中在数据形成阶段,而数据分析和数据应用等高附加值环节的人员成本较低。在针对个人数据、公共数据或数据要素整体的分析中,人员成本构成主要以数据库构建管理、数据分析和挖掘等高科技水平业务岗位为主。^[26]在本文的案例企业中,数据业务还相对初级,高附加值环节的人员成本占比较低。

表 7 展示案例企业两个平台的人员成本具体构成, 本文对案例企业两个平台的人员成本作了进一步分析, 碳履约平台 82.16% 的人员成本来自数据形成阶段, 相关业务人员主要从事基础数据录入和审核工作; 该平台数据应用环节的人员占比 17.84%, 业务人员主要从事国家碳排放平台数据填报和审核工作, 数据分析和挖掘等高附加值业务人员缺失。碳足迹平台人员成本分布更为集中, 数据形成阶段占比高达 97.74%。第三, 合同成本占比排名第二, 数据分析阶段主要依靠合同采购实现价值提升, 内部数据分析和应用能力不足。合同成本在整体价值链占比中排名第二, 是仅次于人员成本的重要价值来源。结合表 2 信息可知, 案例企业数据分析阶段的成本投入以合同为主, 即外部购买的数据报告和数据服务。具体而言, 碳履约平台每年向第三方碳排放核查机构支付 197 万元数据核查费用, 并自 2022 年起购买行业分析报告 (3 万元/年), 将相关内容合并至企业年度碳排放工作报告。碳足迹平台则向第三方机构购买国际碳足迹核算认证服务, 年度支出为 168 万元。数据资源在进入数据分析环节后, 仅通过企业内部信息化系统自动生成碳排放和碳足迹核算数据, 经过第三方机构核查后即用于报告编写, 数据融合、深度分析等高附加值数据处理环节缺失。

表 7 碳履约和碳足迹平台数据价值链人员成本分析 (万元)

价值链环节	人员类型	支出明细	碳履约		碳足迹	
			三年平均	占比	2023 年	占比
数据形成	数据录入	数据收集、整理、录入员工成本	266.30	44.81%	335.34	63.13%
	数据审核	数据初审员工成本	88.77	14.94%	67.07	12.63%
	数据审核	数据复审员工成本	59.18	9.96%	89.42	16.83%
	数据审核	数据终审员工成本	73.97	12.45%	27.40	5.16%
数据形成环节小计			488.22	82.16%	519.23	97.74%
数据应用	平台填报	国家碳排放管理平台填报员工成本	44.38	7.47%	-	-
	数据审核	国家碳排放管理平台数据审核员工成本	36.99	6.22%	-	-
	报告撰写	年度碳排放工作总结报告、碳足迹报告撰写员工成本	24.66	4.15%	12.00	2.26%
数据应用环节小计			106.03	17.84%	12.00	2.26%
合计			594.25	100%	531.23	100%

3. 碳排放数据价值链收益特征

从表 4 展示的平台收益信息来看, 目前中国碳排放服务市场发展仍以政策驱动为主, 基于企业碳排放数据的产品和服务交易还未能展示其真实市场价值。第一, 从市场需求角度而言, 政策因素是影响碳排放数据交易价值的最重要因素。案例企业的碳履约平台和碳足迹平台投资收益率差异巨大, 主要原因在于中国碳排放市场首先对控排企业提出要求, 而更广泛的碳足迹市场需求还在等待进一步的政策指导。第二, 从收益水平来看, 碳排放数据产品和服务投资收益率高于行业平均水平。根据 2023 年国有资产监督管理委员会发布的《企业绩效评价标准值(2023)》, 电力生产业全行业百元收入支付的成本费用平均值为 84.9 元, 转换为本文使用的绩效指标 (ROI) 为 1.18; 信息咨询服务业全行业百元收入支付的成本费用平均值为 86.5 元, 对应的 ROI 为 1.16。而 2023 年碳履约平台投资收益率 (ROI) 为 3.36, 远高于同类行业的平均水平。平台高回报率主要原因在于市场竞争不够充分, 交易价格难以体现数据产品和服务的真实价值。现阶段, 以案例企业为代表的中国 5 大发电企业均依靠集团内部碳资产管理公司开展碳排放核算核查业务, 平台企业具有较高的定价自主权。而受碳排放数据价值性和风险性较高等因素影响, 民营企业、外资企业等市场主体则较难参与该领域市场的竞争。

六、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

碳排放数据是推进碳减排的关键要素, 也是编制国家温室气体排放清单、有序推进全国碳排放权市场建

设、积极稳妥推进碳达峰碳中和的基础支撑。本文构建了一个更加适用于工业数据特征的数据价值链模型,以碳市场服务企业作为研究对象,刻画碳排放数据资产形成路径,测度价值链各环节的数据资产规模,并从结构分布、成本类型、市场收益等角度分析碳排放数据价值链特征。研究显示:

碳排放数据价值链由数据准备、数据形成、数据分析、数据应用、数据交易共5个环节构成,企业数据形态从原始数据逐步转化为数据资源、数据信息及可交易的数据产品和服务,数据资产价值随之不断上升。

从价值链结构分布来看,数据形成环节的价值占比最高,数据准备、数据分析、数据应用环节的价值增量较低,价值链整体增值不足。这说明中国碳排放数据依然处于发展的初期阶段,研发设计不充分,数据深度分析能力不足,碳排放等工业数据的开发应用模式有待探索。

从价值链成本类型来看,人员成本占比最高,以数据质量审核人员为主,说明国家监管主体和碳排放市场对数据质量的高要求,且行业暂未大规模布局基于物联网和区块链技术的实时碳排放数据监测系统。包含外购数据和数据服务的合同成本占比第二,且集中在数据分析阶段,表明企业内部数据分析和应用能力不足。

从市场收益来看,碳排放服务市场的形成和发展以政策驱动为显著特点,基于企业碳排放数据的产品和服务交易还未能体现真实市场价值。

(二)政策建议

目前,我国碳排放数据还存在较大的价值开发空间,可以考虑从以下方面提升中国碳排放数据价值链增值水平,发挥数据要素在绿色低碳领域的积极作用。

1.发挥政策引导和企业示范效应,推动全社会加大对碳排放数据的基础性积累

扎实推进中国碳排放市场建设,结合各行业数据基础和质量情况,有序纳入钢铁、建材、有色金属等高排放行业,不断丰富全国碳排放权交易市场覆盖的行业类别和企业规模,引导企业基于交易履约目的,高质量完成碳排放数据积累,形成相关行业的核心数据储备。充分发挥龙头企业在产业链上下游的示范效应,引导龙头企业发布本行业绿色产业链相关要求,鼓励上下游企业切实开展基于组织和产品碳足迹的碳排放数据盘查工作,借此实现对本行业相关碳排放数据的广泛和基础性积累。

2.不断丰富以碳排放数据为代表的工业数据应用场景

鼓励数据融合与数据复用,引导企业人力资本和研发投入更多转向数据分析和应用等高附加值环节。一是利用前沿技术手段提升碳排放数据质量。目前企业通过多重核查机制提升数据质量,但仍然受人为失误、制度不完善等因素影响。未来可以进一步推广基于物联网和区块链技术的实时碳排放数据监测系统,通过技术手段化解数据质量难题。二是拓展碳排放数据等工业数据的应用范围。引导企业将人力资本和研发投入更多转向数据分析应用等高附加值环节,探索工业企业瞬时数据与历史数据、生产数据与环境数据的融合和深度分析。

3.培育机制完善、需求旺盛的碳资产交易市场,为企业开发利用碳排放数据营造有利的市场环境

就政策体系而言,2024年2月,国务院正式发布《碳排放权交易管理暂行条例》,旨在构建一套科学、规范、有序的碳市场管理制度体系;近期,生态环境部正在积极推进中国核证自愿减排量(CCER)市场重启,为全国碳市场提供新的可交易减排产品。未来应持续为碳交易市场运行提供法律依据和法律保障,完善碳交易市场的法律体系建设。从市场需求而言,有序推进国家碳达峰试点工作,基于首批试点城市和园区的工作经验,逐步推广到更广地域、更多行业、更大范围,实现对相关试点单位碳排放数据的全面覆盖,提高控排主体的碳排放交易意愿与能力。

注:

①参见《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》, <https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk06/202212/W020221221671986519778.pdf>, 2022-12-21。

②为政府监管、社会服务等应用而采集的数据除外。

③本文使用与数据资产形成直接相关的员工工资计算员工成本投入,即使用数据业务每月工作量(人天)乘以相关业务人

员每人每天工资成本,计算得到该环节人员成本投入的年度总金额。

④案例企业按照各项业务的收入占比,对其房租、物业等管理运营费用进行分摊。

参考文献:

- [1]孟佳威.碳数据造假的法律规制研究[D].大连:大连海洋大学,2023.
- [2]徐沛宇,郑慧.全国碳市场推迟扩容,碳数据核算难题何解[J].环境与生活,2022,(7):70-73.
- [3]曾雪兰,黎炜驰,张武英.中国试点碳市场 MRV 体系建设实践及启示[J].环境经济研究,2016,(1):132-140.
- [4]李幸芝,韩蓓,李国杰,等.分布式绿色能源碳交易机制及碳数据管理的挑战[J].上海交通大学学报,2022,(8):977-993.
- [5]张金梦.优化核算方法提升碳数据质量[N].中国能源报,2022-03-21.
- [6]李昕,肖思瑶,周俊涛.我国碳排放数据整合与应用的国际比较[J].金融市场研究,2022,(1):52-61.
- [7]Porter M. E.. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors[J].Social Science Electronic Publishing, 1980,(2):86-87.
- [8]Miller H. G., Mork P.. From Data to Decisions: A Value Chain for Big Data[J].IT Professional,2013,15(1):57-59.
- [9]Curry E.. The Big Data Value Chain: Definitions, Concepts, and Theoretical Approaches, Chapter in New Horizons for a Data-Driven Economy[M].Cham: Springer International Publishing, 2016.
- [10]Faroukhi A. Z., Alaoul I. E., Gahi Y., et al. Big Data Monetization throughout Big Data Value Chain: a Comprehensive Review[J].Journal of Big Data,2020,(7):1-22.
- [11]Statistics Canada. The Value of Data in Canada: Experimental Estimates[EB/OL].<https://www150.statecan.gc.ca/n1/pub/13-605-x/2019001/article/00009-eng.htm>,2021-10-12.
- [12]Rassier D. G., Kornfeld R. J., Strassner E. H.. Treatment of Data in National Accounts[R].Washington: Paper Prepared for the BEA Advisory Committee, 2019.
- [13]Corrado C., Haskel J., Lommi M., et al. Measuring Data as an Asset: Framework, Methods and Preliminary Estimates[R].Paris:OECD Economic Department Working Paper, NO.1731, 2022.
- [14]刘涛雄,戎珂,张亚迪.数据资本估算及对中国经济增长的贡献——基于数据价值链的视角[J].中国社会科学,2023,(10):44-64.
- [15]Li W. C. Y., Nirei M., Yamana K.. Value of Data: There's No Such Thing as a Free Lunch in the Digital Economy[R].Tokyo: RIETI Working Paper, 2019.
- [16]Li W. C. Y., Chi P. J.. Online Platforms' Creative "Disruption" in Organizational Capital-The Accumulated Information of the Firm[R].London:Paper Prepared for the IARIW-ESCoE Conference, 2021.
- [17]Ker D., Mazzini E.. Perspectives on the Value of Data and Data Flows[R].Paris:OECD Publishing,2020.
- [18]Coyle D., Li W.. The Data Economy: Market Size and Global Trade[J].Social Science Electronic Publishing,2021.
- [19]陈楠,蔡跃洲.工业大数据的属性特征、价值创造及开发模式[J].北京交通大学学报(社会科学版),2023,(3):25-36.
- [20]Stander J. B.. The Modern Asset: Big Data and Information Valuation[D].Stellenbosch ;Stellenbosch University,2015.
- [21]郑世林,杨梦俊.中国省际无形资本存量估算:2000-2016 年[J].管理世界,2020,(9):67-81.
- [22]江永宏,孙凤娥.中国 R&D 资本存量测算:1952-2014 年[J].数量经济技术经济研究,2016,(7):112-129.
- [23]王亚菲,王春云.中国行业层面研究与试验发展资本存量核算[J].数量经济技术经济研究,2018,(1):94-110.
- [24]Internet of Water. Methods for Valuing Data[EB/OL].<https://internetofwater.org/valuing-data/>,2018-12-04.
- [25]刘涛雄,李若菲,戎珂.基于生成场景的数据确权理论与分级授权[J].管理世界,2023,(2):22-39.
- [26]许宪春,张钟文,胡亚茹.数据资产统计与核算问题研究[J].管理世界,2022,(2):16-30.

[责任编辑:林小湖]