

· 新一轮科技革命与哲学社会科学 ·

基于多场景的 数字经济微观理论及其应用

黄 阳 华

摘 要：把握数字经济发展趋势和规律，促进数字经济和实体经济深度融合，是我国建设现代化经济体系、构筑国家竞争新优势的战略选择。通过对电商成长的案例研究，提炼出数据要素区别于传统生产要素的微观经济学特征，并推导了数字企业最优决策、“数据十平台”架构、数据交易治理、数字基础设施供给等五个理论命题。将这些理论命题与无人驾驶、制造业数字化等应用场景中的企业创新实践相结合，可以为解析数字经济商业模式创新，从制度层面推动数字经济和实体经济融合发展，提供系统且一致的理论思路。加强数字经济理论研究，应深化数字企业创新实践的跨应用场景分析，同时注重区分全球共性规律与本国发展实际，进而为完善我国数字经济治理体系提供学理支撑。

关键词：数字经济 数据要素 数据交易 数据治理体系 实体经济

作者黄阳华，中国人民大学应用经济学院教授（北京 100872）。

一、问题的提出

全球金融危机后，世界主要大国对数字技术制高点、数字产业领导力与数字规则主导权的争夺持续激化，推动大国力量对比加速演变，成为世界百年未有之大变局的重要驱动因素之一。进入新发展阶段，我国加快构建新发展格局适逢世界进入数字化时代，推动数字经济健康发展成为我国把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。党的十九届四中全会首次将数据增至生产要素序列当中，国家“十四五”规划纲要就“打造数字经济优势”作出系统部署。2021年10月，习近平总书记在中共中央政治局第三十四次集体学习时强调，要站在统筹“两个大局”的高度不断做强做优做大数字经济，把握数字经济发展趋势和规律，加强数字经济发展的理论研究，就涉及数字技术和数字经济发展的问題提出对策建议。^① 党的二十大

^① 参见《把握数字经济发展趋势和规律 推动我国数字经济健康发展》，《人民日报》2021年10月20日，第1版。

报告明确指出，要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群。^①

迅猛发展的数字经济也面临着一些现实挑战。一是在发展动力层面，技术史和产业史研究业已表明，将重大技术进步转化为长期发展动能，通常需要经历从技术到产业再到经济组织的一连串“创造性毁灭”。从全球范围看，主要经济体尤为重视通过数字产业组织的调整，释放数字技术的发展动能。二是在发展治理层面，由数字技术引发的“创造性毁灭”意味着既有均衡结构被打破，这为新兴领域带来大量投资机会，同时可能出现资本“无序扩张”甚至“野蛮生长”，对社会福利和消费者权益构成潜在威胁，也对各国的数字经济治理体系和治理能力提出了新挑战。三是在发展战略层面，我国既是世界上最大的发展中国家，也是全球数字经济引领性大国，发挥我国海量数据、应用场景和治理体系优势，推动数字经济与实体经济融合发展，赋能传统产业转型升级的意义尤为重大。

宏观的数字经济发展离不开微观主体的调整。上述现实挑战对数字经济微观理论提出了三个研究问题。第一，数据要素作为数字经济的核心生产要素已形成共识，如何从经济理论层面凝练数据要素与传统生产要素的关键特征差异，是加强数字经济理论研究的基础性问题。第二，数字经济中的经营企业（以下简称“数字企业”或“数字平台”）如何基于数据要素的微观经济学新特征进行决策，以及数字企业之间的策略互动如何驱动数字经济新产业、新业态、新模式发展，是把握数字经济发展趋势和规律的微观基础。第三，基于微观数字企业决策的理论探讨，如何立足一国发展阶段和特定的治理体系，通过不断完善制度体系，促进数字经济创新发展，将数字经济发展的潜在红利充分释放出来，是不断做强做优做大数字经济的重要路径。

本文基于对数字经济三个代表性应用场景的调研，结合数字经济研究文献的最新进展，尝试从数字经济微观理论建构及其应用两个层面加以探讨。首先，本文从电商这一典型的数字经济应用场景入手，分析数据转化为数据要素的机制，提炼数据要素参与数字企业生产的一般性微观经济学特征，并进一步推导数字企业最优决策、数据交易治理和数字基础设施供给等若干理论命题。其次，基于数据要素的一般性微观经济学特征在各应用场景中具有共通性，本文将这些理论命题运用至以无人驾驶、制造业数字化为代表的数字经济新场景，通过将数字技术方案转化为经济分析问题，分别探讨数字企业策略、数字经济模式创新，以及推动我国数字经济与实体经济融合发展中的制度供给等实践问题。

本文的边际创新体现在两个方面。一是提升数字经济理论研究的系统性。目前，

^① 参见习近平：《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告（2022年10月16日）》，北京：人民出版社，2022年，第30页。

诸多学科从不同视角对数据要素、数据资产、数据交易、数据市场制度建设等概念进行了积极且有益的探索。然而，这些概念环环相扣、层层递进，有必要按照一致逻辑对这些专题讨论加以综合。本文参照微观经济学的框架，按照数据要素、数字企业决策、数字产业组织、数字基础设施供给的脉络，探索性地提出一个数字经济微观理论分析框架。二是提升数字经济理论应用的一致性。既有研究通常集中于单个应用场景，或者数字产业化、产业数字化中的某一类型应用场景。本文借助理论命题，尝试甄别多个数字经济应用场景中的共性因素和数字经济发展面临的主要挑战，为推动我国数字经济健康发展提供系统性的学理支撑。

二、文献评述

首先需要说明的是，现有文献尚未就数字经济形成统一的定义，同时存在窄、宽两种口径。窄口径包括信息通信技术（ICT）货物和数字服务生产的相关经济活动，以及电子商务、数字音乐、数字金融、数字文化等数字经济特定业态。宽口径则将数字经济定义为围绕数据获取、加工、计算、运用、存储等活动所形成的新型经济形态。^① 本文旨在研究数字经济一般理论及其应用，故采用宽口径定义。

数字经济是新一轮科技革命和产业变革向纵深拓展的产物，早期数字经济发展的研究文献主要来自这一支文献。2012年以来，世界主要经济体推动经济结构调整的战略，向利用新兴技术推行“再工业化”和“制造业回流”收敛，“第三次工业革命”“新工业革命”“工业4.0”“第六次技术浪潮”和“第二次机器革命”等概念不胫而走。我国学者及时跟踪探讨了新工业革命的内涵、特征、趋势及对我国的影响，明确了大数据、人工智能、云计算、区块链和5G网络等新一代信息技术应用是新工业革命的重要驱动力，并将数字化、网络化、智能化确定为我国建设制造强国和构筑国家竞争新优势的主攻方向。还有学者持续跟踪比较了世界主要工业强国推动数字技术创新与应用的战略部署和政策动向，^②

① 窄口径数字经济文献参见张勋等：《数字经济、普惠金融与包容性增长》，《经济研究》2019年第8期；江小涓：《数字时代的技术与文化》，《中国社会科学》2021年第8期；张勋、万广华、吴海涛：《缩小数字鸿沟：中国特色数字金融发展》，《中国社会科学》2021年第8期。宽口径数字经济文献参见裴长洪、倪江飞、李越：《数字经济的政治经济学分析》，《财贸经济》2019年第9期。一些文献亦将窄口径和宽口径的数字经济分别对应数字产业化和产业数字化加以核算，参见续继、唐琦：《数字经济与国民经济核算文献评述》，《经济学动态》2019年第10期；许宪春、张美慧：《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》2020年第5期；蔡跃洲、牛新星：《中国数字经济增加值规模测算及结构分析》，《中国社会科学》2021年第11期。

② 参见中国社会科学院工业经济研究所课题组：《第三次工业革命与中国制造业的应对战略》，《学习与探索》2012年第9期；李金华：《德国“工业4.0”背景下中国制造强国的六大行动路径》，《南京社会科学》2016年第1期。

探讨了我国利用数字技术提高经济发展质量的思路和政策。^①

2017年前后，文献的研究重点转向数字技术影响经济发展的传导机制，在此过程中逐渐形成了数字经济的概念。宏观研究文献将数字技术纳入“标准”经济模型并调整相关变量和参数，研判数字技术对经济增长、生产率、就业、税收、收入分配和国际贸易等宏观变量的影响。^②需要指出的是，欧美发达国家基本完成了工业化进程，长期处于“稳态”，文献更关注数字经济对短期宏观经济变量的影响。而我国仍处于工业化后期，从高速增长阶段转向高质量发展阶段，学者们更关注数字经济对建设现代产业体系、推动供给侧结构性改革、畅通国民经济大循环等长期发展质量的影响。

产业研究文献在分析数字技术自身商业化的基础上，将其当作“赋能”其他产业的通用技术（GPT），即通过推动产业结构调整实现增长动能转换。^③有文献提出要将数字技术的潜在红利充分释放出来，需要技术转换、组织调整、技能配套之间形成创新“潮涌”，尤其是数据（或“数据+算法+芯片”“数据+算力+算法”）等关键要素的成本快速下降。^④近两年文献聚焦数据要素，提出了数据要素具有如非竞争性、非消耗性、非排他性、即时性、数据价值依赖于场景等诸多技术

① 参见黄群慧、贺俊：《“第三次工业革命”与中国经济发展战略调整——技术经济范式转变的视角》，《中国工业经济》2013年第1期。

② 2017年，美国国民经济研究局（NBER）组织了一系列人工智能影响生产率、增长、产业组织和就业的研究，代表了全球数字技术研究的前沿。该组论文参见 A. Agrawal, J. Gans and A. Goldfarb, eds., *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, Chicago: University of Chicago Press, 2019; D. Acemoglu and P. Restrepo, “Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation,” *The American Economic Review: Papers & Proceedings*, vol. 107, no. 5, 2017, pp. 174-179; C. Frey and M. Osborne, “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, 2017, pp. 254-280; 曹静、周亚林：《人工智能对经济的影响研究进展》，《经济学动态》2018年第1期；詹晓宁、欧阳永福：《数字经济下全球投资的新趋势与中国利用外资的新战略》，《管理世界》2018年第3期；吕越、谷玮、包群：《人工智能与中国企业参与全球价值链分工》，《中国工业经济》2020年第5期。

③ 参见 H. Varian, “Artificial Intelligence, Economics, and Industrial Organization,” in A. Agrawal, J. Gans and A. Goldfarb, eds., *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, pp. 399-419.

④ 参见 E. Brynjolfsson, D. Rock and C. Syverson, “Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics,” in A. Agrawal, J. Gans and A. Goldfarb, eds., *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, pp. 23-57; 黄阳华：《工业革命中生产组织方式变革的历史考察与展望——基于康德拉季耶夫长波的分析》，《中国人民大学学报》2016年第3期；杨虎涛：《人工智能、奇点时代与中国机遇》，《财经问题研究》2018年第12期。

经济特征，并在此基础上研究了数据成为生产要素的机制，^① 以及数据要素的确权、定价方法、估值、流通与市场体系建设等。^② 一些文献将数据要素技术经济特征与网络外部性、路径依赖（“锁定”）、平台组织、双（多）边市场等信息（网络）经济学的经典理论，^③ 或与大数据算法特征结合起来，为数字平台竞争与反垄断提供理论解释。^④ 还有文献探讨了数字技术在降低经济成本的同时产生的各类效应。^⑤

纵观十年来的数字经济发展研究文献，呈现出从数字技术的宏观影响向数据要素微观分析转变的特点，逐步在标准经济学体系中接纳数据要素带来的新变化。但现有文献仍有待在理论体系建构、跨应用场景研究和服务经济高质量发展目标等方面加以拓展。其一，现有文献归纳了数据要素的特征，探讨了定价等问题，但多局限于数据要素本身的讨论，尚未充分将其纳入标准的微观经济学体系，对其有别于传统生产要素的微观经济特征有待进一步提炼。相应地，数字企业基于数据要素的微观经济学新特征进行最优决策机制，进而对数字企业之间的策略性互动研究有待深入。其二，现有文献部分来自对前期数字技术研究的推导，部分来自对特定数字平台实践的归纳。然而，数据要素是数字经济的核心生产要素，有必要通过对不同数字经济应用场景的比较分析，提炼超越特定应用场景的共性因素，推动构建数字经济一般性理论。其三，现有文献较关注特定的数字产业化业态，而对更具颠覆性、对高质量发展更具意义的产业数字化研究较少。这一研究对象的选择性偏差，导致数字经济研究多关注微观和短期分析，对其长期潜能的探讨较为单薄。

① 有关文献综述参见徐翔、厉克奥博、田晓轩：《数据生产要素研究进展》，《经济学动态》2021 年第 4 期。

② 相关研究综述参见熊巧琴、汤珂：《数据要素的确权、交易和定价研究进展》，《经济学动态》2021 年第 2 期；欧阳日辉、杜青青：《数据要素定价机制的研究进展》，《经济学动态》2022 年第 2 期。

③ 参见 C. Shapiro and H. Varian, *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Boston: Harvard Business School Press, 1999, p. 174; J. Rochet and J. Tirole, “Platform Competition in Two-Sided Markets,” *Journal of European Economic Association*, vol. 1, no. 4, 2003, pp. 990-1029; J. Rochet and J. Tirole, “Two-Sided Market: A Progress Report,” *Rand Journal of Economics*, vol. 37, no. 3, 2006, pp. 645-667; M. Armstrong, “Competition in Two-Sides Markets,” *Rand Journal of Economics*, vol. 37, no. 3, 2006, pp. 668-691; 王勇等：《平台市场的最优分层设计》，《经济研究》2021 年第 7 期。

④ 参见熊鸿儒：《我国数字经济发展中的平台垄断及其治理策略》，《改革》2019 年第 7 期；孙晋：《数字平台的反垄断监管》，《中国社会科学》2021 年第 5 期；周文、韩文龙：《平台经济发展再审视：垄断与数字税新挑战》，《中国社会科学》2021 年第 3 期。

⑤ 有关研究综述可参见 A. Goldfarb and C. Tucker, “Digital Economics,” *Journal of Economic Literature*, vol. 57, no. 1, 2019, pp. 3-43.

为行文便利，这里参考一般定义和文献惯例，首先对若干概念进行界定。数据是指数字化记录的，可存储、传输或处理的信息或知识，经过一定的分析能够为决策提供支持。^① 数据资产形成于过去数据的积累，符合资产具有明确经济控制权归属、未来收益性且能够在一定期限内（如一年）被重复使用等的一般特征。数据资产进入数字企业生产函数后即转化为数据要素。换言之，数据资产是一个会计记账和统计核算的概念，而数据要素具有数字资产的属性，但比数据资产更为强调生产属性。数字企业配置数据要素的产出即为数字产品（或数字服务）。数字基础设施是指为数字企业生产或居民数字消费提供公共产品的支撑性设施。考虑到数字经济的特性，数字基础设施包括实体基础设施（如网络基础设施），以及数字企业生产所必需的制度基础设施（如牌照、许可等准入条件）。

三、微观视角下的数字经济理论：来自电商成长的理论启示

电商是全球网络经济向数字经济升级的先导，也是典型数字经济业态。我国电商的成长史，生动记录了本土数字经济的缘起与创新，其中关于数据要素的配置对后续数字经济的蓬勃发展产生了极强的示范效应，是数字经济研究的重要切入点。

（一）电商成长与数据成为具有独立性的生产要素

1999年，我国本土“个人对个人”（C2C）电商平台先行者E网成立，并于2003年被全球电商巨头eBay收购。2003年5月，T网创立，进入由E网主导的C2C市场。然而，在其后两年时间里，T网成长为我国最大C2C平台，而E网丧失大部分市场份额，形成了新进入者“赢家通吃”。鉴于两家电商平台处于同一国家、同一时期、同一相关市场，将这些“固定效应”剔除后，它们的成长差异可以由企业个体因素加以解释。笔者研究发现，这一差异集中体现在数字企业如何利用数据要素突破电商平台成长的关键障碍上。

退至20年前，电商平台成长面临的关键障碍有二。一是陌生人之间在线交易的信息不对称，如买家不充分掌握商品质量、性能、包装和配送等信息，卖家不确定买家收到商品后是否满意、能否如期付款以及负责任地给出相应评价等。^② 二是买卖双方在线交易之前既无法预见，交易之后权责亦难由仲裁、质检、司法部门等第三方裁定的或然事件大量存在，因而在线交易契约高度不完全。因此，在线交易的信息不对称和契约不完全，造成了买卖双方出现低信任

^① 参见许宪春、张钟文、胡亚茹：《数据资产统计与核算问题研究》，《管理世界》2022年第2期。

^② 关于平台中交易方的信息传递效率与产品质量选择，参见曲创、刘重阳：《平台竞争一定能提高信息匹配效率吗？——基于中国搜索引擎市场的分析》，《经济研究》2019年第8期。

度问题，对电商成长构成严重制约。虽然类似情况在线下市场早已有之，但在非面对面、低频率交易、高匹配随机性和弱监管的线上市场表现得尤为突出。在电商起步更早的发达国家，可借助相对成熟的个人征信、信用卡和商业保险等服务体系加以缓解，而彼时我国相关服务体系均不完善，故这种后来居上更依赖于本土化创新。

作为我国电商的先行者，E网曾探索了一套在线交易信任增进机制。在用户身份验证环节，E网从最初用户电子邮件确认注册升级为电话认证，后期再度升级为实名认证。在第三方托管和支付环节，E网所属的交易资金托管和保险基金等为平台交易提供担保服务。但eBay收购E网后，导入了其全球统一的直接支付模式。在盈利模式环节，E网依靠从平台交易中抽取佣金盈利。为防止交易双方绕开平台私下交易造成平台佣金流失，E网禁止并处罚交易方公开发布联系方式的行为。在数据要素配置环节，E网所收集、使用和存储的数据仅限平台内部使用。以今日世人对数字经济的认知观之，这套规则对数据要素的生成、积累和配置构成了诸多制约：（1）缺乏对用户身份认证信息的有效审核，数据要素的潜在附加值不高；（2）缺乏完备的支付担保和托管机制，交易数据和支付数据之间未能构建起“防火墙”，各类数据之间的融合缺乏安全保障；（3）禁止买卖双方直接沟通，限制了交易衍生数据的快速生成；（4）平台独占数据要素，制约了数据要素的流通和深度开发。因此，虽然E网是我国C2C市场的先行者，也曾导入过全球先行模式，但没有超越平台最基础的交易撮合功能，在解决在线交易低信任度上缺乏建树。

相比之下，T网更重视将数据要素作为解决在线交易低信任度问题的“钥匙”。在用户身份验证环节，T网要求注册用户提供实名和银行账户等信息，使其得以快速接入当时国内最主要、最完备的信用系统，显著提升用户身份数据的潜在价值。在第三方托管和支付环节，T网成立不久后便将其所属的担保服务Z分拆另立公司。随后，Z创新性地推出“全额赔付”“极速赔偿”等更具效力的交易担保服务，降低了在线交易的金融风险。在盈利模式环节，T网放弃了从平台交易中“抽佣”，允许买卖双方免费使用平台基本服务，且鼓励交易双方于售前售中售后直接在线沟通，并为此提供免费即时通信工具，吸引大量网店转入和新网店注册。随着平台上网店快速增加，吸引了更多买手使用该平台，而每增加一单位网店或者买手会提升平台既有网店或者买手的价值，再吸引更多的网店或者买手进入平台，触发了需求侧报酬递增，拓宽了在线交易衍生数据的生成渠道。在数据要素配置环节，与T网相关联的Z推出了诸多用户常用的便捷支付业务，突破了依赖单一电商平台生成数据的限制。随着电商平台衍生的专业数据在规模和种类上的加速积累，T网相继“孵化”出金融、物流、企业对个人（B2C）、二手物品等专业平台，共同参与数据的生成与数据要素的

综合配置。各细分平台上消费、销售、支付、物流、评价和金融等数据被汇总至统一数据中心后，数字企业通过对各类数据的综合分析，构建起一个基于数据要素的新型数字信用体系。数字企业还利用互补的数据要素更为完整准确地为用户“画像”，并从中发掘用户的潜在需求，形成数据生成—数据要素利用—信任完善—平台拓展—业态创新之间的正反馈，有效发挥数据要素的规模经济和范围经济，从而获得相对于单一平台的竞争优势。在此过程中，数据完成从技术形态向资本形态的转变，成为驱动平台拓展的数据要素。

综上，本案例集中反映了数字经济中数据要素的典型特征。第一，电商平台正是围绕数据的生成和数据要素的配置建立起新型数字信用体系，解决了传统生产要素未能解决的在线交易低信任度问题，确立了数据要素在数字经济中的独立乃至核心地位。正是在电商快速成长的示范效应下，大量新业态得以涌现，促成数据要素作为独立要素被拓展至更多数字经济业态。第二，数据要素赋予了网络外部性新的内涵。虽然在广告、软件、信用卡等传统市场中早已存在外部性及相关平台组织和双（多）边市场，但这些外部性源于软硬件之间的兼容性、标准与格式锁定、用户习惯与转换成本等因素。^①而在数字经济中，平台基于数据要素构建的信用体系成为网络外部性新来源。以上典型特征启示我们有必要深入剖析数据要素与传统生产要素的经济学特征差异，从学理上分析数字企业的决策模式及其后果。

（二）数据要素的微观经济学分析

1. “提效”：数据要素的生产率分析

按照数据生成和数据要素配置两个环节，可对前文案例中两家数字企业的策略性行为作进一步归纳。图 1 纵轴左侧与右侧分别表示数据的生成过程、数据要素的配置过程，因而纵轴也可以表示数据从技术形态向经济形态的转变。虽然新进入企业 T 网数据存量低，但通过平台规则设置，反使数据的积累速度快于在位企业 E 网，表现为 T 网的数据积累曲线更为陡峭（见纵轴的左侧）。给定其他条件不变，T 网通过对各类数据要素的高效配置，使得每增加一单位数据，生产效率提升更快（见纵轴的右侧），表现为数据要素边际生产率曲线更陡。

^① 参见 J. Rochet and J. Tirole, “Platform Competition in Two-Sided Markets,” pp. 990-1029; M. Armstrong, “Competition in Two-Sides Markets,” pp. 668-691; C. Shapiro and H. Varian, *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, pp. 183-186; J. Lipczynski, J. Wilson and J. Godbard, *Industrial Organization: Competition, Strategy and Policy*, Harlow: Pearson, 2017, p. 650.

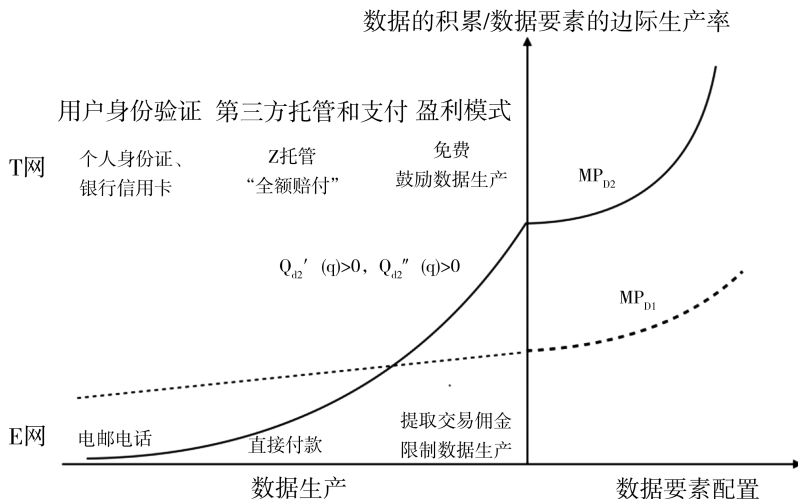


图 1 代表性企业数据生成与数据要素配置比较

注：图中的实线和虚线分别表示 T 网和 E 网。

对数字企业的生产率分析可得出两点理论含义。第一，相比于传统生产要素，数据要素在技术上可重复使用，^① 在生产过程中不仅不会被磨损消耗，^② 反而能够依托平台生成更多数据要素。这违背了自古典政治经济学以来基于传统生产要素的边际生产力递减假说。不失一般性，用 q 表示数字企业的产出水平，且数字企业的规模由 q 度量，那么数据要素的积累过程引致了规模报酬递增。第二，随着数据产品多样性增加，互补的数据要素所包含的信息和知识越多，平台企业开发新服务、衍生新平台的效率更高。在这种数据要素积累与平台拓展的动态关系中，数据要素既是平台的生产要素，又是驱动平台拓展的中间产品，从而在平台层面形成了内生增长模式，整体提高存量数据要素的边际生产率。用 Q_{di} 表示平台企业 i 的数据要素积累函数，则有一阶导数 $Q'_{di}(q) > 0$ 。^③ 依据数据要素成为数字企业规模报酬递增和范围经济的重要来源，用 $MP_{Di}(Q)$ 表示数据要素的边际生产率，又有 $MP'_{Di}(Q) > 0$ 。^④

设定数字产品的市场价格为 p_0 ，则有数字企业 i 的数据要素边际产品价值

① 参见 C. Jones and C. Tonetti, "Nonrivalry and the Economics of Data," *The American Economic Review*, vol. 110, no. 9, 2020, pp. 2819-2858; 申卫星：《论数据用益权》，《中国社会科学》2020 年第 11 期。

② 需要指出的是，如果某些数据具有强时效性，或存在数据冗余、非有效利用的情况，数据的增长会造成数据价值和生产率的无形折损。作为理论研究，本文仅分析数据得以有效利用的情形。

③ 下标 1、2 分别表示 E 网和 T 网，则有二阶导数 $Q''_{d2}(q) > Q''_{d1}(q)$ ；d、D 分别表示数据生产和数据要素配置环节。

④ T 网构建的生态系统有效提高了各类数据的边际生产率，则有二阶导数 $MP'_{D2}(Q) > MP'_{D1}(Q)$ 。

$VMP_i = MP_{D_i}(Q) \times p_0$ 。当 $MP'_{D_i}(Q) > 0$ ，则有 $VMP'_i > 0$ ，表明随着数据要素增加，数字企业的边际产品价值将加速增长。用 $R_i(q)$ 和 $MR_i(q)$ 分别表示收益和边际收益，则有 $VMP_i = MR_i(q(Q)) \times MP_{D_i}(Q)$ ，即数字企业配置数据要素的边际收益是关于其占有数据要素总量的增函数。^① 在此情形下，数字企业的边际收益曲线不再是“标准”边际报酬递减假说下的向右下方倾斜，而是向右上方倾斜（见图 2），则有：

命题 1：数据要素可被重复使用，会随着数字企业规模的扩张生成更多数据要素，引致边际生产率和边际收益递增。

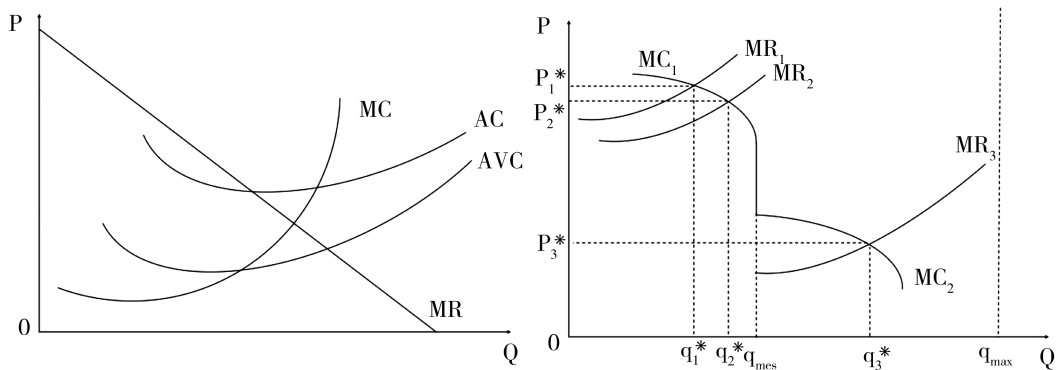


图 2 标准经济学（左图）和数字企业决策均衡（右图）

2. “降本”：数据要素的成本分析

考虑到数字企业的数据要素成本主要表现为针对数据传送、存储和算力的固定投资成本 C_0 ，如数据中心的机房、主机、存储、机柜、配电等硬件或固定计费的宽带租赁、算法费用，可将 C_0 作为“不可见的”数据要素成本的代理变量， C 、 MC 分别表示成本和边际成本。给定短期技术不变，数字企业进行了固定投资 C_0 ，相应给定了数据要素最大配置能力及数字产品的最大产能 q_{max} ：当 $q \in [0, q_{max}]$ ，企业无需追加数据固定投资，此时数字产品的边际成本是递减的，有 $MC'(q) \leq 0$ ；当产量突破 q_{max} 后，企业需追加固定成本投入，导致边际成本发生变动。可见，不同于标准经济模型中企业边际成本曲线向右上方倾斜，数字企业的边际成本曲线是向右下方倾斜的。更为重要的是，以上电商竞争案例还表明，一旦某个企业的产出规模 q 突破需求侧报酬递增所需的“最小有效规模”（minimum efficient scale, q_{mes} ）后，导致边际成本出现断点，即 q_{mes} 右侧的边际成本曲线显著低于左侧（见图 2），

$$\textcircled{1} \quad \frac{\partial MR}{\partial Q} = \frac{\partial MR}{\partial q} \times \frac{\partial q}{\partial Q} = \frac{\frac{\partial VMP}{\partial Q} \times MP_{D_i} + VPM \times \frac{\partial MP}{\partial Q}}{MP_{D_i}^2} \times \frac{\partial q}{\partial Q}, \quad \text{当 } \frac{\partial VMP}{\partial Q} > 0, \frac{\partial MP}{\partial Q} > 0, \text{ 则有 } \frac{\partial MR}{\partial Q} > 0.$$

从而获得“赢家通吃”的成本优势，则有：

命题 2：在给定固定成本所决定的最大产能内，数字企业配置数据要素的边际成本递减，且边际成本曲线在“最小有效规模”处出现断点。

3. 数字企业最优决策和策略性行为

如图 2 所示，给定数字企业的边际成本，当边际收益曲线从 MR_1 向右移动到 MR_2 时，企业按照边际原则的最优决策变动出现“价降量增”（ $p_2^* < p_1^*$ ，且 $q_2^* > q_1^*$ ）。当 MR_2 继续向右移动到处于 q_{mes} 右侧的 MR_3 时，数字企业最优决策处价降量增的程度尤为明显。因此，谋求率先突破 q_{mes} 成为数字企业占优策略。若数字企业的产出规模与平台销售额、活跃用户数、点击量、使用时长等经营指标成正比，则它们惯用的“新手福利”“免费使用”“用户红包”“流量网红”“百亿补贴”“烧钱”等竞争策略皆可用 q_{mes} 加以解释。^① 显而易见的是，数字企业的数据要素积累到一定规模，是其生产突破 q_{mes} 的必要条件。因而，数字企业之间的竞争不是标准模型中的产品价格或者产量竞争，而是围绕数据积累与数据要素配置的“数据锦标赛”。不同于传统生产过程，数据积累及数据要素配置均发生在特定平台上，数据要素与平台之间的互动关系直接影响到数据要素的最优配置和平台“数据锦标赛”的结果。这意味着对数字企业决策的研究，单一分析数据要素或单一研究平台都难以全面准确把握其最优策略，则有：

命题 3：数字平台之间的竞争是围绕数据要素的“数据锦标赛”，不同应用场景中的“数据+平台”架构成为数字经济的基本分析单元。

对于“数据+平台”架构，经典的企业理论提供了两方面的启示。第一，从企业边界看，“数据+平台”架构可分为两种模式。一是一体化模式，即数据要素与平台高度一体化，或者平台可以低成本地将数据要素内部化，降低甚至完全取消数据要素与平台之间的数据交易，平台通过非市场交易的方式（如计划、指令等）配置数据要素。二是交易型模式，即数据要素与平台分属边界清晰的所有者，或平台将数据要素内部化的成本过高，又或数据要素与平台纵向一体化受反垄断限制，使得架构的形成与运营依赖于数据资产与平台之间的市场交易，那么相应的交易效率决定了平台的生产率。又根据命题 2，两种模式分别对应两个企业决策问题：对于一体化模式，企业决策问题是平台如何依据“最小有效规模”原则谋求竞争优势；对于交易型模式，则是如何选择有效的交易治理结构支持平台突破 q_{mes} 点。

第二，从企业治理看，在特定“数据+平台”架构中，数据要素与平台的生产

^① 参见江小涓：《高度联通社会中的资源重组与服务业增长》，《经济研究》2017 年第 3 期；王勇等：《流量博弈与流量数据的最优定价——基于电子商务平台的视角》，《管理世界》2022 年第 8 期。

率不仅取决于单方面的投资，还取决于另一方投资的匹配程度，^① 即二者是一对互补性资产；因技术标准、数据格式和合同条款等原因，数据要素或平台转为他用时可能出现价值折损，使得二者构成一对关系专用性资产。这些特征造成交易型模式中的数据要素与平台之间的交易契约是不完全的，相关主体的投资激励受到机会主义行为和“敲竹杠”风险的抑制，^② 并影响数字经济新产品、新业态、新模式的实现程度，则有：

命题 4：数字经济各业态的发展水平，取决于特定应用场景中“数据+平台”架构下数据交易治理效率。

针对包含专用性资产的不完全契约，主流企业理论推崇通过企业间一体化避免事后重新谈判，限制机会主义行为，增强相关主体的投资激励。代表性的 GHM 模型主张由实物资产所有者占有交易的剩余控制权。但是，该主张在数字经济时代面临着现实挑战：一是数据资产是一种非实物资产，如交由实物资产所有者占有剩余控制权，无异于取消数据要素作为数字经济核心要素的地位，将严重抑制数据要素所有者的投资激励；二是数字经济中数据要素与平台资产之间存在内生增长模式，二者的准租创造及其分配变得复杂，重新谈判成本也更高；三是在交易型模式下，数据要素与平台资产一体化通常意味着面临反垄断的限制。总之，数字经济中数据交易治理有必要突破主流企业理论，从现实层面寻找更具效率的新模式。

需要指出的是，我国电商的快速发展除了得益于本土企业利用数据要素进行创新，还离不开数字基础设施的有效供给。一方面，我国互联网基础设施的适度超前投资和升级换代，为数字企业节约了大量网络建设和运营的“重资产”投入成本。另一方面，在包容审慎的原则下，监管部门为平台新业态的发展提供了市场准入政策，提高了数据要素的便利性和安全性。这些数字基础设施的有效供给，显著降低了数字企业采集数据和配置数据要素的成本，在数字经济新业态的成长中发挥了重要的促进作用，则有：

命题 5：数字经济成本的降低，还依赖于相应数字基础设施的匹配程度。

按照这些理论命题，可对我国以电商为代表的数字平台成长经验作以下概括：

① 参见 C. Shapiro and H. Varian, *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Boston: Harvard Business School Press, 1999, p. 3.

② 参见 O. Williamson, “The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach,” *The American Journal of Sociology*, vol. 87, no. 3, 1981, pp. 548-577; S. Grossman and O. Hart, “The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration,” *Journal of Political Economy*, vol. 94, no. 4, 1986, pp. 691-719; O. Hart and J. Moore, “Property Rights and the Nature of the Firm,” *Journal of Political Economy*, vol. 98, no. 6, 1990, pp. 1119-1158.

在企业层面，数字企业创新性地发挥了数据要素的规模经济和范围经济（命题1和命题2），实现了平台规模快速增长和多样化拓展；在产业层面，平台通过一体化的“数据+平台”架构，形成了有效的数据交易治理结构（命题3和命题4）；在国家层面，各级政府提供的数字基础设施有效降低了数据综合成本（命题5）。

值得说明的是，命题1、命题2关于数据要素的微观经济学特征，命题3关于数字企业基于数据要素微观经济学特征的决策原则，均具有理论的一般性，因而适用于不同的数字经济应用场景。命题4关于数据交易治理，因不同应用场景中“数据+平台”架构的模式不同，特别是数据要素的来源和主体具有多样性，需要加以具体分析。命题5关于一国数字基础设施的供给，由于不同国家不仅在网络基础设施供给主体、供给方式、服务内容等方面可能存在不同，还在数字经济准入条件、监管取向的制度方面不完全一致，因而具有国别差异。在这些理论命题的指导下，研究者可针对不同数字经济应用场景进行逻辑一致的分析，以强化对数字经济发展的规律性认识。

四、数字经济理论应用：以无人驾驶和制造业数字化为例

对我国而言，充分发挥数字技术对经济发展的放大、叠加、倍增作用，不仅在于电商等数字产业的发展，更在于利用数字技术对传统产业进行全方位、全链条改造，推进产业数字化取得实质性突破。本节应用前文提出的数字经济理论命题，基于无人驾驶和制造业数字化两个前沿应用场景中的企业实践，探讨产业数字化发展中的商业模式创新与数据治理体系建设等前沿问题。虽然前文提炼的理论命题来自对电商的提炼，但数据要素的微观经济学特征以及企业配置数据要素的最优决策并不存在场景差异，因而适合作为本节分析的基础。

（一）数字经济商业模式创新中的数据交易治理：无人驾驶的探索

在各类数字经济新业态中，无人驾驶是数字技术与汽车业融合的产物，是多项代表性数字技术的集大成者，被认为是产业数字化的引领性应用场景之一。汽车业还是第二次工业革命的主导产业，在百年发展史中形成了极为复杂的产业链，其数字化转型对其他行业具有很强的示范效应。同时，无人驾驶商业模式创新中的治理问题，在其他数字经济业态中亦有不同程度的反映。

1. 经济学视角下无人驾驶的数字产品（服务）生产

当前主导的无人驾驶解决方案包括两个紧密嵌套的子系统：一是在车辆上加载数据生成和交互软硬件，实时获取、存储、传送车、路、人等各类数据；二是车辆采集的数据经加工、存储、分析后形成的数据要素，与无人驾驶云平台实时交互，自动生成车辆驾驶指令，实现对传统驾驶操作不同程度的替代，对应不同等级的无

人驾驶。参考上述电商案例的分析，可以按照数据生产与数据要素配置过程，将两个子系统视为一个由车辆数据要素与无人驾驶平台构成的“数据+平台”架构。^①从技术上讲，无人驾驶平台的发展依赖车辆所提供的数据，以及平台转化和配置数据要素的效率。因而无人驾驶与前文电商和用户之间的数据要素流通具有相似之处，可利用前文的理论命题加以经济分析。

根据命题 1、命题 2 和命题 3 可知，无人驾驶平台企业通过道路实测或模拟积累的数据要素量越大、种类越多，越可能获取数据要素的规模经济和范围经济，提高平台的“训练”效率；无人驾驶平台提供的数据服务越多，不仅可以作为数据要素投入参与平台的生产过程，还可能吸引更多车辆进入平台，拓展平台的数据要素来源；当某一无人驾驶平台的数据要素率先突破“最小有效规模”后，将具备实现商用服务的技术经济条件，因而平台竞争也是“数据锦标赛”。又根据命题 4，无人驾驶“数据+平台”架构具有两个特点。其一，无人驾驶数据只有通过平台集中转化为可配置的数据要素，才能最大化各类数据要素的准租。而无人驾驶平台效率的提升，依赖于各类数据要素的集中配置，因而此时的数据要素与平台是一对互补性资产。其二，在无人驾驶主导标准形成之前，各平台构建的“数据+平台”架构存在技术标准、数据格式和合同条款等诸多差异，特定无人驾驶平台中的数据要素和平台资产转为他用时面临价值折损，因而二者还是关系专用性资产。

但是，无人驾驶平台所涉的数据种类更广、专业化程度更高，数据资产的权属极为复杂。^②因而，无人驾驶的“数据+平台”架构偏向于交易型模式，涉及各类数据要素与平台之间的数据交易契约治理。更进一步地，无人驾驶技术进步、市场和政策环境还存在较大不确定性，易造成数据要素和平台资产所有者的有限理性，在交易前难以穷尽无人驾驶服务的规模及分配方案。可见，利用本文提出的理论命题，将无人驾驶技术解决方案转化为数据交易的不完全契约问题，表明无人驾驶的创新不仅取决于技术进步，还受制于“数据+平台”架构中的数据要素建立起有效交易治理，从而激发各主体对数据要素和平台的投资激励。若这一问题未能得到有效解决，技术进步的潜力难以转化为现实的产业发展。

对于此类交易治理问题，现有理论存在两种思路。一种思路是新产权理论主张通过明晰剩余控制权降低交易方的机会主义行为，如通过纵向一体化将交易成本内

① 该架构集中体现了数字技术参与数据服务生产的过程：5G 网络提供高速率、低时延的数据传输服务，促进大容量、实时、多格式的数据集成为大数据；人工智能借助算力和算法改善数据的采集和存储方式，通过大数据分析转化为具有经济价值的数据资产；云计算通过分布式服务器分发数据计算任务和综合数据计算结果。因此，无人驾驶在数字经济发展中是具有典型意义的应用场景。

② 例如，车辆所有者的数据属于车主，导航数据可能属于专业数据企业，交通和路况数据属于公共管理部门。

部化,^① 或者由一方“买断”契约未尽的剩余权利,使得“数据+平台”架构转变成一体化模式。^② 沿此思路,解决无人驾驶“数据+平台”架构中的数据交易问题,应由数据要素的所有者或平台资产的所有者占有无人驾驶服务,使其成为具有竞争性和排他性的私人物品。然而,现实中数据服务的确权方式、取得、转让和消灭等尚处于探索阶段,且无人驾驶平台所涉的专业数据如此之多,纵向一体化受平台反垄断监管限制。这使得该理论思路在数字经济实践中存在一定困难,要求无人驾驶平台探索不同于前文电商平台的数据交易治理结构。

另一种思路来自以埃莉诺·奥斯特罗姆(Elinor Ostrom)为代表的多中心治理学派对物品类型的拓展。该理论将新古典经济学按照排他性和竞争性划分商品类型的方法,修改为按照排他性和减损性重新分类,将物品分为私人物品、公共物品、俱乐部物品和公共池物品四个类型(见下表)。前者指排除他人获取某资源的难易程度,后者指某一用户使用资源对他人可用资源的减损程度。^③ 现有文献关于数据及其数字产品(服务)的分类,基本延续新古典经济学的排他性和竞争性两分法,^④ 但由于数据服务相比于传统物品具有突出的非减损性,多中心治理学派为研究以无人驾驶为代表的交易型“数据+平台”架构中的数据交易治理拓宽了理论视野。

2. 数据产品(服务)的二元性及对平台商业模式多样性的理论解释

从实践情况看,当前中外无人驾驶企业可分为两个类别:互联网企业“跨界”汽车业发展无人驾驶,或传统汽车企业利用数字技术提升车辆的智能化水平。

在互联网企业方面,代表性企业有谷歌母公司所属无人驾驶平台(Waymo)和百度自动驾驶平台(Apollo)。相比于传统车企,这些互联网企业在数据要素和算法方面具有明显优势,其占优策略是利用数据要素优势优化无人驾驶平台,再通过平台为车辆提供数据服务实现创新收益。在企业层面,Waymo不仅起步更早,在数据要素存量和增速方面具有先发优势,且其母公司旗下操作系统、高精地图、语音服务及应用商店等可为其提供专业数据支持,因而该“数据+平台”架构在无人驾驶中倾向于一体化模式。基于该架构,Waymo可能与各汽车制造商(或服务商)合作,将无人驾驶系统加载在车辆上,通过收取系统授权费和增值服务费获利。平台

① 参见 B. Klein, R. Crawford and A. Alchian, “Vertical Integration, Appropriable Rents and the Competitive Contracting Process,” *Journal of Law and Economics*, vol. 21, no. 2, 1978, pp. 297-326.

② 参见 S. Grossman and O. Hart, “The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical Lateral Integration,” pp. 691-719; O. Hart and J. Moore, “Property Rights and the Nature of the Firm,” pp. 1119-1158.

③ 参见 E. Ostrom, *Understanding Institutional Diversity*, Princeton: Princeton University Press, 2005, pp. 24-25.

④ 参见 C. Jones and C. Tonetti, “Nonrivalry and the Economics of Data,” pp. 2819-2858.

提供的无人驾驶数据服务不仅具有低减损性，还易排除非合作用户获取服务，对应的是俱乐部物品。Apollo 平台作为新进入者，为了在“数据锦标赛”中缩小与先发平台的差距，采取了开放平台框架的策略，即通过统一接口，开放环境感知、路径规划、车辆控制、车载操作系统等功能的代码，为参与方提供开发测试平台。在该模式下，平台通过为其合作方提供数据服务，交换各类合作方的“分享”数据，以此拓宽数据的来源并提升数据要素的配置效率，加快平台算法优化。可见，互联网企业发展无人驾驶平台的相同之处，均在于发挥数据服务的低减损性；差异在于与 Waymo 平台下的数据服务俱乐部物品相比，Apollo 平台中数据服务属于公共物品。

汽车企业虽然掌握着大量的车辆实物资产，但占有的数据要素规模和种类都明显落后于互联网企业，故其策略是以车辆资产为载体，补齐数据要素配置的不足。这类企业的差异，主要体现在汽车制造企业与服务企业之间。汽车制造企业（典型代表如特斯拉）通过在其自产车辆上加载无人驾驶系统，让车主有选择地控制汽车，逐步提升车辆的自主水平，且优先将无人驾驶服务用于自产车辆使用。该模式下，数据服务的减损性较高和排除他人使用的难度较低，因而接近于私人物品。汽车服务企业（典型代表如网约车平台优步）依托其在用户出行、司乘人员和出行场景的数据要素优势发展无人驾驶服务平台，通过将其加载在接入平台的车辆上为乘客提供无人驾驶出行服务获利。因汽车服务企业主要通过接入平台的而非其实际占有的网约车为乘客间接提供服务，且已应答的网约车在为某一用户服务期内不可为其他用户使用，因而该模式下数据服务减损性和排除他人使用的难度均较高，接近于公共池物品。

数据服务二元性与无人驾驶商业典型模式比较表

		减损性	
		低	高
排除他人使用的难度	低	俱乐部物品 (如剧院、日托中心) 封闭互联网企业平台：Waymo	私人物品 (如食物、衣服) 汽车制造企业平台：特斯拉
	高	公共物品 (如和平、国防、知识、防火) 开放互联网企业平台：Apollo	公共池物品 (如地下水、渔场、森林) 汽车服务企业平台：优步

资料来源：作者自行整理。

以上四种无人驾驶平台的数据治理模式，分别对应着平台提供数据服务的四种组合。可见，企业在发展无人驾驶平台中形成的“数字+平台”架构，既有通过积累数据要素优化平台的相同之处，又存在平台根据其自身的数据要素禀赋优势，选择了差异化的数据交易治理方式和数据服务盈利模式，外在表现为差异化的商业模式。因此，上文的理论命题为数字经济商业模式创新提供了新的理论解释。第一，

虽然数字技术解决方案颇为复杂，代表性平台差异化的数据产品（服务）生产及盈利模式，取决于其在数据要素总量、种类等方面的禀赋优势，选择有效的数据要素和平台资产的治理模式，将数据要素的准租发挥出来。第二，上述四种模式中仅有一种模式（私人物品）符合新产权理论，更多的新模式“偏离”了该理论。可见，由于数据要素和数字服务的新特征，在技术和法律层面难以对其确权的情况下，平台及其参与者、服务提供商、数据经营者、用户为了有效创造和分配数据要素的动态租金，可以通过多样化的选择与匹配探索共有产权模式。第三，完全市场与外部实施者（如政府）之间存在着较大的自主治理空间，政府作为监管者应在划定经济安全、维护公平竞争、保护用户隐私等“底线”和“红线”的原则下，鼓励平台企业模式创新竞争，更有效率地实现发展与规范治理之间的平衡。以上理论启示，还可为远程医疗、智能制造、数字供应链、智慧园区、智慧能源等应用场景提供可行的研究路径。

（二）数据治理体系建设：来自制造业数字化转型的启示

促进数字经济与实体经济融合发展，推动传统产业数字化转型是构建现代化经济体系的重点领域。近年来，我国在行业、地区层面加快发展制造业数字化。借助前文提出的理论命题，结合典型制造业企业的调研，可从理论层面探讨促进数字经济与实体经济融合发展的关键制度建设。

1. 制造业数字化转型中的数据交易与治理

利用前文的理论命题，可以比较制造业数字化与服务业数字化的异同之处。二者的相同之处在于，企业均发挥了数据要素的边际收益递增和边际成本递减的特征，并致力于构建有利于数据要素高效率配置的“数据+平台”架构以提升自身盈利性。不同之处体现在数据要素、“数据+平台”架构和数字基础设施三个方面。第一，我国服务业数字化起步早，消费、金融、物流和个人用户的人口学特征数据标准化程度高，易于采集、积累、整理和利用，更易达到平台快速成长所需的“最小有效规模”。而制造业信息化、网络化、数字化起步晚、工业数据存量小，各行业的工业数据标准化程度低，行业之间差距较大，数据要素积累较慢，跨行业数据整合难度相对大，突破“最小有效规模”相对更难。第二，我国在服务业数字化主要领域的“数据+平台”架构基本成型，为新进入企业提供了数字身份、数字信用和数字金融等基础性平台。而包括我国在内的全球制造业数字化，还没有形成主导型的工业互联网平台参考架构，必须从利用构建工业互联网平台起步。第三，服务业数字化可依托手机、平板电脑等小型移动终端加以连接，专用性投资较小，准入门槛较低，易于形成网络外部性和基础设施之间的正反馈。而制造业数字化需要围绕不可移动的固定设备、大型成套装置乃至整个场址（如工厂、港口、矿山等）部署高速率、低时延的网络基础设施，专用性投资较大，准入门槛较高，对新型基础设施建设的

需求也更高。^①

这些差异决定了制造业数字化转型，难以简单“复制”服务业数字化发展的经验。随着新一轮科技革命和产业变革迅猛发展，制造业数字化仍是全球数字化合作与竞争的重点，也是未来全球科技和产业竞争、政策博弈的制高点。相比于工业强国，我国仍未全面实现工业现代化，传统产业占比大、分布广，制造业数字化转型面临的现实挑战更为复杂，如何发挥治理体系和制度优势，建立有利于推动制造业数字化转型的制度体系尤为必要与迫切。

此处重点对制造业企业 A 的案例研究加以论述。A 企业是一家拥有近 90 年历史的大型装备制造企业，其主营业务是为能源、化工、冶金、环保等下游装备企业（以下统称“B 企业”）提供鼓风机、压缩机等专用设备，并负责设备的售后运维服务。在传统模式下，A 企业出售的设备越多，运维服务团队也越大。随着我国劳动力成本持续上升，尽管 A 企业在生产制造环节逐步实施“机器换人”，减少生产性劳动力成本支出，但因售后服务劳动效率提升缓慢，企业的服务性劳动力成本不断提高，推动用工总成本上升。如何提高运维服务人员的效率，成为 A 企业数字化转型的决策目标。A 企业探索的数字化转型方案，是在售出的设备上加载传感和感知设备，实时采集、存储、传送、分析设备的运行数据要素，搭建具备快速感知、实时监测、超前预警能力的工业互联网平台，实现设备运行故障发生前预警、发生中诊断、发生后自动生成最优维护保障方案，从而提高售后服务效率。这一解决方案围绕数据的采集与数据要素的配置展开，实现传统生产要素无法完成的功能。可见，A 企业面临的问题正是大量制造业企业的共同挑战：在数字经济时代，传统制造业企业仅在制造环节提升自动化水平，并不足以应对传统比较优势趋弱的挑战，需要全流程提高其要素生产率。A 企业意在制造业领域构建“数据+平台”架构，利用数据要素融合传统模式下相对割裂的制造环节与服务环节，正是当前中外诸多制造业企业探索的服务型制造模式，在实践中遇到的挑战既有全球制造业转型的共性问题，又有我国的特定问题。

利用前文提出的理论命题，可将调研中企业面临的现实问题，归纳为三个方面。一是根据命题 1 和命题 2，A 企业构建的工业互联网平台要实现数据要素与平台之间的正反馈机制，应满足两个必要条件：（1）采集的工业数据要素量足够大、种类足够多，能够利用数据要素的规模经济和范围经济明显提升平台的数据要素配置效率；（2）为 B 企业提供的数据服务应足够大，以便有效突破数据服务边际成本快速下降所需的“最小有效规模”。由于 A 企业所提供的专用设备，通常需要根据 B 企业的行业和生产工艺加以定制。在缺乏工业数据格式标准的情况下，A 企业从不同用户企业采集的工业数据格式不一，清理数据所耗费的成本随数据量剧增。简

^① 这些差异体现在理论命题的应用层面，不影响理论命题本身的成立。

而言之，我国较低的工业数据标准化水平导致从数据到数据要素的转化率低，推高了制造业数字化转型成本。

二是根据命题 3 和命题 4，A、B 企业是相互独立的上下游企业，该工业互联网的“数据+平台”架构属于交易型模式，其中的数据交易面临着与无人驾驶类似的问题。(1) A 企业在出售给 B 企业的专用设备上进行数据采集和分析软硬件投资，形成了关系专用性资产；B 企业向 A 企业开放设备数据，经 A 企业转化为数据要素后投入工业互联网平台的构建，同样形成了关系专用性资产，故双方都具备实施机会主义行为的动机。(2) 制造业数字化在技术上和组织层面都存在不确定性，需要双方对数据要素的“准租”规模和分配方式进行再谈判，因而数据交易成本极高。(3) B 企业的设备数据直接关系到生产效率与安全，在缺乏工业数据安全保障体系的情况下，其开放数据的意愿很低。在此情况下，工业数据安全风险系数成为推高 A、B 企业数据交易成本的“乘数”，造成 A 企业面临“数据开放激励低—数据要素积累速度低—平台投资激励不足—数据开放激励低下”的低水平循环。

三是根据命题 5，企业 A 构建的“数据+平台”架构还需根据 B 企业的工况条件进行必要的工业网络基础设施投资，通常引入第三方网络服务供应商。在 A、B 企业尚未形成有效的数据交易治理结构的前提下，第三方网络服务供应商投资工业网络的收益模式与规模并不明确，其参与约束与激励相容条件亦难以具备，这进一步提高了工业互联网平台的数据成本，导致我国虽在 5G 技术和网络基础设施建设方面处于全球领先地位，但对制造业数字化转型的推动作用还未充分释放。

综上，虽然制约我国工业互联网平台的因素较多，但由数据标准化成本、数据交易成本和数据基础设施建设成本等构成的数据要素“基准”成本居高不下，直接造成制造业企业数字化转型成本高昂。显然，这些与数据要素密切相关的“新”成本，远超现有文献从数字产业化中归纳的搜寻、复制、运输、追踪和验证等“旧”成本。通过完善数据治理体系降低“新”成本，成为推动数字经济与实体经济融合发展的重点。

2. 关于完善数据治理体系的讨论

进一步分析以上数据标准化成本、数据交易成本和数据基础设施建设成本的形成机制，可以发现它们均与一国的数据治理体系密切相关。第一，数据标准化是全球共同面临的新问题，特别是我国工业标准体系建设长期滞后。从全球工业史来看，制造业通常经历机械化、自动化、信息化、数字化几个阶段，这也是工业标准化水平不断提高的过程。我国用几十年时间走完了发达国家几百年的工业化历程，但与长期致力于工业标准体系建设的工业强国相比，^① 还有不小差距。在世界制造业数

^① 以德国为例，2010 年德国政府发布《国家高技术战略 2020》将“加强标准化建设”作为全流程优化创新环境的主要政策工具之一。2013 年，德国提出的“工业 4.0 计划”将智能制造的标准化列为 8 项重点工作之一。2017 年，德国与日本联合发布《汉诺威宣言》，加强数据格式标准化领域的合作。

数字化进程中，我国工业数据标准化建设滞后的弱项更为凸显，成为制约我国建设制造强国的短板之一。第二，制造业企业对数据安全流通的担忧，折射出两个制度性问题。一是相比于服务业领域日渐完备的数据安全保障，工业领域的数据安全保障体系建设还处于起步阶段。而工业数据的经济性、安全性及危害性通常高于个人数据，数据安全保障系统的缺失造成企业间数据流通潜在风险较高。二是目前对数据确权的讨论，主要关注数据（库）版权（著作权）、个人侵权保护、数据接入协议、用益权等自然人数据权利的界定，而对数字经济与实体经济融合背景下日益重要的法人数据确权制度建设明显滞后，导致企业间交易的谈判成本居高不下，数据要素的流通受限。第三，各国数字基础设施建设成本受频谱资源分配、网络制式标准、商用牌照发放等制度安排的影响。由于工业领域缺乏明确的新一代高速互联网部署“时间表”，以及可供企业灵活选择的工业互联网“套餐”，企业难以对数字化转型作出合理投资预期和安排，出现数字基础设施建设滞后造成的工业数据综合成本较高。可见，制造业数字化转型中的数据成本，在一定程度上反映了一国的数据治理体系效能。推动制造业数字化转型既需要企业的持续创新，还需要通过完善一国数字经济治理体系和治理能力，降低企业特别是中小企业数字化转型的数据制度成本。这可能成为世界数字化时代产业竞争优势的重要来源。

在国家“十四五”规划纲要关于建立健全数据要素市场规则的总体部署下，可将以下制度建设作为完善数据治理体系的突破口。一是以制造业数字化转型为契机，推动建立行业性或全国性工业数据标准和规范，作为数字化时代的一项必要数字基础设施，有效降低制造业企业的数据采集和整理成本，加速数据要素积累，从而提高数据要素的潜在生产率。二是加快建立统一的工业数据安全保障体系。从历史经验看，劳动、土地和资本等传统生产要素的市场体系建设和高效配置，都离不开专门的安全保护部门和风险监管体系。数据要素成为数字经济时代的核心要素，势必要求研究建立综合性的数据安全监管部门。^①同时，在自然人的数据立法基础上增加保障法人数据安全的立法、执法维度。三是加强制造强国建设战略与国家大数据战略之间的协同，通过优化考核指标，推动国有基础电信运营商适度超前投资产业数字基础设施，为微观企业探索可行的数字化转型路径提供基础设施支撑。这些体制机制建设对各国而言都是处于探索阶段，我国以加强制度建设率先形成具有全球引领性的“最佳实践”，对提升我国数字经济竞争与合作优势具有重要意义。

余 论

本文旨在融通数字经济基础理论与应用研究。立足对数字经济多个代表性应用

^① 2022年7月，国务院同意建立数字经济发展部际联席会议制度，为建设国家数字经济安全监管专职机构（如中国数字经济监督管理委员会）提供了体制机制可能性。

场景中企业创新发展实践的调研，从数据要素作为数字经济核心要素的微观经济学特征入手，归纳推导数字企业决策、数字产业组织及数字基础设施供给等基本理论命题，创新性地将“场景”“数据+平台”架构等新特征纳入经济学理论，为剖析数字经济新现象提供了一个可操作的分析框架。同时，应用这些理论命题，可以将多个应用场景中的数字技术解决方案转化为经济分析问题，重点探讨数字经济商业模式创新的底层理论逻辑，对数字经济与实体经济融合发展面临的现实挑战进行理论归纳，就数字经济创新与监管，以及完善数据治理体系等现实问题提出新的理论思路。

以上关于数字经济理论建构与应用的研究表明，既有经济学概念和分析工具仍然适用于数字经济研究，加强数字经济发展理论研究不一定要另起炉灶，重点与难点在于加强对数字企业创新实践的调查研究，及时按照数字企业的创新实践修正相关假设和定理，有效增强经济理论对数字经济发展实践的相关性和适用性，为纷繁芜杂的数字经济新现象提供系统且一致的理论解释。沿此思路，通过不断积累数字经济实践研究素材，逐步校正理论命题，有望形成包含数字经济生产、数字产业组织、数字发展经济学等在内的新的知识体系。

数字经济无疑是当前哲学社会科学、文理交叉学科最受关注的主题。近年来，经济学、法学、社会学、公共管理、政治学及新闻传播学等学科进行了积极且有益的探索。正如本文所示，数字经济发展中面临的诸多研究问题环环相扣、层层递进，分学科的专题分析或不足以把握数字经济全貌，亟须按照一致的理论逻辑对现有专题分析加以综合，为数字经济跨领域、跨学科对话提供必要的理论基础。

即便是在同一应用场景中，中外数字企业的决策与竞争行为也存在一定差异；即便是面对相似的政策问题，各国的发展阶段、战略目标和治理体系等亦有不同。在加强数字经济理论研究时，对促进数字经济发展的共性问题，应加强国际经验借鉴；对推动我国数字经济健康发展，特别是利用数字经济推动高质量发展的个性问题，则需立足中国特色社会主义现代化国家的建设目标开展自主性研究，为充分发挥数字经济在构建新发展格局、建设现代化经济体系进而构筑国家竞争新优势的关键作用，提供坚实学理支撑。

〔责任编辑：张天悦〕