

【数字经济】

数据驱动决策优化机制及其福利效应

李 权 贺 梅

摘 要：从技术、政策、运作机制多维度探讨了数字化转型背景下数据驱动决策优化的机制及其福利效应。基于技术视角，分析了人工智能代理与人机协同在优化决策流程中的作用；从价值创造视角，研究了数字化决策如何促进政企合作与社会价值共创；在均衡发展视角上，探讨了数字化决策对城乡融合发展的推动作用。以制造业企业为例，实证分析了数字化转型对员工平均工资的影响，结果表明数字化转型显著提高了员工平均工资。异质性分析结果表明，数字化转型对员工工资的提升效应在高数字化行业和高市场集中度行业中更为显著。

关键词：数字化转型；决策优化；福利效应；员工工资

作者简介：李权，北京大学经济学院教授（北京 100871）；贺梅，交通运输部科学研究院助理研究员（北京 100029）

DOI 编码：10.19941/j.cnki.CN31-1957/F.2025.02.001

2022年12月，中央经济工作会议强调，“要大力发展数字经济，提升常态化监管水平，支持平台企业在引领发展、创造就业、国际竞争中大显身手”。^①信通院发布的《全球数字经济白皮书（2024年）》显示，从规模来看，中、美和欧数字经济发展形成了“三足鼎立”的格局，数字经济占GDP比重达60%，其中产业数字化占数字经济比重的86.8%。全球数据空间建设加速，欧洲已形成160个数据空间实例，较2023年同比增长60%；日本启动Ouranos计划，聚焦新兴产业创新、城市公共服务、新能源汽车及电池、金融交易四大领域；中国采取多元建设路径与技术路线，展现出巨大的创新潜力，通过拓展行业空间、公共空间、城市空间、交易空间等，有效助力打通各领域数字化转型中的数据堵点。

2024年12月31日，国家发展改革委、国家数据局、工业和信息化部联合发布了《国家数据基础设施建设指引》。这是我国首份关于国家数据基础设施建设的政策文件，标志着我国开启了新一轮以数据为核心的数字基础设施布局，相应的建设步伐也将随之加速。2025年1月13日，国家发展改革委、国家数据局等部门联合发布《关于促进数据标注产业高质量发展的实施意见》，从13个方面首次全面规划数据标注产业，旨在进一步发挥我国海量数据的规模优势和丰富应用场景优势，深化人工智能（AI）在城市治理、智能制造等领域的应用。

① 《中央经济工作会议在北京举行 习近平李克强李强作重要讲话》，中国政府网 2022 年 12 月 16 日，https://www.gov.cn/xinwen/2022-12/16/content_5732408.htm。

一、文献综述

关于数据驱动对决策优化的影响,产业经济学研究着重探讨数字化转型与产业结构升级之间的显著正向关联,主要基于以下三个方面。

首先是创新方面。Lee 等使用美国专利和商标局 (USPTO) 数据库,构建专利交互网络 (PIN),深入探讨了信息与通信技术 (ICT) 产业与其他产业的交互模式和协同发展进程。^① Heo 和 Lee 则借助投入产出分析框架,分析了行业间的生产联系,发现了韩国 ICT 产业在国民生产系统中的显著溢出效应,揭示了 ICT 产业与其他行业,特别是 ICT 服务与制造业之间的联系日益加强,提出应加快 ICT 产业与其他行业在产品、服务等各方面的融合,促进整个生产关联系统的良性循环。^② 孙晋云等基于中国 285 个城市的面板数据,研究发现我国区域创新格局在 2011—2021 年呈现出收敛趋势,这表明数字经济对区域创新格局具有重塑效应,而该效应主要通过加速研发要素的跨区域流动来实现。^③

其次是效率方面。陈晓东和杨晓霞运用灰关联熵与耗散结构理论并基于 2002—2019 年《中国统计年鉴》公布的数据,对数字经济驱动产业结构升级的作用机制进行了分析,发现相较于数字产业化,产业数字化的贡献更胜一筹。^④ Zhao 等以中国 237 个城市为研究对象,从数字工业化、工业数字化、数字金融和数字基础设施四个维度构建了数字经济发展指数,发现城市数字经济发展通过促进技术进步和人力资本升级来推动产业结构升级。^⑤ 此外,部分研究更侧重于从产业效率提升的角度来界定产业结构的转型升级。郭凯明等建立了多部门动态一般均衡模型,比较了新型基础设施投资与传统基础设施投资在供给侧的生产技术、需求侧的投资产业来源之间的差异,指出加快新型基础设施投资可以从供给侧促进产业内要素相互替代、产业间产品和服务的替代,也可以从需求侧提高服务业的相对市场规模,进而助推制造业和服务业的转型升级。^⑥

再次,一些学者强调异质性分析。史丹通过理论分析指出,数字化转型与传统技术对产业的影响存在差异,因为数字化转型不仅能形成独立的数字经济核心产业,还能驱动传统产业的数字化转型升级。^⑦ 徐伟呈等构建了理论模型并进行了参数校准,认为数字化转型对产业结构转型升级的推动作用在不同地区表现出差异化特征,在“服务化”特征明显的地区,产业结构的变化更为显著。^⑧

① Lee S, Kim M S, Park Y, “ICT Co-evolution and Korean ICT Strategy—An Analysis Based on Patent Data”, in *Telecommunications Policy*, 2009, Vol.33, No.5/6, pp.253—271.

② Heo P S, Lee D H, “Evolution of the Linkage Structure of ICT Industry and Its Role in the Economic System: The Case of Korea”, in *Information Technology for Development*, 2019, Vol.25, No.3, pp.424—454.

③ 孙晋云、白俊红、王钺:《数字经济如何重塑我国区域创新格局?——基于研发要素流动的视角》,《统计研究》2023 年第 8 期,第 59—70 页。

④ 陈晓东、杨晓霞:《数字经济发展对产业结构升级的影响——基于灰关联熵与耗散结构理论的研究》,《改革》2021 年第 3 期,第 26—39 页。

⑤ Zhao S, Peng D, Wen H, et al., “Does the Digital Economy Promote Upgrading the Industrial Structure of Chinese Cities?”, in *Sustainability*, 2022, Vol.14, No.16, No.10235.

⑥ 郭凯明、潘珊、颜色:《新型基础设施投资与产业结构转型升级》,《中国工业经济》2020 年第 3 期,第 63—80 页。

⑦ 史丹:《数字经济条件下产业发展趋势的演变》,《中国工业经济》2022 年第 11 期,第 26—42 页。

⑧ 徐伟呈、周田、郑雪梅:《数字经济如何赋能产业结构优化升级——基于 ICT 对三大产业全要素生产率贡献的视角》,《中国软科学》2022 年第 9 期,第 27—38 页。

最后是开放条件下的分析。朱兆一和姜峰利用 2005—2019 年跨国面板数据，研究发现中国数字服务贸易的出口有助于降低资源错配程度，进而带动全球产业结构的升级，且这种效应在欧洲、北美洲、大洋洲和非洲地区相对于亚洲地区更加突出。^① Liu 等也得出了类似结论，发现数字贸易有助于提升制造业出口技术复杂度，其中人力资本和技术创新是主要作用渠道，且这种影响在不同地区、不同技术密集度的行业中存在差异。^②

关注结构转型福利效应的研究相对较早。既有文献指出，由于生产率水平在行业维度存在差异，伴随要素在不同行业之间的重新配置，产业结构的转型过程将深刻影响劳动者的收入。不少文献验证了结构转型在促进经济增长、提升社会整体生产率以及减贫方面的积极作用。例如，Acemoglu 和 Guerrieri 利用一个两部门一般均衡模型，指出资本密集度较低的部门就业增长较快，产出增长较慢，从而侧面验证了产业结构对劳动者收益的影响。^③ Lawrence 指出，中国制造业的生产率快速增长进一步拉动了行业就业人数的强劲增长，为受教育程度相对较低的工人提供了大量就业机会。^④ 宋锦和张午敏基于中国 CHIP 数据研究指出，中国两次产业结构调整时期的生产率提升速度存在差异，因此劳动收入的增长速度也不一样。^⑤

此外，既有研究验证了企业规模的异质性对劳动者工资的显著影响。如 Garen 建立了工作筛选模型，企业根据对工人能力的不完全评估给出愿意支付的工资水平。如果大公司获取工人信息的成本更高，对工人的筛选相对不准确，则会选择与小公司不同的工资补偿方案。^⑥ Autor 等使用 1982 年以来美国经济普查数据进行研究，发现伴随超级明星企业的崛起，劳动收入占比也趋于下降，原因在于这类企业利润高、劳动力在企业增加值中所占份额偏低，因此超级明星企业主导的市场会引发不利于劳动要素分配的格局。^⑦ 孙淑琴和秦立政基于 WIOD 投入产出表和中国工业企业的匹配数据进行研究，发现大企业更能负担技术创新所需要的资金成本，相应地，对高技能劳动者的相对需求也会增加，进而引发更为明显的技能溢价。^⑧

二、数据驱动决策优化的机制分析

（一）技术视角：人工智能（AI）代理与人机协同

Gartner 发布的《2025 年十大战略技术趋势》将 AI 代理作为第一大趋势，指出其融合了

- ① 朱兆一、姜峰：《中国数字服务贸易出口推动全球产业结构升级了吗——基于资源错配的视角》，《国际商务（对外经济贸易大学学报）》2022 年第 4 期，第 88—104 页。
- ② Liu Y, Hu W, Luo K, et al., “How Does Digital Trade Promote and Reallocate the Export Technology Complexity of the Manufacturing Industry? Evidence from 30 Chinese Provinces, 2011—2020”, in *PLOS One*, 2023, Vol.18, No.9, No.e0291464.
- ③ Acemoglu D, Guerrieri V, “Capital Deepening and Nonbalanced Economic Growth”, in *Journal of Political Economy*, 2008, Vol.116, No.3, pp.467—498.
- ④ Lawrence R Z, “China, Like the US, Faces Challenges in Achieving Inclusive Growth through Manufacturing”, in *China & World Economy*, 2020, Vol.28, No.2, pp.3—17.
- ⑤ 宋锦、张午敏：《产业结构变迁、劳动力禀赋变化与劳动收入增长》，《南开经济研究》2023 年第 4 期，第 101—122 页。
- ⑥ Garen J E, “Worker Heterogeneity, Job Screening, and Firm Size”, in *Journal of Political Economy*, 1985, Vol.93, No.4, pp.715—739.
- ⑦ Autor D, Dorn D, Katz L F, et al., “The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms”, in *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, Vol.135, No.2, pp.645—709.
- ⑧ 孙淑琴、秦立政：《投入数字化、离岸外包与企业技能溢价》，《国际贸易问题》2022 年第 10 期，第 90—106 页。

多种 AI 技术,具备记忆、规划、环境感知、工具使用以及遵循安全准则等功能,可以通过快速数据分析和预测式智能,优化决策流程,提升态势感知能力。当前 AI 研究聚焦于机器学习和深度学习领域,美国经济学家和数据科学家马特·泰迪 (Matt Taddy) 将一个特定 AI 系统分解为三个核心要素:域结构、数据生成和机器学习。其中,域结构依托业务专家,明确问题背后的具体规则,将复杂问题分解为 AI 系统可理解的任务;数据生成既涉及 AI 智能系统设计者输入已有数据,也包含系统本身利用特定策略主动获取新信息以丰富学习算法;机器学习则通过特定算法从复杂数据中建立可靠预测,揭示客观世界规律。机器学习分为三大类:第一类是有监督学习,即事先对数据进行分类,对有标签的数据样本进行学习,训练模型从数据中构建输入-输出的映射法则,从而得到预测精度高的模型;第二类是无监督学习,最常见的是聚类学习,从原始输入数据中将具有相似特征的数据样本汇聚起来;第三类是强化学习,即在一个动态环境里,通过一连串的“强化结果”(奖励与惩罚)进行学习。

AI 智能有三个渐进层次:对环境的物理感知(感知智能)、基于知识的判断(认知智能)和面向目标的最优选择(决策智能)。AI 可以进行数据分析、模式识别、预测建模以及内容生成,具有识别迅速、稳定性高的特点,在逻辑分析、海量数据处理方面优势显著。相较于传统计量经济学,机器学习更重视预测,广泛应用决策树、支持向量机等分类模型以及在传统计量经济学中很少被用到的岭回归、拉索回归等方法。将机器学习中常用的分类回归树引入传统计量经济学的因果识别中,有助于考察异质性处理效应。拉索回归、随机森林等机器学习算法可进行协变量筛选,有助于传统计量经济学更好地进行因果关系研究。

然而, AI 风险不容忽视,研究表明,基于概率的大语言模型难免出错。^① 2024 年 8 月, *Nature* 期刊发表了一篇由美国科罗拉多大学 Milton Pivdori 撰写的文章——“Chatbots in Science: What Can ChatGPT Do for You?” (《聊天机器人在科学中的应用: ChatGPT 能为你做什么?》),指出 ChatGPT 的表现完全依赖提示词 (Prompt) 的质量,为了获得有用、精确的结果,用户需设计清晰、具体的提示词;提示词设计是科学使用 ChatGPT 的关键,决定了生成内容的准确性和适用性。人机协同有利于更好地发挥人的主观能动性,降低 AI 风险。

《2025 年十大战略技术趋势》将人机协同分为空间计算、多功能机器人、神经增强三类。其中,空间计算将数字内容“锚定”于现实世界,从而增强物理环境,使用户能够以沉浸、逼真和直观的方式与数字世界进行互动,空间计算的实施有赖于基础设施、数字孪生数据、交互性路径三大要素条件;多功能机器人能够按照人类指令或示范执行多项任务,在设计和操作上极具灵活性;神经增强技术通过读取和解码大脑活动,选择性地信息“写入”大脑,从而提升人类认知能力。

(二) 价值创造视角: 数字化决策与社会价值共创

数字化决策为政企合作提供了新机制、新动力。2024 年 10 月,国家数据局就《可信数据空间发展行动计划(2024—2028 年)》(以下简称《行动计划》)向社会公开征求意见。《行动计划》提出,以建设可信可管、互联互通、价值共创的数据空间为重点,分类施策推进企业、行业、城市、个人、跨境可信数据空间建设与运营。《行动计划》明确的目标是,到 2028 年,在可信数据空间的标准体系、技术体系、生态体系、安全体系等方面取得突破,至少建成 100 个可信数据空间,形成一系列数据空间解决方案和最佳实践,基本建成广泛互联、资源集聚、生态繁荣、价值共创、治理有序的可信数据空间网络,显著提升各领域数据的开发开放和流通使用水平,初步形成与我国经济社会发

^① Xu Z, Jain S, Kankanhalli M, “Hallucination Is Inevitable: An Innate Limitation of Large Language Models”, in *ArXiv Preprint ArXiv*, 2024, No.2401.11817.

展水平相适应的数据生态体系。2024年11月23日，国家数据局发布消息，根据最新印发的《可信数据空间发展行动计划（2024—2028年）》，到2028年，上述目标将得以实施。

研究显示，数字平台企业在“商业性”与“准公共性”身份认知的张力及边界跨越者的推动下，形成了从“0”到“1”开展社会价值共创的原始动力。数字平台企业的社会价值共创过程是一个跨层次的传导过程，即“动态环境条件→边界跨越者→动态能力→边界跨越→协同创新→社会价值共创共益”。在此过程中，边界跨越和协同创新是实现社会价值共创的关键机制，二者的螺旋式交互作为“放大器”，推动社会价值共创突破规模化瓶颈，实现中观层面到宏观社会影响的转化。数字化决策具有动态演变的属性，从“公益式”到“共享价值式”，再到“共益式”社会价值共创模式不断迭代升级。

肖红军等研究发现，数字平台企业社会价值共创的形成以外部环境和社会期望的动态变化为逻辑起点，经由“宏观环境→微观基础→组织能力→组织行为→生态行为→社会影响”的跨层次传导过程实现；边界跨越者位于数字平台既有生态边界的连接处，既是外部环境和社会期望的“感知者”，又是组织动态能力的“激发者”，构成社会价值共创活动的“微观基础”；组织动态能力的激发促使企业通过采取边界跨越和协同创新行为来开展社会价值共创，而这两者之间的螺旋式相互促进使社会价值共创突破规模化瓶颈，将数字平台中观层面的价值创造行为转化成宏观社会影响。^①

关于网络众筹型捐赠平台的研究揭示了互联网平台的信息认证功能和社交网络在捐赠中的联动效应：平台推荐能促进筹款人社会网络的资本化，不仅能吸引陌生人捐款，还能将平台认证的信息传递至筹款人的原始社交网络中，获得更多熟人捐赠。此外，平台推荐带来的筹款进度加速会触发完成效应，进一步吸引捐赠。平台推荐对筹款网络中不同层级好友的影响具有异质性。基于以上分析，互联网慈善平台可通过更丰富的机制设计，减轻筹款人与捐款人之间的信息不对称、增强筹款人社会网络资本化的能力，提高筹款效率。除平台推荐外，互联网慈善平台还可通过提高项目信息披露程度、增加视频认证等手段完善自身商业模式。这也启示慈善机构需积极维护自身信誉，为筹款项目背书，实现平台与筹款人的互相促进。同时，慈善管理部门应把握网络慈善发展机遇，激发个人捐赠活力，切实解决信任缺失、信息不对称等问题，完善互联网慈善平台行为准则，将个人众筹类募捐平台纳入管理，推动网络筹款透明化、规范化发展，用制度保障网络慈善的长期健康发展。^②

（三）均衡发展视角：数字化决策与城乡融合发展

根据地理学第一定律的延伸效应，在未来的智慧城市中，事物、产业、人群之间的关联强度将更多依赖于移动通信和虚拟现实空间。同时，随着城市交通智慧网络的日益完善，交通出行效率将进一步提高，城市通行时间缩短，居民出行范围和半径进一步扩大，促使城市各组团从传统区位向城市郊区方向外移。此外，在立体智慧交通系统和便捷的虚拟联系技术的共同作用下，城市各组团间的联系将更加紧密。

乡村振兴的关键是产业振兴。各地可借助电商平台推动一二三产业的融合发展，延伸农村产业链，促进农村产业的转型升级。关于蓬勃发展的生鲜电商流通模式的研究表明，基于兼顾前摄型服务提供和反应型服务提供的价值主张，数字化决策发挥多样性互补和聚焦性互补的叠加作用，实现关键要素的互补，适应市场变化，引领服务发展，通过探索式能力迭代，

① 肖红军、张哲、王欣：《数字平台企业社会价值共创的实现机制——基于美团“青山计划”的纵向案例研究》，《管理世界》2024年第10期，第146—171页。

② 李嘉晟、吴斌珍、易梦洁：《网络众筹型捐赠：平台推荐与社交网络的联动效应》，《世界经济》2024年第11期，第206—236页。

丰富服务内容,吸引和引导消费者群体。同时,经营者可利用利用式能力迭代,提高服务效率,留住并扩大消费者群体,进而将服务创造的价值最大化,促进社交情感价值变现和交易功能价值变现,最大化地捕获价值,推动城乡融合发展。^①

大数据分析为丰富多彩的流通模式创新奠定了坚实的基础。新颖导向型流通模式注重洞察与创造新型服务体验,满足个性化需求,以增加消费者的效用价值;效率导向型流通模式则强调信息共享,提高运营效率,以降低消费者的交易与管理成本。精准定位的流通模式为服务提供模式的选择提供了依据:前摄型服务提供的动力源自组织内部,建构自己的服务理念,并将其作为改变内外部运营环境的基准,以自身的价值观为基准向外部展示独特的服务优势,引领服务发展;反应型服务提供的动力则源自组织外部,其拥有灵活易变的服务理念,并使之契合于内外部运营环境中的期望,以外部的要求为基准,遵从消费者提出的服务要求,适应服务发展。在服务发展的过程中,经营者实现了能力迭代:利用式能力迭代通过整合利用、强调改善、优化常规等方式增强服务能力,提高服务效率;探索式能力迭代则通过创造差异、强调变化、试验创新等方式增强服务能力,丰富服务内容。

三、数字化转型的福利效应

本研究以制造业企业数字化转型对员工工资的影响为例,构建如下基准计量模型,以考察制造业企业数字化转型的福利效应:

$$\ln Wage_{ijct} = \beta_0 + \beta_1 \ln Dig_{ijct} + \beta_2 W_{it} + \beta_3 V_{jt} + \beta_4 Z_{ct} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{ijct} \quad (1)$$

式中: i 、 j 、 c 、 t 分别表示企业、行业、城市和年份;被解释变量 $\ln Wage_{ijct}$ 为对数化处理后的员工平均工资,这里使用“应付职工薪酬”的贷方发生额来度量整体劳动收入,并据此用其与员工人数的比值来反映员工工资水平;核心解释变量 $\ln Dig_{ijct}$ 表示企业数字化转型程度,由对数化处理后的企业数字化投资强度计算得到。同时,模型中引入了反映企业特征、企业所在行业特征和企业所在城市特征的控制变量 W_{it} 、 V_{jt} 和 Z_{ct} 。具体而言,企业层面的控制变量包括股权集中度 ($Herf_{ijct}$)、企业年龄 ($\ln Age_{ijct}$)、企业规模 ($\ln Size_{ijct}$)、融资约束 (Fin_{ijct})、外资占比 (FDI_{ijct})、是否出口 (Exp_{ijct})、是否为国企 (SOE_{ijct}) 以及企业成长性 ($Growth_{ijct}$);行业层面的控制变量是行业竞争度 (HHI_{jt});城市层面的控制变量则包括人均 GDP 增长率 (GDP_{ct})、每万人互联网用户数 ($\ln Net_{ct}$)、数字金融发展水平 ($\ln DFII_{ct}$)、人口密度 ($\ln Human_{ct}$) 以及产业结构 ($Industry_{ct}$) 等。此外,本研究还控制了企业固定效应 δ_i 和时间固定效应 μ_t 。 ε_{ijct} 为随机扰动项。

(一) 变量测度说明

1. 被解释变量

本研究的被解释变量是员工平均工资 ($\ln Wage_{ijct}$)。根据现有文献,劳动总收入的度量方法有两种:一种是现金流量表中的“支付给职工以及为职工支付的现金”,另一种是资产负债表中的“应付职工薪酬”的贷方发生额。考虑到现金流量表反映的是实际支付的金额,但有些公司存在应付而未付工资的情况,因此本研究使用平减后的“应付职工薪酬”贷方发生额来度量劳动总收入,最终的员工平均工资为劳动总收入除以员工人数后取对数得到。后文的稳健性检验则采用平减后的“支付给职工以及为职工支付的现金”来度量劳动总收入并计算相应的员工平均工资。

① 但斌、江小玲、王烽权:《生鲜电商流通模式演化与服务价值创造——盒马鲜生和京东生鲜的双案例研究》,《商业与经济管理》2024 年第 1 期,第 20—36 页。

2. 解释变量

本研究的解释变量是企业数字化转型 ($\ln Dig_{ijct}$)。受数据所限,微观层面度量企业数字化转型的方法相对较少,目前常用的度量方式是通过构造企业数字化转型术语词典,利用文本分析法提取上市公司年报中的相关词汇,根据词频来刻画企业数字化转型程度。考虑到上市公司年报与企业实际行为之间存在偏差,这种度量方法存在一定争议。鉴于此,本研究参考 Barth 等、刘政等的做法,^①从数字化硬件投资和软件投资两个方面来度量企业数字化转型程度。具体而言,从公司固定资产投资明细项中手工筛选出数字化硬件投资项目的存量,从公司无形资产投资明细项中筛选出数字化软件投资项目的存量,然后分别计算数字化硬件投资占固定资产的比例和数字化软件投资占无形资产的比例,求和后的结果进行对数化处理,最终得到企业的数字化转型程度。其中,硬件投资包括“计算机”“办公及电子设备”“自动化设备”“通信设备”“数据采集设备”等,软件投资则包括“办公软件”“App”“平台软件”“信息化系统”等。本研究对企业数字化转型取对数,是为了方便观测回归系数所反映的弹性大小,以便于相关的机制分析。数字化投资从要素投入角度反映企业实施数字化转型的程度。在稳健性检验中,本研究还利用文本分析法从底层技术运用和技术实践运用两方面来测度企业数字化转型,以弥补数字化投资在直观体现数据要素如何改变企业运营方面的不足。其中,底层技术运用包括“人工智能”“云计算”“大数据”和“区块链”技术,技术实践运用则包括“工业互联网”“金融科技”“无人零售”“数字营销”“智能家居”等。

3. 控制变量

为了控制其他因素对员工工资的影响,本研究从企业、企业所在行业、企业所在城市三个维度设置控制变量,具体如下。

企业层面的控制变量包括:(1)股权集中度 ($Herf_{ijct}$),用公司前十大股东持股比例表示,它反映了治理因素对公司经营各方面的影响;(2)企业年龄 ($\ln Age_{ijct}$),通过(当年年份-成立年份+1)后取对数计算得到,用于控制企业经营时间及经验带来的影响;(3)企业规模 ($\ln Size_{ijct}$),采用企业营业收入的对数值表示,不同规模的企业在市场势力、运营成本方面都存在差异,对工资水平的影响也不同;(4)融资约束 (Fin_{ijct}),用流动比率表示,即流动资产与流动负债之比,企业短期内将流动资产变现用于偿债的能力直接影响其融资水平,融资约束越严重,企业越倾向于减少雇佣员工和降低工资水平;(5)外资占比 (FDI_{ijct}),用境外股数占总股数的比例表示,外商可能在地方引资政策下利用廉价劳动力,但也可能通过技术外溢效应促进人力资本升级;(6)是否出口 (Exp_{ijct}),若企业在样本区间内存在海外销售收入,则取1,否则取0,企业通过贸易活动参与全球价值链分工的过程会影响要素收入;(7)企业成长性 ($Growth_{ijct}$),用营业收入增长率度量,企业成长性与其发展阶段密切相关,影响其对员工工资的支付能力;(8)是否为国企 (SOE_{ijct}),根据企业的所有制性质,若为国企则取1,否则取0。

行业层面的控制变量是行业竞争度 (HHI_{jt}),使用赫芬达尔指数表示,市场不完全竞争带来的垄断租金可能影响劳动者收益。

城市层面的控制变量包括:(1)人均GDP增长率 (GDP_{ct}),地区经济发展水平越高,越能为企业的经营发展提供良好的保障;(2)每万人互联网用户数 ($\ln Net_{ct}$),用城市互联网用户数除以总人口数后取对数表示;(3)数字金融发展水平 ($\ln DFII_{ct}$),采用

^① Barth E, Davis J C, Freeman R B, et al., “Twisting the Demand Curve: Digitalization and the Older Workforce”, in *NBER Working Paper*, 2020, No.28094; 刘政、姚雨秀、张国胜等:《企业数字化、专用知识与组织授权》,《中国工业经济》2020年第9期,第156—174页。

数字普惠金融指数的对数值表示,互联网使用和数字金融发展是对地区层面数字经济水平的控制,它们对企业的转型发展有深刻影响;(4)人口密度($\ln Human_{ct}$),用人口数除以单位土地面积后取对数度量,人口密度通过改变当地劳动力供需格局影响工资水平;(5)产业结构($Industry_{ct}$),用第二产业产值占 GDP 之比表示,主导产业不同的地区,对劳动者的需求和工资支付水平也存在差异。

(二) 数据说明

本研究聚焦于制造业企业,样本选取自沪、深两市的 A 股上市公司,研究时间跨度为 2011—2019 年,^①企业层面的数据来源于国泰安(CSMAR)数据库和万德(Wind)数据库,城市层面的变量数据源于历年《中国城市统计年鉴》,数字普惠金融指数则由北京大学数字金融研究中心课题组编制。在数据处理过程中,为消除价格因素的潜在影响,本研究采用各省居民消费价格指数(CPI)对工资相关数据进行平减,同时使用各省生产者价格指数(PPI)对资本收入相关数据进行平减,这些价格指数均源自历年《中国统计年鉴》。此外,本研究还剔除了样本期内经过 ST、*ST 等特殊处理的公司,并对核心变量进行了 1% 的缩尾处理,以确保数据不受异常值的干扰。

(三) 描述性统计

由表 1 的描述性统计结果可见,员工平均工资对数的均值为 6.655 4,数字化转型的均值为 -2.455 3。在控制变量方面,样本企业的股权集中度、企业年龄、企业规模、融资约束、企业成长性的均值分别为 59.919 7、2.868 8、21.276 6、2.789 5 和 0.173 5。外资占比均值为 0.025 7,说明整体上外资渗透水平相对较低。根据是否出口和是否为国企的均值可以看出,样本中约有 76% 的企业存在出口行为,24% 的企业属于国有企业。此外,行业层面和城市层面的控制变量统计结果均在正常范围之内,为本研究提供了良好的数据支撑。

表 1 主要变量描述性统计结果

变量	样本数	平均值	标准差	最小值	最大值
$\ln Wage$	5 788	6.655 4	0.414 2	5.060 6	9.343 8
$\ln Dig$	5 788	-2.455 3	1.072 4	-6.312 2	-0.008 8
$Herf$	5 788	59.919 7	14.344 5	13.340 0	95.140 0
$\ln Age$	5 788	2.868 8	0.315 8	1.386 3	4.174 4
$\ln Size$	5 788	21.276 6	1.284 0	16.762 4	27.511 8
Fin	5 788	2.789 5	2.763 9	0.438 7	17.011 4
FDI	5 788	0.025 7	0.098 3	0.000 0	0.885 5
Exp	5 788	0.755 2	0.430 0	0.000 0	1.000 0
$Growth$	5 788	0.173 5	0.349 9	-0.461 9	2.168 4
SOE	5 788	0.242 2	0.428 5	0.000 0	1.000 0
HHI	5 788	0.073 6	0.063 1	0.014 0	1.000 0
GDP	5 788	8.381 1	3.193 3	-19.380 0	109.000 0
$\ln Net$	5 788	-0.760 1	0.860 6	-5.663 0	1.442 2
$\ln DFIIC$	5 788	5.276 8	0.419 2	3.431 1	5.773 5
$\ln Human$	5 788	0.082 2	0.068 2	0.000 8	2.167 5
$Industry$	5 788	44.276 2	10.074 7	11.700 0	89.340 0

① 为尽量避免新冠肺炎疫情干扰,这里只保留 2020 年以前的样本。

(四) 基准回归

表2报告了基准回归模型的估计结果,各列均控制了企业固定效应和年份固定效应。实证结果显示,各列企业数字化转型的回归系数均在1%的水平下显著为正,表明在控制其他影响因素和非观测固定效应后,制造业企业数字化转型显著促进了员工平均工资的提升,验证了前文的理论分析。

表2 基准回归结果

变量	lnWage		
	(1)	(2)	(3)
lnDig	0.032 9*** (0.011 6)	0.030 4** (0.014 9)	0.030 4** (0.014 8)
Herf	—	-0.000 0 (0.000 8)	0.000 0 (0.000 8)
lnAge	—	0.044 3 (0.118 9)	0.053 5 (0.119 1)
lnSize	—	0.065 8*** (0.014 9)	0.064 5*** (0.014 9)
Fin	—	0.000 7 (0.001 4)	0.000 8 (0.001 4)
FDI	—	-0.154 6** (0.073 8)	-0.158 5** (0.072 6)
Exp	—	0.027 9 (0.025 0)	0.029 3 (0.024 9)
Growth	—	-0.006 7*** (0.001 9)	-0.006 7*** (0.001 9)
SOE	—	0.041 1 (0.054 3)	0.041 1 (0.053 3)
HHI	—	—	0.135 5 (0.129 7)
GDP	—	—	0.002 2** (0.001 0)
lnNet	—	—	0.006 3 (0.013 9)
lnDFIIC	—	—	-0.073 5 (0.109 1)
lnHuman	—	—	-0.197 7*** (0.056 5)
Industry	—	—	0.000 9 (0.001 3)
企业固定	是	是	是
年份固定	是	是	是
样本量	5 788	5 788	5 788
调整的 R^2	0.817 0	0.820 8	0.821 4

注：括号内为聚类到企业层面的标准误；*、**和***分别表示在10%、5%和1%的统计水平下显著；下同。

（五）稳健性检验

为确保估计结果的准确性和有效性，本研究从变换核心变量度量方法、缓解样本选择性偏差、控制其他非观测因素以及采用两阶段最小二乘回归等几个方面进行稳健性检验。

首先，本研究通过变换员工平均工资的度量方法重新进行估计，使用“支付给职工以及为职工支付的现金”与员工人数之比来度量员工平均工资（ $\ln Wage_r$ ）。回归结果如表 3 列（1）所示，可见数字化转型的回归系数依然在统计上显著为正，意味着本研究的核心结论不会受到被解释变量度量方法的影响。

其次，为了更好地度量企业间底层数字技术架构及相关技术实践运用差异的影响，本研究利用文本分析法测度企业数字化转型程度，针对上市公司年报中的关键词词频进行对数化处理，变换企业数字化转型的度量方法（ $\ln DT$ ）。回归结果如表 3 列（2）所示，可见数字化转型回归系数依然在 1% 水平下显著为正，说明用关键词词频度量制造业企业的数字化转型程度，前文的核心结论没有因此而改变。

再次，内生性处理部分。首先，为缓解企业进行数字化投资的行为可能不是随机分布这一偏误，本研究参照 Heckman 的做法，^① 采用两步法进行稳健性检验。表 3 列（3）报告的检验结果显示，本研究的结论依然稳健，并且员工工资的逆米尔斯比率（ IMR ）并未在 10% 的水平下显著，意味着回归过程不存在明显的样本选择性偏差问题。其次，为减少其他遗漏非观测因素对被解释变量的影响，这里引入城市-年份固定效应和行业-年份固定效应再次进行回归，结果在表 3 列（4）和列（5）予以展示。可以看到，企业数字化转型对员工平均工资的正向影响依然显著。

表 3 更换变量度量方法、内生性处理 | 检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$\ln Wage_r$	$\ln Wage$	$\ln Wage$	$\ln Wage$	$\ln Wage$
$\ln Dig$	0.025 7* (0.015 0)		0.030 9** (0.014 8)	0.035 1** (0.015 9)	0.031 6** (0.015 8)
$\ln DT$	—	0.013 8*** (0.005 3)	—	—	—
IMR	—	—	0.118 6 (0.199 7)	—	—
控制变量	是	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	否	否
城市-年份固定	否	否	否	是	是
行业-年份固定	否	否	否	否	是
样本量	5 788	5 788	5 787	5 291	5 269
调整的 R^2	0.815 3	0.821 2	—	0.847 8	0.859 6

最后，考虑到本研究的模型可能存在双向因果关系，以及数字化转型和员工平均工资有可能同时受到其他因素的影响，由此带来内生性问题，为此，本研究首先将核

① Heckman J J, “Sample Selection Bias as a Specification Error”, in *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1979, Vol. 47, No. 1, pp.153—161.

心解释变量滞后一期，回归结果如表 4 列（1）所示，可见滞后一期的企业数字化转型（ $\ln Dig_1$ ）依然对员工平均工资产生显著的促进作用。同时，本研究继续借助工具变量进行两阶段最小二乘法回归。第一，本研究借鉴 Lewbel 的做法，^①直接构建有效的内部工具变量，即采用企业数字化转型与其所在同一行业、省份企业数字化转型均值差额的三次方作为工具变量（ $IV1$ ），表 4 列（2）和列（3）分别是一阶段和二阶段的回归结果。第二，本研究借鉴黄群慧等和赵宸宇等的做法，^②利用滞后一期的核心解释变量和构造的地理变量作为工具变量（ $IV2$ ）。其中，地理变量由各城市地形起伏度的倒数和滞后一期的全国数字经济规模交乘得到；各城市的地形起伏度在参考封志明等做法^③的基础上，将数字高程模型数据重采样成 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 后运用模型计算得到，数据源于 SRTM 数据（90 m）；全国数字经济规模的测算数据源于蔡跃洲和牛新星的研究。^④表 4 列（4）和列（5）分别是一阶段和二阶段的回归结果。由回归结果可知，企业数字化转型对员工平均工资的正向影响较为稳健。此外，一阶段回归结果、Kleibergen-Paap rk LM 统计量、Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量以及 Hansen 检验的 P 值，均验证了本研究工具变量的合理性。

表 4 内生性处理 II 检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$\ln Wage$	$\ln Dig$	$\ln Wage$	$\ln Dig$	$\ln Wage$
$\ln Dig_1$	0.020 9* (0.011 6)	—	—	0.574 7*** (0.027 9)	—
$\ln Dig$	—	—	0.035 5* (0.020 3)	—	0.035 1* (0.020 2)
$IV1$	—	0.098 8*** (0.014 8)	—	—	—
$IV2$	—	—	—	0.029 6** (0.013 2)	—
控制变量	是	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是	是
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	—	782.863***	—	216.407***	—

① Lewbel A, “Constructing Instruments for Regressions with Measurement Error When No Additional Data Are Available, with an Application to Patents and R&D”, in *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1997, Vol.65, No.5, pp.1201—1213.

② 黄群慧、余泳泽、张松林：《互联网发展与制造业生产率提升：内在机制与中国经验》，《中国工业经济》2019 年第 8 期，第 5—23 页；赵宸宇、王文春、李雪松：《数字化转型如何影响企业全要素生产率》，《财贸经济》2021 年第 7 期，第 114—129 页。

③ 封志明、唐焰、杨艳昭等：《中国地形起伏度及其与人口分布的相关性》，《地理学报》2007 年第 10 期，第 1073—1082 页。

④ 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，第 4—30+204 页。

(续表 4)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	lnWage	lnDig	lnWage	lnDig	lnWage
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	—	724.343 [16.38]	—	216.389 [19.93]	—
Hansen J 检验 P 值	—	—	—	0.268 8	—
样本量	3 982	5 788	5 788	3 982	3 982
调整的 R^2	0.859 7	0.911 4	0.028 2	0.945 2	0.033 1

注：方括号内为 Stock-Yogo 检验在 10% 水平下的临界值。

(六) 异质性检验

依据《中国投入产出表》所计算的各行业数字化水平均值，本研究将制造业细分为高数字化行业与低数字化行业，以进行异质性检验。具体而言，本研究运用 2018 年《中国投入产出表》数据，通过测算数字化中间投入在总投入中的占比来反映制造业各行业的平均数字化水平。相关回归结果如表 5 列（1）和列（2）所示。同时，考虑到市场结构的差异会对市场竞争程度产生影响，进而通过影响在位企业可获取的租金来作用于工资水平，为考察市场集中度是否对企业支付的工资水平存在差异化影响，本研究以市场集中度的均值为分界点，将行业划分为高集中度行业和低集中度行业进行考察。相关回归结果如表 5 列（3）和列（4）所示。

表 5 列（1）和列（2）显示了基于行业数字化水平的异质性检验结果，可见相对于低数字化行业，企业数字化转型显著提升了高数字化行业的员工平均工资。可能的原因是，数字化转型对不同行业技能结构的调整存在差异。在高数字化行业中，尽管低技能劳动力的替代对工资产生了一定的负面效应，但这种效应并不足以抵消新岗位创造所带来的正向工资效应。相比之下，低数字化行业多匹配低技能劳动力，且新岗位创造相对不足，使得替代效应成为主导，工资水平的提升因此不如高数字化行业显著，进而加剧了行业间的收入不平等。表 5 列（3）和列（4）则显示，数字化转型的回归系数在高市场集中度行业中显著为正，表明企业数字化转型对员工平均工资的正向效应在这类行业中更为显著，但这一效应在低市场集中度行业中并不显著。

表 5 异质性检验结果

变量	lnWage			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	高数字化行业	低数字化行业	高集中度行业	低集中度行业
lnDig	0.027 4* (0.015 8)	0.032 7 (0.031 5)	0.070 2*** (0.026 4)	0.013 6 (0.019 6)
控制变量	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
样本量	1 779	459	1 749	3 852
调整的 R^2	0.845 6	0.861 3	0.839 2	0.822 9

四、结论

伴随新一轮技术革命浪潮的到来，中国数字技术发展所展现出的市场优势与先发优势，已成为我们抵御外部风险、构建新发展格局和全面建设社会主义现代化国家的重要前提。党的二十届三中全会决定明确提出，要因地制宜发展新质生产力，强调以创新为主导（高科技、高效能、高质量）、以产业为载体（既包括新动能、新材料、电子信息、先进制造业、未来产业如可控核聚变等新兴产业，也包括传统产业数字化、智能化、绿色化转型升级），全面落实新发展理念（创新、协调、绿色、开放、共享），服务高质量发展大局。同时，发展成果由人民共享是中国式现代化的价值核心。在推进数字化转型进程中，数字化转型的福利效应备受关注，因其有助于保障人民群众的根本利益，增强发展的可持续性和均衡性。本研究在理论机制上，基于社会价值共创和城乡融合发展的视角突出了数据驱动决策优化的特征和优势。本研究基于企业层面数据，研究了数字化转型对员工平均工资的影响。研究发现，数字化转型对员工平均工资的回归系数显著为正，表明企业数字化转型显著提高了员工工资，验证了数字化转型带来的数据驱动决策优化及其福利效应。异质性分析结果表明，企业数字化转型对员工平均工资的提升效应应在高数字化行业和高市场集中度行业更为显著。

Data-Driven Decision Optimization Mechanism and Its Welfare Effects

LI Quan, HE Mei

Abstract: This paper explores the mechanisms and welfare effects of data-driven decision optimization in the context of digital transformation, examining them from the perspectives of technology, policy, and operational mechanisms. From the technology perspective, the study examines the roles of AI agents and human-machine collaboration in optimizing decision-making processes. From the value creation perspective, it explores how digital decision-making facilitates government-business cooperation and social value co-creation. From the balanced development perspective, it investigates the role of digital decision-making in urban-rural integrated development. Taking manufacturing enterprises as an example, the study empirically analyzes the impact of digital transformation on average employee wages. The results show that digital transformation significantly increases average employee wages. Furthermore, heterogeneity analysis indicates that this wage-enhancing effect is more pronounced in highly digitalized industries and in industries with high market concentration.

Keywords: digital transformation; decision optimization; welfare effect; employee wage

（责任编辑：李 玲）