

数字鸿沟与劳动力再配置——动态效应与效率提升分析

刘伟江¹, 郝一哲²¹ 吉林大学 数量经济研究中心, 吉林 长春130012² 吉林大学 商学与管理学院, 吉林 长春130012

摘要:随着数字经济规模不断扩大,数字鸿沟与人口红利消退下的劳动力再配置优化并存在于高质量发展转型中,在数字鸿沟中提高劳动力配置效率更具实际意义。为此,实证检验数字接入鸿沟、数字应用鸿沟对劳动力再配置的动态效应,运用空间杜宾模型识别数字鸿沟中的劳动力配置效率提升路径。研究表明,数字接入鸿沟、数字应用鸿沟均对劳动力再配置存在扭曲效应;数字鸿沟可通过劳动力技能溢价、技能结构影响劳动力再配置;数字接入鸿沟对劳动力再配置的扭曲效应具有短期且逐步减小的特征,数字应用鸿沟对劳动力再配置的扭曲效应具有长期且逐步增加的特征;中国现阶段劳动力配置扭曲效应主要来源于数字接入鸿沟;政策性补贴、落户门槛、环境规制可作为未来在数字鸿沟中优化劳动力配置的主要手段。据此提出应弥合数字接入鸿沟,预防数字应用鸿沟,以检测劳动技能溢价优化劳动技能结构,并以可持续发展为目标,保障企业、个人层面的数字红利等一系列政策建议。

关键词:数字鸿沟;劳动力再配置;劳动技能;数字经济;劳动力错配指数;数字空间溢出

文献标识码:A **文章编号:**1002-2848-2025(03)-0018-17

一、问题提出

发展新质生产力的根本动力是劳动者、劳动资料、劳动对象及其组合的跃升,因而对中国劳动力优化配置提出了更高要求。中国的劳动力流动面临着政策壁垒、地理隔离等一系列问题,这使各地厂商的生产要素边际产出相等原则受到挑战,进而使劳动力要素无法在不同厂商间达到最优配置,最终造成全要素生产率损失。作为中国新发展阶段的显著特征,数字经济逐步融入中国经济体系,虚拟数据也逐渐成为新的生产要素引导资源配置并产生经济效应。党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》明确指出,加快构建促进数字经济发展体制机制、完善促进数字产业化和产业数字化政策体系。随着中国经济“刘易斯转折点”的到来,依赖低廉劳动力的供给模式已不可持续,将有限的劳动力资源合理配置,借助数字力量发挥劳动力再配置的优化效应,是提升全要素生产率,改善经济增长质量的新选择。

发展数字经济不仅需要持续的基础设施建设与技术创新,更需要预防数字化进程中的不平衡问题,最大化发挥数字经济的普惠效应。由于物质资本、人力资本以及地理环境等差异性因素的存在,在驱动经济增长的同时,数字设施与数字技术如一道鸿沟横亘社会群体之中。数字鸿沟可以被定义为不同群体

收稿日期:2024-10-24。 修回日期:2025-03-20。

基金项目:国家社会科学基金重大项目“大数据方法在宏观经济预测中的应用研究”(23&ZD075)。

作者简介:刘伟江,女,吉林大学数量经济研究中心教授,博士生导师,研究方向为区域创新与微观经济计量分析;郝一哲,男,通信作者,吉林大学商学与管理学院博士研究生,研究方向为数字经济,电子邮箱为 haoyz22@mails.jlu.edu.cn。

间获取数字技术的机会和应用数字技术的差异,这使得处于数字劣势的群体面临更加严峻的发展机会不平等。早期数字鸿沟来源于数字设施的接入不平等,而后数字设施逐渐完善,不同地区、群体之间的数字技能和应用又表现出明显差异,即数字“应用”鸿沟。直至目前,不同群体利用相同的数字设施或数字技能,却获得了差异化的经济效用,该现象可被视为新的数字“收益”鸿沟。一方面,由于技术和经济差异、社会资本、文化背景等多方面因素,数字经济发展不平等问题难以避免。另一方面,随着新兴技术不断迭代,不同社会群体在技术获取和应用方面的差距不断拉大,会产生新的数字鸿沟。数字鸿沟的根本原因是中国数字经济发展的不完善、不均衡,但不可否认数字经济在提高生产效率、促进区域创新、促进消费升级等方面表现出的积极影响。近年来,成规模的网络设施为各地区的劳动力资源配置提供了新的数字空间,数字技术重新构建了劳动力要素再配置的新机制、新秩序。如何降低数字鸿沟的负面影响,将是中国未来借助数字力量实现经济转型的必然选择。

综上,当前中国传统人口红利逐渐消退,以提高全要素生产率、促进经济高质量发展为目标的劳动力再配置优化将与数字发展不平衡并行。在此现实情景下,本文尝试回答以下问题:数字鸿沟是否会影响劳动力再配置,何种数字鸿沟是影响中国现阶段劳动力再配置的主要因素,以及未来如何在数字鸿沟中提高劳动力配置效率。基于此,本文收集了2010—2022年中国279个地级及以上城市的平衡面板数据,将数字鸿沟划分为接入鸿沟和应用鸿沟,分别考察其对劳动力再配置的影响效果及作用路径,以动态视角分析数字鸿沟对劳动力再配置的演化轨迹,并识别数字鸿沟中的劳动力配置效率提升路径。

本文的边际贡献有两个方面。一是在研究视角上,将城市间数字鸿沟划分为接入鸿沟与应用鸿沟,区别于现有研究仅关注单一数字鸿沟指标或数字经济发展的异质性,本文的细化方式更能精准地识别数字鸿沟对劳动力配置的平均效应与动态效应,实现时间维度上的特征对比,并回答现阶段中国劳动力再配置处于何种数字鸿沟。二是在量化研究上,将年份虚拟变量与滞后项引入回归框架,以观察数字鸿沟影响劳动力再配置的动态演化特征。另外,采用空间权重矩阵对数字鸿沟进行量化,相比于已有研究给出的数字鸿沟或数字异质性对劳动力配置的调节因素,本文将数字鸿沟以权重矩阵形式引入空间杜宾模型,直接识别数字鸿沟中的劳动力配置效率提升路径。

二、文献综述与研究假说

(一)文献综述

数字经济是高新技术与国民经济体系相互融合的结果,且已被世界多数国家作为信息时代经济增长的“新引擎”,以此奠定未来人工智能的发展基础。数字经济的核心是数字技术在社会经济运行中的广泛应用。数字技术发展不仅包括技术本身的提升,也涉及数据要素的投入与应用。数据因其自身具有低搜索成本、零复制成本、低传输成本和非排他性等特点,已被认定为新的生产要素,引入经济增长模型,以探索数字经济的增长效应。数字技术既可以通过降低融资成本和融资门槛赋能资本要素,也可以通过促进人力资本积累和智能辅助赋能劳动力要素^[1]。

数字技术的不平等是数字鸿沟形成的起点,由于技术发展不均衡、经济资源分配差异、社会文化差异、政策支持不完善以及自然地理条件的限制,数字建设难以同步,这意味着数字技术从开始发展就隐藏着数字鸿沟问题。数字鸿沟的本质是社会成员应用数字技术和参与数字生活能力的差异,对数字技术的疏离与抵触情绪阻碍了个体参与数字生活;市场主导的数字消费模式会因利润驱动优先服务数字化群体;网络监管与法规的滞后给网络空间和现实社会造成安全隐患^[2]。数字鸿沟并不是一个单纯的技术问题,其形成过程包含了经济条件、政策环境以及文化认知等众多社会因素,加之数字技术的发展失调,共同造成了数字时代的社会不平等问题。即使数字化水平在社会中不断趋同,但数字技术的迭代和不均衡发展,仍会导致数字经济发展过程中的数字鸿沟无法避免。

伴随着数字技术不断发展,数字鸿沟的分类和社会影响呈现出递进式逻辑框架。社会固有的物质资本、人力资本以及社会资本不平衡导致数字基础设施建设不平等,形成数字接入鸿沟,也称一级数字鸿

沟^[3]。一级数字鸿沟常见于物质资本、地理位置具有明显差异的群体中。接入鸿沟会在缺乏数字设施和网络服务的群体中产生“信息孤岛”现象,且常见于偏远地区、贫困地区或者经济水平较低的群体中。各群体逐渐拥有相同的网络接入条件,但教育、医疗、劳动福利等社会因素限制,造成数字技术参与机会的不平等,形成数字应用鸿沟,也称二级数字鸿沟。二级数字鸿沟具有明显的数字素养差异特征,且由于信息流通的限制,数字技术使用能力难以提升,应用鸿沟难以弥合^[4]。数字接入鸿沟是数字鸿沟的初级形态,如果缺少基础数字接入,一部分群体则会丧失数字技术带来的应用机会,因此数字接入鸿沟是数字应用鸿沟扩大的根源。数字接入鸿沟的社会影响偏向于基础性不平等,直接决定了社会群体在信息、教育、就业等资源获取上的平等机会。数字应用鸿沟的社会影响则侧重于技能性不平等,由此加剧了群体在劳动力市场、收入水平、社会阶层等方面的差距。因此,在缩小数字鸿沟的过程中,既要解决接入问题,也要注重提升群体的数字技能和应用能力,才能从根本上缩小社会群体之间的差距。近年来,随着数字设施不断完善以及个人对信息素质逐渐重视,相当一部分群体形成了相近的互联网接入和使用能力,但仍存在自我提升、价值获取方面的不平等,即数字收益鸿沟,也称三级数字鸿沟。三级数字鸿沟可被视为一、二级数字鸿沟的延伸,也是在社会公平、包容性增长、社会运行上的展现。接入和应用鸿沟共同作用,直接影响了微观个体在数字经济中的劳动收入和机会,从而影响宏观层面的劳动力再配置过程,造成收入差距和就业机会不平等,成为新的数字收益鸿沟。可见,在一、二级数字鸿沟中优化劳动力再配置,也可被视为预防三级数字鸿沟的一种措施。

有关数字鸿沟的社会影响常见于数字经济效用的异质性分析中。数字经济能够通过增收和降支出两个渠道提高居民的共同富裕水平,但这种创收增益效应在中低技能群体以及欠发达地区居民群体中不明显,造成居民收入方面的数字鸿沟问题。中国互联网使用与生育率之间的关联性存在明显的数字鸿沟,互联网使用在城镇居民、高学历人群中对生育率的抑制效应更加显著^[5]。互联网虽能显著缓解农村家庭在总收入和工资性收入方面的不平等,但对经营性收入不平等的缓解作用有限,且会加剧农户财产性收入不平等,从而验证了农村内部数字鸿沟的存在^[6]。借助数字设备,数字金融能够增加家庭相对收入、降低脆弱性,虽然具有普惠特征,但不具备打破空间限制的作用。这是由于偏远落后地区的数字设备不完善,数字金融对贫困户和缺乏数字设备的家庭普惠效应不显著^[7]。数字普惠金融通过个体就业收入匹配影响收入的作用在低收入群体中不显著,在中收入群体中显著为正且系数绝对值逐渐变小,这说明数字普惠金融的数字鸿沟和数字红利同时存在^[8]。

综上所述,现有文献一方面已对数字鸿沟的划分以及溢出性影响具有系统性的研究结论,另一方面也充分讨论了各视角中数字经济发展对劳动力配置的影响,为本文奠定了研究基础。但数字鸿沟中的劳动力再配置却鲜有提及,尚存在进一步研究空间。首先,多数关于数字鸿沟影响劳动力配置的研究视角停留于异质性分析层面,各类数字经济对不同群体劳动力配置的差异化效应缺乏动态视角。数字鸿沟是数字化进程中的负面结果并具有演化特征,鲜有研究立足于动态视角,将数字鸿沟作为独立变量,分析其影响劳动力配置的演化轨迹,并归纳出中国当前劳动力配置面临的数字鸿沟类型。其次,多数文献强调数字经济对劳动力配置效率的影响效果及作用路径,忽略了衍生的数字鸿沟对劳动力配置造成的潜在影响,造成部分实证结论与实际建设存在较大差距,少有研究考虑将数字鸿沟作为环境变量对劳动力配置效率提升路径进行识别。

(二)理论分析

在劳动力再配置方面,通过对比数字接入、数字应用、数字经济赋能在职业技能、就业机会、收入差距等方面对不同群体之间差异化效果,以此揭示数字鸿沟对劳动力再配置的影响。数字技术可以通过渗透性、替代性和协同性,降低要素搜寻成本和交易成本,提升配置效率,但这种效果常见于技术密集型的产业或教育水平高的群体中。数字鸿沟引起了经济增长与资源配置的不平衡,诱发经济社会中的“马太效应”,使得收入分配不均加剧,造成区域发展失衡,阻碍了包容性经济增长。数字经济增加了城市就业中高技能劳动力就业比重,尽管数字资本能够提升技能型劳动力的均衡效用,但不利于提升低技能型劳动

力的均衡效用^[9]。以定价能力为代表的市场势力改变企业的生产资源需求,差异化的价格信号使得企业生产要素的边际产出不相等,从而扭曲了要素市场的资源配置^[10]。设施缺失阻碍了求职者通过数字渠道获得劳动力信息,数字技能缺乏导致求职者被劳动力市场排斥,数字设施与数字技能两个方面的不平等造成了就业机会浪费,进而形成劳动力错配^[11]。据此,本文提出以下假说:

假说 1:数字鸿沟对劳动力再配置具有扭曲效应。

数字经济发展对劳动力技能产生了不同的需求模式。劳动力技能水平与数字技术进步之间表现出更显著的互补性,二者相互融合,显著提升了高技能劳动力要素的生产效率。然而,数字技术进步使得低技能劳动力的工作岗位被替代或裁减,表现出对低技能劳动力的“挤出”效应^[12]。在数字接入水平存在差异时,低技能劳动力不仅缺少由数字渠道传递的就业信息,还缺少利用数字资源提升技能水平的转型机会,进而在技能结构转型的过程中产生了“信息不对称”和技能结构固化的问题,形成劳动力市场的低技能倾向,进一步加剧了劳动技能结构的固化。在转型过程中,数字资源的应用能力逐渐成为划分劳动力技能层次的标准。拥有数字应用能力的高技能劳动力能够开发新的数字场景、业务模式等产品^[13],而低技能劳动力在数字应用方面的匮乏导致新型岗位的劳动力需求无法得到满足,其本身受限于教育水平,无法通过数字应用实现技能提升,即劳动力整体的数字应用能力偏低,无法获得较高的溢价^[14]。市场价格信号对资源配置的指导作用因此被劳动力技能溢价现象进一步削弱,进而形成劳动力错配。由此,本文提出以下假说:

假说 2:数字鸿沟可通过劳动技能影响劳动力再配置。

数字接入鸿沟和数字应用鸿沟同时存在于中国数字经济发展过程中。一方面,相较于欠发达地区,发达地区普遍具有较完善的数字基础设施,形成了地区之间的数字接入鸿沟;另一方面,人群中的代际、性别以及教育层次差异影响各群体的数字技能使用,由此产生数字应用鸿沟。数字接入鸿沟和数字应用鸿沟虽然存在一定的关联,但二者具有不同的动态效应。数字接入鸿沟主要体现在物理设施的建设差异。在数字经济发展背景下,政府会加大对偏远地区和落后群体的数字设施投入,企业也会自发购入数字设施,缩小数字资本差异,以此保持竞争优势。一旦数字网络覆盖范围广泛,信息的流动和交流的基础条件得到满足,接入鸿沟将在短期内弥合,其影响也会迅速减弱。数字应用鸿沟主要体现在各群体利用数字技术进行信息获取、交流、工作和创新等活动的差异。数字应用鸿沟不仅涉及技术本身,还与个体的教育水平、技能、经验、意识形态相关联。这些社会因素的演化和改变是一个长期积累的过程,期间也会对就业、教育、医疗、社交等多个方面产生深远影响,因此数字应用鸿沟对经济社会运行的影响持续时间较长。据此,本文提出以下假说:

假说 3:数字鸿沟对劳动力再配置具有动态效应。

三、研究设计

(一)计量模型构建

基于现有研究结论与文献综述,本文首先构建面板双固定效应模型依次识别一、二级数字鸿沟对劳动力再配置的平均效应,基准计量模型如下所示:

$$LFM_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DD_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 和 t 分别表示城市和年份;被解释变量 LFM_{it} 为城市 i 在 t 年度的劳动力错配指数;核心解释变量 DD_{it} 为城市 i 在 t 年度的数字鸿沟指数,一级数字鸿沟由 DDA_{it} 表示,二级数字鸿沟由 DDB_{it} 表示; α_1 表示核心解释变量的估计系数; X_{it} 代表一组城市层面控制变量; μ_i 控制城市固定效应; δ_t 控制年份固定效应; ϵ_{it} 表示随机误差项。

采用双重固定效应模型进行回归估计,只能得到数字鸿沟对于劳动力错配的平均效应。数字鸿沟不仅在数字经济建设中显现出多种形态,并且在不同阶段对经济运行造成动态影响。在数字经济发展与数字鸿沟并存的现实条件下,明晰数字鸿沟的动态效应对于未来优化劳动力错配更富参考价值。本文进一

步构建相关计量模型,检验数字鸿沟对劳动力错配的逐年影响与时滞效应,以此刻画不同时期两类数字鸿沟对于劳动力错配的动态效应。

本文借鉴相关研究^[15],将年度虚拟变量分别与数字鸿沟指数交乘并加总引入回归模型式(1)进行回归,模型形式如下:

$$LFM_{it} = \alpha_0 + \sum_{t=2011}^{2022} \alpha_t DY_t \times DD_{it} + \alpha_1 DD_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

其中, DY_t 表示各年份虚拟变量,为避免“虚拟变量陷阱”导致的多重共线性,回归时默认删除起始年份 2010 年的虚拟变量; α_t 表示数字鸿沟与年份虚拟变量交乘项的回归系数。

上述引入年份虚拟变量的回归模型估计结果反映了各年度数字鸿沟对劳动力错配的当期效应,未能刻画某时期数字鸿沟对于之后不同年份劳动力错配的差异化表现。另一个值得关注的问题是,数字鸿沟是否在较长时期内持续影响劳动力错配。为深入解析数字鸿沟对中国劳动力错配长期动态影响,本文引入数字鸿沟指数的滞后 1~5 期,以检验数字鸿沟对劳动力错配的时滞效应,模型构建如下:

$$LFM_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DD_{it-n} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

基于对数字鸿沟与劳动力错配之间动态效应的刻画,本文将数字鸿沟以空间矩阵的形式引入空间杜宾模型(SDM),进一步识别数字鸿沟中的劳动力配置效率的提升路径。经典的空间计量学认为生产总值、投资、劳动力、研发等经济数据均受到地理学第一定律的影响,即距离越近的地区,其地区间经济联系越密切,因而空间计量经济学中的溢出效应可被概括为本地区经济行为对地理相邻地区经济运行的影响效应。类似于地理视角下各城市的经济指标具有高低差异,基于数字建设、数字应用水平的数字空间同样反映了各城市间数字化发展差异,即数字鸿沟,因而两地区间数字关联性传导的经济效应被本文定义为数字溢出性。此外,支撑数字空间的数字网络也是本文劳动力配置效率提升路径“数字溢出”的主要渠道。本文构建的基于数字空间的 SDM 如下:

$$LFM_{it} = \alpha + \rho W_{dig} \times LFM_{it} + \theta_1 W_{dig} \times PA_{it} + \varphi_1 PA_{it} + \theta_2 W_{dig} \times X_{it} + \varphi_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

其中, W_{dig} 表示本文构建的数字空间矩阵,具体分为数字接入鸿沟矩阵和数字应用鸿沟矩阵; ρ 表示空间自回归系数; PA_{it} 是本文选择的效率提升变量,具体包括政策性信贷补贴 (PC_{it})、政府土地出让 (LAN_{it})、落户门槛 (RT_{it}) 和环境规制 (ER_{it}); θ_1 和 φ_1 分别反映数字空间溢出效应与本地直接效应。

(二)变量说明

1. 劳动力错配指数 (LFM_{it})

本文参考相关研究^[16]使用劳动力错配指数对劳动力再配置进行量化表征,使用劳动力相对扭曲系数替代绝对扭曲系数,推出劳动力错配加成系数 τ_{Li} 。具体计算公式如下:

$$\tau_{Li} = (s_i \beta_{Li} / \beta_L) / (L_i / L) - 1 \quad (5)$$

其中, s_i 表示地区 i 的产出 Y_i 占整体产出 Y 的份额; β_{Li} 表示各地区劳动产出弹性,产出加权后劳动力要素的贡献值 $\beta_L = \sum_{i=1}^N s_i \beta_{Li}$; L_i / L 表示地区 i 的劳动力水平 L_i 占整体劳动力水平 L 的实际比例,本文采用各城市年末就业人数、全国年末就业人数分别对 L_i 、 L 进行表征; $s_i \beta_{Li} / \beta_L$ 表示劳动力有效配置时地区 i 的劳动力使用比例。

要测算各地区劳动力错配加成系数,需要估计各地区劳动力产出弹性 β_{Li} 。本文参考有关学者在估计中国要素产出弹性时采取的索洛余值法^[17],设定各地区资本、劳动力要素服从规模报酬不变的 Cobb-Douglas 生产函数:

$$Y_{it} = A K_{it}^{\beta_{Ki}} L_{it}^{1-\beta_{Ki}} \quad (6)$$

经对数线性化处理并考虑个体固定效应和时间固定效应后,可构建如下回归方程:

$$\ln(Y_{it} / L_{it}) = \ln A + \beta_{Ki} \ln(K_{it} / L_{it}) + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (7)$$

其中,地区产出 (Y_{it}) 以 2010 年为基期,经国内生产总值(GDP)指数平减处理后的实际 GDP 衡量。

地区劳动力投入 (L_{it}) 采用各地区年末就业人数衡量;地区资本投入 (K_{it}) 采用各地区年固定资本存量衡量,借鉴永续盘存法,以 2010 年为基期,使用固定资产投资价格指数对当期的名义固定资本形成总额进行平减,并消除固定资本折旧后计算得出。每一个城市均需测算对应的资本产出弹性 β_{Ki} , 因而式(7)为变截距、变斜率模型。针对这种情况,本文采用最小二乘虚拟变量法对多个资本产出弹性进行回归估计。在最小二乘虚拟变量法中,不同截面的截距通过引入个体虚拟变量区分,不同的斜率通过引入个体虚拟变量与变量 $\ln(K_{it}/L_{it})$ 的交互项区分,从而令截面个体(各城市)具有不同的截距和斜率。

将测算得到的地区劳动力产出弹性 β_{Li} 代入式(5),即可获得地区劳动力错配加成系数,包含劳动力配置不足 ($\tau_{Li} > 0$) 和劳动力配置过度 ($\tau_{Li} < 0$) 两种情况,本文参考相关处理方法^[16],对劳动力错配加成系数 τ_{Li} 取绝对值处理后构成劳动力错配指数 LFM_{it} ,该值越大表示劳动力错配越严重,因而在后文的回归结果中, LFM_{it} 的回归系数如果为正,表示劳动力错配加剧;反之,回归系数为负,劳动力错配缓解。

2. 数字鸿沟指数 (DD_{it})

虽然两类数字鸿沟在内涵界定方面具有不同的侧重点,但其核心量化思路均是表现各观测样本与拥有最高数字化水平样本的差距。因此,本文参考已有做法^[19]构建数字鸿沟指数计算方法如下:

$$DD_{it} = [\max(dig_t) - dig_{it}] / [\max(dig_t) - \min(dig_t)] \quad (8)$$

其中, DD_{it} 表示数字鸿沟指数; dig_{it} 为各观测样本的数字化水平,对于一级数字鸿沟 DDA_{it} ,即接入沟,本文选择各城市人均宽带接入端口数测量;对于二级数字鸿沟 DDB_{it} ,即应用沟,本文选择各城市人均电信业务量测量; $\max(dig_t)$ 表示各城市在 t 年的数字化水平最大值, $\min(dig_t)$ 表示最小值。数字鸿沟指数度量了某城市相应数字水平与最大值之间的差距在最大差距中的占比, DD_{it} 越大反映该城市数字鸿沟越深。

3. 效率提升变量

政策性补贴 (PC_{it}), 政策性补贴主要对象是当地具有发展潜力的企业,同时政府补贴承担了推行政政府特定经济方针的作用,本文选用各地级市政府财政支出额作为代理变量^[20];政府土地出让 (LAN_{it}), 政府的土地财政收入具体包括土地使用税、土地出让收入以及房地产税等项目收入,本文选取各城市土地出让成交价的自然对数进行表征^[21];落户门槛 (RT_{it}), 未拥有城镇户籍的人口在统计数据中常被归类为流动人口,因此城镇户籍一定程度上发挥了门槛作用,本文选择各城市流动人口与城市户籍人口比例作为落户门槛的代理变量,比值越高落户门槛越高^[22];环境规制 (ER_{it}), 环境规制的实施依赖地方政府的意愿、地区经济发展水平和环境污染现状等,本文选择各地级市人均污染治理投资额作为代理变量。

4. 控制变量

在现有劳动力再配置的研究文献基础上,综合数据的可获得性,本文筛选出 7 个城市层面可能影响劳动力再配置的因素。控制变量的计算方式如下:地区经济发展水平 (Eco),采用人均 GDP 的自然对数值表征;城市化水平 (Ur),采用城市户籍人口与地区总人口数之比衡量;市场化水平 (Mar),参考相关地区市场化指标体系研究^[23],熵权合成市场化指数;创新水平 (Ino),采用经对数化处理后各城市实用新型专利获得数衡量;产业结构升级 (Ind),采用各城市第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量;金融发展水平 (Fin),采用各城市年末金融机构存贷款总额的自然对数值衡量;政府治理水平 (Gov),采用地方一般公共预算支出与地区生产总值之比衡量。以上变量均以 2010 年为基期进行汇率折算以及价格指数平减处理,并利用城市和年份虚拟变量引入个体和时间固定效应以避免未观测信息缺失。

(三)数据来源与描述性统计

本文选取中国 2010—2022 年地级及以上城市的面板数据支撑实证研究。为避免缺失值影响本文数据可获得性和结论稳健性,本文未包含港澳台、西藏及新疆的部分样本数据,并采用插值法对缺失值进行填补,最终得到 279 个城市,共计 3 627 条市级均衡面板观测值。数据主要来源于《中国城市统计年鉴》、各省统计年鉴以及 EPS 数据平台。变量描述性统计结果见表 1。

表 1 变量描述性统计结果

变量符号	观测值数	均值	标准差	最小值	最大值
LFM	3 627	0.571	0.477	0	3.128
DDA	3 627	0.075	0.076	0	1.000
DDB	3 627	0.967	0.073	0	1.000
Eco	3 627	9.515	0.587	8.576	11.060
Ur	3 627	0.557	0.152	0.181	1.001
Mar	3 627	11.420	2.492	4.501	19.690
Ino	3 627	6.898	1.685	1.609	11.980
Ind	3 627	0.512	0.269	0.036	1.980
Fin	3 627	2.493	1.223	0.588	21.300
Gov	3 627	0.199	0.103	0.044	1.485

(四)数字空间矩阵构建

构建空间权重矩阵是空间计量分析的前提,传统空间权重矩阵是一个 N 维的对称矩阵,每一个矩阵元素是地区 i 与地区 j 的地理距离或经济距离,而数字鸿沟也可被视为是两地之间的数字化水平差距,如果将传统空间权重矩阵中的经济、地理元素替换为数字化元素,即可将数字鸿沟以矩阵形式引入计量模型中,观察数字鸿沟作为空间溢出渠道的作用效果。本文分别选择上文中用于测算一、二级数字鸿沟指数的人均宽带接入端口数、人均电信业务量的年均值作为构建数字空间矩阵的原始数据。式(4)中 W_{dig} 中的矩阵元素如式(9)所示:

$$W_{ij}^{dig} = \begin{cases} 1/|N_i - N_j|, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (9)$$

其中, W_{ij}^{dig} 表示城市 i 与城市 j 之间数字化水平距离的倒数。对于一级数字鸿沟, N_i 表示城市 i 的人均宽带接入端口数年均值,其矩阵记为 W_{por}^{dig} ; 对于二级数字鸿沟, N_i 表示城市 i 的人均电信业务量年均值,其矩阵记为 W_{tel}^{dig} 。为了保证数字空间矩阵各行元素之和为 1,排除极端值影响,两类矩阵进行了行标准化处理。

四、实证结果分析

(一)基准回归

两类数字鸿沟指数对劳动力错配的平均效应回归结果见表 2。在加入一系列控制变量后,数字接入鸿沟对劳动力错配的平均效应为 1.239,数字应用鸿沟对劳动力错配的平均效应为 1.673,均在 1% 的水平下显著。上述结果说明,在中国的数字化建设过程中,伴随而来的数字鸿沟显著加剧了劳动力错配,假说 1 得以验证。

上述结果验证了数字鸿沟是造成劳动力配置扭曲的因素之一,但尚不能为缩小数字鸿沟、提高劳动力配置效率提供明确的政策建议,如果仅从数字鸿沟对劳动力配置的平均效应作出优化劳动力配置的判断,则有失政策执行的严谨性和有效性。一方面,数字鸿沟无法避免,已有研究证明了数字经济发展必然会催生因为物质

表 2 数字鸿沟对劳动力错配的基准回归结果

变量	被解释变量: LFM			
	(1)	(2)	(3)	(4)
DDA	1.773*** (0.205)	1.239*** (0.207)		
DDB			1.790*** (0.219)	1.673*** (0.231)
控制变量	否	是	否	是
城市固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
R^2	0.758	0.774	0.759	0.777
观测值数	3 627	3 627	3 627	3 627

注:1. ()内为稳健标准误。

2. *** 代表 1% 的显著性水平。

资本差异、人力资本差异以及政府干预导致的发展不平衡问题;另一方面,数字鸿沟具有动态性,随着中国数字化进程不断加深,复杂又多变的数字鸿沟引致的经济问题、不平等问题也呈现出阶段性特征。

(二)稳健性检验^①

1. 内生性处理

数字鸿沟指数作为上述回归中的核心解释变量,仍不能排除来自三方面的潜在内生性问题。第一是反向因果,劳动力进一步错配会导致数字设施配置与应用的混乱,从而引起更深层次的社会性数字鸿沟问题。第二是样本自选择,观测样本可能忽略了统计数据相对缺失的城市,而这些城市本身的数字建设与应用水平偏低,因此面临更严峻的数字鸿沟问题。第三是遗漏变量问题,本文控制了城市层面的影响因素,但未进一步控制省份层面、地区层面的影响因素。

鉴于上述问题及数据可得性,本文选择工具变量法进行两阶段最小二乘估计以缓解估计结果的内生性问题。对于数字接入鸿沟指数的工具变量,本文选择坡度指数(各城市海拔标准差)作为数字接入数据的工具变量($DDAI$)^[24]。地形坡度的复杂程度直接决定了数字接入成本,因此该指标满足了工具变量相关性假设,坡度指数作为地理学指标,其测量过程与社会经济因素无关,因此满足工具变量的外生性假设;对于数字应用鸿沟指数的工具变量,本文选择各城市与中国杭州市的地理球面距离作为工具变量($DDBI$)。在杭州市注册的阿里巴巴(中国)有限公司是早期中国数字消费与应用的企业代表,越接近杭州市的城市可能拥有更高的数字应用水平,因此该工具变量满足相关性原则。而城市间的地理距离是固有指标,其测量过程与社会经济因素无关,因此满足工具变量的外生性假设。需要说明的是,城市间地理距离属于截面数据,无法直接作为面板数据的工具变量,需将滞后一期的各地级市电信业务总量分别交乘坡度指数、球面距离的倒数构成面板数据。另外,坡度指数、球面距离分别是数字接入与数字应用的相关性变量,与数字鸿沟无关,因而本文将式(8)中 dig 替换为相关性变量,计算得出数字鸿沟的工具变量 $DDAI$ 与 $DDBI$,并使用两个工具变量进行联合估计,以缓解内生性问题。

两阶段最小二乘估计结果表明,第一阶段回归结果 F 值均大于 Stock-Yogo 统计值 10% 的临界值 19.93,可拒绝存在弱工具变量问题的原假设;Kleibergen-Paap rk LM 统计量分别为 113.680 和 46.765,对应 P 值均小于 0.001,可拒绝工具变量不可识别的原假设;由于采取双工具变量联合检验,需进行过度识别检验,Hansen J 统计量的 P 值分别为 0.178 和 0.660,均大于 0.05,因此不可拒绝原假设,即两个工具变量可以被认为有效的。总体来看,本文所选工具变量不存在不可识别、弱工具变量、过度识别等问题,均对劳动力错配存在显著的正向作用,表明在考虑内生性问题后基准结果仍然有效。

2. 替换被解释变量

原有核心解释变量劳动力错配指数被本文替换为劳动力价格扭曲系数 $dist_L$ 。价格信号是市场主体进行资源配置时的重要参考,当要素配置发生扭曲时,市场价格的参考价值就会被削弱,劳动力的实际报酬相对于理想报酬就会发生偏移。鉴于此,劳动力要素价格偏移能够在一定程度上反映劳动力错配,本文借鉴相关文献^[25],计算劳动力价格扭曲,具体公式如下:

$$dist_L = (\beta_{Li} \cdot p_i y_i) / (w_i L_i) - 1 \quad (10)$$

其中, p_i 表示地区 i 的最终产出价格指数,采用 GDP 平减系数衡量; y_i 表示地区 i 的最终产出品,使用地区生产总值进行衡量; w_i 为地区劳动力价格,即工资水平,本文用城镇就业人员平均工资的统计数据进行量化; $dist_L$ 表示劳动力价格扭曲系数。结果表明,两类数字鸿沟的回归系数均通过显著性检验,说明基准结果具有一定的稳健性。

3. 样本极端值处理

本文对观测样本分别进行了 1%、99% 分位点和 5%、95% 分位点的缩尾处理,对大于高值分位点以及小于低值分为点的样本替换为分位点统计值,即可消除观测数据中极端值对基准回归结果的影响。缩尾处理后的估计结果表明,两类数字鸿沟估计系数的显著性、方向均与基准结果保持一致。

(三) 异质性分析

资本配置与劳动力配置具有要素替代性,此外近年来的环境规制促使各城市在实现产业可持续的同时不断调整劳动力配置。因此,本文从资本配置、环境规制两个角度出发,进一步分析数字消费的劳动力再配置异质性效应。

资本配置角度,资本与劳动力资源在生产中具有一定的替代性,资本的配置水平影响着劳动力的最优配置。本文利用式(7)所得的替代弹性,进一步测算各城市资本配置指数。当资本配置指数大于0时,资本配置过度,将虚拟变量设定为1;反之,当资本配置指数小于等于0时,资本配置不足,将虚拟变量设定为0。因此,本文将两类数字鸿沟指数与资本配置的虚拟变量相互交乘,分别考察在资本配置过度和不足时二者的异质性关系。回归结果如表3第(1)(2)列所示,资本配置从不足变为过度时, DDA 、 DDB 对劳动力错配的估计系数依次为0.092、0.107,但 DDB 的系数未通过显著性检验,说明资本配置过度地区的劳动力配置会受到数字接入鸿沟的扭曲效应,但对数字应用鸿沟无反应。

环境规制角度,中国的环境规制对劳动力结构与素质具有显著的影响,劳动力结构升级背后存在着环境规制导致的高技术人才需求。本文收集了新能源示范城市名单作为环境规制的分组依据,新能源示范名单内的城市被认定为受到环境规制的样本并指定虚拟变量为1,未被纳入示范名单的城市则被视为环境规制外的样本并指定虚拟变量为0,同样采取两类数字鸿沟指数与环境规制的虚拟变量相互交乘,分别考察环境规制的异质性。回归结果如表3第(3)(4)列所示,在受到环境规制时, DDA 、 DDB 对劳动力错配的估计系数依次为1.750、1.941,但 DDA 的系数未通过显著性检验,说明受到环境规制地区的劳动力配置会面临数字应用鸿沟的扭曲效应,不会受到数字接入鸿沟的影响。

(四) 机制分析

数字网络不仅具有传递价格信息的作用,同时也逐渐成为劳动技能溢出的渠道。本文借助中介效应模型检验劳动技能溢价水平和结构在数字鸿沟与劳动力错配之间的作用机制。

劳动技能溢价可以被理解为地区内高技能劳动者与低技能劳动者的收入差距,本文借鉴相关文献^[26]处理思路,选择地区平均工资、地区低技能劳动者平均工资以及劳动力受教育结构测算劳动技能溢价,其计算公式如下:

$$spil_{it} = (\bar{W}_{it} - W_{it}^L) / \varphi_{it}^H \quad (11)$$

其中, $spil_{it}$ 表示劳动技能溢价水平;地区平均工资 $\bar{W}_{it}$ 采用地区人均可支配收入进行测算;地区低技能劳动者平均工资采用 W_{it}^L 各城市最低工资标准进行测量;选择城市研究生及以上学历的人口占比表征劳动力受教育结构 φ_{it}^H 。本文在实证分析中对劳动技能溢价水平进行对数化处理。

对于劳动技能结构(ur_{it}),本文参考相关测算方法^[27],最高学历为本科及以上学历的劳动力认定为高技能劳动力,最高学历为专科及以下学历的劳动力认定为低技能劳动力,因此劳动技能结构为各地区高、低技能劳动力规模之比。

从表4中介效应检验结果可以看出:数字接入鸿沟降低了劳动溢价水平,阻碍了劳动技能结构升级;数字应用鸿沟降低了劳动溢价水平,有利于劳动技能结构升级。这说明劳动溢价机制和劳动结构机制存在。综上,假说2得到验证。

表3 资本配置、环境规制异质性分析结果

变量	被解释变量: LFM			
	资本配置		环境规制	
	(1)	(2)	(3)	(4)
DDA	0.092 ** (0.038)		1.750 (0.920)	
DDB		0.107 (0.097)		1.941 *** (0.331)
R^2	0.773	0.751	0.752	0.753
观测值数	3 627	3 627	3 627	3 627

注:1. *** 和 ** 分别代表1%和5%的显著性水平。

2. () 内为稳健标准误。

3. 城市和年份固定效应已控制,控制变量估计结果留存备案。

表 4 中介效应检验估计结果

变量	(1) <i>spil</i>	(2) <i>LFM</i>	(3) <i>spil</i>	(4) <i>LFM</i>	(5) <i>ur</i>	(6) <i>LFM</i>	(7) <i>ur</i>	(8) <i>LFM</i>
<i>DDA</i>	-0.693*** (0.234)	1.430*** (0.200)			-0.083*** (0.025)	1.278*** (0.206)		
<i>DDB</i>			-0.405* (0.217)	1.685*** (0.226)			0.174*** (0.025)	1.644*** (0.237)
<i>spil</i>		-0.037** (0.017)		-0.037** (0.017)				
<i>ur</i>						-0.464** (0.202)		0.167** (0.026)
R^2	0.871	0.772	0.864	0.774	0.644	0.775	0.645	0.777
观测值数	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627

注:1. **、* 和 * 分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

2. () 内为稳健标准误。

3. 城市和年份固定效应已控制, 控制变量估计结果留存备索。

(五) 数字鸿沟对劳动力错配的动态效应

1. 逐年趋势

将数字接入鸿沟指数、数字应用鸿沟指数分别与年份虚拟变量的交乘项作为核心解释变量代入式(2), 在控制一系列城市层面外生变量与固定效应后, 分别检验两类数字鸿沟对劳动力错配的逐年影响, 以此反映两类数字鸿沟对劳动力错配的动态演化轨迹, 并进一步说明中国现阶段劳动力再配置将面临哪类数字鸿沟。

2011—2022 年数字接入鸿沟指数 DDA_{it} 的逐年系数如图 1 所示, 可以看出, 数字接入鸿沟在 2017 年之前尚未对劳动力错配造成显著影响, 2017 年后数字接入鸿沟对劳动力错配的回归系数显著为正, 且保持下降趋势。以上结果说明, 观察期后段的劳动力配置会持续受到数字接入鸿沟的扭曲效应, 呈现出持续下降的趋势, 劳动力再配置受到接入鸿沟的扭曲效应在逐渐减小。

2011—2022 年的数字应用鸿沟指数 DDB_{it} 的逐年系数如图 2 所示, 可以看出, 数字应用鸿沟在 2017 年之前尚未对劳动力错配造成显著影响, 2017 年后数字接入鸿沟对劳动力错配的回归系数显著为正, 且保持上升趋势。以上结果说明, 观察期后段的劳动力配置也会持续受到数字应用鸿沟的扭曲效应, 呈现出持续上升的趋势, 劳动力再配置受到应用鸿沟的扭曲效应在逐渐增加。

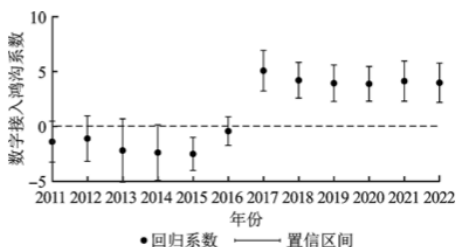


图 1 数字接入鸿沟对劳动力错配的逐年系数

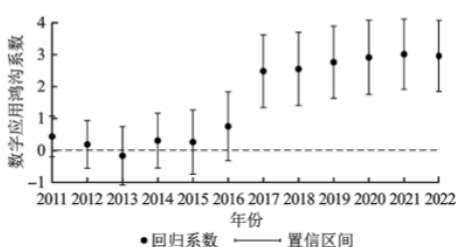


图 2 数字应用鸿沟对劳动力错配的逐年系数

在式(8)中, 两类数字鸿沟指数的量纲被自然约分, 且在用于估计其逐年系数的式(2)中, 因变量与控制变量的选取保持一致, 回归结果的大小具有一定的可比性。据此, 可以观察两类数字鸿沟对劳动力错配影响的差异。通过比较 2017 年后图 1 和图 2 的系数可以发现, 数字接入鸿沟的回归系数接近 5, 数字应用鸿沟的回归系数保持在 2~3 之间, 这表明数字接入鸿沟对劳动力错配的扭曲效应大于数字应用鸿沟的扭曲效应。经测算中国 2022 年各城市数字接入鸿沟指数均值为 0.152, 数字应用鸿沟指数均值为 0.634。上述结果说明, 中国现阶段的数字鸿沟问题集中在数字应用方面, 但数字接入鸿沟是造成劳动力扭曲的主要因素, 在未来劳动力配置扭曲的诱因将转移至数字应用鸿沟。

2. 时滞效应

为检验数字鸿沟对劳动力错配的时滞效应,本文分别将数字接入鸿沟、数字应用鸿沟先后进行滞后1~5期处理,基于式(3)的回归结果如表5和6所示。

数字接入鸿沟的结果如表5所示,DDA的回归系数在滞后1~3期时通过了显著性检验,滞后4期和5期未通过,这说明数字接入鸿沟对劳动力配置的扭曲效应具有时效性,主要表现在数字接入鸿沟加剧了短期内的劳动力错配,对长期的劳动力配置无影响。DDA的回归系数随滞后期数递减,说明数字接入鸿沟对劳动力配置的扭曲效应逐渐减弱,且系数由显著逐期变为不显著,这同时反映出数字接入鸿沟对劳动力错配的影响具有边际效应递减倾向。

数字应用鸿沟结果如表6所示,DDB的回归系数在滞后1~5期时均通过了显著性检验,表明当期的数字应用鸿沟对于未来长、短期内的劳动力配置均存在扭曲效应。DDB的回归系数随滞后期数递增,表明数字应用鸿沟对劳动力配置的扭曲效应不断增强,这在一定程度上印证了图2所示的结果,即数字应用鸿沟会对劳动力错配的影响时间较长,该效应不断累积,导致数字应用鸿沟对劳动力错配的影响不断加剧。

当前中国劳动力错配受到数字接入鸿沟和数字应用鸿沟的双重影响,其中数字接入鸿沟是主要的影响来源。然而,数字应用鸿沟对劳动力市场的扭曲效应正在加剧,并且这种影响将长期存在。综上所述,数字鸿沟对劳动力再配置存在逐年效应和时滞效应,具有明显动态特征,假说3得以验证。

五、效率提升分析

中国经济结构正在经历一场深刻的数字化变革,生产力在受到数字技术驱动的同时,也必然被数字不平等等问题干扰。那么,如何在不可避免的数字鸿沟中提升劳动力配置效率

呢?常见被用来识别变量间的传导以及优化路径的计量模型包括调节效应模型、中介效应模型,但以上两种模型均存在具有争议的内生性、多重共线性等计量问题。因此,本文基于空间计量经济学的研究思路以及数字鸿沟的普遍含义,先测算各城市间数字化发展差异,再构建数字差异矩阵以表示数字鸿沟,之后将数字差异矩阵引入SDM中,对劳动力配置效率提升路径进行识别。相较于中介、调节效应模型,引入数字差异矩阵一方面缓解了回归中的计量问题,另一方面克服了变量间的数字关联性,使得估计结果在保证稳健性的同时更符合现实情景,本文的相关内容也以空间计量的研究范式展开。

表5 数字接入鸿沟对劳动力错配的时滞效应检验结果

变量	被解释变量:LFM				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
L_1, DDA	5.174 *** (1.730)				
L_2, DDA		3.834 *** (1.020)			
L_3, DDA			2.828 *** (0.628)		
L_4, DDA				2.304 (1.592)	
L_5, DDA					2.250 (1.775)
观测值数	3 348	3 069	2 790	2 511	2 232
R^2	0.775	0.774	0.771	0.769	0.772

注:1. ***代表1%的显著性水平。

2. ()内为稳健标准误。

3. 城市和年份固定效应已控制,控制变量估计结果留存备索。

4. $L_1 \sim L_5$ 分别表示滞后1~5期。

表6 数字应用鸿沟对劳动力错配的时滞效应检验结果

变量	被解释变量:LFM				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
L_1, DDB	1.210 *** (0.382)				
L_2, DDB		1.348 *** (0.409)			
L_3, DDB			1.574 *** (0.477)		
L_4, DDB				1.837 *** (0.542)	
L_5, DDB					2.361 *** (0.663)
观测值数	3 348	3 069	2 790	2 511	2 232
R^2	0.782	0.780	0.775	0.772	0.772

注:1. ***代表1%的显著性水平。

2. ()内为稳健标准误。

3. 城市和年份固定效应已控制,控制变量估计结果留存备索。

4. $L_1 \sim L_5$ 分别表示滞后1~5期。

(一)数字空间相关性检验

使用 SDM 之前,需考察劳动力错配指数是否存在空间相关性,这是因为变量的空间数据是一个在空间分布的随机过程,数据会在各个空间方向产生相互影响。变量间存在空间相关性是开展空间计量的必要前提。对本文来说, i 城市的劳动力错配会在数字空间中对 j 城市造成影响,即数字空间相关性。本文通过测算数字接入鸿沟 (W_{por}^{dig})、数字应用鸿沟 (W_{tel}^{dig}) 中的莫兰指数检验城市间劳动力错配指数的数字空间相关性,具体结果如表 7 所示。

表 7 数字空间相关性检验结果

年份	莫兰指数		年份	莫兰指数	
	W_{por}^{dig}	W_{tel}^{dig}		W_{por}^{dig}	W_{tel}^{dig}
2010	0.058 ***	0.056	2017	0.085 ***	0.020 ***
2011	0.065 **	0.031	2018	-0.013	0.052 **
2012	0.061 **	0.036	2019	-0.008	0.049 *
2013	0.054 **	0.032	2020	0.012	0.075 ***
2014	0.053 *	0.033	2021	0.020	0.054 **
2015	0.075 ***	0.038	2022	-0.014	0.087 ***
2016	0.078 ***	0.063 ***			

注:***、**和*分别代表1%、5%和10%的显著性水平。

可以看出,劳动力错配在数字接入鸿沟与数字应用鸿沟中分别表现出了不同的阶段性特征。对于数字接入鸿沟,劳动力错配在 2010—2017 年表现出正向的空间相关性,并通过了显著性检验,随后至 2022 年间的莫兰指数未通过显著性检验。该结果说明早期数字接入网络为劳动力错配提供了线上的空间溢出性,但随着数字设施不断完善,接入鸿沟逐渐被弥合,数字接入差距的空间溢出性逐渐消失。对于数字应用鸿沟,劳动力错配在 2010—2015 年未表现出显著的空间相关性,随后至 2022 年的莫兰指数均显著为正。该结果说明早期各城市数字应用水平低,城市间的数字应用差异不明显,劳动力错配并未产生由数字应用差距引起的空间外溢,但随着数字化发展,数字应用鸿沟逐渐显现,劳动力错配也表现出显著的空间外溢性。

上述结果反映出中国数字经济发展早期存在接入鸿沟问题、近期存在应用鸿沟问题。因此,通过 SDM 识别得到的劳动力配置效率提升路径,既未忽略数字鸿沟影响的动态性,又考虑了数字空间的相关性。对于中国劳动力再配置面临不同动态特征的数字鸿沟,本文分别将政府土地出让、政策性补贴、落户门槛、环境规制四个变量依次作为针对政府主体、企业主体、个人以及绿色可持续角度的代理变量,对优化路径进行识别。

(二)数字鸿沟中劳动力配置效率提升路径

四条提升路径对劳动力配置效率提升的直接效应、空间效应以及显著性见表 8。总体来看,四条路径变量均对劳动力错配的影响均通过了显著性检验,除政府土地出让外,其余三条路径变量均对劳动力错配具有一定的纠正效果。

以财政支出额表征的政策性补贴变量(PC)对一、二级数字鸿沟中的劳动力错配均具有显著的优化效应。这与中国地方政府不断提高经济自主性和独立性密切相关,地方政府为了完成经济绩效,通过财政补贴使“看得见的手”对资源错配直接进行干预。完善落后地区的数字设施建设是政府促进数字经济建设常见的财政补贴手段,旨在缩小接入鸿沟,增加数字岗位的劳动力参与,同时为区域间的劳动力配置提供线上渠道,提高配置效率。面向数字技能培训与素质教育的政策补贴,缩小了群体间的技能差异,并对劳动力错配的修正具有跃升效果。政策补贴缓解了贫困地区在教育、培训领域的投入不足。数字教育水平的上升不仅为企业数字化转型提供支持,同时也使劳动力自发地创造新的就业形式与岗位形态。总

体来说,接入鸿沟中的政策补贴为劳动力再配置提供新渠道,应用鸿沟中的政策补贴则为劳动力再配置提供内生动力。

以城市流动人口与户籍人口比例表征的落户门槛(RT)扭曲了接入鸿沟中的劳动力配置,同时优化了应用鸿沟中的劳动力错配。这一结果反映出以户籍制度为代表的落户门槛在中国经济建设中的复杂作用,低技能、农村户籍和健康较差群体的劳动力配置会显著受到落户门槛的影响,同时数字接入鸿沟的存在给上述群体流动又增加了新的障碍。户籍制度导致流动人口在数字基础设施共享方面与定居人口存在差异,进一步限制了流动劳动力获取数字信息。而劳动信息闭塞与数字资源受限,更将一部分劳动力排斥在当地经济活动外,阻碍了其向高生产率岗位聚集,进而造成劳动力错配。而在数字应用鸿沟中,户籍制度尽管限制了流动人口就业,但也形成了技能集聚效应,从而抑制技能与岗位的不匹配。另外,相较于户籍,企业招聘具有明显的劳动力技能偏好,受到户籍限制的技能流动缓解了数字技能差异导致的劳动力错配。

表 8 数字空间计量分析估计结果

变量	被解释变量: LFM							
	数字接入鸿沟矩阵				数字应用鸿沟矩阵			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
LAN	0.028 *** (0.005)				0.031 *** (0.005)			
PC		-0.456 *** (0.066)				-0.383 *** (0.074)		
RT			0.181 *** (0.042)				-0.189 *** (0.042)	
ER				-0.216 *** (0.099)				-0.130 *** (0.045)
$W \times LAN$	0.065 *** (0.018)				0.081 *** (0.019)			
$W \times PC$		-0.103 *** (0.020)				-0.103 *** (0.024)		
$W \times RT$			0.158 * (0.094)				-0.158 * (0.096)	
$W \times ER$				0.942 *** (0.147)				0.750 *** (0.129)
自回归系数	0.128 *** (0.034)	0.097 *** (0.035)	0.143 *** (0.034)	0.102 *** (0.035)	0.032 (0.035)	-0.001 (0.035)	0.068 ** (0.034)	0.015 (0.035)
常数项	0.123 *** (0.003)	0.122 *** (0.003)	0.124 *** (0.003)	0.122 *** (0.003)	0.124 *** (0.003)	0.123 *** (0.003)	0.125 *** (0.003)	0.123 *** (0.003)
R^2	0.128	0.091	0.343	0.086	0.114	0.122	0.087	0.106
观测值数	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627	3 627

注:1. ***、**和*分别代表1%、5%和10%的显著性水平。

2. ()内为稳健标准误。

3. 城市和年份固定效应已控制,控制变量估计结果留存备案。

以人均污染治理投资额衡量的环境规制(ER)改善了一、二级数字鸿沟中本地的劳动力错配现状,但相邻城市受到了环境规制的数字扭曲效应,这一结果可以从环境规制本身具有“污染排斥”角度理解。数字经济发展具有明显的低污染、高效益特征,数字化无疑是企业绿色转型首要选择,所以环境规制进一步加速了数字企业对传统污染的迭代速度。在数字鸿沟中,数字发达地区相较于数字落后地区会受到更小的环境治理压力,同时企业的绿色升级创造了高技能岗位需求,也带动了政府、银行向转型企业的数字项目投资。数字技能人才向高生产率企业聚集,低技能人才重新进入劳动力市场寻找就业机会。然而,传统企业不仅面临数字鸿沟中的“数字排斥”,同时也面临环境规制带来的“绿色排斥”,本身数字化水平低

的城市不得不接受污染企业,加剧了当地环境压力与经济压力,抑制了数字欠发达地区的数字建设,造成整体资源配置失衡。

以土地成交价表征的政府土地出让规模(LAN)均扭曲了在数字接入矩阵、数字应用矩阵中的劳动力配置。土地出让作为中国近20年来城市化的根本驱动力,在城市扩张的浪潮中直接创造了大量的就业岗位,同时也吸引了农村人口向城市转移。但城市的迅速扩张也带来了一系列的社会问题与经济问题。显然,城市内部的数字设施建设不平衡直接加剧了数字接入鸿沟,高技能劳动力和数字产业集中在核心区域,而低技能劳动力则被迫集中在缺乏数字基础设施支持的边缘地区,导致整体劳动力错配。另外,政府的土地财政在短期内确实具有可观的经济效应,因此本身用于数字技术普及与应用的资金被错误配置于房地产行业,加之短期内出现的大量低技能岗位,劳动力被排斥在数字应用鸿沟外,无法充分利用数字技术进行生产和创新。尽管这些劳动力被吸纳进了就业市场,但未能发挥出数字技能应有的作用,形成了错配。

六、结论与政策启示

数字化变革中,中国需提高劳动力配置效率以应对人口红利消退的趋势,数字鸿沟不可避免地劳动力配置优化并存于中国迈向高质量发展的进程中。本文从动态角度出发,考察数字接入鸿沟、数字应用鸿沟对劳动力配置效率的边际效应,在总结中国劳动力错配的现状与未来可能面临何种数字鸿沟的基础上,将数字鸿沟以权重矩阵的形式引入SDM,对各类数字鸿沟中的劳动力配置效率提升路径进行识别。第一,数字接入鸿沟、数字应用鸿沟均对劳动力存在再配置效应,但表现为扭曲作用,该结论在稳健性检验后仍成立;数字接入鸿沟、数字应用鸿沟均会通过降低劳动力溢价水平、影响劳动技能结构,进而造成劳动力配置扭曲。第二,随着地区资本配置由不足转为过度,数字接入鸿沟会显著加剧劳动力错配;在受到环境规制的地区,数字应用鸿沟会加剧受环境规制地区的劳动力错配。第三,数字鸿沟对中国劳动力资源再配置的影响存在持续的动态特征。从各年度看,数字接入鸿沟对劳动力的错配效应在近年逐步减小,数字应用鸿沟对劳动力的错配效应在近年逐步增加;从持续时长看,数字接入鸿沟加剧了短期内的劳动力错配,而数字应用鸿沟对于未来长短期内的劳动力资源再配置均存在扭曲效应;中国现阶段劳动力资源再配置的扭曲效应主要来源于数字接入鸿沟,未来将逐渐受到数字应用鸿沟的作用。第四,路径提升分析表明,政策性补贴、落户门槛、环境规制可作为未来在数字鸿沟中优化劳动力配置的主要手段,土地财政在未来数字建设中已不可持续,对劳动力配置具有扭曲效应。本文为数字时代的劳动力配置提供新理论,也为优化数字浪潮下的劳动力配置,实现区域均衡发展,促进经济高质量发展提供新如下政策建议:

首先,弥合数字接入鸿沟,预防数字应用鸿沟扩大。提高企业数字化转型的包容性,通过政策激励,推动企业在欠发达地区投资建设数字基础设施,提供就业机会,逐步弥合地区间的数字接入鸿沟。政府通过财政转移支付、技术援助等方式,支持中西部地区发展特色数字产业,提升区域经济活力和就业机会。提升农村和弱势群体的数字技能,将数字技能纳入基本的职业培训中,促进劳动力市场的公平竞争,预防数字应用鸿沟扩大。

其次,监测劳动技能溢价,优化劳动技能结构。建立明确的劳动技能评估标准,涵盖数字技能、专业技能和软技能等方面。鼓励政府、企业和教育机构之间的合作,共享技能培训资源 and 数据。为企业和个人提供政策激励措施,引导就业者参与技能提升和数字化转型。通过定期调查和大数据分析,识别不同地区和群体的劳动技能溢价变化与结构更替,以市场需求促进劳动技能升级。

最后,以可持续发展为目标,保障企业、个人层面的数字红利。为流动人口提供平等的社会保障和福利,包括医疗、教育和住房等方面,实施宽松落户政策,降低流动人口的生活成本。政府逐步减少对土地出让收入的依赖,转向可持续的财政机制,鼓励投资和支持环保产业的发展,以数字化驱动绿色发展,促进产业升级,创造就业机会。通过财政补贴和税收优惠,支持小微企业的创新和发展,促进新就业岗位

参考文献:

- [1] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. American Economic Review, 2018, 108(6): 1488-1542.
- [2] 黄雨晴. 中国数字鸿沟的成因与赋权式治理[J]. 学习与实践, 2022, 39(9): 23-33.
HUANG Y Q. Causes and empowerment governance of digital divide in China[J]. Study and Practice, 2022, 39(9): 23-33.
- [3] 陈梦根, 周元任. 数字不平等研究新进展[J]. 经济学动态, 2022, 63(4): 123-139.
CHEN M G, ZHOU Y R. Latest research progress on digital inequality[J]. Economic Perspectives, 2022, 63(4): 123-139.
- [4] 谢璐, 韩文龙. 数字技术和数字经济助力城乡融合发展的理论逻辑与实现路径[J]. 农业经济问题, 2022, 43(11): 96-105.
XIE L, HAN W L. Theoretical logic and practical path of digital technology and digital economy to promote urban-rural integration development[J]. Issues in Agricultural Economy, 2022, 43(11): 96-105.
- [5] 李飏, 赖德胜, 高曼. 互联网使用对生育率的影响研究[J]. 南方人口, 2021, 36(2): 65-80.
LI B, LAI D S, GAO M. Research on the impact of Internet use on fertility[J]. South China Population, 2021, 36(2): 65-80.
- [6] 刘传江, 刘思辰. 数字化时代农民工市民化的“双重鸿沟”与跨越[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2023, 43(1): 107-116.
LIU C J, LIU S C. The “Dual Divide” and its crossing of migrant workers’ citizenization in the digital age[J]. Journal of Xi’an Jiaotong University(Social Sciences), 2023, 43(1): 107-116.
- [7] 赵亚雄, 王修华. 数字金融、家庭相对收入及脆弱性: 兼论多维“鸿沟”的影响[J]. 金融研究, 2022, 65(10): 77-97.
ZHAO Y X, WANG X H. Digital finance, the relative income and vulnerability of households: the impact of the multidimensional “Divide”[J]. Journal of Financial Research, 2022, 65(10): 77-97.
- [8] 叶琴, 袁歌骋, 张呈磊. 数字普惠金融与收入机会不平等[J]. 当代经济科学, 2023, 45(3): 114-126.
YE Q, YUAN G C, ZHANG C L. Digital inclusive finance and income opportunity inequality[J]. Modern Economic Science, 2023, 45(3): 114-126.
- [9] 徐邵军, 刘修岩, 周君婷. 数字冲击下异质性劳动力空间再配置与经济福利[J]. 中国工业经济, 2024, 42(11): 24-42.
XU S J, LIU X Y, ZHOU J T. Heterogeneous labor spatial reallocation and economic welfare under the shock of digital capital[J]. China Industrial Economics, 2024, 42(11): 24-42.
- [10] 尹恒, 张子尧. 产品市场扭曲与资源配置效率: 异质性企业加成率视角[J]. 经济研究, 2021, 67(11): 119-137.
YIN H, ZHANG Z Y. Product market distortions and resource allocation efficiency: a heterogeneous firm markup rate perspective[J]. Economic Research Journal, 2021, 67(11): 119-137.
- [11] 崔琳昊, 冯烽. 数字经济如何影响城市间劳动力市场分割: “加深鸿沟”还是“熨平丘壑”? [J]. 当代经济科学, 2025, 47(2): 54-65.
CUI L H, FENG F. How does the digital economy affect the segmentation of labor markets between cities: “deepening the divide” or “smoothing out the valleys”? [J]. Modern Economic Science, 2025, 47(2): 54-65.
- [12] 陈东, 郭文光. 数字化转型如何影响劳动技能溢价: 基于A股上市公司数据的经验研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(3): 173-192.
CHEN D, GUO W G. How does digital transformation affect labor skill premium: an empirical study on A-share listed enterprises[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2024, 41(3): 173-192.
- [13] 胡晟明, 王林辉, 董直庆. 工业机器人应用与劳动技能溢价: 理论假说与行业证据[J]. 产业经济研究, 2021, 20(4): 69-84.
HU S M, WANG L H, DONG Z Q. The application of industrial robots and the labor skill premium: theoretical hypothesis and industrial evidence[J]. Industrial Economics Research, 2021, 20(4): 69-84.
- [14] 马红旗. “资本—技能互补”对我国技能溢价的影响[J]. 上海财经大学学报, 2016, 18(2): 67-76.
MA H Q. The impact of capital-skill complementarity on skill premium[J]. Journal of Shanghai University of Finance and Economics, 2016, 18(2): 67-76.
- [15] 李斌, 黄少卿. 网络市场渗透与企业市场影响力: 来自中国制造业企业的微观证据[J]. 经济研究, 2021, 67(11):

- 84-99.
- LI B, HUANG S Q. Online market penetration and firm market power: micro evidence from Chinese manufacturing firms[J]. *Economic Research Journal*, 2021, 67(11): 84-99.
- [16] 白俊红, 刘宇英. 对外直接投资能否改善中国的资源错配[J]. *中国工业经济*, 2018, 36(1): 60-78.
BAI J H, LIU Y Y. Can outward foreign direct investment improve the resource misallocation of China[J]. *China Industrial Economics*, 2018, 36(1): 60-78.
- [17] 赵志耘, 刘晓路, 吕冰洋. 中国要素产出弹性估计[J]. *经济理论与经济管理*, 2006, 26(6): 5-11.
ZHAO Z Y, LIU X L, LYU B Y. Estimating the output elasticity of factors in China[J]. *Economic Theory and Business Management*, 2006, 26(6): 5-11.
- [18] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. *经济研究*, 2004, 50(10): 35-44.
ZHANG J, WU G Y, ZHANG J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000[J]. *Economic Research Journal*, 2004, 50(10): 35-44.
- [19] 尹志超, 蒋佳伶, 严雨. 数字鸿沟影响家庭收入吗[J]. *财贸经济*, 2021, 42(9): 66-82.
YIN Z C, JIANG J L, YAN Y. Does the digital divide affect household income? [J]. *Finance & Trade Economics*, 2021, 42(9): 66-82.
- [20] 汪洋, 刘潇. 财政补贴与企业金融化: 基于信贷资金分配市场化的调节效应分析[J]. *财政研究*, 2021, 42(11): 117-128.
WANG Y, LIU X. Financial subsidy and enterprise financialization: based on the regulatory effect of marketization of credit fund allocation[J]. *Public Finance Research*, 2021, 42(11): 117-128.
- [21] 张少辉, 余泳泽. 土地出让、资源错配与全要素生产率[J]. *财经研究*, 2019, 64(2): 73-85.
ZHANG S H, YU Y Z. Land lease, resource misallocation and total factor productivity[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2019, 64(2): 73-85.
- [22] 陆万军, 张彬斌. 户籍门槛、发展型政府与人口城镇化政策: 基于大中城市面板数据的经验研究[J]. *南方经济*, 2016, 34(2): 28-42.
LU W J, ZHANG B B. Household threshold, development-oriented government and the urbanization of population policy: evidence from large and medium-sized cities in China[J]. *South China Journal of Economics*, 2016, 34(2): 28-42.
- [23] 樊纲, 王小鲁, 张立文, 等. 中国各地区市场化相对进程报告[J]. *经济研究*, 2003, 49(3): 9-18.
FAN G, WANG X L, ZHANG L W, et al. Marketization index for China's provinces[J]. *Economic Research Journal*, 2003, 49(3): 9-18.
- [24] 张国胜, 李文静. 矫正效应还是加剧效应: 数字基础设施对产业结构与就业结构“失衡”的影响[J]. *中国人口科学*, 2022, 36(6): 26-38.
ZHANG G S, LI W J. Correction or exacerbation: the impact of digital infrastructure on the structural imbalance between industry and employment[J]. *Chinese Journal of Population Science*, 2022, 36(6): 26-38.
- [25] 王宁, 史晋川. 中国要素价格扭曲程度的测度[J]. *数量经济技术经济研究*, 2015, 32(9): 149-161.
WANG N, SHI J C. Measure the degree of factor price distortion in China[J]. *Journal of Quantitative & Technological Economics*, 2015, 32(9): 149-161.
- [26] CHEN B, YU M, YU Z. Measured skill premia and input trade liberalization: evidence from Chinese firms[J]. *Journal of International Economics*, 2017, 109: 31-42.
- [27] 李小荣, 毕英睿, 吴楠. 企业“脱实向虚”与劳动力技能升级[J]. *经济科学*, 2024, 46(2): 91-114.
LI X R, BI Y R, WU N. Effect of enterprise financialization on labor skill composition[J]. *Economic Science*, 2024, 46(2): 91-114.

编辑: 张静, 高原

Digital Divide and Labor Reallocation: Analysis of Dynamic Effects and Efficiency Improvement

LIU Weijiang¹, HAO Yizhe²

1. Center for Quantitative Economics, Jilin University, Changchun 130012, China

2. School of Business and Management, Jilin University, Changchun 130012, China

Summary The digital economy has played a crucial role in enhancing productivity, fostering innovation, and driving consumption upgrades. However, due to objective factors such as geographical conditions, resource allocation, and social disparities, different population groups are unable to equally benefit from digital development dividends, leading to the emergence of the digital divide. Moreover, as China's demographic dividend gradually diminishes in recent years, optimizing the reallocation of limited labor resources has become a necessary measure to reduce total factor productivity losses. Few studies have focused on the coexistence of the digital divide and labor reallocation optimization within China's high-quality development process, making it particularly meaningful to improve labor allocation efficiency within the context of the digital divide.

This study first constructs a balanced panel dataset at the prefecture-level city level in China to separately measure the Digital Access Divide Index and the Digital Application Divide Index. A fixed-effects regression model is employed to empirically examine the impact of the digital divide on labor misallocation, its underlying mechanisms, and heterogeneity. Building on this analysis, we incorporate year dummy variables and time-lagged terms to investigate the dynamic effects of both types of digital divides on labor misallocation, clarifying the types of digital divides China's labor reallocation faces both currently and in the future. Furthermore, we introduce the digital divide into a spatial Durbin model in the form of a spatial matrix to identify the effectiveness of policy-driven credit subsidies, government land transfers, and household registration thresholds in improving labor reallocation under the digital divide framework. The results indicate that both the digital access divide and the digital application divide distort labor reallocation, primarily because the digital divide reduces labor skill premiums and disrupts skill structure upgrading, thereby exacerbating labor misallocation. Additionally, the digital access divide significantly intensifies labor misallocation in regions with excessive capital allocation, while the digital application divide amplifies labor misallocation in environmentally regulated regions. In recent years, the short-term distortionary effect of the digital access divide on labor misallocation has gradually weakened, whereas the influence of the digital access divide on labor misallocation has gradually weakened, whereas the influence of the digital application divide has exhibited a long-term and increasingly strengthening trend. Currently, labor misallocation primarily stems from the digital access divide, but in the future, the digital application divide will progressively intensify labor reallocation distortions. Policy measures such as credit subsidies and household registration threshold reforms have played positive roles in optimizing labor reallocation, whereas land finance and environmental regulation policies may exacerbate resource allocation distortion risks in adjacent areas due to regional spillover effects.

Compared to existing literature, this study makes the following marginal contributions: First, it separately measures the digital divide at the prefecture level, categorizing it into digital access divide and digital application divide indices. It also integrates year dummy variables and lagged terms into the regression framework, enabling more precise identification of both the average and dynamic effects of the digital divide on labor reallocation and facilitating temporal characteristic comparisons. Second, this study is the first to quantify the digital divide using a spatial weight matrix and incorporate it into a spatial Durbin model, thereby directly identifying pathways for improving labor allocation efficiency within the digital divide context.

The findings not only provide empirical evidence for policymakers to formulate strategies aimed at narrowing the digital divide and optimizing labor allocation, but also indicate that labor reallocation optimization cannot rely solely on comprehensive promoting digital economic development. Only by fostering balanced development of the digital economy can the inclusive benefits of digitalization be maximized.

Keywords digital divide; labor reallocation; labor skills; digital economy; labor misallocation index; digital spatial spillover