

引用格式: 马海良, 郭金暄, 贺正齐, 等. 数字金融对中国用水强度的影响及其机理[J]. 资源科学, 2024, 46(1): 1-14. [Ma H L, Guo J X, He Z Q, et al. The impact of digital finance on water use intensity in China and mechanisms[J]. Resources Science, 2024, 46(1): 1-14.] DOI: 10.18402/resci.2024.01.01

数字金融对中国用水强度的影响及其机理

马海良, 郭金暄, 贺正齐, 张长征

(河海大学商学院, 南京 211100)

摘要:【目的】以信息技术为基础的数字金融为节水型社会建设提供了新契机, 如何有效释放数字金融发展带来的“节水减排”红利, 是促进中国式现代化发展的重要议题。【方法】基于2011—2020年中国30个省份的面板数据, 利用固定效应模型、中介效应模型等方法实证检验数字金融发展与水资源利用之间的关系。【结果】①数字金融发展能有效发挥对用水强度的抑制作用, 这种作用主要通过提升数字金融的覆盖广度和使用深度来实现, 且在经过替换变量、工具变量法以及有限信息最大似然法等稳健性检验后依然成立。②从传导路径看, 技术创新和产业结构合理化在数字金融对用水强度影响中发挥了显著的中介作用, 但产业结构高级化的中介作用却不明显。③从异质性角度看, 数字金融对东部地区用水效率具有积极影响; 同时对一产和二产的用水强度发挥了显著的抑制作用, 但对第三产业的影响不显著; 另外水资源禀赋高的地区更容易发挥数字金融的红利效应。【结论】因此, 需加强数字金融建设, 积极创新金融服务, 因地制宜、因产施策充分发挥数字金融对资源利用的正向促进作用。

关键词: 数字金融; 用水强度; 技术创新; 产业结构; 水资源利用; 中国

DOI: 10.18402/resci.2024.01.01

1 引言

水资源是生存之本、文明之源、生态之基, 是社会经济发展不可或缺的基础性自然资源和战略性经济资源。然而, 随着气候变化的极端化及人类活动的加剧化, 中国水资源问题依然严峻, 资源型缺水 and 结构性缺水问题尚未得到有效解决^[1]。中国人均水资源拥有量仅相当于世界人均水资源量的25%^[2], 属于全球13个人均水资源最贫乏的国家之一。同时用水结构的扭曲导致结构性缺水问题依然严重, 2022年第一产业增加值占国内生产总值比重约为7.30%, 但用水占比为63.04%, 远高于工业用水的16.14%。在此背景下, 为进一步防范水资源危机, 提升中国水安全保障能力, 党和政府先后提出一系列要求。《“十四五”水安全保障规划》提出“到2025年实现万元国内生产总值用水量下降16%左右”。同时为充分实现水资源的生态价值和经济价值, 党的二十大报告明确要求, 要统筹水资源、水环

境、水生态治理, 支撑新发展格局的现代化产业体系。习近平总书记更是站在全局高度, 2023年4月在广东考察时强调指出“推进中国式现代化, 要把水资源问题考虑进去”。由此可见, 推进水资源优化配置, 降低用水强度将成为提升中国水安全保障能力、促进人与自然和谐共生的现代化发展的必要条件。

作为传统金融机构与数字技术融合形成的一种新型业态, 数字金融通过低成本、速度快、覆盖广等特征弥补传统金融的不足, 有效发挥资源优化配置、降低交易成本等作用, 成为经济转型发展的新引擎^[3,4]。在利用水资源支撑现代产业体系的过程中, 数字金融能够缓解用水部门的信贷约束, 提高水利基础设施的规模和技术水平, 放大金融资本和其他要素投入在产业发展中的周转速度。同时, 在水环境保护和水生态治理过程中, 数字金融充分利用互联网技术在提升信息搜寻效率、增进社会互动

收稿日期: 2023-09-01, 修订日期: 2023-12-02

基金项目: 国家社会科学基金项目(21CGL064); 中央高校基本科研业务费项目(B210207041; B220201056)。

作者简介: 马海良, 男, 江苏常州人, 副教授, 研究方向为水资源经济与可持续发展。E-mail: mahlpaper@163.com

等方面的优势,促进资源优化配置,有效提高水污染治理绩效和水生态保护水平。因此,在实现中国式现代化进程中,如何放大数字金融对水资源利用的赋能作用是我们需要思考和回答的重要问题。基于此,对数字金融影响中国用水强度的效应进行测算,深入剖析其影响机理,且分析对不同产业和区域的异质性影响,将对节水型社会建设以及水利现代化的实现具有重要意义。

以水定产,治水安邦,水资源问题历来是学术界研究的热点问题。现有研究主要从产业结构、技术进步、对外开放、政府干预等角度探讨水资源利用的影响因素。如学者们认为产业结构与技术进步在影响用水效率中发挥着重要作用,积极发展第三产业并降低第一产业比重有利于发挥节水效应^[6]。同时技术进步可以促使各用水主体有效提高单位水量的产出,提高水资源的经济价值^[7]。但也有学者发现随着全球化的深入,技术进步的贡献度在逐渐下降^[8],而对外贸易水平和政府的治理能力对资源的利用效率呈显著正向影响^[9,10]。随着信息化浪潮席卷全球,学者们越来越意识到信息技术的重要性,开始将信息技术应用于水资源管理领域。研究发现,基于物联网、人工智能等技术的用水供水管理系统,对水资源优化配置及用水效率改善发挥积极影响^[11]。数字金融作为数字经济在金融领域的深度应用,凭借其在提升金融服务效率、缓解融资难题等方面的优势,也已逐渐成为经济金融研究的热点问题。学者们认为数字金融能够对长尾群体提供支持并改善资源错配问题,有效缓解创新创业主体的“融资难、融资贵”问题^[12];能通过缓解金融排斥,降低金融门槛增加农村地区金融可得性,有效减少城乡收入差距^[13];并且通过缓解流动性约束,有效促进居民的消费支出^[14]。近年来,随着新发展理念成为中国经济发展的指导原则,学者们也开始探索数字金融对绿色发展和生态环境治理的影响机理,结果发现数字金融具备资源节约及环境友好型的绿色属性^[15],能够有效促进中国双碳目标的实现,促进人与自然和谐共生^[16]。

可以发现,现有文献从不用视角对水资源利用的影响因素以及数字金融的红利效应进行了研究,但关于数字金融与水资源利用关系的研究还较为欠缺。因此,考虑到水资源利用对中国现代化进程

产生的经济效益和生态效益,利用2011—2020年中国30个省份的面板数据,运用双向固定效应模型对此展开探索,希望能够厘清数字金融与用水强度之间的内在逻辑,为促进水资源的有效利用和区域的高质量发展提供理论借鉴。本文可能的边际贡献在于:①利用双向固定模型对数字金融的节水效应进行解读,并从数字金融的覆盖广度和使用深度等维度分别探讨该效应的结构性差异,拓展数字金融对中国水资源配置和高效利用的影响研究。②从理论视角厘清数字金融对用水强度的影响机理,并采用中介效应模型对技术创新和产业结构转型升级这两条路径进行实证检验。③根据不同地区的发展实际,从区位异质性、产业异质性和资源禀赋异质性方面,探究数字金融对水资源利用产生影响的边界条件,从而为数字金融赋能水资源利用、更好发挥中国式现代化中的“水动力”提供理论支撑。

2 理论分析与研究假设

2.1 数字金融对用水强度的影响

数字金融作为传统金融在数字经济下的业态升级,能够提供更加普惠精准的金融服务,推动金融结构改革和金融效率的提升,进一步为用水主体的节水行为提供资金支持,提高水资源利用效率。如图1所示,数字金融一般可以通过完善水资源价值服务体系、缓解信息不对称和提升水资源监管水平等途径直接降低用水强度。

首先,数字金融的发展有利于进一步完善水资源价值服务体系。具体来说,一方面,数字金融为水利事业提供多元化的金融工具及更高效便捷的融资服务,有助于水利基础项目建设,从而实现水资源的优化配置及用水强度的降低。如近年来,京东金融用数字农贷为智慧农业赋能,不仅解决了种田大户的资金投入问题,还实现农业用水的灌溉全自动化。另一方面,数字金融通过孪生技术等手段提升水资源信息的融合共享水平,进一步形成水资源配置的科学决策^[17]。如基于数字孪生的水权交易市场有效推动了交易的规范化、透明化、市场化运转,达到盘活水资源资产,实现水资源节约和经济发展的“双赢”效果。

其次,金融机构可以充分利用人工智能、大数据、云计算等数字技术对海量数据进行汇聚分析,实现对生产过程中的产业链、供应链和价值链等上

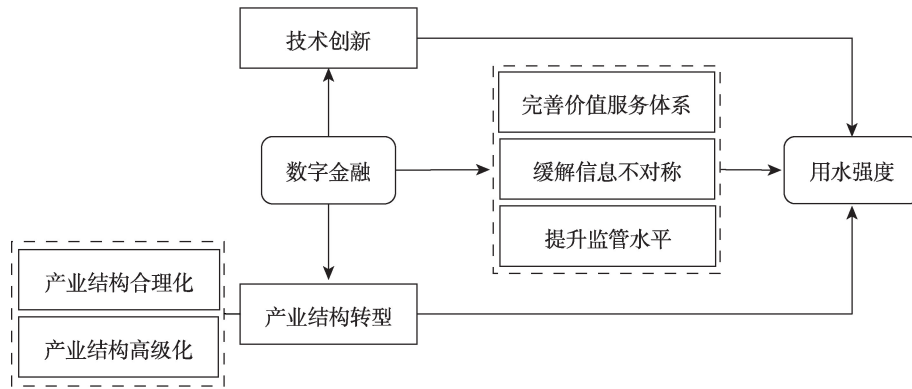


图1 数字金融对用水强度的影响路径

Figure 1 Pathway of influence of digital finance on water use intensity

下游数据的有效整合,以及对客户特征及投融资决策信息的有效识别^[12],破除经济系统内部存在的“数据壁垒”和“信息烟囱”,从而提升水资源利用水平。这不仅有利于促进资金融通,为实体企业提供基础研究、科技研发等活动相匹配的资金支持,推动节水技术的投入;也有利于对节水型企业进行遴选,引导资源合理分配,提高金融机构服务实体经济的有效性和针对性,进一步推动相关要素在低耗水、生产效率高的环境友好型行业进行汇聚,从而实现整体经济效益的提升与水资源的节约。

最后,随着数字金融跨界融合的力度和深度不断得到强化,水环境污染的监管水平将有效提升。《G20 数字普惠金融高级原则》明确提出“扩展数字金融服务基础设施生态系统”。通过对用水主体资金流、信息流的联通,有利于政府打破与企业之间的信息结界,形成全流程的水环境监管体系,从而全方位评估企业的用水信息特征^[18]。例如,近年来各地政府在财政资金的支持下,建立河长制 APP 和湖长制 APP,实现了对管辖区域水污染数据的实时监测,事件追踪和事件督查等功能,确保水污染的精细化治理。同时强化水量红线和水效红线的倒逼作用,通过“奖优惩劣”的奖惩机制倒逼企业主动承担用水责任,从而达到节约水资源总量和强化水环境治理的目的。据此,提出以下假设:

H1: 数字金融发展有利于促进用水强度的降低。

2.2 数字金融对用水强度的影响机理

2.2.1 激励技术创新

科技是第一生产力,技术创新水平的提高是推

动生产效率提升的重要动力。因此,节水减排等技术的创新应用可对水资源的高效利用发挥积极作用^[9]。然而创新活动存在周期长、资金需求更多、风险更大、不确定性情况多等问题以及金融市场中普遍存在信息不对称问题,导致微观主体融资成本更高,更容易受到融资约束,可能阻碍创新活动的开展。而数字金融作为传统金融的跨越式发展,在继承传统金融核心功能的同时,弥补了传统金融的“信贷歧视”问题,在微观主体技术创新活动中发挥着重要作用。具体来说,其可以借助数字技术对金融需求者的信用及创新项目进行风险评估,降低金融服务的门槛限制、放松信贷资源的可得性并促进信贷资源的合理配置,使得“长尾用户”也可以获得资金支持,帮助用水主体及相关金融需求者解决“融资难、融资贵”的问题^[12],达到增量补充的“普惠效果”,而充裕的资金可以激励用水大户企业创新活动的开展及生产方式的改进。另外,数字资源有利于市场和上下游企业的整合,用水企业可以利用数字金融提供的大数据、云计算等优质技术工具进行信息的搜集、分析与决策工作,从而有效识别创新的方向及最优路径,提升产品的技术属性和客户满意度,促进企业从高耗水、高排放模式向低耗水、低排放的生产模式转型。同时数字资源带来信息交流和互动的便捷性,有利于知识溢出,加速节水技术的推广,在全社会范围内减少水资源的消耗。因此,提出以下假设:

H2: 数字金融通过技术创新降低用水强度。

2.2.2 促进产业结构转型

由于不同产业发展对水资源的需求不同,产业

结构与水资源利用存在紧密联系^[9]。研究发现,产业结构优化是水资源利用效率提升的重要因素^[20]。通过对不合理产业进行动态调整,优化产业体系,改变粗放的发展模式,如淘汰高耗低效行业、发展低耗清洁的新兴产业,可以减少水资源的不合理消耗并促进经济效益的提升。数字金融利用其智能化、互联网化的特点从两方面促进产业结构升级,进而促进用水强度的降低。一方面,数字金融有利于扩大金融覆盖范围,为更多居民提供更便捷、优质、多样化的金融服务,从而深度释放、激发居民消费需求与活力,推动消费水平提升^[14]。而在“消费至上”的时代,生产会根据需求不断调整,因此消费升级有利于诱发新的商业模式、带动新兴产业的出现及推进产品服务的多元化创新,促进产业结构的转型升级。另一方面,数字金融利用其数据获取、评估处理与匹配等优势削弱供需双方的信息不对称问题,推动要素资源的精准对接,从而提升金融资源的配置效率,引导生产要素向更优质高效的生产部门转移,促进产业转型升级。因此数字金融在带动产业结构的健康发展及整体素质的提升的基础上,将有利于水资源的高效利用。最后,数字金融本身就是一种现代服务业,且具有一定的低耗水属性,因此它的出现提升了第三产业比重,促进了低耗高效的产业体系发展,会对用水效率提升产生积极作用。由此提出以下假设:

H3:数字金融通过产业结构转型升级降低用水强度。

3 模型设定、变量选择与数据来源

3.1 模型设定

根据以上理论分析,建立以下基准回归模型:

$$\ln wci_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln df_{it} + \sum \beta_j \ln X_{it}^j + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: wci_{it} 表示第 i 省(区、市)第 t 年的用水强度; df_{it} 表示数字金融发展指数; X_{it}^j 表示一系列控制变量; η_i 表示省份固定效应; δ_t 表示年份固定效应; ε_{it} 表示随机扰动项; β_0 表示常数项; β_1 表示核心解释变量系数,反映数字金融发展对用水强度的影响程度; β_j 表示控制变量的估计系数。

如前所述,数字金融发展主要通过技术创新、产业结构转型两条路径对用水强度产生影响。参考温忠麟等^[21]的研究,建立以下中介效应模型对两

条影响路径进行检验:

$$\ln M_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 \ln df_{it} + \sum \lambda_j \ln X_{it}^j + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln wci_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln df_{it} + \gamma_2 \ln M_{it} + \sum \gamma_j \ln X_{it}^j + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: M_{it} 表示中介变量,包括技术创新和产业结构转型升级; λ_0 表示常数项; λ_1 衡量了数字金融发展对技术创新和产业结构转型升级的影响; λ_j 表示控制变量的估计系数; γ_0 表示常数项; γ_1 表示数字金融发展对用水强度的直接影响系数; γ_2 表示在控制数字金融的影响后,中介变量对用水强度的影响; γ_j 表示控制变量的估计系数;其中,中介效应为 $\lambda_1 \gamma_2$,与总效应 β_1 和直接效应 γ_1 的关系为: $\beta_1 = \gamma_1 + \lambda_1 \gamma_2$ 。

3.2 变量选择

3.2.1 被解释变量

用水强度(wci)(m^3 /万元)。借鉴田贵良等^[22]的研究,使用万元GDP用水量表示。该指标是一个地区用水效率和节水效果的最直接反映,其数值越小,意味着水资源利用效率越高。其中,为克服价格因素的干扰,将生产总值折算成2010年不变价。

3.2.2 核心解释变量

数字金融(df)。使用《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020)》作为数字金融的代理变量^[23]。该指数从覆盖广度(bre)、使用深度(dep)和数字化程度(dig)等维度刻画了中国数字金融发展水平,较为全面且具有良好的代表性。

3.2.3 机制变量

(1)技术创新能力(tec)(项/万人)。创新产出主要使用专利数量衡量,鉴于外观设计和实用新型专利在一定程度上具有策略性创新倾向,而发明专利更能反映企业创新的突破性特性^[24],参考王军等^[25]的做法,使用每万人发明专利授权量作为衡量技术创新能力的代理变量。

(2)产业结构转型(ist)。产业结构转型过程涵盖了产业结构合理化和高级化两个方面,因此,将产业结构合理化和高级化分别作为中介变量。

①产业结构合理化(ris)。产业结构合理化衡量了要素投入和产出结构的耦合度,反映了资源的有效利用程度及产业间的协调程度。借鉴干春晖等^[26]的研究,利用泰尔指数(TL)对产业结构合理化

2024年1月

进行衡量,公式如下:

$$TL = \sum_{k=1}^n \left(\frac{Y_k}{Y} \right) \ln \left(\frac{Y_k / L_k}{Y / L} \right) \quad (4)$$

式中: Y_k 和 Y 分别表示第 k 产业产值和三大产业总产值; L_k 和 L 分别表示第 k 产业就业人数和三大产业就业人数总和; n 表示产业数目。该指数测算得出的是一个均为正值的逆向指标,其值越大,表示产业结构越不合理。

②产业结构高级化(*isa*)。产业结构高级化反映了产业结构由低级向高级的转变,体现了经济结构“服务化”的过程。参考王军等^[25]的研究,使用第三产业增加值占GDP的比重与第二产业增加值占GDP比重的比值表示。

3.2.4 控制变量

为缓解遗漏变量造成的内生性问题,综合相关文献,选取人口规模、政府干预、外贸依存度、水资源禀赋、科技教育支持等几个控制变量。具体来说:

(1)人口规模(*pop*)(万人)。借鉴李德山等^[27]的研究,采用年末常住人口表示。一般认为人口规模增加是导致用水总量增长的因素之一,但同时人口增加产生的集聚效应有利于促进经济增长,从而可能对用水强度产生负向影响。

(2)政府干预(*gov*)(%)。利用公共财政支出占地区生产总值的比值表示。钱海章等^[28]认为,政府财政支出可能促进资源优化配置,从而影响经济发展,并对水资源利用产生正向影响。

(3)外贸依存度(*tra*)(%)。利用一个地区进出口总额与地区生产总值的比率表示(进出口总额数据利用美元对人民币年均汇率折算)。进出口贸易中高耗水产品占较大比重时,会降低当地企业提高用水绩效的激励效应,从而影响用水效率。

(4)水资源禀赋(*wat*)(m^3 /人)。利用人均水资源量表示。一般认为水资源储量丰富的地区节水意识更弱,用水浪费现象比较严重,从而导致较低的用水效率^[2]。

(5)科技教育水平(*tee*)(%)。利用科技教育支出占财政支出的比重表示。科技教育支出对当地科技水平提升有正向促进作用,有利于改进生产工艺^[9]及促进生态文明意识的提升,从而有利于水资源的优化配置。

3.3 数据来源

为厘清数字金融发展对中国用水强度的影响程度及作用机理,选取2011—2020年中国30个省份(由于数据缺失,未包含西藏和港澳台地区)的面板数据作为基础样本。其中,各省的用水量、人均水资源拥有量、地区生产总值及三大产业产值、三大产业就业人数、年末常住人口、财政支出、科技教育支出、进出口总额、发明专利授权数等数据分别来源于《中国水资源公报》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、国家统计局网站及各省(市、区)相关统计年鉴。数字金融指数来源于北京大学数字金融研究中心发布的《北京大学数字普惠金融指数(2011—2020)》。同时,为减少异方差的影响,将各变量进行了对数化处理。对于极个别省份和年份的缺失数据,采用线性插值法及加权移动平均法予以补齐,确保数值符合变量变化的趋势,同时采用多种方法进行稳健性检验,尽可能避免数据问题可能带来的实证结果误差。

4 结果与分析

4.1 数字金融与用水强度的相关性分析

为更直观展现数字金融与用水强度之间的关系,两者取对数后的散点图和拟合曲线如图2所示。从曲线变化的整体趋势看,两者之间呈负相关关系,即随着数字金融发展水平的提升,用水强度呈下降趋势,与理论预测相符,说明数字金融在一定程度上促进了创新产品及服务的发展,为用水主体推动水资源节约利用提供了金融支持功能。事实上,当前中国节水投融资项目在实践中不断创新模式,如福建、江苏等积极加强银政合作,通过“节水贷”等新型金融产品为企业解决融资难题。又如合同节水项目通过建立节水投资基金,整合线上线下金融资源,为节水器具的技术改造及智慧用水监控系统的建立提供支持,成功实现了水资源的精细化管理。因此初步认为数字金融发展水平的提升有利于促进用水强度的降低。

4.2 数字金融对用水强度的影响分析

为考察数字金融发展对用水强度的影响,利用双向固定效应模型进行实证检验,估计结果如表1所示。从列(1)、(2)的结果看,在使用数字金融总指数进行回归时,不论是否加入控制变量,数字金融对用水强度的影响系数均显著为负,这表明数字

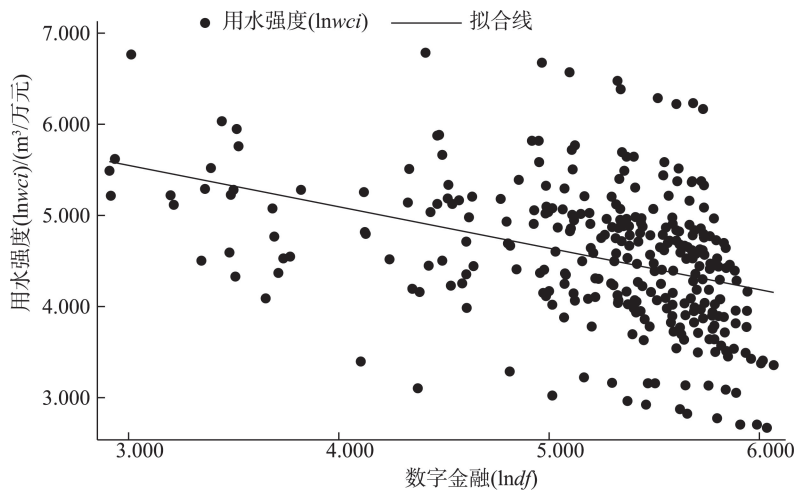


图2 数字金融与用水强度的相关性

Figure 2 Correlation between digital finance and water use intensity

表1 数字金融对用水强度的回归结果

Table 1 Regression results of digital finance on water use intensity

变量	数字金融总指数		数字金融分维度		
	未加控制变量	加入控制变量	覆盖广度	使用深度	数字化程度
数字金融	-0.079** (-2.509)	-0.108*** (-3.672)			
覆盖广度			-0.049*** (-4.204)		
使用深度				-0.073*** (-3.254)	
数字化程度					0.010 (0.543)
人口规模		-0.754*** (-5.364)	-0.717*** (-5.254)	-0.694*** (-5.021)	-0.622*** (-4.464)
政府干预		-0.018 (-0.369)	-0.021 (-0.435)	-0.021 (-0.429)	0.010 (0.194)
外贸依存度		0.006 (0.314)	0.002 (0.083)	-0.001 (-0.060)	0.013 (0.722)
水资源禀赋		-0.064*** (-5.164)	-0.061*** (-4.965)	-0.067*** (-5.372)	-0.065*** (-5.062)
科技教育水平		-0.168*** (-2.851)	-0.175*** (-3.001)	-0.213*** (-3.594)	-0.191*** (-3.178)
常数项	5.205*** (45.360)	12.445*** (10.657)	11.933*** (10.774)	12.019*** (10.471)	10.904*** (9.771)
观测值	300	300	300	300	300
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.945	0.958	0.959	0.958	0.956

注:***、**、*分别代表在1%、5%、10%的水平上显著;括号内数字为t值。下同。

金融发展对用水强度的确具有显著的抑制效应。控制其他影响因素后发现,数字金融发展水平每提升10%,会引起用水强度降低1.08%,这验证了假设1的合理性。这主要是因为作为一种以互联网技术为底层设计的新型金融服务业态,数字金融能够充分利用数字技术打破水资源开发、运输、利用和污水处理各环节上的无效状态,提高了水资源利用的配置效率。

由于数字金融发展涵盖覆盖广度、使用深度和数字化程度3个维度,为进一步把握不同维度对用水强度的结构化影响,分别从这3个维度进行固定效应模型估计,回归结果如表1所示。结果表明数字金融覆盖广度和使用深度对用水强度降低的边际效应均为负,且通过1%水平上的显著性检验,而数字化程度影响不显著,说明目前中国数字金融对用水强度的抑制效应主要来源于覆盖广度及使用深度的增加。产生该现象的原因是:数字金融覆盖广度衡量的是金融资源、信息和产品获取机会上的公平,相对于传统金融拥有更高的触达性和普惠性^[29]。随着数字金融覆盖广度的增加,对难以被传统金融覆盖的“长尾”群体和企业极易产生“涓滴效应”,加速他们生产方式转变,进一步促进水资源节约和有效利用。数字金融使用深度则反映了数字金融服务的实际使用情况,丰富的金融工具和产品有利于满足用户多样化的融资需求,为发展方式转型提供支持,从而提高水资源的利用效率。例如,

2024年1月

中国的农业用水大约占到水资源消耗总量的70%,且生产方式主要为各农户进行手工和半机械化操作,导致用水强度偏高,同时这些农户由于自身资产偏少或信用状态不佳,在过去往往容易被金融机构忽略。但经过中国农业发展银行和农业再保险集团等金融企业的努力,数字金融在中国农村得到了较大发展,农业的基础设施和技术水平得到了大幅度提高,带来了农业部门的水资源利用效率的改善。据银保监会统计,2021年,中国普惠型涉农贷款余额8.88万亿元,比2020年增长17.48%,单户授信500万以下的农户经营性贷款余额6.07万亿元,比2020年增长16.47%。同时,2021年农田灌溉亩均用水量仅为355 m³,比2000年减少约25.89%。

从控制变量的回归结果看,人口规模、水资源禀赋及教育科技水平与用水强度呈显著的负相关关系,而政府干预水平及外贸依存度对用水强度的影响不显著。具体来说,人口规模的扩大会对用水强度产生抑制作用,其原因在于:随着城市功能的日益完善,在不超过经济和环境所能承受的阈值时,人口规模的扩大容易形成多样化的人才体系和完善的劳动力结构,便于促进该区域产业结构的改善,有利于促进节水意识的提升和用水强度的降低。从资源因素角度看,水资源禀赋的提高对用水强度的降低起着积极作用,这与其他学者发现的“水资源禀赋与用水效率呈负相关关系”的观点观点不一致^[2]。其主要原因在于:产业的发展 and 布局离不开水资源的投入,水资源越丰富越有利于形成人口及产业的集聚,从而提升水资源等各要素的协同效率,促进规模经济的产生。同时在数字技术发展的背景下,水资源丰富地区各种用水数据更加完善,水资源管理的各种机制容易通过数字化手段得到不断完善,这也有助于水资源的高效利用。科技教育水平每提升10%,将促使用水强度降低1.68个百分点,即通过加强对科技及教育等的支持,有利于促进创新成果的应用转化,推动节水工艺及设备的应用,同时也有助于增强节水及生态文明意识。另外,政府干预水平、外贸依存度虽未对用水强度产生显著影响,但从其系数方向看出,“有形的手”和对外开放在引导资源向低耗水产业流动方面发挥了一定积极作用。

4.3 稳健性检验

为增强结果的可靠性,采用更换核心解释变量、剔除直辖市的样本数据及缩尾处理的方法进行稳健性检验,具体如下:①替换核心解释变量。数字金融与数字经济的发展有着紧密联系,借鉴王军等^[25]的做法构建数字经济指标体系作为核心解释变量,结果如表2列(1)所示。可以看到数字经济指数的系数显著为负,验证前文的实证结果是稳健的。②剔除直辖市。由于中国地域广阔,各地区的发展水平存在显著差异,特别是北京、天津、上海、重庆这4个直辖市的经济规模远超其他城市,这可能导致数字金融发展对用水强度的抑制效应不一致。因此借鉴钱海章等^[28]的做法,将直辖市样本剔除,对结论进行再次检验,结果如表2列(2)所示。可以发现数字金融的系数仍显著为负,数字金融发展降低了用水强度,证明了前文结果的稳健性。③缩尾处理。由于各种原因数据可能存在异常值,为避免极端值对结果造成的误差,将所有变量在1%水平上进行缩尾处理,得到表2列(3)的结果,数字金融对用水强度的系数仍然显著为负,从而证明前文结果的稳健性。

4.4 内生性处理

为克服文中可能存在的内生性问题,参考易行健等^[14]思路,选取数字金融发展的一阶滞后和一阶差分的交互项作为数字金融的工具变量。工具变量法的回归结果如表3所示,其中列(1)和列(2)表示使用两阶段最小二乘法的回归结果,第一阶段工具变量对数字金融的影响显著为正,第二阶段的回归结果也与基准回归一致,说明在缓解内生性问题

表2 稳健性检验结果

Table 2 Robustness test results

变量	(1)	(2)	(3)
	替换核心解释变量	剔除直辖市	缩尾处理
数字经济	-0.191* (-1.737)		
数字金融		-0.066** (-2.345)	-0.145*** (-3.357)
控制变量	控制	控制	控制
观测值	300	260	267
年份固定效应	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制
R ²	0.956	0.971	0.958

表3 实证结果的内生性检验

Table 3 Endogeneity test of empirical results

变量名	(1)	(2)	(3)	(4)
	第一阶段	第二阶段	最大似然法	广义矩方法
工具变量	0.300*** (21.501)			
数字金融		-0.271*** (-3.480)	-0.271*** (-3.480)	-0.271*** (-2.770)
控制变量	控制	控制	控制	控制
观测值	270	270	270	270
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
R ²	0.997	0.997	0.997	0.997

后,结论依然成立。除此之外,通过弱工具变量检验发现 F 值为462.307,大于10,说明不存在弱工具变量问题。进一步采用对弱工具变量不太敏感的有限信息最大似然法(LIML),以及在异方差情况下更加有效率的广义矩方法(GMM)进行补充检验,研究结论依然稳健。

4.5 异质性分析

4.5.1 区域异质性

考虑到地区经济结构、金融发展水平及基础设施建设等的差异特征,数字金融对用水强度的影响可能存在异质性,因此将研究样本划分为东、中、西部地区^①。从表4的回归结果看,数字金融发展对用水强度的作用效果在不同地区呈现显著差异性,其中东部地区的影响系数在5%的水平上显著为负,与总样本方向一致,而中部地区和西部地区没有通过显著性检验。从数字金融覆盖广度、使用深度和

数字化程度3个维度进一步回归检验,可以发现,东部地区已形成较为完备的金融服务网络和完善的信息化基础设施建设,加之其良好的经济发展基础与高素质人才集聚,使得数字金融数字化程度在东部地区用水效率提升方面发挥了“锦上添花”效应。对于中西部地区来说,较低的经济结构效益及较低规模的人才集聚容易形成低端锁定,数字金融覆盖广度和使用深度均有所欠缺,导致金融资源难以触达“长尾”群体,因此数字金融发展对用水效率的提升效果不明显。

4.5.2 产业异质性

由于三次产业生产方式及对水资源的依赖程度有所差异,其水资源利用效率也存在差异。因此将国内生产总值按三次产业划分,用水量指标也按照三次产业进行整合,农业用水作为第一产业用水的代理变量,第二产业用工业用水量表示,第三产业用生活用水和生态用水之和表示,以产业用水量与产业产值的比值表示相关产业的用水强度,回归结果如表4所示。可以看出,数字金融发展对第一产业和第二产业用水效率的提升作用显著。这说明,数字金融能够有效缓解融资约束,为工农业生产提供资金支持。在传统金融很难覆盖的农村地区,数字金融通过促进农业机械化发展^[30],有利于改进生产方式,促进粮食增产与水资源合理利用。同样,数字金融不仅通过缓解融资约束促进工业生产过程中工艺等的改进,还通过金融资源配置功能优化产业结构,提升产业的整体用水效率。另外可以发现,数字金融对第三产业用水强度的作用不显

表4 数字金融对用水强度影响的区域和产业异质性

Table 4 Heterogeneity of the impact of digital finance on water use intensity in different regions and industries

变量	东部地区	中部地区	西部地区	第一产业	第二产业	第三产业
数字金融	-0.219** (-2.356)	-0.026 (-0.207)	-0.013 (-0.194)	-0.116** (-2.521)	-0.315*** (-6.604)	-0.059 (-0.553)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	110	80	110	300	300	300
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.952	0.975	0.967	0.753	0.796	0.722

① 根据国家统计局对东、中、西部地区的解释,东部地区包括:北京市、天津市、河北省、辽宁省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、海南省;中部地区包括:山西省、吉林省、黑龙江省、安徽省、江西省、河南省、湖北省、湖南省;西部地区包括:内蒙古自治区、广西壮族自治区、重庆市、四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。

2024年1月

著,这是因为数字金融发展的便利化、普惠化带来了洗车业等传统高耗水服务业部门低效生产行为的加剧,促使了生活用水的反弹效应,从而阻碍了第三产业整体用水强度的下降。

4.5.3 资源禀赋异质性

依据要素禀赋理论,资源禀赋高的地区可能依赖其资源优势在经济社会发展上拥有更高的竞争优势。为进一步辨别数字金融影响用水强度的效果是否由于水资源禀赋的不同而存在异质性,选取水资源人均拥有量进行回归检验,具体见表5所示。结果表明在水资源越丰富的地区,数字金融对

用水强度的抑制效应越为明显。在已有研究中,田贵良等^[22]的研究同样也证明了水资源丰富地区越容易提升用水效率。其解释是:产业具有“向水而生”特性,水资源丰富的地区更易形成产业集聚,而数字金融基于数字技术的优势,借助其便捷、低成本、高效的金融服务,更有利于激发要素活性,发挥对区域内优质资源及相关配套设施高效整合的乘数效应。因此,在水资源丰富的地区,数字金融通过对产业的精准扶持,更有利于发挥对用水强度的抑制效应。

4.6 影响机制分析

为验证假设的合理性,根据公式(2)、(3)的中介效应模型进行检验,结果如表6所示。从列(2)的结果可知,数字金融对技术创新的影响为0.161,并在10%的水平上显著,说明数字金融的发展有利于促进技术创新。列(3)的结果可以发现技术创新对用水强度的影响显著为负,而数字金融的影响虽有所下降,但其系数仍显著为负,说明技术创新在数字金融影响用水强度的过程中发挥了部分中介作用,证明了假设2的合理性。从技术创新的结果看,数字金融有效发挥了对金融资源的“增量补充”和“存量优化”的双重效应,有效缓解了金融资源的靶向偏离问题。通过提供有针对性的金融产品服务,帮助企业缓解节水技术转化应用的融资难题,使得

表5 数字金融对用水强度影响的要素禀赋异质性

Table 5 Heterogeneity of the impact of digital finance on water use intensity under different resource endowments

变量	基准回归	水资源富裕地区
数字金融	-0.108*** (-3.672)	-0.055* (-1.821)
水资源禀赋		-0.055*** (-4.511)
数字金融×水资源禀赋		-0.019*** (-4.782)
控制变量	控制	控制
观测值	300	300
年份固定效应	控制	控制
省份固定效应	控制	控制
R ²	0.958	0.962

表6 技术创新和产业结构转型升级的中介效应

Table 6 Mediation effect of technological innovation and industrial structure transformation and upgrading

变量	(1) 用水强度	(2) 技术创新	(3) 用水强度	(4) 产业结构合理化	(5) 用水强度	(6) 产业结构高级化	(7) 用水强度
数字金融	-0.108*** (-3.672)	0.161* (1.750)	-0.097*** (-3.341)	-0.331*** (-3.005)	-0.096*** (-3.242)	-0.017 (-0.393)	-0.107*** (-3.646)
技术创新			-0.071*** (-3.628)				
产业结构合理化					0.035** (2.117)		
产业结构高级化							0.046 (1.074)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	300	300	300	300	300	300	300
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.958	0.903	0.960	0.696	0.959	0.870	0.958

企业技术创新活动能够顺利开展^[12],同时节水技术、节水工艺等的投入使用,能够有效发挥对水耗强度的抑制效用,技术创新的中介作用明显。例如,据中国水利报报道,浙江省在数字化改革进程中,通过银企联合创新推出“节水贷”产品,截至2022年9月,“节水贷”产品已服务节水企业及工程达472个。可见,数字金融能够帮助企业实现用水方式的绿色转型,从而有效发挥对用水强度的抑制效应。

产业结构合理化作为中介变量的回归结果具体见表6列(4)、(5)。可以看出,数字金融对产业结构合理化的影响系数显著为负,将数字金融与产业结构合理化同时纳入模型中时,数字金融对用水强度的直接影响效应为-0.096,产业结构合理化对用水强度的影响为0.035,均通过了显著性检验,证明了“数字金融发展—产业结构合理化—用水强度降低”这一传导路径具有合理性。这说明数字金融通过精准对接产业发展需求,能有效提升金融资源配置效率,提高要素资源在产业链不同环节的协调和使用效率,从而促进整体产业用水效率的改善。例如建设银行山东分行以“金融+科技”为依托,创新利用“农资贷”等一系列产品推动农业产业链场景搭建,为农业现代化发展提供了有力支撑,减少了农产品单位产出的用水量。列(6)、(7)的回归结果显示,数字金融对产业结构高级化及产业结构高级化对用水强度的影响均不显著,否定了产业结构高级化作为中介路径发挥对用水强度抑制作用的假设。其原因为:在中国数字金融快速发展的同时,金融制度的快速更迭及过度投机行为可能会与产业结构转型的实际需求脱钩^[31],造成产业空心化等一系列风险,从而影响了数字金融对产业结构高级化的积极作用。同时,回归结果显示产业结构高级化可能会导致用水效率产生下降的趋势,可能是因为目前中国产业结构存在“产业结构虚高级化”问题,产业链总体还比较落后。因此过度依赖“退二进三”原则而忽视内部结构优化的产业转型可能会诱发服务业“鲍莫尔成本病”问题,进一步影响经济增长的质量,同时会加剧生活用水的消耗水平。

5 讨论

通过对数字金融影响水资源利用的效果及内

在机理深入探讨,发现数字金融发展能够有效降低中国用水强度,这说明数字金融已成为中国用水效率提升的重要手段,这与已有研究的结论具有一致性^[32]。然而,与已有研究不同的是:一些学者发现在绿色转型等方面数字金融对西部地区的影响程度要高于东部地区^[15],但本文却发现东部地区的节水效应更加明显。其原因是:发展多样化、定制化的金融产品与服务,也许能满足西部地区特色产业的生态化及可持续发展的转型需求,但西部地区还存在数字基础设施覆盖力度不足,数字能力、金融素养低等问题,从而影响了对总体用水效率提升作用的有效发挥。以《中国新型基础设施竞争力指数报告(2022)》为例,2022年中国西部地区信息基础设施竞争力指数得分仅为73.49,低于全国平均水平,与东部地区的83.94相比,差距更为明显,说明西部地区在信息基础设施建设方面还有较大追赶空间,这也将影响到数字金融在更大范围内实现节水效应。

根据产业结构演变规律,本文从产业结构合理化及高级化两个角度出发,以探索通过产业结构调整实现水资源高效利用的有效路径,然而却发现“数字金融—产业结构高级化—用水强度降低”这一路径并不成立。已有研究^[32]发现,以产业层次系数表征的产业结构升级在数字金融影响用水强度中发挥部分中介作用,且随着产业结构的升级,其作用也更强。张辉^[33]认为,中国2016—2020年工业劳动效率年均增长率为6.1%,比服务业的劳动效率高1%,但却存在服务业占比上升的产业结构演进现象。这种“产业结构虚高级化”的现象影响了中国水资源的高效利用,因为服务业在使用数字金融服务的过程中容易出现水资源消耗的反弹效应,例如洗车、洗浴业通过数字金融的发展扩大生产规模和客户满意度,使得用户增加了用水服务的频率,导致服务行业用水强度的增加。

另外,本文也存在一些不足之处,有待在未来的研究中进一步深入。数字金融依托互联网技术,打破了传统金融的时空局限,因此除了对本地用水强度产生影响外,数字金融可能也会对周边地区的水资源利用产生影响。那么,数字金融是否对用水

2024年1月

强度存在空间溢出效应,其影响效果处于什么水平,通过何种路径产生影响,针对这些问题的回答,将更好地理解数字金融在“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水过程中起到的独特作用。另外,考虑到水资源-能源-粮食的协同安全是中国目前资源利用领域中的重大议题,因此,未来也可以从多要素协同的视角探讨数字金融对中国资源安全的影响,从而为实现国家整体安全提供重要的理论依据。

6 结论与对策建议

6.1 结论

本文以中国30个省份2011—2020年的面板数据,实证探讨了数字金融对中国用水强度的影响及作用机理,并从区域异质性、产业异质性和资源禀赋异质性角度分析了数字金融对水资源利用的差异性影响。得到以下结论:

(1)中国数字金融发展增强了对用水强度的抑制效应,数字金融发展水平每提升10%,会引起用水强度降低1.08%。数字金融具备易于资源节约利用的绿色可持续属性,借助数字技术能够提升水资源在各环节的配置效率,有效降低用水强度。

(2)从数字金融分维度的结果看,数字金融的覆盖广度和使用深度发挥了抑制用水强度的积极影响,但数字化程度则未发挥显著作用。数字金融发展能够突破传统金融局限,运用高效率的金融科技,发挥其普惠性、低门槛等优势,通过多样化及便捷可得金融产品,发挥长尾效应从而提高用水效率。

(3)中介效应结果表明,技术创新和产业结构合理化在数字金融对用水强度的影响中发挥了积极的中介作用,而产业结构高级化则并未体现其积极作用。数字金融通过缓解融资难题、实现资源精准对接,有效促进节水技术运用及产业链的协调发展,为水资源合理利用提供支持,而某些区域产业结构伪高级化的存在,将加剧水资源消耗及影响经济效益提升。

(4)异质性分析表明东部地区数字金融数字化程度显著推动用水强度的降低,西部地区数字金融的使用深度对用水强度的降低起到了积极作用,而中部地区覆盖广度和数字化程度对用水效率提升

起到积极作用;从产业用水效率角度看,数字金融显著促进了第一产业和第二产业用水效率的提升,且对第二产业的作用效果更强;从水资源禀赋的角度看,数字金融对水资源禀赋高的地区的用水效率提升作用更大。

6.2 对策建议

基于以上结论,提出以下建议:

(1)积极把握新一轮科技革命的机遇,充分发挥数字金融对水资源高效利用的赋能作用。研究发现,数字金融依赖其普惠性、包容性、多样化等特征,能够显著降低用水强度。因此,要继续加快数字金融发展进程,提高数字金融对水利工程项目建设、节水技术突破及节水行为监控的支持力度。金融机构一方面要利用智能识别等数字化手段在农业用水场景上进行探索,通过创新金融业务模式,为农田水利设施建设提供定制化的融资路径;另一方面,要通过精准对接企业需求,提供低成本、便利化的“节水贷”等金融服务,有效激发工业企业节水的内生动力。此外,要不断完善数字基础设施建设,建设生活用水和生态用水一体化的智能监测决策数字化管理平台,促进水资源的优化配置及集约利用。

(2)坚持“一地一策”,促进区域平衡发展。数字金融对不同区位、不同资源禀赋地区的用水效率发挥的作用存在显著差异。因此要尊重地区发展差异,根据地区实际情况制定特色化用水战略。对于东部地区,要继续加强绿色技术创新和产业用水结构调整,促进新兴产业和低耗水产业的进一步发展,加快绿色生产方式的调整步伐。对于西部地区,要对煤炭、化工等高耗水、高耗能产业进一步改造,形成高效集约的生产方式。同时要积极推进“东数西算”工程建设、通过信息基础设施建设提升西部地区数字金融的发展水平。对于中部地区,要发展特色农业、建设新型工业基地等措施充分发挥地区资源与产业优势,推动产业融合创新与绿色发展。另外,水资源丰富地区要充分利用“水生态银行”,通过水生态渔业、水利文旅等路径,构建水资源保护及水价值的良性循环机制,有效释放数字金融对用水效率提升的红利效应。

(3)以技术创新和产业转型升级为重要抓手,

促进数字金融对水资源利用效率的赋能作用。技术创新和产业结构合理化是数字金融推动用水强度降低的重要路径,因此政府部门和金融机构要加强金融供给侧的结构性改革,增强对企业技术革新和生产结构转型的支持力度。一方面,发挥金融资源在推动重大科技项目攻关、科研成果应用转化等方面的积极作用;另一方面,要加快产业转型升级,通过排污权质押等手段,为具有创新潜力的新能源、新材料、清洁生产与循环经济技术等企业缓解融资困境,不断降低化工、建材等高耗水产业占比,促进产业结构的合理化。由于产业结构高级化并不能发挥数字金融对水资源利用的正向影响,因此应注意避免服务业在使用数字金融服务的过程中导致的水资源利用的反弹效应,可利用“合同节水+水权交易”等节水新模式,发挥“节水惠”等金融服务在节水产业、节水项目的积极作用,探索生活用水效率提高的长效机制。

参考文献(References):

- [1] 张凯, 陆海曙, 陆玉梅. 三重属性约束的承载力视角下中国省际水资源利用效率测度[J]. 资源科学, 2021, 43(9): 1778-1793. [Zhang K, Lu H S, Lu Y M. Measurement of inter-provincial water resource use efficiency in China from the perspective of carrying capacity with triple attribute constraints[J]. Resources Science, 2021, 43(9): 1778-1793.]
- [2] 丁绪辉, 贺菊花, 王柳元. 考虑非合意产出的省际水资源利用效率及驱动因素研究: 基于SE-SBM与Tobit模型的考察[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(1): 157-164. [Ding X H, He J H, Wang L Y. Inter-provincial water resources utilization efficiency and its driving factors considering undesirable outputs: Based on SE-SBM and Tobit model[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(1): 157-164.]
- [3] 黄益平, 黄卓. 中国的数字金融发展: 现在与未来[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(4): 1489-1502. [Huang Y P, Huang Z. The development of digital finance in China: Present and future[J]. China Economic Quarterly, 2018, 17(4): 1489-1502.]
- [4] 谢绚丽, 沈艳, 张皓星, 等. 数字金融能促进创业吗? 来自中国的证据[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(4): 1557-1580. [Xie X L, Shen Y, Zhang H X, et al. Can digital finance promote entrepreneurship? Evidence from China[J]. China Economic Quarterly, 2018, 17(4): 1557-1580.]
- [5] 孙才志, 马奇飞, 赵良仕. 基于GWR模型的中国水资源绿色效率驱动机理[J]. 地理学报, 2020, 75(5): 1022-1035. [Sun C Z, Ma Q F, Zhao L S. Analysis of driving mechanism based on a GWR model of green efficiency of water resources in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(5): 1022-1035.]
- [6] 张黎明, 王红瑞, 潘成忠, 等. 资源型地区产业结构调整对水资源利用效率影响的实证分析: 来自中国10个资源型省份的经验证据[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2021, 57(3): 353-362. [Zhang L M, Wang H R, Pan C Z, et al. Empirical analysis on the influence of industrial structure adjustment on water resource utilization efficiency in resource-based regions: Empirical evidence from 10 resource based provinces in China[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2021, 57(3): 353-362.]
- [7] 陈东景, 孙兆旭, 郭继文. 中国工业用水强度收敛性的门槛效应分析[J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(5): 85-92. [Chen D J, Sun Z X, Guo J W. Threshold effect of the convergence of industrial water use intensity in China[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2020, 34(5): 85-92.]
- [8] 张陈俊, 许静茹, 张丽娜, 等. 长江经济带水资源消耗时空差异驱动效应研究[J]. 资源科学, 2018, 40(11): 2247-2259. [Zhang C J, Xu J R, Zhang L N, et al. Driving effect of spatial-temporal difference in water resource consumption in the Yangtze River Economic Zone[J]. Resources Science, 2018, 40(11): 2247-2259.]
- [9] 邓洪中, 张玲. 长江经济带水资源绿色效率时空演变特征及其影响因素[J]. 资源科学, 2022, 44(2): 247-260. [Deng Q Z, Zhang L. Spatiotemporal pattern and influencing factors of green efficiency of water resources in the Yangtze River Economic Belt[J]. Resources Science, 2022, 44(2): 247-260.]
- [10] 马海良, 黄德春, 张继国. 考虑非合意产出的水资源利用效率及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10): 35-42. [Ma H L, Huang D C, Zhang J G. Water resource utility efficiency and its influencing factors considering undesirable goods[J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(10): 35-42.]
- [11] Liu H H. Agricultural water management based on the internet of things and data analysis[J]. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 2022, 72(1): 300-311.
- [12] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新: 结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界, 2020, 36(5): 52-66. [Tang S, Wu X C, Zhu J. Digital finance and enterprise technology innovation: Structural feature, mechanism identification and effect difference under financial supervision[J]. Journal of Management World, 2020, 36(5): 52-66.]
- [13] 徐光顺, 冯林. 数字普惠金融对城乡收入差距影响的再检验: 基于农户人力资本投资调节效应的视角[J]. 农业经济问题, 2022, (5): 60-82. [Xu G S, Feng L. Retesting the influence of digital inclusive finance on the income gap between urban and rural areas: Based on the perspective of the moderating effect of human capital investment of rural household[J]. Issues in Agricultural

2024年1月

- Economy, 2022, (5): 60–82.]
- [14] 易行健, 周利. 数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费? 来自中国家庭的微观证据[J]. 金融研究, 2018, (11): 47–67. [Yi X J, Zhou L. Does digital financial inclusion significantly influence household consumption? Evidence from household survey data in China[J]. Journal of Financial Research, 2018, (11): 47–67.]
- [15] 刘敏楼, 黄旭, 孙俊. 数字金融对绿色发展的影响机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(6): 113–122. [Liu M L, Huang X, Sun J. Impact of digital finance on China's green development and its mechanism[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(6): 113–122.]
- [16] 王军, 王杰, 王叶薇. 数字金融发展如何影响制造业碳强度? [J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(7): 1–11. [Wang J, Wang J, Wang Y W. How does digital finance affect the carbon intensity of the manufacturing industry? [J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(7): 1–11.]
- [17] Ramos H M, Morani M C, Carravetta A, et al. New challenges towards smart systems' efficiency by digital twin in water distribution networks[J]. Water, 2022, DOI: 10.3390/W14081304.
- [18] Zhu C. Big data as a governance mechanism[J]. The Review of Financial Studies, 2019, 32(5): 2021–2061.
- [19] 丁绪辉, 高素惠, 吴凤平. 环境规制、FDI集聚与长江经济带用水效率的空间溢出效应研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(8): 148–155. [Ding X H, Gao S H, Wu F P. Study on the spatial spillover effect of environmental regulation, FDI agglomeration and water utilization efficiency in the Yangtze River Economic Belt [J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(8): 148–155.]
- [20] 巩灿娟, 徐成龙, 张晓青. 黄河中下游沿线城市水资源利用效率的时空演变及影响因素[J]. 地理科学, 2020, 40(11): 1930–1939. [Gong C J, Xu C L, Zhang X Q. Spatio-temporal evolution and influencing factors of water resources utilization efficiency of cities along the middle and lower reaches of the Yellow River[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(11): 1930–1939.]
- [21] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004, (5): 614–620. [Wen Z L, Zhang L, Hou J T, et al. Testing and application of the mediating effects[J]. Acta Psychologica Sinica, 2004, (5): 614–620.]
- [22] 田贵良, 赵秋雅, 吴正. 乡村振兴下水权改革的节水效应及对用水效率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(12): 193–204. [Tian G L, Zhao Q Y, Wu Z. Water-saving effects of water right reform under the rural vitalization strategy and its impact on water efficiency[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(12): 193–204.]
- [23] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊), 2020, 19(4): 1401–1418. [Guo F, Wang J Y, Wang F, et al. Measuring China's digital financial inclusion: Index compilation and spatial characteristics[J]. China Economic Quarterly, 2020, 19(4): 1401–1418.]
- [24] 李雪松, 党琳, 赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济, 2022, (10): 43–61. [Li X S, Dang L, Zhao C Y. Digital transformation, global innovation network and innovation performance[J]. China Industrial Economics, 2022, (10): 43–61.]
- [25] 王军, 车帅. 黄河流域数字经济对高质量发展的影响: 来自城市异质性的经验证据[J]. 资源科学, 2022, 44(4): 780–795. [Wang J, Che S. The impact of digital economy on high-quality development in the Yellow River Basin: Empirical evidence from urban heterogeneity[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 780–795.]
- [26] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5): 4–16. [Gan C H, Zheng R G, Yu D F. An empirical study on the effects of industrial structure on economic growth and fluctuations in China[J]. Economic Research Journal, 2011, 46(5): 4–16.]
- [27] 李德山, 苟晨阳. 环境规制对西部地区水资源利用效率的影响研究: 基于产业部门和资源依赖度异质性视角[J]. 地理科学, 2021, 41(12): 2203–2212. [Li D S, Gou C Y. The impact of environmental regulation on water resource utilization efficiency in the western China: Based on the heterogeneity of industrial sectors and resource dependence perspectives[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(12): 2203–2212.]
- [28] 钱海章, 陶云清, 曹松威, 等. 中国数字金融发展与经济增长的理论及实证[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(6): 26–46. [Qian H Z, Tao Y Q, Cao S W, et al. Theoretical and empirical analysis on the development of digital finance and economic growth in China[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2020, 37(6): 26–46.]
- [29] 张勋, 万广华, 张佳佳, 等. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究, 2019, 54(8): 71–86. [Zhang X, Wan G H, Zhang J J, et al. Digital economy, financial inclusion, and inclusive growth [J]. Economic Research Journal, 2019, 54(8): 71–86.]
- [30] 孙学涛, 于婷, 于法稳. 数字普惠金融对农业机械化的影响: 来自中国1869个县级的证据[J]. 中国农村经济, 2022, (2): 76–93. [Sun X T, Yu T, Yu F W. The impact of digital finance on agricultural mechanization: Evidence from 1869 counties in China[J]. Chinese Rural Economy, 2022, (2): 76–93.]
- [31] 戚聿东, 褚席. 数字经济发展促进产业结构升级机理的实证研究[J]. 学习与探索, 2022, (4): 111–120. [Qi Y D, Chu X. An empirical study on the mechanism of digital economy development to promote industrial structure upgrade[J]. Study & Exploration, 2022, (4): 111–120.]
- [32] 王保乾, 刘雨行. 数字金融影响用水强度的机制及门槛效应研

究[J]. 水利经济, 2023, 41(3): 8–15. [Wang B Q, Liu Y H. Research on the mechanism and threshold effect of digital finance affecting water intensity[J]. Journal of Economics of Water Resources, 2023, 41(3): 8–15.]

[33] 张辉. 我国产业现代化发展的结构性问题与应对策略[J]. 人民论坛, 2023, (5): 6–14. [Zhang H. Structural problems in China's industrial modernization and coping strategies[J]. Frontiers, 2023, (5): 6–14.]

The impact of digital finance on water use intensity in China and mechanisms

MA Hailiang, GUO Jinxuan, HE Zhengqi, ZHANG Changzheng

(Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: [Objective] Digital finance based on information technology provides a new opportunity for the construction of a water-saving society. Effectively release the dividend of water saving and emission reduction brought by the development of digital finance is an important issue for promoting the development of the Chinese-style modernization. [Methods] Based on panel data from 30 provinces in China from 2011 to 2020, this study empirically tested the relationship between digital finance development and water resource utilization using methods such as fixed effect and mediation effect models. [Results] (1) The development of digital finance has an inhibitory effect on water use intensity, which is mainly achieved by improving the coverage and depth of use of digital finance, and the result is still valid after robustness tests such as substitution of variables, instrumental variable method, and limited information maximum likelihood method. (2) From the perspective of transmission pathways, technological innovation and industrial structure adjustment have played a significant mediating role between digital finance and water use intensity, but the mediating role of industrial structure upgrading is not significant. (3) From the perspective of heterogeneity, digital finance has a positive impact on water use efficiency in the eastern region; Meanwhile, digital finance has a significant inhibitory effect on the water use intensity of the primary and secondary industries, but the impact on the water use intensity of the tertiary industry is not significant; Regions with favorable water endowments are more likely to reap the benefits of digital finance. [Conclusion] Therefore, it is necessary to strengthen the construction of digital finance, actively innovate financial services, and give full play to the enabling role of digital finance in resource utilization according to local conditions and production policies.

Key words: digital finance; water use intensity; technological innovation; industrial structure; water resources utilization; China