数字经济、资源错配与黄河流域制造业绿色全要素生产率

王 慧，刘晓平

（青海大学财经学院，西宁 810000）

摘要：基于 2014—2023 年黄河流域 33 个地级市面板数据，通过构建面板固定效应模型，检验数字经济对制造业绿色全要素生产率（GTFP）的影响效应，并构建中介效应模型考察资源错配的传导机制。实证结果表明，数字经济显著促进了黄河流域制造业绿色全要素生产率提升。机制检验表明，数字经济通过缓解劳动力错配和资本错配两条路径发挥作用，其中劳动力错配呈线性缓解，资本错配则呈先升后降的倒“U”型特征。异质性分析显示，数字经济的绿色赋能效应在非资源型城市和 2019 年后的深度应用阶段更为显著，资源型城市尚未跨越显著性的统计门槛。

关键词：数字经济；制造业绿色全要素生产率；资源错配；黄河流域

中图分类号：F49；F062.9 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)17－0109－07

黄河流域生态保护和高质量发展是事关中华民族伟大复兴的重大国家战略。作为中国重要的能源重化工基地和工业地带，黄河流域制造业长期依附于高投入、高消耗的粗放型工业化路径，面临着严峻的资源环境约束。在“双碳”目标与宏观经济转型升级的双重倒逼下，全面提升制造业绿色全要素生产率（green total factor productivity，GTFP），实现由“要素驱动”向“创新与绿色双轮驱动”的跨越，已成为破解黄河流域经济发展与生态环境结构性矛盾的根本出路。伴随新一轮科技革命和产业变革的深入推进，数字经济凭借其强大的溢出效应与通用的技术属性，正以前所未有的速度和广度重塑传统制造生产方式，为传统重化工基地的低碳转型提供了关键的战略抓手。古典资源配置理论认为，要素市场的扭曲与错配是导致总体生产率损失的关键诱因。那么，数字经济的高效信息匹配能力能否有效纠正黄河流域的要素错配，进而驱动制造业绿色全要素生产率跃升？这已成为当前亟待深入探讨的重要理论与现实问题。

随着数字经济的蓬勃兴起，学术界围绕其与生产率及资源配置的关系展开了丰硕的研究。第一条主线聚焦于数字经济对全要素生产率的赋能效应。多数研究证明数字化转型在重塑生产流程、激发技术创新以及提升综合生产效率方面的核心作用[1]。随着绿色发展理念的深入，研究视域进一步拓展至绿色全要素生产率，发现数字经济能够通过优化能源结构、促进绿色技术创新实现经济与环境的双赢[2-3]。弓媛媛等[4]基于 268 个城市面板数据，从产业结构升级和绿色技术创新的双路径视角验证了数字经济对 GTFP 的提升效应，并揭示了能源效率的门槛约束。徐紫嫣等[5]采用空间杜宾模型，基于 2011—2023 年 283 个城市面板数据，验证了数字经济对 GTFP 的“U”型关系及空间溢出效应。马栋栋等[6]以中原城市群为样本，验证了环境规制与 GTFP 的非线性关系，发现数字经济在环境规制影响 GTFP 过程中发挥正向中介作用。在国际层面，Rehman 和 Giulia[7]基于欧洲区域数据，验证了数字经济对全要素生产率具有显著的促进效应，为数字经济的增长效应提供了跨国证据。第二条主线则从要素流动的视角出发，探讨数字经济的资源配置效应。研究表明，要素价格扭曲及由此引发的资源错配是导致总体生产率损失的关键诱因[8]。而在要素市场向数字化演进的过程中，数字技术凭借信息的高效透明传播，能够有效削弱供需双方的信息不对称，降低搜寻与契约摩擦，进而纠正传统要素市场的扭曲状态[9-10]。申红卫等[11]聚焦资源型城市，

收稿日期：2026-05-28

作者简介：王慧（2000—），女，山东滨州人，硕士研究生，研究方向为产业经济学；通信作者刘晓平（1974—），女，青海西宁人，硕士，教授，研究方向为产业经济学与计量经济学。

发现数字经济对不同类型资源型城市GTFP的影响存在显著异质性，产业结构升级是其中的重要传导路径。然而，纵观现有文献，仍存在亟待深化与拓展的空间：首先，已有研究多聚焦于全国或省级层面，鲜有文献将视角下沉至具有高度异质性和特殊战略约束的黄河流域城市群；其次，在探讨资源错配的传导路径时，现有文献往往隐含了“要素同质化”的假定，忽略了资本与劳动力在数字化冲击下可能呈现出的差异化演化规律；最后，现有研究对区域资源禀赋差异及数字化发展时间阶段的非均衡特征刻画仍显不足。

基于此，以黄河流域33个地级市为研究样本，利用2014—2023年面板数据，探讨数字经济对制造业GTFP的作用方向与传导路径。与已有研究相比，本文的边际贡献在于：①拓展了研究视角。将数字经济、双要素错配与制造业GTFP纳入统一分析框架，聚焦黄河流域的战略区位特征，揭示了重化工基地低碳转型的独特规律。②突破要素同质性假定。将资本错配与劳动力错配差异化地纳入统一考察，系统剖析了数字经济对不同要素错配形态的内在作用机理及动态演进特征，丰富了数字经济赋能要素市场的微观理论解释。③强化了研究的政策精准度。从资源禀赋与时间阶段两个维度揭示了数字红利的非均衡释放特征，为黄河流域因地制宜、分类施策提供了可靠的经验证据。

1　理论分析与研究假说

1.1　数字经济与制造业绿色全要素生产率

在黄河流域生态保护和高质量发展约束下，提升制造业绿色全要素生产率是打破传统粗放型增长的关键路径。数字经济作为新型经济形态，正通过技术溢出与要素替代深刻重塑制造业的生产函数[12]。一方面，数字技术的深度应用显著降低了企业的搜寻、匹配与交易成本，依托工业互联网等新型基础设施，企业能够实现生产全流程的透明化与精准管控，有效减少无效资源损耗，突破传统物理空间的规模报酬递减约束[13]。另一方面，数字经济具备显著的“绿色偏向型”技术进步特征，大数据分析与云计算的融合不仅赋能企业精准捕捉市场需求并优化能源消耗路径，更能加速绿色环保技术的研发与知识溢出，推动制造业由传统“高碳驱动”向“数据驱动”的低碳发展模式转变，从而从技术效率提升和前沿技术进步两个维度直接驱动制造业绿色全要素生产率的增长[14]。基于上述分析，提出如下假设。

H1：数字经济的发展对黄河流域制造业绿色全要素生产率有正向促进作用。

1.2　数字经济、资源错配与制造业绿色全要素生产率

古典资源配置理论指出，要素配置扭曲是导致总体生产率损失的核心诱因，数字经济的高效信息撮合能力能够显著冲击传统要素市场壁垒，降低沟通成本与搜寻摩擦[15]，但由于劳动与资本要素的内生物理性差异，其对错配的改善呈现非对称演化特征。就劳动力要素而言，其作为高度活跃的“活要素”对信息搜寻成本的降低极为敏感，数字经济衍生的大数据招聘、灵活用工及在线技能培训体系直接打破了黄河流域传统制造业雇佣的地理边界与行业分割，有效引导高素质劳动力向高效率、低能耗的绿色制造环节流动，对劳动力错配产生直接的单边线性缓解作用。就资本要素而言，其配置效率的改善受制于较高的沉没成本与技术锁定效应，在数字化转型初期，地方政府与传统制造企业布局新型数字基础设施需要海量的重资产投资，这种短期的“资金虹吸效应”不可避免地挤占了用于日常生产和绿色技改的信贷资源，导致资本错配阶段性加剧；然而当数字经济发展跨越特定拐点后，数字金融红利全面爆发，通过强核算与深穿透能力引导资金精准滴灌至低排放的绿色制造环节，最终实现资本错配的有效缓解。由此，提出如下假设。

H2：数字经济通过缓解劳动力要素错配促进制造业绿色全要素生产率提升；

H3：数字经济对资本要素错配的影响呈倒“U”型特征，并通过优化资本配置促进制造业绿色全要素生产率提升。

2　研究设计

2.1　模型构建

为检验数字经济对黄河流域制造业绿色全要素生产率的影响，设定如下双向固定效应模型：

$$\ln GTFP_{it}=\beta_0+\beta_1 dig_{it}+\sum_{j=1}^{n}\gamma_j \ln Control_{jit}+\mu_i+\lambda_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中：下标i和t分别对应城市和年份；$GTFP_{it}$为i城市第t年的制造业绿色全要素生产率；dig_{it}为i城市第t年的数字经济发展水平；$Control_{jit}$为各控制变量；μ_i和λ_t分别为城市和时间固定效应；ε_{it}为随机误差项。

为进一步检验数字经济影响制造业绿色全要素生产率的作用机制，借鉴江艇[16]的研究思路，采用两步法进行机制分析，具体的检验方程式如下：

$$misL_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dig_{it} + \sum_{k=1}^{n} \phi_k lnControl_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$misK_{it} = \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \beta_2 dig_{it}^2 + \sum_{k=1}^{n} \phi_k lnControl_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中：$misL_{it}$ 和 $misK_{it}$ 分别为城市 i 所在地区 j 第 t 年的劳动力错配水平和资本错配水平；α_0 为常数项；α_1、ϕ_k、β_1、β_2 为系数。

2.2　变量选取与指标说明

（1）被解释变量：制造业绿色全要素生产率（lnGTFP）。参考王海杰等[17]、邢会等[18]的思路，围绕投入与产出两方面搭建评价指标体系，运用超效率 SBM（slack-based measure）模型结合 GML 指数进行测度[19]。为得到反映绝对水平的生产率指标，以 2014 年为基期将 GML（global Malmquist-Luenberger）生产率指数逐年累乘，获得各城市制造业 GTFP[20]，并取自然对数。其中，投入指标选取劳动投入、资本投入和能源投入，分别采用制造业从业人员数、制造业固定资本存量和制造业用电量来衡量；期望产出选取制造业增加值；非期望产出包含工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟（粉）尘排放量。

（2）核心解释变量：数字经济发展水平（dig）。借鉴王军等[21]、潘为华等[22]的研究，从数字基础设施、数字产业化、产业数字化和数字经济发展环境 4 个维度构建黄河流域城市数字经济发展水平评价指标体系（表 1），采用熵权法对各指标赋权，综合测算得到各城市数字经济发展指数。

（3）机制变量：劳动力错配（misL）、资本错配（misK）。参照陈永伟和胡伟民[8]的方法，分别测算劳动力错配（misL）和资本错配（misK）。首先计算要素价格扭曲系数 $\hat{\gamma}_{Li}$、$\hat{\gamma}_{Ki}$：

$$\begin{cases} \hat{\gamma}_{Li} = \left(\dfrac{L_i}{L}\right) \Big/ \left(\dfrac{S_i \beta_{Li}}{\sum_{i=1}^{n} S_i \beta_{Li}}\right) \\ \hat{\gamma}_{Ki} = \left(\dfrac{K_i}{K}\right) \Big/ \left(\dfrac{S_i \beta_{Ki}}{\sum_{i=1}^{n} S_i \beta_{Ki}}\right) \end{cases} \quad (4)$$

式中：L_i/L、K_i/K 分别为城市 i 劳动力和资本使用量占黄河流域总使用量的比重；S_i 为城市 i 的 GDP 占黄河流域 GDP 的比重；β_{Li}、β_{Ki} 分别为劳动力和资本的产出弹性，采用索洛余值法估算。由于要素价格扭曲系数大于 1 或小于 1 均意味着存在资源错配，故对其取绝对值对数得到资源错配指数，数值越大表示资源错配程度越高。

$$misL = |\ln\gamma_{Li}|,\ misK = |\ln\gamma_{Ki}| \quad (5)$$

（4）控制变量：政府干预程度（gov）以地方一般公共预算支出占 GDP 比重衡量[23]；基础设施水平（inf）以人均公路通车里程表征；环境规制（er）从工业固体废物综合利用率、污水处理厂集中处理率、生活垃圾无害化处理率、单位 GDP 工业废水排放量和单位 GDP 工业二氧化硫排放量 5 个维度出发，采用熵值法合成综合指数[24]；经济发展水平（pgdp）以人均 GDP 取对数衡量；人口规模（pop）以城市人口总量与行政区面积的比值测度[25]；外商直接投资（fdi）以实际利用外资额按年均美元汇率折算后占 GDP 比重表示[26]。具体变量定义见表 2。

2.3　数据来源

鉴于数据可得性与连续性，选取 2014—2023 年黄河流域 33 个地级市作为研究样本，数据主要来源于各省市统计年鉴、EPS 数据库、中国城市统计数据库、国泰安数据库、国研网、中经网统计数据库、北京大学数字金融研究中心及各城市生态环境局。

表 1　数字经济发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	具体指标	单位
数字基础设施	传统基础设施	互联网普及率	%
		移动电话普及率	部/百人
	新型数字基础设施	移动电话基站数	万个
		光纤线路长度	万 km
		IPV4 地址数	万个
数字产业化	数字经济相关产业从业人员	信息产业从业人员占比	%
	数字经济相关产业规模	人均电信业务收入	元/人
产业数字化	数字普惠金融	数字普惠金融指数	—
	电子商务发展	电子商务交易额	亿元
数字经济发展环境	创新环境	每万人数字经济发明专利申请数	件/万人
		每万人高等学校在校学生数	人/万人
	政策环境	科学技术支出占财政支出的比重	%

表 2　变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	表示方法
被解释变量	制造业绿色全要素生产率	lnGTFP	累乘 GML 指数得到的制造业绿色全要素生产率后取自然对数
核心解释变量	数字经济发展水平	dig	指标体系计算的综合变量
机制变量	劳动力错配	misL	劳动要素价格扭曲系数，取绝对值对数
	资本错配	misK	资本要素价格扭曲系数，取绝对值对数
控制变量	外商直接投资	lnfdi	当年汇率折算后的人民币实际利用外资额与地区生产总值的比值，取自然对数
	政府干预程度	lngov	城市一般公共预算支出占 GDP 的比重，取自然对数
	基础设施水平	lninf	公路总里程与总人口的比值，取自然对数
	环境规制	lner	熵值法计算出的环境规制综合指数，取自然对数
	经济发展水平	lnpgdp	人均 GDP，取自然对数
	人口规模	lnpop	人口总量与行政区面积的比值，取自然对数

个别缺失值采用线性插值法补齐。

3　实证结果与分析

3.1　描述性统计

表 3 报告了主要变量的描述性统计结果。样本期内，lnGTFP 均值为 0.187，标准差为 0.491，各城市制造业绿色全要素生产率分化明显。dig 均值为 0.159，最小值为 0.054，最大值为 0.484，多数城市数字经济发展水平偏低。misL 和 misK 的变异系数分别为 0.717 和 0.868，离散程度高于其他变量，反映资源错配的城市异质性较为突出。在控制变量中，lnpgdp 和 lnpop 的标准差分别为 0.473 和 1.055，与黄河流域上中下游城市发展差距较大、人口分布不均的特征相符。

表 3　变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
lnGTFP	330	0.187	0.491	−1.199	1.694
dig	330	0.159	0.093	0.054	0.484
misL	330	0.481	0.345	0.018	1.429
misK	330	0.517	0.449	0.009	1.864
lnfdi	330	0.630	0.521	0.001	1.874
lngov	330	−1.663	0.377	−2.352	−0.911
lninf	330	−1.010	0.599	−2.165	0.298
lner	330	−0.457	0.227	−0.910	−0.134
lnpgdp	330	1.779	0.473	0.962	2.834
lnpop	330	0.919	1.055	−1.419	2.727

3.2　基准回归分析

表 4 报告了数字经济对制造业 GTFP 的基准回归结果。列(1)仅控制城市和年份固定效应，dig 的估计系数在 1%水平上显著为正；逐步纳入控制变量后，dig 的方向和显著性均未发生实质变化，列(3)全变量回归中 dig 的系数为 2.860，依然在 1%水平上显著。上述结果表明，数字经济显著提升了黄河流域制造业绿色全要素生产率，假设 H1 得到验证。这意味着数字技术对制造环节的渗透与改造，正逐步转化为黄河流域制造业绿色发展的实际效能。从控制变量看，lngov 和 lnpgdp 的系数显著为负，lninf 的系数显著为正，其余变量不显著。

表 4　基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	lnGTFP	lnGTFP	lnGTFP
dig	3.331***	2.755***	2.860***
	(0.826)	(0.801)	(0.839)
lnpop		−0.165	−0.148
		(0.143)	(0.148)
lngov		−0.466**	−0.449**
		(0.187)	(0.190)
lnpgdp		−0.703***	−0.692***
		(0.235)	(0.237)
lnfdi			0.006
			(0.015)
lninf			0.649**
			(0.325)
lner			0.225
			(0.142)
常数项	−0.343***	0.375	1.115**
	(0.130)	(0.458)	(0.531)
样本数	330	330	330
城市固定	Yes	Yes	Yes
年份固定	Yes	Yes	Yes
R^2	0.668	0.678	0.682

注：括号内为稳健标准误；*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平上显著。

3.3　内生性分析

基准回归结果可能存在内生性偏误。一方面，GTFP 较高的城市更有动力布局数字基础设施，形成反向因果；另一方面，尽管已纳入城市与年份双向固定效应，遗漏变量问题仍难以完全排除。为解决内生性问题，借鉴黄群慧等[27]、赵涛等[1]的做法，以 1984 年各城市每万人邮局数与时间趋势项(2014 年=1，逐年递增)的交互项作为 dig 的工具变量，采用两阶段最小二乘法(2SLS)进行回归分析。表 5 列(1)结果显示，第 2 阶段 dig 的估计系数为 7.852，在 1%水平上显著为正，与基准回归结论一致。Kleibergen-Paap rk LM 统计量在 1%水平上

表 5　内生性分析与稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnGTFP	lnGTFP	lnGTFP	lnGTFP
dig_cv		2.054**		
		(0.812)		
dig	7.852***		2.052*	2.647***
	(1.804)		(1.058)	(0.923)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes
DWH	11.160***			
Kleibergen-Paap rk LM	12.970***			
Kleibergen-Paap rk Wald F	28.474 [16.38]			
样本数	330	330	330	330
R^2	0.042	0.677	0.708	0.623

注:圆括号内为稳健标准误;方括号内为 Stock-Yogo 检验 10%偏误水平下的临界值;*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平上显著。

显著,Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量为 28.474,高于 Stock-Yogo 检验 10% 偏误水平下的临界值 16.38,表明工具变量不存在识别不足和弱工具变量问题,选取合理。上述结果表明,在缓解内生性问题后,数字经济对制造业 GTFP 仍具有显著的促进效应,基准回归结论稳健。

3.4　稳健性检验

为了进一步验证回归结果的可靠性,采用以下 3 种方法进行稳健性检验,结果见表 5 的列(2)~列(4)。①替换解释变量。采用变异系数法重新测度数字经济发展水平(dig_cv),替代熵权法测算的 dig 进行回归,结果见表 5 列(2),dig_cv 的系数仍在 5%水平上显著为正,基准结论稳健。②调整样本范围。考虑到省会城市在政策支持与资源集聚方面优于普通地级市,剔除济南、兰州、郑州、呼和浩特、银川、西宁 6 个省会城市后重新回归,结果见表 5列(3),dig 系数在 10%水平上显著为正,估计结果依旧稳健。③调整样本期。剔除 2020—2021 年两年数据后重新回归,结果见表 5 列(4),dig 系数仍在 1%水平上显著,结论不变。

3.5　影响机制检验

根据上文构建的机制检验模型,借鉴江艇[16]的两步法,检验数字经济能否通过改善资源错配促进制造业绿色全要素生产率提升,结果见表 6。列(1)显示,dig 对 misL 的回归系数在 5%水平上显著为负,表明数字经济发展显著缓解了黄河流域劳动力错配,假设 H2 得到验证。列(2)显示,dig 对 misK 的一次项系数在 5%水平上显著为正,平方项系数在 1%水平上显著为负,表明数字经济与资本错配之间存在显著的倒“U”型关系,假设 H3 得到验证。

表 6　影响机制检验结果

变量	(1)	(2)
	misL	misK
dig	−1.258**	2.355**
	(0.500)	(1.154)
dig^2		−4.166***
		(1.489)
控制变量	Yes	Yes
年份固定	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes
样本数	330	330
R^2	0.616	0.778

注:括号内为稳健标准误;*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平上显著。

既有研究已充分证实,要素错配是导致全要素生产率损失的核心原因。劳动力错配导致人力资本无法配置到生产率更高的部门,直接抑制技术进步与效率改善[4];资本错配则使金融资源沉淀于低效企业,挤占绿色研发投入,阻碍制造业绿色转型[6]。因此,数字经济通过缓解资源错配进而促进制造业绿色全要素生产率提升的传导逻辑成立。

3.6　异质性分析

为进一步考察数字经济对制造业 GTFP 影响的差异特征,从资源禀赋和时间两个维度进行分组回归,结果见表 7。按照国务院《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020 年)》的分类标准,将样本划分为资源型城市和非资源型城市,组间差异检验的经验 P 值为 0.020,在 5%水平上显著。非资源型城市 dig 系数为 3.452,在 1%水平上显著为正,资源型城市 dig 系数为负且不显著,表明数字经济的绿色赋能效应主要集中在非资源型城市。可能的原因在于,非资源型城市产业结构多元、市场化程度较高,数字技术能够快速渗透制造业链条并释放效率提升效应;而资源型城市长期依赖采掘和重化工业,路径锁定效应较强,数字化转型面临较高的沉没成本,短期内难以见效。从时间维度看,以 2019 年 5G 商用元年为节点划分为前后两个阶段,组间差异检验的经验 P 值为 0.042,在 5%水平上显著。第 1 阶段 dig 系数为负且不显著,第 2 阶段升至 2.982 且在 5%水平上显著,表明数字经济对制造业 GTFP 的促进作用具有阶段性特征。可能的原因在于,早期数字基础设施尚不完善,企业面临高昂的投入成本与技术适配摩擦,赋能效果有限;随着 5G、工业互联网等趋于成熟并跨越规模临界点,数字经济对制造业绿色转型的拉动作用开始逐步释放。

表 7　异质性分析结果

变量	(1) 资源型城市	(2) 非资源型城市	(3) 2014—2018 年	(4) 2019—2023 年
dig	−0.923 (1.821)	3.452*** (1.020)	−0.346 (0.866)	2.982** (1.367)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	170	160	165	165
R^2	0.730	0.682	0.477	0.892
组间 P 值	0.020**		0.042**	

注：括号内为稳健标准误；*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平上显著；组间 P 值基于 Bootstrap 自助抽样 500 次得到，用于检验组间 dig 系数差异的显著性。

4　结论与建议

主要结论如下：①数字经济对黄河流域制造业 GTFP 产生了明显的正向驱动作用，这一结论在替换核心解释变量、调整样本范围及引入工具变量等一系列检验后依然稳健。②机制检验表明，数字经济通过缓解劳动力错配和资本错配两条路径提升制造业 GTFP。其中，数字经济对劳动力错配发挥直接的线性缓解作用，而对资本错配的影响则呈先升后降的倒“U”型特征，初期因数字基础设施投资“虹吸效应”加剧错配，越过拐点后随数字金融红利释放而逐步改善。③异质性分析发现，数字经济的绿色赋能效应在非资源型城市和 2019 年后的深度应用阶段更为显著，资源型城市因产业结构固化和路径锁定效应，其赋能效果尚未显现。

基于上述结论，提出如下建议：①持续推进黄河流域数字基础设施建设，尤其应加大对资源型城市的数字化转型扶持力度，降低其数字化转型的沉没成本，打破传统重化工业的路径锁定。②发挥数字经济的供需精准匹配优势，建立跨区域劳动力市场信息平台，引导高素质人才向绿色制造环节流动。同时加快数字金融发展，提升资本配置效率，缓解制造业绿色转型中的融资约束。③实施差异化发展策略。非资源型城市应进一步深化数字技术与制造业的融合，率先探索数字化绿色协同发展的新模式；资源型城市则需将数字化转型与产业结构调整相结合，避免数字经济沦为高耗能产业维持产能的辅助工具，切实提升制造业绿色全要素生产率。

参考文献

[1] 赵涛，张智，梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展：来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界，2020，36(10)：65-76.

[2] 张英浩，汪明峰，崔璐明，等. 数字经济水平对中国市域绿色全要素生产率的影响[J]. 经济地理，2022，42(9)：33-42.

[3] 朱喜安，马樱格. 数字经济对绿色全要素生产率变动的影响研究[J]. 经济问题，2022(11)：1-11.

[4] 弓媛媛，邓枫婷，曾顺利. 数字经济对绿色全要素生产率的影响研究：基于中介效应和门槛效应的双重审视[J]. 生态经济，2026，42(4)：60-68.

[5] 徐紫嫣，李涛，赵显莉. 数字经济对城市绿色全要素生产率的影响及其作用机制[J]. 改革，2025(9)：64-79.

[6] 马栋栋，蔡雨颖，李贵芳. 环境规制、数字经济与绿色全要素生产率：来自中原城市群数据的经验证据[J]. 生态经济，2025，41(4)：169-176.

[7] REHMAN U N，GIULIA N. The effect of the digital economy on total factor productivity in European regions [J]. Telecommunications Policy，2023，47(10)：102646.

[8] 陈永伟，胡伟民. 价格扭曲、要素错配和效率损失：理论和应用[J]. 经济学(季刊)，2011，10(4)：1401-1422.

[9] 韩先锋，宋文飞，李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J]. 中国工业经济，2019(7)：119-136.

[10] 黄漫宇，王孝行. 数字经济、资源错配与企业全要素生产率[J]. 宏观经济研究，2022(12)：43-53.

[11] 申红卫，宁敏，程钰. 数字经济对资源型城市绿色全要素生产率的影响研究[J]. 资源开发与市场，2025，41(1)：86-93.

[12] 邱子迅，周亚虹. 数字经济发展与地区全要素生产率：基于国家级大数据综合试验区的分析[J]. 财经研究，2021，47(7)：4-17.

[13] 李春发，李冬冬，周驰. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理：基于产业链视角的分析[J]. 商业研究，2020(2)：73-82.

[14] 邹静，王强，鄢慧丽，等. 数字经济如何影响绿色全要素生产率？来自中国地级市的证据[J]. 软科学，2024，38(3)：44-52.

[15] 刘平峰，张旺. 数字技术如何赋能制造业全要素生产率?[J]. 科学学研究，2021，39(8)：1396-1406.

[16] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济，2022(5)：100-120.

[17] 王海杰，李捷，张小波. 黄河流域制造业绿色全要素生产率测评及影响因素研究[J]. 福建论坛(人文社会科学版)，2021(10)：127-139.

[18] 邢会，姜影，陈园园. “双碳”目标下碳交易与制造业绿色全要素生产率：基于异质性技术创新模式的机制检验[J]. 科技进步与对策，2022，39(23)：76-86.

[19] 魏绪石，周桐桐，马中东，等. 数字经济与黄河流域制造业绿色全要素生产率关联性研究[J]. 人民黄河，2024，46(4)：15-22.

[20] 邱斌，杨帅，辛培江. FDI 技术溢出渠道与中国制造业生产率增长研究：基于面板数据的分析[J]. 世界经济，2008(8)：20-31.

[21] 王军，朱杰，罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究，2021，38(7)：26-42.
[22] 潘为华，贺正楚，潘红玉. 中国数字经济发展的时空演化和分布动态[J]. 中国软科学，2021(10)：137-147.
[23] 白重恩，张琼. 中国的资本回报率及其影响因素分析[J]. 世界经济，2014，37(10)：3-30.
[24] 李虹，邹庆. 环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究：基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J]. 经济研究，2018，53(11)：182-198.
[25] 逯进，李婷婷. 产业结构升级、技术创新与绿色全要素生产率：基于异质性视角的研究[J]. 中国人口科学，2021(4)：86-97，128.
[26] 原毅军，谢荣辉. FDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率增长：基于 Luenberger 指数的实证研究[J]. 国际贸易问题，2015(8)：84-93.
[27] 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[J]. 中国工业经济，2019(8)：5-23.

Digital Economy, Resource Misallocation and Manufacturing Green Total Factor Productivity in Yellow River Basin

WANG Hui, LIU Xiaoping

(School of Finance and Economics, Qinghai University, Xining 810000, China)

Abstract: Based on panel data of 33 prefecture-level cities in the Yellow River Basin from 2014 to 2023, a panel fixed effects model was constructed, to examine the impact of the digital economy on manufacturing GTFP and a mediating effect model was established to examine the transmission mechanism of resource misallocation. It is found that the digital economy significantly promotes the improvement of manufacturing green total factor productivity(GTFP) in the Yellow River Basin. It is revealed through mechanism analysis that the digital economy exerts its effect through two pathways: alleviating labor misallocation and capital misallocation. Labor misallocation exhibits a linear mitigation pattern, whereas capital misallocation follows an inverted U-shaped trajectory that initially rises and then falls. It is shown through heterogeneity analysis that the green empowerment effect of the digital economy is more pronounced in non-resource-based cities and in the deep application stage after 2019, whereas resource-based cities have not yet crossed the statistical threshold of significance.

Keywords: digital economy; manufacturing green total factor productivity; resource misallocation; Yellow River Basin