

# 数字经济对西部地区产业转型升级的影响研究

邓 纯

成都信息工程大学统计学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年4月14日; 录用日期: 2025年5月2日; 发布日期: 2025年5月21日

## 摘 要

数字时代的到来带来数字技术的崛起和数字经济规模的不断壮大, 实体经济的发展离不开产业的转型升级, 而产业数字化转型是实现数字经济与实体经济的深度融合的必经之路。本文基于2013~2022年西部地区除西藏外的11个省份的面板数据, 通过构建数字经济和产业转型升级指标体系, 运用固定效应模型对数字经济对西部地区的产业转型升级进行研究。得出结论: (1) 数字经济能够显著促进西部地区产业的转型升级; (2) 数字经济对西部地区产业转型升级的作用具有异质性; (3) 数字经济能够通过促进科学教育支出来促进西部地区产业转型升级。通过此研究, 可以更好地了解西部地区数字经济和产业转型升级现状, 并为西部地区产业数字化转型提供思路。

## 关键词

数字经济, 产业转型升级, 科学教育支出, 产业数字化

# Study on the Impact of Digital Economy on Industrial Transformation and Upgrading in Western China

Chun Deng

School of Statistics, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: Apr. 14<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 2<sup>nd</sup>, 2025; published: May 21<sup>st</sup>, 2025

## Abstract

The advent of the digital age has witnessed the rise of digital technologies and the continuous expansion of the digital economy. The development of the real economy cannot be separated from the transformation and upgrading of industries, and the digital transformation of industries is an inevitable path for the in-depth integration of the digital economy and the real economy. Based on the

panel data of 11 provinces in the western region (excluding Tibet) from 2013 to 2022, this paper constructs an index system of the digital economy and industrial transformation and upgrading, and uses the fixed effect model to study the impact of the digital economy on the industrial transformation and upgrading in the western region. The conclusions are as follows: (1) The digital economy can significantly promote the transformation and upgrading of industries in the western region; (2) The effect of the digital economy on the transformation and upgrading of industries in the western region is heterogeneous; (3) The digital economy can promote the transformation and upgrading of industries in the western region by promoting scientific and educational expenditures. Through this research, a better understanding of the current situation of the digital economy and industrial transformation and upgrading in the western region can be achieved, and ideas for the digital transformation of industries in the western region can be provided.

## Keywords

Digital Economy, Industrial Transformation and Upgrading, Scientific and Educational Expenditures, Industrial Digitalization

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

### (一) 背景与意义

数字时代的到来为中国带来了新机遇、新方向，数字经济规模的不断扩大及其与各产业的不断融合同样为产业发展带来了新动能。根据《数字中国发展报告(2022)》显示，截至 2022 年底，我国数字经济规模达到了 50.2 万亿元，比去年同比增加了 4.68 万亿元，占我国 GDP 比重的 41.5%，充分展现出了数字经济在国民经济中的重要支柱作用。数字经济在西部地区产业发展中也发挥了巨大作用。截至 2022 年底，西部地区数字经济核心产业增加值在不断上涨，其中增加值最大的为四川和重庆，四川省数字经济核心产业增加值达到了 4324 亿元。重庆市达到了 2240.6 亿元，其他西部地区各省份数字经济占 GDP 比重也在不断升高。

研究数字经济对西部地区产业转型升级的影响，对西部地区产业数字化转型深入推进，实现产业全面升级具有一定的实践参考价值。本研究从西部地区数字经济发展水平以及产业转型升级的测度入手，探究西部地区产业数字化转型的路径及方式，对于西部地区产业数字化转型以及充分发挥数字经济对产业升级的驱动作用，实现经济高质量发展，具有重要现实意义。

### (二) 研究内容及方法

通过统计年鉴和各个省份分别的统计年鉴、《中国信息产业年鉴》等，本文选取了 2013~2022 十年间西部地区除西藏外的 11 个省份数字经济及产业转型升级相关的指标数据，构建了数字经济发展水平和产业转型升级水平指标体系，运用熵值法得出两者的综合评分，再使用固定效应模型定量分析两者之间的关系。

### (三) 边际贡献

现有文献大多将研究范围设定在全国，或者是珠三角等数字经济较为发达的地区，但是西部地区作为数字经济发展较为落后的地区，无论是数字经济的发展还是产业转型升级，都存在着较大的发展潜力，如何运用数字经济为西部地区产业转型升级赋能也是至关重要的。本研究以中国西部地区为研究对象，

涵盖内蒙古、广西、重庆等 11 个省级行政区(西藏除外)。

## 2. 文献综述

大多数研究均表明数字经济对产业转型发展具有显著的正向影响作用,但不同学者的侧重点有所不同。李春发(2020)认为数字经济通过分工边界拓展、降低交易成本、价值分配转移、需求变化倒逼使得产业链“标准化”、“数字化”、涌现新模式,从而促进产业转型升级[1]。范晓莉、李秋芳(2021)研究发现数字经济通过产生网络效应延伸产业链、产生关联效应强化资源整合、产生融合效应重塑产业组织形式、产生创新效应促进产业模式变革四个方面对产业结构转型产生显著促进作用,且具有明显的空间溢出效应[2]。刘国武、李君华(2024)主要从市场需求端进行研究,发现数字经济在需求端通过人均收入效应、城镇化效应、市场化程度效应三个方面促进产业结构转型升级,且存在显著行业和区域异质性[3]。廖杉杉(2024)将产业转型升级分为产业间结构转变、产业内劳动生产率的提升和产业资源配置效率三个维度并发现数字经济发展对这三个维度都有显著促进作用,且会通过消费升级效应和技术外溢效应促进产业结构的转型升级[4]。

但是数字对于产业转型升级中的不同组成部分及不同区域可能会有不同的作用效果。张永庆、陈棉棉(2020)利用因子分析法发现数字经济发展水平对产业结构转型升级具有一定的正向作用,但在东、西、中部地区的促进作用逐步递减[5]。王奕飞(2022)研究发现数字经济对产业结构高级化有正向影响,而对产业结构合理化有负向影响[6]。田秀娟、李睿(2022)基于熊彼特内生增长理论发现数字技术在实体产业部门和金融部门对产业结构转型升级的作用具有异质性,且数字技术能够通过和金融部门的融合在短期内有效促进产业结构的转型升级[7]。王薇(2024)研究发现数字经济能够通过人力和资本创新要素的配置正向促进产业结构高级化和绿色化,但对产业结构合理化具有反向抑制作用,且作用效果具有空间溢出效应和明显的区域异质性[8]。

## 3. 影响机制分析

### (一) 直接影响机制

数字技术提升资源配置效率。随着现代互联网信息技术的蓬勃发展,特别是大数据技术的深度应用,在资本逐利避险特性的驱动下,不同产业及同一产业内各组织间的资本集聚程度呈现显著差异。优势产业与高效产业组织更易吸引资本流入。若暂不考虑政府政策干预,仅从市场经济运行规律来看,优势产业与产业组织将在短期内实现快速扩张,资源配置效率也将得到大幅提升[4]。在优势资源的强劲驱动下,区域产业结构转型升级的进程也随之加速推进。

数字技术与产业深度融合。数字经济以互联网作为强大支撑,基于大数据采集、汇总、分析,通过物联网、云计算、人工智能、大数据等新兴技术,为产业赋能,实现了数字技术与产业的深度融合,实现了产业数字化的演进过程。主要体现在两个方面:第一,数字经济孕育了新平台的产生,从而给产业带来了更多机遇,拓宽了产业的内涵和外延,例如电商平台的产生,大大拓宽了产业的市场,使得产品需求大幅度增加,减低了生产与销售之间的成本,使得产业的运作更加高效[9];第二,数字经济拓宽了产业原先固有的生产模式、经营模式、商业模式,开启了智能模式,将原先扁平的产业形态丰富了起来[1]。

重构产业供应链、产业链。凭借自身“可视化”特质,数字经济推动供应链向可视化方向转型。具体表现为,数字化平台可实时监控供应链各要素流动状态,为链上企业搭建高效沟通桥梁,促进了信息自由流通[10]。在产业链发展层面,数字技术能够通过精准配置产业链中的价值要素,动态调节生产与服务的供需关系,并高效整合各生产环节,实现产业链的协同优化[2]。这些变革不仅增强了产业链韧性,还推动了产业结构的持续优化。

**综上所述，得出假说一：数字经济可以促进西部地区产业转型升级**

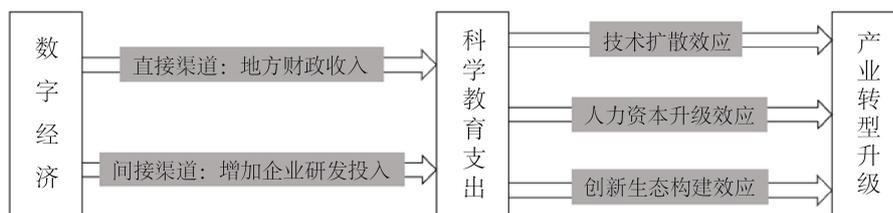
**(二) 间接影响机制**

数字经济作为推动经济高质量发展的新引擎，对西部地区产业转型升级的影响日益显著，而科学教育支出(tec)在这一过程中扮演了关键的中介角色。影响机制示意图如图 1 所示。

从数字经济作用科学教育支出的影响路径来看，数字经济对科学教育支出(tec)的促进作用主要体现在三个方面：首先，数字经济的发展(如电子商务、大数据产业、云计算等)提高了地方财政收入，使政府有更多资金用于科技、教育等公共服务领域，从而直接增加科学教育预算。其次，数字经济的产业需求推动了企业与高校、科研机构的深度合作，企业研发投入的增加进一步拉动了科学教育支出的增长，形成“产学研”协同发展的良性循环。

从科学教育支出(tec)作用产业转型升级的影响路径来看，科学教育支出对产业转型升级的影响主要通过以下机制实现：一是技术扩散效应，即科学教育支出的增加提升了本地的研发能力(如专利数量、科技成果转化率)，使传统产业(如农业、制造业)能够更高效地应用数字技术(如智能农机、工业互联网)，从而提高生产效率和附加值。二是人力资本升级效应，科学教育支出用于职业教育、高校学科建设和技能培训，能够培养符合数字经济需求的高技能劳动力(如数据分析师、物联网工程师、人工智能研发人员)，解决产业升级过程中的人才匹配问题。三是创新生态构建效应，科学教育支出支持科技园区、孵化器和创新平台建设，吸引数字经济企业集聚，形成“技术研发 - 产业应用 - 市场拓展”的闭环，推动新兴产业(如电子信息、新能源、生物医药)的快速发展，进而优化地区产业结构。

**综上所述，得出假说二：数字经济可以通过促进科学教育支出来促进西部地区产业转型升级**



**Figure 1.** Schematic diagram of the influence path of science education expenditure as an intermediary

**图 1.** 科学教育支出作为中介的影响路径示意图

**(三) 影响的异质性效果**

北方和南方在经济发展水平、产业结构、资源禀赋、政策支持等方面存在显著差异。我国南北经济分化问题尤为突出，在此背景下，数字经济对产业结构转型升级的作用机制可能因南北地域差异而呈现出显著不同的特征与效果[3]。例如，北方地区可能更依赖资源型产业，而南方地区可能更依赖制造业和服务业。此外，北方和南方在政策支持、基础设施建设、市场化程度等方面也存在差异，这些差异可能导致数字经济对产业转型升级的影响在不同区域表现出不同的效果。

不同规模的城市在资源禀赋、要素配置效能及财政扶持力度等许多方面存在显著差别，这些差异可能使数字经济发展对产业升级的作用效果呈现区域差异性[11]。而城市规模很大程度上由城市人均产值所反应，高人均产值地区和低人均产值地区在经济发展水平、产业结构、资源禀赋、市场化程度等方面均存在显著差异。高人均产值地区可能已经具备较好的产业基础和经济条件，数字经济对产业转型升级的推动作用可能更为显著。而低人均产值地区可能面临更多的经济瓶颈，数字经济的作用可能受到限制。此外，高人均产值地区可能享有更多的政策支持和资源投入，这可能导致数字经济对产业转型升级的影

响在高人均产值地区更为显著。

综上所述，提出假说三：数字经济对西部地区产业转型升级的影响效果会因南北区域、人均产值存在异质性效果。

#### 4. 实证分析

##### (一) 指标体系的构建

##### 1. 数字经济发展水平指标体系

参考王军的做法[14]并结合对数字经济内涵的认识，分别从数字经济的四个维度选取了共 21 个变量，其中数据来源于国家统计局官网、北京大学数字金融研究中心、商务部及工业和信息化部以及中国信息通信研究院相关研究报告和公布数据、西部地区除西藏外各省政府等官方网站发布的相关信息、全国科技经费投入统计公报、《中国统计年鉴》、各省统计年鉴、《中国信息产业年鉴》。具体指标体系如表 1 所示。

**Table 1.** Evaluation index system for the development level of digital economy

**表 1.** 数字经济发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	变量选取	单位	属性
数字经济发展的基础	传统数字基础设施	光缆线路长度	公里	正向
		每百人互联网宽带接入用户数	万户	正向
		每百人拥有的网页数	万个	正向
	新型数字基础设施	移动电话普及率	部/百人	正向
		移动电话基站数	万个	正向
		信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资	亿元	正向
数字经济发展的进程：数字产业化	产业规模	电信业务总量占 GDP 比重	%	正向
		电子信息制造业企业数量	个	正向
	产业收益	电信产业制造业收入占 GDP 比重	%	正向
		软件产品和信息服务业收入占 GDP 比重	%	正向
数字经济发展的应用：产业数字化	农业数字化	数字普惠金融县域投资指数	/	正向
		农村宽带接入用户	万户	正向
	工业数字化	规模以上工业企业新产品项目数	个	正向
		工业企业 R&D 经费	亿元	正向
	服务业数字化	数字普惠金融指数	/	正向
		电子商务交易额	亿元	正向
数字经济发展的环境	创新环境	有电子商务交易的企业比重	%	正向
		R&D 经费	亿元	正向
	人才环境	国内专利申请授权量	项	正向
		信息传输、软件和信息技术服务业从业人数	万人	正向
		电子信息制造业从业人数	万人	正向

## 2. 产业转型升级水平指标体系

分别从产业转型升级的三个维度选取了 10 个变量,数据来源于国家统计局及西部地区除西藏外的各省年鉴。指标体系如表 2 所示。

**Table 2.** Evaluation index system for industrial transformation and upgrading level

**表 2.** 产业转型升级水平评价指标体系

一级指标	变量选取	单位	属性
产业协调程度	第三产业增加值占 GDP 比重	%	正向
	第三产业与第二产业比值	%	正向
	泰尔指数	/	负向
产业创新程度	工业企业 R&D 经费	万元	正向
	工业企业专利申请数	件	正向
	工业企业开发新产品经费	万元	正向
产业绿色程度	万元 GDP 水耗	立方米/万元	负向
	万元 GDP 电耗	千瓦小时/万元	负向
	工业污染治理完成投资额	万元	正向
	单位工业增加值二氧化硫排放量	吨/亿元	负向

## (二) 模型设定、变量及数据来源

### 1. 模型设定

基准回归模型:

$$ITU_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{it} + \alpha_x X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

经过比较固定效应模型和随机效应模型,在此选择固定效应模型。其中,  $ITU_{it}$  表示西部地区  $i$  省份  $t$  年的产业转型升级水平,  $Dig_{it}$  表示西部地区  $i$  省份  $t$  年的数字经济发展水平,  $X_{it}$  表示一系列控制变量,  $\alpha_0$  表示截距项,  $\alpha_1$  表示核心解释变量的估计参数,  $\mu_i$  表示省份  $i$  不随时间变化的个体固定效应,  $\varepsilon_{it}$  表示随机扰动项。

### 2. 指标选取与变量说明

#### (1) 被解释变量——ITU (产业转型升级水平)

本文的被解释变量为产业转型升级水平,主要从产业协调程度、产业创新程度、产业绿色程度三个维度构建评价指标体系来进行衡量。

#### (2) 核心解释变量——Dig (数字经济发展水平)

数字经济发展水平为本文的核心解释变量。本文从数字经济发展的基础、数字经济发展的进程——数字产业化、数字经济发展的应用——产业数字化、数字经济发展的环境四个维度建立了数字经济发展水平测度的指标体系来进行衡量。

#### (3) 控制变量

借鉴李治国(2021) [12]、袁航(2018) [13]等学者的研究方法,本文选取的可能影响产业转型升级水平的控制变量如下: a. 经济发展水平(pgdp)——地区人均生产总值指数(以 1978 年为基准); b. 外商投资水平(fdi)——外商直接投资额与地区生产总值的比值; c. 城市化水平(urban)——城镇人口占总人口的比重; d. 外贸依存度(ftd)——进出口贸易总额占 GDP 的比值; e. 社会消费(soc)——社会零售品消费额占 GDP

的比重。数据来源于国家统计局及各个省份的统计年鉴。

### 3. 基准回归分析

由于模型可能存在异方差问题，故在回归模型中使用异方差稳健标准误来进行回归，回归结果如表3所示。其中第(1)列的核心解释变量为数字经济发展水平综合评分，第(2)(3)(4)(5)列核心解释变量分别为数字经济发展水平指标体系的四个维度，分别是数字基础设施、数字产业化、产业数字化、数字发展环境。

在模型(1)中，DIG的系数为0.729，且在1%的水平上显著，表明数字经济发展水平对产业转型升级有显著的正向影响，数字经济发展水平每提高1个单位，产业转型升级水平(ITU)将提高0.729个单位。DIG1、DIG2、DIG3、DIG4分别代表数字经济基础设施、数字产业化、产业数字化、数字经济发展环境。这四个维度的系数分别为0.258、0.283、0.579、0.599，且均在1%或5%的水平上显著。这表明数字经济发展的各个维度都对产业转型升级有显著的正向影响，其中产业数字化(DIG3)和数字经济发展环境(DIG4)的影响最大。

所有模型中，pgdp的系数均为负，且在大多数模型中显著(模型1、2、4、5)，这表明经济发展水平对产业转型升级有负向影响，可能是因为经济发展水平较高的地区已经处于较高的产业转型升级水平，进一步转型升级的空间较小。fdi的系数在模型(1)和模型(3)中显著为负，表明外商投资水平对产业转型升级有负向影响。这可能是由于外商投资主要集中在传统产业，对产业转型升级的推动作用有限。urban的系数在所有模型中均为正，且在模型(2)、(3)、(4)、(5)中显著，这表明城市化水平对产业转型升级有显著的正向影响。ftd的系数在模型(1)中显著为负，但在其他模型中不显著。这表明外贸依存度对产业转型升级的影响不稳定，可能在不同模型中存在异质性。soc的系数在所有模型中均不显著，表明社会消费对产业转型升级的影响不显著。

通过此基准分析结果，可以证明假说一成立。

**Table 3.** Regression results of the benchmark model for industrial transformation and upgrading in the western region from 2013 to 2022

**表 3.** 2013~2022 西部地区产业转型升级基准模型回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
DIG	0.729*** (12.08)				
DIG1		0.258** (2.87)			
DIG2			0.283*** (3.94)		
DIG3				0.579*** (13.69)	
DIG4					0.599*** (9.01)
pgdp	-0.035*** (-5.36)	-0.040** (-2.52)	-0.022 (-1.34)	-0.052*** (-8.23)	-0.046*** (-7.18)
fdi	-1.106* (-1.88)	-2.661 (-1.66)	-4.101** (-2.85)	-0.691 (-0.53)	-1.425 (-1.71)

续表

urban	0.367 (1.53)	0.962* (2.15)	1.008* (2.02)	0.705** (3.01)	1.256*** (5.06)
ftd	-0.211** (-2.81)	0.091 (0.44)	0.253 (0.96)	-0.186 (-1.72)	-0.098 (-0.84)
soc	0.008 (0.04)	-0.335 (-1.03)	0.336 (1.55)	-0.099 (-0.64)	-0.048 (-0.25)
Constant	0.279** (2.53)	0.079 (0.36)	-0.099 (-0.44)	0.210* (1.84)	-0.103 (-0.86)
Observations	110	110	110	110	110
R-squared	0.863	0.662	0.691	0.854	0.828
Number of id	11	11	11	11	11
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES

#### 4. 稳健性检验

##### i. 控制时间趋势

进一步控制时间趋势变化带来的影响，回归结果如表 4 所示。

在个体固定效应(Company FE)的基础上加入了时间固定效应(Year FE)，控制了不随时间变化的个体特征和随时间变化的宏观因素。这种双重固定效应的引入增强了模型的稳健性，减少了遗漏变量带来的偏差。

所有模型的 R-squared 值均较高(0.739 到 0.924)，表明模型对因变量(ITU，产业转型升级水平)的解释力较强，进一步证明了基准回归的稳健性。数字经济发展水平(DIG 及其四个维度 DIG1、DIG2、DIG3、DIG4)在所有的回归中均在 0.05 的水平上显著，且系数符号一致，表明数字经济对产业转型升级的正向影响在不同维度和模型中均保持一致，进一步验证了基准回归的稳健性。

**Table 4.** Regression results of robustness test under controlled time effect

**表 4.** 控制时间效应下的稳健性检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
DIG	0.785*** (12.07)				
DIG1		0.326*** (3.55)			
DIG2			0.728*** (5.67)		
DIG3				0.643*** (16.45)	
DIG4					0.702*** (11.53)

续表

pgdp	-0.031*** (-3.20)	0.001 (0.06)	-0.053** (-3.12)	-0.022** (-2.87)	-0.033*** (-3.57)
fdi	-0.120 (-0.20)	-0.679 (-0.66)	-5.108*** (-3.70)	1.207 (1.55)	0.655 (1.24)
urban	0.289 (0.43)	1.807 (1.31)	0.742 (0.67)	0.315 (0.47)	0.099 (0.22)
ftd	-0.199 (-1.57)	0.162 (0.87)	0.196 (1.06)	-0.258** (-2.37)	-0.172 (-1.45)
soc	-0.391 (-1.65)	-0.777 (-1.73)	-0.363 (-1.03)	-0.009 (-0.05)	-0.118 (-0.62)
Constant	0.320 (0.91)	-0.451 (-0.66)	0.178 (0.31)	0.252 (0.74)	0.370 (1.56)
Observations	110	110	110	110	110
R-squared	0.905	0.739	0.815	0.924	0.900
Number of id	11	11	11	11	11
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES

## ii. 剔除 4 个自治区

西部地区中的自治区(内蒙古、新疆、宁夏、广西)在经济结构、政策支持、资源禀赋等方面可能与其他非自治区省份存在显著差异。通过剔除这些自治区,可以检验基准回归结果是否在同质的样本中仍然成立,进一步验证基准回归的稳健性。

剔除自治区后的回归结果如表 5 所示。在剔除自治区后,数字经济发展水平(DIG 及其四个维度)的系数仍然显著为正,且符号与基准回归一致。这表明数字经济对产业转型升级的正向影响在不同样本中均成立,进一步验证了基准回归的稳健性。此外,剔除自治区后,各模型的 R-squared 值仍然较高(0.662 到 0.863),表明模型对因变量(ITU, 产业转型升级水平)的解释力较强,进一步支持了基准回归的稳健性。

**Table 5.** Regression results of robustness tests excluding autonomous regions

**表 5.** 剔除自治区下的稳健性检验回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
DIG	0.729*** (12.08)				
DIG1		0.258** (2.87)			
DIG2			0.283*** (3.94)		
DIG3				0.579*** (13.69)	

续表

DIG4					0.599*** (9.01)
pgdp	-0.035*** (-5.36)	-0.040** (-2.52)	-0.022 (-1.34)	-0.052*** (-8.23)	-0.046*** (-7.18)
fdi	-1.106* (-1.88)	-2.661 (-1.66)	-4.101** (-2.85)	-0.691 (-0.53)	-1.425 (-1.71)
urban	0.367 (1.53)	0.962* (2.15)	1.008* (2.02)	0.705** (3.01)	1.256*** (5.06)
ftd	-0.211** (-2.81)	0.091 (0.44)	0.253 (0.96)	-0.186 (-1.72)	-0.098 (-0.84)
soc	0.008 (0.04)	-0.335 (-1.03)	0.336 (1.55)	-0.099 (-0.64)	-0.048 (-0.25)
Constant	0.279** (2.53)	0.079 (0.36)	-0.099 (-0.44)	0.210* (1.84)	-0.103 (-0.86)
Observations	110	110	110	110	110
R-squared	0.863	0.662	0.691	0.854	0.828
Number of id 个体固定效应	11 YES	11 YES	11 YES	11 YES	11 YES

## iii. 引入滞后一期的解释变量

回归结果如表 6 所示。在滞后一期(DIG-1)和滞后两期(DIG-2)的模型中, 数字经济发展水平的系数仍然显著为正, 且符号与基准回归一致。这表明数字经济对产业转型升级的正向影响在不同时间滞后条件下均成立, 进一步验证了基准回归的稳健性。滞后一期和滞后两期的模型中, R-squared 值分别为 0.788 和 0.657, 表明模型对因变量(ITU, 产业转型升级水平)的解释力较强, 进一步支持了基准回归的稳健性。此外, 滞后一期和滞后两期的模型中, 大部分控制变量(如 fdi、urban、ftd、soc 等)的显著性和系数方向与基准回归基本一致, 表明基准回归的结果对时间滞后效应不敏感。

**Table 6.** Regression results of robustness tests for the main explanatory variables lagging by one and two periods  
**表 6.** 主要解释变量滞后一期和两期的稳健性检验回归结果

变量	(1)	(2)
DIG-1	0.737*** (7.50)	
DIG-2		0.490*** (3.34)
fdi	-1.451 (-1.32)	-2.238 (-1.55)
urban	0.320 (0.98)	0.912** (2.27)

续表

ftd	-0.107 (-0.79)	0.504 (1.57)
soc	-0.279 (-1.53)	-0.306 (-1.73)
Constant	0.394** (2.69)	0.120 (0.56)
Observations	99	88
R-squared	0.788	0.657
Number of id	11	11
个体固定效应	YES	YES

### 5. 中介效应检验

参照江艇(2022)关于中介效应分析的操作建议,在此采用“两步法”去检验科学教育支出(tec)所发挥的中介作用[15]。回归结果如表 7 所示。在第一步回归中,数字经济发展水平(DIG)对产业转型升级(ITU)的回归系数为 0.785 且在 1%的水平上高度显著。这一结果说明,数字经济的提升能够显著促进产业转型升级,符合理论预期。在第二步回归中,数字经济发展水平(DIG)对科学教育支出(tec)的回归系数为 1.823,且在 1%的水平上高度显著。这一结果验证了数字经济对科学教育支出的正向促进作用,即数字经济的发展能够带动政府在科技和教育领域的投入。

综合两步回归结果可知,科学教育支出(tec)在数字经济(DIG)与产业转型升级(ITU)之间发挥了显著的中介作用。具体而言,数字经济的发展不仅直接推动产业升级,还通过增加科学教育支出间接强化这一过程。

综上所述,可以证明假说二成立。

**Table 7.** Regression results of the mediating effect test

**表 7.** 中介效应检验回归结果

变量	(1)	(2)
	ITU	tec
DIG	0.785*** (12.07)	1.823*** (5.77)
pgdp	-0.031*** (-3.20)	-0.106* (-1.97)
fdi	-0.120 (-0.20)	-11.100** (-2.39)
urban	0.289 (0.43)	3.635 (1.25)
ftd	-0.199 (-1.57)	0.910 (1.62)

续表

soc	-0.391 (-1.65)	1.315 (0.90)
Constant	0.330 (0.83)	-1.098 (-0.66)
Observations	110	110
R-squared	0.981	0.984
个体固定效应	YES	YES
时间固定效应	YES	YES

## 6. 异质性检验

### i. 按南北区域划分

将内蒙古、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆六省划分为北方，将广西、重庆、四川、贵州、云南五个省级行政区划分为南方。回归结果如表 8 所示。

对于北方地区，在不包含时间固定效应的模型(1)中，DIG 的系数为 0.555，且在 1%的水平上显著。在包含时间固定效应的模型(2)中，DIG 的系数为 0.497，且在 1%的水平上显著。可以看出，在北方地区，数字经济对产业转型升级有显著的正向影响，且无论是否控制时间固定效应，影响程度均较大。对于南方地区，在不包含时间固定效应的模型(3)中，DIG 的系数为 0.637，且在 1%的水平上显著。在包含时间固定效应的模型(4)中，DIG 的系数为 0.698，且在 1%的水平上显著。可以看出，同样在南方地区，数字经济对产业转型升级均有显著的正向影响，且无论是否控制时间固定效应，影响程度均较大。

综合来看，数字经济对产业转型升级的正向影响在北方和南方均显著，但其他控制变量的影响存在区域差异。

**Table 8.** Regression results of heterogeneity test by northern and southern regions

**表 8.** 按南北区域划分的异质性检验回归结果

变量	北方		南方	
	(1)	(2)	(3)	(4)
DIG	0.555*** (4.48)	0.497*** (4.29)	0.637*** (8.17)	0.698*** (13.24)
pgdp	-0.040*** (-6.50)	-0.009 (-0.92)	-0.005 (-0.36)	0.001 (0.06)
urban	0.864** (2.85)	1.991 (1.99)	-0.271 (-1.21)	-0.057 (-0.22)
fdi	-1.093 (-1.53)	-0.698 (-0.89)	-2.845*** (-5.72)	-1.825 (-2.06)
ftd	-0.095 (-0.56)	-0.122 (-0.73)	-0.117 (-1.26)	0.019 (0.09)
soc	0.292 (1.55)	-0.141 (-0.43)	0.117 (0.43)	-0.231 (-1.02)

续表

Constant	-0.022 (-0.15)	-0.653 (-1.25)	0.521*** (7.90)	0.397 (2.09)
Observations	60	60	50	50
R-squared	0.763	0.868	0.935	0.958
Number of id	6	6	5	5
个体固定效应	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	NO	YES	NO	YES

## ii. 按人均生产总值划分

11 个省份平均十年的人均生产总值如表 9 所示。

**Table 9.** Average per capita GDP of 11 provinces in the western region over ten years

**表 9.** 西部地区 11 个省级行政区十年的平均人均生产总值

省级行政区	十年平均人均生产总值
重庆	66431
内蒙古	66150.4
陕西	59041.6
新疆	49329.1
四川	48910.1
宁夏	48677.9
青海	44394.2
云南	42890.9
广西	38461.5
贵州	37606.4
甘肃	32017.1

以平均 450,000 亿元人均生产总值作为划分边界，其中高于 450,000 亿元的省级行政区有重庆、内蒙古、陕西、新疆、四川、宁夏，低于 450,000 亿元的省份有青海、云南、广西、贵州、甘肃。回归结果如表 10 所示。

对于高人均产值地区，在不包含时间固定效应的模型(1)中，DIG 的系数为 0.696，且在 1%的水平上显著。在包含时间固定效应的模型(2)中，DIG 的系数为 0.623，且在 1%的水平上显著。可以看出，在高人均产值地区，数字经济对产业转型升级有显著的正向影响，且无论是否控制时间固定效应，影响程度均较大。对于低人均产值地区，在不包含时间固定效应的模型(3)中，DIG 的系数为 0.402，且在 1%的水平上显著。在包含时间固定效应的模型(4)中，DIG 的系数为 0.445，且在 5%的水平上显著。可以看出，在低人均产值地区，数字经济对产业转型升级有显著的正向影响，但影响程度小于高人均产值地区。

综上所述，可以证明假说三成立。

**Table 10.** Regression results of heterogeneity test classified by per capita GDP  
**表 10.** 按人均生产总值划分的异质性检验回归结果

变量	人均生产总值 > 450,000 亿元		人均生产总值 < 450,000 亿元	
	(1)	(2)	(3)	(4)
DIG	0.696*** (10.26)	0.623*** (8.68)	0.402*** (5.35)	0.445** (2.60)
pgdp	-0.045*** (-6.62)	-0.041*** (-4.77)	-0.039*** (-5.20)	-0.030** (-2.77)
fdi	-0.488 (-0.83)	-0.764** (-2.97)	-1.945 (-1.35)	-0.222 (-0.20)
urban	0.869** (3.20)	2.642** (4.47)	0.810** (3.45)	-0.330* (-2.25)
ftd	-0.195* (-2.77)	-0.088 (-0.74)	0.018 (0.10)	-0.142 (-1.46)
soc	-0.255 (-1.21)	-0.750** (-3.85)	0.074 (0.32)	-0.158 (-0.92)
Constant	0.091 (0.84)	-0.790* (-2.33)	0.084 (0.67)	0.582*** (12.04)
Observations	50	50	60	60
R-squared	0.927	0.968	0.750	0.860
Number of id	5	5	6	6
个体固定效应	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	NO	YES	NO	YES

## 5. 结论及建议

本文讨论了西部地区数字经济对产业转型升级的作用机制，并运用熵值法对数字经济发展水平和产业转型升级水平进行测度，在这个基础上，应用固定效应模型检验其影响效应。结果表明：第一，数字经济可以显著促进西部地区产业转型升级；第二，数字经济可以通过促进科学教育支出从而促进产业转型升级；第三，数字经济对西部地区产业转型升级的影响具有异质性效果。提出建议如下：

### (1) 数字经济方面，加强数字基础设施建设，利用政策鼓励数字经济发展

数字经济的提升发展需要从根源出发，通过不断发展建设数字基础设施，从而持续不断地为数字经济发展提供动力。第一，持续不断对 5G、大数据、人工智能、物联网、互联网等数字化主要技术进行技术突破，加大研发投入，不断探索并拓展数字技术应用的新场景；第二，推进并发展新型数字技术；第三，政府需要在数字经济发展过程中给予合适的引导和支持，例如制定完善且效率高的政策机制，简化产业数字化过程中的审批流程，加强市场监管，促进各平台的健康发展，降低市场准入标准，实施差异化的数字经济政策等。

### (2) 产业转型升级方面，产业高级化与产业合理化“两手抓”，促进产业健康稳步发展

在西部地区产业转型升级的过程中，首先要充分利用数字技术对产业发展带来的附加作用，通过互

联网、大数据等数字前沿技术来增加产业发展中的高新技术含量,使得产业高级化程度不断提升。此外,除了利用数字技术不断提高产业中的技术含量,使得产业不断高级化之外,也要注意产业合理化,包括产业空间布局的合理性以及各个产业规模之间的协调,其中便包括数字产业在空间上的合理布局。

### (3) 数字经济与产业融合方面,打破传统产业发展模式,积极促进产业数字化

第一,要创新产业商业模式,建立数字化商业新模式,深入挖掘产业数字化转型带来的新价值、新业态、新模式、新服务,如电子商务、线上金融等;第二,推进管理组织模式数字化变革。数字技术使传统的组织架构能够更加多元化、扁平化,通过数字经济能够重新构建产业组织运行管理模式,从而提高产业组织架构运行的效率;第三,利用数字技术促进资源要素的流通和协作,形成数字化产业合作分工体系,推进生产要素、生产方式、业务流程的数字化变革,加强各产业网络协同和资源在线共享,从而实现更高效、各方利益更大化的产业合作与分工。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 范晓莉,李秋芳.数字经济对产业结构转型升级的影响——基于中国省级面板数据的实证分析[J].现代管理科学,2021(7):108-120.
- [3] 刘国武,李君华.数字经济发展对产业结构转型升级的影响——基于需求端视角[J].当代经济科学,2024,46(1):104-116.
- [4] 廖杉杉,鲁钊阳,李瑞琴.数字经济发展促进产业结构转型升级的实证研究[J].统计与决策,2024,40(2):29-34.
- [5] 张永庆,陈棉棉.数字经济与区域产业结构转型升级——基于因子分析法[J].物流科技,2020,43(12):124-127.
- [6] 王奕飞,侯诺抒其,姚凯.数字经济对我国产业结构转型升级的影响[J].商业经济研究,2022(9):185-188.
- [7] 田秀娟,李睿.数字技术赋能实体经济转型发展——基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J].管理世界,2022,38(5):56-73.
- [8] 王薇,卫珂卉.数字经济助推中国产业转型升级——基于创新要素配置的中介效应[J].贵州财经大学学报,2024(1):52-61.
- [9] 赵西三.数字经济驱动中国制造转型升级研究[J].中州学刊,2017(12):36-41.
- [10] 霍红,王悦.数字经济赋能东北产业转型升级问题研究[J].税务与经济,2024(2):68-76.
- [11] 韩健,李江宇.数字经济发展对产业结构升级的影响机制研究[J].统计与信息论坛,2022,37(7):13-25.
- [12] 李治国,车帅,王杰.数字经济发展与产业结构转型升级——基于中国275个城市的异质性检验[J].广东财经大学学报,2021,36(5):27-40.
- [13] 袁航,朱承亮.国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J].中国工业经济,2018(8):60-77.
- [14] 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.
- [15] 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.