

数字经济推动区域经济协调发展研究

——以四川省为例

赵洋洋

西华大学经济学院, 四川 成都

收稿日期: 2024年9月3日; 录用日期: 2024年10月2日; 发布日期: 2024年10月12日

摘要

数字经济已经成为推动我国区域协调发展的新动能。聚焦于四川省数字经济和区域经济之间多维的互动关系, 构建综合评价指标体系, 收集2012~2022年的经济数据, 运用熵值法计算指标权重, 采用耦合协调模型测算二者的耦合度和协调度, 之后利用灰色关联模型测算关键因素的影响, 分析数字经济与区域经济协调发展的相互关系。结果表明: 数字化基础设施对数字经济影响权重最大, 其次为数字化创新; 经济结构和经济效益占比区域经济权重接近, 且占比权重均超过30%; 四川省数字经济和区域经济在2012~2022之间均为高水平耦合, 且总体趋势稳步上升; 四川省数字经济与区域经济各项指标耦合作用均处于中等水平及以上; 数字化基建维度、数字化创新维度和经济总量中存在关键影响因素。

关键词

数字经济, 区域经济, 协调发展

Study on Digital Economy to Promote the Coordinated Development of Regional Economy

—Taking Sichuan Province as an Example

Yangyang Zhao

School of Economics, Xihua University, Chengdu Sichuan

Received: Sep. 3rd, 2024; accepted: Oct. 2nd, 2024; published: Oct. 12th, 2024

Abstract

Digital economy has become a new driving force to promote the coordinated regional development

in China. Focus on the digital multidimensional interaction between the economy and regional economy in Sichuan province, build a comprehensive evaluation index system, collect economic data from 2012~2022, using the entropy method to calculate index weight, using the coupling coordination model to measure the coupling degree and coordination, after using the grey correlation model to measure the influence of key factors, analyze the relationship between digital economy and the coordinated development of regional economy. The results show that digital infrastructure on digital economy has the largest weight, followed by digital innovation; economic structure and economic benefit account for regional economy, and the weight exceeds 30%; Sichuan digital economy and regional economy have high coupling between 2012 and 2022, and the overall trend is steadily rising; the coupling effect of digital economy and regional economy in Sichuan province is in medium level or above; there are key influencing factors in digital infrastructure dimension, digital innovation dimension and economic aggregate.

Keywords

Digital Economy, Regional Economy, Harmonious Development

Copyright © 2024 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

四川省地处中国西南地区，是成渝城市群发展的核心区域，具有绝对区位优势和社会经济发展潜能。在该有利条件下，四川省进一步抓住数字经济发展机遇，持续带动经济发展，不断塑造发展新动能新优势。总体来看，四川省数字产业化、产业数字化发展已步入加速轨道，数字化公共服务水平也不断提升，四川数字经济规模持续呈现快速上升趋势。但是，四川数字经济发展也面临一些难题和挑战。四川省的数字经济核心产业主要集中在省会，成都市的核心产业增加值占全省的 64.3%，这一比例倾斜较大，四川区域发展不协调。与此同时，与全国其他数字经济领先省市相比，仍存在显著差距，提升空间较大，四川省发展不充分。基于此，深入推进四川省区域协调发展战略迫在眉睫。四川省委十二届二次全会强调，要充分发挥信息化在当今时代的引领作用，从基础设施、企业行业、经济社会等多个层面，加快数字化转型的步伐，以实现四川省的持续稳定发展。因此，数字经济核算及其与区域发展的关系越来越受到关注，深入探究两者内在联系对解决地区发展不平衡不充分问题具有重要意义。

2. 文献综述

数字经济起先定义为数字技术的生产力，聚焦于数字技术产业及其市场应用，后随着研究的不断深入，研究的重点逐渐转移到对数字技术的经济功能的解读和数字技术对生产关系的转变上[1]。数字经济正在深刻影响着区域经济发展。在微观层面表现为信息化通过促进产业结构高级化推动了经济增长[2]。另一方面，数字经济通过提高企业的创新创业能力有助于推动区域经济增长。Li & Du 研究表明数字技术的应用通过降低创新资源的低效错配有用于促进企业的科技创新产出增加[3]。从宏观视角来看，学者斯丽娟指出数字因素具有协同性、利他性和低成本等经济特征，有助于改变经济发展模式，形成区域间分工协作模式，从而推动区域协调发展[4]。但有研究进一步发现只有当数字经济超过单一门限值之后，其对经济增长的正向作用才会显著[5]。此外，在区域经济不平衡下，数字经济发展存在使得落后地区更加落后的状况，反而加剧了区域经济发展的不协调，不利于缩小地区差距[6]。

当前，数字经济与区域经济协调发展两者交互。而以往多数学者重点研究数字经济对区域经济发展的影响作用，基于两者的协同发展能力研究较少，且目前大多从全国的视角展开研究。因此，本文聚焦国家数字经济创新发展试验区——四川省，从耦合协调度和灰色关联度入手，分析评价数字经济与区域经济这两系统的协调发展状态和关联关系，推动区域经济体系高质量发展。

3. 数字经济与区域经济协调发展的评价指标与模型

3.1. 指标体系的构建及测度

3.1.1. 数字经济指标

对于数字经济发展水平的测算，参考赵涛等和结合国家统计局信息中心等关于信息化测算的相关研究[7]，本文综合选取数字化基建、数字化应用和数字化创新作为四川省数字经济评价指标体系的3个维度，一共包括14个评价指标，具体见表1。

3.1.2. 区域经济发展水平指标

区域经济具有独特的地域性，较大程度依托于自身的经济社会潜力，不同区域经济种类有所不同。基于此，本文主要借鉴已有的研究区域经济时所建立的指标体系[8][9]，结合四川省经济发展特点与重点发展领域，选用经济总量、经济结构、经济质量和经济效益4个一级指标和10个二级指标来测算四川省区域经济发展水平，具体见表2。

3.1.3. 指标权重的计算

考虑到数字经济和区域经济发展两系统的各指标单位不一致且数量级差异较大的问题，又针对两者面板数据的特征，本文选取相对客观的熵值法，测度两系统各项指标的权重，具体计算过程如下：

1) 基于数据极值标准化处理后的数据计算各指标体系的比重矩阵。

$$p_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^n r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

式中： r_{ij} 为标准化后的值， n 为样本数。

2) 计算各个指标的熵 e_j 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

式中： k 为常数；若出现 $p_{ij} = 0$ 则对其加1后进行对数计算。

3) 计算第 j 个指标的熵权 w_j 。

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j)$$

将四川省2012~2022相关指标数据代入，计算得到四川省数字经济和区域经济两系统各指标权重，计算结果见表1、表2。

Table 1. Evaluation index system of digital economy development level in Sichuan Province

表1. 四川省数字经济发展水平评价指标体系

主指标	一级指标	二级指标	单位	权重/%
数字经济发展水平	数字化基建	移动电话普及率 DE ₁	部/百人	5.34
		长途光缆线路长度 DE ₂	公里	16.47

续表

数字经济发展水平	数字化基建	互联网宽带接入端口 DE ₃	万个	6.32
		企业拥有网站数 DE ₄	个	5.14
		固定电话年末用户 DE ₅	万户	9.44
	数字化应用	域名数 DE ₆	万个	6.21
		网页数 DE ₇	万个	5.17
		移动互联网用户数 DE ₈	万人	5.62
		有电子商务交易活动企业数 DE ₉	个	4.41
		专利申请数 DE ₁₀	件	5.01
	数字化创新	R&D 人员折合全时人员 DE ₁₁	人年	7.69
		R&D 经费 DE ₁₂	万元	8.82
		软件业务收入 DE ₁₃	万元	7.05
		R&D 项目数 DE ₁₄	项	7.31

Table 2. Evaluation index system of regional economic development level in Sichuan Province

表 2. 四川省区域经济发展水平评价指标体系

主指标	一级指标	二级指标	单位	权重/%	
区域经济发展水平	经济总量	地区总产值 RE ₁	亿元	11.04	
		地方财政收入 RE ₂	亿元	7.90	
	经济结构	地区生产总值：第一产业 RE ₃	亿元	12.44	
		地区生产总值：第二产业 RE ₄	亿元	10.59	
		地区生产总值：第三产业 RE ₅	亿元	11.27	
	经济质量	地区生产总值指数 RE ₆	/	6.25	
		地方财政收入增长率 RE ₇	/	10.32	
		人均地区生产总值 RE ₈	元	10.92	
		经济效益	人均可支配收入 RE ₉	元	10.30
			人均消费支出总计 RE ₁₀	元	8.97

3.2. 模型构建

3.2.1. 耦合协调模型和评价标准

耦合协调模型适用于反映多个系统相互依赖和相互作用程度，其主要涉及 3 个指标值的计算，分别是耦合度 C 值，协调指数 T 值，耦合协调度 D 值。四川省数字经济和区域经济两系统的耦合协调模型计算指数如下：

1) 系统数值即综合评价价值：

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_j p_{ij}, i = 1, 2 \quad (1)$$

式中： U_1 和 U_2 分别为数字经济子系统和区域经子系统的数值

2) 耦合度：

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 U_2}}{U_1 + U_2} \quad (2)$$

3) 协调度:

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (3)$$

式中: α 和 β 为是待定系数, 令 $\alpha = \beta = 0.5$, 表示数字经济与区域经济两个子系统持相同重要作用。

4) 耦合协调度:

$$D = \sqrt{CT} \quad (4)$$

根据数据处理结果, 并参考已有研究成果, 将两个系统的耦合协调度划分为 10 个等级[10], 直观展示两系统的耦合协调发展情况, 见表 3。

Table 3. Classification of coupling coordination levels

表 3. 耦合协调度等级划分

耦合协调度 D 区间	协调等级	耦合协调程度
(0.0~0.1)	1	极度失调
[0.1~0.2)	2	严重失调
[0.2~0.3)	3	中度失调
[0.3~0.4)	4	轻度失调
[0.4~0.5)	5	濒临失调
[0.5~0.6)	6	勉强协调
[0.6~0.7)	7	初级协调
[0.7~0.8)	8	中级协调
[0.8~0.9)	9	良好协调
[0.9~1.0)	10	优质协调

3.2.2. 灰色关联模型和评价标准

灰色关联度能够有效反映因素间发展趋势, 使用灰色关联模型对数字经济和区域经济的耦合机制做进一步分析, 通过灰色关联度的值可以分析两个子系统中各个指标的关联程度, 直观揭示出系统中各因素之间的数值联系。具体步骤如下。

第一步, 计算关联系数。

$$\xi_i(j) = \frac{\min_i \min_j |X_i^L - X_j^M| + \rho \max_i \max_j |X_i^L - X_j^M|}{|X_i^L - X_j^M| + \rho \max_i \max_j |X_i^L - X_j^M|}$$

式中: ρ 为分辨系数, $\rho = 0.5$ 。

第二步, 计算关联度。

$$r_i(j) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \xi_i(j)$$

式中: r_i 取值范围(0, 1], 值越接近 1, 关联度越高, 对系统影响越大。

根据数据处理结果和现有的参考文献, 对关联程度和耦合作用强弱进行分类, 按照 0~0.35 为较低关联、0.35~0.65 为中度关联、0.65~0.85 为较高关联、0.85~1 为高度关联的标准来判断系统指标的关联度,

以及耦合作用强弱等级依次为弱、中等、较强和极强[11]。

4. 数字经济与区域经济灰色关联耦合协调分析

本文聚焦四川省，以数字经济和区域经济两系统动态关系为研究对象，采集 2012~2022 年数字经济和区域经济相关指标数据，运用耦合协调模型和灰色关联模型对两系统进行实证研究，深入探讨数字经济推动区域经济协调发展状况。以上数据均来源于四川省统计局、四川省通信管理局、《四川统计年鉴》和《四川省国民经济和社会发展统计公报》等，对于部分缺失无法搜集到的年份数据运用线性插值法对其补齐。

4.1. 指标权重分析

基于数字经济发展水平，四川省的数字化基础设施、数字化创新和数字化应用维度权重依次为 42.71%、35.88% 和 21.41%。进一步分析，数字化基建中的长途光缆线路长度和固定电话年末用户影响显著，与此同时，数字化创新中的 R&D 经费、R&D 人员折合全时人员和 R&D 项目数位列权重占比前五，也是影响数字经济发展的重要因素。此外，四川省的区域经济发展中 4 个维度权重占比依次为经济结构 34.3%、经济效益 30.19%、经济总量 18.94%、经济质量 16.57%，经济结构和经济效益重要程度相对较高。在区域经济总指标中，地区生产总值和第一、第三产业生产总值是四川区域经济发展的关键驱动因素。

4.2. 数字经济与区域经济耦合协调分析

通过耦合协调模型及其等级划分整合得出表 5。见表 4，2012~2023 年四川省数字经济-区域经济系统内部的耦合度和耦合协调度均不断向好，一直处于高水平耦合阶段，并且耦合协调度一直处于增长状态，经济得到综合全面发展。具体地，2012~2016 年两者耦合协调度从 0.1 增长到了 0.493，协调等级由 2 到 5，解决严重失调状态，平均年增长率为 98.25%，两系统的改善速度很快，但是该期间综合耦合协调程度却是失调状态。2017 年态势好转突出，通过各方面努力开始进入协调状态，并持续稳住发展，耦合协调度由 2017 年的 0.637 到 2022 年的 0.943，实现优质协调。其中，2022 年较 2021 年的耦合协调度有所下降，与两系统变化趋势一致，但是两者仍处于优质协调状态，波动程度正常。这与 2017 年出台的《四川省“十三五”战略性新兴产业发展规划》和《四川省“十三五”信息化规划》以及 2021 年接连印发《四川省“十四五”数字经济发展规划》和《四川省数字化转型促进中心建设实施方案》等政策时间线相一致。

Table 4. Coupling and coordination degree of digital economy and regional economy in Sichuan Province from 2012 to 2022
表 4. 2012~2022 年四川省数字经济与区域经济的耦合协调度

年份	数字经济 U_1	区域经济 U_2	耦合度 C 值	耦合协调度 D 值	协调等级	耦合协调程度
2012	0.0056	0.0326	1	0.1	2	严重失调
2013	0.0122	0.0402	0.988	0.235	3	中度失调
2014	0.0274	0.0455	0.992	0.342	4	轻度失调
2015	0.0475	0.054	0.98	0.448	5	濒临失调
2016	0.0642	0.0553	0.945	0.493	5	濒临失调
2017	0.0841	0.082	0.994	0.637	7	初级协调
2018	0.1024	0.1076	1	0.743	8	中级协调
2019	0.1551	0.1185	0.988	0.855	9	良好协调
2020	0.1719	0.1302	0.99	0.906	10	优质协调
2021	0.1794	0.1693	1	0.995	10	优质协调
2022	0.1503	0.1648	0.997	0.943	10	优质协调

4.3. 数字经济与区域经济灰色关联分析

利用灰色关联模型计算得出四川省数字经济与区域经济灰色关联度矩阵，见表 5。由表 5 的灰色关联结果可见，四川省数字经济系统的 14 个指标与区域经济发展系统中的 10 个指标绝大部分均呈较高关联及以上，两个子系统发展趋势较为一致，数字经济与区域经济的关系是密切且互相影响的。其中，区域经济中的地方财政收入和人均消费支出与数字经济中多数指标高度关联，数字经济充分推动经济发展和提升生活水平。此外，在所有指标中，只有数字基础设施维度的长途光缆线路长度与地方财政收入增长率关联度低于 0.65，这可能是由于受到技术发展和时间滞后等多维复杂因素的制约。进一步从表 5 每行每列的均值数据来看，四川省数字经济中 R&D 经费支出、R&D 人员折合全时人员、固定电话年末用户、R&D 项目数、软件业务收入、域名数和互联网宽带接入端口对区域经济增长的影响力突出，特别是数字化创新；区域经中地方财政收入、人均消费支出、地区生产总值指数、人均可支配收入和地区生产总值；第二产业对数字经济影响力明显，尤其是经济效益。总体可见，两个子系统之间耦合作用较强，相互之间协同影响较大。

Table 5. Results of grey correlation between digital economy and regional economy in Sichuan Province

表 5. 四川省数字经济与区域经济灰色关联结果

评价项	RE ₁	RE ₂	RE ₃	RE ₄	RE ₅	RE ₆	RE ₇	RE ₈	RE ₉	RE ₁₀	均值
DE ₁	0.77	0.887	0.734	0.793	0.758	0.841	0.757	0.774	0.794	0.842	0.795
DE ₂	0.714	0.75	0.709	0.722	0.707	0.704	0.631	0.716	0.725	0.744	0.7122
DE ₃	0.797	0.926	0.763	0.824	0.787	0.829	0.754	0.802	0.824	0.876	0.8182
DE ₄	0.764	0.875	0.734	0.786	0.751	0.855	0.761	0.768	0.786	0.832	0.7912
DE ₅	0.886	0.851	0.824	0.87	0.882	0.744	0.698	0.89	0.891	0.888	0.8424
DE ₆	0.802	0.895	0.778	0.821	0.796	0.845	0.734	0.806	0.837	0.883	0.8197
DE ₇	0.719	0.845	0.694	0.746	0.709	0.857	0.761	0.723	0.75	0.797	0.7601
DE ₈	0.78	0.898	0.749	0.804	0.77	0.853	0.76	0.784	0.804	0.852	0.8054
DE ₉	0.753	0.856	0.725	0.774	0.745	0.868	0.765	0.756	0.773	0.816	0.7831
DE ₁₀	0.771	0.874	0.74	0.791	0.761	0.869	0.764	0.775	0.793	0.837	0.7975
DE ₁₁	0.836	0.942	0.786	0.861	0.825	0.8	0.747	0.841	0.869	0.922	0.8429
DE ₁₂	0.881	0.902	0.824	0.901	0.871	0.78	0.72	0.887	0.918	0.907	0.8591
DE ₁₃	0.815	0.948	0.775	0.841	0.806	0.813	0.746	0.82	0.844	0.904	0.8312
DE ₁₄	0.823	0.955	0.783	0.849	0.813	0.804	0.753	0.828	0.854	0.916	0.8378
均值	0.7936	0.8860	0.7584	0.8131	0.7844	0.8187	0.7394	0.7979	0.8187	0.8583	

5. 结论与建议

本文基于四川省 2012-2022 年相关经济数据，首先构建数字经济与区域经济协调发展的评价指标体系，并运用熵值法测度两者指标权重。其次，根据测度结果构建耦合协调模型探讨数字经济和区域经济的协调发展程度。最后，构建灰色关联模型分析数字经济和区域经济间各个因素的相互作用。主要研究结论为：① 指标体系中，数字化基础设施对数字经济影响权重最大，其次为数字化创新，两者权重共占比高达 78.59%。同时，经济结构和经济效益对区域经济作用较强；② 在 2012~2022 年的时间演化方面，四川省数字经济和区域经济之间的耦合协调度呈显著上升趋势，并且二者的耦合协调程度也从起先的严

重失调发展到优质协调；③ 在数字经济和区域经济耦合协调的影响因素分析中，绝大部分指标呈较高关联和高度关联，同时耦合作用也处于中等水平及以上；④ 四川省数字化基建维度中的固定电话年末用户和数字化创新维度中的 R&D 经费、R&D 人员折合全时人员是推动区域经济发展的关键因素，经济总量的地方财政收入，经济效益的人均消费支出，经济质量的地区生产总值指数是促进四川省数字经济发展的核心因素。

基于以上结论，将从以下方面提出加快数字经济与区域经济协调发展对策。首先，全方位深度丰富数字基础设施建设。数字化基建是数字经济发展基石，需要长期关注和及时升级，并且数字化基建不局限于对物理基础设施的数字化改造，而是强调更高层次的基建与数字技术融合、应用。其次，坚决坚持数字化创新。数字化创新是数字经济发展关键驱动力，可引进和培养适应信息时代的人才，必要时政府提供政策性倾斜，建立数字经济创新发展平台，使数字经济持续健康发展。最后，加强区域间经济发展和联动性。强调区域经济发展总体质量，即要提升经济体量，使经济得到充分发展，又要缩小地区差距，解决区域经济发展不平衡问题，深度释放区域经济和数字经济耦合协调效能。

参考文献

- [1] Xing, Z., Huang, J. and Wang, J. (2023) Unleashing the Potential: Exploring the Nexus between Low-Carbon Digital Economy and Regional Economic-Social Development in China. *Journal of Cleaner Production*, **413**, Article 137552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137552>
- [2] 殷天赐, 曹泽. 信息技术产业集聚、产业结构升级与经济高质量发展[J]. 统计与决策, 2022, 38(4): 129-134.
- [3] Li, M. and Du, W. (2021) Can Internet Development Improve the Energy Efficiency of Firms: Empirical Evidence from China. *Energy*, **237**, Article 121590. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121590>
- [4] 斯丽娟. 数字经济推动区域协调发展: 理论逻辑与实践路径[J]. 理论与改革, 2023(2): 73-85, 150-151.
- [5] 张少华, 陈治. 数字经济与区域经济增长的机制识别与异质性研究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(11): 14-27.
- [6] 陈晓东, 刘冰冰. 区域数字经济协调发展的实现路径[J]. 开放导报, 2021(6): 71-80.
- [7] 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.
- [8] 张子川, 秦珊珊. 数字经济推动区域经济增长的实证研究——基于长江经济带 2010-2019 年数据[J]. 物流技术, 2021, 40(1): 56-62.
- [9] 申雅琛, 吴睿. 数字经济推动区域经济高质量发展的影响研究[J]. 商业经济研究, 2022(14): 154-157.
- [10] 段秀芳, 徐传昂. 中国数字经济与经济高质量发展耦合协调机理研究[J]. 商业经济, 2021(6): 3-8.
- [11] 储雪俭, 钱赛楠. 基于耦合协调度和灰色关联度的中国物流业与金融业协调发展研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(7): 93-100.