

基于熵值法及耦合协调模型的成渝双城经济圈发展态势及一体化协调发展研究

杨震¹, 彭扬¹, 王旻轲², 张思如¹, 周欣毅¹, 蒋嘉豪¹

¹重庆科技大学数理与大数据学院, 重庆

²中国民用航空飞行学院机场学院, 四川 广汉

收稿日期: 2024年5月17日; 录用日期: 2024年6月6日; 发布日期: 2024年6月14日

摘要

成渝地区双城经济圈位于“一带一路”和长江经济带交汇处, 是西部陆海新通道的起点, 在国家发展大局中具有独特而重要的战略地位。本文选取成渝双城经济圈36个区县2016~2022年的统计数据, 分析近年来成渝双城经济圈发展态势及一体化协调程度。首先, 构建科技创新和区域经济发展评价指标体系, 然后, 采用熵值法对近几年科技创新和区域经济发展进行测度, 最后, 计算并分析成渝双城经济圈各区县的耦合协调度。结果表明: 2016年来, 成渝双城经济圈发展呈波动状态, 在耦合协调度方面, 受2019年底新冠疫情影响, 2020年耦合协调度及发展态势有明显下降, 随着各行各业陆续的复工, 市场经济逐渐复苏, 耦合协调度有逐渐上升趋势。

关键词

成渝双城经济圈, 科技创新, 熵值法, 耦合协调模型, 一体化

Research on Development Trend and Integrated and Coordinated Development of Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle Based on Entropy Method and Coupling Coordination Model

Zhen Yang¹, Yang Peng¹, Minke Wang², Siru Zhang¹, Xinyi Zhou¹, Jiahao Jiang¹

¹College of Mathematics and Big Data, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

²Airport College, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan Sichuan

文章引用: 杨震, 彭扬, 王旻轲, 张思如, 周欣毅, 蒋嘉豪. 基于熵值法及耦合协调模型的成渝双城经济圈发展态势及一体化协调发展研究[J]. 统计学与应用, 2024, 13(3): 608-618. DOI: 10.12677/sa.2024.133061

Received: May 17th, 2024; accepted: Jun. 6th, 2024; published: Jun. 14th, 2024

Abstract

The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle is located at the intersection of the “One Belt and One Road” and the Yangtze River Economic Belt, which is the starting point of the new land and sea passage in the west, and has a unique and important strategic position in the overall situation of national development. This paper selects the statistical data of 36 districts and counties of The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle from 2016 to 2022 to analyze the development trend and integration coordination degree of The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle in recent years. Firstly, the evaluation index system of scientific and technological innovation and regional economic development is constructed, then the entropy method is used to measure scientific and technological innovation and regional economic development in recent years, and finally, the coupling coordination degree of each district and county in The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle is calculated and analyzed. The results show that since 2016, the development of The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle has been fluctuating. In terms of coupling coordination degree, affected by the COVID-19 at the end of 2019, the coupling coordination degree and development trend have decreased significantly in 2020. With the resumption of work in various industries and the gradual recovery of market economy, the coupling coordination degree has a gradual upward trend.

Keywords

Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle, Scientific and Technological Innovation, Entropy Method, Coupling Coordination Model, Integration

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

2011 年，国务院批复、国家发展改革委印发《成渝经济区区域规划》，明确要求把成渝经济区建设成为西部地区重要的经济中心；2016 年，国务院印发《关于支持成渝地区双城经济圈建设的指导意见》，首次明确提出成渝双城经济圈的概念，标志着成渝双城经济圈发展进入新的阶段；2018 年，成渝双城经济圈的战略地位进一步提升，开始着重于高质量发展，推动创新驱动发展战略，强化两地在科技创新、现代产业体系构建等方面的合作；2020 年，习总书记在 1 月 3 日下午主持召开中央财经委员会第六次会议，在会议中强调“要推动成渝地区双城经济圈建设，在西部形成高质量发展的重要增长极[1]。成渝双城经济圈是中国政府为促进西部地区高质量发展而提出的战略计划。该计划旨在通过加强成都和重庆两个城市的协同发展，推动区域内产业、科技创新、改革开放以及生活品质的全面提升。这一经济圈位于“一带一路”和长江经济带的交汇处，覆盖面积达到 18.5 万平方公里，代表了中国西部人口最为密集、产业基础雄厚、创新能力强、市场空间广阔以及开放程度高的区域。

国外关于中心城市影响周边城市发展的相关研究主要采用空间度量、向量误差校正模型等方法，例如，Linda Harris Dobkins 等[2]通过分析 1900 年至 1990 年美国都市区人口数据和空间度量，包括城市之间的距离、城市与更高层次邻近城市的距离、城市在美国不同地区的位置，以及城市建立的时间，来测

试经济地理学的一些假设。Solé-Ollé 等[3]探讨了中心城市在其大都市区经济增长中的作用,特别是中心城市增长是否会通过正面外部性在大都市层面带来规模报酬递增,研究使用了 28 个西班牙大都市区的人口和经济活动数据,涵盖了 35 年的时间跨度,通过构建一个向量误差校正模型(VECM),估算中心城市和其郊区之间的长期均衡关系。Jeffrey Henderson 等[4]提出了全球生产网络(GPN)的概念,以新的视角理解经济全球化及其对全球和地方发展结果的影响,为经济全球化对不同地点的发展和繁荣的理论和分析洞见提供更丰富的内容。在国内,核心城市发展带动周边城市和地区的经济增长、社会进步的研究也较丰富。梅志雄等[5]人研究了近 20 年来珠三角地区城市间相互作用的时空演变,主要运用了改进的引力模型和潜力模型结合 GIS 空间分析方法,从地级市和县域两个空间尺度分析了珠三角地区城市间相互作用的时空特征及演变规律。颜可莹等[6]利用长三角一体化发展指数,分析长三角区域经济一体化发展现状和趋势,引用长三角区域内部分城市及地区作为案例,探讨其在一体化过程中的具体表现和经验,分析当前推进区域经济一体化的政策措施,以及政策效果和存在的问题。刘志彪等[7]通过构建一个包含 36 个指标的综合体系来量化测量 2000 至 2018 年长三角区域的一体化发展进程,这些指标覆盖了空间一体化、市场一体化、产业一体化等十个关键维度,研究运用了变异系数法来分析数据的内部离散程度,并以此来评估长三角在上述维度上的一体化程度。吴群刚等[8]探讨了京津冀区域一体化发展的现状,并分析了存在的核心问题,即如何通过制定适当的公共政策来实现产业与人口发展的有机衔接,论文提出了几个主要的观点和措施,包括深化区域产业结构调整、提高产业创新和升级能力,以及改善人口、经济和生态之间的关系。改革开放以来,中国城市规划与城市地理研究对国家区域空间发展提供了有力的技术支撑,从“中心城市”、“城市群”到“都市圈”等理论都得到了广泛应用[9]。

成渝双城经济圈的发展是中国西部高质量发展的重要战略举措,对于成渝双城经济圈的发展,更多研究关注在一体化协调发展方面。杜静婷等[10]研究了成渝地区双城经济圈城镇化质量与城市创新能力之间的耦合协调性,论文选取了 2014~2021 年的统计数据,构建了城镇化质量和城市创新能力的评价指标体系,并采用了熵值法来测度和分析两个系统间的耦合协调度,旨在探究影响成渝经济圈城镇化质量和城市创新能力协调发展的因素,并提出了相应的建议。魏奇锋等[11]探讨了成渝双城经济圈科技创新与经济高质量发展的耦合协调度,通过分析 2014~2018 年成渝地区各地市县级区域的统计数据,运用灰色关联分析法构建了科技创新与经济高质量发展的耦合协调模型,并进行了实证分析,研究发现,在时间维度上,成渝地区双城经济圈的耦合协调度呈现逐年上升趋势;而在空间维度上,成都的耦合协调度略高于重庆,但重庆明显高于经济圈的其他地区,且三者之间存在显著的不协调和不平衡现象,基于研究结果,提出了加强科技创新、提升经济高质量发展并提高耦合协调度的具体建议。潘林伟等[12]旨在改善成渝双城经济圈的空间网络结构,主要采用 22 个城市的相关数据,构建了修正后的引力模型和百度指数,从经济流和信息流的角度对空间网络结构及其演变过程进行了测度与分析,进一步采用 QAP 回归方法检验并比较了两种空间网络结构的影响因素。

通过上述文献综述发现,成渝双城经济圈的研究更多关注省域及市级,较少从县域的层面进行研究。因此,本文将成渝双城经济圈所包含的重庆市的 29 个区(县),四川省的 15 个市作为评价对象,选取 2016~2022 年经济发展、产业发展、数字经济、创新能力、对外开放、公共服务这几个方面的统计数据,根据熵值法、耦合度协调模型来分析重庆市和成都市,以这两大城市为中心,36 个区县的创新、经济发展态势及一体化发展情况。

2. 研究方法

2.1. 熵值法

熵值法是一种基于信息熵的多属性决策分析方法,常用于综合评价问题,特别是在处理客观数据时。

它可以通过计算各指标的熵值来反映信息的有用性和冗余度，进而确定各指标的权重，最终实现对评价对象的综合评价。在成渝双城经济圈的分析中，这种方法可以帮助识别关键指标，通过计算各指标的熵值，可以确定哪些指标对整体评价影响大，从而把分析重点放在最有信息量的指标上。熵值法通过客观数据来分配权重，减少了主观判断的干扰，确保分析结果的客观性和科学性。

2.1.1. 数据标准化处理

为使不同量纲和数量级的指标可比，需对数据进行标准化处理。正向指标采用公式

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}, \text{ 负向指标采用公式 } r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}。$$

2.1.2. 计算指标的熵

标准化后，计算每个指标的熵值以评估信息的有用性。公式为 $E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \log(p_{ij})$ ，其中

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}, \text{ 若分母为零，则 } p_{ij} = \frac{1}{m}。k = \frac{1}{\ln(m)} \text{ 保证熵值范围在 } [0, 1]。$$

2.1.3. 计算指标的差异性系数和权重

由熵值得出的差异性系数用于计算权重，公式为 $W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j}$ ，其中 $D_j = 1 - E_j$ 。进一步用这些权重

来计算评价对象的综合评分，公式为 $S_i = \sum_{j=1}^n W_j \times r_{ij}$ 。

2.2. 耦合协调度模型

耦合协调度模型使用耦合度阐释若干子系统之间的相互关系，并进一步使用协调发展度对整个系统进行综合评价与研究[13]。在成渝双城经济圈的应用中，这个模型有助于分析各城市间的耦合关系，评估它们在经济，产业等层面的耦合协调度。

2.2.1. 耦合度的计算

耦合度通过比较子系统的均匀发展程度来计算，反映子系统间的相互作用强度。公式为

$$C = \left[\frac{\prod_{i=1}^n U_i}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i \right)^n} \right]^{\frac{1}{n}}。$$

2.2.2. 协调度的计算

协调度是通过耦合度与系统的综合发展水平的加权平均来计算(表 1)，评价系统的整体协调性。公式

$$D = T \times C, \text{ 其中 } T = \frac{\sum_{i=1}^n w_i U_i}{\sum_{i=1}^n w_i}。$$

Table 1. Coupling coordination level classification criteria

表 1. 耦合协调度等级划分标准

耦合协调度D值区间	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

续表

[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. 指标选取、数据来源及处理

为研究影响成渝双城经济圈的经济发展和一体化发展程度,结合地区发展特色,权衡数据的可获得性,本文最终确定科技创新和区域经济发展体系(表 2、表 3)。以下是选择各个指标的依据:

一个国家、城市的发展越来越离不开数字经济,信息传输、计算机服务和软件业企业数、信息传输、计算机服务和软件业营收和互联网用户数直接反映了一个城市的数字经济发展情况;科研创新综合指数、专利授权数量、R&D 经费及其投入强度等指标反映了一个地区的科技创新能力,这些指标体现了科技对经济增长的支撑作用和未来发展潜力;反映一个地区经济发展的因素众多,GDP、工业企业资产总值、人均 GDP 等指标能直接反映一个地区的经济规模和人均财富水平;固定资产投资指数则能反映该地区的投资活跃度和未来增长潜力。第一、第二、第三产业产值及其增长率不仅揭示了产业结构,还能反映各产业的发展速度和潜力,是评价经济发展质量的重要指标。进出口总值、出口贸易总值和进口贸易总值能反映一个地区的对外开放程度和国际贸易能力,通过这些指标,可以评估该地区在全球经济中的地位 and 影响力;卫生机构数、卫生机构床位数、卫生技术人员数量与居民的生活品质息息相关,反映了各地居民能否享受相对公正的医疗服务。

Table 2. Evaluation index system for scientific and technological innovation

表 2. 科技创新评价指标体系

一级指标	成都、重庆及各区县统计年鉴	数据来源
数字经济	信息传输、计算机服务和软件业企业数	成都、重庆及各区县统计年鉴
	信息传输、计算机服务和软件业营收	成都、重庆及各区县统计年鉴
	互联网用户数	成都、重庆及各区县统计年鉴
创新能力	专利授权数量	成都、重庆及各区县统计年鉴
	科研创新综合指数	成都、重庆及各区县统计年鉴
	R&D 经费(亿元)	成都、重庆及各区县统计年鉴
	R&D 经费投入强度(%)	成都、重庆及各区县统计年鉴

Table 3. Evaluation index system for regional economic development

表 3. 区域经济发展评价指标体系

一级指标	二级指标	数据来源
经济综合发展	GDP	成都、重庆及各区县统计年鉴
	工业企业资产总值	成都、重庆及各区县统计年鉴
	人均 GDP	成都、重庆及各区县统计年鉴
	固定资产投资指数	成都、重庆及各区县统计年鉴
各产业发展	第一产业产值	成都、重庆及各区县统计年鉴
	第二产业产值	成都、重庆及各区县统计年鉴
	第三产业产值	成都、重庆及各区县统计年鉴

续表

	第一产业增长率	成都、重庆及各区县统计年鉴
	第二产业增长率	成都、重庆及各区县统计年鉴
	第三产业增长率	成都、重庆及各区县统计年鉴
对外开放	进出口总值	成都、重庆及各区县统计年鉴
	出口贸易总值	成都、重庆及各区县统计年鉴
	进口贸易总值	成都、重庆及各区县统计年鉴
公共服务	卫生机构数(医疗条件)	成都、重庆及各区县统计年鉴
	卫生机构床位数	成都、重庆及各区县统计年鉴
	卫生技术人员	成都、重庆及各区县统计年鉴

本文将选取 2016~2022 年成渝双城经济圈 36 个城市作为研究对象,根据各个城市的经济发展、产业发展、数字经济、创新能力、对外开放、公共服务来研究各个城市的发展态势和耦合协调度,推动成渝双城经济圈一体化建设。各城市评价指标来源于《四川统计年鉴》和《重庆统计年鉴》,以及各区县的统计年鉴。

由于个别区县的某些指标的部分数据缺失,本文采取了机器学习方法来填充缺失值,例如对信息传输、计算机服务和软件业单位和信息传输以及计算机服务和软件业营收两个指标,将已有的数据以 8:2 的比例分为训练集和测试集,进行逻辑回归,然后再使用已知的“信息传输、计算机服务和软件业单位”数据,预测“信息传输、计算机服务和软件业营收”的值,将缺失值填充完整。固定互联网用户的缺失值填充,是通过计算排除缺失值后的固定互联网用户数与常住人口数的比例(互联网普及率),然后求出普及率的平均值,再使用这个平均普及率来估算并填充原数据集中固定互联网用户数的缺失值。

4. 实证分析

根据上述构建科技创新和区域发展经济指标体系,并计算出 2016 年到 2022 年权重比例,部分如表 4 所示(完整数据见附录表 A1)。

Table 4. Weights of evaluation indicators
表 4. 评价指标权重

一级指标	二级指标	2022 年权重	2021 年权重	2020 年权重	2019 年权重	2018 年权重	2017 年权重	2016 年权重
经济发展	GDP	3.99%	4.12%	3.93%	4.08%	4.26%	3.91%	4.21%
	人均 GDP	2.50%	1.04%	0.95%	0.98%	0.97%	1.17%	1.12%
...	...	...	...	...	...	...	...	...
科技创新	R&D 经费	6.77%	6.36%	6.08%	6.44%	6.33%	6.07%	6.37%
	R&D 投入	1.97%	2.27%	2.23%	2.39%	5.63%	2.06%	6.04%

4.1. 综合评价得分

本文将重庆市的渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区和巴南区归为重庆主城区。图 1 是成渝地区各个城市从 2016~2022 年的综合评价得分,很明显可以看出重庆主城和成都的科技创新及经济发展高于其他城市,这是由于重庆和成都作为大都市,拥有庞大的经济规模和快速的增长速度。

从时间上来看,永川、丰都、忠县、成都、泸州、眉山、达州等城市的发展态势成上升趋势,其他城市的发展态势起伏不定。用熵值法计算指标权重得到, GDP 和工业企业总资产的权重在百分之四到百

分之五左右，权重相对较高，而在这几个发展态势比较好的城市中，它们的 GDP 和工业企业总资产都随着时间成上升趋势。丰都在 2022 年的综合评价得分有很大的提升，这是因为在 2022 年丰都的第一产业和第二产业的产值相对于重庆市的其他区县有很大的提升。

从空间上来看，四川省的总体综合评价得分要高于重庆市的其他区县，例如绵阳、德阳、泸州、遂宁、自贡等城市的综合评价得分都比较高，而重庆市的其他城市的综合评分起伏不是很大，相对比较平缓，图 2 可以明显的看出四川省各区县的 GDP、工业企业总产值、科研创新综合指数、R&D 经费和 R&D 经费投入强度比重庆市各区县的数据要高很多，以至于四川省的发展态势整体比重庆市发展更加迅速。

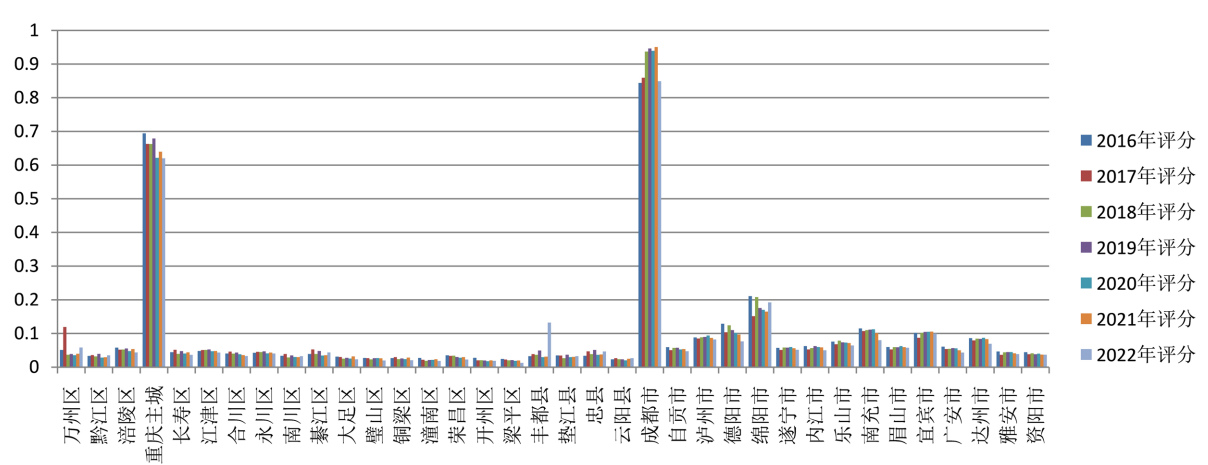


Figure 1. The development score of each city in The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle
图 1. 成渝双城经济圈各城市发展评分

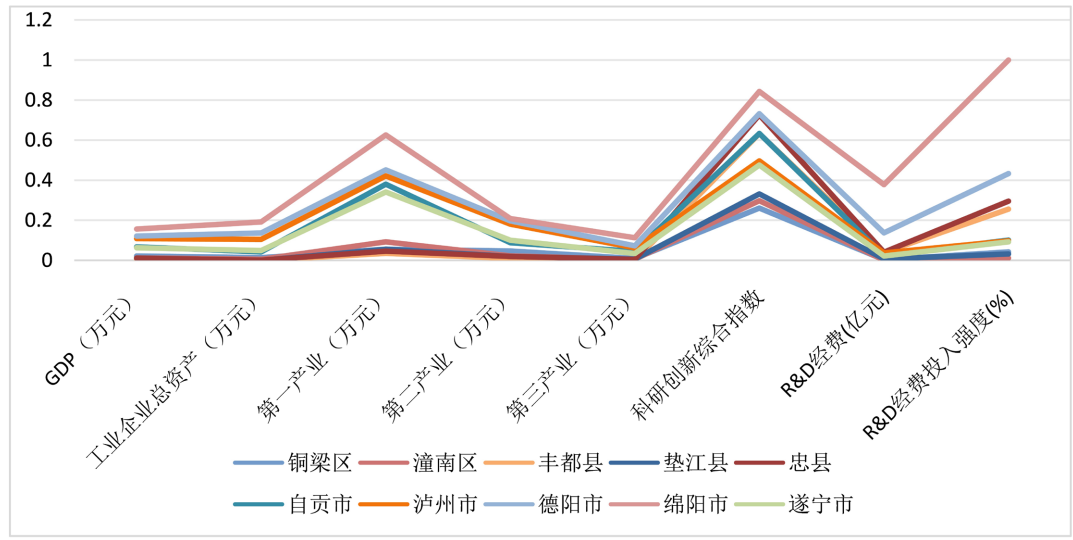


Figure 2. The normalized data of some indicators in each city are displayed
图 2. 各城市部分指标归一化后数据展示

4.2. 耦合协调度

如图 3 所示，从时间上来看，成渝地区 36 个城市从 2016 年到 2022 年的城市耦合协调度整体呈上升趋势，部分城市的耦合协调度起伏不定，总体偏向于比较平稳，重庆主城和成都市两个核心城市区域耦

合协调度较强。在 2020 年几乎所有城市的耦合协调度都有不同程度的下调,这是由于 2019 年年底新冠疫情的出现,对各个城市的经济发展都有很大的影响,到 2021 年左右,随着各行各业陆续的复工,市场经济逐渐复苏,整体发展成上升趋势。各城市逐渐加大科研经费的支持力度,城市经济得以快速的发展。

从空间上来看,成都市和重庆主城区的耦合协调度远高于其他城市,四川省整体的耦合协调度比重庆市的要高。在重庆市内,万州区、涪陵区、长寿区、永川区这几个区县的耦合协调度相对较高,在图 4 中可以看出,这几个区县在 GDP、工业企业总产值、第二产业、R&D 经费和进出口总值的耦合协调度比重庆市其它区县的更好,而这些指标的权重比较高,因此万州区、涪陵区、长寿区、永川区这几个区县的耦合协调度相对较高。

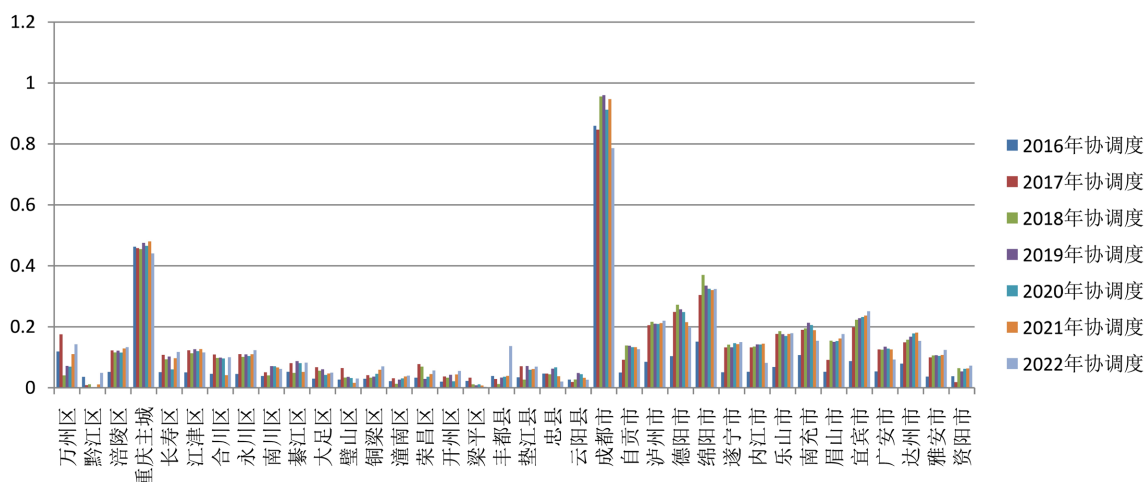


Figure 3. Coupling and coordination degree of cities in The Chengdu-Chongqing Double-City Economic Circle
图 3. 成渝双城经济圈各城市耦合协调度

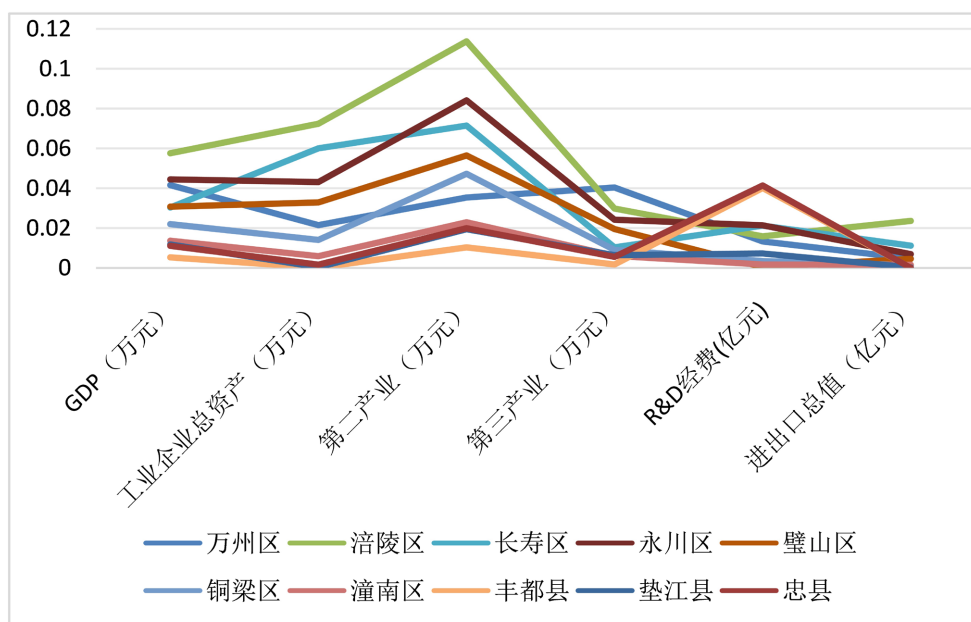


Figure 4. Line chart of normalized data of some indicators in each city of Chongqing
图 4. 重庆市各城市部分指标归一化后数据折线图

5. 结论及建议

5.1. 研究结论

本文的数据是来自于重庆市统计年鉴、四川省统计年鉴等权威数据库，缺失数据通过机器学习，平均值等方法填写。运用熵值法对每个指标的权重进行计算，评价成渝双城经济圈的发展态势，然后用耦合协调模型分析成渝地区双城经济圈科技创新与区域经济发展的耦合协调关系。研究发现，成渝双城经济圈区域的耦合协调度呈波动上升状态，重庆主城和成都耦合协调度属于良好协调甚至优秀协调，成都市的协调度略高于重庆主城，四川省的其他城市也略高于重庆市的其他城市。成渝地区双城经济圈各城市之间的差距比较明显，总的来说每个城市的协调度都趋于平稳，还需要重庆主城和成都市带动周围城市的发展。

5.2. 政策建议

通过本文的研究，一个城市的经济发展与科技创新息息相关。例如科研创新综合指数、R&D 经费等指标的数据得到提升，对一个城市经济发展和耦合协调度都会产生积极的影响。对城市发展的建议：

1) 提高科技创新的投入，加快科技创新的发展，鼓励成都和重庆之间的高校、研究机构和企业建立创新联合体系，进行技术协同研发和成果共享。建立人才流动机制，包括联合培养计划、交流访问项目等，以及为科研人员提供优厚的待遇和发展平台。对外开放合作，引入国际高端科研资源和先进的科研管理经验，提升区域科研国际合作水平。关于数字经济的发展，数字经济的发展需要大量的技术创新，从而推动技术研发和创新体系的建设。数字经济将推动传统产业的转型升级，使之变得更加智能化、自动化，提高产业效率和竞争力，从而促进城市经济发展，有利于形成新的经济模式，为经济高质量增长和可持续发展提供持久动力。

2) 提升成渝双城经济圈科技创新与经济耦合协调水平，构建跨地区科研合作网络，加强科技成果转化，并推动高新技术产业发展。通过优化创新激励机制、促进产业结构升级、构建绿色发展新机制，以及促进区域协同发展，可实现经济结构的优化升级。同时，拓展国际合作交流平台，加大对人才政策的支持，确保经济发展的全面性和协调性。这些措施将加速成渝地区向高质量发展的转型，促进科技创新与经济深度融合。

6. 结语

成渝地区双城经济圈位于“一带一路”和长江经济带交汇处，是我国西部人口最密集、产业基础最雄厚、创新能力最强、市场空间最广阔、开放程度最高的区域。成渝各城市的耦合协调程度差异较大，城市经济发展与科技创新能力应协同共进。

基金项目

重庆市科技局自然科学基金面上项目(CSTB2022NSCQ-MSX1506); 2022 年重庆市教育委员会人文社会科学研究专项项目(22SKGH435); 重庆市社科联博士项目(2023BS035); 重庆市教委科学技术研究项目(KJQN202301503); 四川省科技厅自然科学基金(2022NSFSC0928)。

参考文献

- [1] 习近平主持召开中央财经委员会第六次会议强调 抓好黄河流域生态保护和高质量发展 大力推动成渝地区双城经济圈建设[J]. 当代党员, 2020(2): 11.
- [2] Harris Dobkins, L. and Ioannides, Y.M. (2001) Spatial Interactions among U.S. Cities: 1900-1990. *Regional Science*

- and Urban Economics, **31**, 701-731. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(01\)00067-9](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(01)00067-9)
- [3] Solé-Ollé, A. and Viladecans-Marsal, E. (2004) Central Cities as Engines of Metropolitan Area Growth. *Journal of Regional Science*, **44**, 321-350. <https://doi.org/10.1111/j.0022-4146.2004.00339.x>
- [4] Henderson, J., Dicken, P., Hess M., et al. (2002) Global Production Networks and the Analysis of Economic Development. *Review of International Political Economy*, **9**, 436-464. <https://doi.org/10.1080/09692290210150842>
- [5] 梅志雄, 徐颂军, 欧阳军, 等. 近 20 年珠三角城市群城市空间相互作用时空演变[J]. 地理科学, 2012, 32(6): 694-701. <https://doi.org/10.13249/j.cnki.sgs.2012.06.007>
- [6] 颜可莹, 卢文惠, 许真. 长三角区域经济一体化发展现存问题及对策[J]. 中国市场, 2024(6): 16-19. <https://doi.org/10.13939/j.cnki.zgsc.2024.06.005>
- [7] 刘志彪, 孔令池. 长三角区域一体化发展特征、问题及基本策略[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版), 2019, 43(3): 137-147. <https://doi.org/10.13796/j.cnki.1001-5019.2019.03.016>
- [8] 吴群刚, 杨开忠. 关于京津冀区域一体化发展的思考[J]. 城市问题, 2010(1): 11-16. <https://doi.org/10.13239/j.bjsshkxy.cswt.2010.01.019>
- [9] 袁奇峰, 占玮, 卢俊文, 等. 迈向“巨型城市区域”: 珠江三角洲城市—区域的功能空间与网络测度研究[J]. 城市发展研究, 2023, 30(11): 29-35.
- [10] 杜静婷, 杜燕, 夏楠靖, 等. 成渝地区双城经济圈城镇化质量与城市创新能力耦合协调性研究[J]. 商展经济, 2024(4): 31-35. <https://doi.org/10.19995/j.cnki.CN10-1617/F7.2024.04.031>
- [11] 魏奇锋, 徐霞, 杨彩琳, 等. 成渝地区双城经济圈科技创新与经济高质量发展耦合协调度研究[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(14): 54-61.
- [12] 潘林伟, 刘倩. 成渝地区双城经济圈空间网络结构的时空演变[J]. 中国市场, 2024(9): 18-21. <https://doi.org/10.13939/j.cnki.zgsc.2024.09.005>
- [13] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810.

附录

Table A1. Weights of evaluation indicators

表 A1. 评价指标权重

一级 指标	二级指标	2022 年权重	2021 年 权重	2020 年 权重	2019 年 权重	2018 年 权重	2017 年 权重	2016 年 权重
经济 发展	GDP	3.99%	4.12%	3.93%	4.08%	4.26%	3.91%	4.21%
	工业企业资产总值	4.17%	4.81%	4.64%	4.72%	4.08%	3.93%	3.94%
	人均 GDP	2.50%	1.04%	0.95%	0.98%	0.97%	1.17%	1.12%
	固定资产投资指数	0.35%	0.31%	0.13%	0.21%	0.18%	7.82%	0.40%
产业 发展	第一产业产值	1.73%	2.03%	2.10%	2.21%	2.16%	2.15%	2.21%
	第二产业产值	3.35%	3.17%	2.99%	3.00%	3.66%	2.83%	3.42%
	第三产业产值	4.89%	5.70%	5.45%	5.74%	5.23%	5.30%	5.77%
	第一产业增长率	0.37%	0.51%	0.33%	0.33%	0.17%	0.13%	0.16%
	第二产业增长率	0.83%	0.15%	0.40%	0.22%	0.15%	0.26%	0.66%
	第三产业增长率	4.37%	0.20%	0.81%	0.55%	0.62%	0.25%	0.30%
数字 经济	信息传输、计算机服务 和软件业企业数	8.88%	8.97%	8.24%	8.24%	7.71%	7.16%	7.08%
	信息传输、计算机服务 和软件业营收	5.36%	5.17%	4.39%	4.30%	3.73%	3.29%	3.32%
	互联网用户数	6.09%	6.93%	5.78%	6.60%	5.69%	5.23%	4.77%
创新 能力	专利授权数量	6.62%	6.35%	6.29%	6.39%	6.57%	6.48%	6.56%
	科研创新综合指数	0.51%	0.66%	3.35%	0.97%	1.70%	1.05%	1.20%
	R&D 经费(亿元)	6.77%	6.36%	6.08%	6.44%	6.33%	6.07%	6.37%
	R&D 经费投入强度(%)	1.97%	2.27%	2.23%	2.39%	5.63%	2.06%	6.04%
对外 开放	进出口总值	9.94%	10.49%	10.27%	10.37%	10.06%	10.05%	10.36%
	出口贸易总值	9.07%	10.37%	10.19%	10.19%	9.72%	9.70%	9.84%
	进口贸易总值	9.17%	10.77%	10.62%	10.83%	10.45%	10.72%	11.19%
区域 协同 发展	卫生机构数(医疗条件)	2.60%	2.80%	2.91%	2.94%	2.85%	2.67%	2.75%
	卫生机构床位数	2.89%	2.89%	3.63%	3.79%	3.77%	3.56%	3.91%
	卫生技术人员	3.59%	3.92%	4.29%	4.51%	4.30%	4.23%	4.41%