

长江中游城市群科技创新协同发展研究

王君华, 韩 香

湖北大学商学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年12月8日; 录用日期: 2023年1月23日; 发布日期: 2023年1月30日

摘 要

科技创新资源高度聚集的城市群正日益成为支撑我国经济增长的重要平台及创新高质量发展的主体形态。本文利用长江中游城市群2009~2020年科技创新数据, 构建复合系统协同度模型对长江中游城市群科技创新协同发展水平进行测度与分析; 结果表明长江中游城市群科技创新总体协同度及各区域科技创新子系统有序度发展均呈上升态势, 有序协同发展速度逐渐加快, 但总体协同度与长三角、京津冀相比较为落后; 湖北、湖南、江西三省科技协同创新子系统有序度差距较大是导致其总体协同度未达到优质协同的重要原因。

关键词

城市群, 科技创新, 复合系统协同度

Research on the Coordinated Development of Science and Technology Innovation in the Yangtze River Midstream Urban Agglomeration

Junhua Wang, Xiang Han

Business School, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Dec. 8th, 2022; accepted: Jan. 23rd, 2023; published: Jan. 30th, 2023

Abstract

The urban agglomeration with a high concentration of scientific and technological innovation re-

sources is increasingly becoming an important platform to support China's economic growth and the main form of high-quality innovation. This paper uses the innovation data of the Yangtze River midstream urban agglomeration from 2009 to 2020 to measure and analyze its synergy degree through the composite system synergy model. The results show that the overall degree of scientific and technological innovation coordination in the middle reaches of the Yangtze River agglomeration and the orderly development of innovation subsystems in various regions are on the rise, and the speed of it is gradually accelerating. But the overall synergy degree is still relatively backward compared with the Yangtze River Delta and Beijing-Tianjin-Hebei Region. The large gap in the orderly degree of scientific and technological collaborative innovation subsystems in Hubei, Hunan and Jiangxi provinces is an important reason why their overall synergy has not reached high-quality collaboration.

Keywords

Urban Agglomeration, Scientific and Technological Innovation, Composite System Synergy

Copyright © 2023 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

2022年2月, 国务院批复《长江中游城市群发展“十四五”实施方案》, 方案中明确指出要将长江中游城市群打造为具有核心竞争力的科技创新高地。长江中游城市群作为我国重点建设的国家级城市群, 不仅是长江经济带三大重要跨区城市群之一, 也是实施和促进中部崛起战略、全面带动中部地区创新发展的重要引擎, 在我国经济结构转型发展中具有重要的战略地位[1]。但与长三角、京津冀, 珠三角等城市群相比, 长江中游城市群科技协同创新发展水平仍处于初级阶段, 存在较大提升空间。在区域经济一体化进程加快、中国发展进入新常态、改革不断推进的背景下, 如何推动长江中游城市群的科技协同创新发展, 打造科技创新高地, 成为其急需解决的问题。

2. 文献综述

目前, 学术界已有不少学者对城市群科技协同创新演化机制及评价体系展开研究, 部分学者基于协同创新网络理论, 利用城市群区域间论文、专利合作数据作为科技协同创新衡量指标, 通过社会网络分析方法研究长三角地区[2]、粤港澳大湾区[3]、成渝城市群[4]等区域科技协同创新水平及其时空演变特征; 还有部分学者从不同视角构建综合评价指标体系[5], 结合复合系统协同度模型、耦合协同度模型对于京津冀、粤港澳等城市群以及全国各省市科技协同创新系统的协调发展程度进行测度与分析[6] [7]。对于指标体系的构建也因学者研究重点的不同存在较大差异, 主要从投入产出视角、多主体视角、过程视角、要素流动与协同视角等角度出发选取指标。通过回顾相关文献, 学者们在科技协同创新发展水平测算及机制方面的研究对象多集中于全国各省市以及长三角、京津冀和粤港澳等地区, 而对于长江中游城市群科技创新的研究多集中于创新效率的测算、创新能力的评价[8] [9], 在科技协同创新发展水平与机制方面的研究仍存在不足之处, 在指标体系的构建方面也存在改进空间。基于此, 本文从科技创新基础能力和科技创新协同配置能力两个角度出发构建城市群科技协同创新能力水平测度与评价指标体系, 通过复合系统协同度模型对其科技创新协同度进行测算与分析。

3. 城市群科技创新协同度复合系统模型

3.1. 复合系统模型构建

城市群科技协同创新系统是城市群内各区域依托科技创新资源, 通过科技创新主体的协同, 推进创新效益的复合创新体系, 由若干相互影响、相互制约的子系统组成, 本文借鉴孟庆松[10]的研究, 建立城市群科技协同创新复合系统 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$, 本文中 $k = 3$, S_1 、 S_2 、 S_3 分别为湖北、湖南、江西科技协同创新子系统, 每一个子系统都由若干个序参量组成, 设子系统 S_k 的序参量为 $h_{ji} = (h_{j1}, h_{j2}, h_{j3}, \dots, h_{jn})$, 其中, n 为影响该系统运行的指标个数, $\alpha_{ji} \leq h_{ji} \leq \beta_{ji}, (i = 1, 2, 3, \dots, n)$, β_{ji} 、 α_{ji} 分别为序参量 h_{ji} 分量的上限和下限, 为排除分母为零而造成系统有序度为零的干扰, 其取值为最大值、最小值分别乘以 1.1、0.9, 序参量分量有序度计算公式为:

$$\mu_j(h_{ji}) = \begin{cases} \frac{h_{ji} - \alpha_{ji}}{\beta_{ji} - \alpha_{ji}}, i \in (1, k) \\ \frac{\beta_{ji} - h_{ji}}{\beta_{ji} - \alpha_{ji}}, i \in (k + 1, n) \end{cases}$$

得到序参量各指标在各时间段的有序度值后, 本研究采用线性平均法对子系统对应所有指标的有序度值进行集成, 从而得到子系统的有序度量指标, 其计算公式定义如下:

$$\mu_j(h_j) = \sum_{i=1}^j \omega_i \mu_j(h_{ji}), \omega_i \geq 0, \sum \omega_i = 1$$

城市群科技协同创新复合系统的协同度反映了城市群内区域子系统科技创新协同发展的程度以及从无序发展为有序的方向与趋势。以 t_0 作为初始时刻, 子系统有序度值为 $\mu_j^0(h_j)$, 协同演化至 t_1 时, 子系统有序度值为 $\mu_j^1(h_j)$, 通过几何平均法即可求得复合系统协同度 cor , 再利用系数 θ 反映子系统对复合系统协同度的作用方向, 计算公式如下:

$$cor = \theta \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n [\mu_j^1(h_j) - \mu_j^0(h_j)]}$$

$$\theta = \frac{\min[\mu_j^1(h_j) - \mu_j^0(h_j)]}{|\min[\mu_j^1(h_j) - \mu_j^0(h_j)]|}$$

其中, cor 的取值范围为 $[-1, 1]$, 其数值越大, 表明系统协同度越高, 反之亦然, 参考前人研究将复合系统协同水平划分如表 1 所示。

Table 1. Synergy level division table of composite system

表 1. 复合系统协同度水平划分表

协同度	$[-1, 0)$	$[0, 0.4)$	$[0.4, 0.7)$	$[0.7, 0.9)$	$[0.9, 1]$
协同度等级	不协同	低度协同	基本协同	良好协同	优质协同

3.2. 科技协同创新评价指标体系设计

城市群科技协同创新既强调城市群各地区间的创新互动, 也注重区域整体的科技创新水平发展。本文从科技创新基础能力和协同配置能力出发设置对区域协同创新综合水平的考察要素。科技创新基础能力水平指标主要考察区域自身创新能力, 是其谋求对外合作并进行协同创新的先决条件, 主要包括创新投入、创新效益和创新环境支撑三个要素。而协同创新水平指标则是某一区域对外协同创新能力与成效

的直观体现, 包括主体协同创新和区域协同创新两个要素, 在此基础上, 遵从科学性、独立性、可操作性等原则, 构建城市群科技协同创新能力评价指标体系见表 2, 同时, 采用熵权法来确定指标的权重。

Table 2. Evaluation index system of scientific and technological collaborative innovation in urban agglomeration
表 2. 城市群科技协同创新评价指标体系

一级指标	二级指标 (序参量)	三级指标	权重	性质	
科技创新基础 能力	创新投入 0.1187	R & D 人员全时当量(人年)	0.0454	正向	
		R & D 经费内部支出(万元)	0.0421	正向	
		R & D 经费投入强度(%)	0.0312	正向	
	创新效益 0.2391	发明专利授权数(件)	0.0558	正向	
		研发机构和高等院校发表科技论文数(篇)	0.0391	正向	
		高技术产业主营业务收入(亿元)	0.0646	正向	
		高技术产业新产品销售收入(万元)	0.0796	正向	
		人均国内总产值(元)	0.0259	正向	
	创新环境 0.1909	科技、教育支出占财政支出比例(%)	0.0112	正向	
		邮电业务总量(亿元)	0.0634	正向	
		互联网宽带接入用户(万户)	0.0391	正向	
		人均拥有公共图书馆藏量(册)	0.0513	正向	
科技创新协同 配置能力	主体协同创新 0.3137	规模以上企业 R & D 经费来源于政府资金(万元)	0.0322	正向	
		规模以上企业 R & D 经费来源于企业资金(万元)	0.0533	正向	
		研究机构 R & D 经费来源于政府资金(万元)	0.0869	正向	
		研究机构 R & D 经费来源于企业资金(万元)	0.0652	正向	
		高等院校 R & D 经费来源于政府资金(万元)	0.0397	正向	
		高等院校 R & D 经费来源于企业资金(万元)	0.0364	正向	
		区域协同创新 0.1373	技术市场技术输出地域(合同金额)(万元)	0.079	正向
			技术市场技术流向地域(合同金额)(万元)	0.0583	正向

3.3. 数据来源与标准化处理

本文选取 2009~2020 年京津冀、长三角、成渝双城经济圈、长江中游城市群所在省份科技创新相关数据为样本进行比较研究, 数据来源于《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《中国高技术产业发展年鉴》, 对于缺失的数据采取线性插值法和线性趋势法进行补齐。此外, 由于原始数据计量单位不一致, 为保证结果的准确性, 本文采用归一法对原始数据进行标准化处理。

4. 城市群科技创新协同度测算结果分析

依据上文建立的城市群科技协同创新复合系统模型, 同时应用比较研究的方法选取京津冀、长三角、成渝城市群作为比较参考对象, 以内外结合的视角对长江中游城市群各子系统的科技创新协同有序度及整体协同度进行实证分析, 以便更深入清晰的认识与把握其协同发展水平及演变规律。

4.1. 子系统有序度结果分析

长江中游城市群各区域子系统有序度均呈上升趋势, 共同推动城市群科技协同创新系统的协调发展。通过表 3 中数据可知, 2009~2020 年, 湖北、湖南、江西创新协同子系统有序度水平达到 0.8416、0.8089、0.7296, 且每年处于稳定增长趋势, 具体而言, 可将其分为两个阶段, 第一阶段为 2009~2016 年, 湖北、湖南、江西创新协同子系统有序度处于缓慢上升阶段, 8 年间有序度增长值仅为 2020 年有序度一半左右, 第二阶段为 2016~2020 年, 各省创新协同子系统有序度上升速度明显加快, 这也与各省科技创新协同发展特征和演化趋势相吻合。

Table 3. The degree of subsystem order and the overall coordination degree of composite system

表 3. 子系统有序度及复合系统总体协同意度

年份	湖北	湖南	江西	总体协同意度 (2009 年为基期)	总体协同意度 (上一年为基期)
2009	0.0360	0.0278	0.0255	-	-
2010	0.0848	0.0496	0.0556	0.0317	0.0317
2011	0.1115	0.1140	0.0796	0.0706	0.0346
2012	0.1854	0.2051	0.1173	0.1345	0.0633
2013	0.2489	0.2395	0.1700	0.1867	0.0486
2014	0.3274	0.2651	0.1928	0.2261	0.0357
2015	0.3889	0.3474	0.2654	0.3002	0.0717
2016	0.4538	0.3844	0.3468	0.3631	0.0580
2017	0.5192	0.4937	0.4326	0.4508	0.0850
2018	0.6347	0.5658	0.5166	0.5408	0.0888
2019	0.7379	0.6898	0.6138	0.6490	0.1076
2020	0.8416	0.8089	0.7296	0.7623	0.1126
均值	0.3808	0.3492	0.2954	0.3378	0.0671

长江中游城市群各区域子系统有序度还存在一定差距, 湖北、湖南、江西有序度依次降低。由表 3、图 1 可知, 2020 年三省科技协同创新子系统有序度值分别为 0.8416、0.8089、0.7296, 2009~2020 年, 湖北、湖南、江西科技协同创新子系统有序度均值分别为 0.3808、0.3492、0.2954, 这与城市群各区域协同创新发展现状相符合。不管是从科技创新资源、科技创新环境、科技创新产出还是从主体、区域协同配置能力而言, 湖北相较于其他两省均具有较为明显的优势。这说明湖北在推动长江中游城市群科技协同创新系统协同发展中做出了巨大贡献, 发挥了引领作用。而江西则存在科技协同创新有序化发展步伐与其他两省不同步, 自身科技创新水平较低的问题, 其对于城市群科技协同创新的贡献仍有待提升。由于子系统有序度之间的差距过大也不利于城市群整体协同的发展, 要推动城市群整体协同创新水平仍需要三省从整体出发, 树立“一盘棋”思想, 形成整体合力, 共同发展, 缩小差距。

4.2. 复合系统总体协同意度分析

长江中游城市群科技协同创新系统总体协同意度整体呈增长趋势, 且协同意度增长速度逐渐加快。由图 2 可知, 以 2009 年为基期, 2010~2016 年长江中游城市群科技协同创新系统总体协同意度低于 0.4, 处于低度协同状态, 且协同意度增长也处于较低水平的震荡状态。在此阶段, 包括长江中游城市群在内的整个中

部地区的创新能力还较为薄弱,且由于中部各省经济发展水平相对平均缺少中心龙头,各省都想占据主导地位,导致区域协同发展未得到较好推进。2017~2019年长江中游城市群科技协同创新系统总体协同度低于0.7,处于基本协同的状态,2020年总体协同度为0.7623,达到良好协同状态,且总体协同度相对于上一年的增长趋势也越来越大,长江中游城市群科技创新协同发展水平得到快速提升。随着长江中游城市群发展规划的批复和其他相关政策措施的落地实施,长江中游城市群各区域、各主体认识到共同实施创新驱动发展战略的重要性,使得中部三省的创新联系不断加强,推动了长江中游城市群科技协同创新的发展,但由于三省在科技协同创新水平发展上还存在一定差距,使得总体协同度的发展还存在较大的上升空间。

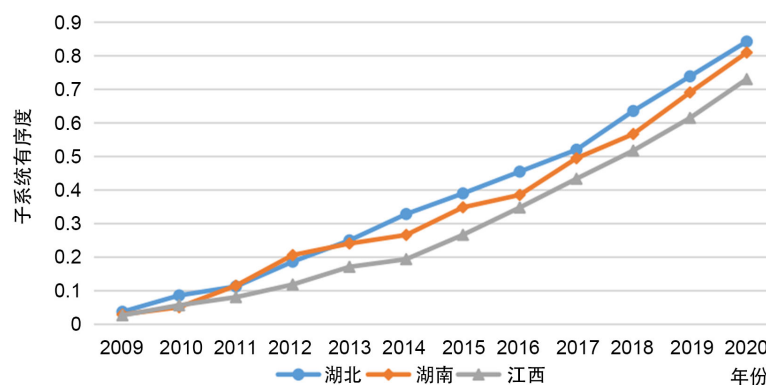


Figure 1. Orderly degree of collaborative innovation subsystem of the Yangtze River midstream city agglomeration

图 1. 长江中游城市群协同创新子系统有序度

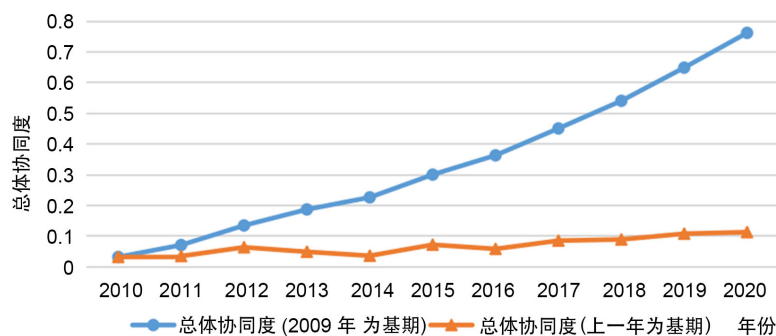


Figure 2. Overall synergy degree of collaborative innovation of Yangtze River midstream city agglomeration

图 2. 长江中游城市群协同创新总体协同度

4.3. 与京津冀、长三角、成渝城市群比较分析

四大城市群中长江中游城市群科技协同创新总体协同度比较排序在 2017 年后从第四位上升至第三位,且总体协同有序度增加速度加快,追赶趋势明显。对比四大城市群科技协同创新系统的总体协同度,见图 3,2010~2015 年,长江中游城市群协同创新系统总体协同度处于第四位,且相较于第一位而言,总体协同度差距逐渐扩大,说明在该阶段其他三大城市群科技协同创新发展水平均高于长江中游城市群,且协同创新系统发展的速度也快于中游城市群。2015 年后,长江中游城市群科技协同创新系统总体协同度与第一位的差距逐渐缩小,长江中游城市群开始加快推进在科技协同创新共同体的建设,2017 年后长江中游城市群总体协同度上升至第三位,追赶趋势明显。

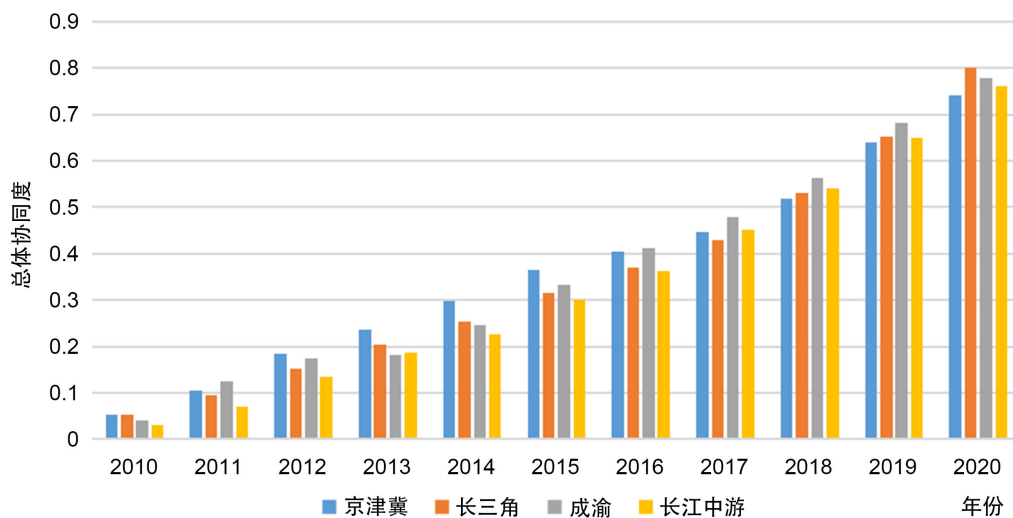


Figure 3. Comparison of the overall synergy degree of the scientific and technological collaborative innovation composite system of urban agglomeration

图 3. 城市群科技协同创新复合系统总体协同度比较

5. 结论与启示

5.1. 结论

在当前严峻的国内外环境中, 系统地研究长江中游城市群科技创新的协同发展, 助力其形成协同创新示范, 打造具有核心竞争力的科技创新高地显得极为迫切与必要。根据对长江中游城市群科技创新协同发展水平的测度与分析, 本文得出以下结论: 第一, 长江中游城市群科技创新总体协同度及各区域科技创新子系统有序度发展均呈上升态势, 有序协同发展速度逐渐加快, 总体协同度从低度协同状态演化到良好协同状态。第二, 湖北、湖南、江西三省科技协同创新子系统有序度存在一定差距, 其有序化程度依次降低, 协同效应依次减弱, 各子系统有序度之间的差异是长江中游城市群科技协同创新复合系统总体协同度未达到优质协同的重要原因。第三, 与京津冀、长三角、成渝城市群科技创新协同发展水平相比, 长江中游城市群科技创新协同发展排名靠后, 还存在较大的进步空间, 未来应把握好长江中游城市群协同发展的历史机遇, 推动该地区科技创新向更高层次的协同发展状态演化。

5.2. 启示

5.2.1. 共建科技协同创新制度框架, 为城市群科技创新协同发展提供强有力支撑

长江中游城市群应加强区域内各省市科技协同创新顶层设计的对接, 不断建立完善的科技协同创新规划会商机制与组织结构, 对区域性科技创新各方面进行协商和统筹。对于重点行业领域“卡脖子”关键技术难题, 成立联合科技攻关小组, 共同编制专项规划, 开展专题合作, 逐步形成科技协同创新制度框架, 为城市群科技创新协同发展提供强有力支撑。

5.2.2. 深化创新资源开放共享和高效配置, 加快城市群科技创新要素融通

整合湖北、湖南、江西三省高等院校、科研院所、各级科技创新基地和科技中介服务机构的科创资源与要素, 同时接入并利用国家科技资源与服务共享平台的优质资源, 打造长江中游城市群科技资源数据库, 并在此基础上, 不断完善长江中游城市群科技资源共享服务平台功能, 深化科技创新资源开放共享和高效配置, 加快城市群科技创新要素融通。

5.2.3. 构建区域间市场化利益分配机制, 促进城市群责任共担利益共享

认真研究出台长江中游城市群科技协同创新的利益分享机制、补偿机制、奖励机制规定等规范性文件, 打造湖北、湖南、江西三省科技协同创新利益共同体。建立长江中游城市群科技协同创新的风险责任共担制度, 围绕科技协同创新的目标来确定协同主体在各环节的权利和义务, 促进城市群责任共担利益共享。

基金项目

本论文为湖北省科学技术厅软科学研究项目(项目编号 2021EDA007)阶段性研究成果。

参考文献

- [1] 赵文雅, 唐承丽. 长江中游城市群科技创新与经济发展耦合协调度分析[J]. 科学与管理, 2021, 41(2): 16-24.
- [2] 刘乃全, 杨晓章. 长三角区域科技协同创新发展研究——基于区域间论文和专利合作[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2021, 55(5): 767-779.
- [3] 潘春苗, 母爱英, 翟文. 中国三大城市群协同创新网络结构与空间特征——基于京津冀、长三角城市群和粤港澳大湾区的对比分析[J]. 经济体制改革, 2022(2): 50-58.
- [4] 龚勤林, 宋明蔚, 韩腾飞. 成渝地区双城经济圈协同创新水平测度及空间联系网络演化研究[J]. 软科学, 2022, 36(5): 28-37.
- [5] 鲁继通. 京津冀区域协同创新能力测度与评价——基于复合系统协同度模型[J]. 科技管理研究, 2015, 35(24): 165-170+176.
- [6] 岑晓腾, 苏竣, 黄萃. 基于耦合协调模型的区域科技协同创新评价研究——以沪嘉杭 G60 科技创新走廊为例[J]. 浙江社会科学, 2019(8): 26-33+155-156.
- [7] 陈昭, 梁淑贞. 粤港澳大湾区科技创新协同机制研究[J]. 科技管理研究, 2021, 41(19): 86-96.
- [8] 朱丽霞, 贺容, 郑文升, 王嵩, 韩磊. 长江中游城市群城市创新效率的时空格局及其驱动因素[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10): 2279-2288.
- [9] 李梦琦, 胡树华, 王利军. 基于 DEA 模型的长江中游城市群创新效率研究[J]. 软科学, 2016, 30(4): 17-21+45.
- [10] 孟庆松, 韩文秀. 复合系统协调度模型研究[J]. 天津大学学报, 2000(4): 444-446.