

# 我国中心城市高校协同发展的创新网络研究

王 懿

武汉工程大学, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年4月20日; 录用日期: 2022年5月19日; 发布日期: 2022年5月26日

## 摘 要

在建设高质量高等教育背景下高校创新能力是衡量区域创新水平最重要的因素。本文构建衡量高校创新能力的评价指标体系, 基于我国27个中心城市2021年高校创新能力相关数据, 探析我国中心城市高校创新能力强弱分布; 使用修正引力模型与社会网络分析模型描绘我国中心城市高校创新网络。研究发现当前我国中心城市高校创新能力分布呈现东高西低态势, 中心城市高校创新网络更加紧密。

## 关键词

高校创新能力, 创新网络, 社会网络分析

# Research on the Innovation Network of the Coordinated Development of Colleges and Universities in China's Central Cities

Yi Wang

Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

Received: Apr. 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 19<sup>th</sup>, 2022; published: May 26<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In the context of building high-quality higher education, the innovation ability of colleges and universities is the most important factor to measure the level of regional innovation. This paper constructs an evaluation index system to measure the innovation ability of colleges and universities. Based on the data related to the innovation capacity of colleges and universities in 27 central cities in China in 2021, this paper explores the distribution of the strength of innovation capacity of colleges and universities in China's central cities. The modified gravity model and social network analysis model are used to describe the colleges and universities in China's central cities.

**The study finds that the current distribution of innovation capabilities of colleges and universities in China's central cities shows a trend of high in the east and low in the west, and the innovation network of colleges and universities in central cities is closer.**

## Keywords

**Innovation Ability of Colleges and Universities, Innovation Network, Social Network Analysis**

Copyright © 2022 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

十九届五中全会后，建设高质量的高等教育已成为新时代高等教育发展的主旋律，作为高素质人才的聚集地，高等院校在自然科学与人文社科等领域为国家发展不断注入新的活力，同时也塑造着其在社会中的特殊地位。伴随着社会分工的复杂化和精细化，高等院校与生俱来的指导社会发展的使命促使他们开始寻求合作，以应对新的挑战。全国中心城市作为高校创新发展的依托地，中心城市高校相互之间如何更好发挥整体协同效应，亟待理论研究支撑。

## 2. 文献综述

对于创新网络的研究方法主要集中于以地理视角为出发的修正引力模型和社会网络分析模型[1] [2]，如杨蕙嘉和赵振宇(2021)基于城市发展质量综合评价与经济距离准则，基于修正引力模型对长三角城市群发展质量的空间关联强度进行研究分析[3]。侧重于城市创新网络的研究是创新网络研究的重要方向，相关研究包括对京津冀地区[4]、长三角地区[5] [6]、长江经济带[7]、粤港澳大湾区[8]的城市创新网络进行分析。社会网络的研究方法适用于分析创新关系和创新网络，常用于城市群创新网络分析[9] [10]、企业网络关系分析[11]、媒体领域信息传播[12]等方面，也有学者运用社会网络分析的定量研究方法探究高校或相关研究机构创新合作的社会网络，如胡成等(2018)构建技术创新能力评价指标体系，以南京市 8 所“211”高校为研究对象，引入社会网络分析方法对高校技术创新能力进行比较研究[13]；赵蓉英等(2019)以高校在 CNKI 和 WoS 发文数为数据源，运用社会网络分析方法对我国世界一流大学建设高校科研合作网络的结构特征、内部关系、演化规律及演化原因进行研究[14] [15]。

当前，关于创新网络的研究多集中于以修正引力模型构建城市创新联系网络和以社会网络分析法分析大学和企业间的创新网络，鲜有研究聚焦于城市高校的创新网络。为推动高等教育高质量发展，迫切需要对城市高校间的创新合作提供现实依据和理论支撑，以调整创新合作体制机制，整合创新资源。以发明专利和论文合作数据构建创新网络缺乏全面性，又与高校“破五维”改革南辕北辙，故本文结合修正引力模型与社会网络分析，通过构建高校创新评价指标体系为社会网络分析提供代表性强的数据支撑。

## 3. 研究方法数据来源

### (一) 研究方法

#### 1) 多指标综合评价

参考张日新[16]等人的研究，我们发现有关高校创新成果及“经费投入”等指标可以最大程度表征高等教育发展水平，结合王纾[17]和许敏[18]等人的研究，我们构建了一个具有代表性的由 2 个二级标题，

7个三级标题组成的城市高校创新能力评价指标体系，如表1所示。

**Table 1.** Evaluation index system of innovation ability of urban colleges and universities

**表 1.** 城市高校创新能力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
城市高校创新能力	创新资源投入	高校固定资产值(亿元)
		生均高等教育经费(万元)
		高校 R&D 经费支出(亿元)
	创新成果产出	高校学术论文发表数量(万篇)
		高校科技著作数(万部)
		科技课题总数(个)
		专利授权数(万件)

在评价过程中，我们认为创新资源投入与创新成果产出同样重要故各赋值 0.5，并测算 2021 年全国 27 个中心城市高校创新能力综合分数。

2) 空间相互作用模型。基于牛顿万有引力公式所改进的引力模型是测度区域之间要素流动和创新联系的重要工具，因其综合考虑创新节点之间的空间距离和创新节点的质量被广泛运用于从地理分析视角测度创新联系强度，公式如下：

$$Q_{xy} = \rho \frac{S_x \times S_y}{D_{xy}^2}$$

其中， $Q_{xy}$  为城市  $x$  与城市  $y$  之间的高校创新联系强度， $S$  为城市创新发展水平， $\rho$  取 1。由于高校之间的知识交流较少涉及物资设备的迁移，且考虑到本文的研究对象具有较强的溢出效应且无需通过有形网络扩散，故本文参考龚勤林(2022) [19]的研究，将  $D_{xy}$  设定为两城市之间的直线距离。

3) 社会网络分析法。

从点度中心性、中间中心性、接近中心性 3 个方面对城市高校的创新网络的结构特征进行分析。其中点度中心性表示的是一个节点在网络中的地位，数值越大表明地位越高，所掌握的技术、信息以及知识越充足和丰富，中间中心性表示节点对于创新网络中其他节点及资源的控制能力，数值越大，控制能力越强，发挥“桥梁”作用，接近中心性表示节点在网络中的自主性，数值越大自主性越好，越不受其他节点的控制。

(二) 数据来源

研究中各项指标均来源于《中国统计年鉴》、《中国教育统计年鉴》、《中国教育经费统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》以及《中国城市统计年鉴》。各中心城市之间的距离采用各中心城市市政府所在地之间的最短行车距离和铁路距离，并由 GoogleMap 计算得出。

## 4. 创新网络分析

(一) 全国中心城市高校创新能力分析

本文采用住建部文件《全国城镇体系规划(2006~2020 年)》对区域中心城市的界定，综合考虑城市地缘因素，选取了 27 个中心城市，并根据表 1 全国中心城市高校创新能力评价指标体系以及所查数据，我们对 2021 年全国 27 个中心城市高校创新能力进行测度，为使结果更加直观与精简，对 2021 年 27 个中

心城市高校创新能力整体时序数据平均数进行自然断裂法等级划分为成熟型增长极、成长型增长极、发育型增长极三类，如表 2 所示。

**Table 2.** Classification of growth poles for innovation development of urban colleges and universities

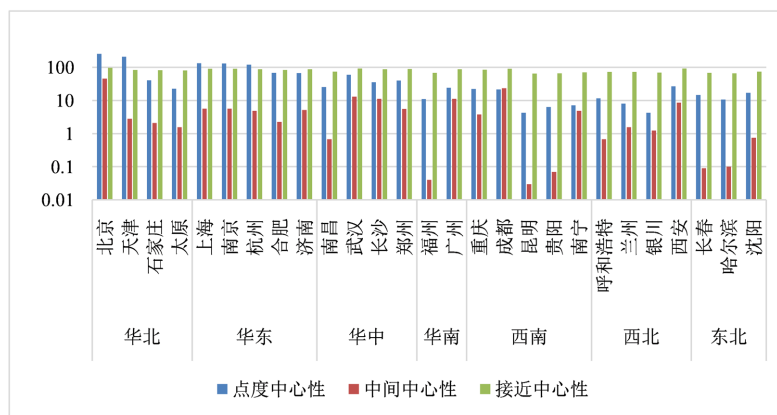
**表 2.** 城市高校创新发展增长极分类

	华北	华东	华中	华南	西南	西北	东北
成熟型增长极	北京	上海、南京	武汉	广州			
成长型增长极	天津	杭州、济南、合肥	长沙、郑州		成都、重庆	西安	沈阳、哈尔滨
发育型增长极	石家庄、太原		南昌	福州	昆明、南宁、贵阳	呼和浩特、兰州、银川	长春

从整体来看，我国华北、华中、华南各有一个成熟型增长极，华东地区有两个成熟型增长极，其中北京高校的创新能力最强。本文对各类创新增长极给予不同定位，第一类型确定为成熟型增长极，立足于建立高校高科技创新中心，打造世界级创新城市；第二类型确定为成长型增长极，建立高校示范性创新试点，打造国家级创新城市；第三类型确定为发育型增长极，发挥高校辐射带动周边城市发展的作用，打造区域型创新城市。这些城市不具备增长极优势条件，但由于中心城市天然地缘优势在全国重大经济战略中的重要地位使其具有成为增长极的潜力，应努力增强高校创新能力，为进一步辐射周边区域做充足准备。各类增长极发挥各自功能，协调发展，最终实现以点带面，使全国高校创新能力从整体上得到提升。

(二) 全国中心城市高校创新社会网络分析

基于修正引力模型计算 2021 年全国中心城市高校间的创新联系强度，并保留强度大于 1 的联系为有效连接，进行社会网络分析，结果如图 1 所示。



**Figure 1.** Analysis of innovation social network of universities in central cities of China

**图 1.** 中国中心城市高校创新社会网络分析

由图 1 可看出点度中心性大于 100 的城市高校分布于华北的北京和天津，华东的上海、南京和杭州，小于 10 的城市高校分布于西南的昆明、贵阳和南宁和西北的兰州和银川，东西部差距较大。中间中心性大于 10 的城市高校有北京、武汉、长沙、广州与成都。接近中心性各城市高校差距较小，均有较好的独立性。

## 5. 研究结论与政策建议

### (一) 研究结论

全国七大板块高校创新能力综合分数最高的前几名城市在 2021 年点度中心性均有所上升。从全国范围来看,创新网络的均衡性不断提高。北京、天津、上海、南京、广州高校的点度中心性一直位居前 10,武汉高校的点度中心性提升明显。武汉作为唯一一个非东部地区的中心城市在全国中心城市高校创新网络中的地位愈发显著。西南板块的重庆和成都以及西北板块的西安高校点度中心性显著提升,成为沟通兰州高校的重要桥梁。2021 年,多个城市的点度中心性达到 20,全国中心城市高校创新社会网络的多中心结构逐渐成型。在华北、东北板块,北京高校的中间中心性远高于其他城市,处于中心城市高校创新社会网络的核心枢纽地位,天津高校的网络中介地位也显著提高。随着京广高速铁路的开通,石家庄、郑州、武汉、长沙高校的中间中心性有所提升,限制度有所提高,其中武汉与长沙高校的提升最为显著,成为了联系华北、华中、华南的重要节点城市;上海、南京、杭州高校的中间中心性呈现下降趋势,对中心城市高校创新社会网络的“掌控”力度不断减弱,但依然是重要的中介中心;成都、重庆高校的中间中心性、限制度提升最为显著,成为了联结西南、西北、华中地区高等教育发展的重要门户。华南地区的广州一直是高校创新网络的核心枢纽城市,南宁高校的中间中心性也有所提高,在沟通西南中心城市高校方面发挥着重要作用。西北板块的西安与兰州高校中间中心性和限制度提升明显,西安成为除武汉之外第二个沟通西南与华北高等教育的重要中介中心。

### (二) 政策建议

全国中心城市高校创新网络日趋复杂。其中,西南、西北的中心城市高校创新网络较为稀疏,仅有西安呈明显放射状发展特征;华北、华东、华中的中心城市创新联系呈现稠密化、网络化发展特征,全国形成了以沿海、沿长江中心城市为核心、其余中心城市为重要节点“十字形”创新网络。高校应大力发展共享云平台建设,利用云技术打破地理条件藩篱,强化中心城市高校协同创新体制机制,同时充分利用北京、天津、上海、南京、广州等高校创新网络中核心城市资源禀赋,武汉、西安等城市中介地位,重视和干预边缘城市高校创新,推动融入创新网络核心区域。力促“产学研”合作,充分发挥高等院校和科研院所的创新主体作用。建立跨区域人才培养、引进和共享机制,推动人才弹性流动与知识辐射,增进创新知识邻近性,打造技术、人才、资源良性循环的创新网络。

## 基金项目

NO.CX2021316, 武汉工程大学研究生教育创新基金项目。

## 参考文献

- [1] 刘树峰,杜德斌.基于创新价值链视角下中国创新效率时空格局与影响因素分析[J].地理科学,2019,39(2):173-182.
- [2] 吕丹,王等.“成渝城市群”创新网络结构特征演化及其协同创新发展[J].中国软科学,2020(11):154-161.
- [3] 杨蕙嘉,赵振宇.基于修正引力模型的区域城市群关联强度时空演进特征[J].统计与决策,2021,37(5):70-73.
- [4] 胡悦,马静.京津冀城市群生态创新联系及网络结构研究[J].城市问题,2020(12):4-13.
- [5] 李迎成.大都市圈城市创新网络及其发展特征初探[J].城市规划,2019,43(6):27-33.
- [6] 王越,王承云.长三角城市创新联系网络及辐射能力[J].经济地理,2018,38(9):130-137.
- [7] 王丰龙,曾刚.基于创新合作联系的城市网络格局分析——以长江经济带为例[J].长江流域资源与环境,2017,26(6):797-805.
- [8] 钟韵,叶艺华,魏也华.基于创新联系的城市网络特征及影响因素研究——以粤港澳地区为例[J].科技管理研究,2020,40(7):1-9.

- 
- [9] 王斌, 万栗江. 成渝城市群创新网络空间结构演化及优化策略研究——基于社会网络分析法[J]. 工业技术经济, 2022, 41(3): 136-144.
- [10] 仇怡, 韩晚晚. 长江中游城市群创新空间关联网络动态演变——基于社会网络分析法的研究[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2021, 45(5): 80-86.
- [11] 张学艳, 周小虎. 基于社会网络分析的独角兽企业关系网络研究[J]. 领导科学, 2021(24): 64-68.
- [12] 盛小平, 唐筠杰. 社会网络视角下虚拟学术社区用户交互特征及规律分析[J]. 现代情报, 2022, 42(1): 64-71.
- [13] 胡成, 李明星. 专利视域下高校技术创新能力社会网络分析比较研究[J]. 软科学, 2018, 32(5): 28-32.
- [14] 赵蓉英, 王旭. 我国世界一流大学建设高校间科研合作网络及演化研究[J]. 现代情报, 2019, 39(3): 132-143.
- [15] 赵蓉英, 王旭. 我国世界一流大学建设高校间科研合作网络研究——基于 CNKI 和 WoS 数据的对比[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(10): 1-7.
- [16] 张日新, 郑纪刚. 我国区域高等教育核心竞争力测度及其发展演变趋势研究[J]. 高教探索, 2018(3): 20-25.
- [17] 王纾. 京津冀高校创新综合能力评价研究——区域比较视角的模型分析[J]. 中国高校科技, 2021(3): 29-34.
- [18] 许敏, 王慧敏. 高校科技创新绩效评价及协同创新机制研究——以长三角区域 82 所高校样本比较分析为例[J]. 中国高校科技, 2021(10): 44-49.
- [19] 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/OL]. 软科学, 1-15. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1268.g3.20211221.1647.002.html>, 2022-04-22.