

# 县域科技创新的空间聚集及溢出效应

——以河北省为例

马 腾, 王惠玲, 刘 娅, 高 晔

(河北科技大学经济管理学院, 石家庄 050024)

**摘要:** 实施创新驱动发展, 基础在县域, 活力在县域, 难点也在县域。基于 2020—2021 河北省县域科技创新能力监测评价数据, 运用空间计量经济学方法研究县域科技创新的空间分布特征、空间聚集性及空间溢出效应。结果表明: 河北西北地区为科技创新滞后聚集区, 而紧邻京津的中东部地区为科技创新发达聚集区, 呈现出“西北部塌陷, 中东部崛起”的空间格局; 从溢出效应来看, 县域科技创新-经济发展、县域科技创新投入-县域科技创新产出具有空间溢出效应。

**关键词:** 县域科技创新; 空间聚集; 空间溢出

**中图分类号:** F061.5; F224.0; G301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)03-0140-05

科技创新能力的提升对县域经济的发展具有推动作用。从微观上看科技创新有助于企业占据市场; 从宏观上讲, 科技创新能推动技术的创新发展, 促进整个社会生产力的提高, 满足社会经济发展需求, 解决社会问题。为加快县域经济创新发展, 河北省制定了《河北省县域科技创新跃升计划(2019—2025年)》, 省、市、县三级协调联动, 推动区域科技创新能力快速跃升。但从整体上看, 目前存在县域科技投入不足、整体发展水平不高、发展不均衡等问题, 导致县域创新能力较弱, 将直接影响县域经济的转型发展。

## 1 研究述评

区域的创新活动与周边邻近地区的诸多要素密切相关<sup>[1]</sup>。一方面, 地理邻近能够实现相互学习, 有利于知识的吸收并扩大知识的宽度, 提升创新能力<sup>[2]</sup>; 另一方面, 空间邻近促进了知识、人才等创新要素的流动<sup>[3]</sup>。基于跨境区域创新系统(cross-border regional innovation system, CBRIS), 跨境互动和知识流动促进了边境地区的创新性, 一个有韧性的 CBRIS 能够实现可持续发展<sup>[4]</sup>。大量实证研究对此进行了探讨。Aristizábal 和 Gustavo<sup>[5]</sup> 分析了哥伦比亚各地区经济增长、财政绩效、教育等的空

间聚集情况。Elpida 等<sup>[6]</sup> 运用系统动力学方法构建了一种理解和增强区域创新能力的区域创新系统数学模型。王新等<sup>[7]</sup> 基于京津冀 43 个区市的的面板数据, 得出创新政策与创新绩效的空间自相关聚集特征显著。马双和曾刚<sup>[8]</sup> 基于乡镇街道空间尺度, 分析上海市创新集聚的空间结构及其演化, 并分析创新集聚的影响因素和溢出效应。姚常成和吴康<sup>[9]</sup> 评价分析了中国 289 个地级市城市创新空间聚集效应。赵思萌等<sup>[10]</sup> 分析发现中国城市群创新产出地理集聚特征明显, 空间上呈现向东南移动、集中化与集聚化的趋势。余振和李锦坡<sup>[11]</sup> 运用空间计量经济学方法, 对中国创新集聚的主要趋势、影响因素、空间分布特征进行了研究。

从目前的研究成果来看, 大多以省级或地市级为研究尺度探讨创新的空间聚集效应, 而以往过大或过小的研究聚焦空间尺度, 可能会放大或忽视知识溢出的空间效应<sup>[8]</sup>。“县域创新能力”是创新型国家建设的重要环节, 是区域经济增长和社会发展的助推器<sup>[12]</sup>, 因此需要对县域科技创新能力及空间聚集效应进行检视。此外, 现有研究大多将专利数据作为衡量区域创新水平的依据, 虽然简单直观, 但科技创新涉及创新活动的全过程且受到区域创新环境和创新

**收稿日期:** 2024-08-19

**基金项目:** 石家庄科技局项目(235790105A)

**作者简介:** 马腾(1983—), 女, 河北保定人, 博士, 副教授, 研究方向为知识管理、科技创新、组织韧性; 通信作者王惠玲(1998—), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 研究方向为组织韧性、科技创新; 刘娅(1998—), 女, 河南开封人, 硕士, 研究方向为项目型组织、科技创新; 高晔(1999—), 女, 河北石家庄人, 硕士研究生, 研究方向为科技创新、安全优化管理。

条件的影响,单一指标不能全方位评价区域科技创新能力。因此,河北省科技厅制定了《河北省县域科技创新能力监测评价指标体系》并发布了全省县域科技创新能力监测评价结果。本文以河北省 167 个县域作为研究对象,整理 2020—2021 县域科技创新能力监测评价数据,运用 ArcGIS 和 Moran's  $I$  分析河北省县域科技创新的聚集情况并揭示空间溢出效应,为相关部门政策制定提供参考和依据。

## 2 河北省县域科技创新评价及经济发展现状

河北省县域科技创新能力监测评价指标体系<sup>[13]</sup>见表 1。

经过对 167 个县域相关统计数据<sup>[14]</sup>分析,共有 19 个县科技创新能力评价得分达到 80 分以上。其中,石家庄鹿泉区的创新能力居全省第 1,总得分为 94.58。由于只有部分地市发布了 2022 年统计年鉴,因此整理河北省 2021 年统计年鉴以及河北省各地市 2021 年经济统计年鉴得到 2020 年河北省县域人均 GDP,作为衡量经济的指标。

表 1 河北省县域科技创新能力监测评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	单位
河北省县域科技创新能力监测评价指标体系	创新投入	地方财政科技支出	万元
		地方财政科技支出占公共财政支出的比重	%
		规模以上工业企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重	%
	创新主体	高新技术企业数量	家
		千家工商注册企业中高新技术企业数量	家
		科技型中小企业数量	家
		千家工商注册企业中科技型中小企业数量	家
	创新条件	省级以上科技创新平台建设情况	—
		省级以上创新园区、基地建设情况	—
		省级以上创新服务机构建设情况	—
		规上工业企业建立研发机构比例	%
	创新产出	万人有效发明专利拥有量	件/万人
		规上高新技术产业增加值占规上工业增加值比重	%
		农业产业化经营率	%
	创新管理	科技管理机构情况	—
		争取上级支持与奖励	—
		科技管理创新情况	—

## 3 河北省县域科技创新空间聚集态势

### 3.1 Moran' $I$ 指数计算

#### 3.1.1 全域 Moran' $I$ 指数计算

全局莫兰指数主要表现为一定范围内的相邻

或相近空间实体单元值的相似度,判定相邻或相近空间实体之间是否存在空间自相关,公式为

$$\text{Moran's } I = \frac{n}{S_n} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (1)$$

式中: $z_i, z_j$  分别为要素  $i$  与  $j$  的属性  $x_i, x_j$  与其平均值  $\bar{X}$  的偏差; $w_{i,j}$  为要素  $i$  与  $j$  之间的空间权重,表达空间对象的相邻关系,一般以距离或是否邻接判断,当区域  $i$  和区域  $j$  相邻,  $w_{i,j} = 1$ , 反之,当区域  $i$  和区域  $j$  不相邻,  $w_{i,j} = 0$ ;  $n$  为要素总数;  $S_n$  为所有空间权重的聚合,即

$$S_n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} \quad (2)$$

统计数据的得分  $Z_i$  按下式计算:

$$Z_i = \frac{I_i - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}} \quad (3)$$

$$E[I_i] = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j}}{n-1} \quad (4)$$

$$V[I_i] = E[I_i^2] - E[I_i]^2 \quad (5)$$

#### 3.1.2 局域 Moran's $I$ 指数计算

局域莫兰指数反映局部单元服从全局的趋势程度及空间异质性,判断空间依赖是否随位置的变化而变化,计算公式为

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X}) \quad (6)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})^2}{n-1} - \bar{X}^2 \quad (7)$$

## 3.2 河北省县域科技创新及经济指标的全域空间自相关

由表 2 可知,2020—2021 年河北省县域科技创新、人均 GDP、县域科技创新-人均 GDP、创新投入-创新产出的全域 Moran's  $I$  值均大于 0,显著性检验表明至少通过 1% 的显著性水平建议,聚集性的置信度超过 99%,因此,河北省县域科技创新及发展水平存在显著的聚集性。

## 3.3 河北省县域科技创新及经济指标的局域空间自相关

### 3.3.1 河北省县域科技创新综合评价、人均 GDP 的空间聚集

从空间聚集效应分析,河北省县域科技创新显著聚集主要位于河北省的西南、西北和中东部地区,呈带状分布,具有辐射效应且不受行政区划的

表 2 河北省县域科技创新及经济发展全域 Moran's I

变量	2020 年经济	2020 年创新			2021 年创新		
	人均 GDP	综合	创新-经济	投入-产出	综合	创新-经济	投入-产出
Moran's I	0.442 5	0.318 6	0.220 4	0.129 7	0.338 7	0.204 8	0.102 4
Z	9.241 3	6.418 7	5.947 0	3.215 0	6.824 6	5.538 5	2.585 6
P	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.007

影响。从空间聚集方式分析,河北省县域科技创新高-高值空间聚集位于石家庄市、邯郸市、衡水、唐山市辖区、临近京津的廊坊市的县域。低-低值空间聚集位于张家口市和保定市的县域。高-低值空间聚集位于保定代管的定州市、张家口、邢台和秦皇岛的县域。低-高值空间聚集位于沧州市青县,衡水的阜城县,邯郸的临漳县。从总体上来看,河北省县域科技创新呈现出“西北部塌陷,中东部崛起”的格局。2020 年、2021 年河北省县域科技创新空间聚集分布见表 3。

河北省人均 GDP 显著聚集位于河北省中东部及中南部地区,呈块状分布,具有一定的辐射效应。2020 年河北省人均 GDP 局部空间自相关分组见表 4。

### 3.3.2 河北省县域科技创新对经济发展的空间溢出效应

河北省县域周边地区的经济发展溢出效应显著,与创新能力的提升相辅相成。截至 2021 年 12 月 31 日,高-高值空间聚集主要位于唐山市辖区县和

表 3 2020 年、2021 年河北省县域科技创新局部空间自相关分组

年份	聚集类型	地区
2020	高-高	青县、广阳区、永清县、藁城区、鹿泉区、栾城区、新华区、裕华区、长安区、正定县、丰南区、丰润区、路南区
	低-低	定州市、阜平县、涞水县、涞源县、顺平县、唐县、易县、丰宁满族自治县、临城县、崇礼区、沽源县、怀来县、万全区、蔚县、宣化区、阳原县、张北县、涿鹿县
	低-高	肥乡区、桥西区
	高-低	海港区、康保县
	高-高	沧县、丛台区、肥乡区、深州市、武邑县、霸州市、固安县、广阳区、香河县、永清县、藁城区、鹿泉区、栾城区、桥西区、新华区、裕华区、长安区、正定县、丰润区、路南区
2021	低-低	阜平县、涞源县、顺平县、唐县、易县、丰宁满族自治县、行唐县、崇礼区、沽源县、康保县、尚义县、蔚县、阳原县、涿鹿县
	低-高	青县、临漳县、阜城县
	高-低	定州市、承德县、海港区、临城县、桥西区、万全区、宣化区
	高-高	沧县、丛台区、肥乡区、深州市、武邑县、霸州市、固安县、广阳区、香河县、永清县、藁城区、鹿泉区、栾城区、桥西区、新华区、裕华区、长安区、正定县、丰润区、路南区

表 4 2020 年河北省人均 GDP 局部空间自相关分组

聚集类型	地区
高-高	三河市、香河县、曹妃甸区、丰南区、丰润区、古冶区、开平区、乐亭县、路北区、路南区、滦南县、滦州市、迁西县、遵化市
低-低	安国市、博野县、定州市、阜平县、涞水县、涞源县、清苑区、曲阳县、容城县、顺平县、唐县、望都县、易县、广平县、鸡泽县、临漳县、高邑县、柏乡县、广宗县、巨鹿县、临城县、隆尧县、南宫市、南和区、内丘县、平乡县、清河县、任泽区、襄都区、蔚县、涿鹿县
低-高	卢龙县、青龙满族自治县、玉田县
高-低	任丘市、邱县

廊坊市辖区县;低-低值空间聚集位于张家口、保定、衡水、邢台等市辖区县;低-高值空间聚集位于唐山、秦皇岛市辖区县;高-低值空间聚集位于保定、邢台、沧州等市辖区县。2020 年、2021 年县域科技创新对经济发展的空间溢出效应分组见表 5。

表 5 2020 年、2021 年河北省县域科技创新对经济发展空间溢出效应分组

年份	聚集类型	地区
2020	高-高	三河市、香河县、卢龙县、曹妃甸区、丰南区、丰润区、开平区、乐亭区、路北区、路南区、滦南县、滦州市、迁西县、玉田县、遵化市
	低-低	博野县、阜平县、涞水县、涞源县、曲阳县、容城县、顺平县、唐县、望都县、易县、鸡泽县、临漳县、邱县、高邑县、柏乡县、广宗县、临城县、隆尧县、南宫市、南和区、内丘县、任泽区、襄都区、蔚县、涿鹿县
	低-高	青龙满族自治县、古冶区
	高-低	安国市、定州市、清苑区、任丘市、广平县、巨鹿县、平乡县、清河县
2021	高-高	三河市、香河县、卢龙县、曹妃甸区、丰南区、丰润区、开平区、路北区、路南区、滦南县、迁西县、玉田县、遵化市
	低-低	博野县、阜平县、涞水县、涞源县、曲阳县、容城县、顺平县、唐县、望都县、易县、鸡泽县、临漳县、邱县、高邑县、柏乡县、广宗县、隆尧县、南宫市、南和区、内丘县、襄都区、蔚县、涿鹿县
	低-高	青龙满族自治县、古冶区、乐亭县、滦州市
	高-低	安国市、定州市、清苑区、任丘市、广平县、巨鹿县、临城县、平乡县、清河县、任泽区

### 3.3.3 河北省县域科技创新投入对创新产出的空间溢出效应

2020年、2021年河北省县域科技创新投入-产出的空间溢出效应变化较小。截至2021年12月31日,河北省县域科技创新投入-产出的高-高值空间聚集位于石家庄市辖区、邯郸、廊坊及衡水的部分县域;低-低值空间聚集位于保定、邢台和承德部分县域;低-高值空间聚集位于保定市辖;高-低值空间聚集位于承德、唐山和秦皇岛的县域。2020年、2021年河北省县域科技创新投入-产出的空间溢出效应分组见表6。

表6 2020年、2021年县域科技创新投入-创新产出的空间溢出效应分组

年份	聚集类型	地区
2020	高-高	成安县、肥乡区、广阳区、三河市、永清县、藁城区、鹿泉区、栾城区、新华区、裕华区、长安区、赵县、正定县
	低-低	阜平县、涞源县、顺平县、唐县、任丘市、宽城满族自治县、抚宁区、临城县
	低-高	竞秀区、大厂回族自治县、香河县、桥西区
	高-低	承德县、卢龙县、迁安市、迁西县
2021	高-高	成安县、肥乡区、故城县、香河县、永清县、藁城区、鹿泉区、栾城区、桥西区、新华区、裕华区、长安区、正定县
	低-低	阜平县、涞源县、曲阳县、顺平县、唐县、宽城满族自治县、兴隆县、临城县
	低-高	竞秀区、莲池区、广阳区
	高-低	承德县、卢龙县、迁安市、迁西县

## 4 结论及对策

### 4.1 结论

(1)从空间角度来看,现阶段河北省西北及中东部地区科技创新空间聚集效应显著,由北到南呈上升趋势,其中河北西北地区为科技创新水平滞后地区,而河北的中东部地区及紧邻京津地区为科技创新水平发达地区,整个河北省县域科技创新水平极化效应明显。

(2)从空间角度来看,现阶段河北省的西部、中南部及中东部地区县域经济发展空间聚集效应显著,由西南至东北呈“低-高-低”的发展趋势,中东部地区经济水平较发达,而西南及西北部地区的经济发展滞后,这与县域科技创新水平的空间分布较一致,说明经济发达地区往往科技创新水平较高,印证了科技创新与经济发展水平相辅相成的促进作用。

(3)从经济发展的空间溢出角度来看,廊坊和唐山的部分区县经济发展水平较高且其周边地区

科技创新水平亦高,而张家口、保定、邢台、邯郸的部分区县其经济发展滞后且其周边地区科技创新水平较低,空间溢出效应显著。邢台和保定部分县县的科技创新水平较高,但周边地区的经济发展水平滞后,需通过加速科技成果转化带动周边地区的经济发展。对于秦皇岛和唐山东北部的部分区县其科技创新水平较低但周边地区的经济发展水平较高,这些地区毗邻“高-高”值区域,只要利用好高值区域的扩散和辐射效应,就能够提升自身的科技创新水平。

(4)从县域科技创新投入-产出的空间溢出效应来看,石家庄、廊坊、衡水的部分县县的科技创新投入较高且其周边地区的创新产出亦高。由于省会和京津地区经济交互和知识流动,县域科技创新能够突破行政区域的限制,对相邻地区的科技创新能力产生溢出效应。

### 4.2 对策建议

要提升河北省县域科技创新的整体水平,促进县域科技创新的协调发展尤为重要。为形成河北省县域科技创新网络,提出以下几点建议。

(1)重点连线覆面,促进河北省县域科技创新水平整体提升。从空间格局来看,石家庄、廊坊、唐山是河北省县域科技创新水平高值区域,以这3个区域为核心,借助外力,打破行政区划,通过政策引导、资源共享、项目合作、对口支援(金融、智力资源)等方式辐射周边地区,产生新的“强点”,从而由“点”及“线”,由“线”覆“面”,提升河北省科技创新的整体水平。

(2)紧随“雄安新区”一流创新型城市建设,优化河北省县域科技创新生态。制定改革创新人才、创新条件、创新管理的发展机制,提升抗“虹吸”能力,打破人才、资金、信息、智力等资源的壁垒,增强创新资源的流动性,充分发挥“雄安新区”对河北省的科技创新空间溢出“正”效应。

(3)增强企业自主创新能力,由政府 and 高校主导型创新网络向企业主导型创新网络转变。从河北省县域科技创新投入指标来看,政府财政支出占比较大,企业主要依靠财政拨款和政策扶持实现创新活动。因此,河北省县域科技创新的低值地区应充分利用政府导向作用,突破行政区划限制,通过创新平台和服务机构多元化地与其他企业和高校建立联系,引进人才、技术和智力资源,激发企业自身的创新活力,实现企业自主创新的可持续发展。

## 参考文献

- [1] 王玉珊, 刘道强, 王光辉. 区域创新韧性评价、时空分异及动态演进[J]. 统计与决策, 2024, 40(8): 63-67.
- [2] SANTAMARÍA L, NIETO M J, RODRÍGUEZ A. Failed and successful innovations: the role of geographic proximity and international diversity of partners in technological collaboration[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 166: 120575.
- [3] OBSCHONKA M, TAVASSOLI M, RENTFROW P J, et al. Innovation and inter-city knowledge spillovers: social, geographical, and technological connectedness and psychological openness[J]. *Research Policy*, 2023, 52(8): 104849.
- [4] KORHONEN J E, KOSKIVAARA A, MAKKONEN T, et al. Resilient cross-border regional innovation systems for sustainability? a systematic review of drivers and constraints[J]. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2021, 34(2): 202-221.
- [5] ARISTIZÁBAL J M, GUSTAVO A. Regional economic growth and convergence: the role of institutions and spillover effects in Colombia[J]. *Regional Science Policy & Practice*, 2021, 13(4): 1146-1162.
- [6] ELPIDA S, PAVLOS K, EFTHYMOS K, et al. A system dynamics approach for the development of a regional innovation system[J]. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2024, 13(1): 101186.
- [7] 王新, 汪涛, 张志远. 京津冀地区创新政策对区域创新绩效影响的空间计量分析[J]. 科技和产业, 2022, 22(1): 22-31.
- [8] 马双, 曾刚. 上海市创新集聚的空间结构、影响因素和溢出效应[J]. 城市发展研究, 2020, 27(1): 19-25.
- [9] 姚常成, 吴康. 集聚外部性、网络外部性与城市创新发展[J]. 地理研究, 2022, 41(9): 2330-2349.
- [10] 赵思萌, 赵作权, 赵紫威. 中国技术创新的大规模空间集聚与趋势[J]. 经济地理, 2023, 43(11): 126-134.
- [11] 余振, 李锦坡. 中国区域创新集聚的测度及其影响因素分析: 基于1985—2020年个体专利数据[J]. 江西社会科学, 2023, 43(12): 3-35, 206-207.
- [12] 董克勤, 邹小伟, 张玲颖. 国家创新型县(市)创新效率测度变化及影响因素研究[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(23): 49-55.
- [13] 河北省科学技术厅. 河北省县域科技创新能力监测评价指标解释及审核要点[EB/OL]. (2020-04-20)[2024-03-11]. <https://kjt.hebei.gov.cn/www/ztlb/206817/cxkt/208013/index.html>.
- [14] 河北省科学技术厅. 县域科技创新跃升评价结果[EB/OL]. (2022-03-17)[2024-03-11]. <https://kjt.hebei.gov.cn/www/ztlb/206817/pjjg/index.html>.

## Spatial Aggregation and Spillover Effect of County Science and Technology Innovation: Based on the Data of Hebei Province

MA Teng, WANG Huiling, LIU Ya, GAO Ye

(School of Economics and Management, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050024, China)

**Abstract:** In order to achieve innovation-driven development, county is the bias and vitality, but which is difficulty. Based on the monitoring and evaluation data of science and technology innovation of counties in Hebei Province from 2020 to 2021, the spatial econometrics method was used to study the spatial distribution characteristics, spatial aggregation and spatial spillover effect of science and technology innovation. The results show that the northwest region of Hebei is the lagging cluster area of scientific and technological innovation, while the central and eastern region adjacent to Beijing and Tianjin is the developed cluster area, which presenting the spatial pattern of “collapse in the northwest and rise in the central and eastern regions”. From the perspective of spillover effect, county science and technology innovation-economic development, county science and technology innovation input-county science and technology innovation output have spatial spillover effect.

**Keywords:** county science and technology innovation; spatial agglomeration; spatial spillover