

基于数据包络分析的河北省区域创新效率评价^①

孟玉¹, 高璇雨¹, 贾成真², 冯忠江^{1,3}

1. 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050024;

2. 锦州市第九中学, 辽宁 锦州 121000; 3. 河北省环境演变与生态建设实验室, 石家庄 050024

摘要: 区域创新日渐成为经济学和现代区域科学领域的关注重点, 运用因子分析与数据包络分析(DEA)模型测算河北省各县市创新效率, 采用ESDA方法和克里金法探索创新水平的空间分异特征. 结果表明: 河北省创新效率有效区少、无效区多; 各功能区调整幅度和侧重不同, 环京津区、沿海区的综合效率和纯技术效率较好, 冀中南区规模效率最佳, 而冀西北区需做出全方位调整; 创新效率存在集聚效应, 热点区位于区域中部, 冷点区位于西北部; 河北省创新发展整体呈现多中心结构和核心—边缘结构, 区位因素影响明显; 环京津地区存在明显的中介效应.

关键词: 数据包络分析; 因子分析; 创新效率; 空间集聚; 河北省

中图分类号: G311; F062.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)08-0092-08

近年来, 创新日渐成为催生一个国家或地区经济增长的恒动引擎^[1], 由于创新资源利用率是我国创新能力提升的最大短板, 因此对于区域创新效率的研究迫在眉睫. 区域创新效率指在一定的资源配置条件下, 单位创新产出所消耗的资源投入^[2], 它表明一个地区发展潜力的大小. 目前, 国内对于区域创新效率的研究多集中于省市、省域层面, 李正峰等学者^[3-4]借助DEA方法对中国东、中、西部地区的技术创新效率做出评价, 结果表明三大地区的创新效率具有梯度结构. 针对市域层面, 毛良虎、张贵等人^[5-6]对长江经济带和京津冀城市群等区域的创新效率进行检验, 评定创新系统的运行状况, 提出了相应的建议.

县域作为我国最基本的行政单元, 是创新发展的细胞, 县域创新的发展对提升我国创新能力具有重大意义, 然而对县域创新效率的评价却鲜少涉及, 且大多文章仅停留在定量表达上, 尚未深入探讨创新效率的空间差异及其所反映的经济发展效应. 借鉴以往研究经验, 本研究以河北省132个县级区划为评价基础, 进行创新效率的计算和空间分析, 以期京津冀一体化提供决策依据, 为创新同等水平的地区提供借鉴.

1 研究区概况

河北省作为京津冀协同发展的核心区, 是环渤海地区的枢纽地带. 为提升创新水平, 河北省制定了以增强创新能力、优化创新环境为目标的创新行动计划, 着力构建以科技创新为核心的综合创新体系.

近年来, 河北省创新投入总量有所增长, 但投入强度仍处于较低水平, 2016年R&D经费投入为383.4亿元, R&D人员全时当量为11.14万人/年, 增速缓慢. 科研机构数仅80个, 低于全国平均水平, 科技型中小企业数量较少, 创新指标整体水平较低, 创新发展氛围不浓厚.

地区的创新投入情况很大程度上决定其创新产出水平. 2016年河北省专利申请授权量为3883件, 发

① 收稿日期: 2018-08-01

基金项目: 河北省科技计划项目(15457630D).

作者简介: 孟玉(1993-), 女, 硕士研究生, 主要从事区域经济与土地利用研究.

通信作者: 冯忠江, 教授, 硕士研究生导师.

表科技论文 46 603 篇, 增幅较小. 从历史长期角度看, 河北省曾依靠重工业和化工行业产出了大量的科技成果, 处于全国领先地位, 但随着近年来产业结构的转型升级, 科研发展的短板逐渐显现. 2016 年, 河北省技术市场成交额为 59 亿元, 而北京、天津、山东等地的成交额分别为 3 941 亿、552 亿、396 亿, 可见河北省的技术转移并不活跃, 科技研发对经济增长的贡献不足.

2 数据来源与方法

2.1 指标体系

区域创新系统的运行是从创新资源投入到创新成果产出的转化过程. 鉴于数据可得性和指标多样性, 综合颜莉等人^[7-9]的研究, 从投入、产出 2 方面选取 16 项微观指标构建了河北省县域创新效率评价体系(表 1), 体现县域创新发展的层面, 不涉及具有省域、市域影响的指标.

表 1 河北省创新效率评价指标

类别	评价指标	指标选取	单位
创新投入	创新人力投入	规模以上工业企业 R&D 人员数	人
	创新资金投入	规模以上工业企业 R&D 经费内部支出	万元
		人均全社会固定资产投资	元/人
	创新环境	中小学在校生人数	万人
医疗卫生床位数		床	
万人平均公路里程		km/万人	
创新产出	科技成果	人均公共财政预算支出	元/人
		专利申请授权量	件
	经济发展规模	地区生产总值	万元
		第三产业生产总值	万元
		第三产业产值占 GDP 比重	%
	经济发展水平	人均 GDP	元/人
		人均第三产业产值	元/人
社会效益	城镇居民人均可支配收入	元/人	
	人均公共预算收入	元/人	
区域竞争力	出口总额	万美元	

2.2 数据来源

本研究所需数据主要来自历年《河北省经济年鉴》, 部分数据来自河北省各地级市统计年鉴, 专利申请授权量数据来自于专利搜索网站. Bruce 等人^[10]的研究表明, 创新要素投入产出的时滞期为 1 年, 因此创新投入采用 2015 年数据, 创新产出采用 2016 年数据, 并对其进行了标准化处理.

2.3 研究方法

2.3.1 因子分析法

因子分析法是通过研究数据内部的相互关联, 把原变量重新排列组合, 将相关系数较大的多个变量提炼为少数几个新因子的降维方法, 且这些新因子能够反映出原始数据的主要信息, 避免因数据冗余使得分析失去真实性. 步骤如下:

1) 检测因子分析的适宜度. 常选用 *KMO* 和 *Bartlett* 球度检验进行判定. *KMO* 值越接近 1, 则因子分析的可行性越高. 一般认为, *KMO* 值低于 0.5 时不可进行分析^[11]. *Bartlett* 检验的显著性水平 *Sig.* 值小于 0.01 时即符合因子分析的条件.

2) 提取公因子. 一般采用 2 种方法: 一是提取特征值大于 1 的特征根作为公因子, 二是参考累计方差比例, 若累计方差贡献率超过 80%, 则可判断相应的因子个数.

3) 建立因子变量的旋转矩阵. 对因子载荷矩阵进行正交旋转, 使得某个变量尽量在最少的因子上具有较高载荷值, 以便对公因子的实质意义有更清晰的认识.

4) 计算公因子得分. 由原始变量标准化后的值与因子得分系数的乘积之和求解公共因子得分.

5) 计算综合评价. 综合因子得分由各公因子得分与其贡献率的乘积之和求得.

2.3.2 数据包络分析

数据包络分析(DEA)是由美国学者 Cooper 和 Charnes 等^[12]于 1978 年提出的管理学、运筹学领域交叉研究的方法. 它以相对有效性为基本概念, 研究具有多投入、多产出特点的同质性部门是否有效的一种非参数模型. 其基本原理是根据投入和产出的观测值来估计相对有效的前沿曲面. 模型如下:

$$\begin{cases} \min \theta \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_i \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y_i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

假设有 n 个决策对象 $DMU_j (j = 1, 2, \dots, n)$, 每个对象都有 m 种投入和 s 种产出, 则投入向量表示为: $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T > 0$, x_{ij} 为第 i 种输入的投入量, $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$. 产出向量表示为 $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T > 0$, y_{rj} 为第 r 种输出的产出量, $y_r (r = 1, 2, \dots, s)$. 研究时, 根据变量作用的不同赋予恰当的权重. 则投入权向量为 $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$, $v_i (i = 1, 2, \dots, m)$, 产出权向量为 $u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T$, $u_r (r = 1, 2, \dots, s)$.

根据 DEA 模型, 综合效率(TE)是对配置后的资源能否达到与产出的最优匹配状态的综合考量, 其效率值越接近 1 水平越高, 若效率值为 1, 说明在现存投入状况下, 创新资源发挥了最大效能. 纯技术效率(PTE)体现决策主体管理既定投入并提供相应产出的能力, 其值若未达到 1, 表明在管理和技术方面存在一定缺陷. 规模效率(SE)是衡量创新系统现有生产规模与最佳规模之间差距的指标, 其值若未达到 1, 说明该 DMU 需进行规模因素的调整.

2.3.3 探索性空间数据分析

探索性空间数据分析是检验空间位置相邻样点的某一特征是否显著关联的方法^[13].

1) 全局空间自相关. 全局空间自相关是探索属性值在区域整体空间特征的方法. 常用莫兰指数 I 来衡量, 其取值范围在 $-1 \sim 1$ 之间, 越趋近于 1, 空间关联度越大, $I > 0$ 表示存在空间正相关关系, 即显著聚集. 公式为:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

式中: n 为对象数量; i, j 为对象编号; x_i, x_j 为某属性在空间上的观测值; C_{ij} 为权重.

2) 局部空间自相关. 局部空间自相关通过散点图及 LISA 图来表示属性值的空间异质性, 并明确空间异常值的位置.

LISA 集聚图上的空间图形数据与散点图上的样点一一对应. 可划分为 4 种集聚类型, 即高—高集聚(H—H)、低—低集聚(L—L)、高—低集聚(H—L)和低—高集聚(L—H).

3 结果与分析

采用 SPSS 19.0 分别进行投入、产出公因子的提取, 结果显示, 投入、产出指标 KMO 值分别为 0.741

和 0.704, 且 *Bartlett* 检验 *Sig.* 值拒绝了原假设, 表明适宜进行因子分析. 以特征值大于 1 的特征根个数来确定公因子, 投入、产出指标前 2 个主成分累积方差贡献率均大于 75%, 反映了原始指标的大部分信息, 因此均提取前 2 个公因子. 根据上述结果求得综合因子得分, 并以此为数据基础进行创新效率的评价. 由于 DEA 模型要求数值为正, 但部分得分为负数, 故对其进行了正向化处理.

3.1 创新效率有效性分析

3.1.1 综合效率

从河北省整体来看, 综合效率有效区偏少, 无效区偏多, 在 132 个评价单元中, 有 11 个县区达到有效, 处于生产前沿面上, 在这之中, 市辖区的数量占比约为 45.45%, 创新水平表现优异. 综合效率均值为 0.869, 标准差为 0.09, 可见地区间创新水平存在一定差距. 相对无效区数量高达 121 个, 占比为 91.7%, 其中 40 个县市综合效率值介于 0.9~1 之间, 属于临界有效单位, 稍做调整即可达到有效. 近半数的县市未到平均水平, 其中张家口市效率最低, 为 0.634, 资源浪费率高达 36.6%, 需要进一步调整创新资源的配置状况和利用情况. 根据各地的空间位置和功能定位, 将河北省划分为四大功能区(表 2).

表 2 功能区综合效率

功能区	均值	标准差	有效区数量	处于均值之上 DMU 数量
沿海率先发展区(唐山、沧州、秦皇岛)	0.903	0.062	1	21
环京津核心功能区(廊坊、保定)	0.912	0.072	6	21
冀中南功能拓展区(衡水、邢台、石家庄、邯郸)	0.867	0.080	4	26
冀西北生态涵养区(张家口、承德)	0.766	0.091	0	4

环京津核心功能区的综合效率均值是 0.912, 居于首位, 有效区数量最多, 处于均值之上的地区为 21 个, 占其范围 72.41%. 沿海率先发展区均值为 0.903, 位于均值之上的区域占自身县市的 77.78%, 冀中南功能拓展区均值为 0.867, 达到平均水平的县市占自身行政范围的 46.43%. 最低为冀西北生态涵养区, 为 0.766, 不存在有效区, 均值之上的地区占其范围县市的 20%, 该区域对于创新资源的利用水平尚有极大提升空间.

各功能区内部也存在差异, 冀西北区的标准差最大, 区内差距最为明显. 沿海区内部差距相对较小, 一定程度上反映出地理空间上相临近的地区创新能力更为相似. 差距细微有利于均衡发展, 但各地客观条件不同, 条件允许的地区应充分发挥自身优势, 达到更优异的创新综合效率.

3.1.2 纯技术效率

河北省纯技术效率均值为 0.882, 达到平均水平的县市为 72 个, 约二分之一的区域处于均值以下, 这些区域创新无效的根源在于管理、技术层面的欠缺. 除 11 个完全 DEA 有效区, 仅达到纯技术有效的地区为秦皇岛市区、唐山市区、曲阳县、肃宁县、柏乡县. 纯技术效率最低值是平山县, 为 0.644.

环京津区和沿海区纯技术效率均值为 0.925(表 3), 有效区数量分别为 7 个和 4 个, 达到均值的地区数量分别占其自身政区的 79.31%和 85.19%, 说明这 2 个地区更加注重对资源利用情况的管理监督, 且拥有技术优势, 沿海区纯技术标准差仍然最小, 均衡性较强. 冀西北区纯技术均值仍最低, 为 0.779, 且出现了最大标准差, 不存在纯技术有效区, 均值之上的地区仅占据了 15%的行政区份额, 从侧面反映了该区域迫切需要加强技术、制度方面的创新. 冀中南区纯技术效率均值为 0.876, 均值之上的区域占比 41.07%, 其决策管理与技术发挥处于中间水平.

表 3 功能区纯技术效率

功能区	均值	标准差	有效区数量	处于均值之上 DMU 数量
沿海率先发展区	0.925	0.059	4	23
环京津核心功能区	0.925	0.069	7	23
冀中南功能拓展区	0.876	0.078	5	23
冀西北生态涵养区	0.779	0.091	0	3

3.1.3 规模效率

河北省规模效率在 0.81~1 间,多数地区的规模效率较高,标准差为 0.024,差异性小,均值为 0.95,有 129 个县市达到了最优水平的 90%以上,说明各区域的规模经济效益发展趋势良好,提升空间不大,不能只追求投入的增加.不考虑完全 DEA 有效的地区,仅有赵县、广宗县、安平县、清河县到达规模效率前沿面,处于均值之上的县市有 90 个,占比 68.18%,相较综合效率和纯技术效率来说情况乐观.

冀中南区规模效率均值居首位,为 0.989(表 4),有效区为 8 个,超越均值的地区占据行政单元 69.64%的份额,环京津区和冀西北区紧随其后,均值为 0.986 和 0.983,位于均值以上的地区分别占比 68.97%和 55%,冀西北区不存在有效区.沿海区排在末位,均值为 0.976,仅有 1 个有效区,均值之上的区域占比 74.07%,大多数地区超过了平均水平,但均值仍最低,且标准差最大,原因是唐山市区的规模效率为全省最低值,拉低了整体水平,加大创新生产规模的信号强烈.

表 4 功能区规模效率

功能区	均值	标准差	有效区数量	处于均值之上 DMU 数量
沿海率先发展区	0.976	0.041	1	20
环京津核心功能区	0.986	0.022	6	20
冀中南功能拓展区	0.989	0.013	8	39
冀西北生态涵养区	0.983	0.016	0	11

总体而言,综合效率整体情况较好,纯技术效率优于综合效率,而规模效率较综合效率和纯技术效率有显著提升.

3.2 创新效率空间差异分析

根据创新效率的测算结果,运用 GeoDa 软件探究河北省创新效率的空间关联格局.

3.2.1 创新效率空间关联格局

河北省创新绩效 Moran's I 指数约为 0.367(图 1),表明其全局空间分异为正相关.对其进行显著性检验,结果显示在 99.9%的置信度下,其空间关联度较为明显,表明创新绩效在区域内具有显著集聚效应和相互依赖性.

由散点图可知,评价单元主要分布在第一象限和第三象限即“高一高”区和“低—低”区,共包含 89 个县市,占总量的 67.42%,空间集聚效应强.

为进一步反映河北省内部创新效率的集聚特征,对其进行局部空间关联分析,得到空间异质情况(图 2).由 LISA 集聚图可知,河北省创新效率“高一高”值区域主要包括廊坊市、保定市等 17 个县市.此类单元与周围邻近县市存在明显的正相关关系,即该地区与周围地区的创新效率水平均较高.“低—低”值区域包括承德 8 个地区和张家口 5 个县,此类县市与周围地区创新效率均较低.“低—高”与“高一低”地区分布较为分散.“低—高”值区域为文安县、献县,即该地周围县市创新效率相对较高.“高一低”值区域为尚义县、阳原县、沽源县、遵化市,该地邻近地区效率相对较低.

3.2.2 创新水平类型划分

将河北省县级行政单元划分为三大创新板块:创新繁荣型、创新潜力型、创新落后型,分别对应散点图的第一象限、第二和第四象限、第三象限(图 3).

结果表明,高水平地区数目多,低水平地区数目少,数据结构上形成了“上大下小”的“倒梯形”分布格局.环京津区和沿海区繁荣型县市数量较多,分别为 19 个和 17 个,均超过 60%的行政区份额,创新效率普遍较好.冀中南区近一半的区域属于潜力型,有一定的提升空间.冀西北区落后型区域数量占其自身县区的 80%,且未出现创新繁荣型县市,整体水平低,急需在投入和产出方面做出全方位调整.

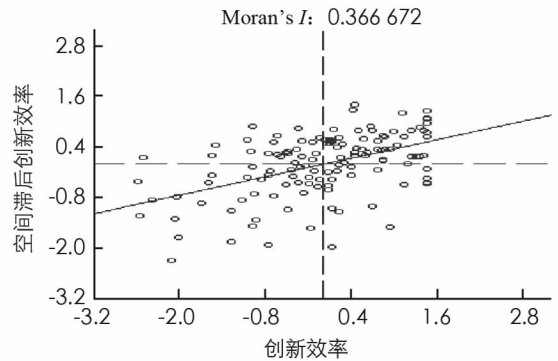
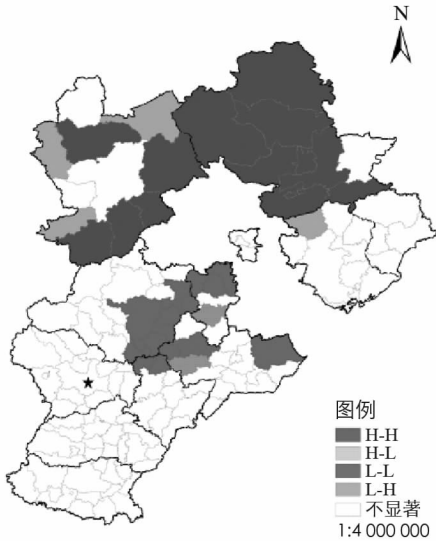
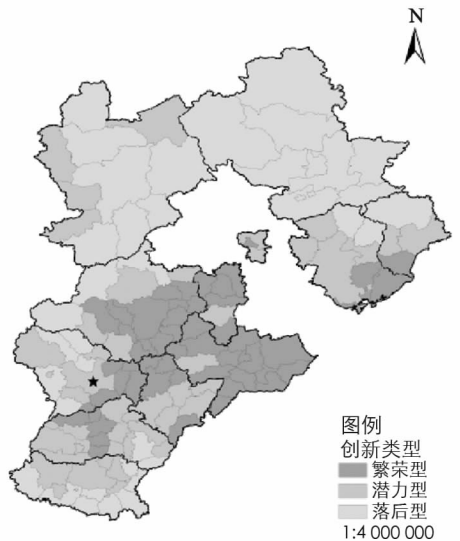


图 1 河北省创新效率 Moran's I 指数



注: 底图来源于河北省制图院, 审图号: 冀 S(2014)09 号

图 2 河北省创新效率 LISA 集聚图



注: 底图来源于河北省制图院, 审图号: 冀 S(2014)09 号

图 3 河北省创新类型分布图

运用 GIS10.0 进行创新绩效空间趋势面分析(图 4), 创新效率在东西和南北方向均呈现倒“U”形趋势, 说明河北省创新效率总体上存在中部高四周低的现象, 趋势面东西方向呈东高西低的特征, 但南高北低分异更为明显, 整体呈现“东南—西北”方向由高水平向低水平发展的态势。

3.2.3 创新效率整体空间分异特征

为深入探索创新绩效的空间特征, 使用克里金法对河北省创新效率进行插值, 使用 K-S 检验法和 QQ 图进行正态分布的检验, 结果显示样点数据服从正态分布特征, 插值后的创新效率空间格局如图 5。

河北省创新水平整体呈现核心—边缘结构, 且由中部向周边区域逐渐扩展。环京津地区形成了创新极化区域。冀西北地区出现了 2 个低值中心, 创新效率以高值区为核心向各方向分异程度不同, 在西北部递减幅度较大但在东部和中部变化平缓。尤其是廊坊、沧州地区比距中心等距的其他地区下降缓慢, 表现为河北省创新能力的次级中心, 唐山地区则形成了孤立的副中心, 河北省创新效率呈现“多中心”结构。

保定、廊坊地区创新效率水平高有赖于中介效应的发挥。边界是区域间要素流转的间隔衔接带。它负责物质、文化信息的筛选与交流, 具有开放性。边界的这种过滤功能就是中介效应^[14]。廊坊位于京津之间, 属于中间和门户地带, 在创新要素流转方面发挥着“中介功能”。保定是北京与

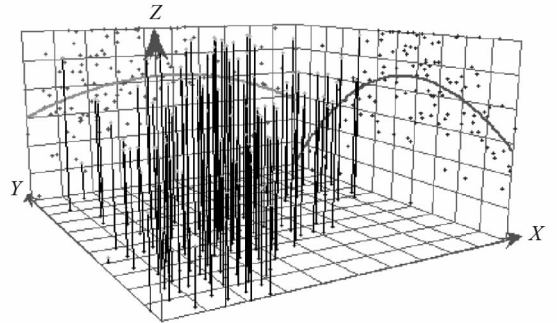
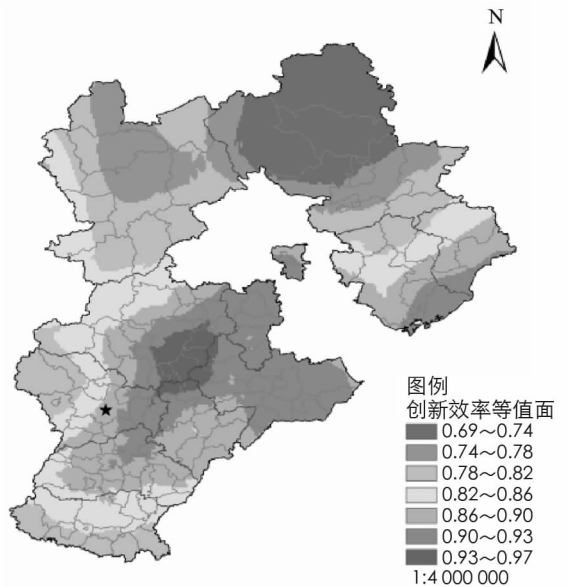


图 4 河北省创新效率全局趋势图



注: 底图来源于河北省制图院, 审图号: 冀 S(2014)09 号

图 5 河北省创新效率空间分异图

石家庄联系的枢纽,其作为京津保科研成果转化基地,承接了京津科技成果转移,受到的创新溢出效应强,综合创新环境优越.雄安新区自设立以来,踊跃吸收和集聚创新要素,新区下辖的雄县、容城县、安新县均为创新繁荣型地区,势必会推动周围地区创新水平的提升.

沧州和唐山 2 地经济的快速发展拉动创新水平的不断提升,最大限度地发挥出了沿海临港优势.唐山市作为京津冀城市群的重要支点,钢铁、石化工业发展基础好.曹妃甸区处于京津冀一体化的战略核心,必然对冀东地区的创新发展起到推进作用.近几年,沧州市实施多项重大科技成果转化项目,以航天业为代表的新兴产业蓬勃发展.沧州渤海新区是“一带一路”北方重要交汇点,创新带动力明显.

冀西北大部分县区处于创新起步阶段,创新系统的组织和运行存在一定问题,整体水平不容乐观.张承地区处于半干旱半湿润过渡区,恶劣的环境直接影响其对创新要素的吸引力.且该地区是京津的生态屏障和资源供给地,这一定位制约着资源的开发,提升创新水平的瓶颈较大.张承 2 地虽紧邻京津,但受到京津极化效应的制约远大于其受到的辐射扩散作用,极大地影响了创新环境的改善.

总的看来,河北省各地区之间的创新效率水平悬殊,若不进一步加强创新资源的合理配置,将会导致冀西北地区进一步被“边缘化”,加剧未来陷入“马太效应”的风险.对此,河北省应立足传统优势行业,着力加强重点行业的技术创新,同时发展新兴产业,推动整体创新水平的发展.

4 结论与讨论

4.1 结论

1) 河北省创新效率有效区偏少,无效区偏多,创新水平存在一定差异.市辖区占据有效区的份额较大,纯技术效率整体水平高于综合效率,而规模效率水平更是显著优于综合效率和纯技术效率.

2) 各功能区创新水平分异明显,调整幅度和侧重有所不同.环京津核心功能区、沿海率先发展区的综合效率和纯技术效率水平良好,但沿海区规模效率处于末位,唐山市区的生产规模亟待提升.冀中南功能拓展区规模效益最佳,而冀西北生态涵养区需要做出全面调整.

3) 河北省创新绩效具有显著集聚效应.热点地区主要集中在沿海区和环京津区,这两大区域繁荣型县市占比较大,创新效率普遍较好;冀西北区为创新效率的冷点区,落后型区域数量最多.

4) 河北省创新发展整体呈现“多中心”结构和核心—边缘结构.环京津地区成为创新极化区域,且由中部向周边区域逐渐递减.沧州、廊坊和唐山表现为河北省创新效率的次级中心.

5) 河北省创新效率格局存在明显的中介效应.环京津地区承接了京津的科研成果转移,在创新要素流转方面发挥着“中介功能”.而冀西北地区接收京津创新辐射相对较少,产生一定的“隔离现象”,且面临着进一步被边缘化的风险.

4.2 讨论

本研究尚且存在一定的不足,在指标的选取方面,鉴于研究对象为县级行政单元,评价指标的丰富性受到了限制,若条件允许,可以增加环境保护方面的指标.因此,本研究对于实际评价结果的解释应当慎重.

参考文献:

- [1] 胥小彤. 基于差异驱动模型的我国大中型工业企业技术创新能力动态评价 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(11): 55-60.
- [2] 关祥勇, 王正斌. 区域创新环境对区域创新效率影响的实证研究 [J]. 科技管理研究, 2011, 31(21): 16-19, 23.
- [3] 李正锋, 逮宇铎, 于 娇. 基于共同前沿方法的中国区域创新效率及差异研究 [J]. 工业技术经济, 2015, 34(5): 12-19.
- [4] 樊 华, 周德群. 中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究 [J]. 科研管理, 2012, 33(1): 10-18, 26.
- [5] 毛良虎, 姜 莹. 长江经济带区域创新效率及空间差异研究 [J]. 华东经济管理, 2016, 30(8): 73-78.
- [6] 张 贵, 李 涛. 京津冀省域创新效率差异演化与空间计量分析 [J]. 地域研究与开发, 2017, 36(4): 13-18.
- [7] 颜 莉. 我国区域创新效率评价指标体系实证研究 [J]. 管理世界, 2012(5): 174-175.

- [8] 张仁寿, 黄小军, 郑传芳, 等. 基于 DEA 方法的区域科技自主创新绩效评价实证研究——以广东南沙为例 [J]. 科技管理研究, 2012, 32(9): 9-14.
- [9] 厉 伟, 蒋 飞. “一带一路”沿线省市区域创新效率的比较研究 [J]. 中国科技资源导刊, 2016, 48(5): 1-5, 18.
- [10] KIRCHHOFF B A, NEWBERT S L, HASAN I, et al. The Influence of University R & D Expenditures on New Business Formations and Employment Growth [J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2007, 31(4): 543-559.
- [11] 李 倩. 互联网环境下的顾客参与对企业技术创新的影响研究[D]. 武汉: 武汉工程大学, 2016.
- [12] 张志高, 袁 征, 张 玉, 等. 基于 DEA—Malmquist 指数的河南省城市旅游效率研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(7): 130-137.
- [13] 李双杰, 白玉莹. 国家重点科技资源支撑区域创新经济产出的空间差异研究 [J]. 科技进步与对策, 2017, 34(24): 33-41.
- [14] 孙 倩. 边界效应与长三角都市圈经济一体化问题研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2011.

Evaluation of Regional Innovation Efficiency in Hebei Province Based on Data Envelopment Analysis

MENG Yu¹, GAO Xuan-Yu¹,
JIA Cheng-Zhen², FENG Zhong-Jiang^{1,3}

1. College of Resource and Environment Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China;

2. Jinzhou No. 9 Middle School, Jinzhou Liaoning 121000, China;

3. Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, Shijiazhuang 050024, China

Abstract: Throughout the world, regional innovation has increasingly become the focus of attention in Economics and Modern Regional Science. Factor analysis method and DEA model are used to calculate the innovation efficiency of counties and cities in Hebei Province. ESDA method and Kriging method are used to explore the spatial differentiation characteristics of innovation level. The results show that Hebei Province has fewer effective areas for innovation efficiency and more ineffective areas; the range of innovation adjustment and the emphasis of each functional area are different. The comprehensive efficiency and pure technical efficiency of the areas that Surrounding Beijing and Tianjin are better, and the central and southern region has the best scale efficiency, while comprehensive adjustment should be made in Northwest Hebei Province; Innovation efficiency has agglomeration effect. The hot spot is located in the middle of the area, and the cold spot is located in the northwest; the overall innovation development of Hebei Province presents “multi-center” structure and core-edge structure, and the effect of location factor is obvious; There is a significant mediating effect around Beijing and Tianjin.

Key words: DEA; factor analysis; innovation efficiency; spatial agglomeration; Hebei Province

责任编辑 胡 杨