

基于数据包络分析法对协同创新效率转化研究

苗满娣

长春理工大学经济管理学院, 吉林 长春

收稿日期: 2025年10月24日; 录用日期: 2025年11月26日; 发布日期: 2025年12月4日

摘 要

随着我国产学研协同创新生态系统不断发展完善, 测算协同创新活动的创新效率, 明确协同创新活动状况, 为推动其提质增效提供数据支撑。本文以全国31个省份为研究对象, 运用数据包络分析(DEA)方法, 对全国分地区高校产学研协同创新投入产出效率进行分析, 并测算投入冗余和产出不足情况, 据此分析DEA无效成因, 最后采用DEA分级有效性评价, 进一步比较得出全国31个省份协同创新活动资源利用率。结果表明, 全国整体产学研协同创新效率总体水平不高, 规模报酬呈递减趋势; 全国各地区高校创新发展不平衡, 东部地区相较于中西部地区资源投入过剩, 产出不足。

关键词

产学研协同创新, 创新效率, 数据包络分析

Research on the Transformation of Synergistic Innovation Efficiency Based on Data Envelopment Analysis

Mandi Miao

School of Economics and Management, Changchun University of Science and Technology, Changchun Jilin

Received: October 24, 2025; accepted: November 26, 2025; published: December 4, 2025

Abstract

With the continuous development and improvement of the industrial-academic-research collaborative innovation ecosystem in China, it is necessary to measure the innovation efficiency of collaborative innovation activities and clarify the status of such activities to provide data support for promoting their quality and efficiency. This paper takes 31 provinces across the country as the research objects and uses the Data Envelopment Analysis (DEA) method to analyze the input-output efficiency of industrial-academic-research collaborative innovation in universities in different regions of the

country. It also calculates the input redundancy and output insufficiency, and analyzes the causes of DEA inefficiency. Finally, it uses the DEA hierarchical effectiveness evaluation to further compare and obtain the resource utilization rate of collaborative innovation activities in the 31 provinces across the country. The results show that the overall level of industrial-academic-research collaborative innovation efficiency in the country is not high, and the scale returns are decreasing. The innovation and development of universities in different regions of the country are unbalanced. The eastern region has excessive resource input and insufficient output compared with the central and western regions.

Keywords

Industrial-Academic-Research Collaborative Innovation, Innovation Efficiency, Data Envelopment Analysis

Copyright © 2025 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

科学技术的发展及形成的创新成果是衡量综合国力的关键指标，近年来，我国正处于加速实施创新驱动发展战略，加速实现高水平自立自强的关键时刻，优化科技资源配置，推动协同创新是我国推动科技发展，提高自主创新能力的重要途径，是实现我国经济可持续高质量发展的重要保障。其中，产学研合作是我国科技创新的重要来源，也是实现协同创新的关键路径[1]。党的二十大报告中指出，“加强企业主导的产学研深度融合，强化目标导向，提高科技成果转化和产业化水平”。

在产学研协同创新生态系统中，高校是技术创造方，是科技发展的先锋军。一方面，高校在进行基础研究与应用研究的过程中，致力于解决学科前沿问题，攻克技术难关，为企业提供技术支持，帮助企业攻克技术难题，提高生产效率，使企业获得更高的经济效益。同时各高校还能为企业不断输送更多高知识优质人才，从而提升企业整体科技创新水平；另一方面，我国各地区高校协同创新资源分配不均，造成了协同创新过程中的低效率，高校创新技术市场转化成功率低，此外产学研协同合作中合作程度不高，也影响协同创新效率，导致效率低下[2]。因此，如何更好发挥高校作用，以提高产学研协同创新水平是新发展阶段我国协同创新发展需要深入思考的问题。

创新效率是指创新投入产出的转化率。创新效率是度量高校科创水平发展的重要指标，是对高校科创管理效率的科学量化度量，是提升科技投入效能，深化资源合理配置，激发创新活力的重要参考因素。因此在研究高校产学研协同发展中发挥作用时，离不开明确高校创新效率。这也使各地区产学研协同创新发展中以高校为主体的创新投入产出效率研究具有现实指标意义。

2. 文献综述

2.1. 产学研协同创新

协同创新这一概念首先由 Peter Gloor 提出，逐渐从强调个体自我激励与网络协作的初始概念，发展为涵盖多元主体资源整合与制度协作的复杂系统，Gloor 将其定义为“由自我激励个体构成的网络社群，通过数字工具实现共同目标的协作机制[3]”。在此基础上，国内研究进一步拓展了其组织内涵与制度维度。罗啸潇等学者认为协同创新是企业以及知识创造主体和各中介结构，以攻克技术难关，实现科技创

新为目标,促进科技创新及实现成果转化的目的,为此开展的一系列合作[4]。产学研协同创新是一种不同主体合作创新的重要形式,它是指企业、高校和科研院所等各方主体以资源互补,共担风险,共享利益为基本原则,以合作方式开展知识创造,进行技术研究、开发以及应用,以此促进各主体可持续发展,促进科学技术的发展和经济的增长。企业,高校和研究机构形成一个创新生态系统,通过跨组织合作,合理共享各主体之间拥有的不同资源,通过主体间协调运作,对各种技术和知识资源合理配置,最终实现科技成果共享并且保证技术成果与市场需求相匹配的目标[5]。然而,现有研究多停留在合作模式的描述层面,对协同效果的影响仍缺乏批判性探讨,这构成了本研究试图弥补的理论缺口。

2.2. 创新效率研究

产学研协同作为国家创新体系的核心载体,其效率问题直接影响创新战略的实施效果。尽管既有研究普遍采用数据包络分析(DEA)方法考察 R&D 投入产出关系,但在理论框架与研究设计上仍存在明显局限。从研究的角度出发,现有以国家政府为投入对象,对以国家政府对高校创新研究投入探究高校创新产出水平,例如陈红喜等[6]与郝春梅等[7]分别从政产学研协同与财政投入角度分析创新效率,却未能将区域创新系统理论纳入分析框架,忽视了制度环境与空间异质性的调节作用;从研究对象来看,主要探究某个或某些省份或地区的不同高校创新效率,缺乏对全国范围内区域协同创新效率的比较研究。例如,刘小彩等[8]、卜德娴等[9]分别以河南省、上海市为研究对象,研究高校投入产出效率,探究创新效率成果;李瑞[10]探究山西省高校 R&D 资源配置与经济增长的关联度;陈丽莉等[11]对成渝城市群高校 R&D 知识溢出研究区域创新能力。学者们虽关注区域案例,但未构建跨区域的系统比较框架,难以揭示制度环境与空间结构对效率形成的协同机制;王璐等[12]以中部六省对象探究高校 R&D 经费支出与经济增长之间的关系。已有的研究设计国内许多具体省份,但以全国不同省份为视角进行对比文献较少。为此,本研究将构建融合协同创新与区域创新系统的理论框架,通过全国层面的跨区域比较,分析制度安排、资源流动与空间结构对创新效率的协同影响机制,从而在理论上突破现有研究的局部性局限,为完善国家创新体系提供系统化的政策启示。

考虑到全国 31 个省份样本充足,容量较大,本文选取 31 省份为研究对象,基于 2021~2022 年的高校 R&D 活动数据,采用 DEA 分析法通过模型以及 DEA 分级比较来深入研究全国高校创新活动转化的总体水平,探讨东中西部地区创新效率差异,为全国产学研协同创新战略的可持续发展提供参考。

3. 研究设计

3.1. 研究方法

数据包络分析法(DEA)是一种基于线性规划的方法,它能综合考虑多种投入和产出指标,可以用来比较相似服务中同类单位的效率[13]。DEA 分析方法可以使多项投入产出指标数据转换为分子与分母的效率比,而不必将其转换为同一货币单位,也不必计算未考虑的服务成本。因而与其他简单比率或单一指标相比,使用 DEA 分析法,以投入产出组合的状况来度量决策单位的效率,是一种更为全面和精确的方法。DEA 分析法对多个投入产出指标的处理有其独到之处。

DEA 分析法主要包括 CCR, BCC, SBM 等多种模型。其中最为广泛使用的则是由 Charnes 等[13]提出的 CCR 模型。在 CCR 模型中,CCR 模型的基础是规模报酬固定。而 BCC 模型是对 CCR 模型的一种修正,它以固定规模报酬为基础,引入了规模报酬可变的情形。本文认为创新投入的变化会引发产出变量的改变,而决策单元的规模报酬也会发生改变。在此基础上,本文选择构建基于规模报酬可变的 DEA-BCC 模型作为测算方法,从技术效率、规模效率以及综合效率三个维度,对全国各省份高校的创新转化效率进行实证研究。

BCC 模型是以规模报酬可变为基础, 假定 n 个决策单元(DMU)中每一个任意 DMU _{j} ($j = 1, 2, \dots, n$), 采用 m 个投入变量 x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$), 得到 s 个产出变量 y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$)。BCC 模型设置表达为:

$$\text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

其中, $j = 1, 2, \dots, 31$ (DMU = 31)表示为全国 31 个省份高校创新效率研究的决策单元; x 是全国 31 个省高校创新效率研究的投入变量, y 是全国 31 个省高校创新效率研究的产出变量。

若 $\theta = 1$, $s^+ = s^- = 0$, 则表示决策单元科技创新效率达到 DEA 有效;

若 $\theta = 1$, $s^+ \neq 0$, 或 $s^- \neq 0$, 则表明某决策单元技创新效率为弱 DEA 有效状态;

若 $\theta < 1$, 则表明决策单元科技创新效率为 DEA 无效, 需要高进技术或规模。

当 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 时, DMU 规模有效, 也就是决策单元达到最大产出规模; 当 $\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1$ 时, DMU 规模无效, 此时有两种情形, 一种是规模报酬递增(irs), 另一种是规模报酬递减(drs)。在规模报酬递增的条件下, 如果加大投入, 产出的增长速度将加快, 此时应该加大投资力度以扩大生产规模; 在规模报酬递减的条件下, 意味着产出增速比投入增速慢, 在这种情况下, 要想提高总体效率, 就需要减少生产规模[14]。

此外, 纯技术效率是指在一定条件下, 能够最大限度利用现有资源, 也就是能够在一定投入变量下, 使其产出达到最大或者是在一定产出变量下, 使其投入达到最小化的能力。在纯技术效率值为 1 的情况下, 决策单元 DMU 已经达到技术有效水平, 此时这一阶段既不需要减少投入, 也不需要增加产出[14]。

3.2. 指标选取及数据来源

本研究将科技创新效率划分为投入和产出两大指标, 投入指标需要能够体现出各省份高校在科技创新研究上的投入成本之和, 而产出指标需要能够体现各个省份高校科技创新转化产出项目。根据数据获取的难易程度, 各投入产出指标的影响程度以及 R&D 资源配置特征, 本文在与已有的研究成果相结合的基础上[15-17]上, 选取 2 个投入指标和 5 个产出指标。在这当中, 投入指标包括了各省份高校 R&D 人员全时当量, 其表示在科技创新研究方面的人员投入; 以及 R&D 企事业单位委托经费投入, 用来表示产学研协同创新研究的资本投入。产出指标选择各省份高校发表的科技专著数、科技论文数以及专利申请数作为创新研究直接产出; 选择当年技术转让或实际收入视为创新成果转化的间接产出; 以及成果授奖数来衡量创新研究活动的质量水平。

因为投入与产出之间存在一定的滞后, 本文采取产出为投入滞后 1 年的数据的方法来衡量产学研创新效率, 以此提高数据的客观性。为此, 本研究 2021 年的创新投入指标和 2023 年的产出指标数据, 研究所用数据均来源于由教育部科学技术司 2022~2023 年编制的《高等学校科技统计资料汇编》, 共以 31 个省份作为决策单元。

4. 研究结果分析

4.1. 各地区高校 R&D 资源配置效率分析

考虑到不同省份投入资源 and 创新能力存在差异, 所以将全国 31 个省按照地区分为东中西三部分。将

2022~2023 年各省投入产出指标数据输入 BCC 模型中,随后使用 DEAP2.1 软件进行操作,最终得到(见表 1)DEA 分析结果。其中,根据纯技术效率值 \times 规模效率值 = 综合效率值关系,我们将从三方面进行分析。

从综合效率角度看,全国总体科技创新转化综合效率为 0.49,东中西部地区分地区高校科技创新转化效率分别为 0.442、0.456、0.731,表明从全国总体角度说,全国创新研究投入转化效率水平整体不高,东部创新转化效率最低,其次中部,西部最高。根据省份细看,仅有海南、安徽等 8 个省份实现 DEA 有效,说明这些省份在现有投入水平下,达到了最优产出和规模,换言之,在确定要素价格条件下实现了投入产出。可以发现的是,东部地区 11 个省中仅海南一省达到 DEA 有效,占 9%;中部地区也只有安徽达到 DEA 有效,占 12.5%;西部地区有 6 个省份达到 DEA 有效,占 50%。然而,综合效率是由纯技术效率和规模效率两个方面来衡量的,但因各地区和各省份高校研发能力、技术水平和管理重点等方面存在差异,也就是研发与实际需求存在差异,因此在一定投入水平下,西部地区的产出效率和规模水平平均优于东中部地区,进而造成区域综合效率的差距。此外,全国 31 个省份中有 23 个省份显示 DEA 弱有效或者无效,占全国整体 74.19%,结果表明全国多数省份高校在协同创新研发中,外部资源投入过度,规模发展不合理,资源利用效率低下。

从纯技术效率角度来看,全国总体科技创新转化纯技术效率以及中西部地区局部纯技术效率均为 1,东部地区纯技术效率为 0.847,都高于综合效率。其中,从各省来看,纯技术效率为 1 的省有 18 个,占 58.06%,超过半数省份高校实现 DEA 技术有效,这意味着投入相对产出最小或者产出相对投入最大,达到了最大投入产出效率,在此情况下,既没有对于投入,也不存在不充分产出。另外,13 个省份高校纯技术效率均低于 1,属于 DEA 技术无效,说明这些省份都存在着不同程度的投入冗余和产出不足。东部地区有 5 各省份达到 DEA 技术有效,占 36.36%;中部地区吉林、安徽、江西以及河南省达到 DEA 技术有效,占 50%;西部地区有 10 省达到 DEA 技术有效,占 83.33%。研究结果显示,西部地区纯技术效率远高于东中部地区,在全国 18 个达到 DEA 技术有效省份中,西部地区占了 10 个,表明西部地区创新资源利用更充分,效率更高。

从规模效率角度来看,DEA 规模有效是指规模报酬不变,全国整体以及东中西部局部均是规模无效,全国整体规模效率最低为 0.49。其中,分省份而言,达到 DEA 规模有效的有 8 个省份,其余都处于规模报酬递减状态,这表明我国大多数省份均存在规模无效现象,即要素投入的增长速度高于产出增速,存在边际收益递减效应。DEA 规模有效的省份中,来自东、中部地区及西部地区在各自地区总体占比分别为 9.1%、12.5%、50%。表明西部地区资源配置更均衡,投入产出组合更加有效。

Table 1. Analysis results of input-output efficiency of collaborative innovation in Industry-University-Research, a university in different regions of China from 2022 to 2023

表 1. 2022~2023 年全国分地区分省份高校产学研协同创新投入产出效率分析结果

区域	地区	综合效率值	纯技术效率值	规模效率值	规模效率
东部地区	北京市	0.57	0.85	0.67	drs
	天津市	0.54	0.9	0.6	drs
	河北省	0.28	0.64	0.44	drs
	辽宁省	0.32	0.44	0.73	drs
	上海市	0.39	0.41	0.95	drs
	江苏省	0.35	0.65	0.54	drs
	浙江省	0.57	0.88	0.65	drs

续表

	福建省	0.62	1	0.62	drs
	山东省	0.80	1	0.80	drs
	广东省	0.65	1	0.65	drs
	海南省	1	1	1	-
中部地区	山西省	0.35	0.75	0.47	drs
	吉林省	0.57	1	0.57	drs
	黑龙江省	0.39	0.46	0.85	drs
	安徽省	1	1	1	-
	江西省	0.88	1	0.88	drs
	河南省	0.47	1	0.47	drs
	湖北省	0.55	0.77	0.72	drs
	湖南省	0.33	0.65	0.52	drs
西部地区	内蒙古自治区	1	1	1	-
	广西壮族自治区	1	1	1	-
	重庆市	0.96	1	0.96	drs
	四川省	1	1	1	-
	贵州省	1	1	1	-
	云南省	0.96	1	0.96	drs
	西藏自治区	1	1	1	-
	陕西省	0.59	0.80	0.74	drs
	甘肃省	0.44	1	0.44	drs
	青海省	0.6	1	0.6	drs
	宁夏回族自治区	1	1	1	-
	新疆维吾尔自治区	0.55	0.92	0.60	drs
	东部地区	0.44	0.85	0.52	drs
	中部地区	0.46	1	0.46	drs
	西部地区	0.73	1	0.73	drs
	全国	0.49	1	0.49	drs
	平均值	0.65	0.88	0.73	

注：drs 表示规模报酬递减，irs 表示规模报酬递增，-表示规模报酬不变。

4.2. DEA 无效地区高校 R&D 投入冗余与产出不足分析

通过对上述数据的分析发现，全国仅有 8 个省份达到 DEA 有效状态，其中有 74.19%地区是无效状态，因此对 DEA 无效的成因进行研究就显得尤为重要。在对各省份高校 DEA 无效的成因进行研究时，可以利用各投入和产出指标中的松弛变量，对其进行分析。在此基础上，并结合原始数据，可以对各省

份高校协同创新研发活动进行测算，得出投入冗余值和产出不足值。其中，投入冗余值是指各决策单元中相对投入过多的指标，产出不足值是指各决策单元相对投入过少的指标，通过投入冗余和产出不足值可清晰显示出各决策单元需要改进的方向和改进程度。根据数据测算出本研究投入冗余和产出不足值。具体数值结果如表 2 所示，有 13 个省份投入产出正常不存在冗余或不足。具体指标上，在投入指标中，十三个省份均存在人力、资本投入冗余，说明人员利用率低，企业资本投资量远多于产出量，资源利用不足；在产出指标中，因转让获得实际收入指标和成果授权数产出不足的省份最少分别仅有 3 个和 5 个，占比为 23.07%、38.46%，说明尽管在产学研协同创新研发过程有问题，但是实际成果转化间接产出较为稳定，创新转化质量较高；实际成果转化直接产出科技专著、论文数以及专利申请数三个指标产出不足较多，13 个省份均有不同程度的产出不足。

Table 2. Input redundancy and output deficiency of invalid provinces by region in China in 2022~2023

表 2. 2022~2023 年全国分地区 DEA 无效地区投入冗余值和产出不足值

地区		产出不足值				投入冗余值		
		科技专著/部	科技论文/篇	专利申请数/项	技术转让获得实际收入/千元	成果授权/项	R&D 人员全时当量/人年	企事业单位委托经费/千元
东部地区	北京市	640	36,801	14,467	0	0	713	1,852,374
	天津市	161	2026	5776	0	0	89	248,703
	河北省	0	0	2975	37,689	0	931	443,797
	辽宁省	19	0	2444	0	0	1939	2,109,342
	上海市	140	0	2564	0	86	2219	4,109,596
	江苏省	1068	13,477	0	0	149	4781	4,415,244
	浙江省	525	18,596	0	133,823	80	435	615,505
中部地区	山西省	0	0	3273	0	1	408	165,348
	黑龙江省	0	0	210	0	8	711	1,520,676
	湖北省	244	31,348	7499	0	0	1359	1,232,164
	湖南省	0	2724	209	39,329	0	1131	846,843
西部地区	陕西省	118	12,410	5606	0	0	621	1,198,325
	新疆维吾尔自治区	53	0	1622	17,246	0	76	15,749

4.3. 各地区 DEA 分级有效性评价

为了解 31 个省份协同创新研发投入产出情况优劣，运用 DEA 法对各省份协同创新效率进行有效性测度，从而得出分级评价。在这过程中，如果决策单元评价值为 1，则达到 DEA 有效，反之被视为 DEA 无效。但实际上不能以评估值的大小来对各无效决策单元之间的优劣性进行排序和比较。在进行分级评价时，首先进行一次评价，剔除所有有效 DMU，然后再次评估余下的无效 DMU，这样重复测算，直至所有 DMU 均为有效或者均为无效时，才能停止测量。在这些分级中，第一次评价为 DEA 有效的决策单元是第 1 级有效，同样的，第二次评价为有效则是第 2 级有效，并以此往后分级，就得到 DEA 效率分级有效评价结果。采用 BCC 模型对原始数据和分析结果进行 DEAP2.1 的求解，过程中经过 4 次评价，得出了全国各省份高校分级评价结果。从研究结果(见表 3)可以发现，东部地区整体分级靠后，西部整体分级靠前，中部适中。

Table 3. Effectiveness of input-output classification of collaborative innovation in industry-university-research for universities and colleges in China in 2022~2023

表 3. 2022~2023 年全国分地区高校产学研协同创新投入产出分级有效性

地区	第 1 次			第 2 次			第 3 次			第 4 次	
	评价值	有效性	规模效益	评价值	有效性	规模效益	评价值	有效性	规模效益	评价值	有效性
东部地区	北京市	0.57	无效	-	0.90	弱有效	-	1	有效	不变	
	天津市	0.54	无效	-	0.92	无效	-	1	有效	不变	
	河北省	0.28	无效	-	0.47	无效	-	0.77	无效	-	1 无效
	辽宁省	0.32	无效	-	0.42	弱有效	-	0.67	无效	-	1 无效
	上海市	0.39	无效	-	0.56	弱有效	-	0.71	无效	-	1 无效
	江苏省	0.35	无效	-	0.41	无效	1	0.63	无效	-	1 无效
	浙江省	0.57	无效	-	0.78	有效	不变				
	福建省	0.62	无效	-	1	无效	-	1	有效	不变	
	山东省	0.80	弱有效	-	1	弱有效	-	1	有效	不变	
	广东省	0.65	无效	-	0.87	有效	不变	1	有效	不变	
	海南省	1	有效	不变							
中部地区	山西省	0.35	无效	-	0.83	弱有效	-	1	有效	不变	
	吉林省	0.57	无效	-	1	有效	不变				
	黑龙江省	0.39	无效	-	0.678	无效	-	1	有效	不变	
	安徽省	1	有效	不变							
	江西省	0.88	弱有效	-	1	有效	不变				
	河南省	0.47	无效	-	0.75	无效	-	1	有效	不变	
	湖北省	0.55	无效	-	0.66	无效	-	1	有效	不变	
	湖南省	0.333	无效	-	0.41	无效	-	0.72	无效	-	1 无效
西部地区	内蒙古自治区	1	有效	不变							
	广西广西壮族自治区	1	有效	不变							
	重庆市	0.96	弱有效	-	1	有效	不变				
	四川省	1	有效	不变							
	贵州省	1	有效	不变							
	云南省	0.96	弱有效	-	1	有效	不变				
	西藏自治区	1	有效	不变							
	陕西省	0.59	无效	-	0.90	弱有效	-	1	有效		
	甘肃省	0.44	无效	-	0.73	弱有效	-	1	有效		
	青海省	0.6	无效	-	1	有效	-				
	宁夏宁夏回族自治区	1	有效	不变							
	新疆维吾尔自治区	0.55	无效	不变	1	有效	-				

5. 研究结论与建议

5.1. 研究结论

全国整体产学研协同创新效率总体水平不高。全国整体创新投入产出效率表现出 DEA 无效,并且整体综合效率值仅为 0.49,此外全国局部分地区高校投入产出效率均未达到 DEA 有效,其中全国各省高校达到第 1 级 DEA 有效的有 8 个省份,仅占全国各省高校的 25.81%。部分高校投入产出效率有待提高,创新效率不高主要受规模效率值低影响,多数省份高校投入产出规模不合理,规模效率呈现出递减趋势。

全国各地区高校创新发展不平衡。西部地区创新投入产出转化更为稳定,能达到 DEA 有效的占全国省份最多,东部地区创新投入产出转化效率较低。从协同创新发展活动的投入转化分层有效性等级评价中,全国 31 各省共分为 4 级,不同省份 DEA 效率值差距较大,并且东中部地区省份层级有效性较低。

DEA 无效省份高校产出不足在人力和资本投入方面上均有体现,产出不足主要体现在科技专著、论文数以及专利申请数方面。投入冗余指标在 DEA 无效省份均存在投入冗余,科技专著、论文数以及专利申请数三个直接反映创新活动产出指标是大多数 DEA 无效省份均存在的问题,其中科技论文数不足是最为主要的产出不足方面。

5.2. 建议

第一,优化全国创新资源配置,推动全国协同创新活动均衡发展。虽然从结论中可得出西部地区相比东中部地区而言,创新效率较高,但是具体投入指标具体数值时可发现西部地区总体低于东西部地区。反而尤其东部地区投入是西部地区的近三倍,创新转化效率反而比西部地区低,因此要均衡全国创新资源,根据研发规模大小,技术水平以及科研能力,合理配置东中西部地区资本投入比例,可根据科研情况以及综合实力,优化人力资源,促进全国各地高校资源投入合理,确保创新转化效率更高效,从而达到全国产学研协同创新共同进步,协同发展。

第二,加强区域间协同创新,整体提升创新效率。东中西部地区高校要加强合作,创新效率低的省份向协同创新发展好效率高的省份学习借鉴,构建一条符合自己发展的产学研协同创新发展道路,东部地区可将冗余资本让中西部地区迁移,共享资源,共同提升各地区创新成果转化水平;并且,鼓励东部地区高校对口援助中西部地区,可推动中西部人才引进,增强人员素质,从而提高创新发展能力,提高创新成果产出效率。此外,因为科技专著、论文数以及专利申请数三个直接反映创新活动产出指标是大多数 DEA 无效省份均存在的问题,其中科技论文数不足是最为主要的产出不足方面。因此全国各省份高校要积极进行研发,依据市场需要,根据国家导向,有针对性的进行科技创新活动,努力发表有深度有启发意义的科技论文,专著为企业发展进行良好的启发作用,推动企业科技能力更好的提高,健全专利保护机制,建立完整有效的高校企业之间专利使用权以及专利获益分配的体系,从而推动高校创新能力成果转化。

第三,继续深化产学研协同创新发展。根据结论可知,导致我国部分省份 DEA 无效的主要原因是规模效率值低,规模效率无效所导致,因此在产学研过程中,一方面鼓励企业积极寻求高校合作,借助高校知识力量,科技成果优势,从而解决企业在经营中遇见的管理问题,技术难题,提高企业科技实力;另一方面,高校要有忧患意识和责任担当,努力进行创新发展,提高科研实力,从而在增强自己知识产出能力的同时,吸引外部合作,推动知识转化,推动高校在发展过程中紧跟时代发展步伐,顺势发展,避免闭门造车现象的发生。此外,要加强在产学研协同发展过程中政府的力量,利用政府力量,在完善产学研协同发展政策过程中,借助政府这个中介,推动更多高校和企业之间稳妥的合作,也能保护高校和企业二者合法权利。

参考文献

- [1] 罗啸潇, 王婷. 产学研协同创新效率研究[J]. 技术与创新管理, 2020, 41(4): 336-343.
- [2] 樊霞, 赵丹萍, 何悦. 企业产学研合作的创新效率及其影响因素研究[J]. 科研管理, 2012, 33(2): 33-35.
- [3] Gloor, P.A. (2005) *Swarm Creativity: Competitive Advantage through Collaborative Innovation Networks*. Oxford University Press.
- [4] 罗啸潇. 我国产学研协同创新效率评价研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2023.
- [5] 程春. 基于 DEA-Tobit 的我国制造业产学研协同创新效率评价及路径提升[J]. 江汉大学学报(社会科学版), 2020, 37(3): 98-106.
- [6] 陈红喜, 颜廷远, 袁瑜. 政产学协同视角下 R&D 投入与高校科技成果转化: 基于长三角高校数据的互动关系研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(19): 116-123.
- [7] 郝春梅, 刘牧. 我国高校财政性 RD 项目评审的现状与思考——以国家重点实验室评估专家构成为例[J]. 高教论坛, 2020(12): 72-77.
- [8] 刘小彩, 韩宗霖, 付宁, 许昭一. 河南省高校 RD 产出对经济发展的影响研究[J]. 河南教育学院学报(哲学社会科学版), 2023, 42(1): 89-92.
- [9] 卜德娴, 李红艳. 基于数据包络分析的上海市高校 RD 投入产出效率研究[J]. 科技创新发展战略研究, 2022, 6(5): 1-9.
- [10] 李瑞. 山西省高校 RD 资源配置与经济增长的灰色关联度研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西财经大学, 2022.
- [11] 陈丽莉, 颜锦江. 成渝城市群高校 RD 知识溢出与区域创新能力研究[J]. 软科学, 2021, 35(12): 62-67.
- [12] 王璐, 辛斐斐, 郭书君. 中部六省高校 RD 经费支出与经济增长关系的实证研究[J]. 山东高等教育, 2021, 9(4): 32-38.
- [13] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [14] 黄奕祥, 胡正路. 数据包络分析在评价乡镇卫生院投入产出效率中的应用研究[J]. 中国卫生经济, 2004(4): 61-64.
- [15] 李俊龙, 谭涛. 研究与开发机构科技创新效率测度及提升对策——基于数据包络分析和 Malmquist 指数法[J]. 科技管理研究, 2023, 43(4): 94-99.
- [16] 秦旭, 陈士俊, 刘文鹏. 天津市高等学校 R&D 活动产出的现状分析及相关对策[J]. 科学学与科学技术管理, 2002, 23(10): 40-43.
- [17] 莫姝, 王婷. 基于三阶段 SE-SBM 模型的产学研协同创新效率演化研究[J]. 科技与经济, 2022, 35(1): 41-45.