

中国科技成果转化效率分段测度及区域比较

廖 翼¹, 范 澳¹, 姚屹浓²

(1. 湖南农业大学 商学院, 长沙 410128; 2. 湖南劳动人事职业学院, 长沙 410199)

摘要:利用 2011—2019 年中国 30 个省(直辖市、自治区)科技投入、产出数据,对科技成果转化活动的研发阶段和转化阶段效率进行测度,基于时间和空间维度进行动态分析。结果表明:相比“十二五”时期,中国科技成果研发效率和转化效率在“十三五”时期都有所增长,且研发效率高于转化效率;分区域来看,西部地区研发效率最高,但转化效率最低,东部地区则在转化效率上领先其他地区。提出的对策建议包括建立政产学研一体化科技转化服务平台,鼓励各省份之间取长补短、优化科技投入-产出结构。

关键词:研发效率;科技成果;转化效率;分段测度;区域比较

中图分类号:G644.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)08-0020-05

科技创新是中国实现高质量发展、应对百年未有之大变局的战略支撑。自党的十八大提出“科技创新必须摆在国家发展全局的核心位置”,中央及地方政府出台了系列政策以全面落实创新驱动发展战略,中国科技实力明显增强,重大创新成果竞相涌现。2019 年,中国 PCT 国际专利申请量首次超过美国,位居世界第一,2020 年再次蝉联,总量达到 68 720 件;2019 年全国技术市场合同成交额突破 2.2 万亿元,较 2013 年增长 87.29%;量子信息、中微子、干细胞等前沿领域开始进入并行、领跑阶段。然而,科技创新能力和水平高低不仅体现在科技成果数量和质量上,同时也体现在科技成果转化的数量、质量和速度上^[1]。

无论对国家、区域,还是产业,科技成果转化均具有重要战略意义,因此国内外学者均对该领域给予密切关注。研究热点主要聚焦以下 3 方面:

1)科技成果转化现状和问题。尽管中国科技成果转化取得了长足发展,但各行业、地区普遍面临技术创新成果难以转化和转化后很难取得重大经济效益的难题^[2-3]。

2)科技成果转化效率及其影响因素。主要从投入—产出角度,即对科技成果转化效率进行测度,研究对象以高校为主,研究区域覆盖全国各省(直辖市、自治区)。部分文献进一步运用面板数

据开展回归分析,实证检验各影响因素对转化效率的作用。研究显示,高校科技成果转化效率逐年提高,区域经济状况、金融发展程度、对外开放程度、产业结构、政府支持等均发挥了显著作用^[4-5]。

3)科技成果转化政策演进。从政策发布数量、发布主体、政策文本类型、政策工具、政策力度等维度对科技成果转化政策演进特征进行分析,归纳总结现有政策体系存在的问题,并提出完善建议,如加强部门协作、平衡工具使用等^[6-7]。

已有有关科技成果转化效率研究仍有不足之处。首先,研究对象主要以高校为主,对其他创新主体投入、产出考虑较少。虽然高校是中国科技成果最主要的供给主体,但研究与开发机构的科技产出,如科技论文发表数量、出版专著数量也非常多。此外企业在新产品开发方面的经费投入也会影响科技成果转化效率。其次,缺乏对不同阶段科技成果转化效率的对比研究。多数文献侧重分析整体趋势,聚焦区域比较,鲜少关注不同阶段科技成果转化效率变化。基于此,本研究在综合考虑多主体投入、产出指标下,基于 DEA 模型测算中国科技成果转化效率,并对其进行分段(“十二五”“十三五”)和区域比较,以全面揭示近年中国科技成果转化效率及其变动。

收稿日期:2021-03-19

基金项目:湖南省自然科学基金(2018JJ3248);湖南省教育厅科学研究一般项目(18C0138)。

作者简介:廖翼(1986—),女,湖南株洲人,湖南农业大学商学院,讲师,农林经济管理博士,研究方向为农业市场与贸易、公共政策;范澳(1999—),女,湖南长沙人,湖南农业大学商学院,学生,研究方向为市场营销;姚屹浓(1987—),男,湖南慈利人,湖南劳动人事职业学院,讲师,企业管理硕士,研究方向为市场营销。

1 模型构建与指标选取

1.1 评价模型

由于 DEA 方法无须具体函数形式,且不需要任何权重假设,依靠决策单元的投入、产出实际数据计算出最优权重,具有很强的客观性,因而被广泛应用于决策单元有效性综合评价问题。参考已有文献,选择合适的投入、产出指标,构建规模报酬可变情形下的 DEA 模型,对中国科技成果转化效率进行测度。假设要测算科技成果转化效率的决策单元有 n 个,每个决策单元中投入要素数量为 m ,产出要素数量为 s , x_{ij} 表示第 j 个决策单元中,第 i 种投入要素的投入量, y_{rj} 表示第 j 个决策单元中,第 r 种输出的产出量。则基于产出导向的规模报酬可变模型为

$$\begin{cases} \min [\theta - \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s_i^- \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \\ s_r^+ \geq 0, r = 1, 2, \dots, s \end{cases} \quad (1)$$

1.2 指标与数据说明

科技成果转化活动包括科技成果形成和科技成果转化两个阶段。在总结和参考前人研究的基础上,选用研究与开发人员全时当量、研究与开发经费支出作为成果形成阶段投入指标,专利授权数量、科技论文发表数量、科技专著出版数量作为产出指标。成果转化阶段的投入指标除包括上一阶段的产出指标外,新增规模以上工业企业的新产品

开发经费支出,产出指标为技术合同成交额和规模以上工业企业的新产品销售收入。

以全国 30 个省(直辖市、自治区)(不含西藏、香港、澳门和台湾)作为研究单元,选取 2011—2019 年指标数据,测度科技成果转化效率。所用数据来源于 2012—2020 年《中国科技统计年鉴》,数据描述性统计结果见表 1。

2 科技成果转化效率测评结果及比较

2.1 科技成果转化效率的分段比较

将全国 30 个省(自治区、直辖市) 2011—2019 年的科技成果投入、产出数据导入软件 DEAP2.1,并基于规模报酬可变和产出导向,测算出中国科技成果转化效率。相比“十二五”时期,科技成果研发效率和转化效率在“十三五”时期(不含 2020 年)均得到提升(图 1),这得益于中国科技成果转化政策体系的日益完善。2015 年 8 月,《中华人民共和国促进科技成果转化法》得到修正,加大了对成果完成人以及在成果转化中做出重要贡献人员的奖励力度;进一步下放科技成果处置权、使用权和管理权;提出建立并完善科技报告制度和科技成果信息系统。紧接着,国务院于 2016 年相继发布《实施〈中华人民共和国促进科技成果转化法〉若干规定》《促进科技成果转化行动方案》,前者提出了更为明确的操作措施,后者则部署了“十三五”时期中国科技成果转化的具体任务。“一法二规”出台后,国务院各部委积极响应,出台配套政策,地方政府也做出了积极回应,并结合本省情况,对“一法二规”条款做了符合各自实际情况的相应补充。在政策的积极引导和扶持下,一大批重大创新成果相继涌现,科技存量资源稳步提升。但从科技成果转化活动过程来看,成果研发效率始终高于转化效率,实现从科技强到产业强、经济强、国家强,仍需政府在供需对接、成果信息交汇与发布等方面展开积极探索。

表 1 科技成果转化投入-产出指标的描述性统计结果

指标	平均值	标准差	最大值	最小值
研究与开发人员全时当量(人年)	118 354.05	133 486.03	803 208.00	4 008.00
研究与开发经费支出(亿元)	442.30	535.26	3 098.49	5.78
专利授权量(项)	46 305.00	71 016.09	527 390.00	264.00
发表科技论文数量(篇)	37 655.88	32 981.23	195 020.00	1 813.00
出版科技专著数量(种)	874.43	1 091.97	7 883.00	13.00
新产品开发经费支出(亿元)	460.37	890.62	10 252.33	3.47
技术市场成交额(亿元)	315.43	675.59	5 695.28	0.56
新产品销售收入(亿元)	4 664.91	6 653.45	42 970.06	8.57

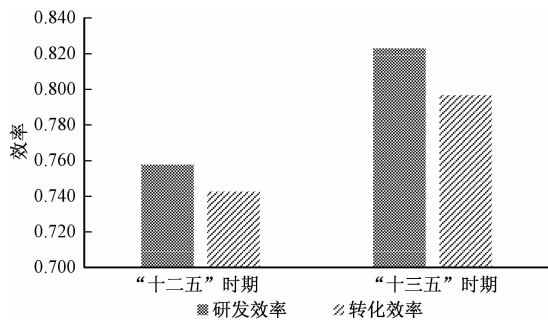


图 1 不同时期科技成果转化效率对比

2.2 科技成果转化效率的区域比较

对东部、中部和西部地区在科技成果转化活动不同阶段的效率进行测算，得出如下结论：成果研发阶段，西部地区效率最高，东部地区次之，中部地区最低。虽然西部地区投入的科技资源有限，研究与发展人员全时当量、研究与发展经费支出均是三大区域中最低的，但西部地区投入的资源转化为科技产出的效率高于东部和中部地区。进入第二阶段，即成果转化阶段，情况发生较大变化，东部地区效率位列三大区域之首，中部地区排名第二，西部地区效率最低。可见，西部地区科技产出效率虽高，但其成果被产业化的比例不高。造成此种现象的可能原因包括：①受经济发展水平的影响，西部各省（直辖市、自治区）的科技成果转化支撑体系不完善，如科技成果信息服务平台落后、技术转移人才队伍匮乏等，导致许多成果变成“陈果”。②部分成果与市场脱节，缺乏产业化价值。东部地区经济实力雄厚，各地方政府除投入大量资金用于研发外，也加强了技术转移服务业的发展，科技成果转化速度、质量优于其他区域。2011—2019 年区域科技成果研发效率和转化效率如图 2 所示。

具体至各省份，在测算出其科技成果研发效率和转化效率后，运用 SPSS22.0 进行 K-均值聚类分析，得出成果研发效率和转化效率高效区、中效区和低效区（表 2 和表 3）。通过表 2 和表 3 可以看出，中国科技成果研发效率最高的地区是浙江、海南和新疆，其均值达到 1，贵州、甘肃、黑龙江和重庆等 4 个地区的效率也处于前列，均值在 0.9 以上。成果研发效率最低的 3 个地区分别是山东、内蒙古和山西，其均值均未超过 0.6。转化效率方面，北京、天津、浙江和广东 4 个地区的效率值达到 1，并列全国第一。效率值排名后四位的省份分别是海南、贵州、黑龙江和云南，均值在 0.5 以下。综合研发效率和转化效率来看，两个效率值都高的

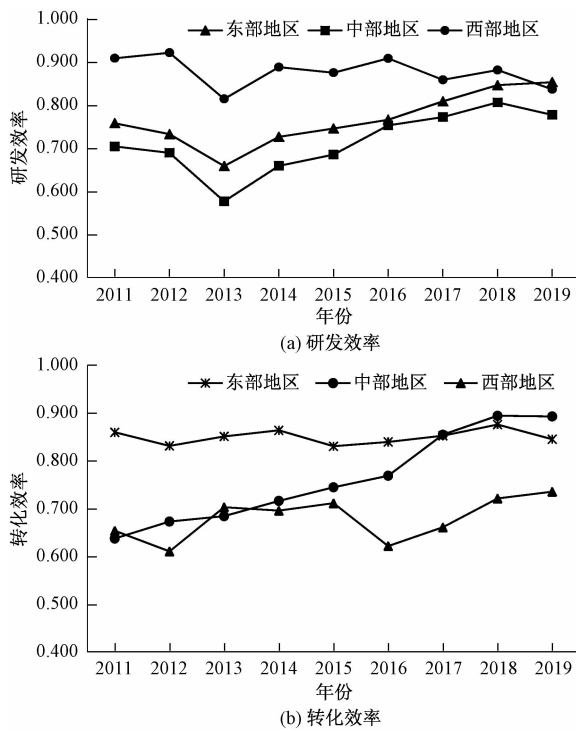


图 2 2011—2019 年区域科技成果研发效率和转化效率

地区主要有浙江、重庆和北京；研发效率高、转化效率低的地区包括黑龙江、海南、贵州和新疆；研发效率低但转化效率高的地区有天津、山东、湖南和湖北。

3 结论及对策建议

利用 2011—2019 年中国 30 个省（直辖市、自治区）科技投入、产出数据，对科技成果转化活动的两个阶段——研发阶段和转化阶段效率进行测度，基于时间和空间维度进行动态分析，得到以下结论：

1) 相比“十二五”时期，中国科技成果研发效率和转化效率在“十三五”时期都有所增长，且科技成果研发效率始终高于转化效率。

2) 东部、中部和西部地区在成果研发效率和转化效率方面的表现呈现一定差异。西部地区研发效率最高，但转化效率最低，东部地区在转化效率上的表现最优。综合研发效率和转化效率来看，中国科技成果转化有效的省市主要是浙江、重庆和北京。

基于上述结论，提出如下对策建议：

1) 建立政产学研一体化科技转化服务平台。政府要加强对科技成果转化的政策指导和资金支持，鼓励和引导高校、科研机构提高技术研发水平，使得科技成果具有更为良好的转化前景。高校、科研机构要充分发挥科技创新和人才资源优势，开展

相关核心技术攻关,企业要保持在市场前瞻性、需求敏感性方面的优势,为高校、科研机构提供一定

试验场地和项目经费,为科技成果中试、工程化实验、二次开发等工作提供必要支持。

表 2 各省(直辖市、自治区)的科技成果转化效率

省(直辖市、自治区)	2011 年		2013 年		2015 年		2017 年		2019 年	
	研发阶段	转化阶段	研发阶段	转化阶段	研发阶段	转化阶段	研发阶段	转化阶段	研发阶段	转化阶段
北京	0.942	1.000	0.697	1.000	1.000	1.000	0.876	1.000	0.738	1.000
天津	0.507	1.000	0.449	1.000	0.489	1.000	0.723	1.000	0.953	1.000
河北	0.569	0.524	0.524	0.697	0.530	0.638	0.626	0.743	0.789	0.920
山西	0.460	0.479	0.505	0.539	0.502	0.565	0.621	0.768	0.658	0.913
内蒙古	0.513	0.688	0.385	0.765	0.511	0.577	0.560	0.779	0.871	0.785
辽宁	0.828	0.565	0.637	0.836	0.751	0.768	0.735	0.721	0.679	0.808
吉林	0.818	1.000	0.570	0.504	0.830	0.953	0.981	1.000	0.935	1.000
黑龙江	0.921	0.297	0.747	0.375	0.937	0.382	0.970	0.487	1.000	0.571
上海	0.823	0.962	0.533	0.990	0.639	0.776	0.772	0.871	0.785	0.824
江苏	1.000	0.888	0.838	0.658	0.756	0.816	0.706	0.962	0.754	0.949
浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
安徽	0.918	0.819	0.774	0.596	0.710	0.721	0.736	1.000	0.718	1.000
福建	0.538	0.962	0.528	0.616	0.762	0.569	0.859	0.571	0.879	0.606
江西	0.712	0.533	0.655	0.760	0.889	0.649	1.000	0.744	0.900	0.952
山东	0.514	1.000	0.490	0.949	0.520	1.000	0.591	1.000	0.801	0.864
河南	0.564	0.501	0.518	0.795	0.568	0.852	0.728	0.912	0.687	0.814
湖北	0.768	0.546	0.504	0.821	0.624	1.000	0.719	1.000	0.665	1.000
湖南	0.658	0.871	0.529	1.000	0.590	1.000	0.630	1.000	0.557	1.000
广东	0.609	1.000	0.543	1.000	0.750	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广西	0.749	0.870	0.736	0.882	0.785	0.815	0.861	0.908	0.844	0.776
海南	1.000	0.554	1.000	0.614	1.000	0.567	1.000	0.507	1.000	0.324
重庆	1.000	1.000	0.915	0.827	1.000	0.873	0.873	0.899	0.718	0.815
四川	1.000	0.501	0.768	0.518	0.942	0.637	0.831	0.547	0.739	0.708
贵州	0.912	0.494	1.000	0.403	1.000	0.431	0.998	0.469	1.000	0.539
云南	0.862	0.299	0.761	0.413	0.774	0.385	0.723	0.367	0.684	0.455
陕西	0.923	0.802	0.561	0.768	0.773	0.807	0.734	0.672	0.722	0.935
甘肃	0.953	0.792	0.746	0.836	1.000	0.788	0.958	0.546	0.995	0.711
青海	0.681	1.000	0.738	1.000	0.818	1.000	0.659	1.000	0.921	0.737
宁夏	1.000	0.534	0.912	0.985	0.652	0.703	0.942	0.777	0.736	0.854
新疆	1.000	0.241	1.000	0.396	1.000	0.673	1.000	0.421	1.000	0.822

表 3 基于科技成果研发、转化效率的聚类结果(按效率从高到低排列)

分类	研发阶段	转化阶段
高效区	浙江(1.000)、海南(1.000)、新疆(1.000)、贵州(0.990)、甘肃(0.950)、黑龙江(0.929)、重庆(0.913)	北京(1.000)、天津(1.000)、浙江(1.000)、广东(1.000)、山东(0.978)、湖南(0.974)、青海(0.943)、吉林(0.934)、湖北(0.884)、江苏(0.861)、上海(0.859)、重庆(0.852)、广西(0.843)
中效区	四川(0.882)、北京(0.865)、宁夏(0.860)、江西(0.855)、吉林(0.831)、江苏(0.821)、青海(0.813)、广西(0.807)、安徽(0.786)、云南(0.785)、广东(0.765)、陕西(0.763)、辽宁(0.734)、上海(0.726)、福建(0.719)	安徽(0.809)、辽宁(0.773)、河南(0.767)、陕西(0.759)、宁夏(0.744)、内蒙古(0.731)、河北(0.707)、甘肃(0.697)、江西(0.696)、福建(0.673)、山西(0.654)
低效区	湖北(0.666)、河南(0.623)、天津(0.611)、河北(0.608)、湖南(0.601)、山东(0.572)、内蒙古(0.572)、山西(0.556)	四川(0.570)、海南(0.504)、新疆(0.496)、贵州(0.474)、黑龙江(0.416)、云南(0.403)

2)鼓励各省份之间取长补短、优化科技投入-产出结构。本研究在测算科技成果研发效率时,采用的是产出导向的规模报酬可变模型,因此对于科技成果研发低效区,可以适当减少基础研究和应用研究阶段的科技资源投入。对于成果转化低效区而言,一方面要强化市场意识,坚持市场导向,发挥市场对研发方向选定、科技人才配置、科研成果定价等多种创新要素流动的导向作用。另一方面要强化开放意识。鼓励科研人员走出校门,主动与企业联系,积极宣传自己的科技成果,缩短科技成果转化周期。

参考文献

[1] 司晓悦,王壮壮,赵霞霞.我国科技成果转化研究热点及前沿动态——基于 CiteSpace 可视化知识图谱的分析[J].科

技管理研究,2020(17):197—203.
[2] 邓恒,王含.高校科技成果转化的现实困境及解决路径——基于专利质量的实证分析与考察[J].中国高校科技,2021(S1):124—128.
[3] 张帆,叶建木,潘肖瑶.激活“休眠态”科技成果的公共资本补偿博弈[J].科技管理研究,2021(2):193—199.
[4] 杨登才,刘畅,朱相宇.中国高校科技成果转化效率及影响因素研究[J].科技促进发展,2019,15(9):943—955.
[5] 梁树广.高校科技成果转化效率的区域差异及其影响因素分析[J].统计与决策,2018(12):86—89.
[6] 赵睿,李波,陈星星.基于文本量化分析的金融支持科技成果转化政策的区域比较研究[J].中国软科学,2020(S1):155—163.
[7] 史童,杨水利,王春嬉,等.科技成果转化政策的量化评价——基于 PMC 指数模型[J].科学管理研究,2020,38(4):29—33.

Piecewise Calculation and Regional Comparison of Efficiency of Transformation of Scientific and Technological Achievements in China

LIAO Yi¹, FAN Ao¹, YAO Yi-nong²

(1. Business School, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
2. Hunan Labor and Human Resources Vocational College, Changsha 410199, China)

Abstract: Estimated the efficiency of R&D and achievement transformation based on temporal and spatial analysis using the data of 30 districts from 2011 to 2019. It draws the conclusion that compared with the 12th Five-Year Plan period, both the efficiency of R&D and achievement transformation are higher during the 13th Five-Year Plan period, and the former is higher than the latter. The western region has the highest R&D efficiency, but the lowest transformation efficiency, while the eastern region leads other regions in transformation efficiency. The countermeasures and suggestions are as follows: establishing a service platform for science and technology transformation integrating government, industry, university and scientific research institution; encouraging provinces to learn from each other, and optimizing the structure of science and technology input-output.

Key words: R&D efficiency; efficiency of transformation of scientific and technological achievements; piecewise calculation; regional comparison