基于产业集群视角的我国生物医药产业技术创新效率分析

Analysis of Technological Innovation Efficiency of Biomedical Industries in China from the Perspective of Industrial Clusters

党子悦[1]，项彦琳[2]，谈　维[3,4]，郭冬梅[1]*

（1. 北京中医药大学管理学院，北京 100029；2. 上海健康医学院，上海 201318；3. 扬州大学临床医学院，江苏扬州 225001；4. 江苏省苏北人民医院，江苏扬州 225001）

DANG Ziyue[1], XIANG Yanlin[2], TAN Wei[3,4], GUO Dongmei[1]*

（*1. School of Management, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029; 2. Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318; 3. School of Clinical Medicine, Yangzhou University, Yangzhou 225001; 4. Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225001*）

摘要：文章采用数据包络分析法，测算我国生物医药产业技术创新效率，将技术创新过程解构为技术研发阶段和成果转化阶段，基于产业集群视角，评价我国生物医药产业集群的技术创新效率水平。结果表明，技术研发阶段对我国生物医药产业创新效率的提升贡献较多，但 2 个阶段的产业集群技术创新效率均未达到有效。综合效率主要受制于规模效率，因此产业集群整体技术创新合力有待进一步提升。建议确立临床价值导向，提升创新成果的商业化效率，推进产业链和创新链融合，提升产业集群的技术创新效率，同时不断持续优化资源投入，贴合行业发展，提升生物医药产业集群的技术创新效率。

关键词：生物医药产业；产业集群；技术创新；效率评价

中图分类号：R95　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1001-8255(2024)06-0879-08

DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2024.06.020

2021 年发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》[1]，明确提出要推动战略性新兴产业融合化、集群化、生态化发展。同年，国家发展和改革委员会在《“十四五”生物经济发展规划》[2] 中提出“引导创新资源向京津冀、长三角、粤港澳大湾区集聚发展”“建设生物经济创新发展高地”。随着政策的引导，大量资本、企业、人才、劳动力和知识信息汇集，更快地驱动了产业集聚，凭借地区独特的产业 / 专业条件和资源优势 [3]，我国生物医药产业集群化发展趋势愈发明显 [4]。

2016 年，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部、商务部、原国家卫生和计划生育委员会、原国家食品药品监督管理总局联合发布《医药工业发展规划指南》[5]，明确指出“国家继续把生物医药等战略性新兴产业作为国民经济支柱产业加快培育”。2018 年，国家统计局在《战略性新兴产业分类（2018）》中明确 [6]，生物医药产业属于战略新兴产业，包含生物药品制品制造、化学药品与原料药制造、现代中药与民族药制造。

本文以我国政策语境中的生物医药产业为研究对象，基于京津冀、长三角、粤港澳大湾区 3 个发展相对成熟的产业集群，研究我国生物医药产业集群的技术创新效率，找出制约其技术创新的因素，为我国生物医药产业集群技术创新效率的提升提供合理建议。

1　我国生物医药产业的现状

1.1　产业规模不断扩张

我国生物医药产业发展态势稳中有进，盈利能力日益增强（表 1）。2016—2021 年，我国生物医药产业主营业务收入的年平均增长率为 100.96%，利

收稿日期：2024-01-03

作者简介：党子悦（1997—），女，硕士研究生，专业方向：药事管理。

通信作者：郭冬梅（1976—），女，副教授，从事药品政策和医药产业经济的研究。

E-mail：domayg@sina.com

润总额的年平均增长率115.60%（年平均增长率公式为 $\left[\left(\frac{T_n}{T_1}\right)^{\frac{1}{n-1}}-1\right]\times100\%$；其中：$T_1$、$T_n$ 分别为2016年和2021年样本数值，n 是年份数），反映行业创收的2个指标均为正增长，且利润总额的年平均增长率明显高于主营业务收入，说明我国生物医药产业发展向好、行业规模扩展。

表1　2016—2021年我国生物医药产业的主营业收入和利润总额 [1)]

Tab.1　Main Operating Income and Total Profit of Biomedical Industry in China from 2016 to 2021

年份	主营业务收入/万元	利润总额/万元
2016	28 206.11	3 114.99
2017	27 116.57	3 324.81
2018	23 918.00	3 187.00
2019	23 884.16	3 184.24
2020	25 053.57	3 693.40
2021	29 582.96	6 430.68
年平均增长率/%	100.96	115.60

注：[1)] 数据来自2019—2022年《中国高技术产业统计年鉴》和2017—2022年《中国统计年鉴》。

1.2　生物医药产业集群政策优势明显

随着我国生物医药产业集群政策的扶持力度加大，产业集群建设落地；京津冀、长三角、粤港澳大湾区作为当前我国经济发达的3个城市群，经济份额总额已超全国40%[7]，目前已经形成了以环渤海、长三角和粤港澳大湾区为主的产业空间格局[8]。

京津冀地区作为我国“三北”地区的重要枢纽和出海通道，是我国生物医药产业聚集的重要区域。2015年，中央政治局会议审议通过《京津冀协同发展规划纲要》[9]，明确北京、天津、河北三地在医药产业协同发展过程中的定位，京津冀一体化上升至国家战略。2018年，三地科技部门签署了《关于共同推进京津冀协同创新共同体建设合作协议（2018—2020年）》[10]，促进了三地生物医药产业的纵深化协同发展。

长三角地区作为“一带一路”与长江经济带的战略交汇区域，承担着加快构建新发展格局的重大使命。2019年，中共中央、国务院印发的《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》[11]中明确，长三角地区“三省一市”围绕生物医药领域，按照集群化发展方向打造全国先进制造业集聚区。2020年，《习近平：在浦东开发开放30周年庆祝大会上的讲话》[12]指出，“要聚焦关键领域发展创新型产业”，加快在生物医药等领域打造世界级产业集群。

粤港澳大湾区，伴随着规则机制“软联通”的纵深推进，已成为我国综合实力强、经济活力旺盛、开放程度高的区域[13]。2019年，中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》[14]，明确香港特别行政区、澳门特别行政区和广东九市培育具有国际竞争力的战略性新兴产业。2020年，《粤港澳大湾区药品医疗器械监管创新发展工作方案》[15]明确，要进一步促进医药产业融合发展。

2　研究方法

2.1　数据来源

选取2019—2022年《中国高技术产业统计年鉴》，根据统计数据的可获得性，仅获取我国29个省级行政区（除香港、澳门、台湾、西藏、青海以外）的统计数据。

技术研发需要一定时间，因此设置滞后期为2年[16—18]。最初投入指标为2019统计数据，中间阶段产出（即下一阶段投入）指标为2020年统计数据，最终产出指标为2021年统计数据。统计数据进行滞后一期处理，可在一定程度上减少异方差的影响，保持量级一致性以及避免内生性问题的影响[19—20]。

2.2　计算模型

2.2.1　数据包络分析（data envelopment analysis，DEA）-BCC模型

DEA法作为经济学经典的生产效率研究方法，常被用于计算行业技术创新效率；通常可分为CCR（Charnes分析Cooper Rhodes，CCR）和BCC（Banker Charnes-Cooper，BCC）模型[21—22]。CCR模型假定规模报酬不变，BCC模型则是假定规模报酬可变。考虑到创新行为呈现出明显的知识经济特性和边际收益的不确定性[23]，且规模效率也是不可忽略的因素，产业技术创新效率的测算使用BCC模型更为合理。

通过综合效率、纯技术效率和规模效率来描述效率水平。其中，综合效率是纯技术效率和规模效率的乘积，表示决策单元有效度；纯技术效率是在现有技术水平下，反映硬件环境、科研、财政管理制度、激励机制成果转化制度等[24]创新投入产出水平，表示资源配置优劣；规模效率反映现有规模与最优规模之间的差异，表示资源规模合理性。

另外，规模报酬分为规模报酬不变、规模报酬递减（decreasing returns to scale，drs）和规模报酬递增（increasing return to scale，irs）。一般效率值为1时，代表DEA有效。

2.2.2 测算模型

本研究采用DEA-BCC模型，剔除了规模影响，可以在非最优生产规模状态下，根据现有数据，求得生物医药产业技术创新效率值，从而进一步进行测算分析。具体的模型如下。

$$\min\theta$$

$$\text{s.t.}\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_j + s^- = \theta_{x0}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_j - s^+ = y_0$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1, j=1,2,\cdots,n$$

$$\lambda_j \geqslant 0, s^- \geqslant 0, s^+ \geqslant 0$$

式中：θ代表技术创新效率值；λ_j为第j个决策单元的权重系数；x_j为第j个决策单元的投入量；y_j为第j个决策单元的产出量；s^-为投入的松弛变量；s^+为产出的松弛变量。

2.2.3 软件设置

使用DEAP 2.1软件，技术研发阶段的参数ORIENTATED设定为投入导向，成果转化阶段的参数ORIENTATED设定为产出导向。

2.3 指标选取

2.3.1 阶段划分

将技术创新分为2个阶段，第1阶段为技术研发阶段，即创新资源投入到创新成果产出的阶段；第2阶段为成果转化阶段，即创新成果产出到产生经济效益的阶段[25—26]。通过比较京津冀、长三角和粤港澳大湾区的产业集群在上述2个阶段的整体效率水平、差异分布，分别找出制约不同阶段、不同集群发展的因素。

2.3.2 指标构建

DEA方法通过投入、产出指标来判断其转化过程效率。综合考虑数据可获得性，遵循客观性、系统性、科学性、独立性及可操作等原则，选取的具体指标如表2所示[27—29]。

3 结果与分析

3.1 我国生物医药产业技术创新效率整体情况分析

2021年，我国29个省份生物医药产业技术创新效率的DEA评价结果如表3所示。

从最初投入到最终产出的整体创新阶段，29个省份的综合效率数据说明，2021年生物医药产业技术创新综合效率整体偏低，综合效率均值为0.315。

从2个阶段测算结果均值来看，技术研发阶段综合效率均值为0.776，明显优于成果转化阶段的0.236，说明技术研发阶段对我国生物医药产业整体创新效率的提升贡献较大。另外，无论是技术研发阶段，还是成果转化阶段，纯技术效率均值均小于规模效率均值（0.843<0.924；0.379<0.730），说明2个阶段综合效率均受纯技术效率的制约更为明显。

从各省份测算结果来看，京津冀、长三角、粤

表2 我国生物医药产业技术创新效率评价的投入及产出指标

Tab.2 Input and Output Indexes of Technological Innovation Efficiency Evaluation of Biomedical Industry in China

阶段	投入/产出	指标	指标说明
技术研发阶段	投入	研究与试验开发（Research and Experimental Development，R&D）人员折合全时当量 R&D经费内部支出 新产品开发经费	技术创新活动人员和资金投入
	产出	新产品开发项目数 专利申请数	以知识技术形式反映的创新研发科技成果产出
成果转化阶段	投入	新产品开发项目数 专利申请数 技术改造经费支出	科技成果和资金投入
	产出	利润总额 新产品销售收入	最终效益产出

表 3　2021 年我国 29 个省份生物医药产业技术创新效率 DEA 评价结果

Tab.3　DEA Evaluation Results of Technological Innovation Efficiency of Biomedical Industry of 29 Provinces of China in 2021

省份	技术研发阶段			成果转化阶段			整体创新阶段		
	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率
北京	0.668	0.719	0.930	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
天津	0.697	0.741	0.940	0.181	0.194	0.932	0.337	0.358	0.941
河北	0.786	0.822	0.956	0.264	0.278	0.949	0.405	0.420	0.963
山西	0.770	0.778	0.990	0.272	0.401	0.679	0.428	0.521	0.820
内蒙古	0.734	0.962	0.763	0.199	1.000	0.199	0.346	0.666	0.520
辽宁	0.549	0.569	0.965	0.161	0.199	0.809	0.207	0.228	0.912
吉林	0.775	0.807	0.960	0.315	0.382	0.823	0.438	0.532	0.824
黑龙江	1.000	1.000	1.000	0.073	0.092	0.793	0.186	0.299	0.622
上海	0.707	0.739	0.956	0.130	0.133	0.977	0.119	0.122	0.981
江苏	0.777	1.000	0.777	0.238	0.570	0.418	0.172	0.570	0.301
浙江	0.548	1.000	0.548	0.212	0.396	0.535	0.337	0.396	0.851
安徽	1.000	1.000	1.000	0.221	0.224	0.986	0.398	0.408	0.974
福建	0.923	0.952	0.970	0.236	0.249	0.947	0.543	0.595	0.913
江西	1.000	1.000	1.000	0.144	0.147	0.982	0.295	0.306	0.965
山东	0.797	1.000	0.797	0.222	0.527	0.421	0.314	0.527	0.597
河南	0.697	0.700	0.995	0.142	0.147	0.969	0.195	0.200	0.978
湖北	0.699	0.760	0.919	0.185	0.186	0.996	0.264	0.267	0.989
湖南	0.757	0.791	0.957	0.238	0.245	0.971	0.386	0.398	0.971
广东	0.800	1.000	0.800	0.131	0.272	0.481	0.220	0.272	0.807
广西	1.000	1.000	1.000	0.118	0.219	0.539	0.307	0.664	0.462
海南	1.000	1.000	1.000	0.252	1.000	0.252	0.168	0.303	0.555
重庆	0.623	0.678	0.920	0.245	0.268	0.914	0.366	0.387	0.946
四川	0.934	1.000	0.934	0.088	0.124	0.708	0.141	0.142	0.997
贵州	0.544	0.570	0.955	0.137	0.189	0.726	0.249	0.297	0.839
云南	0.820	0.840	0.976	0.136	0.154	0.880	0.312	0.390	0.800
陕西	0.521	0.522	0.998	0.175	0.226	0.773	0.260	0.300	0.866
甘肃	0.389	0.496	0.785	1.000	1.000	1.000	0.403	0.582	0.693
宁夏	1.000	1.000	1.000	0.073	1.000	0.073	0.190	1.000	0.190
新疆	1.000	1.000	1.000	0.070	0.161	0.435	0.144	1.000	0.144
均值	0.776	0.843	0.924	0.236	0.379	0.730	0.315	0.453	0.773

港澳大湾区所含省份的效率值在各阶段未处于领先地位。例如，技术研发阶段北京综合效率（0.668）小于内蒙古（0.734），成果转化阶上海综合效率（0.130）小于甘肃（1.000）；整体创新阶段中广东综合效率（0.220）小于广西（0.307）。由此可见，技术创新效率与行业发展水平不成正比，创新效率仅是相对值。假设某省份技术创新产出小，但由于研发投入也小，效率值就有可能较高[30]。因此，某省份的生物医药产业发展水平高，并不代表该省份创新效率高。

在整体创新阶段，由综合效率评价分类数据（表 4）可知，共计 28 个省份的综合效率处于一般及以下水平，26 个省份的纯技术效率处于一般及以下水平，说明综合效率受纯技术效率制约明显。

在技术研发阶段和成果转化阶段，由纯技术效率评价分类数据（表 4）可知，分别有 12 个、5 个省份在这 2 个阶段的纯技术效率达到 1.000，为有效值。但在这 2 个阶段，也分别有 12 个、24 个省份的纯技术效率位于一般及以下水平，提示在现有技术和投入规模下，更需要关注资源的合理、高效使用。

3.2　我国生物医药产业集群技术创新效率情况分析

3.2.1　技术研发阶段

由表 5 可见，在技术研发阶段，我国生物医药产业集群的技术创新效率受规模效率制约。

与我国生物医药产业技术创新效率结果不同，2021 年京津冀、长三角和粤港澳大湾区产业集群的纯技术效率分别为 0.984、1.000、1.000，明显高于

各自集群的规模效率 0.715、0.687、0.800，说明在技术研发阶段，产业集群的综合效率无效状态主要源于规模效率无效，提示该阶段三大产业集群的技术创新效率提升主要依赖于纯技术效率，受制于规模效率。因此，如何更好地调整研发投入、优化资源结构，是值得重点关注的问题。

2021 年京津冀、长三角和粤港澳大湾区产业集群的规模效率均未达到 1.000，规模报酬均呈现递减状态。技术研发阶段的规模和投入、产出不相匹配 [31]，提示当前有部分投入未能有效转化为产出，现有规模状态下资源冗余。

2021 年京津冀、长三角和粤港澳大湾区产业集群的综合效率分别为 0.704、0.687、0.800，均未高于集群内所含省份的综合效率均值 0.717、0.758、0.800，说明在技术研发阶段，这两大产业集群的技术创新效果不佳。

3.2.2 成果转化阶段

由表 6 可见，成果转化阶段的产业集群技术创新效率低于技术研发阶段。

2021 年京津冀、长三角产业集群的纯技术效率分别为 1.000 和 0.967，明显高于相应的规模效率 0.590、0.203，说明在成果转化阶段，这两大产业集群的技术创新效率主要受制约于规模效率，纯技术效率贡献相对较大。

2021 年三大产业集群在技术研发阶段综合效率分别为 0.704、0.687 和 0.800（表 5），明显高于成果转化阶段的综合效率 0.590、0.196 和 0.131，说明纯技术效率和规模效率在技术研发阶段更接近 DEA 有效，需要提升成果转化阶段资源的投入规模和利用率。

表 4 2021 年我国 29 个省份生物医药产业技术创新效率按 DEA 评价结果划分的等级

Tab.4 Grades of 29 Provinces of China According to the DEA Evaluation Results of Technological Innovation Efficiency of Biomedical Industry in 2021

评价等级	DEA 评价结果范围	省份数量 1)		
		综合效率	纯技术效率	规模效率
差	0 ～ 0.2	0/16/8	0/11/2	0/2/2
较差	0.2 ～ 0.4	1/11/15	0/10/14	0/1/1
一般	0.4 ～ 0.8	17/0/5	12/3/10	5/11/6
较好	0.8 ～ 1	4/0/0	5/0/0	17/13/19
好	1	7/2/1	12/5/3	7/2/1

注：1) 分别为技术研发阶段 / 成果转化阶段 / 整体创新阶段，按照 DEA 值划分到不同评价等级的省份数量。

表 5 2021 年三大生物医药产业集群技术研发阶段 DEA 评价结果

Tab.5 The DEA Evaluation Results in the Technology R&D Stage of the Three Major Biomedical Industry Clusters in 2021

区域或省份	技术研发阶段 1)			
	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
京津冀集群	0.704	0.984	0.715	drs
北京	0.668	0.719	0.930	drs
天津	0.697	0.741	0.940	drs
河北	0.786	0.822	0.956	drs
均值	0.717	0.761	0.942	
长三角集群	0.687	1.000	0.687	drs
上海	0.707	0.739	0.956	drs
江苏	0.777	1.000	0.777	drs
浙江	0.548	1.000	0.548	drs
安徽	1.000	1.000	1.000	不变
均值	0.758	0.935	0.820	
粤港澳大湾区集群	0.800	1.000	0.800	drs
广东	0.800	1.000	0.800	drs
均值	0.800	1.000	0.800	

注：1) 数据来自三大产业集群与 29 省份技术创新效率对比结果，仅显示三大产业集群和其包括的省份。

表 6 2021 年三大生物医药产业集群成果转化阶段 DEA 评价结果

Tab.6 The DEA Evaluation Results in the Achievement Transformation Stage of the Three Major Biomedical Industry Clusters in 2021

区域或省份	成果转化阶段 1)			
	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
京津冀集群	0.590	1.000	0.590	drs
北京	1.000	1.000	1.000	不变
天津	0.181	0.194	0.932	irs
河北	0.264	0.278	0.949	irs
均值	0.482	0.491	0.960	
长三角集群	0.196	0.967	0.203	drs
上海	0.130	0.133	0.977	irs
江苏	0.238	0.458	0.521	drs
浙江	0.212	0.338	0.627	drs
安徽	0.221	0.224	0.986	irs
均值	0.200	0.288	0.778	
粤港澳大湾区集群	0.131	0.220	0.596	drs
广东	0.131	0.220	0.596	drs
均值	0.131	0.220	0.596	

注：1) 数据来自三大产业集群与 29 省份技术创新效率对比结果，仅显示三大产业集群和其包括的省份。

2021年三大产业集群规模效率均未达到1.000，呈现规模报酬递减状态，同样说明成果转化阶段在现有产业规模状态下资源冗余。

2021年三大产业集群综合效率分别为0.590、0.196和0.131（表6），与集群内省份的综合效率均值0.482、0.200、0.131相比，基本处于同一水平，说明产业集聚在成果转化阶段并未充分助力技术创新效率转化。

4 讨论

4.1 我国生物医药产业集群的技术创新成果转化效率有待提升

我国生物医药产业集群的技术创新综合效率整体水平不高，成果转化阶段较技术研发阶段对于产业集群技术创新率的贡献少。目前我国的科技研究领域，存在重视论文、专利等直接产出成果、而相对轻视技术创新中后期商业成果的现象。因此，合作大多在高校之间进行，高校—企业、高校—医院之间的合作较少[32]，产学研合作模式尚未落实。创新研究成果与市场需求链接不充分，国内药品同质化竞争严重[33]，直接成果和商业化成果之间存在一定阻滞，均制约我国生物医药产业集群的整体技术创新效率。

4.2 集群内部技术创新的合力有待加强

京津冀、长三角、粤港澳大湾区作为我国经济发达且创新投入密集的产业集群，各阶段综合效率值相对于其他省份的优势不明显，说明产业集群尚未在技术创新的2个阶段中形成创新合力。以长三角集群为例：江苏生物医药产业极具优势、规划布局相对完善；上海生物医药产业在人才、科研院所等创新链环节具有显著优势；浙江大中型生物医药企业经营规模相对不足，且研发制造能力稍逊；安徽生物医药企业数量少且规模小，产业模块零碎，研发能力相对偏弱[34]。不同省份的创新资源投入各有侧重，产业集群协调能力不足，集群化优势尚未能充分发挥出来。文章在讨论粤港澳大湾区产业集群的创新效率时，因数据可获取性的限制，仅纳入广东省级数据，探讨产业集群创新效率水平，一定程度上导致研究结果存在局限性。

4.3 技术创新资源投入结构仍需优化

产业集群的规模效率相较于纯技术效率处于无效状态，说明现有产业规模下资源冗余现象突出。京津冀、长三角、粤港澳产业集群经过长期发展，成果产出以跟随创新为主，缺乏真正的“me better”“me best”“first in class”产品。由于产业集群在基础研究、成果转化、创新链与价值链融合等领域发展不足，导致创新链赋能产业链动力不足，产业链拉动创新链受阻[35]。因此，合理规划资源方向，解决“卡脖子”的技术难题，是提升资源转化效率的重点。

4.4 技术创新效率与行业发展水平有偏差

生物医药产业作为知识密集型产业，产品的创新产出周期较长，并伴随数以百亿的资金投入。此外，生物医药产业存在创新成果溢出，即当地进行创新投入后，成果在其他地区产出[36]。产业集群内的主体带动其他城市群的行业数据指标增加，但这种创新成果在用DEA进行计算时，会出现投入不变、产出减少的情况，造成产业集群的技术创新效率值偏低。

5 建议

5.1 以临床价值为导向，提升创新成果的商业化效率

最终效益产出效率是衡量产业高质量发展的重要指标。《药品管理法》作为国家药品政策的上位法，已明确临床价值导向的药物创新，国家药监部门也不断出台相关文件，引导创新回归临床价值。

因此，建议产业集群政策向深化创新集成能力倾斜，助力行业攻克关键技术、突破技术瓶颈，开展面向发达国家的全球多中心临床研究，在更广阔的市场中兑现创新药价值[37]。同时，不断优化政策环境，特别是新药审评、医保支付、临床使用等政策，促进获批上市的创新药能够较快实现商业化价值，提升技术创新效率。

5.2 推进产业链和创新链融合，提升技术创新效率

提高贯穿上、中、下游的产业链自主可控能力和技术支撑的创新链核心竞争能力，并充分发挥两链融合作用[38]。因此，建议在产业集群内搭建重大

创新平台，打造国家重点实验室、医学研究基地，整合高端科研院所等创新资源，提升产业集群的原始创新能力。建议完善知识成果后期跟踪评价，推进产业链重大创新专项实施，推动产学研联合培养机制，使技术成果的落地转化以及产业集群技术成果的承接转移能力得到充分发挥。同时，要加快培育国际龙头企业，鼓励有条件的企业进行全球布局，在境外构建集研发、孵化、产业化、销售集于一体的全链条产业生态系统[39]，提高其国际运营能力，并通过行业创新成果外溢，带动国内生物医药产业集群创新发展。

5.3 优化资源投入，贴合行业发展

创新投入对生物医药企业的成长性影响存在短期效应，而研发投入是需要长期进行的[40]。对于资本密集型的生物医药产业来说，虽然现下资源冗余，成果转化短期内未能得到回报，但增加研发投入仍然有意义。因此，建议加快临床试验公司、临床前外包服务公司、跨国公司等在中国设立研发机构[41]。同时，继续依托产业集群发展金融政策扶持，助力生物医药产业集群技术创新发展。

致谢：课题《基于扎根理论的医院高价值专利培育体系构建研究》（YYGL202023）给予资助。

参考文献：

[1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13). https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.

[2] 国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于印发《“十四五”生物经济发展规划》的通知[EB/OL]. (2021-12-20). https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-05/10/content_5689556.htm.

[3] 濮 润, 桑晓冬, 张大璐, 等. 基于产业集群视角中国生物医药产业创新能力的提升[J]. 医药导报, 2022, **41**(6): 905-910.

[4] 张 朦, 蒋 丹, 韩 朦, 等. 生命周期视角下多维邻近性对长三角生物医药产业集群创新的动态影响研究[J]. 中国医药工业杂志, 2022, **53**(4): 584-588.

[5] 中华人民共和国中央人民政府. 六部门关于印发《医药工业发展划指南》的通知[EB/OL]. (2016-10-26). https://www.gov.cn/xinwen/2016-11/09/content_5130391.htm.

[6] 中华人民共和国中央人民政府. 国家统计局令第23号[EB/OL]. (2016-10-26). https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5433037.htm.

[7] 魏丽华. 我国三大城市群内部经济联系对比研究[J]. 经济纵横, 2018, **34**(1): 45-54.

[8] 刘珈瑗, 谭清立, 林岱衡. 政策工具视角下中国主要经济区生物医药产业政策对比与优化研究[J]. 广东药科大学学报, 2022, **38**(1): 43-50.

[9] 毛汉英. 京津冀协同发展的机制创新与区域政策研究[J]. 地理科学进展, 2017, **36**(1): 2-14.

[10] 北京市人民代表大会常务委员会. 北京市人民代表大会常务委员会关于推进京津冀协同创新共同体建设的决定[EB/OL]. [2023-12-12]. http://www.bjrd.gov.cn/fwhd/bjrdzz/2023n/d12q/hybd12/202401/t20240109_3530376.html.

[11] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央 国务院印发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》[EB/OL]. (2019-12-01). https://www.gov.cn/zhengce/2019-12/01/content_5457442.htm.

[12] 新华社. 习近平：在浦东开发开放30周年庆祝大会上的讲话[EB/OL]. (2020-11-12) [2024-01-03]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1683151629453731935&wfr=spider&for=pc.

[13] 闫 梅, 刘建丽. “十四五”时期粤港澳大湾区工业高质量发展的思路与对策[J]. 企业经济, 2020, **39**(12): 121-130.

[14] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央 国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》[EB/OL]. (2019-02-19). https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.htm#1.

[15] 国家药品监督管理局. 八部门联合发文助推粤港澳大湾区药品医疗器械监管创新发展[EB/OL]. (2020-11-25). https://www.nmpa.gov.cn/yaowen/ypjgyw/zhyw/20201023172643108.html.

[16] 谭清立, 林岱衡, 刘珈瑗, 等. 基于灰色综合关联分析法的粤港澳大湾区生物医药产业效益研究[J]. 中国生物工程杂志, 2021, **41**(6): 89-97.

[17] 王 婧. 我国高技术产业技术创新效率的空间度量——基于八大经济区的对比实证分析[J]. 全球化, 2023, (5): 114-123.

[18] 马霞圆. 我国医药制造业技术创新效率及影响因素研究[J]. 中小企业管理与科技, 2023, (24): 61-63.

[19] 黄志基, 宋名悦. 工业用地出让结构倾向对碳排放效率的影响及其传导机制——基于绿色技术创新中介视角 [J]. 经济地理, 2023, **43**(7): 65-76.

[20] 凌士显, 姬梦佳. 企业数字化与制造业绿色技术创新 [J]. 商业研究, 2023, (4): 10-18.

[21] 朱　聪, 陈晓玲, 张　槟. 东部区域经济发展效率的研究——基于 DEA 的方法分析 [J]. 怀化学院学报, 2013, **32**(12): 74-77.

[22] 崔鸥睥. 数据包络分析 (DEA) 模型及其在绩效评价中的应用综述 (英文)[J]. 科学技术与工程, 2008, (7): 1735-1740.

[23] 何培育, 孙　玲. 政府补助对专利密集型企业技术创新效率的影响——基于两阶段技术创新过程的视角 [J]. 科技管理研究, 2023, **43**(22): 54-64.

[24] 马首行. 中国医疗器械制造业上市公司效率的研究 [D]. 成都: 西南交通大学硕士学位论文, 2016.

[25] 洪　进, 李敬飞, 李晓芬. 两阶段创新价值链视角下的我国医药制造业技术创新效率及影响因素分析 [J]. 西北工业大学学报 (社会科学版), 2013, **33**(2): 51-56.

[26] 余泳泽. 我国高技术产业技术创新效率及其影响因素研究——基于价值链视角下的两阶段分析 [J]. 经济科学, 2009, (4): 62-74.

[27] 高小宁, 欧光军, 蔡姝莎, 等. 生物医药产业创新效率评价及提升路径研究——以湖北省为例 [J]. 科技管理研究, 2018, **38**(14): 75-80.

[28] 董艳梅, 朱英明. 中国高技术产业创新效率评价——基于两阶段动态网络 DEA 模型 [J]. 科技进步与对策, 2015, **32**(24): 106-113.

[29] 陈莹文, 王美强, 陈银银, 等. 基于改进两阶段 DEA 的中国高技术产业研发创新效率研究 [J]. 软科学, 2018, **32**(9): 14-18.

[30] 卜琳麟, 张琪绮, 苏　红, 等. 我国医药制造业创新效率研究 [J]. 中国新药杂志, 2021, **30**(18): 1633-1637.

[31] 王　素, 苏昱霖, 陈玉文. 我国东中西部地区医药制造业技术创新效率比较 [J]. 医药导报, 2016, **35**(11): 1276-1280.

[32] 万　里, 孙劲楠, 丁佐奇, 等. 产学研合作模式下长三角生物医药产业一体化协同创新发展研究——基于专利合作及基金项目合作 [J]. 中国药科大学学报, 2022, **53**(6): 742-752.

[33] 杜逸航, 孙友松, 陈　倩, 等. 2021 年全球获批上市的原创新药：回顾与展望 [J]. 中国新药杂志, 2022, **31**(11): 1033-1041.

[34] 黄　颖, 谭清立, 林岱衡. 基于灰色关联分析法的京津冀、长三角地区生物医药产业发展水平对比研究 [J]. 广东药科大学学报, 2023, **39**(1): 7-12.

[35] 任　祝, 周　元, 王银芳, 等. 京津冀生物医药产业链与创新链双向融合发展对策研究 [J]. 科技中国, 2022, (9): 99-102.

[36] 富敬垚, 章　雁. 对我国医药行业研发投入的思考 [J]. 北方经贸, 2019, (2): 141-143.

[37] 王学恭. 加快生物医药创新升级促进生物经济高质量发展 [J]. 中国生物工程杂志, 2022, **42**(5): 8-9.

[38] 黄新月. 产业链、创新链融合下产业集群竞争力研究 [J]. 河北企业, 2023, (9): 66-68.

[39] 石家庄新闻网. 全力推动石家庄市生物医药产业创新发展、高质量发展 —— 习近平总书记考察石家庄市国际生物医药园规划展馆回访 [EB/OL]. [2023-05-14]. http://news.sjzdaily.com.cn/2023/05/14/99821302.html.

[40] 许月楠. 医药制造业区域创新效率差异及影响因素研究 [D]. 石家庄: 河北经贸大学硕士学位论文, 2019.

[41] 梁　云, 岳霄霄, 邵　蓉. 粤港澳大湾区生物医药产业发展分析及建议 [J]. 中国药房, 2021, **32**(21): 2566-2574.