

中国高新区高新技术产业创新效率探析

白素霞 陈彤¹

【摘要】 高新区作为高新技术企业的重要载体，是推动区域经济发展、助力产业转型升级、培育高新技术产业的重要平台。目前，对全国层面高新区高新技术产业发展的评价研究相对较少，本文基于数据包络分析方法，对我国 152 个国家级高新区高新技术产业的创新效率进行评价。结果显示：高新区高新技术产业创新效率相对较低，且呈现明显的区域差异性，创新效率高于均值的高新区数量不到 50%；创新效率居于前列的高新区大多位于较为发达的一二线城市和一些工业城市；高新区高新技术产业创新效率排名与工业总产值之间基本呈现出较为显著的正相关关系。为提升高新区高新技术产业创新效率，应在营造良好的创新生态、构建精准产业扶持政策体系、探索创新创业新机制等方面下大力气。

【关键词】 高新技术产业 数据包络分析 创新效率

【中图分类号】 F127 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006—012X(2021)—02—0068(06)

一、引言

自 1988 年北京中关村科技园区成立后，国家级高新技术产业开发区（以下简称高新区）持续不断集聚创新资源与要素，创新成果大量涌现，高新技术产业蓬勃发展，对区域经济的拉动作用不断增强。2019 年，高新区园区生产总值达到 12.2 万亿元，占全国 GDP 的比重高达 12.3%，高新区内火炬入统企业 14.11 万家，工业总产值 240262 亿元，营业收入 385549.4 亿元、净利润 26097.4 亿元、上缴税额 18594.3 亿元、出口总额 41371.5 亿元（见表 1）。高新区已经成为创新驱动发展的重要力量，2019 年发明专利的授权量占全国的 37.5%，PCT 国际专利申请量占全国的 44.7%；每 1 万人从业人员拥有有效发明专利 388 件，是全国平均水平的 11.3 倍；集聚了企业 8.1 万家，占全国的 35.9%，其中科技型中小企业 5.1 万家，占全国的 33.6%。但与发达国家相比，我国高新区发展仍存在一些短板和弱项，如发展不平衡问题突出、产业转型升级有待加快、辐射带动作用尚需进一步发挥等，最突出的问题是创新能力不强，归根结底是高新技术产业创新能力不强。因此，有必要比较分析高新区高新技术产业创新效率，找准我国高新区发展存在的问题，以便补齐短板，挖掘创新潜力，推动高新区高质量发展。

表 1 主要年份高新区发展情况

年份	高新区个数(个)	入住企业个数(个)	工业总产值(亿元)	工业总产值占国内生产总值比重
1995	52	12980	1402.6	2.29
2000	53	20796	7942	7.92
2005	53	41990	28957.6	15.46
2010	83	55243	84318.2	20.42

¹作者简介：白素霞，副教授，博士，中共北京市海淀区委党校教学部，北京 100193

陈彤，硕士，穆迪分析知识服务(北京)投行部，北京 100080

基金项目：中共北京市海淀区委党校 2020 年重点课题“海淀区高新技术产业发展指数研究”

2015	146	82712	186018.3	27
2016	146	91093	196838.7	26.46
2017	156	103600	202826.6	24.72
2018	169	120057	222525.5	24.72
2019	169	141147	240262	24.25

二、研究述评

国内外研究高新技术产业创新效率的内容目前主要集中在三个方面：一是关于高新技术产业创新效率评价的研究。主要运用前沿面分析法，这个方法包括两种——参数法和非参数法，参数方法不常用，主要为随机前沿分析法(Stochastic Frontier Approach, SFA), 是假定由特殊的生产函数形式来估计得出技术效率。^[1]另一种非参数方法最常用，主要是数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA), 该方法是不假定生产函数的具体形式，由运筹学家 Charnes et al. (1978)提出。^[2]二是对创新效率影响因素的研究。认为研发投入是提高产业创新能力的重要指标，政府 R&D 资助对企业的创新效率有着积极影响。还有研究认为，如果高新技术企业缺乏核心的自主创新技术和完善的创新模式，就会抑制高新技术产业整体技术创新效率的提升。^[3~5]另外，知识溢出效应以及财政补贴等因素对高新技术产业创新效率都会产生一定的影响。^[6,7]三是通过一定方法对高新技术产业创新效率进行因果检验和实证分析。^[8,9]Sun (2005)从行业比较的角度对韩国制造业的技术创新效率进行测度。^[10]官建成、陈凯华(2009)采用 DEA 测算了我国高新技术产业的技术创新效率，纯技术效率和规模效率。^[11]韩晶(2010)采用 SFA 实证分析了我国高新技术产业创新效率，研究结论显示，中国高新技术产业整体创新效率呈改善的趋势，并指出中国高新技术产业创新产出主要是经费拉动型。^[12]

国内外学者对高新区的评价研究也比较多，包括经济评价和可持续发展评价、创新能力评价、创新效率评价等。^[13~15]从评价过程来说，都是先构建评价指标体系，在此基础上对高新区进行综合评价，然后比较研究多个高新区的发展情况。从研究方法来看，学者们对高新区发展情况的评价方法主要包括因子分析方法、模糊层次分析法、BP 神经网络分析法、基于熵权 TOPSIS 的评价模型和数据包络分析等。^[16~19]对于多投入-多产出的有效性综合评价问题，比较适合用数据包络分析法，这个方法在处理多投入-多产出的有效性评价方面具有绝对优势。模糊层次分析法、BP 神经网络分析法、基于熵权 TOPSIS 的评价模型、密切值法模型相对而言较为复杂，且权重的确定没有明确的理论含义。因子分析方法虽较为容易操作，但是不能较好地说明多投入和多产出之间的关联性。

总体而言，目前国内外学者对高新区发展情况的研究相对较多，而关于高新区高新技术产业创新效率的研究较少。为了更准确测算高新区高新技术产业创新效率，深入分析其影响因素，本文利用 DEA 可变规模报酬模型对 152 个国家级高新区高新技术产业创新效率进行评价。

三、研究方法与数据处理

数据包络分析是线性规划模型的应用之一，是利用线性规划的方法，具体分析多项投入和多项产出指标，对具有可比性的同类型单位进行相对有效性评价的一种数量分析方法。DEA 采用最优化方法内生确定各种投入要素的权重，应用这种方法建立模型之前无需对数据进行量纲化处理，也无需任何权重假设，能够在避免主观因素、简化算法的同时较好地说明多投入和多产出之间的关联性。

一般来说，DEA 方法可分为不变规模报酬下的 CRS 模型和规模可变的 VRS 模型。规模报酬可变下，VRS 模型可将技术效率进

一步分解为纯技术效率和规模效率。为了解决 VRS 模型无法辨识被考察对象总体规模报酬是处于递增阶段还是递减阶段的问题，Coelli (1996) 提出，可以通过求解另外一个规模报酬非增的模型来判断是处于递增阶段还是递减阶段。^[20] 模型分别如下：

$$(D) \begin{cases} \min \theta = VD \\ s. \ t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_j \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - S^+ = Y_j \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j < 1 \\ \lambda_j \geq 0, \ j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0, \ S^- \geq 0 \end{cases}$$

$$(D) \begin{cases} \min \theta = VD \\ s. \ t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_j \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - S^+ = Y_j \theta \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j > 1 \\ \lambda_j \geq 0, \ j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0, \ S^- \geq 0 \end{cases}$$

在投入产出指标选取上，学者们多用 R&D 研发投入相关的指标，这与高新区产业技术程度高、创新性强的特点符合。而产出指标则多用工业增加值、利润、销售收入等来衡量(见表 2)。综合考虑研究的可行性、有效性以及数据的可得性，本文选择高新区当年的高新技术企业数、R&D 经费支出、R&D 人员数量作为本研究的投入指标；选择高新区当年的营业收入、上缴税额、净利润、出口创汇以及工业总产值作为产出指标(见表 3)。

本文研究数据主要来自《中国火炬统计年鉴(2019)》所统计的高新区的各类经济指标数据，剔除包含异常值、缺失值的数据后，对剩余 152 个高新区高新技术产业创新效率进行评价研究。

表 2 投入产出指标确定及平均值

指标类型	具体指标	均值
产出指标	净利润(亿元)	1373. 51
	上交税额(亿元)	1105. 85
	营业收入(亿元)	19683. 17
	出口总额(亿元)	2083. 36
	工业总产值(亿元)	13001. 70
投入指标	高新技术企业数(个)	313. 58
	R&D 经费支出(亿元)	395. 12
	R&D 人员数(人)	15558. 59

四、评价结果分析

需要指出的是，本文的创新效率体现的是区域间创新资源投入和创新成果产出之间的比例关系，不考虑外界环境条件。在上述分析的基础上，采用 DEA 可变规模报酬的模型，经过相应的数据处理后，利用 deap2. 1 软件，对 2019 年 152 个高新区高新

技术产业创新效率进行评价，分析结果显示：

1. 高新区高新技术产业创新效率相对较低

2019 年，152 个高新区高新技术产业创新效率的均值为 0.551, 整体偏低，极差为 0.814, 并且约有 1/4 的高新区高新技术产业的创新效率位于 0.092~0.411 的区间内，25%的位于 0.731~1 之间，存在一定的离散度。创新效率高于均值的高新区数量不到 50%, 而达到 DEA 技术有效(即技术效率为 1)的高新区数量为 22, 总体占比较低。说明高新区高新技术产业创新资源投入产出效率仍有较大的发展空间，当前创新效率不足，高新区高新技术产业发展主要依靠大量投入带动。应该指出的是，虽然高新区与非高新区相比，高新区高新技术产业创新效率相对较高，但就高新区内部来看，高新区高新技术产业创新效率仍有较大提升空间。因此，着力提升高新区高新技术产业创新效率应是推动高新区高质量发展的重要任务。

表 3 2019 年高新区高新技术产业创新效率总体情况

指标	均值	方差	中位数	最大值	最小值	上四分位	下四分位
数值	0.551	0.073	0.503	1	0.101	0.323	0.744

表 4 2019 年高新区高新技术产业创新效率分布情况

排名	省级单位	创新效率高于均值的 高新区数量	省级单位	DEA 技术有效的 高新区数量
1	江苏	8	江苏	4
2	广东	8	吉林	3
3	山东	7	广东	3
4	江西	6	陕西	2
5	陕西	6	山东	1
6	湖北	5	广西	1
7	吉林	4	四川	1
8	广西	4	云南	1
9	四川	4	上海	1
10	河南	3	北京	1

2. 高新区高新技术产业创新效率区域差异较大

高新区高新技术产业创新效率呈现出明显的东中西差异，高新技术产业创新效率较高的高新区主要分布于东部地区，其次

是中部地区，效率最低的是西部地区，这一结果与我国经济发展的区域差异相一致。其中，东部地区的江苏、广东、山东三省高新区创新效率高于均值的数量占比达到 46%, 而西部地区高新区创新效率较高的主要分布在四川、云南等地区。这表明，高新区发展与区域经济发展具有相互促进的关系，高新区作为区域经济发展重要的增长极，能够推动区域经济发展。同时，高新区的发展也离不开区域经济的支撑，区域的要素市场、产品需求市场的规模和质量都会通过集聚经济的共享、匹配与学习机制对高新区的投入产出效率产生较大的影响。

表 5 高新区高新技术产业创新效率高于均值的地区占比¹

	创新效率平均值	高于均值比例
东部地区	0.590	43.25%
中部地区	0.551	27.11%
西部地区	0.498	4.87%
东北地区	0.532	21.20%

3. 高新技术产业创新效率高的高新区主要集中于一二线经济发达城市

选择高新技术产业创新效率排名前 50 的高新区进行分析，可以发现，创新效率居于前列的高新区同样大多位于较为发达的一二线城市、省会城市或是重要的核心枢纽城市，如北京中关村、上海张江、江苏无锡、江苏苏州、广东东莞、四川成都、陕西西安、吉林长春等，表明高新区高新技术产业发展与区域经济发展关联性较强。从集聚经济机制来看，较为发达的城市会具有更大的劳动力市场、产品需求市场以及更强的知识溢出效应，因而能够为高新区高新技术产业提供运转效率更高的劳动匹配机制、知识共享机制和市场规模效应。除此之外，创新效率较高的高新区还分布在一些工业城市或资源型城市，如辽宁辽阳、黑龙江大庆、四川攀枝花、甘肃白银、山东济宁等。在一定程度上说明高新区在推动工业技术升级、资源利用效率方面的影响程度更高。

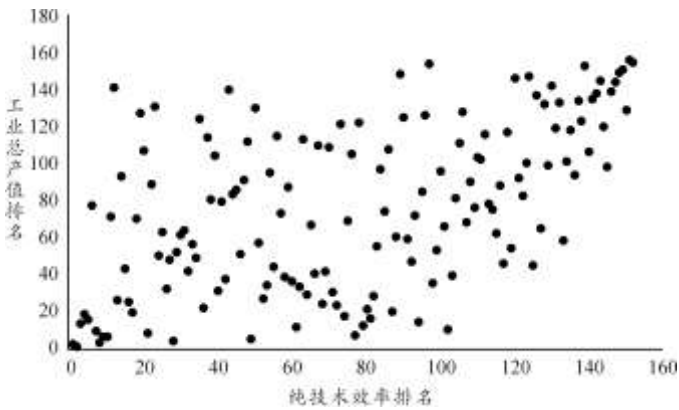


图 1 高新区创新效率排名与工业总产值排名对比分析

4. 高新区高新技术产业创新效率与工业总产值呈正相关关系

对比分析高新区高新技术产业创新效率排名与工业总产值排名，可以看出二者基本呈现较为显著的正相关关系(如图 1 所示)，

表明目前高新区高新技术产业创新效率的提高，主要依靠产业集聚所产生的规模经济效应。从理论上来看，产业集聚的规模优势会对创新效率产生重要促进作用，马歇尔、克鲁格曼等对产业集聚对创新效率的影响进行了大量研究，认为产业集聚除了会通过共享、节约成本、技术溢出等机制促进创新效率改善之外，还会通过强化竞争、降低信息不对称、引致制度创新等方式，促进不同利益主体之间的激励相容，凝聚不同利益主体协同开展创新和升级的合力，从而使产业整体创新效率不断提升。

五、提升高新区高新技术产业创新效率的建议

高新区作为高新技术产业的主要载体，在推动区域经济发展、助力产业转型升级、培育高新技术企业等方面发挥了重要作用。为进一步提升高新区高新技术产业创新效率，推动高新区高质量发展，应着重加强以下几方面的工作。

1. 强化科技中介体系，营造良好的创新生态

积极推动高新区发展专业化、网络化、国际化的科技服务业，培育壮大科技服务市场主体，优化完善高新区高新技术企业创新载体、创新平台建设，支持各级各类创新平台、孵化载体、公共服务平台、新型研发机构优先在高新区布局。建立健全多层次、多类别的人才引进机制，以重大平台建设为支撑，以更加开放的姿态吸引国际国内各类人才来高新区创新创业，加大对高层次人才就医、子女教育等公共服务保障力度。改革完善创新创业体制机制，优化完善创新创业氛围，加大对创新型企业支持力度，营造良好的产业生态和创新创业生态，增强高新区创新支撑能力。

2. 构建精准产业扶持政策体系，着力提升高新区高新技术产业创新能力

对区内高新技术企业积极参与国家科技重大专项和重点研发计划等国家和省级重大科研项目给予一定资金配套，提升高新区基础研究和共性关键技术研究能力，力争取得重大技术突破和重大颠覆性创新，推动新技术、新产业、新业态的不断涌现和快速形成。提升龙头骨干企业的辐射带动作用，强化园区内龙头骨干企业与中小型企业专业化协作和配套能力，深化产业链上下游企业互补合作，着力增强协同创新能力，提升产业集群综合创新竞争力；鼓励和支持企业、高校和科研机构等创新主体建立产学研用协同创新网络，引导园区内各企业联合组建产业联盟或研发联盟等新型合作模式，强化产业链整合和供应链管理，着力推动产业创新集群转型升级。

3. 积极推进全面改革创新，大力探索创新创业新机制

积极推进科技成果转化、科研经费使用和管理、科技项目申请和科研评价等创新创业体制机制改革，破除制约创新创业的体制性障碍，进一步激发创新激情和活力。着力深化“放管服”改革，积极探索落实企业投资项目承诺制、容缺受理制，积极落实费用扣除、税收优惠等各项政策。强化评价监测体系向创新能力方面的倾斜，建立高新区创新创业评价监测机制，重点加大对研发经费投入、成果转移转化、科技型企业培育发展等领域的监测，完善评价考核和分类指导，进一步增强高新区作为实施创新驱动发展重要载体的功能。

4. 扶持欠发达地区高新区建设，推动高新区之间协调发展

加大对中西部地区高新区政策支持力度，探索东部地区与中西部地区高新区开展扶持共建、股份合作、托管建设等园区开发建设新模式。加大对中西部地区高新区高新技术产业倾斜性优惠支持政策，加快建立更加有效的东中西部地区高新区间的协调发展机制，试点开展东中西部高新区之间的对口帮扶行动，通过开展产业帮扶、资源平台共建共享、服务资源互借互引、特色经验互推互鉴等活动，推动不同区域高新区间协调发展。

5. 大力推进产城融合发展，打造高品质现代化高新区

积极推动高新区规划融入城市总体规划和各项专项规划，补齐高新区生活、休闲、居住等配套基础设施短板，积极探索建设适宜创新创业的新型空间。强化教育、医疗、商贸等公共服务设施建设，深化推进职住平衡，进一步优化完善高新区人文发展环境，提升人文品质，完善生活居住功能，提高生活工作舒适度和满意度。充分利用物联网、云计算、5G、区块链等新技术，以互联网和数据中心等新型基础设施建设为基础，适度超前布局各类各层次应用场景，着力提升基础设施、公共服务体系、政务服务等方面的“智慧”化水平，全力打造现代化高品质智慧高新区。

参考文献:

- [1]Aigner D J,Lovell C A K,Schmidt P.Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions Models [J].Journal of Econometrics,1977,1(06):21-37.
- [2]Charnes A,Cooper W W,Rhodes E.Measuring the Efficiency of Decision Making Units [J].European Journal of Operational Research,1978,6(02):429-444.
- [3]Romer P M.Increasing Returns and Long-Run Growth [J] .Journal of Political Economy,1986,94(05):1002-1037.
- [4]Choi S B,Lee S H,Williams C.Ownership and Firm Innovation in a Transition Economy:Evidence from China[J].Research Policy,2011,40(03):441-452.
- [5][11]官建成,陈凯华.我国高技术产业技术创新效率的测度[J].数量经济技术经济研究,2009,(10):19-34.
- [6]刘满凤,吴卓贤.高新技术产业集群知识溢出的 Mar 效应和 Jac 效应的实证研究[J].科学学与科学技术管理,2013,(08):85-94.
- [7]张同斌,高铁梅.研发存量、知识溢出效应和产出空间依赖性对我国高新技术产业产出的影响[J].系统工程理论与实践,2014,(07):1739-1748.
- [8]Neelankavil J P,Alaganar V T.Strategic Resource Commitment of High-Tech Firms:An International Comparison[J].Journal of Business Research,2003,(06):493-502.
- [9]Anna A,Germa C.Use of Appropriation Instruments and Absorptive Capacity:Evidence from Spanish Firms[J].Research Policy,2007,10(36):1545-1558.
- [10]Sun C H,Kalirajan K P.Gauging the Sources of Growth of High-Tech and Low-Tech Industries:The Case of Korean Manufacturing[J].Australian Economic Papers,2005,44(02):170-185.
- [12]韩晶.中国高技术产业创新效率研究——基于 SFA 方法的实证分析[J].科学学研究,2010,(03):149-154.
- [13]权进民,姚兰,史本山.基于 DEA 的国家级高新区可持续发展能力评价[J].软科学,2008,(01):79-81.
- [14]方玉梅,刘凤朝.我国国家高新区创新能力评价研究[J].大连理工大学学报(社会科学版),2014,(04):26-32.
- [15]王飞航,李友顺.基于三阶段数据包络分析模型的我国西部地区国家级高新区创新效率评价[J].科技管理研究,

2019, (01):62-67.

[16]杨传明. 江苏国家高新区高技术产业多级模糊综合评价[J]. 苏州科技学院学报(社会科学版), 2012, (05):33-38.

[17] 苏林, 郭兵, 李雪. 高新园区产城融合的模糊层次综合评价研究——以上海张江高新园区为例[J]. 工业技术经济, 2013, (07):14-18.

[18]郭岚, 张祥建, 徐晋. 基于神经网络专家系统的高新技术园区竞争力分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2004, (04): 113-115.

[19]党兴华, 李全升. 基于熵权改进 TOPSIS 的陕西国家级高新区创新发展能力评价[J]. 科技管理研究, 2017, (03):15-21.

[20]Coelli, T. J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program[R]. CEPA Working Paper 1996/8, Department of Econometrics, University of New England, Australia.

注释:

1 其中, 东部地区高新区 64 个, 中部地区 37 个, 西部地区 35 个, 东北地区 16 个。