

长江经济带高技术制造业创新效率

时空格局演变研究¹

杜宇^{1, 2}, 黄成^{3, 4}

(1. 武汉大学经济与管理学院; 2. 武汉大学区域经济研究中心;

3. 武汉大学中国中部发展研究院; 4. 武汉大学中国发展战略与规划研究院, 湖北武汉 430072)

【摘要】: 高技术制造业作为实施创新驱动战略和加速新旧动能转化的重要载体,是推动长江经济带成为引领我国经济高质量发展生力军的关键。采用规模报酬可变的投入导向型 NSBM 模型,测度 2011—2016 年长江经济带高技术制造业创新整体效率和两阶段效率,并探讨效率演变的时空特征和内在机理。结果显示:长江经济带高技术制造业创新整体效率和阶段效率均呈下上中游梯度递减的空间分异特征,下游地区高技术制造业处于要素配置优化推动转型升级的调整期,呈集聚水平、创新效率“高高”特征;中上游地区处于粗放式集聚加剧要素错配的阵痛期,呈集聚水平、创新效率“低低”特征。技术研发效率不高是导致长江经济带高技术制造业创新低效率的主要原因。投入导向和关联错配导致的中游塌陷与局部效率洼地,会加剧区域效率分化,最终演变为全局低效率。为改变长江经济带高技术制造业创新局部高效、全局低效的不利境地,实现创新效率提升,需强化区域科技合作机制,完善市场科技服务体系,树立质量效益型研发目标。

【关键词】: 长江经济带; 高技术制造业; 创新效率; NSBM 模型

【中图分类号】: F127. 5 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2019)21-0035-08

DOI: 10. 6049/kjbydc. 2019030278

0 引言

高技术制造业具有知识和技术要素密集、资源消耗低、附加值高等优势,是实施创新驱动发展战略和推动新旧动能转换的重要载体。党的十九大报告提出,我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期,推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革成为实现高质量发展的重要战略目标。高技术制造业作为

¹收稿日期: 2019-05-20

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(19BJL061);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2042019kf1005;2042018kf1015)

作者简介: 杜宇(1990—),男,河南信阳人,武汉大学经济与管理学院博士研究生,武汉大学区域经济研究中心主任助理,研究方向为区域经济与产业经济;黄成(1990—),男,湖北潜江人,武汉大学中国中部发展研究院博士研究生,武汉大学中国发展战略与规划研究院副院长助理,研究方向为城市与区域经济。

高生产效率的保障,是新时期推动我国经济转型升级、实现“三大变革”的动力源泉。长江经济带在新时期区域发展总体格局中具有重要战略地位,是我国高技术制造业的主要集聚区。2018年4月26日,习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上指出,要正确把握破除旧动能和培育新动能的关系,推动长江经济带发展动力转换,使长江经济带成为引领我国经济高质量发展的生力军。长江经济带作为我国创新驱动的重要策源地和引领带,解构其高技术制造业创新效率演变的时空特征及内在机理,有助于加快推动高技术制造业效率变革,实现创新驱动引领长江经济带高质量发展的新局面。

1 相关文献综述

创新效率是高技术制造业活力的“源泉”,能够衡量企业创新资源配置能力。提升高技术制造业创新效率既是突破工业发展瓶颈、实现高质量发展的重要路径,也是重塑工业竞争优势的应有之意。国内学术界主要围绕高技术制造业创新效率评价及提升路径展开研究,其中,效率评价涉及全国^[1]、省域^[2]、产业^[3]、企业^[4]等多尺度;创新效率提升路径着重从产业发展和区域环境两个方面探讨不同因素对创新效率的作用机制,涉及资源依赖^[5]、企业规模^[6]、人力资本^[7]、研发投入^[8]、产业集聚^[9-10]、政府干预^[11]、政策体系^[12]等。

高技术制造业创新效率评价方法主要包括数据包络分析(DEA)和随机前沿分析(SFA)。其中,随机前沿分析(SFA)属于参数法,需设定生产函数的具体形式和效率项的分布假设,一旦设定有误就会导致结果出现偏误^[13];数据包络分析(DEA)属于非参数法,相比SFA模型,DEA模型应用更为广泛,包括BCC模型和CCR模型^[14],以及考虑非径向冗余的SBM模型^[15]、比较前沿面效率的Super-DEA^[16]、兼容径向与非径向的EBM模型^[17]等。综合已有研究,工业基础和创新禀赋差异导致高技术制造业创新效率兼具低水平和区域异质性特征^[18-20]。

随着研究框架不断完善,高技术制造业创新效率提升路径逐步成为国内学者关注的焦点。在供给侧结构性改革背景下,改革重点从政府拉动需求转向提升高技术制造业创新效率,持续推动经济发展^[21]。探索高技术制造业创新效率提升路径能够为区域产业政策制定提供重要指引,有助于加快新旧动能转换,破解低效率创新困境,实现创新驱动引领经济高质量发展。虽然围绕高技术制造业创新效率提升路径的研究如汗牛充栋,但研究维度各有侧重,实证结果也存在分歧。

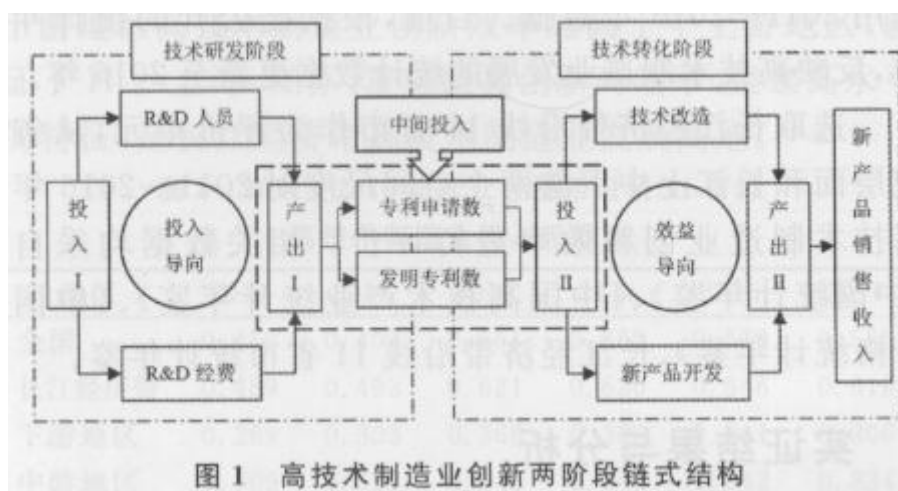
已有研究为完善高技术制造业创新分析框架提供了思路借鉴,但通常将高技术制造业创新过程作为“黑箱”处理,较少关注中间环节的运行机制和转化过程。随着相关研究不断深入,国内外学者基于价值链视角提出两阶段关联型网络DEA模型^[22],对高技术制造业技术研发阶段效率和技术转化阶段效率进行分解测度^[23]。然而,国内学者普遍将技术研发和技术转化过程看作独立单元,忽视创新系统内各阶段的关联性^[24-25],导致效率分析中的“辛普森悖论”。已有研究通常采用KaO&Hwang^[26]提出的关联型网络DEA模型,但规模报酬不变的假设过于严苛,肖仁桥等^[27]对模型进行改进,提出规模报酬可变的链式关联型网络DEA模型,拓展了模型应用领域,完善了网络DEA分析框架,为高技术制造业创新效率测度提供了方法借鉴。

长江经济带是我国高技术制造业的重要集聚区,却尚未引起学术界的广泛关注,鲜有围绕长江经济带高技术制造业创新效率的研究,部分学者仍沿用传统DEA模型分析框架,没有从价值链视角采用网络DEA模型进行效率评价^[28-30],长江经济带高技术制造业创新效率研究尚处于起步阶段^[31-32],对低效率创新困境根源的探讨也相对薄弱^[33]。

本文在已有研究成果的基础上,试图作以下拓展:①厘清高技术制造业创新中间环节的运行机制和转化过程,完善相关研究框架;②采用规模报酬可变的投入导向关联型NSBM模型测度长江经济带沿线11省市高技术制造业技术研发阶段效率和技术转化阶段效率,改进传统网络DEA模型有偏的测算结果;③解构长江经济带高技术制造业创新效率演变的时空特征和内在机理,阐述低效率创新根源,为探讨效率提升路径提供依据。

2 高技术制造业创新效率演变内在机理分析

创新活动作为一项复杂的系统工程，是由一系列功能性研发环节和关联性服务环节组成的连续过程。创新周期包括从技术研发到产品开发等一系列环节，以实现市场效益为目标。借鉴余永泽等（2009）、Guan^[34]、肖仁桥等（2012）的研究成果，将高技术制造业创新过程分为技术研发阶段和技术转化阶段。技术研发阶段是指研发资源向科技成果转化环节，技术转化阶段是指科技成果向经济效益转化环节，高技术制造业整体创新效率是两阶段效率的综合（见图 1）。由于区域创新禀赋和工业基础不同，差异化目标导向使两阶段创新效率演变的内在机制不尽相同，厘清这一内容有助于研判高技术制造业创新效率的时空差异。



2. 1 投入导向下技术研发效率演变机理

与传统制造行业相比，高技术制造业塑造竞争优势的关键在于通过持续的科技创新获取研发成果。技术研发效率决定了高技术制造业发展活力，反映出科技产出与研发投入间的关系，通过持续的科技人员和资金投入获得充足的科技成果。然而，地方政府需求可能形成区域高技术制造业锦标赛式的竞争发展格局，导致高技术制造业难以摆脱依靠增加创新要素以增加研发成果的投入导向，陷入低效率创新困境。区域间差异化目标导向决定研发效率演变的空间异质性，其中，发达地区重点发展高技术制造业知识、技术密集型环节以提升价值链地位，加快要素从低端环节向高端环节配置，以提高科技产出质量为导向，推动研发效率改善。发达地区高技术制造业集聚水平较高，但规模提升空间有限，集聚过度会引发拥挤效应，产能过剩导致研发效率趋于恶化；欠发达地区承接发达地区高技术制造业转移的劳动密集型环节会陷入“要素诅咒”，导致价值链低端锁定。虽然欠发达地区具有高技术制造业集聚潜力较大的后发优势，但其创新禀赋不佳，通过产业转移复制发达地区高技术制造业的投入导向，从而陷入低效率创新困境。基于上述分析，提出如下假设：

H₁：发达地区高技术制造业整体创新效率较高，欠发达地区整体创新效率较低。

H₂：发达地区高技术制造业技术研发效率较高，欠发达地区技术研发效率较低。

2. 2 效益导向下技术转化效率演变机理

科技成果转化作为科技与经济融合过程，旨在检验科技成果的应用价值和市场导向，需围绕新产品开发重点推动技术改造、市场营销、商业策划等服务环节建设，技术转化效率表现为经济产出与科技产出间的关系。科技产出作为创新的中间投入，是维系两阶段的纽带。技术转化效率提升要基于市场需求加快技术改造和新产品开发，然而，投入大、周期长、风险高的特征使技术转化存在较大不确定性。一方面，由市场需求定位不准确导致高质量成果供给不足，会因技术改造成本较高、周期较长面临转化失败的风险。技术研发阶段产出质量也会影响技术转化效率，技术研发阶段的投入导向与技术转化阶段的效益导向错位是导致转化效率较低的主要原因；另一方面，科技成果转化受市场环境和制度环境的影响较大。当前，我国创新生态尚未形成，

专利认证、市场营销、商业策划等服务环节发展程度较低，延长了新产品开发周期并降低了科技成果的时效性和竞争力。区域间差异化目标导向决定了技术转化效率演变的空间特征。发达地区通过完善市场运行机制和科技服务体系，围绕缩短技术转化周期这一目标，不断提高服务质量、降低交易成本，推动技术转化效率持续改善，而且高质量的科技成果降低了技术转化的不确定性；欠发达地区由于技术研发阶段的有效供给不足导致技术转化难度较大，从而导致技术转化成本上升、新产品开发周期延长以及技术转化效率降低。基于上述分析，提出以下假设：

H₃:发达地区高技术制造业技术转化效率较高，欠发达地区技术转化效率较低。

H₄:研发效率不高是高技术制造业陷入低效率创新困境的主要原因，提升技术研发效率是实现高技术制造业效率变革的主要路径。

3 研究方法 with 数据来源

3.1 研究方法

根据 Tone & Tsutsui^[35]提出的 NSBM 模型，对网络 DEA 模型有偏结果进行修正。采用规模报酬可变的投入导向型 NSBM 模型测算高技术制造业创新整体效率和两阶段效率。模型包括 $j(j=1, \dots, n)$ 个决策单元，高技术制造业创新包括 k 个阶段， m_k 和 r_k 是阶段 $k(k=1, 2)$ 的投入数和产出数， (k, h) 表征阶段 k 与阶段 h 的关联性， $Z^{(k, h)}$ 是中间投入， λ_k 是阶段 k 的权重向量， s^+ 和 s^+ 分别是阶段 k 的投入冗余、产出冗余， ω^k 是表征节点 k 在模型中重要程度的相对权重，并满足约束条件 $\sum_{k=1}^K \omega^k = 1 (\omega^k \geq 0)$ ，阶段权重的确定参考 Cooper 等^[36]的研究成果， θ_0^* 为整体效率值。

$$\begin{aligned} \theta_0^* &= \min_{\lambda^k, s^{k-}} \sum_{k=1}^K \omega^k \left(1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_i^{k-}}{x_{i0}^k} \right) \right) \quad (1) \\ s.t. &\begin{cases} x_0^k = X^k \lambda^k + s^{k-} \quad (k=1, \dots, K) \\ y_0^k = Y^k \lambda^k - s^{k+} \quad (k=1, \dots, K) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 \quad (k=1, \dots, K) \\ \lambda^k \geq 0, s^{k-} \geq 0, s^{k+} \geq 0 \\ Z^{(k, h)} \lambda^h = Z^{(k, h)} \lambda^k \end{cases} \quad (2) \end{aligned}$$

式 (2) 是模型的约束条件。其中，前两行是生产前沿条件，第三行是规模报酬条件，最后一行是关联产出的约束条件。在 NSBM 模型中，整体效率值是阶段效率值以 ω^k 为权重的加权平均。其中，阶段效率值可以表示为：

$$\begin{aligned} \theta_k &= 1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_i^{k-}}{x_{i0}^k} \right) \quad (k=1, \dots, K) \quad (3) \\ \theta_0^* &= \sum_{k=1}^K \omega^k \theta_k \quad (4) \end{aligned}$$

3.2 数据来源

对高技术制造业技术研发阶段和技术转化阶段构建效率评价指标体系。技术研发效率能够反映科技产出与研发投入的关系。其中，研发投入采用人力投入和资金投入衡量，科技产出采用专利数衡量。本文选取 R&D 经费内部支出和 R&D 人员折合全时当量作为研发投入的代理指标，选取专利申请数和有效发明专利数作为科技产出的代理指标。技术转化效率能够反映经济产出与科技投入的关系。科技产出作为中间投入，既是技术研发阶段的产出，也是技术转化阶段的投入。技术转化是新技术、新专利转化为新产品的过程，需围绕技术应用和产品开发进行投入。本文选取技术改造经费支出、新产品开发经费支出作为科技投入的新增代理指标，选取新产品销售收入和出口交货值作为经济产出的代理指标。创新作为知识生产过程，创新产出不仅取决于当期投入，也与往期投入有关，因此，R&D 经费内部支出采用存量形式，根据永续盘存法计算。此外，由于创新过程具有时滞性，参考已有研究，取滞后期为 2 年。其中，技术研发滞后期取 1 年，研发投入采用 2009—2014 年数据，科技产出采用 2010—2015 年数据，技术转化滞后期取 1 年，经济产出采用 2011—2016 年数据。目前，根据已公开的统计年鉴，反映高技术制造业发展的统计数据更新至 2016 年。

表 1 2011—2016 年长江经济带沿线 11 省份高技术制造业整体创新效率

地区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	产业集聚
上海	0.821	0.734	0.763	0.874	0.842	0.842	1.704
江苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.213
浙江	0.372	0.356	0.132	0.135	0.134	0.239	0.642
安徽	0.439	0.507	0.130	0.162	0.167	0.209	0.588
江西	0.400	0.396	0.133	0.122	0.154	0.159	0.899
湖北	0.347	0.338	0.105	0.124	0.102	0.096	0.566
湖南	0.377	0.390	0.247	0.225	0.209	0.202	0.539
重庆	0.799	0.823	0.836	0.958	0.973	1.000	1.122
四川	0.385	0.371	0.510	0.190	0.100	0.169	0.959
贵州	0.145	0.190	0.086	0.093	0.068	0.093	0.335
云南	0.534	0.470	0.230	0.185	0.150	0.186	0.136
下游地区	0.731	0.697	0.632	0.670	0.659	0.694	1.520
中游地区	0.391	0.408	0.154	0.158	0.158	0.166	0.648
上游地区	0.466	0.463	0.415	0.357	0.323	0.362	0.638
长江经济带	0.511	0.507	0.379	0.370	0.354	0.381	0.882
	(0.126)	(0.122)	(0.224)	(0.231)	(0.246)	(0.225)	
	0.587	0.593	0.439	0.438	0.430	0.445	0.714
全国	(0.134)	(0.133)	(0.219)	(0.221)	(0.229)	(0.205)	

注：全国为 29 个省份（剔除西藏、青海，不含港澳台）的效率均值，括号内为效率的基尼指数；长江经济带下游地区包括沪苏浙，中游地区包括皖赣鄂湘，上游地区包括渝川贵滇，下同

选取长江经济带沿线 11 省市作为评价单元，从省域层面和长江上中下游两个空间尺度对 2011—2016 年高技术制造业创新效率进行评价。相关数据均采自《中国统计年鉴》、《中国高技术产业统计年鉴》、《中国价格统计年鉴》、长江经济带沿线 11 省市统计年鉴。

4 实证结果与分析

4.1 长江经济带高技术制造业整体创新效率的时空差异

长江经济带高技术制造业整体创新呈低效率、空间分异特征，区域效率分化程度加剧引致全局效率下降。与全国平均水平相比，长江经济带高技术制造业处于集聚发展阶段，投入导向更为明显。2011—2016 年长江经济带高技术制造业集聚水平从 0.843 上升到 0.898，高于全国平均水平；整体创新效率从 0.511 下降到 0.381，低于全国平均水平（见表 1）；反映要素配置扭曲的投入无效率从 0.489 上升到 0.619，高于全国平均水平。粗放式规模扩张导致创新效率逐步恶化，印证了长江经济带高技术制造业创新低效率的事实。

长江经济带高技术制造业整体创新效率呈下上中游梯度递减的空间分异特征，投入导向驱使下的“中游塌陷”是引发区域效率分化、导致高技术制造业创新低效率的根源。2013 年，长江经济带高技术制造业整体创新效率从 0.507 下降到 0.379，中游地区整体创新效率从 0.408 下降到 0.154，投入无效率从 0.592 上升到 0.846，均占全局效率损失和投入无效率的 72.4%（见表 2）。2011—2016 年长江经济带高技术制造业区域创新效率分化程度逐步加剧，基尼系数从 0.126 上升到 0.225，差异化发展方式导致高技术制造业创新效率的空间演变特征不尽相同。与全国平均水平相比，下游地区高技术制造业呈集聚水平、创新效率的“高高”特征，处于创新驱动发展阶段；中上游地区呈集聚水平、创新效率的“低低”特征，处于要素集聚发展阶段（见图 2）。下游地区高技术制造业创新效率远高于中上游地区，验证了 H_1 。上海、江苏、重庆兼具创新高效率、集聚高水平的特征，是长江经济带高技术制造业发展高地。

表 2 2011—2016 年长江经济带沿线 11 省份

地区	高技术制造业投入无效率					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
全国	0.413	0.407	0.561	0.562	0.570	0.555
长江经济带	0.489	0.493	0.621	0.630	0.646	0.619
下游地区	0.269	0.303	0.368	0.330	0.341	0.306
中游地区	0.609	0.592	0.846	0.842	0.842	0.834
上游地区	0.534	0.537	0.585	0.643	0.677	0.638



图 2 2011—2016 年长江经济带上中下游地区
高技术制造业整体创新效率

4.2 长江经济带高技术制造业创新两阶段效率时空演变特征

(1) 长江经济带高技术制造业技术研发效率和技术转化效率与整体创新效率呈相同的时空演变特征，区域效率分化是导致全

局效率下降的直接原因，粗放式要素集聚是导致全局效率下降的根本原因。2011-2016 年长江经济带高技术制造业技术研发效率从 0.402 下降到 0.327，基尼指数从 0.157 上升到 0.262；技术转化效率从 0.620 下降到 0.436，基尼指数从 0.115 上升到 0.198。与全国平均水平相比，更高层次的区域效率分化导致长江经济带高技术制造业创新效率持续下降。低效率的根源在于产业发展投入导向。2011-2016 年长江经济带高技术制造业研发投入无效率从 0.598 上升到 0.673，技术转化投入无效率从 0.380 上升到 0.564，均高于全国平均水平。创新要素配置扭曲加剧了区域创新效率分化程度，进而演变为全局创新低效率。

从区域层面看，技术研发效率和技术转化效率下上中游梯度递减的空间分异特征十分明显。投入导向驱动下长江经济带中游地区陷入高技术制造业锦标赛式的无序竞争发展格局，技术研发效率和技术转化效率的“中游塌陷”导致长江经济带高技术制造全局创新低效率。2013 年，中游地区创新要素配置扭曲程度较高，导致长江经济带高技术制造业创新面临严重的效率分化和效率恶化问题。其中，技术研发投入无效率(0.862)和技术转化投入无效率(0.831)远高于下游地区与上游地区。技术研发效率从 0.334 下降到 0.138，占长江经济带效率损失的 86.19%；技术转化效率从 0.481 下降到 0.169，占长江经济带效率损失的 65.81%(见表 3)。下游地区高技术制造业技术研发效率和技术转化效率均高于全国平均水平，中上游地区均低于全国平均水平，验证了 H_2 和 H_3 。

表 3 2011—2013 年长江经济带沿线 11 省份高技术制造业分阶段创新效率

地区	2011		2012		2013	
	技术研发	技术转化	技术研发	技术转化	技术研发	技术转化
上海	0.643	1.000	0.468	1.000	0.526	1.000
江苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
浙江	0.254	0.490	0.287	0.426	0.106	0.158
安徽	0.402	0.476	0.489	0.525	0.140	0.119
江西	0.202	0.597	0.213	0.579	0.080	0.186
湖北	0.271	0.424	0.263	0.413	0.078	0.132
湖南	0.266	0.488	0.372	0.408	0.254	0.240
重庆	0.599	1.000	0.646	1.000	0.672	1.000
四川	0.205	0.565	0.307	0.434	0.505	0.515
贵州	0.154	0.136	0.127	0.252	0.089	0.083
云南	0.427	0.642	0.421	0.519	0.232	0.228
下游地区	0.632	0.830	0.585	0.809	0.544	0.719
中游地区	0.285	0.496	0.334	0.481	0.138	0.169
上游地区	0.346	0.586	0.375	0.551	0.375	0.456
长江经济带	0.402	0.620	0.418	0.596	0.335	0.424
	(0.157)	(0.115)	(0.143)	(0.115)	(0.227)	(0.224)
全国	0.446	0.728	0.501	0.684	0.397	0.481
	(0.175)	(0.119)	(0.160)	(0.117)	(0.232)	(0.214)

长江经济带下游地区具有科技研发和市场转化的先动优势，但规模扩张空间有限。转移高技术制造业低附加值环节为价值链攀升拓展了空间，逐渐完善的市场机制促进创新要素向高附加值环节配置，纾解了因集聚过度引发的拥挤效应，通过“腾笼换鸟”推动研发效率改善。此外，人力资本的不断积聚强化了创新禀赋，知识产权保护、研发补贴政策等制度激励为研发效率提升营造出良好的外部环境，巩固了下游地区技术研发的龙头地位，但高质量技术转化需要的投入更高、周期更长、风险更大。2011—2016 年下游地区高技术制造业技术研发效率从 0.632 下降到 0.544，再上升到 0.606；技术转化效率从 0.830 下降到 0.719，再上升到 0.781，处于要素配置优化的调整期。其中，浙江是下游地区的“效率洼地”(见表 3、表 4)。

表 4 2014—2016 年长江经济带沿线 11 省份高技术制造业分阶段创新效率

地区	2014		2015		2016	
	技术研发	技术转化	技术研发	技术转化	技术研发	技术转化
上海	0.748	1.000	0.684	1.000	0.685	1.000
江苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
浙江	0.123	0.147	0.088	0.180	0.134	0.344
安徽	0.148	0.175	0.157	0.178	0.157	0.261
江西	0.083	0.161	0.088	0.220	0.109	0.210
湖北	0.072	0.176	0.060	0.143	0.054	0.138
湖南	0.206	0.245	0.190	0.229	0.153	0.251
重庆	0.916	1.000	0.946	1.000	1.000	1.000
四川	0.171	0.210	0.084	0.115	0.130	0.208
贵州	0.062	0.124	0.046	0.090	0.050	0.137
云南	0.154	0.216	0.119	0.180	0.126	0.246
下游地区	0.624	0.716	0.591	0.727	0.606	0.781
中游地区	0.127	0.189	0.124	0.192	0.118	0.215
上游地区	0.326	0.387	0.299	0.346	0.326	0.398
长江经济带	0.335	0.405	0.315	0.394	0.327	0.436
	(0.253)	(0.214)	(0.273)	(0.227)	(0.262)	(0.198)
	0.388	0.487	0.371	0.490	0.339	0.551
全国	(0.241)	(0.206)	(0.259)	(0.207)	(0.249)	(0.182)

长江经济带中上游地区兼具规模扩张的后发优势和技术创新的后发劣势，在工业化和城镇化快速推动下，通过“筑巢引凤”承接下游转移的高技术制造业低附加值环节会强化投入导向，引发区域锦标赛式的无序竞争，粗放式集聚会加剧要素配置扭曲，造成技术研发效率恶化。此外，技术研发阶段与技术转化阶段的关联性较强，技术研发无效供给会提高技术转化成本并延长周期，造成技术转化效率恶化。因此，投入导向和关联扭曲加剧了中上游地区创新要素配置扭曲，导致技术研发和技术转化低效率。2011—2016 年上游地区高技术制造业技术研发效率从 0.346 下降到 0.326，技术转化效率从 0.586 下降到 0.398；中游地区技术研发效率从 0.285 下降到 0.118，技术转化效率从 0.496 下降到 0.215（见图 3、4）。中上游地区处于要素配置恶化的阵痛期，其中，贵州和云南是上游地区的“效率洼地”。





图 4 2011—2016 年长江经济带上下中游地区
高技术制造业技术转化效率

(3) 技术研发效率低下是导致长江经济带高技术制造业创新低效率的根源。2011—2016 年长江经济带高技术制造业技术研发效率均低于技术转化效率。一方面，技术研发阶段和技术转化阶段的关联性较强，中间产品的无效供给导致技术转化阶段的配置扭曲，技术研发阶段的低效率引致技术转化阶段的低效率，最终演变为整体创新过程的低效率；另一方面，长江经济带技术研发效率的区域分化程度比技术转化效率更高，由要素配置扭曲引起的效率损失更大。因此，技术研发效率提升是推动长江经济带高技术制造业效率变革、摆脱创新低效率困境的主要路径，验证了 H_4 。

5 结语

5.1 结论

采用基于规模报酬可变的投入导向 NSBM 模型，从长江经济带沿线 11 省市和上中下游两个空间尺度，测算 2011—2016 年长江经济带高技术制造业创新过程的整体效率和两阶段效率，并探讨效率演变的时空特征和内在机理，得到如下结论：

(1) 长江经济带高技术制造业创新呈低效率、空间分异特征，内部效率分化程度加剧导致整体效率下降。与全国平均水平相比，长江经济带高技术制造业处于集聚发展阶段，整体创新效率较低，内部呈下上中游梯度递减的空间分异特征。下游地区处于创新驱动发展阶段，高技术制造业发展呈集聚水平、创新效率的“高高”特征，中上游地区处于要素集聚发展阶段，高技术制造业发展呈集聚水平、创新效率的“低低”特征。上海、江苏、重庆是高技术制造业发展高地，兼具高集聚水平、高创新效率特征，是长江经济带高技术制造业发展的优势地区。

(2) 长江经济带高技术制造业技术研发效率和技术转化效率与整体创新效率呈相同的时空演变特征，且均呈下上中游梯度递减的空间分异特征。区域效率分化是导致全局效率下降的直接原因，粗放式要素集聚是全局效率下降的根本原因。其中，长江下游地区处于要素配置优化的调整期，中上游地区处于要素配置恶化的阵痛期。粗放式集聚引发创新要素配置扭曲，不仅导致上游和下游局部地区成为“效率洼地”（浙江、贵州、云南），也造成“中游塌陷”，使长江经济带高技术制造业创新面临局部高效、全局低效的不利境地。

(3) 技术研发效率低下是长江经济带高技术制造业创新低效率的主要原因，提升技术研发效率是推动长江经济带高技术制造业效率变革、摆脱创新低效率困境的主要路径。区域锦标赛式的无序竞争会强化投入导向，加剧地区效率分化程度，中间产品的无效供给会导致技术研发阶段和技术转化阶段的关联扭曲，最终演化为长江经济带高技术制造业创新全局低效率。

5.2 政策建议

当前我国经济发展处于由要素驱动向创新驱动转型时期，推动长江经济带高技术制造业创新效率变革，是实现制造业高质量发展的重要路径。应围绕优化空间布局，挖掘内陆发展潜力，充分发挥各地区比较优势，推动区域科技合作和高技术制造业一体化发展，为长江经济带创新驱动拓展新空间，推动高技术制造业创新由局部高效向全局高效转变，将长江经济带打造成引领我国经济高质量发展的生力军，提出如下政策建议：

(1) 充分发挥政府引导作用，建立区域科技合作长效机制，加强长江经济带高技术制造业空间布局的顶层设计。建立更加有效的区域互动发展机制，避免各地区不分功能、不加协调地推进同质性高技术制造业建设，从而导致创新资源分布不平衡和低效率。完善长江经济带跨行政区科技合作机制，促进下游研发优势和中上游市场优势相结合，加快形成布局合理、协同联动的空间发展格局，合理引导创新要素向中上游地区流动，共建共享一批区域性产学研合作创新平台和高技术制造业创新联盟，依托产业链构建技术研发、技术转化协同联动的创新链。通过加强长江经济带高技术制造业发展规划、组织、协调，汇聚新旧动能转化的区域合力。

(2) 加快完善“制度—市场”互动的科技服务体系，提高技术创新的市场效益，营造高效的技术转化生态。构建企业主导、政府参与、市场服务的科技创新体系，补齐技术转化服务短板，重点改善中上游地区创新生态。发挥服务型政府的引领作用，完善金融、财税、人才、法规等政策，降低技术转化制度性成本，深化科技成果使用、处置和收益权改革。借助“互联网+”打造区域性、行业性技术交易 O2O 平台，支持技术转移机构与天使投资、创业投资等合作建立投资基金，加强技术转化，引导资金、高技术企业创业投资基金联动发展。鼓励企事业单位设置研发机构，扶持市场中介机构发展，为高技术企业创新提供信息咨询、风险评估、产权交易等市场服务，降低技术转化成本、缩短周期，提高技术的时效性和竞争力。加强技术经纪人队伍建设，促进创新成果与市场需求有效对接。

(3) 加快物质资本和人力资本协同集聚，构建以质量效益为导向的技术研发体系，实现高技术制造业高效率运转。破解长江经济带高技术制造业创新高投入、低产出的困境，重点围绕技术研发方向、路线选择和资源优化配置提升新专利、新技术质量，大力培育中小型高技术企业，盘活大中型企业创新资源，避免因同质性、重复性投入导致结构性过剩。提高下游地区高技术制造业准入门槛，合理控制政府研发投入规模，不断完善市场退出机制，推动过剩产能向中上游地区有序转移。加大对核心技术研发的财政支持力度，提高发明专利申请标准，加强知识产权保护，激发企业创新活力。完善人才流动机制，发挥下游地区人才劳动池的溢出效应，重点推动中上游地区的人力资本与物质资本协同集聚，建立有效的科技型人才引、留、育机制，保障高技术企业人才供给。中上游地区要发挥好资金、人才、政策等因素对技术研发的促进作用，同时构建以创新效益为主的考评机制，倒逼高技术制造业技术研发从投入导向向产出导向和过程导向转变。

参考文献：

[1] 胡亚茹，陈丹丹. 中国高技术产业的全要素生产率增长率分解——兼对“结构红利假说”再检验[J]. 中国工业经济，2019(2) :136-154.

[2] 韩兵，苏屹，李彤，等. 基于两阶段 DEA 的高技术企业技术创新绩效研究[J]. 科研管理，2018(3) :11-19.

[3] 孙早，徐远华. 信息基础设施建设能提高中国高技术产业的创新效率吗？——基于 2002—2013 年高技术 17 个细分行业面板数据的经验分析[J]. 南开经济研究，2018(2) :72-92.

[4] 陈元志，朱瑞博. 不同所有制企业技术创新效率的比较研究面向大中型工业企业和高新技术企业的实证分析[J]. 管理世界，2018(8) :188-189.

[5] 高新才，朱泽钢. 资源依赖与高技术产业技术创新效率——基于 SFA 与中介变量法的研究[J]. 西北大学学报：哲学社会

科学版, 2017(1):106-113.

[6]刁秀华, 李姣姣, 李宇. 高技术产业的企业规模质量、技术创新效率及区域差异的门槛效应[J]. 中国软科学, 2018(11):184-192.

[7]范晓莉, 王振坡. 中国高技术产业环境技术效率的动态演进及影响因素研究 基于空间面板模型的实证分析[J]. 现代财经, 2017(9) :89-101.

[8]邱兆林. 高技术产业两阶段的创新效率[J]. 财经科学, 2014(12):107-116.

[9]李晓龙, 冉光和, 郑威. 科技服务业空间集聚与企业创新效率提升——来自中国高技术产业的经验证据[J]. 研究与发展管理, 2017(4) :1-10.

[10]许梦博, 王明赫, 翁钰栋. 生产性服务业集聚有利于高技术产业的研发效率吗[J]. 经济问题探索, 2018(2) :135-141.

[11]张贵, 王岩. 要素扭曲、技术研发与效率损失——中国高技术产业实证研究[J]. 科技进步与对策, 2019(1):59-66.

[12]屈文建, 唐晶, 陈旦芝. 高新技术产业政策特征及演进趋势研究[J]. 科技进步与对策, 2019(3) :61-69.

[13]王庆金, 王强, 周雪. 区域高技术产业研发活动效率评价及影响因素研究[J]. 科技进步与对策, 2018(23) : 59-65.

[14]陈元志, 朱瑞博. 不同所有制企业技术创新效率的比较研究——面向大中型工业企业和高新技术企业的实证分析 [J]. 管理世界, 2018(8) :188-189.

[15]刘秉镰, 李锡庆. 高技术产业研发效率研究——基于非合意产出 SBM-DEA 模型[J]. 经济与管理研究, 2017 (7): 105-113.

[16]刘钊, 邓明亮. 基于改进超效率 DEA 模型的长江经济带科技创新效率研究[J]. 科技进步与对策, 2017, 34 (23) :48-53.

[17]王伟, 孙芳城. 高技术产业三阶段创新效率变动研究基于内部非期望产出的 SBM 模型与 EBM 模型[J]. 科技进步与对策, 2018(3) :67-71.

[18]杨武, 田雪姣. 中国高技术产业发展的科技创新驱动效应测度研究[J]. 管理学报, 2018(8) :1187-1195.

[19]肖仁桥, 陈忠卫, 钱丽. 异质性技术视角下中国高技术制造业创新效率研究[J]. 管理科学, 2018(1) :48-68.

[20]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(9) :14-18.

[21]李彦龙. 税收优惠政策与高技术产业创新效率[J]. 数量经济技术经济研究, 2018(1) :60-76.

[22]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.

[23]叶锐, 杨建飞, 常云昆. 中国省际高技术产业效率测度与分解——基于共享投入关联 DEA 模型[J]. 数量经济技术经济研

究, 2012(7):3-17, 91.

[24]孙国锋, 张婵, 姚德文. 大中型高新技术企业创新效率测度与分解——基于 DEA 模型的实证分析[J]. 审计与经济研究, 2016(3):111-119.

[25]范德成, 李盛楠. 考虑空间效应的高技术产业技术创新效率研究[J]. 科学学研究, 2018(5):901-912.

[26]KAO C, HWANu S N. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan [J] European Journal of Operational Research, 2008(185):418-429.

[27]肖仁桥, 钱丽, 陈忠卫. 中国高技术产业创新效率及其影响因素研究[J]. 管理科学, 2012(5):85-98

[28]戚涌, 刘军. 长江经济带高技术产业创新效率评价及实证研究[J]. 科技管理研究, 2017(17):60-69.

[29]杨庆, 张贝尔, 蒋旭东, 等. 长江经济带高技术产业发展效率评价及区域影响因素研究[J]. 宏观经济研究, 2018(8):68-74.

[30]谢洪军, 张慧. 长江经济带高技术产业生产率变迁及其收敛性研究[J]. 科技进步与对策, 2015(24):34-39.

[31]史安娜, 王绕娟, 张鎏依. 长江经济带高技术产业创新要素集聚的空间溢出效应[J]. 河海大学学报: 哲学社会科学版, 2018(1):62-67, 91-92.

[32]成定平, 淦苏美. 长江经济带高技术产业投入产出效率分析[J]. 长江流域资源与环境, 2017(3):325-332.

[33]刘树林, 韩渭, 韩书成. 我国高技术产业创新效率的制度贡献及其异质性[J]. 科技进步与对策. 2018(17):75-82.

[34]GUAN J, CHEN K. Measuring the innovation production process: a cross-region empirical study of China's high-tech innovations [J]. Technovation, 2010, 30(5/6):348-358.

[35]TONE K, TSUTSUI M. Network DEA: a slacks-based measure approach [J]. European Journal of Operational Research, 2009, 197(1):243-252.

[36]COOPER WW, SEIFORD LM, TONE K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, reference and dea-solver software[M]. New York: Springer, 2007.