

中国高技术产业全要素生产率研究

刘建翠

中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京

收稿日期: 2026年7月15日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年8月18日

摘要

本文旨在测度和分析2015~2024年中国高技术产业全要素生产率(TFP)的变化特征及其分解结果, 从行业和区域两个维度识别高技术产业高质量发展中的效率短板与提升路径。研究采用Super-SBM-Malmquist模型, 将高技术产业TFP分解为技术进步指数和技术效率指数。研究结果表明, 行业层面高技术产业TFP平均值为0.9925, 整体基本稳定但尚未形成持续提升趋势, 技术效率改善支撑、技术进步不足拖累; 区域层面, 全国高技术产业TFP平均值为1.0417, 总体保持提升, 主要由技术进步推动, 但技术效率略低于1, 表明资源配置、成果转化和产业组织效率仍需加强。四大区域中, 西部和中部提升较快, 东部和东北相对平稳。

关键词

高技术产业, Super-SBM-Malmquist模型, 全要素生产率

A Study on Total Factor Productivity in China's High-Tech Industries

Jiancui Liu

Institute of Quantitative and Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing

Received: July 15, 2026; accepted: July 28, 2026; published: August 18, 2026

Abstract

This paper aims to measure and analyze the changing characteristics and decomposition results of total factor productivity (TFP) in China's high-tech industries from 2015 to 2024, and to identify efficiency constraints and improvement paths for the high-quality development of high-tech industries from both industrial and regional perspectives. The Super-SBM-Malmquist model is adopted to decompose TFP in high-tech industries into the technological progress index and the technical efficiency index. The results show that, at the industry level, the average TFP of high-tech industries

is 0.9925, indicating that overall productivity remains basically stable but has not yet formed a sustained upward trend. TFP growth is supported by improvements in technical efficiency but constrained by insufficient technological progress. At the regional level, the national average TFP of high-tech industries is 1.0417, indicating an overall improvement mainly driven by technological progress. However, the technical efficiency index is slightly below 1, suggesting that resource allocation, achievement transformation, and industrial organization efficiency still need to be strengthened. Among the four major regions, the western and central regions show faster improvement, while the eastern and northeastern regions remain relatively stable.

Keywords

High-Tech Industries, Super-SBM-Malmquist Model, Total Factor Productivity

Copyright © 2026 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. 引言及文献综述

作为国民经济的战略先导产业，高技术产业在产业结构升级、培育新动能和高质量发展中具有举足轻重的作用。在新的发展阶段，新一轮科技革命和产业变革加快推进，人工智能、5G、工业互联网、生物医药、高端装备等领域快速发展，中国高技术产业规模持续扩大，行业贡献不断增强，但同时也存在区域发展不平衡、行业发展分化、效率有待提高等问题。本文从行业和区域两个维度测算 2015~2024 年高技术产业的全要素生产率及其分解，分析变化特征，并提出提升全要素生产率的建议。

对高技术产业全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的测算分析，在研究方法上，多数学者采用 DEA 模型，少数学者利用 C-D 生产函数、超越对数生产函数等其他模型；研究对象包括行业和区域。在行业层面上，刘建翠[1]利用 C-D 生产函数测算中国高技术产业的 TFP 增长情况，胡亚茹和陈丹丹[2]、尹向飞[3]均利用超越对数生产函数测算了中国高技术产业的 TFP，因研究周期和数据处理方式存在差异，研究结论不同。刘建翠[4]、戴魁早[5]用 DEA-Malmquist 生产率指数模型对各行业 TFP 进行测算和分解，研究结果均是 TFP 的提高由技术进步推动。在区域层面，余泳泽和张妍[6]、魏新颖和王宏伟[7]采用随机前沿面板模型，考察了中国各省市高技术产业的生产效率和全要素生产率增长率变迁；张同斌等[8]运用 DEA-Malmquist 模型测算了全国和区域的 TFP 指数，研究发现东部地区的高技术产业 TFP 最高，其次是中部和西部地区。谢洪军和张慧[9]采用 3 阶段 DEA-Malmquist 生产率指数模型测算了长江经济带 9 省 2 市高技术产业的全要素生产率及其分解指标增长率。

从既有研究文献看，从行业看，中国高技术产业的 TFP 呈增长态势，但增长速度在下降，是技术进步驱动了 TFP 增长，技术效率的作用较小。从区域看，东部地区的 TFP 增长率高于中西部地区。

2. 研究模型与投入产出指标

2.1. 研究模型

目前测算高技术产业 TFP 的模型用的比较多的是数据包络分析(Data Envelopment Analysis, 简称 DEA)，但传统的 DEA 模型具有径向和角度的问题，即投入或产出按照同一比例进行调整，以及必须预先选择投入导向或产出导向，难以同时考虑投入冗余和产出不足，为了解决径向和角度的问题，Tone [10]提出了基于松弛(Slack-Based Measure, SBM)的方法，用来测算具有非期望产出的效率，但该方法往往有

多个决策单元效率值为 1 的情况,为了进行区分和排序,提高测算结果的准确性和实用性,2002 年 Tone [11]又提出了 Super-SBM 模型。本文用 Super-SBM-Malmquist 模型测算高技术产业和省份的 TFP 及其分解情况。鉴于较多文献对此模型进行介绍,这里不再赘述。

2.2. 投入产出指标和数据来源

受于数据限制,为了保证数据连续性,高技术产业包括医药制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、医疗仪器设备及仪器仪表制造业和信息化学品制造业 5 个行业。为全面反映高技术产业的效率,从行业和地区两个维度分析高技术产业的全要素生产率。本文研究地区为中国 30 个省级行政单位(由于数据可得性原因,本文不包括西藏和港澳台地区的样本数据)。研究时段是 2015~2024 年,数据来自 2016~2025 年《中国高技术产业统计年鉴》¹。

投入指标包括资本存量、劳动力投入,产出指标是地区/行业增加值。增加值和资本存量均平减为 2015 年不变价,劳动力投入是各行业和各省份高技术产业的实际就业人数。因为 2015 年以后的《中国高技术产业统计年鉴》没有增加值只有营业收入,本文按照 2017 年、2018 年和 2020 年投入产出表与高技术产业对应的行业的增加值率,估算 2015~2024 年高技术产业的增加值,并按照工业生产者价格指数平减为 2015 年不变价。

资本核算方法使用永续盘存法。投资额采取各行业或省份的高技术产业全社会固定资产投资,折旧率借鉴余泳泽[12]的做法。根据全社会固定资产投资结构对不同年份不同地区固定资本折旧率进行差异化处理,权重为全社会固定资产投资中建筑安装工程、设备工具器具购置和其他费用三个部分的占比,三类资产的基础折旧率分别为 8.12%、17.08%和 12.10%,这样不仅考虑了年度差异还考虑了地区差异,估计的资本存量更符合实际。因缺失 5 个行业固定资产投资结构,行业折旧率根据制造业的固定资产投资结构计算折旧率,计算方法与地区相同。

3. 实证结果分析

3.1. 高技术产业行业 TFP 及其分解

运用 Super-SBM-Malmquist 模型测算高技术产业 5 个行业的生产率指数(TFP),并分解为技术进步指数(TECH)和技术效率指数(EFCH)。根据表 1~3,可以看出,高技术产业全要素生产率总体呈现较为明显的阶段性和结构性特征,具有“效率改善支撑、技术进步拖累、行业表现分化”的特征。2015~2024 年,高技术产业 TFP 指数平均为 0.9925,略低于 1,说明高技术产业全要素生产率总体基本稳定,但尚未形成持续提升趋势。分解来看,技术进步指数平均为 0.9532,明显低于 1;技术效率指数平均为 1.0677,高于 1。说明高技术产业近年来更多依靠资源配置优化、管理效率改善、产能利用提高和规模经济释放支撑 TFP,而原创性技术突破不足、关键环节受制约、技术成果转化不畅,是制约 TFP 进一步提升的主要因素。

3.1.1. TFP 小幅低于 1, 技术进步是主要短板

从年度变化看,高技术产业 TFP 波动较为明显。虽然部分年份有所回升,但总体上尚未形成稳定、持续的增长趋势。这说明高技术产业生产率的改善更多具有阶段性特征,尚未表现出由持续技术积累所支撑的长期提升趋势。

从指数分解结果看,TFP 下降主要源于技术进步指数回落。技术效率在部分年份有所改善,在一定程度上缓解了技术前沿收缩的影响,但尚不足以支撑 TFP 持续高于 1。这说明,高技术产业能够通过提高产能利用率、优化生产流程、改善要素配置和发挥规模效应,充分地利用现有技术,却未能同步推动

¹<http://www.tjcn.org/c/tags/?tagid=143>

生产前沿持续外移。总体而言，样本期内生产率提升仍较多依赖对既有技术和生产能力的挖掘，而原创技术突破、新工艺应用和新产品产业化形成的增长动力相对不足。简言之，企业“用好现有技术”的能力有所增强，但“形成新的技术前沿”的能力仍需提升。

这一判断与近年来我国高技术产业政策取向基本一致。“十三五”时期，《国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知》²已将提升企业创新能力、突破关键共性技术和促进科技成果产业化列为重点任务。进入“十四五”时期³，政策进一步强调强化国家战略科技力量、突出企业技术创新主体地位，并集中力量突破关键核心技术。《科技部 财政部关于印发〈企业技术创新能力提升行动方案（2022—2023 年）〉的通知》⁴也提出，引导企业面向国家重大需求开展技术攻关，并支持企业前瞻布局基础研究和前沿技术。

需要指出的是，技术进步指数偏低并不能等同于研发投入不足。更关键的问题在于，创新投入能否转化为具有规模化应用价值的新产品、新工艺和新生产方式。基础研究和关键核心技术攻关通常投入大、周期长、风险高，其成效难以在短期内直接体现为生产前沿外移。同时，科技成果从实验室研究到中试验证，再到产业化和市场扩散，需要经过较长的转化链条。若中试平台、成果转化机制、产业链协同或首台套、首批次应用等环节存在堵点，研发投入就难以及时转化为现实生产力。

基于上述分析，高技术产业 TFP 略低于 1，不能仅归因于资源配置效率不足，更深层的制约在于技术创新尚未充分转化为生产方式变革和生产前沿跃迁。未来在保持研发投入强度的同时，还应进一步打通基础研究、应用研究、中试验证与产业化应用之间的衔接环节。

3.1.2. 行业比较：TFP 表现明显分化

从行业平均水平看，五个高技术产业行业的 TFP 差异较为明显。计算机及办公设备制造业最高，为 1.0256，医药制造业为 1.0039，整体保持相对稳定；电子及通信设备制造业平均为 0.9991，基本没有明显变化，医疗仪器设备及仪器仪表制造业为 0.9898，略低于 1；信息化学品制造业仅为 0.8789，与其他行业差距较大，是高技术产业 TFP 下降的主要拖累。

这表明，高技术产业内部并不存在统一的生产率演进路径。不同行业在技术成熟度、市场需求、资本投入、产业链结构和成果转化周期等方面存在较大差异，其 TFP 增长动力也不相同。计算机及办公设备制造业和电子及通信设备制造业具有较强的标准化、规模化和数字化基础，更容易通过流程优化和资源配置改善提高效率；医药制造业和医疗仪器设备及仪器仪表制造业受研发、审批、临床验证和市场准入影响，技术成果转化周期较长；信息化学品制造业还受到关键原材料、核心配方、生产工艺及环保安全约束，生产率提升难度更大。

(1) 技术进步普遍不足，行业间差距相对有限

从技术进步指数看，五个行业均低于 1，表明技术进步不足是高技术产业面临的共性问题。其中，医药制造业最高，为 0.9492；医疗仪器设备及仪器仪表制造业为 0.9439；信息化学品制造业为 0.9417；电子及通信设备制造业和计算机及办公设备制造业分别为 0.9299 和 0.9147。

医药制造业技术进步指数相对较高，与近年来创新药、生物医药、高端制剂及产业化技术持续受到政策支持有关。《“十四五”医药工业发展规划》⁵不仅强调关键核心技术攻关，也重视创新产品产业化、工艺突破和产品质量提升。这类政策更加重视创新成果从研发端走向生产端，有助于推动研发成果向生产环节转化。不过，创新药和高端制剂研发周期长，产业化过程也较为复杂。因此，该行业技术进步指数虽相对较高，但指数仍低于 1，说明技术积累有所增强，尚未形成生产前沿的持续外移。

²https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content_5098072.htm

³https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202509/content_7041269.htm

⁴https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/15/content_5705464.htm

⁵https://wap.miit.gov.cn/cms_files/filemanager/1226211233/attach/202112/17911a1bcfab43128c7beaa2ed8a6a50.pdf

医疗仪器设备及仪器仪表制造业位居第二，与医疗装备领域持续补齐基础零部件、基础软件、材料和工艺短板有关。《“十四五”医疗装备产业发展规划》⁶部署了产业基础攻关、高端医疗装备供给能力提升和应用示范等任务。但高端医疗装备涉及多学科、多环节协同，单项技术突破难以迅速带动行业整体升级，相关成果也需要较长时间才能进入规模化应用。

值得注意的是，计算机及办公设备制造业虽然 TFP 表现最好，但技术进步指数最低。这说明，该行业生产率改善并非主要依靠技术前沿推进，而更多来自对既有技术和生产条件的充分利用。该行业标准化程度高、生产流程成熟、供应链分工细化，企业可以通过自动化改造、精益管理、库存优化和供应链整合提高效率，但这并不意味着芯片、基础软件、核心零部件和先进工艺等底层技术同步突破。

数字化转型同样更容易先表现为技术效率改善。《“十四五”数字经济发展规划》⁷提出产业数字化转型，有助于优化生产调度、质量控制、设备维护和供应链协同，使企业更接近既有生产前沿。只有当数字化进一步催生新的核心产品、关键软件、基础元器件和生产工艺时，才会真正推动技术前沿外移。因此，计算机及办公设备制造业呈现出较为明显的“效率改善较快、技术进步不足”特征，其生产率增长仍具有较强的效率追赶色彩。

(2) 技术效率普遍改善，但行业增长模式存在差异

从技术效率指数看，除信息化学品制造业外，其余四个行业均高于 1。其中，计算机及办公设备制造业最高，为 1.1213；电子及通信设备制造业为 1.0744；医药制造业和医疗仪器设备及仪器仪表制造业分别为 1.0576 和 1.0485；信息化学品制造业则为 0.9333。

计算机及办公设备制造业和电子及通信设备制造业技术效率改善最为明显，表明其在要素配置、生产组织、产能利用和规模经济等方面取得了较大进展。这两类行业标准化、模块化程度较高，供应链分工较为成熟，企业能够通过自动化改造、规模扩张和供应链整合较快释放效率红利。工业互联网、大数据和人工智能的应用，也降低了生产调度、质量控制和企业协同成本。《“十四五”数字经济发展规划》将产业数字化作为重点任务，为相关行业效率提升提供了政策和基础设施支持。

医药制造业和医疗仪器设备及仪器仪表制造业也表现出一定的效率改善。近年来，相关政策在支持关键技术研发的同时，逐步加强创新产品产业化、产业链协同和应用示范。特别是在首台套推广、示范应用和产医协同，有助于降低新产品进入市场的障碍，推动研发成果向生产环节转化。

不过，这两类行业的研发、验证和监管周期较长，效率改善往往先于技术前沿外移。企业可以通过生产管理、资源整合和规模化应用先提高效率，而核心技术突破带来的生产率跃升，通常需要更长时间才能。因此，技术效率高于 1 而技术进步指数仍低于 1，并不矛盾，而是反映了创新成果由应用扩散走向前沿突破的阶段性特征。

(3) 信息化学品制造业呈现技术进步与技术效率“双重收缩”

信息化学品制造业 TFP 指数仅为 0.8789，技术进步指数和技术效率指数分别为 0.9417 和 0.9333，是五个行业中唯一同时出现技术进步与技术效率同步下降的行业。这表明，该行业未能推动技术前沿持续外移，在资源配置、产能利用和生产组织方面也存在一定损失。

信息化学品涵盖电子化学品、感光材料及其他专用化学产品，具有配方复杂、工艺要求高、客户认证周期长以及安全环保约束强等特点。一旦关键原材料、核心配方或生产工艺依赖外部供给，企业便难以形成稳定的规模化生产能力。同时，低端产能重复扩张与高端产品供给不足并存，也可能造成研发投入增加而有效产出改善有限。

⁶<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/5664991/files/fe5d22b3789241cf8a4f2cafa8ce964f.pdf>

⁷https://www.miit.gov.cn/xwdt/szyw/art/2022/art_4ecc233a663b44329d0863e60b51192b.html

《三部委关于印发“十四五”原材料工业发展规划的通知》⁸指出，原材料工业仍面临高端产品供给不足、产业链供应链安全风险和绿色转型压力。因此，信息化学品制造业生产率偏低不能简单归因于企业管理，而应从核心技术、关键原料、工艺装备、产业链协同和市场应用等方面综合分析。

从技术进步看，应加强高端电子化学品、关键功能材料和先进制备工艺的研发，降低关键原料和核心技术的外部依赖。从技术效率看，则应减少低水平重复建设，完善专业化分工、中试验证和客户评价体系，提高新增产能与市场需求的匹配程度。只有同时推动技术前沿外移和企业向前沿靠近，才能扭转TFP持续低于1的局面。

总体来看，五个行业大致呈现三种生产率模式：计算机及办公设备制造业主要属于效率驱动型，TFP增长较快，但技术进步相对不足；医药制造业、电子及通信设备制造业以及医疗仪器设备及仪器仪表制造业表现为效率改善与技术进步不足并存，整体生产率相对稳定；信息化学品制造业则表现为技术进步与技术效率双重下降。由此可见，高技术产业政策不宜采取同质化支持方式：对效率驱动型行业，应重点强化基础研究和关键核心技术突破；对成果转化周期较长的行业，应完善中试验证、市场准入和应用推广机制；对“双重下降”行业，则需要统筹推进技术攻关、产能结构优化和产业链协同。

Table 1. TFP index of high-tech industries, 2015~2024

表 1. 2015~2024 年高技术产业 TFP 指数

行业	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
医药制造业	1.3229	0.9703	0.9207	1.0210	0.9210	1.1613	0.8442	0.9391	1.0119	1.0039
电子及通信设备制造业	0.9808	0.9277	0.9309	0.9103	0.9891	1.1243	1.0862	1.0446	1.0193	0.9991
计算机及办公设备制造业	1.0765	1.0332	0.9638	1.0296	1.1092	1.1309	0.9358	0.9360	1.0358	1.0256
医疗仪器设备及 仪器仪表制造业	1.0904	0.9983	0.8106	0.9305	1.0803	1.0649	0.9615	0.9768	1.0275	0.9898
信息化学品制造业	0.8905	0.9487	0.3953	0.7412	1.4329	1.2549	1.0361	0.8192	0.8282	0.8789
平均	1.0722	0.9756	0.8043	0.9265	1.1065	1.1473	0.9728	0.9431	0.9845	0.9925

数据来源：作者计算。

Table 2. Technological progress index of high-tech industries, 2015~2024

表 2. 2015~2024 年高技术产业技术进步指数

行业	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
医药制造业	1.2337	1.0505	0.5080	0.9518	0.9890	1.1408	0.9310	0.9525	0.9980	0.9492
电子及通信设备制造业	0.8833	0.8558	0.5499	0.9989	1.0838	1.1601	0.9325	1.0392	1.0273	0.9299
计算机及办公设备制造业	0.9098	0.8809	0.5435	0.9377	1.0296	1.0949	0.9633	0.9888	1.0217	0.9147
医疗仪器设备及 仪器仪表制造业	0.9727	1.0180	0.5253	0.9662	1.0079	1.1535	0.9592	1.0277	1.0330	0.9439
信息化学品制造业	0.9859	0.9540	0.6688	1.0421	0.9635	1.2449	0.9631	0.8760	0.8775	0.9417
平均	0.9971	0.9519	0.5591	0.9794	1.0148	1.1589	0.9498	0.9768	0.9915	0.9532

数据来源：作者计算。

⁸https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/29/content_5665166.htm

Table 3. Technical efficiency index of high-tech industries, 2015~2024**表 3.** 2015~2024 年高技术产业技术效率指数

行业	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
医药制造业	1.0723	0.9236	1.8125	1.0727	0.9313	1.0180	0.9068	0.9860	1.0139	1.0576
电子及通信设备制造业	1.1104	1.0840	1.6927	0.9113	0.9126	0.9691	1.1647	1.0053	0.9922	1.0744
计算机及办公设备制造业	1.1833	1.1728	1.7732	1.0980	1.0774	1.0328	0.9714	0.9466	1.0138	1.1213
医疗仪器设备及 仪器仪表制造业	1.1210	0.9806	1.5430	0.9631	1.0719	0.9232	1.0023	0.9504	0.9948	1.0485
信息化学品制造业	0.9032	0.9944	0.5911	0.7113	1.4871	1.0080	1.0759	0.9352	0.9438	0.9333
平均	1.0780	1.0311	1.4825	0.9513	1.0960	0.9902	1.0242	0.9647	0.9917	1.0677

数据来源：作者计算。

3.2. 中国高技术产业区域全要素生产率指数及其分解

3.2.1. 区域高技术产业 TFP 总体提升，技术进步构成主要驱动力

从测算结果看(表 4-6)，2015~2024 年我国区域高技术产业 TFP 总体保持增长，但区域差异和阶段性波动较为明显。全国 TFP 指数均值为 1.0417，其中，技术进步指数为 1.0815，技术效率指数为 0.9994。说明生产率增长主要依赖技术进步，技术效率则基本稳定但改善不足。

从分解结果看，技术进步指数总体上升。除 2021~2023 年外，多数年份均对 TFP 增长形成正向支撑。技术效率指数则总体下降，多数年份低于 1 或接近 1，对 TFP 的推动作用较弱。这表明，样本期内区域高技术产业的生产前沿持续外移，技术扩散、设备更新、产品升级和生产工艺改进成为 TFP 增长的主要动力，但部分地区在创新资源配置、成果转化和产能利用等方面仍存在短板。

这一特征与我国创新驱动发展、战略性新兴产业布局和区域产业链调整密切相关。“十四五”规划及《关于促进制造业有序转移的指导意见》⁹均强调优化区域产业链布局，提升中西部和东北地区的产业承接能力。相关政策推动资金、技术、设备和产业项目的跨区域流动，为后发地区高技术产业生产前沿外移创造了条件。

不过，技术和资本的空间转移并不会自动带来效率提升。部分地区虽然通过引进设备和项目提高了技术水平，但产业配套、人才供给、企业协同和成果产业化机制仍较薄弱，因而出现投入增长较快、产出效率改善有限的现象。换言之，设备和产能可以较快转移，而技术吸收能力、管理经验和创新生态的形成通常需要更长时间。

总体来看，我国区域高技术产业 TFP 增长呈现出“技术前沿推动、效率改善滞后”特征。未来区域产业政策不应只关注先进项目和新增产能的空间布局，还应提高创新要素与地方产业基础的匹配程度，完善技术转移、中试验证、人才培养和产业链协作机制，推动各地区由承接设备和产能，进一步转向承接技术能力、管理经验与创新生态。

3.2.2. 四大区域比较：区域 TFP 提升路径存在明显差异

从四大区域的平均水平看，西部地区高技术产业 TFP 指数最高，为 1.0419，中部、东部和东北地区分别为 1.0328、1.0140 和 1.0129。四大区域 TFP 指数均高于 1，说明高技术产业生产率总体均有所提高，但各区域的发展基础、增长动力和现实约束并不相同。

西部和中部增幅相对较大，体现出后发地区在产业承接、政策支持、技术扩散和基础设施改善带动下形成的追赶效应；东部地区高技术产业基础较好，生产率水平相对较高，继续推动技术前沿外移的难

⁹https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/15/content_5668321.htm

度和成本也随之上升。东北地区虽然具有较强的工业基础、科研资源和装备制造能力，但受到产业结构偏重、市场主体活力不足以及成果转化不畅等因素影响，技术优势尚未充分转化为生产率优势。

(1) 技术进步普遍推动生产前沿外移

从技术进步指数看，四大区域均明显高于 1。东北地区最高，为 1.0708，中部和西部地区分别 1.0675 和 1.0671，东部地区为 1.0430。总体上看，各区域高技术产业生产前沿均有所外移，其中东北、中部和西部地区的提升幅度略高于东部地区。

东部地区技术进步指数相对较低，并不意味着其技术水平落后，更可能是高基数和产业成熟度共同作用的结果。东部地区集聚了较多研发机构、高技术企业和产业集群，已较为接近国内生产前沿。随着技术模仿、设备更新和规模扩张的边际收益逐渐下降，其进一步增长更加依赖基础研究、原创性技术和颠覆性创新，而这类创新转化周期更长、风险更大。

相比之下，中西部和东北地区技术进步具有更明显的追赶特征。产业转移不仅带来了设备和项目，也带入了成熟工艺、管理经验和产业组织方式。同时，高铁、信息网络、算力基础设施和产业园区的完善，降低了跨区域技术扩散和产业协作成本。《关于促进制造业有序转移的指导意见》也强调，要提高中西部和东北地区的产业承接能力，并推动产业转移与创新能力建设、产业链完善和转型升级相结合。

因此，中西部和东北地区较高的技术进步指数，既反映了本地创新能力的提升，也包含对成熟技术的引进、消化和吸收。与东部地区的原创性突破不同，后发地区通过技术引进、设备更新和产业承接实现生产前沿外移，通常具有更明显的短期增长效应。

(2) 技术效率不足是各区域面临的共同约束

从技术效率指数看，四大区域均低于 1。西部地区最高，为 0.9765，中部、东部和东北地区分别为 0.9676、0.9601 和 0.9460。这说明，各区域在接近既有生产前沿方面均存在不同程度的不足。尽管技术创新、设备更新和产业转移推动了生产前沿外移，但技术、资本和人才等要素尚未得到充分利用，创新投入与有效产出之间仍存在一定脱节。

这一结果也反映出，区域高技术产业发展并非投入越多、项目越大，生产效率就一定越高。部分地区可能仍面临产业同质化、产能利用不足、企业协作不畅以及科技成果产业化周期较长等问题。如果缺乏相匹配的人才结构、专业化服务、上下游配套和市场化转化机制，新技术就可能停留在设备、项目或实验室层面，难以真正转化为生产率。

因此，各地区在推动技术升级的同时，还应更加重视创新资源配置、产业组织和成果扩散效率。相较于继续扩大投入，如何提升现有技术和要素的使用效率，可能是下一阶段缩小区域差距、推动高技术产业持续增长的关键。

Table 4. TFP index of China’s regional high-tech industries

表 4. 中国区域高技术产业 TFP 指数

地区	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
东部	1.0772	0.9886	0.9268	0.9946	1.0003	1.1535	0.9821	1.0176	1.0506	1.0140
东北	0.9734	1.0032	0.8848	1.0144	0.8905	1.3331	1.0660	1.0249	1.0393	1.0129
中部	1.0938	1.0086	0.9371	1.0136	0.9601	1.2103	1.0259	1.0350	1.0490	1.0328
西部	1.1555	1.0579	0.9546	1.0278	1.0419	1.1836	1.3463	0.9182	0.9194	1.0419
平均	1.0988	1.0195	0.9349	1.0125	0.9965	1.1938	1.1328	0.9853	1.0010	1.0417

数据来源：作者计算。

Table 5. Technological progress index of China's regional high-tech industries**表 5.** 中国区域高技术产业技术进步指数

地区	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
东部	1.1386	1.1195	1.0083	1.0551	1.0792	1.4262	0.7195	0.9898	1.1343	1.0430
东北	1.0917	1.1213	1.0340	1.0900	1.1108	1.4675	0.7098	1.0043	1.1547	1.0708
中部	1.0923	1.1190	1.0299	1.0838	1.1035	1.4623	0.7088	1.0016	1.1519	1.0675
西部	1.1180	1.1374	1.0293	1.0830	1.1036	1.4626	0.6896	0.9937	1.1495	1.0671
平均	1.1171	1.1261	1.0229	1.0745	1.0961	1.4509	0.7054	0.9950	1.1454	1.0815

数据来源：作者计算。

Table 6. Technical efficiency index of China's regional high-tech industries**表 6.** 中国区域高技术产业技术效率指数

地区	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24	平均
东部	0.9665	0.8962	0.9207	0.9441	0.9281	0.8200	1.3769	1.0279	0.9274	0.9601
东北	0.8915	0.8947	0.8561	0.9306	0.8015	0.9085	1.5019	1.0207	0.9000	0.9460
中部	1.0013	0.9015	0.9101	0.9352	0.8700	0.8277	1.4472	1.0334	0.9106	0.9676
西部	1.0335	0.9312	0.9276	0.9491	0.9441	0.8093	2.0127	0.9223	0.7992	0.9765
平均	0.9905	0.9100	0.9147	0.9428	0.9097	0.8265	1.6366	0.9896	0.8743	0.9994

数据来源：作者计算。

3.3. 专题讨论：行业与区域层面 TFP 差异分析

前文测算表明，我国高技术产业在行业与区域层面的 TFP 及其分解呈现出不同的特征：行业层面主要表现为 TFP 呈下降趋势，技术效率改善，而技术进步相对不足；区域层面 TFP 呈上升趋势，由技术进步推动，技术效率改善有限。表面上看，两者方向相反，但这并不意味着测算结果相互矛盾。结合 Malmquist 指数的测算原理和高技术产业发展的现实过程，这种差异主要源于分析对象、生产前沿构造以及技术扩散和要素配置方式的不同。

3.3.1. 两种结果反映不同层面的生产率变化

行业层面与区域层面的 TFP 测算，回答的是两个不同问题。

行业层面以高技术产业各行业为分析对象，关注的是不同产业在全国范围内的生产率变化，重点考察行业自身的技术演进和效率改善。此时，技术进步指数主要反映某一行业的生产技术前沿是否持续外移，技术效率反映的是行业的资源利用效率。区域层面则以省份或区域为分析对象，考察一个地区高技术产业整体的生产率变化。由于同一地区通常包含医药制造、电子信息、航空航天、医疗仪器等多个行业，区域 TFP 实际上是产业结构、发展规模、技术引进和资源配置共同作用的结果。

因此，行业层面的技术进步更接近“某一行业是否实现了前沿技术突破”，而区域层面的技术进步不仅包括区域内企业自主创新，也可能来自产业转移、设备更新、行业结构调整和区域间技术扩散。两类指数的经济含义不同，出现方向差异并不意外。

3.3.2. 生产前沿不同是结果分化的重要原因

Malmquist 指数中的技术进步和技术效率，都是相对于特定决策单元和生产前沿计算得到的相对指标。决策单元一旦改变，生产前沿的位置、形状和移动方向也会随之变化。

行业层面通常以不同高技术行业或行业年度观测值作为决策单元。不同行业在投入结构、技术路线、

研发周期和市场需求方面差异较大。将其置于同一前沿下比较时,测算结果容易受到高研发投入、长期成果转化周期和较大年度波动的影响。如果多个行业在某一阶段同时出现研发投入增加而产出释放不足,行业共同前沿就可能出现停滞甚至收缩,技术进步指数因而低于 1。

区域层面以省份为决策单元,每个地区内部包含多个行业。单个行业的技术波动,可能被其他行业的增长所抵消。例如,某地区医药制造业增长放缓,但电子信息或医疗器械产业扩张较快,区域综合生产前沿仍可能继续外移。产业多样化在一定程度上发挥了增长补偿和风险分散作用。

此外, Malmquist 指数及其分解并不具有简单的线性可加性。行业和区域测算采用的样本权重、距离函数和参照前沿不同,即使基于相近数据,也可能得到不同方向的分解结果。因此,这种差异首先是参照体系不同所产生的结果,不能直接理解为同一对象发生了相反的技术变化。

3.3.3. 区域技术进步更多体现技术扩散效应

行业层面技术进步不足,说明部分行业的生产前沿尚未形成持续、稳定的外移。计算机及办公设备制造业、电子及通信设备制造业等行业的 TFP 改善,可能更多来自规模经济、生产组织和资源配置优化,而不是底层技术的持续突破。这反映的是行业原创创新和成果产业化能力仍有不足。

区域层面的技术进步则不完全依赖本地区产生原创技术。一个地区可以通过引进先进设备、承接产业转移、吸收外部知识和引入龙头企业,在较短时间内提升可实现的生产技术水平。即使全国某一行业的技术前沿推进有限,先进技术由东部地区向中西部和东北地区扩散,仍可能推动后发地区的区域生产前沿明显外移。

也就是说,已有技术在地区间扩散,可以显著提高后发地区的生产能力,但这并不等同于全国行业层面出现了新的前沿突破。因此,区域技术进步较快与行业技术进步不足可以同时存在。

3.3.4. 行业技术效率改善可能来自企业内部调整,区域效率则受到跨行业配置约束

行业层面数据显示,除信息化学品制造业外,多数行业技术效率指数均高于 1,说明在即定技术条件下,企业通过扩大生产规模、提高产能利用率、优化流程和加强供应链管理,逐步向行业生产前沿靠近。

由于同一行业内部企业的产品结构、投入方式和技术路线较为接近,先进企业的管理经验、组织模式和数字化生产方式更容易复制扩散。例如,计算机及办公设备制造业技术效率指数较高,可能与标准化生产、自动化改造和规模经济较为突出有关。

区域层面的技术效率则取决于资本、劳动、研发经费和固定资产在多个高技术行业之间配置。即使每个行业内部效率有所提高,区域仍可能因产业结构失衡、项目重复建设和资源错配而出现技术效率下降。若一个地区引进多个相似项目,但产业链配套、人才供给和技术服务体系不足,就容易造成设备闲置、产能利用率偏低以及创新平台重复建设。

因此,行业层面的技术效率改善主要反映企业和行业内部的管理优化,区域技术效率不足则更多体现跨行业、跨部门的资源配置问题。前者的改善并不能自动消除后者的结构性低效。

3.3.5. 对两类结果的综合解释

行业层面主要反映各高技术行业能否依靠原创创新推动自身生产前沿外移。测算结果显示,部分行业通过规模扩张、生产管理和资源配置改善提高了技术效率,但原创技术突破和创新成果产业化相对不足,因此表现为“效率改善较快、技术进步不足”。

区域层面则更多反映各地区通过技术引进、产业承接和结构调整提高综合生产能力的过程。先进技术和产业项目由前沿地区向后发地区扩散,推动了区域生产前沿外移;但由于新增技术、资本和项目尚未与本地产业基础充分衔接,技术效率改善相对滞后,表现为“技术进步推动、效率转化不足”。

两类结果共同揭示了我国高技术产业发展中的结构性特征:现有技术在地区间扩散速度,可能快

于行业前沿技术的原创突破速度；企业内部的生产组织改善，也可能快于区域和行业之间创新资源配置效率的提升。

因此，行业和区域层面的结果并非相互否定，而是分别对应技术创新体系的两个环节。行业层面反映技术供给端的原创创新不足，区域层面则反映技术扩散和应用过程中的效率损失。前者说明新技术产生得还不够快，后者则说明已有技术尚未得到充分有效的利用。

3.4. 稳健性检验

增加值是高技术产业测算 TFP 的主要产出指标，但自 2008 年起，统计资料不再公布高技术产业细分行业的增加值数据，本文只能依据相近年份投入产出表¹⁰中相关行业的增加值率进行估算。为验证估算方法对测算结果的影响，本文采用 2007 年 5 个高技术行业和 30 个省级地区的增加值率，重新估算相应增加值，并再次测算行业和地区的 TFP 指数，并与前文结果进行比较。

固定资本存量的估算同样可能受到参数设定的影响。已有研究表明，折旧率的选择对固定资本存量测算产生较为明显的影响。为考察测算结果对折旧率变化的敏感程度，本文将折旧率调整为 10.96%，重新估算 5 个高技术行业和 30 个省级地区的固定资本存量及 TFP 指数，并与基准结果进行比较。

图 1 和图 2 分别报告了 5 个高技术行业和 30 个省级地区的 TFP 指数平均值。其中，情景 1 是前文的基准测算结果，情景 2 为调整增加值率后的测算结果，情景 3 为调整折旧率后的测算结果。结果显示，三种情景下的 TFP 指数整体较为接近，差异幅度有限，行业和区域 TFP 的总体变化方向也基本一致。由此可见，无论调整增加值率还是折旧率，均未改变本文的主要结论，表明测算结果具有较好的稳健性。

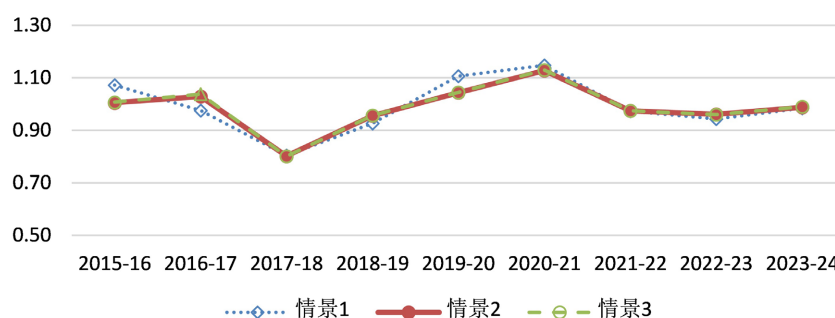


Figure 1. TFP indices of high-tech industries under three scenarios

图 1. 三种情景下高技术产业 TFP 指数

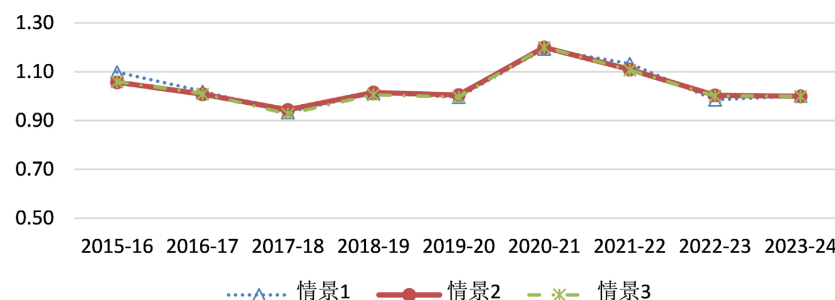


Figure 2. Regional TFP indices of high-tech industries under three scenarios

图 2. 三种情景下地区高技术产业 TFP 指数

¹⁰<https://data.stats.gov.cn/dg/website/page.html#/pc/national/home/report?reportId=41a5187ae4114d50aeb6288a54d25234&catalogId=2ab4dc96a65a4c5192478c9798c77f7b&type=inOut>

4. 研究结论和建议

4.1. 研究结论

通过对 2015~2024 年我国高技术产业各行业和区域 TFP 变化情况的分析,可以看出,TFP 增长存在明显分化,表明我国高技术产业高质量发展仍面临行业结构不均衡、区域发展差异较大和技术进步动力不足等问题。

从行业层面看,不同行业 TFP 表现差异明显。计算机及办公设备制造业和医药制造业的 TFP 平均值高于 1,说明总体生产率有所改善;电子及通信设备制造业,其 TFP 指数接近 1,说明生产率总体保持稳定,但提升动力不足;医疗仪器设备及仪器仪表制造业和信息化学品制造业,TFP 小于 1,应作为后续关注重点。五个行业的技术进步指数均低于 1,说明技术进步不足具有普遍性。从技术效率看,除信息化学品制造业外,其他行业技术效率指数均高于 1,说明是技术效率的改善促进行业 TFP 的提升。

从区域看,样本期内我国区域高技术产业 TFP 总体提升,四大区域均高于 1。其中,西部和中部提升较快,东部和东北相对平稳。技术进步是推动区域 TFP 提升的主要动力,四大区域技术进步指数均高于 1;技术效率则是共同短板,四大区域均低于 1。结合经济发展情况看,东部地区面临高基数和效率提升压力,中部地区处于承接转移和产业升级加速期,西部地区追赶效应明显但波动较大,东北地区技术基础较好但效率转化不足。

4.2. 建议

对于高技术产业各个行业来说,应以提升 TFP 为核心,推动行业增长由要素投入和规模扩张转向技术进步和效率提升。

第一,把技术进步作为提升高技术产业 TFP 的核心抓手,推动效率改善向技术创新转化。应围绕高端芯片、关键电子元器件、高端医疗设备、创新药和生物制造等重点领域,加大长期稳定研发支持力度,推动关键核心技术突破和生产前沿持续外移。引导企业将效率改善带来的收益更多投入研发创新、工艺升级和产品迭代,避免停留在低成本扩张和规模效率提升阶段,推动高技术产业由效率追赶转向技术引领。

第二,分类提升重点行业 TFP。计算机及办公设备制造业应补齐核心软硬件短板,提升自主创新能力;医药制造业应稳定研发投入和成果转化机制,提高创新药、高端制剂和生物医药发展水平;电子及通信设备制造业应强化产业链关键环节自主可控,提升下一代通信设备和电子核心部件创新能力;医疗仪器设备及仪器仪表制造业应加强高端仪器、精密检测设备和核心零部件等攻关;信息化学品制造业应作为重点短板领域,集中支持高端电子化学品、关键功能材料等领域技术突破和产能布局优化。

第三,优化高技术产业要素配置。技术效率改善说明要素配置优化仍有空间。应推动资本、人才、数据、技术等创新要素向生产率高、带动能力强、技术突破潜力大的企业和环节集中,减少低水平重复建设和无效投资。对信息化学品等波动较大的行业,应加强产能监测、布局引导和风险预警,提高资源使用效率。

对于区域高技术产业,应坚持因地制宜、分类施策和区域协同,推动不同地区形成优势互补、分工合理的高技术产业发展格局。

第一,构建面向全球竞争的区域高技术产业分工体系。东部地区应强化原创创新、全球品牌、标准制定和供应链组织功能;中部地区应提升产业承接质量和本地创新能力;西部地区应围绕成渝、西安等战略支点打造高技术产业增长极;东北地区应推动老工业基地技术基础向高端装备、智能制造和新材料等高技术产业优势转化。

第二,把提高技术效率作为区域政策重点。四大区域技术效率均低于 1,说明单纯增加研发投入、建设产业园区和扩大项目投资并不足以有效提升 TFP。应进一步加强创新资源整合,提高研发转化效率,完善中试验证体系,优化产业链协同机制,减少低效投资和重复建设。

第三,分类推进区域高技术产业发展,提升产业链韧性。东部地区应强化全球创新竞争力和核心技术控制力;中部地区应依托产业承接和市场腹地优势,提升产业链高端化水平和关键环节承接能力;西部地区应围绕成渝、西安等创新增长极,增强产业稳定性和持续创新能力;东北地区应以体制机制改革和产业生态重塑为重点,提高科技成果产业化效率。通过区域分类施策,提升全国高技术产业链供应链安全水平。

参考文献

- [1] 刘建翠. R&D 和全要素生产率——基于高技术产业的实证分析[J]. 华东经济管理, 2007(9): 45-49.
- [2] 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.
- [3] 尹向飞. 中国高技术产业全要素生产率测算及其分解研究: 基于生产要素的视角[J]. 商学研究, 2020, 27(6): 96-109.
- [4] 刘建翠. 我国高技术产业各行业 TFP 的比较[J]. 统计与决策, 2009(7): 109-111.
- [5] 戴魁早. 中国高技术产业的 R&D 投入与生产率增长[J]. 山西财经大学学报, 2011, 33(3): 63-71.
- [6] 余泳泽, 张妍. 我国高技术产业地区效率差异与全要素生产率增长率分解——基于三投入随机前沿生产函数分析[J]. 产业经济研究, 2012(1): 44-53.
- [7] 魏新颖, 王宏伟. 中国高技术产业生产率及溢出效应研究——基于省级面板数据的实证分析[J]. 技术经济与管理研究, 2017(4): 116-121.
- [8] 张同斌, 范庆泉, 李金凯. 研发驱动高技术产业全要素生产率提升的有效性研究——基于断点检验与门限回归的结构变动分析[J]. 经济学报, 2015, 2(3): 65-83.
- [9] 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, 32(24): 34-39.
- [10] Tone, K. (2001) A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, **130**, 498-509. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(99\)00407-5](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(99)00407-5)
- [11] Tone, K. (2002) A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, **143**, 32-41. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(01\)00324-1](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(01)00324-1)
- [12] 余泳泽. 异质性视角下中国省际全要素生产率再估算: 1978-2012 [J]. 经济学(季刊), 2017, 16(3): 1051-1072.