

【区域经济与产业发展】

中部六省装备制造业全要素生产率的 演进历程以及政策启示*

明 哲

摘 要:装备制造业是中部地区构建现代产业体系和实现高质量发展的关键支撑。基于2002—2022年中部六省面板数据,采用DEA-Malmquist指数方法,分析装备制造业全要素生产率(TFPCH)及其变化趋势。结果表明:一是TFPCH整体呈波动上升趋势,年均增长10.9%,主要由技术进步驱动,技术效率贡献较小;二是省际差异明显,山西表现较优,湖北技术效率偏低;三是行业间发展不均,交通运输设备和通信设备制造业增长显著,金属制品和专用设备制造业相对滞后;四是外部冲击如金融危机、贸易战、疫情对不同省份和行业影响显著。基于上述发现,推动中部装备制造业高质量发展,需构建区域产业协同体系,加快核心技术攻关与数字化转型,深化绿色制造模式应用,同时完善产业链安全机制和政策支撑生态,以技术创新和制度优化双轮驱动全国先进制造业高地建设。

关键词:中部六省;装备制造业;全要素生产率;DEA-Malmquist

中图分类号:F427 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2025)04-0061-10 **收稿日期:**2024-11-25

***基金项目:**2025河南省软科学项目“河南省强化行政事业单位财会监督的实现路径研究”(252400412030)。

作者简介:明哲,女,河南财政金融学院会计学院讲师(郑州 450046)。

制造业是国民经济的基础,是推动国家现代化和高质量发展的关键支撑。中部地区作为我国重要的装备制造和高技术产业基地,制造业总量占全国约五分之一,具备坚实的工业基础和较强的创新潜力。2024年3月,习近平总书记在新时代推动中部崛起座谈会上指出,要“立足实体经济这个根基,做大做强先进制造业,积极推进新型工业化,改造提升传统产业,培育壮大新兴产业,超前布局建设未来产业,加快构建以先进制造业为支撑的现代化产业体系”。装备制造业作为先进制造业的核心力量,在推动传统产业升级和培育新兴产业方面发挥着重要作用。然而,中部六省装备制造业在发展过程中仍面临多重挑战。一是生产效率提升空间较大。近年来中部地区装备制造业工业增加值增速为7.7%,低于全国平均水平

(9.6%)。二是区域发展不平衡。湖北、安徽在汽车、电子等领域集聚效应明显,而山西、江西等省产业基础较弱、技术水平不高,影响区域协同发展。三是外部冲击韧性不足。贸易摩擦和疫情对供应链和生产稳定性带来显著冲击,暴露出产业链抗风险能力的短板。

作为我国装备制造业的重要区域,中部六省面临的发展瓶颈亟须通过深入研究加以破解。全要素生产率(TFP)不仅反映技术进步,还体现资源配置效率与管理水平,是衡量产业质量的重要指标。系统分析中部地区装备制造业TFP的演进规律,有助于识别发展短板、厘清问题根源,提升区域产业竞争力,推动现代化产业体系建设。同时,也可为国家高质量发展与区域协调发展战略提供理论支持与政策参考。

一、文献综述

全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)是衡量资本、劳动等要素综合产出效率的重要指标,广泛用于评估技术进步、管理水平和资源配置效率,是推动经济增长的重要因素之一(鲁晓东等, 2012; 杨汝岱, 2015)。TFP的测算方法主要包括参数法和非参数法。参数法基于生产函数设定,典型如增长核算法(索洛残差)和随机前沿分析法(SFA),适用于识别技术效率与随机误差(郭庆旺等, 2005; 余泳泽等, 2015)。非参数法以数据包络分析(DEA)为基础, Malmquist指数法为代表,不依赖特定函数形式,能将TFP变动分解为技术进步与技术效率变化,并可进一步细化为规模效率等(章祥荪等, 2008)。该方法适用于动态分析,广泛用于区域和行业生产率研究中(陈斌开等, 2015),其有效性依赖于合理选取投入(资本与劳动)和产出指标(如增加值或总产量)(郭家堂等, 2016)。国内关于装备制造业TFP的研究主要集中在地区和行业两个层面。地区层面,已有研究发现东部地区TFP水平较高,中西部地区虽较低但增速较快,区域差距呈收敛趋势(唐晓华等, 2017; 赵子健等, 2020; 刘彬彬, 2020)。行业层面,研究多聚焦于通用设备、电气机械和通信设备等高技术行业,认为技术进步是TFP增长的主因(章祥荪等, 2008; 鲍晓娜等, 2022)。整体来看,政策环境、技术进步与经济波动共同影响装备制造业TFP表现,其增长具有一定波动性,经济危机期间常因技术进步放缓而出现下滑(王卫等, 2017; 王映川, 2017)。

然而,针对中部六省装备制造业的TFP系统研究仍较薄弱,缺乏对其发展规律与政策需求的深入分析。因此,本文以山西、安徽、江西、河南、湖南和湖北为研究对象,系统评估2002—2022年中中部装备制造业的TFP变动趋势,剖析其时间、区域与行业层面的演进特征及驱动机制,旨在为地方政府制定精准产业政策提供理论支撑与实践参考。

二、研究方法

本文聚焦中部六省装备制造业全要素生产率

(TFPCH)的动态演变及其驱动因素,旨在揭示区域间技术效率与技术进步差异的成因及其对产业升级的影响。为实现这一目标,研究采用定量分析与动态评估相结合的方法体系:首先,基于DEA-Malmquist指数模型对TFPCH进行测算与分解,量化技术进步(TECHCH)、技术效率(EFFCH)及其细分因素(纯技术效率PECH、规模效率SECH)的贡献;其次,结合中部六省装备制造业的投入产出面板数据,分析不同省份和行业的异质性特征;最后,通过纵向比较与横向对比,探讨政策、技术及外部环境对TFPCH的影响机制。

1. 理论模型

本文采用基于DEA模型的Malmquist指数的方法,分析中部六省装备制造业全要素生产率的动态变化特征。DEA-Malmquist指数模型是通过将数据包络分析与Malmquist指数相结合,用于动态评估决策单元在不同时期全要素生产率变化的有效工具。该方法能够有效分解全要素生产率的变化来源,从而揭示生产率提升或下降的原因。

首先构造生产可能集。对于投入 $x \in \mathbb{R}_+^N$, 产出 $y \in \mathbb{R}_+^M$, t 期生产可能集 S^t 定义为:

$$S^t = \{(x, y) | \text{在 } t \text{ 期, } x \text{ 可以生产 } y\} \quad (1)$$

显然, S^t 由所有在 t 时可行的投入和产出组合构成。为了度量生产效率,可将 s 期生产活动 (x^s, y^s) 相对于 t 期生产可能集 S^t 的产出距离函数定义为:

$$D_o^t(x^s, y^s) = \inf \{ \theta | (x^s, y^s/\theta) \in S^t \} \\ = (\sup \{ \lambda | (x^s, \lambda y^s) \in S^t \})^{-1} \quad (2)$$

在每个时期 $t(t=1, \dots, T)$, 每一个生产决策单元 $DMU_k(k=1, \dots, K)$ 有 N 种投入要素 $x=(x_1^{k,t}, \dots, x_N^{k,t}) \in \mathbb{R}_+^N$, 能生产出 M 种期望产出 $y=(y_1^{k,t}, \dots, y_M^{k,t}) \in \mathbb{R}_+^M$ 。决策单元 t 期规模报酬不变(CRS)生产可能集为:

$$S^t(C) = \{(x^t, y^t) | x^t \geq \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} x^{k,t}; y^t \leq \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} y^{k,t}; \lambda^{k,t} \geq 0, k=1, \dots, K\} \quad (3)$$

式(3)加上约束 $\sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} = 1$, 可得 t 期规模报酬可变(VRS)生产可能集:

$$S^t(V) = \{(x^t, y^t) | x^t \geq \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} x^{k,t}; y^t \leq \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} y^{k,t}; \lambda^{k,t} \geq 0, \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} = 1, k=1, \dots, K\} \quad (4)$$

构成CRS生产可能集的前沿技术称为基准技术,即为了计算TFP而定义的参照技术;将构成VRS生产可能集的前沿技术称为最佳实践技术,即现实中存在的前沿技术。Malmquist生产率指数应当定义在基准技术之上,假设决策单元在第 t 时期和第

$t+1$ 时期的投入产出向量分别为 (x^t, y^t) 和 (x^{t+1}, y^{t+1}) , 则以第 t 时期为基准的产出距离函数为 $D^t(x^t, y^t)$, 而以第 $t+1$ 时期为基准的产出距离函数为 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。则在 t 期和 $t+1$ 期的技术水平下从 t 期到 $t+1$ 期的效率变化值为:

$$M_i^t = \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (5)$$

$$M_i^{t+1} = \frac{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (6)$$

则 Malmquist 指数可以定义为从 t 时期到 $t+1$ 时期的效率变化值:

$$\begin{aligned} M_i(x_i, y_i; x_{i+1}, y_{i+1}) &= \sqrt{\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}} \\ &= \frac{D_i^{t+1}(x_{i+1}, y_{i+1})}{D_i^t(x_i, y_i)} \sqrt{\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}} \\ &= EFFCH \times TECHCH \end{aligned} \quad (7)$$

式(7)呈现出技术效率与技术进步的分离。其中, $EFFCH$ 代表从 t 期到 $t+1$ 期技术效率的变化, $TECHCH$ 为从 t 期到 $t+1$ 期技术进步率。技术效率反映的是决策单元在既定技术条件下的资源利用效率, 而技术进步反映了生产前沿面的移动, 即技术的创新或进步。

$$\begin{aligned} M_{v,c}(x_i, y_i; x_{i+1}, y_{i+1}) &= \frac{D_v^{t+1}(x_{i+1}, y_{i+1})}{D_v^t(x_i, y_i)} \times \left[\frac{D_c^t(x_i, y_i)}{D_c^t(x_i, y_i)} \right] \\ &= \frac{D_v^{t+1}(x_{i+1}, y_{i+1})}{D_c^{t+1}(x_{i+1}, y_{i+1})} \times \sqrt{\frac{D_c^t(x_i, y_i)}{D_c^{t+1}(x_i, y_i)} \frac{D_c^t(x_{i+1}, y_{i+1})}{D_c^{t+1}(x_{i+1}, y_{i+1})}} \end{aligned} \quad (8)$$

式(8)放松了式(5)、式(6)和式(7)的固定规模报酬的假设, 描述了可变规模报酬下的情形, 进一步将技术效率变化($EFFCH$)分解为纯技术效率变化($PECH$)和规模效率变化($SECH$)(见表1)。注脚为 v 的表示的是可变规模报酬的情况, 注脚为 c 的为固定报酬下的情况。则第一项表示的是在可变规模报酬下的纯技术效率变化, 反映决策单元的管理效率或操作水平。第二项是规模效率变化, 衡量生产规模是否处于最优状态。第三项与式(7)相同, 表示技术变化率。因此, 全要素生产率的变化可以进一步细化为:

$$TFPCH = EFFCH \times TECHCH = PECH \times SECH \times TECHCH \quad (9)$$

任何分解项大于1都表明该因素对全要素生产率有正向贡献, 而小于1则意味着该因素是生产率

表1 DEA-Malmquist 指数模型指标含义

指标	含义
$TECHCH$	衡量生产前沿面的外移, 反映技术的进步对生产效率的推动作用
$EFFCH$	衡量决策单元在技术水平不变的条件下, 如何提高生产效率或接近最优生产前沿
$PECH$	反映在不考虑规模因素的前提下, 企业管理和操作水平对生产效率的影响
$SECH$	反映企业当前生产规模是否接近最优规模

资料来源: 作者整理。

下降的原因。

与其他生产率测算方法不同, DEA-Malmquist 指数模型无须预设生产函数形式, 能够在处理多投入、多产出问题时具备较大的灵活性。同时, 该方法可以动态地评估全要素生产率的变化, 揭示不同时期效率和技术的变化来源。

2. 研究样本

依照 DEA 模型对样本选取的要求, 本文选择中部六省(河南、湖北、湖南、江西、安徽及山西)的装备制造业作为研究对象, 将各省的装备制造业划分为决策单元(DMU)进行分析。本文选取了2002年至2022年这一时间段进行分析, 主要基于以下考虑: 首先, 2002年之后, 中部地区的经济在国家政策的支持下逐步崛起, 装备制造业作为该地区工业发展的重要支柱, 对区域经济转型起到了关键作用; 其次, 中部六省作为中国重要的工业制造基地, 其装备制造业在技术进步、管理水平提升和资源配置优化等方面取得了显著成果。因此, 通过对该时期中部六省装备制造业全要素生产率的测算及其变化来源的分析, 有助于揭示该行业在工业化进程中的动态表现。

3. 指标选取

借鉴张军等(2009)的方法, 选取固定资产净值作为资本投入变量, 并利用以2002年为基期的各省份固定资产投资价格指数进行平减, 得到以2002年价格计算的固定资产净值。劳动投入以各行业全部从业人员年平均人数来衡量。产出指标方面, 考虑到数据的可获得性, 借鉴鲍晓娜等(2022)的方法选取各行业的主营业务收入作为产出变量。为消除价格变动的影响, 以2002年为基期, 用各行业工业生产者出厂价格指数对主营业务收入进行平减。

4. 数据来源

本文数据来源于《中国统计年鉴》《中国工业统

计年鉴》《中国经济普查年鉴》以及安徽、山西、江西、河南、湖北和湖南六省的统计年鉴。2012年后,国民经济行业分类中将交通运输设备制造业划分为汽车制造业和铁路、船舶、航空航天及其他运输制造业两个行业进行统计。为了保证数据完备性,将2012年后上述两个行业的统计数据合并为交通运输设备制造业行业数据。依照国民经济行业分类与代码(GB/T 4754—2002),装备制造业包括以下七大行业:C34金属制品业、C35通用设备制造业、C36专用设备制造业、C37交通运输设备制造业、C39电气机械及器材制造业、C40通信设备计算机及其他电子设备制造业和C41仪器仪表及文化办公用机械制造业。

5.产出投入演进

2002—2022年,中部六省装备制造业在主营业务收入、固定资产净值和用工人数等方面呈现出明显的发展与转型特征(见图1)。主营业务收入整体呈上升趋势,尽管行业间存在一定波动。其中,通信设备、计算机及其他电子设备制造业在技术创新和市场需求双重驱动下增长迅速;交通运输设备制造业和电气机械及器材制造业也呈现出相似的增长态势,尤其在2010年前增幅明显。固定资产净值方面,各行业普遍上升,反映企业在扩大产能和提升技术水平方面的长期投入,尤以交通运输设备和通信设备制造业最为显著。在用工方面,各行业变化不一:通信设备和交通运输设备制造业用工规模持续扩大,而通用设备和专用设备制造业自2017年起用工人数略有下降,可能与自动化水平提高带来的劳动力替代有关。综上,装备制造业的发展体现出技术进步与资本投入同步增强、对劳动力依赖相对减弱的特征,反映产业结构的持续优化与升级。

三、中部六省装备制造业全要素生产率的测算与分解

利用DEAP2.1软件,选择产出视角的Malmquist指数,测算出2002—2022年中部六省装备制造业产业总体、分行业和分省份的全要素生产率($TFPCH$)及其分解。

1.装备制造业总体视角

(1) $TFPCH$ 整体呈波动上升趋势

从总体来看,2002—2022年中部六省装备制造

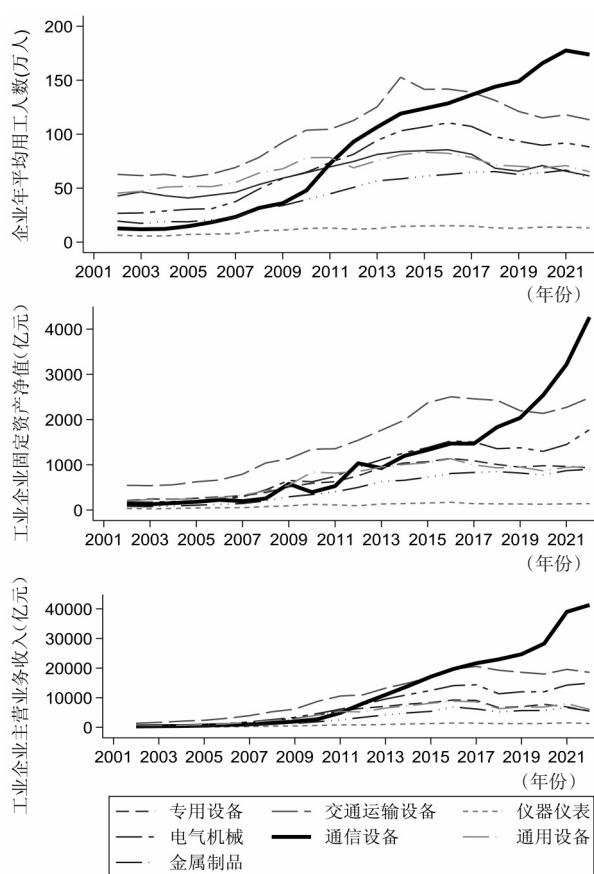


图1 细分产业产出投入变化趋势

资料来源:作者分别对装备制造业下的7个细分行业进行加总计算之后绘制。在数据收集过程中,由于单一年鉴难以完整涵盖所需指标,本研究通过整合多本年鉴数据进行补充。当不同年鉴数据存在不一致时,以《中国工业统计年鉴》的数据作为最终依据。

业 $TFPCH$ 均值为1.109,表明全要素生产率总体增长,但年际波动显著。2017—2018年(0.954)和2019—2020年(1.045)出现下降,显示外部环境对生产率有较大影响;而2009—2011年 $TFPCH$ 高于1.21,或与政策刺激与投资增加有关(见表2)。

(2)技术进步是核心驱动力

技术进步是推动 TFP 提升的核心动力。 $TECHCH$ 均值为1.098,显著高于其他指标,多数年份与 $TFPCH$ 变动趋势一致。如2009—2011年 $TECHCH$ 分别为1.138和1.290,带动 TFP 快速上升;而2017—2018年 $TECHCH$ 降至0.948, $TFPCH$ 亦跌至最低,进一步印证其主导作用(见表2)。

(3)技术效率贡献有限

技术效率提升相对有限。 $EFFCH$ 均值为1.010,贡献小且波动大。2010—2011年降至0.942,2012年回升至1.078,反映管理与资源配置改善不

稳。纯技术效率(*PECH*)和规模效率(*SECH*)均值仅为1.002和1.008,整体未见明显提升,表明管理与规模优化仍有待加强(见表2)。

(4)外部冲击影响显著

外部冲击影响明显。2008—2009年金融危机使 *TECHCH* 降至1.007、*TFPCH* 降至1.043;2017—2018年中美贸易战更将两者压低至0.948和0.954。2020—2021年疫情后 *TECHCH* 反弹至1.171,带动 *TFPCH* 升至1.134,显示部分行业具备技术恢复能力(见表2)。

综上,装备制造业 *TFP* 在20年间整体提升,技术进步为主要驱动力,效率提升仍是短板。外部冲击对 *TFP* 波动影响显著,未来应加强技术创新、管理优化与抗风险能力,推动高质量发展。

表2 产业整体全要素生产率及其分解

年份	<i>EFFCH</i>	<i>TECHCH</i>	<i>PECH</i>	<i>SECH</i>	<i>TFPCH</i>
2002—2003	0.974	1.250	0.884	1.101	1.217
2003—2004	1.104	1.140	1.040	1.061	1.258
2004—2005	1.022	1.116	1.120	0.912	1.141
2005—2006	0.994	1.159	1.029	0.967	1.153
2006—2007	1.035	1.172	1.031	1.004	1.213
2007—2008	0.984	1.113	0.985	0.999	1.095
2008—2009	1.036	1.007	1.012	1.024	1.043
2009—2010	1.071	1.138	0.995	1.076	1.218
2010—2011	0.942	1.290	0.993	0.949	1.216
2011—2012	1.078	1.010	1.009	1.068	1.088
2012—2013	0.969	1.120	1.003	0.966	1.085
2013—2014	1.012	1.046	0.988	1.025	1.059
2014—2015	1.000	1.088	1.010	0.990	1.088
2015—2016	0.988	1.120	0.996	0.992	1.107
2016—2017	1.024	1.010	1.007	1.017	1.034
2017—2018	1.007	0.948	0.982	1.025	0.954
2018—2019	0.985	1.092	0.984	1.001	1.075
2019—2020	1.028	1.016	1.021	1.007	1.045
2020—2021	0.968	1.171	0.969	0.999	1.134
2021—2022	0.990	1.013	1.002	0.988	1.003
均值	1.010	1.098	1.002	1.008	1.109

资料来源:作者在本部分将中部地区六个省份装备制造业的投入和产出数据加总到六省总体层面,后计算总体的全要素生产率及分解指标。

2.分省份总体视角

(1)装备制造业 *TFPCH* 省际分化显著,行业增长不均

中部六省装备制造业 *TFPCH* 均值均大于1,表明整体生产率实现增长,但省际差异明显。山西最

高(1.123),年均增长12.3%;江西(1.114)与河南(1.109)紧随其后,具备较强的技术进步与效率优势。安徽(1.095)、湖北(1.103)和湖南(1.107)虽有增长,速度相对较慢(见表3)。

从时序变化看,各省 *TFPCH* 整体呈波动上升,但增长轨迹不同。山西2009—2010年达峰值(1.339),2017—2018年降至1.178,波动较大;江西、河南增长较稳,2020—2021年分别达1.144与1.219;而湖南2021—2022年降至0.899,安徽2017—2018年降至0.867,显示其抗冲击能力较弱(见表4)。

(2)技术进步稳定,技术效率差异制约 *TFP* 提升

各省 *TECHCH* 均值均在1.08以上,是 *TFP* 增长主动力。湖北最高(1.108),山西、江西、安徽也表现良好,显示出持续的技术投入(见表3)。

但技术效率(*EFFCH*)差异较大,山西最高(1.032),河南(1.012)和江西(1.022)次之,反映其管理和资源配置较优。湖北(0.995)与安徽(0.994)偏低,说明其在生产组织与资源利用方面仍需改善。尤其安徽,虽纯技术效率(*PECH*)为1.000,但规模效率(*SECH*)仅为0.994,表明其产业规模未达最优,制约整体效率提升(见表3)。

(3)外部冲击加剧省际分化,内需支撑差异明显

外部冲击对装备制造业影响差异显著。2008年金融危机中,山西 *TFPCH* 从1.234降至0.889,湖北和河南亦降至0.952与0.994,表明其对国际市场高度敏感;而江西(1.281)与湖南(1.110)相对稳定,显示更强的内需支撑能力(见表4)。

2018年中美贸易战对安徽(降至0.867)和河南(降至0.731)冲击尤甚,反映其出口依赖度较高。山西与江西跌幅较小,表明对国内市场适应性较强(见表4)。

2020年疫情后,各省恢复节奏不一。河南2020—2021年 *TFPCH* 回升至1.219,恢复力较强;而湖北2021—2022年降至0.982,江西降至0.968,说明疫情造成的持续影响尚未完全消退(见表4)。

综上,中部六省装备制造业 *TFP* 增长存在显著差异。山西、江西、河南表现较好,安徽、湖北、湖南相对滞后。技术进步是关键动力,但技术效

率短板制约进一步提升。面对外部冲击,各省抗风险能力差异较大。未来应强化效率管理、提升资源配置水平,增强产业链韧性,推动装备制造业高质量发展。

表3 分省份平均全要素生产率及其分解

省份	<i>EFFCH</i>	<i>TECHCH</i>	<i>PECH</i>	<i>SECH</i>	<i>TFPCH</i>
安徽	0.994	1.102	1.000	0.994	1.095
山西	1.032	1.089	1.000	1.032	1.123
江西	1.022	1.090	1.000	1.022	1.114
河南	1.012	1.096	1.008	1.004	1.109
湖北	0.995	1.108	0.999	0.996	1.103
湖南	1.004	1.102	1.006	0.998	1.107

资料来源:作者在本部分分别对中部六省装备制造业细分产业的投入和产出数据加总到各省份层面后计算全要素生产率及分解指数,最终对2002—2022年样本期内的各指标取几何平均值得到表中结果。

3.分行业总体视角

(1)行业*TFPCH*增长分化,技术创新与外部环境影响显著

中部六省装备制造业各行业*TFPCH*均值均高于1,整体实现了生产率增长,但行业间差异明显。交通运输设备制造业(1.095)和通信设备、计算机及

表4 分省份装备制造业全要素生产率时序变化

年份	安徽	山西	江西	河南	湖北	湖南
2002—2003	1.244	1.083	1.265	1.244	1.261	1.216
2003—2004	1.137	1.282	1.391	1.305	1.201	1.247
2004—2005	1.124	1.246	0.987	1.173	1.180	1.151
2005—2006	1.161	1.058	1.103	1.150	1.191	1.266
2006—2007	1.131	1.109	1.264	1.278	1.127	1.396
2007—2008	1.004	1.234	0.947	1.130	1.127	1.155
2008—2009	1.076	0.889	1.281	0.994	0.952	1.110
2009—2010	1.165	1.339	1.334	1.050	1.267	1.182
2010—2011	1.214	1.146	1.140	1.266	1.252	1.282
2011—2012	1.079	1.240	1.134	1.079	1.007	1.008
2012—2013	1.112	1.020	1.059	1.122	1.079	1.124
2013—2014	1.097	1.133	1.073	1.083	0.940	1.040
2014—2015	1.103	1.048	1.016	1.074	1.205	1.090
2015—2016	1.137	1.086	1.094	1.046	1.138	1.144
2016—2017	1.049	1.053	1.025	1.040	1.078	0.964
2017—2018	0.867	1.178	1.066	0.731	0.983	0.966
2018—2019	1.030	1.089	1.085	1.131	1.091	1.025
2019—2020	1.042	1.072	1.039	1.131	0.967	1.027
2020—2021	1.124	1.217	1.144	1.219	1.130	0.989
2021—2022	1.058	1.042	0.968	1.079	0.982	0.899

资料来源:作者在本部分分别对中部六省装备制造业细分产业的投入和产出指标加总到各省份层面,后计算六省总体的全要素生产率及分解指标。

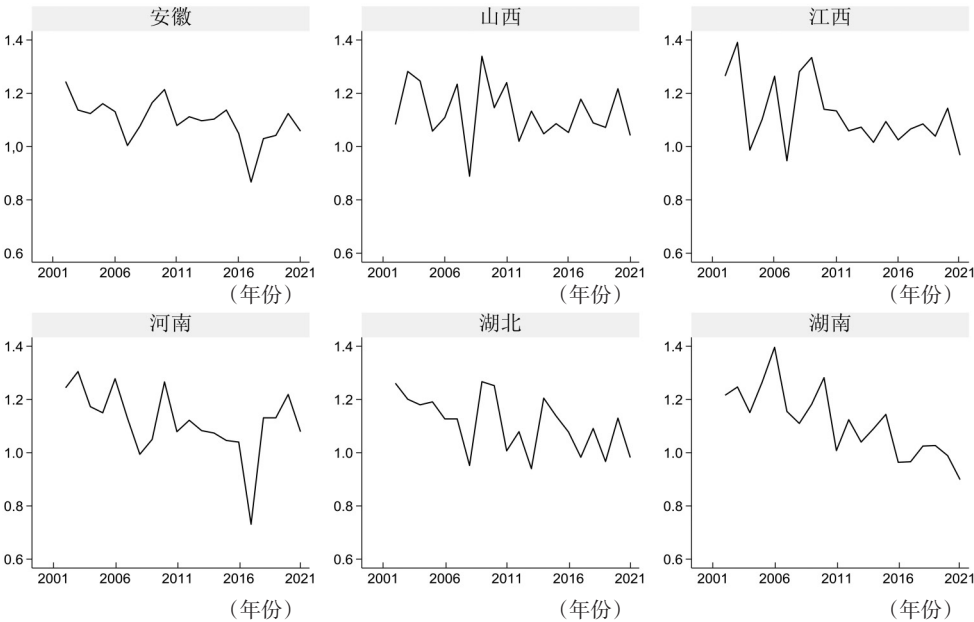


图2 中部六省装备制造业全要素生产率变动趋势

资料来源:图中内容根据表4绘制。

其他电子设备制造业(1.089)增长最快,得益于技术创新与产业升级。仪器仪表及文化、办公用机械制造业、电气机械及器材制造业和专用设备制造业增

速居中,而通用设备制造业(1.075)和金属制品业(1.058)增长相对较慢,尤其金属制品业*TFPCH*最低,反映其在技术、资源配置和管理效率方面存在

短板(见表5)。

从时序看,行业生产率波动较大。交通运输设备制造业在2009—2010年达峰值(1.252),但至2021—2022年降至0.925,显示受外部需求与政策环境影响显著。仪器仪表等行业2010—2011年达高点(1.398),随后增速趋缓(见表6)。

(2)技术进步是主动力,技术效率差异制约生产力提升

技术进步(*TECHCH*)在各行业表现普遍良好,仍是*TFPCH*增长的主要来源。交通运输设备(1.109)和通信设备、计算机及其他电子设备制造业(1.089)技术进步突出,金属制品业技术进步率虽达1.080,但其*TFPCH*仍低,表明技术尚未有效转化为效率(见表5)。

在技术效率(*EFFCH*)方面,仪器仪表及文化、办公用机械制造业表现最佳(1.019),通信设备、计算机及其他电子设备制造业和通用设备制造业较为稳定(接近1.000),而金属制品业(0.980)和交通运输设备制造业(0.987)技术效率偏低,显示其在管理、资源利用和生产组织方面仍有较大提升空间,可能受到传统生产模式与市场竞争格局的制约(见表5)。

总体而言,技术进步拉动明显,但部分行业技术效率不高,尤其是技术含量相对较低的传统行业,仍需通过管理优化释放潜在生产率。

(3)外部冲击重塑行业格局,行业响应分化明显
装备制造业各行业对外部冲击的响应差异显

著。2008年金融危机期间,金属制品业*TFPCH*由0.975降至0.864,为降幅最大行业;通信设备制造业亦从1.103降至0.839,表明全球需求收缩影响深远。相比之下,交通运输设备制造业受益于政策刺激,2009—2010年*TFPCH*反弹至1.252(见表6)。

2018年中美贸易战对依赖出口的通用设备制造业和通信设备、计算机及其他电子设备制造业冲击较大,前者*TFPCH*在2017年降至0.803,后者在2017年跌至0.925后缓慢回升,表明国际贸易不确定性对部分行业形成压力(见表6)。

新冠疫情则主要冲击专用设备与金属制品行业。专用设备制造业*TFPCH*自2019年起连续三年下滑至0.823,金属制品业在2021年降至0.794,显示市场需求与生产能力双受限。相较之下,通信设备、计算机及其他电子设备制造业保持一定韧性,2020年虽高达1.184,2021年降至0.930但仍具恢复力(见表6)。

综上,不同行业*TFPCH*增长表现差异显著。技术含量较高的行业如交通运输设备与通信设备、计算机及其他电子设备制造业增长领先,而传统行业如金属制品业增长乏力。技术进步是关键驱动,技术效率则成为制约因素。面对危机、贸易摩擦与疫情,不同行业抗风险能力各异,未来应强化资源配置与管理优化,增强行业适应性,推进装备制造业高质量发展。

表5 分行业全要素生产率分解

行业	<i>EFFCH</i>	<i>TECHCH</i>	<i>PECH</i>	<i>SECH</i>	<i>TFPCH</i>
专用设备制造业	0.989	1.083	0.988	1.001	1.071
交通运输设备制造业	0.987	1.109	0.987	1.000	1.095
仪器仪表及文化、办公用机械制造业	1.019	1.069	1.000	1.019	1.089
电气机械及器材制造业	0.993	1.092	0.993	1.000	1.084
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	1.000	1.089	1.000	1.000	1.089
通用设备制造业	0.999	1.076	0.999	1.000	1.075
金属制品业	0.980	1.080	0.978	1.003	1.058

资料来源:本部分首先通过将中部地区六个省份的细分行业的投入与产出指标加总到各行业层面后计算全要素生产率及分解指数,最终对2002—2022年样本期内的各指标取几何平均值得到表中结果。

四、结论与对策建议

本研究通过采用DEA-Malmquist指数方法,分别从产业整体、分省份、分行业视角,对中部地区六省2002—2022年装备制造业全要素生产率(*TFP*)

及其内在变化规律进行了系统分析。最后,归纳主要研究结论,并进一步提出具有针对性的对策建议。

1.研究结论

第一,中部地区装备制造业全要素生产率(*TFPCH*)总体呈波动上升趋势,年均增长率为

表6 分行业全要素生产率分解时序演进

年份	专用设备制造业	交通运输设备制造业	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	电气机械及器材制造业	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	通用设备制造业	金属制品业
2002—2003	1.140	1.242	1.449	1.276	1.303	1.225	1.252
2003—2004	1.225	1.202	1.249	1.191	1.093	1.368	1.018
2004—2005	1.178	1.129	1.009	1.203	1.080	1.224	1.175
2005—2006	1.238	1.212	1.274	1.130	1.103	1.169	1.201
2006—2007	1.274	1.163	1.308	1.175	1.088	1.196	1.155
2007—2008	1.124	1.124	0.996	0.989	1.103	1.068	0.975
2008—2009	0.977	1.015	0.968	0.930	0.839	0.948	0.864
2009—2010	1.203	1.252	1.050	1.384	1.465	0.997	1.245
2010—2011	1.273	1.197	1.398	1.127	1.317	1.321	1.139
2011—2012	0.983	0.956	1.124	1.037	0.912	1.000	1.098
2012—2013	0.965	1.083	0.966	1.074	1.328	1.141	1.061
2013—2014	1.073	0.931	1.023	1.054	1.055	1.047	1.129
2014—2015	1.055	1.226	1.052	1.089	1.142	1.085	1.062
2015—2016	1.093	1.154	1.044	1.093	1.075	1.102	1.240
2016—2017	1.034	1.069	1.168	1.051	1.067	1.022	0.875
2017—2018	0.870	0.991	0.907	0.867	0.925	0.803	0.831
2018—2019	1.094	1.045	1.024	1.108	1.002	1.083	1.131
2019—2020	1.051	1.019	1.077	1.050	0.973	1.095	1.060
2020—2021	0.907	1.062	1.095	1.080	1.184	1.075	1.048
2021—2022	0.823	0.925	0.826	0.899	0.930	0.745	0.794

资料来源:本部分首先通过将中部地区六个省份的细分行业的投入与产出指标加总到各行业层面后计算全要素生产率及分解指数。

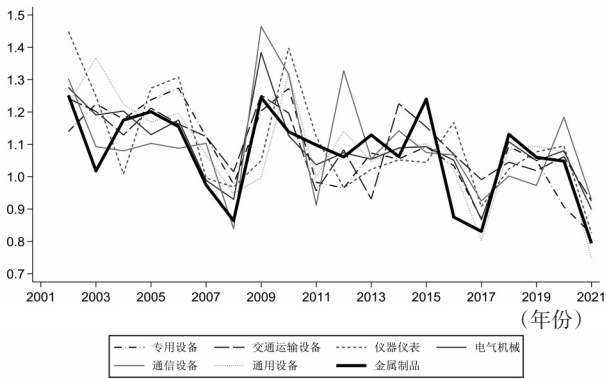


图3 分行业全要素生产率变动趋势

资料来源:图中内容根据表6绘制。

10.9%,技术进步率(*TECHCH*)是主要驱动力,年均增长率达9.8%。尽管多数年份技术进步率高于1,但技术效率(*EFFCH*)波动较大,对全要素生产率的提升贡献有限。2003—2004年*TFPCH*达到周期内最高值1.258,而2017—2018年降至最低值0.954,显示出外部经济环境对全要素生产率的显著影响。

第二,中部六省的全要素生产率均呈增长趋势,但增长幅度存在差异。山西省全要素生产率最

高(1.123),技术效率和规模效率均表现出显著优势;江西和河南次之,反映出技术进步的强劲驱动力。相较之下,安徽技术效率最低,规模效率不足制约其生产率的提升。此外,外部冲击如2008年金融危机和2020年新冠疫情对各省影响显著,尽管多数省份在经济刺激政策下表现出恢复力,但复苏速度和程度仍存在差异。

第三,七大行业全要素生产率整体呈现增长趋势,但发展不均衡。交通运输设备制造业和通信设备制造业表现较为突出,前者受技术进步驱动,后者在技术效率和技术进步上均衡发展。相比之下,金属制品业和专用设备制造业全要素生产率较低,受管理效率和资源配置效率的制约较大。外部经济事件如2008年金融危机和2020年新冠疫情对行业间的冲击程度不同,部分行业(如通信设备、计算机及其他电子设备制造业)展现出较强韧性,而金属制品业恢复较为缓慢。

2.对策建议

基于对中部六省装备制造业全要素生产率

(TFPCH)及其分解因素的分析,不同省份和行业在技术进步(TECHCH)、技术效率(EFFCH)、产业布局以及外部冲击响应能力等方面存在明显差异。因此,为进一步推动区域和行业的协调发展,提高装备制造业的创新能力和市场竞争力,需要从以下6个方面综合施策。

(1)强化省际分工协作,优化区域产业布局

装备制造业的发展需充分发挥各省份的比较优势,构建合理的区域产业分工体系,推动中部六省装备制造业协同发展。一方面,应结合各省的产业基础,推动优势行业集聚发展。例如,山西可依托能源装备制造基础,重点发展高端装备和绿色智能制造;江西和安徽应加强电子信息、新能源装备产业发展;河南、湖北、湖南则可聚焦通用设备制造、轨道交通装备及智能制造装备产业链升级。另一方面,应深化跨省协同,加强产业链上下游衔接,推动产业资源合理配置。各省份可依托省会城市群,联合打造先进制造业集群,如依托郑州、武汉、合肥的产业基础,共同推进智能制造装备和高端机床制造产业链优化,提升区域产业竞争力。

(2)推进技术创新,强化企业核心竞争力

技术进步是推动装备制造业全要素生产率(TFPCH)增长的核心动力,但各行业技术创新能力仍存在一定差异。因此,一是要加强科技创新平台建设,依托《“十四五”智能制造发展规划》,在装备制造业重点行业设立国家级或省级智能制造创新中心,促进关键核心技术攻关。二是要推动产业数字化转型,加快工业互联网、5G、大数据、人工智能等技术在装备制造业的深度应用,鼓励企业建设智能工厂、数字化车间,提高生产效率和资源利用率。三是要优化科技成果转化机制,强化企业与高校、科研院所的协同创新,促进智能制造核心技术、数字化装备、智能控制系统等领域的技术落地,实现技术创新与产业应用的紧密结合。

(3)优化能源利用结构,推动装备制造业绿色低碳转型

在“双碳”目标背景下,绿色低碳发展已成为制造业转型升级的重要方向。针对装备制造业不同领域的能源消耗和碳排放特征,应采取差异化的绿色化改造措施。一方面,要推动高耗能行业(如金属制品业、通用设备制造业)进行节能减排技术改造,提高能效水平,推广绿色生产方式。另一方面,

要推进循环经济发展,鼓励企业利用再制造技术、绿色供应链管理,促进生产过程的清洁化、低碳化,实现资源高效循环利用。此外,应严格执行环保标准,推动行业绿色转型,设立绿色制造示范区,引导装备制造企业通过绿色认证,提高环保技术应用水平,增强国际市场竞争力。

(4)深化智能制造,增强装备制造业发展质量

智能制造是提升装备制造业竞争力的核心抓手,应针对不同行业特征,分类推进智能制造发展。一是要加快高端装备制造业的智能化升级,针对专用设备制造业、交通运输设备制造业等技术进步驱动型行业,推进智能制造关键技术突破,推广柔性生产、智能检测、远程运维等智能制造模式。二是要推动传统装备制造业的智能化改造,针对技术效率较低的行业(如金属制品业、通用设备制造业),强化数字化生产技术应用,提升生产效率,减少资源消耗。三是要鼓励行业智能化转型示范,依托重点行业建设智能制造试点示范工厂,推广大规模个性化定制、供应链协同、远程运维服务等先进制造模式,推动行业整体智能化水平提升。

(5)夯实产业链安全,提高外部冲击应对能力

面对全球供应链不稳定性加剧、中美贸易摩擦以及疫情等突发事件带来的挑战,中部地区装备制造业需增强产业链安全性,提高应对外部冲击的能力。一方面,要提升关键零部件自主可控能力,针对受国际贸易摩擦影响较大的行业(如通信设备、计算机及其他电子设备制造业、交通运输设备制造业),应加快关键核心技术自主研发,减少对外依赖,提高供应链自主可控能力。另一方面,要推动区域产业链重塑,鼓励各省在装备制造领域开展跨区域合作,建立稳定、安全的产业链配套体系,提升行业抗风险能力。此外,需支持企业拓展多元化国际市场,鼓励装备制造企业参与“一带一路”建设,加强国际产能合作,减少对单一市场的依赖,增强市场韧性,确保装备制造业供应链和市场的多元化发展。

(6)加强政策支撑,构建高质量发展生态

在全球制造业竞争加剧、绿色低碳转型加快的背景下,政府应发挥政策引导作用,优化发展环境,推动装备制造业高质量发展。一方面,要完善财税支持政策,优化制造业智能化改造的财政支持体系,对智能制造设备投资、技术改造、关键核心技术

攻关等给予税收优惠和财政补贴,降低企业转型成本。另一方面,要健全人才培养体系和国际市场拓展机制。政府可依托地方高校和职业院校,建立智能制造人才培养基地,提升技术工人、工程师和管理人员的数字化能力,同时鼓励企业在“一带一路”倡议框架下拓展海外市场,深化国际合作,提升我国装备制造业在全球价值链中的竞争力。

参考文献

- [1]鲁晓东,连玉君.中国工业企业全要素生产率估计:1999—2007[J].经济学(季刊),2012(2).
- [2]杨汝岱.中国制造业企业全要素生产率研究[J].经济研究,2015(2).
- [3]郭庆旺,贾俊雪.中国全要素生产率的估算:1979—2004[J].经济研究,2005(6).
- [4]余泳泽,张先轸.要素禀赋、适宜性创新模式选择与全要素生产率提升[J].管理世界,2015(9).
- [5]章祥荪,贵斌威.中国全要素生产率分析:Malmquist指数

- 法评述与应用[J].数量经济技术经济研究,2008(6).
- [6]陈斌开,金箫,欧阳涤非.住房价格、资源错配与中国工业企业生产率[J].世界经济,2015(4).
- [7]郭家堂,骆品亮.互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J].管理世界,2016(10).
- [8]唐晓华,陈阳.中国装备制造业全要素生产率时空特征:基于三种空间权重矩阵的分析[J].商业研究,2017(4).
- [9]赵子健,傅佳屏.中国装备制造业的区域差异、影响因素与高端化战略[J].系统管理学报,2020(1).
- [10]刘彬彬.东北地区装备制造业全要素生产率的测度及提升路径研究[J].经济纵横,2020(1).
- [11]鲍晓娜,李嫣然,范晓男,等.装备制造业全要素生产率评价及影响因素研究[J].价格理论与实践,2022(7).
- [12]王卫,蔡良群.中国装备制造业全要素生产率增长的波动与异质性[J].数量经济技术经济研究,2017(10).
- [13]王映川.我国先进装备制造业全要素生产率及影响因素分析:基于产业组织视角[J].工业技术经济,2017(1).
- [14]张军,陈诗一,GARY H JEFFERSON. 结构改革与中国工业增长[J].经济研究,2009(7).

The Evolution Process and Policy Implications of Total Factor Productivity in Equipment Manufacturing Industry in the Six Provinces in Central China

Ming Zhe

Abstract: Based on the panel data of the six central provinces from 2002 to 2022, this paper uses the DEA-Malmquist index method to analyze the total factor productivity (TFPCH) of the equipment manufacturing industry and its changing trends. The results show that: first, the overall trend of TFPCH fluctuating upward, with an average annual growth of 10.9%, which is mainly driven by technological progress, and the contribution of technical efficiency is relatively small; second, there are obvious differences between provinces, Shanxi has better performance and Hubei has low technical efficiency; third, the uneven development between industries, transportation equipment and communication equipment manufacturing industry. Based on the above findings, to promote the high-quality development of the central equipment manufacturing industry, it is necessary to build a regional industrial coordination system, accelerate the core technology and digital transformation, deepen the application of green manufacturing model, improve the industrial chain safety mechanism and policy support ecology, and optimize the national advanced manufacturing industry with technological innovation and system.

Key Words: Six Provinces in Central China; Equipment Manufacturing Industry; Total Factor Productivity; DEA-Malmquist

(责任编辑:柳 阳)