

基于SFA模型的中国电子信息制造业技术效率实证研究

阮家港

(商丘学院 经济管理学院 河南 商丘 476113)

【摘要】 基于随机前沿分析方法，研究了2014—2020年间我国28个省市的电子信息技术制造业生产技术的区域差异及其与驱动因素的关系。研究表明：我国电子信息技术制造业技术效率水平较低，整体呈上升趋势；区域性差异显著，发展具有显著的空间收敛趋势，区域间差距在缩小；经济发展为信息制造业发展提供了经济支撑；城镇化和人力资本作用尚不明显；政府支持力度产生了积极效果。

【关键词】 信息制造业；技术效率；驱动因素；SFA

【基金项目】 河南省教育厅人文社会科学研究项目“河南省电子信息产业竞争力评价及提升路径研究”(2018-ZZJH-402)、河南省高等学校重点科研项目“河南省信息产业效率评价与影响因素分析”(18A790025)、河南省软科学研究项目“河南省信息产业竞争力评价及提升策略研究”(182400410586)

【作者简介】 阮家港(1980-)，男，河南商丘人，副教授，硕士，主要从事复杂系统评价研究。

【中图分类号】 F49 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-9574(2022)10-00084-03

1 引言

信息技术是现代经济社会发展的重要驱动力之一，在提升、改造传统产业、促进产业转型升级方面发挥积极作用，已经成为发达国家经济发展的引擎与新增长点。2021年电子信息制造业运行数据显示，2021年，全国规模以上电子信息制造业增加值比上年增长15.7%，在41个大类行业中，排名第6，增速创下近十年新高，实现营业收入141285亿元，比上年增长14.7%。信息制造业在产业规模扩大与产业效益增加的同时，深层次的问题与矛盾日益突显：产业资源配置不合理，创新能力较弱，产业基本处于价值链的中低端，技术水平较落后。此外，信息制造业区域发展不平衡、水平参差不齐，影响信息制造业的区域合作，一定程度上阻碍了产业发展的区域转移衔接和融合互动，形成产业发展升级的瓶颈。因此，信息制造业效率区域差异及驱动因素评价研究对于促进我国地区经济协调、持续、健康发展具有重要现实意义。

2 模型构建及变量选取

2.1 模型构建

相较于DEA方法，SFA方法通过建立随机前沿模型，考虑了前沿技术进步，而且考虑前沿技术进步与投入要素对生产率的交互作用，以及投入要素之间的相互替代作用[1]，可对模型的合适性和参数进行检验，测量误差和函数设定偏离带来的统计噪声对效率的影响。采用的极大似然估计法能充分利用样本信息，受异常点影响较小，估计结果稳定性更好，可比性与可

靠性更高^[2]。在模型设定合理且采用面板数据条件下，SFA方法会得到比DEA方法更好的估计结果[3]。因此，本文选择SFA方法来测度信息制造业效率及影响因素。

依据 Battese、Coelli^[4]超越对数生产函数的随机前沿模型的基本原理，引入一次时间变量以考察前沿技术进步，引入二次时间变量考察非单调的技术变化。模型如下：

$$\ln R_{it} = \beta_0 \beta_1 t + \frac{1}{2} \beta_2 t^2 + \beta_3 \ln K_{it} + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln K_{it})^2 + \beta_5 \ln L_{it} + \frac{1}{2} \beta_6 (\ln L_{it})^2 + \beta_7 \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_8 t \ln L_{it} + \beta_9 t \ln K_{it} + v_{it} - \mu_{it}$$

式中， R_{it} 、 L_{it} 、 K_{it} 分别为第*i*省第*t*年信息制造业产出量、劳动力投入量与资本投入量， $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_9$ 为待估参数。 $v_{it} - \mu_{it}$ 代表的是混合误差项，前者反映的是随机误差项，后者反映的是无效率误差项，即实际产出位于前沿生产面之下，技术无效率偏差是由于环境因素造成的。

将无效率项作为因变量，外部影响因素取对数后作为自变量，构建函数模型如下：

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln CZH_{it} + \delta_2 \ln P GDP_{it} + \delta_3 \ln R L_{it} + \delta_4 \ln X F_{it} + \delta_5 \ln Z F_{it} + \varepsilon_{it} \mu_{it} = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$$

其中， m_{it} 表第*i*省（自治区、直辖市）第*t*年信息制造业的技术无效率， $\delta_0, \delta_1, \dots, \delta_5$ 为待估参数， ε_{it} 为随机误差项。

2.2 变量选取及数据来源

投入变量选取：投入变量包括劳动和资本和时间。以各省电子信息产业通信设备、计算机及其它电子设备制造业全部从

业人员平均人数来衡量劳动力投入；以信息制造业固定资产净值来衡量资本投入；以信息制造业主营业务收入来衡量信息制造业总产出。引入时间项变量，反映随时间变化技术效率变动情况。

外生环境变量选取：用人均地区生产总值(PGDP)衡量地区经济发展水平；用人均受教育年限(RL)衡量人力资本水平；用科技支出占财政支出的比重(ZF)衡量政府支持力度；用交通通信支出占消费总支出的比重(XF)衡量信息消费系数；用人口城镇化率(CZH)衡量城镇化水平。

数据来源：主要来源于2015-2021年《中国统计年鉴》、《中国工业经济年鉴》、工业和信息化部网站等。考虑数据的可得性，剔除了西藏和宁夏和青海。主营业务收入、人均地区生产总值等涉及资金价值的数据均依据相应的价格指数进行了平减处理。

3 实证分析

3.1 参数估计

利用Frontier4.1软件，使用三阶段极大似然法估计经验模型可得生产函数及无效效应方程的各项参数，结果见表1。LR通过1%的显著性检验，拒绝没有无效效应的零假设，值为0.9999，可知模型合成误差项的变异主要是由技术效率的无效性部分引起，说明模型的设定是合理的。得到的各省信息制造业技术效率均值及排名见表2。

时间项一次与二次系数及资本交互项系数都为正，都没有通过显著性检验，说明随着时间推移存在技术进步，但对产出影响不明显。资本项系数资本的产出弹性系数为0.6136，在1%的水平上显著，资本投入与产出呈正相关，资本投入每增加1%，相应产出增加0.6136%。劳动力投入的产出弹性系数为0.2104，与产出正相关，但不显著，一定程度上说明信息制造业人才的缺乏，结合资本产出弹性分析可知，我国信息制造业产出还是资本驱动型，与目前我国信息制造业要素中资本投入为主，人力资本投入不足和配置不合理，人均科研经费较低等现状稳合。此外，劳动投入系数与资本投入产出弹性系数之和小于1，说明为规模报酬递减阶段，应该加大人力资本的投入，使要素配置更加合理。

表1 SFA模型估计结果

| A. 生产函数 | | | | B. 无效率函数 | | | |
|--------------------|-----------|--------|---------|-------------|------------|--------|---------|
| 变量 | 系数 | 标准差 | T值 | 变量 | 系数 | 标准差 | T值 |
| 常数项 | 4.6020*** | 0.2495 | 18.4427 | 常数项 | -7.9947*** | 1.6620 | -4.8102 |
| t | 0.0116 | 0.0699 | 0.1656 | lnCZH | 0.0425 | 0.4759 | 0.0893 |
| t ² | 0.0020 | 0.0126 | 0.1598 | LnPGDP | -1.7789*** | 0.2373 | -7.4956 |
| lnk | 0.6136*** | 0.1164 | 5.2735 | lnRL | 4.0178*** | 0.7290 | 5.5118 |
| (lnk) ² | -0.1776** | 0.0354 | -5.0169 | lnXF | -0.1076 | 0.2753 | -0.3909 |
| lnl | 0.2104 | 0.1418 | 1.4837 | lnZF | -0.5160*** | 0.1435 | -3.5950 |
| (lnl) ² | -0.2481** | 0.0573 | -4.3327 | C. 方差参数 | | | |
| lnklnl | 0.3958*** | 0.0887 | 4.4629 | σ^2 | 0.2415*** | 0.0251 | 9.6412 |
| t lnk | -0.0029 | 0.0386 | -0.0765 | γ | 0.9999*** | 0.0000 | 2794198 |
| t lnk | 0.0018 | 0.0378 | 0.0466 | D. 其它诊断信息 | | | |
| Log 函数值 | | | | -87.3872 | | | |
| LR 单边检验 | | | | 122.2397*** | | | |

注：*，**，***，分别表示在10%，5%，1%水平上显著。

表2 2014-2020年各省信息制造业技术效率均值及排名

| 地区 | 效率均值 | 排名 | 地区 | 效率均值 | 排名 |
|-----|-------|----|----|-------|----|
| 北京 | 0.906 | 1 | 河南 | 0.305 | 15 |
| 上海 | 0.871 | 2 | 湖南 | 0.298 | 16 |
| 广东 | 0.870 | 3 | 安徽 | 0.282 | 17 |
| 江苏 | 0.742 | 4 | 江西 | 0.276 | 18 |
| 内蒙古 | 0.736 | 5 | 贵州 | 0.26 | 19 |
| 山东 | 0.730 | 6 | 吉林 | 0.226 | 20 |
| 天津 | 0.707 | 7 | 陕西 | 0.2 | 21 |
| 福建 | 0.594 | 8 | 云南 | 0.199 | 22 |
| 重庆 | 0.532 | 9 | 河北 | 0.188 | 23 |

3.2 结果分析

技术效率方面，从绝对量上看，信息制造业整体技术效率水平比较低，全国信息制造业技术效率平均水平为0.415，还有很大提升空间；技术效率区域差异特征明显，东、中、西三个地区技术效率均值分别为：0.651，0.310，0.270，与全国平均水平相比，东部明显高于全国平均水平，而中西部低于全国平均水平。东部明显高于中部与西部，差距比较明显，中部与西部差距不大，中部略高于西部。地区效率呈现出东、中、西递减的格局。

发展趋势方面，整体呈上升趋势，全国平均水平由2014年的0.337上升到2020年的0.415，虽有一定提升，但是提升速度比较缓慢，技术进步提升效果不明显。与全国整体变动趋势相似，东、中、西部三大地区的信息制造业技术效率也表现为上升趋势，但地区内部上升幅度存在一定的区域差异性。中部与西地区近几年的上升幅度较大，反映了国家战略扶持的效果，也体现了东部技术外溢和产业转移的带动作用，而东部地

区相对上升幅度比较小,趋势不明显。

空间收敛性方面,变异系数由2014年的0.820降到2020年的0.557,呈现较明显的下降趋势,下降速度越来越慢,体现了地区之间的差异度呈现收敛趋势。从地区内部差异来看,中部地区收敛趋势比较明显,呈现明显的趋同性。东部变异系数变化不大,体现了经济发展的均衡性与瓶颈特点,而西部变异系数呈现扩大趋势,体现了西部地区经济发展的不均衡性。

3.3 影响因素分析

城镇化水平与信息制造业技术效率呈负相关关系,但样本期内统计意义不显著,一方面验证了城镇化建设推动信息制造业技术提升的作用,另一方面体现了政府主导下的城镇化存在粗放式发展的情况,对信息制造业促进作用不明显,城镇化质量有待提升。

地区经济发展水平与信息制造业技术无效率存在显著的负相关关系,相关系数为-1.7789。说明人均GDP每上升1%,信息制造业技术效率会提升1.7789%。经济发展为信息制造业技术效率提升提供坚实的基础支撑,信息化建设与其它产业相互促进,地区之间的产业转移、产业转型升级产生了一定的效果。但经济发达地区的技术效率存在一定的瓶颈现象,整体技术效率的提升源于中、西部地区技术效率的快速提升,最终全国技术效率平均水平得到提升。

人力资本情况与信息制造业技术无效率存在负相关关系,在影响因素中作用最大,相关系数高达4.017,通过1%的显著性水平检验。受教育水平每提升1%,信息制造业技术效率会下降4.0178%。说明我国教育质量作用不明显,提升教育质量是提升技术效率的重点要考虑的问题。

消费者信息消费水平与信息制造业技术无效率负相关,没有通过显著性检验。一定响度上验证了随着信息消费需求水平的上升,能促进信息制造业技术效率的提升。也说明目前信息消费水平处于中低端水平的消费,一定程度上也能促进信息制造业发展,但是对于信息制造业的技术进步和效率提升作用不是很明显。

政府支持力度与信息制造业技术无效率存在明显的负相关关系,相关系数为-0.516,且在1%的显著性水平下通过了显著性检验。说明政府财政支出中的科技研发扶持对我国信息制

造业的发展产生了积极的作用。政府在信息化产业政策上给予引导和扶持,实行“走出去、引进来的”经济发展策略产生了一定的效果。

4 政策启示

第一、提升教育质量,突破技术进步瓶颈。坚持科教兴国的战略,加大人力资本的培养,提高信息制造业从业人员的整体质量,探索符合我国经济发展阶段的人才培养模式,为信息制造业培养相应的人才。

第二、合理化资源配置,加强地区间的合作,促进均衡、协调发展。东部地区注重瓶颈突破,实现技术水平的升级,同时加快向中部、西部地区的产业转移速度,帮扶落后地区,协调发展。中、西部地区要因地制宜,健全相关的配套基础设施和政策措施,完善制度与创新环境,加大信息制造业的扶持力度,重视相关人才的引进和培养,缩小与东部地区的差距,实现东、中、西部协调发展。

第三、优化信息制造业外部环境。加大政府对信息制造业的资金扶持力度,制度支撑力度,探索符合区域经济发展情况的支持模式,完善信息产业基础设施建设,提升区域信息化水平,带动相关产业转型升级,实现信息化与工业化良性互动发展;推动政务管理信息化和居民生活服务信息化。加大对信息制造企业的监督与监管,优化企业资源配置效率,完善信息产品服务,提升信息产品消费,促进信息制造业的发展。

参考文献

- [1] 李文亮,于长铨等.基于空间效应的我国信息产业效率演进的时空特征研究[J].情报科学,2015,33(4):9-12.
- [2] 徐盈之,赵玥.中国信息服务业技术效率和生产率变动的研究——基于随机前沿生产函数的分析[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2009,11(5):49-53.
- [3] 李双杰,范超.随机前沿分析与数据包络分析方法的评析与比较[J].统计与决策,2009,(7):25-27.
- [4] Battese G.E, Coelli,T.J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. Empirical Economics, 1995,20(2): 325-332.