

东北地区装备制造业全要素生产率及其影响因素

——基于 DEA-Tobit 两阶段法

程 敏

(黑龙江省发展规划研究所, 哈尔滨 150030)

摘要:采用 DEA-malmquist 指数方法测算了东北地区装备制造业 2005—2020 年全要素生产率及其分解效率, 并利用混合面板 Tobit 模型对其影响因素进行了实证检验。研究发现: 东北地区装备制造业全要素生产率依靠技术进步的“单轨驱动”, 总体达到 DEA 有效, 技术效率抑制了其增长速度; 东北地区装备制造业发展存在行业异质性和区域异质性; 增加研发投入、提高市场化水平和地区经济发展水平能够提升全要素生产率; 随着产业集聚程度的提高、政府财政支出的增多, 全要素生产率反而下降; 产业规模、城镇化水平与全要素生产率并无直接关联。

关键词:装备制造业; 全要素生产率; 东北地区; DEA; Tobit

中图分类号:F062.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)11-0203-08

全要素生产率的高低可以在很大程度上解释一国经济发展的成败, 其本质上是对生产效率的评价, 提高全要素生产率意味着以更少的投入获得更多的产出, 是实现高质量发展的动力源泉。当前, 中国经济正处于由高速增长阶段转向高质量发展阶段的关键时期, 需要更加依靠全要素生产率的提高来推动产业发展和经济增长。作为工业的“脊梁”, 装备制造业在整个国民经济体系中占有重要地位。然而, 长久以来中国装备制造发展面临“大而不强”的困境, 究其原因主要是投入和产出不匹配, 生产效率不高。因此, 要提升装备制造业发展质量, 就必须提高全要素生产率, 实现效率变革。

1 文献综述

全要素生产率最早在宏观经济层面评价国家竞争力, 后逐渐应用于中观产业及微观企业层面。郭庆旺和贾俊雪^[1]通过比较不同全要素生产率的测算方法, 估算出中国改革开放之后 15 年间的全要素生产率增长率。Baran 等^[2]利用波兰冶金工业的投入产出数据构建 DEA(data envelopment analysis, 数据包络分析)模型, 得出技术效率低下成为阻碍产出增长的主要根源。王善高和田旭^[3]采用随机前沿生产函数测算了不同规模生猪养殖的全要素生产率, 并对其进行了分解。王卫和綦良群^[4]、李星光

和于成学^[5]研究发现中国装备制造业全要素生产率存在明显的区域、省份和行业差异, 技术进步和技术效率贡献度随不同时期发生变化。Herrala 等^[6]运用 DEA 方法首次尝试比较芬兰自来水厂管理模式的生产效率, 并作为未来改进模式的基础。徐小惠等^[7]从微观企业层面出发, 以世界 500 强企业中的 55 家企业作为证据, 得出无论从全要素生产率还是从其分解效率来看, 装备制造业中的航天与通信设备企业均优于其他企业。陈燕丽等^[8]基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型对东北三省制造业上市公司的财务效率进行了评价, 结果显示多数企业绩效未达到生产前沿面。

学者们往往选择单一影响因素或系统性影响因素展开对装备制造业全要素生产率的研究。孙晓华和王昀^[9]研究了 R&D 投资与企业生产率的关系, 并认为二者之间呈现“正 U 形”的关系。王耀中和张阳^[10]认为城镇化和市场化对服务业全要素生产率提升作用显著, 需进一步加快城镇化和市场化进程。Paula 和 Philipp^[11]利用知识生产函数模型, 得出知识和非物质资本共同作用, 对全要素生产率产生外部溢出。张军和金煜^[12]、李梅^[13]的研究结论表明金融发展水平对生产率产生的促进作用具有“门槛”效应。进一步地, 更多的国内学者以老龄

收稿日期: 2023-01-13

基金项目: 黑龙江省哲学社会科学研究规划年度项目(20JYB025)。

作者简介: 程敏(1987—), 女, 黑龙江伊春人, 黑龙江省发展规划研究所, 高级经济师, 硕士, 研究方向为产业经济、区域经济。

化和数字经济为背景,研究其对装备制造业全要素生产率的影响。穆怀中和裴凯程^[14]从人口老龄化产生的消费需求效应和劳动力供给效应等角度出发,认为其对装备制造业全要素生产率起到提升作用,但区域表现不同。郑季良和亢华聪^[15]的研究表明,数字经济对装备制造业全要素生产率的提升作用主要源于技术进步。

2 研究设计

2.1 研究区域

东北地区是中国工业的摇篮和重要的装备制造基地,“一五”期间全国 156 项重点工程中的约三分之一项目落户在东北,聚集了大批关系国计民生的装备制造企业,发展空间和潜力巨大。尤其是随着国家一系列振兴东北老工业基地政策的推行,装备制造企业容易受到国家政策、资金的支持。然而由于东北地区国企改革进程缓慢、市场化和信息化水平较低等原因,装备制造业发展困难重重。

从以往的研究来看,针对装备制造业全要素生产率的分析主要从全国范围内展开,鲜有文献在兼顾行业异质性和区域异质性基础上,对东北地区装备制造业全要素生产率展开研究;从影响因素看,缺乏针对东北地区装备制造业理论与实证的相互论证,实际指导意义不强。因此,选取狭义层面的东北地区,即以辽宁、吉林和黑龙江三省为研究区域,一是将研究落实到这个装备制造业基础雄厚但发展面临诸多瓶颈的区域,并将分行业、分地区的全要素生产率测算与分解纳入研究框架;二是与以往研究多是仅针对全要素生产率的影响因素分析不同,进一步从各因素对其分解效率的影响方向和程度上进行探索和检验。

2.2 研究方法

2.2.1 DEA-Malmquist 指数方法

首先采用 DEA-Malmquist 指数方法,对全要素生产率进行测算与分解。选取依据在于:一是最优效率指标和投入、产出指标值的量纲选取无关,不需要对数据进行无量纲化处理;二是能够避免因设定具体生产函数所造成的误差;三是进一步确定生产率增长的原因,考察包含多个投入和产出的决策单元不同时期的技术效率和技术进步变化情况。

将装备制造业 7 个样本的每个行业作为一个决策单元,通过比较与生产前沿面的偏离程度,考察生产率变化,同时得到技术进步和技术效率的贡献度。用 (x^t, y^t) 和 (x^{t+1}, y^{t+1}) 分别表示时期 t 、 $t+1$ 的投入产出向量,用 $D^t(x^t, y^t)$ 表示以 $t+1$ 时期技

术为参照的 t 时期的投入产出向量的产出距离函数,用 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 表示以 t 时期技术为参照的时期 $t+1$ 的投入产出向量的产出距离函数。结合 FARE 等^[16]的研究,距离函数可以由技术效率的倒数表示, $F^t(x^t, y^t)$ 表示 t 时期的技术效率,如式(1)所示。

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

进一步得到在 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,如式(2)和式(3)所示。

$$M_i^t = \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (2)$$

$$M_i^{t+1} = D_i^{t+1} \frac{(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (3)$$

采用上述两式的几何平均值,得到从 t 期到 $t+1$ 期的全要素生产率-Malmquist 指数。

$$\begin{aligned} M_i(x_t, y_t; x_{t+1}, y_{t+1}) &= \\ &= \frac{\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}}{\frac{D_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_i^t(x_t, y_t)} \frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}} = \\ &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} \end{aligned} \quad (4)$$

式中:EFFCH 为技术效率;TECHCH 为技术进步。

由式(4)可知,全要素生产率(TEPCH)可分解为技术效率(EFFCH)和技术进步(TECHCH)的乘积;而 EFFCH 可进一步细化为纯技术效率(PECH)和规模效率(SECH)的乘积。其中 EFFCH 是对资源配置效率的评价,决定生产率的短期变动,具有“水平扩散效应”;TECHCH 代表科技的进步和要素质量的提高,对生产前沿面产生推动或内移的作用,具有“增长拉动效应”;PECH 是在规模收益不变情况下,制度和管理水平对生产率的影响;SECH 反映在既定制度和管理水平下,现有规模与最优规模的差异。任何一个分解指数 >1 ,表明其是 TEPCH 提升的源泉;分解指数 <1 ,则是 TEPCH 下降的根源。全要素生产率最终分解如式(5)所示。

$$\text{TEPCH} = \text{EFFCF} \times \text{TECHCH} = \text{PECH} \times \text{SECH} \times \text{TECHCH} \quad (5)$$

2.2.2 Tobit 模型

由于采用 DEA-Malmquist 指数方法得出的效率值均处在 DEA 的效率边界,始终大于 0,属于典型的截断离散分布数据。若使用最小二乘法(OLS)进行回归,将导致参数估计偏差和不一致。这时遵循最大似然(likelihood-ratio)法概念的 Tobit 模型

就成为估计回归系数的较好选择,它能够考察受限因变量的模型回归,保证回归结果的有效性和可靠性。其基本模型为

$$\begin{cases} y_i^* = \beta x_i + \epsilon_i \\ y_i = y_i^*, & y_i^* > 0 \\ y_i = 0, & y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (6)$$

式中: y_i^* 为潜变量; y_i 为被解释变量向量; x_i 为解释变量向量; β 为回归参数向量; ϵ_i 是残差项,且 $\epsilon_i | x_i \sim N(0, \delta^2) (i=1, 2, \cdots, n)$ 。若 $y_i^* > 0$, y_i 取实际观测值;若 $y_i^* \leq 0$, y_i 取 0, 为受限观测值。

之后, Fare 等^[16] 发展了 DEA-Tobit 两阶段分析法:第一阶段,采用 DEA-Malmquist 方法测算出决策单元的效率值;第二阶段,利用 Tobit 模型对决策单元效率值的各项不可控因素进行回归。该方法被广泛应用于经济系统生产效率问题研究,成熟性和适用性较强。

2.3 数据来源

数据来源于《中国工业统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国经济普查年鉴》《中国机械工业年鉴》《中国统计摘要》《中国科技统计年鉴》以及辽宁、吉林和黑龙江三省的统计年鉴。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。

3 东北地区装备制造业全要素生产率的测算与分解

3.1 指标选取

在产出指标方面,由于工业增加值不包括中间产品的价值量,无法全面反映资源配置效率,因此,采用装备制造业工业总产值作为产出变量。为消除价格变动的影响,以 2005 年为基期,用各行业工业生产者出厂价格指数对工业总产值进行平减。采用永续盘存法计算资本存量需假设不同的折旧率,计算得出的结果不同,容易损坏原始信息,造成偏差。为避免这种情况,借鉴张军等^[17] 的方法,选取固定资产净值作为资本投入变量,并利用固定资

产投资价格指数进行平减,得到以 2005 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。

3.2 测算与分解结果

利用 DEAP2.1 软件,选择产出视角的 Malmquist 指数,测算出东北地区产业整体、分行业 and 分地区的全要素生产率(TEPCH)及其分解:技术效率(EFFCH)、技术进步率(TECHCH)、纯技术效率(PECH)和规模效率(SECH)。

3.2.1 产业整体视角

由表 1 可知,2005—2020 年,东北地区装备制造业全要素生产率总体呈上升趋势,年均增长 1.8%,下降年份主要来自技术效率的损失。技术进步率年均增长 4.1%,2005—2020 年期间整体处于较高增长状态。与技术进步率相反,技术效率除了个别年份上升,其余年份均呈下降趋势,下降幅度最大的年份是 2010—2011 年。从技术效率的分解项看,纯技术效率变动的平均值为 0.978,年均下降 2.2%,规模效率年均增长 0.1%,纯技术效率的下降幅度超过规模效率的增长幅度,降低了决策单元向最优生产前沿面的移动速度。可见,东北地区装备制造业全要素生产率增长主要依靠技术进步“单轨驱动”,纯技术效率通过影响技术效率最终成为限制全要素生产率增长的根源。

图 1 显示了 2005—2020 年东北地区装备制造业全要素生产率及其分解的变化趋势。从中可以看出,除规模效率变动幅度较小,始终在最优规模徘徊外,其他指数均呈现波动式发展。其中全要素生产率和技术进步率除了个别年份,变化趋势基本

表 1 产业整体全要素生产率及其分解

年份	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TEPCH
2005—2006	1.072	1.135	1.011	1.060	1.217
2006—2007	0.961	1.229	0.984	0.977	1.181
2007—2008	0.931	0.928	0.909	1.025	0.864
2008—2009	1.067	1.143	1.057	1.009	1.219
2009—2010	0.960	1.089	0.976	0.984	1.046
2010—2011	0.890	1.140	0.935	0.952	1.015
2011—2012	1.036	1.025	0.968	1.071	1.061
2012—2013	1.028	0.943	1.051	0.979	0.969
2013—2014	1.031	0.985	1.023	1.007	1.016
2014—2015	0.978	0.872	1.008	0.971	0.854
2015—2016	0.914	1.026	0.911	1.003	0.937
2016—2017	0.962	1.098	0.986	0.976	1.057
2017—2018	0.905	0.969	0.909	0.996	0.877
2018—2019	0.970	1.102	0.965	1.005	1.070
2019—2020	0.984	0.992	0.978	1.006	0.976
均值	0.978	1.041	0.977	1.001	1.018

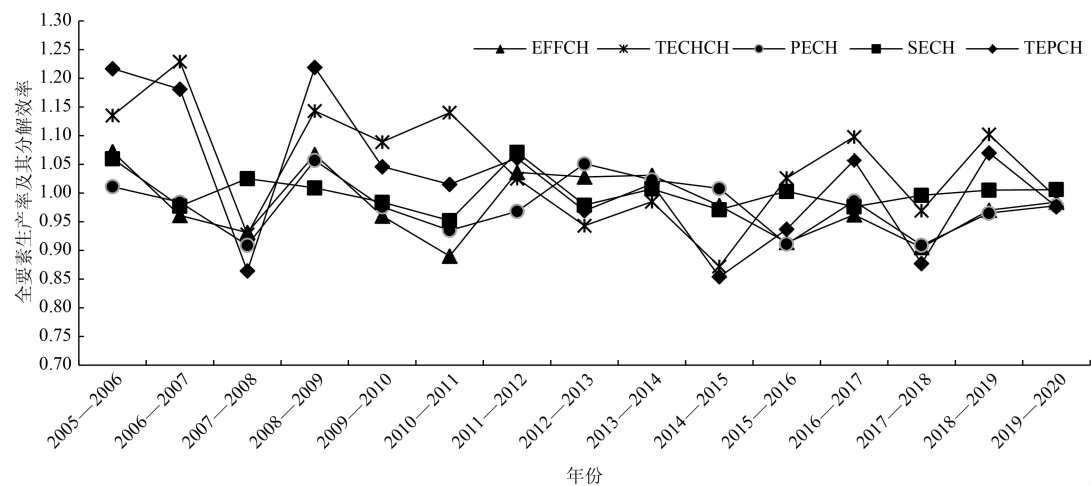


图 1 2015—2020 年产业整体全要素生产率及其分解变化

一致,且技术进步率增长幅度总体上高于全要素生产率。纯技术效率的变化趋势呈现“M”形,这与技术效率的变化轨迹相似,纯技术效率从整体上拉低了技术效率。2007—2008 年、2017—2018 年以及 2012—2015 年,全要素生产率出现一定幅度下滑。这可能是由于受到 2008 年美国次贷危机爆发和 2018 年中美贸易摩擦升级的影响,中国出口需求减少,企业利润空间缩减,直接导致研发投入的减少和技术效率的下降,影响产业整体生产效率。2012 年,中国经济转为中高速增长,投资增速下滑,资源、能源、环境约束日趋紧张,一系列问题接连显现,东北地区装备制造业遭受严重冲击,短期内造成全要素生产率下滑。

3.2.2 分行业视角

由表 2 可知,东北地区装备制造业七大行业中,除了 C39 电气机械及器材制造业和 C40 通信设备计算机及其他电子设备制造业,其他行业全要素生产率均呈上升趋势,增长幅度最大的是 C37 交通运输设备制造业,年均增长 7.7%。技术进步均呈增长态势,平均增幅为 4.1%。从技术效率来看,除了 C37 交通运输设备制造业和 C41 仪器仪表及文化办公用机械制造业上升,其他行业均下降。在细分行业中技术进步同样扮演了“积极角色”。

根据全要素生产率及其分解的变化情况来看, C37 交通运输设备制造业和 C41 仪器仪表及文化办公用机械制造业,其全要素生产率及技术进步率均呈上升趋势,由于纯技术效率等于 1,规模效率即为技术效率。技术进步的同时实现了资源的合理利用,全要素生产率呈现“双轨驱动”效应,此种模式

是未来其他行业发展的方向。C39 电气机械及器材制造业和 C40 通信设备计算机及其他电子设备制造业,其技术进步率保持 3.7%和 3.5%的增长速度,但全要素生产率分别下降 2.8%和 2.4%,说明技术进步率未能抵消技术效率对全要素生产率的恶化作用,组织管理水平比较落后。尤其是 C40 通信设备计算机及其他电子设备制造业,规模效率也处在非积极状态,技术应用没能完全转化到规模生产中,进一步抑制了全要素生产率的增长,意味着这一行业需合理确定发展规模。C34 金属制品业、C35 通用设备制造业和 C36 专用设备制造业,其技术效率均呈下降趋势,存在资源错配或规模效率不高的问题,但技术进步率的增长幅度大于技术效率的降低幅度,因此全要素生产率的变化趋势与技术进步率相同。这其中纯技术效率下降是导致 C35 通用设备制造业和 C36 专用设备制造业技术效率下降的主要原因,而 C34 金属制品业技术效率的下降源于其分解指数的共同作用,后续发展的关键在于提升管理能力、精准投入和注重信息化发展对于提高技术效率的作用。

表 2 分行业平均全要素生产率及其分解

产业	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TEPCH
C34	0.989	1.032	0.991	0.999	1.021
C35	0.976	1.031	0.970	1.006	1.007
C36	0.984	1.048	0.979	1.006	1.031
C37	1.000	1.077	1.000	1.000	1.077
C39	0.937	1.037	0.935	1.003	0.972
C40	0.943	1.035	0.966	0.976	0.976
C41	1.017	1.026	1.000	1.017	1.044
均值	0.978	1.041	0.977	1.001	1.018

注:各指数为 2005—2020 年的几何平均值。

3.2.3 分地区视角

通过表 3 可以看出,各地区全要素生产率均呈上升趋势,其中吉林的上升幅度最大,年均增长 4.6%,辽宁和黑龙江分别年均增长 1.6%和 0.3%。从全要素生产率变化的源泉来看,具有“增长拉动效应”的技术进步率均有所提高,分别年均增长 7.9%、5.3%和 6.5%,技术效率均未能充分发挥“水平扩散效应”,辽宁表现得尤为明显,年均下降 5.9%。这也再一次验证了技术进步对全要素生产率增长的贡献。

从技术效率的分解项来看,各地区规模效率均处在非 DEA 有效状态,分别以 3.1%、0.2%和 5.7%的幅度下降。除了黑龙江纯技术效率实现 DEA 有效,辽宁和吉林的纯技术效率分别下降 2.8%和 0.5%。造成各地区技术效率损失的原因如表 4 所示。

由以上分析可知,辽宁的技术进步率增长幅度最大,同时技术效率损失也最严重,说明技术进步率高的地区,在技术效率改善上并不必然具备优势。辽宁企业组织结构和管理体制严重落后于技术进步的发展,技术与管理错配限制了全要素生产率的增长速度,应着重改进生产方式,提升管理水平,完善产业制度,全方位提升资源配置效率。吉林发展的瓶颈在于资源配置效率不高,技术效率的下滑源于纯技术效率和规模效率的“双降”,因此在注重科研开发的同时,还应有效结合企业内部管理与外部规模经济,合理利用生产要素,激发技术效率改进对全要素生产率的带动作用。对于黑龙江而言,有所增长的技术进步揭示了技术创新能力的提升,且达到管理有效,但较低的规模效率拖累了技术效率,导致资源利用效率不高,需根据产业发展合理确定要素投入规模,避免盲目扩张。

表 3 分地区平均全要素生产率及其分解

省份	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TEPCH
辽宁	0.941	1.079	0.972	0.969	1.016
吉林	0.993	1.053	0.995	0.998	1.046
黑龙江	0.943	1.065	1.000	0.943	1.003

注:各指数为 2005—2020 年的几何平均值。

表 4 分地区技术效率损失的原因

省份	EFFCH	PECH	SECH
辽宁	↓	√	√
吉林	↓	√	√
黑龙江	↓		√

注:↓表示技术效率下降,√表示主要由纯技术效率或规模效率引起的技术效率下降。

4 东北地区装备制造业全要素生产率影响因素分析

4.1 变量选取及模型构建

以第一阶段采用 DEA 方法测算出的全要素生产率及其分解作为被解释变量。由于测算出的结果是相对于上一年的变化率,因此将 2005 年基期各效率值设为 1。

结合已有研究成果和东北地区装备制造业发展实际,选取产业集聚程度、产业规模、研发投入和市场化水平作为解释变量。王常君等^[18]的研究表明产业集聚对人才、资金、企业等产业发展要素具有显著的引力效应;产业规模适度有利于提高资源综合利用水平,降低交易成本,实现规模经济;作为创新的主要载体,研发投入通过不断累积知识和技术存量,提升产业整体竞争力;市场化能够推动稀缺要素资源向更高效率的装备制造企业配置,实现要素配置最优化和产出最大化。预期上述指标对 TEPCH 的影响均为正。

虽然提高全要素生产率的主体是产业自身,但其很大程度上受到制度安排、资源配置和要素流动等外部因素的影响,因此,选取政府财政支出、城镇化水平和地区经济发展水平作为控制变量。考虑到数据的可得性,对各变量的计算方法如表 5 所示。

结合上述分析,建立如下回归模型:

$$\begin{aligned} \text{TEPCH}_{it} / \text{EFFCH}_{it} / \text{TECHCH}_{it} / \text{PECH}_{it} / \text{SECH}_{it} = \\ \alpha_0 + \alpha_1 \text{Agglom}_{it} + \alpha_2 \text{Size}_{it} + \alpha_3 \text{R\&D}_{it} + \alpha_4 \text{Market}_{it} + \\ \alpha_5 \text{Finance}_{it} + \alpha_6 \text{Urban}_{it} + \alpha_7 \text{Economy}_{it} + \epsilon_{it} \quad (7) \end{aligned}$$

式中: $\alpha_1 \sim \alpha_7$ 分别为各解释变量的回归系数; α_0 为常数项; ϵ 为随机误差项;下标 i 为省份序号;下标 t 为年份。解释变量的描述性统计如表 6 所示。

4.2 回归结果分析

对于固定效应的面板 Tobit 模型,由于找不到个体异质性的充分统计量,若采用 LSDV 法所得固定效应估计量将是有偏的。因此,可利用最大似然法检验对混合随机效应 Tobit 和混合 Tobit 模型进行选择。经检验,个体效应和时间效应均不存在,故选择使用混合 Tobit 模型。

由表 7 可知,模型的 Log likelihood 均较大,且联合显著性检验的 p 值均是 0.000,小于 10%,可认为模型联合显著性较好。

产业集聚与 TEPCH 和 TECHCH 在 5%的显著性水平上负相关,对 EFFCH 在 1%的显著性水平上产生正向影响。说明产业集聚程度越高越能够

表 5 变量说明

变量类型	变量名称	变量含义	计算方法
被解释变量	TEPCH	全要素生产率	DEA-Malmquist 指数法
	EFFCH	技术效率	
	TECHCH	技术进步率	
	PECH	纯技术效率	
	SECH	规模效率	
解释变量	Agglom	产业集聚	装备制造业从业人数占地区全部从业人数份额/全国装备制造业从业人数占全国总从业人数份额
	Size	产业规模	装备制造业工业总产值
	R&D	研发投入	政府研究与试验发展(R&D)经费投入/GDP
	Market	市场化水平	非国有、集体固定资产投资/全社会固定资产投资
控制变量	Finance	财政支出	政府财政支出/GDP
	Urban	城镇化水平	城镇常住人口/地区常住总人口
	Economy	地区经济发展	地区人均 GDP

表 6 解释变量描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
Agglom	0.682	0.394	0.135	1.515
Size	0.516	0.383	0.070	1.284
R&D	1.352	0.390	0.800	2.320
Market	0.735	0.093	0.531	0.875
Finance	0.209	0.049	0.142	0.368
Urban	0.578	0.610	0.452	0.682
Economy	3.847	1.495	1.335	6.535

表 7 混合 Tobit 回归结果

变量	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH
Agglom	-0.517** (-2.02)	0.286*** (2.36)	-0.541** (-2.47)	0.160 (1.57)	0.127 (1.32)
Size	0.440 (1.57)	-0.258** (-1.95)	0.602*** (2.52)	-0.162 (-1.46)	-0.0991 (-0.94)
R&D	0.263** (1.74)	0.0785 (1.10)	0.0498 (0.39)	-0.0288 (-0.48)	0.109** (1.92)
Market	1.965*** (2.59)	-0.846** (-2.35)	1.643** (2.53)	-0.561* (-1.87)	-0.302 (-1.06)
Finance	-1.893* (-1.71)	1.407*** (2.68)	-1.915** (-2.02)	0.468 (1.07)	0.959** (2.30)
Urban	0.953 (0.81)	-1.282** (-2.30)	1.402 (1.40)	-0.566 (-1.21)	-0.731* (-1.65)
Economy	0.240** (-2.45)	0.0940** (2.03)	0.246*** (-2.95)	0.0732* (1.89)	0.0219 (0.60)
_cons	0.170 (0.30)	1.544*** (5.78)	0.379 (0.78)	1.374*** (6.14)	1.181*** (5.56)
Log likelihood	48.58	22.02	56.56	58.94	14.92
Prob>chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注：括号中为变量估计系数的 *t* 统计量；***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的统计水平上显著；_cons 为常数项；Prob>chi2 为大于卡方分布临界值的概率。

提高技术效率,可能的原因在于产业集聚加强了企业间的分工协作,分散的生产要素得到优化组合,从而带来资源配置效率的改善。产业集聚通过抑制 TECHCH 对 TEPCH 产生负向影响,这一情况与东北地区装备制造业发展实际情况相符:一是装

备制造业企业面临自主创新能力偏弱、关键核心技术难以突破等问题,主要集中在低端制造与加工上,创新要素集聚不充分;二是产业集聚以政府推动形成的开发区和产业园区为主,与市场和产业发展规律相违背,企业间的联系不够紧密,配套产业链不完善,知识和技术效应没有得到充分发挥,从而阻碍了 TECHCH 和 TEPCH 提高。

产业规模与 TECHCH 在 1% 的显著性水平上正相关,与 EFFCH 在 5% 的显著性水平上负相关,对 TEPCH 产生不显著的正向影响。相对于小微企业,规模以上装备制造业企业更容易获得融资支持和大规模的资产投资,吸引更多的高技术人才流入,为企业技术创新提供丰富的资源和技术支撑。同时适度的规模扩张能够引致企业平均交易成本的下降,加速技术积累和技术革新,从而提高 TECHCH。而较大的规模在一定程度上会增加企业管控难度和管理成本,在管理上产生人才冗余,降低资源利用效率,因而对 EFFCH 产生负向影响。

研发投入与 TEPCH 和 SECH 呈现正相关,且通过了 5% 水平上的显著性检验,影响系数分别是 0.263 和 0.109。由此可知,研发投入通过影响 SECH 提高 TEPCH,对 TECHCH 作用不显著。这可能是由于研发投入通过催生技术对其他生产要素的替代效应,推动装备制造业企业以技术替代高成本劳动力、土地等资源,有效降低单位产品成本和物质损耗,行业内集中研发也更容易实现研发共享的规模经济,借此提升 TEPCH,获得竞争优势。研发投入没能很好地支持 TECHCH,这与之前的预期出现偏差,说明存在政府补贴失灵。可能的原因在于:东北地方政府研发投入与人力资本错配或研发投入在装备制造业行业间的错配导致;政府高额的研发投入容易滋生企业的“寻租”心理,降

低企业创新的主动性,限制创新活动的产生。

市场化水平在 1% 和 5% 的显著性水平上对 TEPCH 和 TECHCH 有正向促进作用,通过负向影响 PECH 降低 EFFCH,但对 PECH 和 EFFCH 的影响系数均小于 TEPCH 和 TECHCH。这说明市场化对 TEPCH 增长具有重要贡献。市场化能够有效缓解资源错配问题,通过降低要素市场扭曲程度,提高装备制造业企业间的资源配置效率。同时加快信息、知识和技术的流转速度,打通科技成果转化堵点,推动产业结构优化升级。营商环境的优化同样在市场化进程中受益匪浅^[19],进而提升外资规模和质量,有利于企业吸收和引进国外先进技术、知识和经验。以上均成为东北地区市场化对装备制造业 TEPCH 产生正向影响的作用渠道。

控制变量方面,东北地方政府财政支出对改善装备制造业要素配置效率的促进作用不足以抵消对技术进步的抑制作用,在政府资金向国有经济倾斜的情况下,容易产生产能过剩、过度投资等现象,企业为获取更多财政资源,对真正能够提升全要素生产率的行为造成挤出。城镇化水平对技术效率和规模效率产生负向影响,可能是由于东北地区城镇化仍以人口数量的空间聚集为主,单纯以人口数量空间转移为主的城镇化在一定程度上增加装备制造业企业管理成本、降低劳动力资源配置效率。随着东北地区经济发展水平的提高,装备制造业全要素生产率有所提升,影响系数为 0.240。

5 结论及对策建议

5.1 研究结论

采用 DEA-malquist 指数方法,分别从产业整体、分行业、分地区视角,对东北地区 2005—2020 年装备制造业全要素生产率进行了测算与分解,在此基础上利用混合面板 Tobit 模型对其影响因素进行了实证检验。

从产业整体看,全要素生产率得益于技术进步,年均增长 1.8%;技术效率年均下降 2.2%,制约了全要素生产率增长,且纯技术效率损失是技术效率下降的根源。技术进步扮演的“积极角色”和技术效率扮演的“消极角色”同样体现在分行业和分地区全要素生产率增长中。

分行业看,交通运输设备制造业全要素生产率年均增长最高,达 7.7%;技术进步均呈上升趋势,年均增长 4.1%;除交通运输设备制造业和仪器仪表及文化办公用机械制造业呈上升趋势外,其他行业技术效率均下降。

分地区看,东北三省年均全要素生产率均实现 DEA 有效,其中辽宁的技术进步率增长最快,同时技术效率损失也最严重;吉林纯技术效率和规模效率“双轨损失”导致技术效率下降,降低了全要素生产率的增长速度;黑龙江纯技术效率达到 DEA 有效,但规模效率较低拖累了技术效率,造成资源配置效率落后于技术进步。

从影响因素看,增加研发投入、提高市场化水平和地区经济发展水平可显著提高全要素生产率,作用渠道分别是规模效率和技术进步;产业规模、城镇化水平虽对技术进步或技术效率产生显著影响,但尚未作用于全要素生产率;值得注意的是,随着产业集聚程度的提高、政府财政支出的增多,全要素生产率反而下降。

5.2 对策建议

一是技术进步始终是全要素生产率增长的源泉,要提高企业创新“自生”能力,引导创新要素向新能源汽车、智能制造、轨道交通等高端装备制造业汇聚,有效汇聚创新因子。二是人力资本是全要素生产率增长的必要条件,要注重人力资本积累,同时加强人才配置的合理性和协调性,避免管理冗余、人才成本过高、创新效率低下等问题,实现技术和管理的“双赢”。三是营造生产要素自由流动、平等使用的外部环境,减少政府在微观层面的政策干预,限制人为挑选“赢家”,以市场化运作加速东北地区传统装备制造产业技术进步和管理升级,破解装备制造业全要素生产率增长的体制障碍。四是抱团取暖,加强产业间渗透与重组,推动数字产业与装备制造业深度融合,利用知识技术溢出充分发挥集群集聚效应,缓解东北地区装备制造业技术效率低下的弊端。

参考文献

- [1] 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):51-60.
- [2] BARAN M, WYSOKINSKI D, STASA, et al. Efficiency of polish metallurgical industry based on data envelopment analysis[J]. Metalurgija, 2016, 55(2):60-69.
- [3] 王善高,田旭. 生猪养殖全要素生产率测算与分解研究 [J]. 统计与决策,2021(23):45-49.
- [4] 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, 34(10): 111-127.
- [5] 李星光,于成学. 基于 Malmquist 指数的我国装备制造业全要素生产率测度分析[J]. 科技与管理,2009, 11(5): 102-105.

[6] HERRALA M E, HUTOTARI H, HAAPASALO H J. Governance of finish waterworks-A DEA comparison of selected models[J]. Utilities Policy, 2012, 20(1): 64-70.

[7] 徐小惠, 李新英, 克魁. 中国装备制造业全要素生产率研究——来自世界五百强企业的证据[J]. 技术经济与管理研究, 2020, 11(7): 103-109.

[8] 陈燕丽, 王磊, 姜明栋, 等. 东北三省制造业上市公司企业绩效及影响因素研究——基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型[J]. 工业技术经济, 2018, 37(11): 51-57.

[9] 孙晓华, 王昀. R&D 投资与企业生产率——基于中国工业企业微观数据的 PSM 分析[J]. 科研管理, 2014, 35(11): 92-99.

[10] 王耀中, 张阳. 改革开放以来中国服务业生产率实证分析[J]. 管理评论, 2011, 23(10): 10-18.

[11] PAULA J, PHILIPP S. The impact of knowledge spillover on to talfactor productivity revisited: new evidence from selected European capital regions [J]. Economic Systems, 2016, 40(3): 335-344.

[12] 张军, 金煜. 中国的金融深化和生产率关系的再检测: 1987—2001[J]. 经济研究, 2005(11): 34-45.

[13] 李梅. 金融发展和对外直接投资与母国生产率增长[J]. 中国软科学, 2014(11): 170-182.

[14] 穆怀中, 裴凯程. 人口老龄化对装备制造业全要素生产率的影响——来自中国省级面板数据的实证检验[J]. 工业技术经济, 2020, 39(11): 154-160.

[15] 郑季良, 亢华聪. 数字经济对装备制造业全要素生产率的影响和提升研究[J]. 科技和产业, 2021, 21(6): 8-14.

[16] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries [J]. American Economic Review, 1994, 84(5): 1040-1044.

[17] 张军, 陈诗一, Gary H. 结构性改革与中国工业增长[J]. 中国经济学, 2009, 44(7): 4-20.

[18] 王常君, 曲阳阳, 吴相利. 资源枯竭型城市的经济人口收缩治理研究——基于黑龙江省资源枯竭型城市的现实分析[J]. 宏观经济研究, 2019(8): 156-169.

[19] 曲阳阳, 王文学. 黑龙江省加快发展县域“拳头经济”的对策 [J]. 知与行, 2021(5): 23-31, 95.

Total Factor Productivity of Equipment Manufacturing Industry

in Northeast China and Its influencing Factors:

Based on DEA-Tobit two stage method

CHENG Min

(Development Planning Institute of Heilongjiangprovince, Harbin 150030, China)

Abstract: The DEA-malmquist index method was used to measure the total factor productivity and its decomposition efficiency in Northeast China from 2005 to 2020. The Tobit model of hybrid panel was used to test its influencing factors. The result show that the equipment manufacturing industry in northeast China is driven by the“Single track” of technology progre-ss, the overall efficiency is DEA efficient. Its growth rate is restrained by technical efficiency, the pure technical efficiency loss is the root of the technical efficiency decline. The development of equipment manufacturing industry in northeast China has the characteristics of industrial heterogeneity and regional heterogeneity. Nevertheless, the main performance is the drag effect of technical efficiency. Increased government spending on research and development, increased marketization and regional economy developed could raise the total factor productivity. As the degree of industrial agglomeration and government spending increased, the total factor productivity declines. The size of the industry and the level of urbanization are not directly related to the total factor productivity.

Keywords: equipment manufacturing industry; total factor productivity; northeast China; DEA; Tobit