

# 产业数字化驱动辽宁省装备制造业高质量发展

宋艳菊, 吴欣平

(辽宁工程技术大学工商管理学院, 辽宁 葫芦岛 125105)

**摘要:** 旨在研究产业数字化对辽宁省装备制造业高质量发展的驱动作用, 采用辽宁省 2013—2022 年的数据作为研究样本, 分别运用熵值法和 DEA-Malmquist 指数测度辽宁省产业数字化和装备制造业高质量发展水平, 在此基础上运用普通最小二乘法进行实证研究。研究发现, 产业数字化对辽宁省装备制造业的高质量发展具有显著驱动作用, 在 1% 的水平上显著为正, 应加强数字技术的应用, 实现提质增效和数字化转型升级, 进而实现辽宁省装备制造业高质量发展。

**关键词:** 产业数字化; 装备制造业; 高质量发展; 全要素生产率

**中图分类号:** F49 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)04-0221-07

近年来, 随着大数据、云计算等新一代信息技术的迅猛发展与广泛应用, 人类社会已经进入到数字经济时代。党的二十大报告明确指出, 要加快发展数字经济, 促进数字经济和实体经济深度融合, 打造具有国际竞争力的数字产业集群。产业数字化作为数字经济的重要组成部分, 占数字经济的比重超过 80%<sup>[1]</sup>, 已成为促进经济增长的新动能, 推动了新一代信息技术和制造业的融合发展。装备制造业作为制造业的核心, 对国民经济发展起着基础性的支撑作用。因此, 探究产业数字化对装备制造业高质量发展的驱动作用, 加快实现产业数字化与装备制造业的协同发展, 对促进数字经济和实体经济深度融合具有重要的现实意义。

辽宁省是我国传统老工业基地, 具备种类齐全、基础雄厚的装备制造产业体系, 装备制造业作为辽宁省的支柱产业, 为各行业提供先进技术支持与生产装备。然而近年来发展速度相对缓慢, 核心数字技术创新不足, 产业链数字化协同性较差, 亟待转型升级。在此背景下, 辽宁省应结合《中国制造 2025》战略机遇和“十四五”规划, 以《辽宁全面振兴新突破三年行动方案(2023—2025 年)》为指导, 积极推进“数字辽宁智造强省建设”, 强化装备制造业数字化转型升级, 实现高质量发展。

## 1 文献综述

### 1.1 关于产业数字化的研究

学术界对于产业数字化的研究主要体现在理论和实证两个层面。在理论方面, 祝合良和王春娟<sup>[2]</sup>从产业数字化转型的内涵与外延、主要特征、动力体系、产业链重塑效应四个方面阐述产业数字化转型的理论体系; 杨卓凡<sup>[3]</sup>认为我国产业数字化转型的模式主要包括由社会动因主导的倒逼模式和由创新动因主导的增值服务模式; 郭克莎和杨侗龙<sup>[4]</sup>分析了中国第二、三产业数字化改造的驱动因素和作用机制、数字化改造的主要进程和特点、面临挑战和政策思路建议。在实证方面, 张洪胜等<sup>[5]</sup>测算分析了世界各国的产业数字化水平和国内大循环程度, 并考察了产业数字化对国内大循环的影响效果和作用机制; 王桂军等<sup>[6]</sup>基于双向固定效应模型探讨产业数字化的技术创新效应, 发现产业数字化可以显著推动企业创新。

### 1.2 关于装备制造业的研究

学者们对于装备制造业的研究大多聚焦于实证层面。任曙明和吕镛<sup>[7]</sup>在测算生产率的基础上, 研究发现政府补贴的平滑机制促进了装备制造企业生产率平稳持续增长; 王成东和蔡渊渊<sup>[8]</sup>基于行业面板数据, 发现中国装备制造业的全球价值链嵌入位势保持持续攀升态势。同时, 对全要素生产率

**收稿日期:** 2024-08-28

**基金项目:** 辽宁省社会科学规划基金重点项目(L22AJL003)

**作者简介:** 宋艳菊(1980—), 女, 辽宁新民人, 博士, 讲师, 硕士研究生导师, 研究方向为产业经济与区域发展; 通信作者吴欣平(2001—), 女, 辽宁长海人, 硕士研究生, 研究方向为产业经济与区域发展。

进行测算是学者们研究的热点,王卫和綦良群<sup>[9]</sup>对中国装备制造业的全要素生产率进行测度并分解,发现其增长率不仅在区域和省份之间存在异质性,而且内部行业之间也存在较大差异。胡亚男和余东华<sup>[10]</sup>基于有偏技术进步角度对全要素生产率进行分解剖析,认为对于装备制造业应增强研发投入、合理配置资源、提高要素效率增长率。

### 1.3 关于产业数字化与装备制造业作用关系的研究

目前,学术界对于产业数字化与装备制造业高质量发展的直接作用关系的研究相对较少,大多聚焦于装备制造业自身转型升级方面。冯烽和熊昭<sup>[11]</sup>提出我国装备制造业要强化顶层设计,推动装备制造业数字化转型升级;操友根等<sup>[12]</sup>基于数字经济背景,剖析中国装备制造业企业升级存在多种路径,包括内部推动升级模式、外部促进升级模式以及内外融合升级模式。

通过梳理现有理论和研究可以发现,已经有许多专家和学者从不同层面、不同角度对数字经济与制造业发展之间的作用机理、优化途径等展开研究并取得了丰富的成果。而产业数字化作为数字经济的核心,装备制造业作为制造业的基石,学者们对于二者作用关系的研究却相对较少,再具体到以辽宁省作为落脚点的几乎没有。因此,本文以辽宁省为例,综合借鉴学者们的研究成果与方法,深度剖析产业数字化对辽宁省装备制造业高质量发展的驱动作用,为辽宁省装备制造业把握数字机遇、实现转型升级提供参考,符合辽宁建设数字强省、实现数字“蝶变”的目标。

## 2 研究设计

### 2.1 数据来源

所用研究数据主要来源于国家统计局、中国工业统计年鉴、中国固定资产投资统计年鉴、中国科技统计年鉴以及辽宁省统计年鉴,对于个别缺失的数据根据年鉴中公布的增长率进行计算补齐。

### 2.2 产业数字化测度

#### 2.2.1 指标体系构建

产业数字化是指在新一代数字科技支撑和引领下,以数据为关键要素,以价值释放为核心,以数据赋能为主线,对产业链上下游的全要素数字化升级、转型和再造的过程<sup>[13]</sup>。基于此,产业数字化实现数字赋能需要依托于数字基础设施逐步完备、数字化持续投入、数字化能力不断提高、数字化应用逐渐深化。根据产业数字化的内涵逻辑,结合既有研究成果<sup>[14-17]</sup>,从产业数字化基础、投入、能力、应用 4 个维度来构建产业数字化发展水平指标体系,如表 1 所示。

#### 2.2.2 研究方法

##### 1) 数据的标准化处理

本文选取的指标均为正向指标,为了避免指标量纲不同对测度结果造成的影响,在此通过极差法对各二级指标进行标准化处理,计算公式为

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (1)$$

式中: $m$  为年数; $n$  为指标个数; $i=1,2,\dots,m$ ; $j=1,2,\dots,n$ 。

##### 2) 熵值法确定指标权重

第一步,计算指标的权重  $p_{ij}$  :

表 1 产业数字化指标体系

体系	一级指标	二级指标	指标单位	指标属性
产业数字化	产业数字化基础	光缆线路长度	km	+
		信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资	亿元	+
		互联网宽带接入端口与常住人口比值	/	+
		移动电话基站数	万个	+
	产业数字化投入	规模以上工业企业 R&D 人员全时当量	人年	+
		规模以上工业企业新产品销售收入占主营业务收入比例	%	+
		规模以上工业企业 R&D 经费占 GDP 比例	%	+
		科学技术支出占一般公共预算支出比例	%	+
	产业数字化能力	电子商务销售额	亿元	+
		软件业务收入	亿元	+
		北大数字普惠金融指数	/	+
		企业电子商务交易数占比	%	+
	产业数字化应用	每百人使用计算机数	个	+
每百家企业拥有网站数		个	+	
信息服务业从业人员数		万人	+	

$$p_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^n X'_{ij} \quad (2)$$

第二步,计算指标信息熵  $e_j$  :

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3)$$

第三步,计算差异系数  $d_j$  :

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

第四步,计算指标权重  $\omega_j$  :

$$\omega_j = d_j / \sum_{j=1}^n d_j \quad (5)$$

第五步,计算综合得分  $v_i$  :

$$v_i = \sum_{j=1}^n \omega_j X'_{ij} \quad (6)$$

### 2.2.3 测度结果

通过熵值法得到辽宁省产业数字化发展水平综合得分,测度结果如表 2 所示。可以看出 2013—2022 年辽宁省产业数字化水平总体呈上升趋势,起步时期发展较好,但自 2015 年后逐渐下降,后呈波动式上升。

## 2.3 装备制造业高质量发展水平测度

根据我国最新调整的国民经济行业分类(GB/T4754—2017),参照国家现行标准,将装备制造业整理成 7 个细分行业。装备制造业高质量发展应围绕五大发展理念,经济持续健康发展,不断满足人民日益增长的美好生活需要<sup>[18]</sup>。目前,对于装备制造业高质量发展水平学术界暂时没有统一的衡量标准,参考曹伟等<sup>[19]</sup>的做法选择以装备制造业全要素生产率来衡量装备制造业高质量发展水平。

### 2.3.1 研究方法

#### 1) 数据包络分析法

数据包络分析方法(data envelopment analysis, DEA)能够客观地对多投入和产出决策单元(decision making unit, DMU)进行效率评价。目前使用率较高的有 CCR(Charnes-Cooper-Rhodes)模型和 BCC(Banker-Charnes-Cooper)模型两种模型,前者往往用来评估相对有效性,后者则用来评估综合效率。

综上所述,对于静态分析本文选择使用规模报酬可变的 BCC 模型,以此来确保整个模型的适用性。加入松弛变量  $s^+$ 、 $s^-$  后的 BCC 模型分式规划转化为对偶规划,计算公式为

$$\text{DBCC} \begin{cases} \min [\theta - \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \theta x_0 - \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j - s_i^- = 0 \\ y_0 = \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s_r^+ \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, i, j, r = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (7)$$

式中:  $\epsilon$  为非阿基米德无穷小量;  $\theta$  为综合效率;  $s^+$  和  $s^-$  为投入和产出的松弛变量;  $x_0$  为松弛变量调整后的投入变量;  $y_0$  为松弛变量调整后的产出变量。

此处,设对偶规划模型 DBCC 的最优解为  $\theta^*$ 、 $\lambda^*$ 、 $s_r^{+*}$ 、 $s_i^{-*}$ , 则  $\theta^* < 0$ , DMU 为非 DEA 有效;  $\theta^* = 1$ , DMU 为弱 DEA 有效;  $\theta^* = 1$  时,且  $s_r^{+*} = 0$ 、 $s_i^{-*} = 0$  时, DMU 为 DEA 有效。

#### 2) Malmquist 指数分析法

Malmquist 指数基于距离函数对多投入和产出的生产单元不同年份的效率进行分析,能够充分评估全要素生产率的整体变化趋势,同时也可以将相邻两个阶段的生产率变化指数进行对比,具体公式如下:

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = (M^t M^{t+1})^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \frac{D_c^{t+1}(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Malmquist 指数可以把全要素生产率(TFP)的整体变化趋势进一步分解成技术进步(Techch)和技术效率(Effect)指数,其中,后者还可以进一步被细分为纯技术效率变化(Pech)和规模效率变化(Sech),计算公式为

$$\begin{cases} \text{Effect} = \text{Pech} \times \text{Sech} \\ \text{TFP} = \text{Techch} \times \text{Pech} \times \text{Sech} \end{cases} \quad (9)$$

### 2.3.2 指标选取

在运用 DEA-Malmquist 方法测算装备制造业全要素生产率时,选取辽宁省 2013—2022 年装备制造业 7 个细分产业的资本和劳动投入作为模型的投入指标,营业收入作为模型的产出指标。

### 2.3.3 DEA 模型的静态分析

使用 Deap2.1 软件,对 2013 年和 2022 年辽宁省装备制造业 7 大细分产业的投入产出效率进行测算,模型为投入导向型,考虑规模收益的 BCC 模型,测算结果如表 3 所示。

表 2 2013—2022 年辽宁省产业数字化综合评分

省份	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
辽宁	0.410	0.526	0.387	0.283	0.324	0.376	0.441	0.544	0.584	0.623

由表 3 可知,辽宁省装备制造业各细分行业之间综合技术效率差距较为明显,只有交通运输设备制造业保持稳定且始终达到 DEA 有效,其余 6 个行业均呈下降趋势,说明投入产出效率仍有较大改进空间,需要从投资规模和企业管理等方面综合考虑资源的优化配置。总体来看,辽宁省装备制造业整体综合技术效率的平均值由 2013 年的 0.903 下降到 2022 年的 0.851,下降幅度较大且均未实现 DEA 有效,分解指标纯技术效率和规模效率值均小于 1。由此可以看出近几年辽宁省装备制造业的整体生产效率较差,无法实现资源最优化配置,投入产出效率仍有较大改进空间,需要从投资规模和企业管理等方面综合考虑资源的优化配置,进而提升装备制造业整体生产效率。

### 2.3.4 DEA-Malmquist 指数的动态分析

#### 1) 辽宁省装备制造业全要素生产率分析

在运用 DEA-Malmquist 指数对 2013—2022 年辽宁省装备制造业全要素生产率进行测算时,采用产出导向性、规模报酬不变的 CCR 模型。若测算出来的 TFP 等于 1,说明辽宁省装备制造业的全要素生产率相较于前一年来说保持不变;同理,若大于 1 则上升,小于 1 则下降。测算结果如表 4 所示。

由表 4 可知,2013—2022 年辽宁省装备制造业全要素生产率的动态变化均值为 0.947,小于 1,总体呈下降趋势。从全要素生产率变化指数的分解来看,纯技术效率的均值为 0.992,规模效率的均值为 1.001,表明样本期间辽宁省装备制造业全要素生产率的增长主要来源于规模效率,在一定程度上能够实现规模效益,而技术进步则形成拖累效应,这是制约辽宁省装备制造业全要素生产率提高的主要因素。由此说明辽宁省装备制造业数字技术自主创新能力较为欠缺,企业自主研发性能不高,

很大程度上还是依赖外部技术,难以实现自身核心技术突破。

样本期间辽宁省装备制造业全要素生产率呈现出从下降到上升再下降的波动趋势,总体来说发展形势不太理想,虽然资本和劳动力这两个关键生产要素在资源配置中逐渐展现出其有效性,但尚未达到资源的最优化配置状态,还存在提升空间。其中,全要素生产率为技术效率和技术进步的乘积,进一步分析可以发现对辽宁省装备制造业发展的主要限制因素是技术进步指数。由此可见辽宁省装备制造业的生产技术相对滞后,生产过程中对数字技术应用不足,更加说明要抓住数字经济的发展机遇,积极布局产业数字化,助力辽宁省装备制造业实现数字化转型升级,实现高质量发展。

#### 2) 辽宁省装备制造业各细分行业全要素生产率分析

如表 5 所示,2013—2022 年辽宁省装备制造业 7 大细分行业中,只有交通运输设备制造业的全要素生产率(TFP)变动均值大于 1,呈上升趋势,技术进步变化和规模效率变化均发挥了正向推动作用,说明其注重科技研发,实现自身核心技术的突破,为辽宁装备制造业贡献正向技术效率。而其余 6 个

表 4 2013—2022 年辽宁省装备制造业全要素生产率变化

年份	技术效率 (Effch)	技术进步 (Techch)	纯技术效 率(Pech)	规模效率 (Sech)	全要素生 产率(TFP)
2013—2014 年	0.973	1.010	1.005	0.969	0.983
2014—2015 年	0.950	0.767	0.972	0.978	0.729
2015—2016 年	0.949	0.773	0.904	1.049	0.733
2016—2017 年	1.071	0.917	1.028	1.041	0.981
2017—2018 年	0.824	1.217	0.906	0.910	1.003
2018—2019 年	1.173	0.926	1.107	1.059	1.086
2019—2020 年	1.003	1.039	1.000	1.003	1.043
2020—2021 年	1.039	1.047	1.038	1.001	1.088
2021—2022 年	0.993	0.970	0.987	1.007	0.963
均值	0.993	0.954	0.992	1.001	0.947

表 3 2013 年和 2022 年辽宁省装备制造业 7 大细分行业生产效率

行业	2013 年				2022 年			
	综合技术效 率(Crste)	纯技术效 率(Vrste)	规模效率 (Scale)	规模 收益	综合技术效 率(Crste)	纯技术效率 (Vrste)	规模效率 (Scale)	规模 收益
金属制品业	1.000	1.000	1.000	不变	0.913	0.945	0.967	递增
通用设备制造业	0.924	1.000	0.924	递减	0.719	0.735	0.977	递增
专用设备制造业	0.866	0.867	0.998	递增	0.672	0.702	0.958	递增
交通运输设备制造业	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
电气机械和器材制造业	1.000	1.000	1.000	不变	0.921	0.956	0.964	递增
电子设备制造业	0.775	0.845	0.918	递增	0.935	0.976	0.957	递增
仪器仪表制造业	0.755	1.000	0.755	递增	0.800	1.000	0.800	递增
平均值	0.903	0.959	0.942	—	0.851	0.902	0.946	—

注:综合技术效率为纯技术效率和规模效率的乘积,其数值可以用来评估某一行业在生产过程中资源配置的效率,能够直接反映辽宁省装备制造业整体生产效能,数值越接近 1,越能体现出该行业的高生产效率。

产业的全要素生产率变动值均小于1,表现出下降趋势。同时,大部分行业的规模效率的均值大于1,在说明能够基本实现规模效益。

## 2.4 变量选取

(1)被解释变量。全要素生产率(TFP)。DEA-Malmquist 指数法测得,由于该方法测得的全要素生产率为环比数据,无法直接进行回归,参考李梅和柳士昌<sup>[20]</sup>的做法,将测得的全要素生产率变化指数转换为以2013年为基期的定比改进指数,按照此方法得到2013—2022年辽宁省装备制造业的绝对全要素生产率数值。

(2)核心解释变量。产业数字化发展水平(DIG)。将辽宁省产业数字化发展水平作为模型的核心解释变量,通过熵值法测得。

(3)控制变量。平均受教育年限(EDU)用来衡量受教育程度,其公式为(小学学历人数×6+初中学历人数×9+高中和中专学历人数×12+大专及以上学历人数×16)/6岁以上人口总数;对外开放程度(FDI)采用进出口总额占GDP比例来衡量;人力资本水平(HUM)以年末城镇单位就业人员对数形式来衡量;产业结构合理化(IND)参照袁航和朱承亮<sup>[21]</sup>的做法,采取改进的泰尔指数,用于衡量产业之间的协调程度和产业要素投入的有效程度。

## 2.5 模型构建

本文旨在考察辽宁省产业数字化对装备制造

业高质量发展水平的驱动效果,前文已通过熵值法和DEA-Malmquist 指数法分别测出辽宁省产业数字化发展水平和装备制造业全要素生产率的时间序列数据,基于此,引入相关控制变量,构建模型如下:

$$TFP = \alpha_0 + \alpha_1 DIG + \alpha_2 EDU + \alpha_3 FDI + \alpha_4 HUM + \alpha_5 IND + \epsilon \quad (10)$$

式中:TFP为全要素生产率;DIG为产业数字化发展水平;EDU为平均受教育年限;FDI为对外开放程度;HUM为人力资本水平;IND为产业结构合理化水平。 $\alpha_0$ 为常数项; $\alpha_1 \sim \alpha_5$ 为各控制变量的相关系数; $\epsilon$ 为随机误差项。

变量的描述性统计与相关性分析结果如表6所示。由表6可知,各变量之间的相关系数均小于1,且VIF检验均值为2.98,表明各变量之间不存在严重的多重共线性问题,可以进行下一步回归分析。

## 3 实证分析

### 3.1 基准回归

运用普通最小二乘法对产业数字化与全要素生产率进行基准回归,结果如表7列(1)所示,可以看出,产业数字化与全要素生产率正相关,且在1%的水平上通过显著性检验,表明产业数字化对辽宁省装备制造业高质量发展具有显著的驱动作用。产业数字化DIG与全要素生产率TFP的回归系数为0.843,表明辽宁省产业数字化的发展水平每提高1%,将会促进辽宁省装备制造业高质量发展水平提

表5 辽宁省装备制造业各细分行业全要素生产率

年份	技术效率 (Effch)	技术进步 (Techch)	纯技术效率 (Pech)	规模效率 (Sech)	全要素生产率 (TFP)	排名
金属制品业	0.990	0.923	0.993	0.997	0.913	6
通用设备制造业	0.972	0.930	0.966	1.007	0.904	7
专用设备制造业	0.972	0.983	0.974	0.999	0.955	3
交通运输设备制造业	1.000	1.028	1.000	1.000	1.028	1
电气机械和器材制造业	0.991	0.939	0.995	0.996	0.931	4
电子设备制造业	1.021	0.953	1.019	1.002	0.973	2
仪器仪表制造业	1.006	0.925	1.000	1.006	0.931	4
均值	0.993	0.954	0.992	1.001	0.947	/

表6 描述性统计

变量	平均数	标准差	TFP	DIG	EDU	FDI	HUM	IND
TFP	0.665	0.183	1					
DIG	0.450	0.114	0.220	1				
EDU	9.991	0.147	0.091	0.690**	1			
FDI	0.303	0.034	0.748**	-0.250	-0.192	1		
HUM	6.287	0.155	0.781***	-0.410	-0.444	0.781***	1	
IND	0.147	0.014	0.685**	0.226	0.301	0.657**	0.419	1

注:\*、\*\*、\*\*\*分表示10%、5%、1%的显著性水平。

表 7 回归结果和稳健性检验

变量	(1)	(2)
	TFP	Techch
DIG	0.843*** (17.92)	0.795*** (5.70)
EDU	0.215*** (5.02)	0.046 (0.57)
FDI	0.987*** (5.33)	1.466 (1.79)
HUM	1.094*** (24.41)	0.848** (4.24)
IND	0.049 (0.18)	-0.262 (-0.67)
常数项	-9.048*** (-15.76)	-5.836** (-3.40)
观测值	10	10
R <sup>2</sup>	0.998	0.979
F	440.0	239.8

注：\*\*、\*\*\*分别表示 5%、1%的显著性水平；括号内为 *t* 值。

高 0.843%，驱动作用明显，驱动效果较好，所以应积极发展产业数字化，大力推进数字辽宁建设，强化数字赋能，这将有助于辽宁省装备制造业高质量发展。

### 3.2 稳健性检验

采用变量替换法，将被解释变量全要素生产率替换为前文中已经测得的技术进步效率 Techch 代入模型中重新进行回归分析。同样地，测得的技术进步效率为环比数据，采取与全要素生产率相同的处理方法，在此不赘述。稳健性检验结果如表 7 列 (2)。将被解释变量替换之后，产业数字化发展水平对技术进步效率的回归系数为 0.795，且同样通过 1%的显著性水平检验，表明本文的回归结果具有较强的稳健性。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

本文基于 2013—2022 年省际数据，分别运用熵值法和 DEA-Malmquist 指数测度辽宁省产业数字化和装备制造业高质量发展水平，在此基础上实证分析产业数字化对装备制造业高质量发展的影响。研究发现：第一，基于全要素生产率的测算结果，辽宁省装备制造业整体和各细分行业的生产效率均呈现下降趋势，且下降幅度较大，究其原因主要是受制于技术进步，表明辽宁省装备制造业缺乏技术创新，科技含量不足，投入要素无法实现最佳资源配置；第二，基于基准回归结果，产业数字化能够有效提升辽宁省装备制造业全要素生产率，对辽宁省装备制造业高质量发展具有显著的正向驱动作用。

各控制变量中，平均受教育年限、对外开放程度、人力资本水平均能够促进辽宁省装备制造业高质量发展，且在 1%的水平上显著。

### 4.2 建议

#### 4.2.1 夯实数字化基础设施建设与应用

在当前产业化数字背景下，数据作为关键的生产要素，其采集、储存等活动都离不开完善的数字基础设施，目前以 5G、物联网为代表的新一代基础设施也在发挥着越来越重要的作用，可以说辽宁省必须加快建设数字基础设施的步伐，积极落实数字辽宁建设，为产业数字化发展增添动能，优化数据传输与接收的供给效率和服务能力，让装备制造企业能够切实受益，享受数字化带来的便利与高效。同时，工业互联网作为制造业数字化转型发展的根基，是数字技术与装备制造业融合发展下产生的一种新型工业生态模式。因此要推动构建具有辽宁特色的工业互联网生态体系，引导工业互联网深化应用路径，利用工业互联网的广泛渗透力和高效整合力，融入装备制造业生产全过程，优化资源配置效率，实现装备制造业高质量发展。

#### 4.2.2 提高数字技术自主创新能力

创新是辽宁省装备制造业转型升级实现高质量发展所必须具备的能力，装备制造企业想要改变一直停留在低端化生产的处境，就需要提高自身创新能力。一方面，要对装备制造业的产业链和价值链进行重塑，变革废除陈旧的生产和管理模式，进一步深化创新改革，在研发、生产等多环节加深数字化应用，提高效率和竞争力；另一方面，基于近年来面临的青年劳动力和高端技术人才流失的严峻考验，辽宁省必须立足当前数字技术创新对人才的需求，完善人才服务体系，加快数字领域技术型人才的培养和引进。既要大力培育本土人才，优化各大省内高校的人才培养体系，加快数字领域技术型人才的培养；又要通过多种渠道进行人才引进并出台相应政策与激励措施，吸引更多优秀的高技术人才来辽、留辽。提高数字技术创新研发水平，为装备制造业高质量发展提供智力支持。

#### 4.2.3 提高产业绿色化发展水平

在当前“双碳”目标下，积极引导辽宁省装备制造企业在转型升级的过程中牢固树立“绿水青山就是金山银山”这一理念，统筹经济和生态协同发展。一方面建立健全产业绿色发展的政策框架与制度体系，制定绿色制造标准体系，加快研发并推广绿色环保技术，实现数字技术与绿色创新的深度融

合;另一方面建立装备制造企业在生产制造过程中的责任追溯制度,优化守信激励、失信惩罚的力度,进一步强化企业的红线意识,引导装备制造企业在优化投入与产出比例促进经济发展的同时兼顾对生态环境的保护,不仅有效推动环境友好型的生产制造与发展目标,而且促进辽宁省装备制造业低耗高能绿色化转型,实现高质量发展。

### 参考文献

- [1] 中国数字经济发展白皮书(2023)[R]. 北京:中国信息通信研究院, 2023.
- [2] 祝合良,王春娟. “双循环”新发展格局战略背景下产业数字化转型:理论与对策[J]. 财贸经济, 2021, 42(3): 14-27.
- [3] 杨卓凡. 我国产业数字化转型的模式、短板与对策[J]. 中国流通经济, 2020, 34(7): 60-67.
- [4] 郭克莎,杨侗龙. 中国产业数字化改造的机制和政策[J]. 经济学动态, 2023(3): 21-35.
- [5] 张洪胜,杜雨彤,张小龙. 产业数字化与国内大循环[J]. 经济研究, 2024, 59(5): 97-115.
- [6] 王桂军,李成明,张辉. 产业数字化的技术创新效应[J]. 财经研究, 2022, 48(9): 139-153.
- [7] 任曙明,吕镗. 融资约束、政府补贴与全要素生产率——来自中国装备制造企业的实证研究[J]. 管理世界, 2014, 30(11): 10-23.
- [8] 王成东,蔡渊渊. 全球价值链下产业研发三阶段效率研究:以中国装备制造业为例[J]. 中国软科学, 2020(3): 46-56.
- [9] 王卫,綦良群. 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.
- [10] 胡亚男,余东华. 有偏技术进步、要素配置结构与全要素生产率提升——以中国装备制造业为例[J]. 软科学, 2021, 35(7): 1-9.
- [11] 冯烽,熊昭. 装备制造业发展的国际经验及对中国的启示[J]. 经济学家, 2023(4): 56-66.
- [12] 操友根,黄坤耀,杜梅. 数字经济背景下中国装备制造业升级路径研究[J]. 中国科技论坛, 2024(2): 94-104.
- [13] 中国产业数字化报告 2020[R]. 北京:国家信息中心信息化产业发展部,京东数字科技研究院,2020.
- [14] 杨慧梅,江璐. 数字经济、空间效应与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021, 38(4): 3-15.
- [15] 林妍. 产业数字化与绿色技术创新耦合协调测度与分析[J]. 中国流通经济, 2023, 37(2): 68-78.
- [16] 杨文溥. 中国产业数字化转型测度及区域收敛性研究[J]. 经济体制改革, 2022(1): 111-118.
- [17] 刘钊,余明月. 长江经济带数字产业化与产业数字化的耦合协调分析[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(7): 1527-1537.
- [18] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. 中国工业经济, 2018(4): 5-18.
- [19] 曹伟,冯颖姣,余晨阳,等. 人民币汇率变动、企业创新与制造业全要素生产率[J]. 经济研究, 2022, 57(3): 65-82.
- [20] 李梅,柳士昌. 对外直接投资逆向技术溢出的地区差异和门槛效应——基于中国省际面板数据的门槛回归分析[J]. 管理世界, 2012, 28(1): 21-32.
- [21] 袁航,朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8): 60-77.

## Industrial Digitalization Driving the High-quality Development of Equipment Manufacturing Industry in Liaoning Province

SONG Yanju, WU Xinping

(School of Business Management, Liaoning Technical University, Huludao 125105, Liaoning, China)

**Abstract:** Aiming to study the driving effect of industrial digitalization on the high-quality development of equipment manufacturing industry in Liaoning Province was mainly studied, the data of Liaoning Province from 2013 to 2022 was used as the research sample, entropy method and DEA-Malmquist index were used respectively to measure the high-quality development level of industrial digitalization and equipment manufacturing industry in Liaoning Province. On this basis, the ordinary least square method to do empirical research was used. The research shows that industrial digitalization has a significant driving effect on the high-quality development of the equipment manufacturing industry in Liaoning Province, which is significantly positive at the level of 1%. The application of digital technology should be strengthened to achieve quality and efficiency improvement and digital transformation and upgrading, so as to realize the high-quality development of the equipment manufacturing industry in Liaoning Province.

**Keywords:** industrial digitization; equipment manufacturing industry; high quality development; total factor productivity