

# Research on the Path of Improving the Intelligent Development Level of Equipment Manufacturing Industry in Liaoning Province

Duo Long, Wenchang Liu

Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning  
Email: 1040117667@qq.com

Received: Jan. 30<sup>th</sup>, 2020; accepted: Feb. 12<sup>th</sup>, 2020; published: Feb. 19<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Liaoning Province, as a major province in the equipment manufacturing industry, has a profound impact on the overall economic development of the province and the country as a whole. Affected by factors such as the planned economic system and industrial layout model, its equipment manufacturing industry has not been fundamentally optimized and upgraded. In recent years, with the development of the "Industry 4.0" and "Made in China 2025" strategies, it is revealed that the future development direction of the equipment manufacturing industry will be intelligent production. Based on the analysis of the intelligent development level of the equipment manufacturing industry in Liaoning Province, this paper analyzes the contribution rate of intelligent technology to the equipment manufacturing industry, and finally proposes a path and corresponding countermeasures to accelerate the improvement of the intelligence level.

## Keywords

Liaoning Province, Equipment Manufacturing Industry, Intelligent Production

---

# 辽宁省装备制造业智能发展水平提升的路径研究

龙 多, 刘文昌

辽宁工业大学, 辽宁 锦州  
Email: 1040117667@qq.com

## 摘要

辽宁省作为装备制造业大省, 其装备制造业的良性发展深刻影响着该省乃至全国整体的经济发展。受计划经济体制及产业布局模式等因素的影响, 其装备制造业一直未能从根本上得到优化升级。近几年, 随着“工业4.0”、《中国制造2025》战略等的提出, 揭示出装备制造业未来的发展方向将是智能化生产。本文在分析辽宁省装备制造业的智能化发展水平的基础上, Malmquist指数法分析智能技术对装备制造业的贡献率, 最后提出加快提升智能化水平的路径和相应对策。

## 关键词

辽宁省, 装备制造业, 智能化生产

Copyright © 2020 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

作为国民经济重要支柱产业的装备制造业, 不但决定并影响着我国制造业的核心竞争力与基础, 还为产业结构的优化和升级提供了重要的保障[1]。在未来十年的发展中, 我国将继续加快智能设备生产基础设施的发展, 并将为智能生产提供强有力的帮助。装备制造业未来的发展态势将在很大程度上体现在绿色化和智能化[2]。辽宁省作为装备制造业大省, 其装备制造业的良性发展深刻影响着该省乃至全国整体的经济发展, 所以国家对其未来发展状况十分重视。

本文在分析辽宁省装备制造业的智能化发展水平的基础上, 选取我国 2011~2017 年装备制造业的主要七大行业的相关数据, 运用经济计量模型-Malmquist 指数法分析并测算这一行业的全要素生产率(TFP), 发现影响 TFP 增长波动的主要原因是智能技术的进步, 强调智能制造其内在价值, 最后提出加快提升智能化水平的路径和相应对策。

## 2. 装备制造业在辽宁省的智能化发展现状

从辽宁省统计局得知, 2019 年前两个月, 其全省装备制造业从总体上延续了稳中向好这一发展态势, 累计工业增加值、累计总产值均实现较快增长, 分别实现同比增长 7.1%、11.8%。重点企业运行情况存在较大差异, 前两个月, 大连机车、新松机器人等企业工业总产值的同比增长率均超过 50%, 沈鼓集团、大连重工·起重、特变电工沈变公司等企业其增长速度均超过 10%, 8 户船舶行业的重点监测企业实现同比增长 15%, 但部分传统产业出现了下降趋势。

表 1 揭示出辽宁省近几年装备制造业的主收一直处于下降趋势, 尤其是 2015 和 2016 年存在增长率大幅度负增长的现象, 到 2017 年下降趋势有所回升, 但也表明其效益十分低下, 为此, 需要提高辽宁省装备制造业产品的内在价值, 确保营收的回升与增长。

近年来, 辽宁省坚持把智能制造作为主攻方向, 着力发展智能装备产业, 并不断提升工业企业的智能化水平, 目前, 辽宁省在智能制造、工业机器人领域具有一定的领先优势, 累计完成了 60 个智能制造

的项目建设。

**Table 1.** 2014-2017 Liaoning Province's main business income and growth rate of equipment manufacturing enterprises above designated size

**表 1.** 2014~2017 辽宁省规模以上装备制造业主营业务收入及增长率

年份	主营业务收入(亿元)	增长率(%)
2017	7250.1	-4.9
2016	7623.52	-29.7
2015	10846.9	-30.3
2014	15554.42	-3.2

装备制造业拥有产品种类多、核心技术含量高、生产过程复杂、设备配套性强的特点, 这些特点要求该行业要有可靠的精度和较高的质量, 无论对于场地、设备还是零部件。就辽宁省的当地现状而言, 生产技术落后, 专业人才缺乏, 创新研发的主动性低, 惯于引进他国技术进行模仿性生产, 有很强的依赖性, 最终导致再创新和自主创新能力的下降。长期以来, 许多企业把生产作为核心, 人力资源管理、产品设计、广告、财务、仓储、运输和售后服务等都在一起, “服务内置化”这一现象较为严重。生产服务环节成本高且不够专业, 企业虽然看似庞大, 实际效率低下, 结果是成本高产出低。沈阳市铁西区拥有众多装备制造业企业, 检测力量雄厚, 拥有 14 个国家级的检测中心、8 个国家级的产品认证中心、103 个检验检测实验室, 但是大多数这些机构仅使用内部测试, 设备利用率通常低于 20%。

### 3. 智能技术对装备制造业贡献率分析

#### 3.1. Malmquist 指数法

本文使用 DEA 分析方法评估 TFP 的原因在于, 它具有以下主要优点: 一是不必定义每个指标的权重比例, 另一个是我们不需要事先构思具体形式的生产函数。第三, 该方法可以一起处理多个投入和产出的数据, 因此该方法用于测量相同行业决策单元的 TFP 具有更大的优势。但是 DEA 分析方法的主要缺点之一是 CCR 模型和 BCC 模型只能对给定的决策单元数据执行横向处理和分析。如果要对同一行业中不同决策单元执行纵向比较分析, 则需要使用 Malmquist 指数分析方法。考虑到 DEA 方法的局限性和 Malmquist 方法的优势, 本文将我国装备制造业涉及的七大行业视为要研究的七个决策单元, 利用专家学者改进了的 Malmquist 指数法以衡量我国装备制造业 TFP 的现状。Malmquist 指数法用于度量和分析效率, 它不仅可以分析和计算决策单元在不同时间段内的变化情况, 还可以进一步细致化地分析处理 Malmquist 的指数, 即划分指数为技术进步率和技术效率变化之积来分别观察和分析其结果[3]。

从 t 时期到 t+1 时期, 度量 TFP 的 Malmquist 指数可表示为:

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[ \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$  即 TE, 表示在规模报酬不变的主要前提下, 技术效率在不同时期的变化。

$\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}$  代表技术进步变化, 记为 TC。如果 TE > 1, 表示相对的效率上升; 若 TC > 1, 代表生产技术进步。

### 3.2. 投入产出指标的选取

劳动投入可以用很多的指标表示, 例如: 总工时数、劳动者人数、工资总额、职工人数等。其中总工时数最为贴切, 但数据搜集不易。一般在宏观的分析研究中, 劳动者人数用来代表劳动生产能耗的多少, 但却无法凸显劳动者职业以及年龄的差异, 所以在此选用此指标不是很恰当。用工资总额这一指标表示也不是很恰当, 因为对于劳动者来说, 有些人的部分收入是来源于正式工作以外的, 所以难以统计。工业企业里, 职工人数中劳动工人人数的占比基本是不变的, 所以二者的变化可以相互反映, 又由于自2010年以来, 全行业从业人员年平均人数与职工人数完全一致, 为了方便数据的获取, 本文选取了装备制造制造业 2011~2017 年七大行业的全部从业人员年平均人数。测算评估 TFP 时, 对于资本投入这一指标, 我国诸多专家学者偏向于选用固定资产投资, 本文在衡量 TFP 的影响因素时也选用此指标。在衡量智能信息技术的投入程度时选取 R&D 高学历人员历年的投入人数作为其指标。

国内多数学者通常选用工业净产值和工业产品产量的增加值作为产出指标, 把工业增加值作为总产出的话, 就忽略了一部分由中间产品代表的价值, 由于这部分价值被多次计算, 规模配置效率其效能正是如此, 所以选用此指标会改变 TFP 指标的作用。工业净产值这一指标的缺点是会出现指标核算范围的差异, 而且指标自身的价值构成同样存在诸多差别。所以运用装备制造七个行业的主营业务收入表示总产出, 即本文的产出指标。本文测算指标的选取如表 2。

**Table 2.** Calculated indicators of total factor productivity of china's equipment manufacturing industry

**表 2.** 我国装备制造制造业全要素生产率测算指标

评价指标	具体测度指标	单位
投入指标	R & D 人员	万/年
	从业人员平均人数	万/年
产出指标	固定资产投资额	亿元
	主营业务收入	亿元

### 3.3. 数据来源及实证结果分析

运用 Malmquist 指数法经济计量模型对我国的装备制造制造业主要七大行业的整体发展效率进行测算, 数据均源于 2011~2017 年中国统计年鉴。

运用 DEAP2.1 软件测算得出结果如表 3 所示。

**Table 3.** TFP relative efficiency change index by industry from 2011 to 2017

**表 3.** 各行业 2011~2017 年 TFP 相对效率变化指数

时间段	综合技术效率 (EFFCH)	技术进步 (TECHCH)	纯技术效率 (PECH)	规模效率 (CECH)	全要素生产率 (TFPCH)
2011~2012 年	0.985	0.886	1.022	0.964	0.873
2012~2013 年	1.09	1.026	1.043	1.045	1.118
2013~2014 年	1.000	1.076	1.000	1.000	1.076
2014~2015 年	1.003	1.024	0.996	1.006	1.027
2015~2016 年	1.002	1.058	1.000	1.002	1.06
2016~2017 年	1.009	1.078	1.006	1.003	1.088
平均值	1.015	1.025	1.011	1.003	1.040

运用 Malmquist 指数方法对我国 2011 年到 2017 年装备制造业 TFP (全要素生产率)的增长情况进行定量分析, 并进一步将其分解为技术效率与技术进步。研究结果显示, 我国 2011 年到 2017 年装备制造业的七大行业 EFFCH (技术效率)、TECHCH (技术进步效率)和 PECH (纯技术效率变化)整体均处于上升状态, 表明对与制造技术的改造与研发, 整个装备制造业行业都很重视; 然而 CECH (规模效率变化)总体处于下降趋势, 表明装备制造行业对经营管理和决策的不重视, 无限制地扩大其自身生产规模, 最终导致规模效率低下, 所以对于扩大企业生产规模这一重要决策, 在今后的发展中企业应该给予更多的理性思考, 而且发展基点要以提高自身技术效率为主。

本部分研究着重于对我国装备制造业其智能化发展的整体水平的衡量和分析, 揭示出智能制造其内在价值, 并希望辽宁省结合本省装备制造业的智能化发展水平, 提出进一步提升的路径与策略。从测算结果可以看出 TFP 的平均增长率为 4.0%, 主要是由于技术进步, 尤其得益于智能信息技术的大幅度提升。因此, 为了确保装备制造业能够得到可持续发展, 必须采取有效措施提高智能技术的效率, 从而促进 TFP 的快速增长, 最终使得装备制造行业的增长走上信息化、智能化、集约化之路。

#### 4. 辽宁省装备制造业的智能化发展路径选择

基于对辽宁省装备制造业的智能化发展水平的分析, 提出了几种路径来提升其行业的智能化转型与升级, 以促进实现行业的智能转型升级。

1. 全球制造业的最新发展趋势是智能化生产, 而装备制造业的智能生产其物理载体就是智能装备。辽宁省必须立即启动重大专项工程, 以实现工业及社会的智能发展。尽管目前我国在智能设备加工领域取得了许多成就, 但核心智能技术其主要环节仍然是我国的重要短板。应鼓励辽宁省一些有基础的地区开展装备制造业的智能化生产示范工程, 开展制造专项重大工程。

2. 实现装备制造业智能发展需要一定基础的保障措施, 包括标准化建设, 即装备制造企业应在对保持现有理论合理继承的基础上, 依照智能化生产的相应要求, 结合企业自身发展的特点, 不断创新和补充现有观念, 以应对当前标准数字系统的所有指导思想; 打造出省物理网络系统的网络平台; 建立省智能工厂。

3. 从微观的角度来看, 实现辽宁省装备制造业的智能化发展的进一步提高, 要从智能升级生产设备、智能改造生产过程、产品智能化及服务智能化这四个方面来逐步实现装备制造各个环节的智能发展。

4. 从宏观的角度来看, 为促进装备制造业的智能化发展, 辽宁省要制定好全省总体发展规划并逐步实施。在总体规划的引导下, 推广采用渐进式试点的方法, 不断在装备制造企业中推广成功的先进经验, 以期进一步提高其智能化水平。

#### 5. 辽宁省装备制造业的智能化发展水平提升建议

针对上部分中提出的宏观和微观实施路径提出了对策和相应建议, 主要来自政府和企业, 为辽宁省装备制造业的智能化发展提供了具体指导, 不断提高企业智能技术的发展水平, 结合企业发展目标, 反复与之融合并给予相应的指导, 创造出一条智能制造的发展之路。

针对政府的对策建议主要是建议辽宁省政府不断完善其自身创新机制, 以满足智能制造相应的发展需求, 为企业提供有利于发展的环境, 进一步鼓励装备制造业企业通过优惠政策和资金上的扶持向智能化的方向转型。

从企业的微观层面提升装备制造业的智能化水平主要是从三个方面进行: 培育高端型人才, 一方面大力培训优质的工匠团队, 另一方面, 积极培育具有自主研究能力的技术人员; 分层次推进, 因为不同区域具有不同的基础行业, 并且也存在很大的差异, 企业的实力更是参差不齐, 所以应分为不同的类

别并逐步进行引导推进; 建立智造体系, 首先是大力培养能够提供系统化解方案能力的供应商, 其次是促进制造商的良好发展, 尤其是那些有能力提供智能服务的。第三是为主要的与基础相配套的企业创造良好的发展平台和环境。

### 基金项目

L18BJL012, 辽宁省社科基金, 基于“结构 - 过程 - 治理”多重视角的辽宁省科技型中小微企业创业团队创新机理与动态对策。2017401032, 辽宁省科技厅, 科技改革与资源 - 跨界创新协同机理与发展战略研究。

### 参考文献

- [1] 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(10): 111-127.
- [2] 吕铁, 韩娜. 装备制造业智能生产全球趋势与中国战略[J]. 人民论坛·学术前沿, 2015: 6-17.
- [3] 于丽英, 施明康, 李婧. 基于 DEA-Malmquist 指数模型的长江经济带物流效率及因素分解[J]. 商业经济与管理, 2018(4): 16-25.