

# 内蒙古地区装备制造业全要素生产率的提升路径研究

## ——基于随机前沿生产函数模型的实证分析

张立伟

(内蒙古社会科学院杂志社,内蒙古 呼和浩特 010010)

**[摘要]** 装备制造业是制造业的核心组成部分,在国民经济中占有重要地位。近年来,内蒙古地区装备制造业得到快速发展,但高投入、低产出、高能耗、低效率等问题依然存在,多元化发展态势还未形成。在对内蒙古地区装备制造业全要素生产率进行分解的基础上,对技术效率与技术进步率进行了深入分析,提出了提升全要素生产率的对策建议。

**[关键词]** 内蒙古;装备制造业;全要素生产率;分解;提升路径

**[中图分类号]** F830.9

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 2095-3410(2014)04-0150-05

### 一、引言

装备制造业是为国民经济和国防建设提供生产技术装备的制造业,是制造业的核心组成部分,是国民经济发展特别是工业发展的基础。高度发达的装备制造业是实现工业化的必备条件,是衡量一国(或地区)国际竞争力的重要标志,是决定国家在经济全球化进程中国际分工地位的关键因素。<sup>[1]</sup> 改革开放以来,中国经济迅速发展,现已成为世界第二大经济体,全球制造业产出最高的国家,装备制造业规模位居世界第一,发展成就令世界瞩目。内蒙古自治区作为中国经济发展的重要组成部分,GDP连续多年以两位数的速度增长、经济增速连续八年排名全国第一。经济快速发展的背后有很多支撑力量,装备制造业的快速发展在其中发挥了重要作用。近年来,内蒙古积极引进大企业和成套技术,重点发展以汽车、铁路车辆为主的交通运输设备制造,以挖掘机、大马力推土机为主的工程机械制造,以乘用车为主的汽车制造,以大型风电设备为主的清洁能源设备制造工业和大型化工机械、煤炭采掘机械制造等

装备工业,形成了中国兵器工业内蒙古第一机械集团公司、内蒙古北方重工业集团、包头北方创业股份有限公司等装备制造的支柱型企业集群和包头装备制造产业园区、鄂尔多斯装备制造产业园区等众多装备制造业产业园区。<sup>[2]</sup> 在内蒙古自治区自主创新和金融支持政策的支持下,大批为大企业提供配套服务的民营装备制造企业异军突起。2012年,内蒙古全区装备制造业增加值同比增长19%以上,高于全区规模以上工业4.5个百分点。

然而,装备制造业的快速发展并不能掩盖其中存在的问题。当前,内蒙古地区装备制造业产值占整个工业的比重还相对较低,多元化发展态势还未形成。虽然内蒙古经济增速连续8年名列全国第一、GDP总量超过万亿元,但装备制造业在快速发展的同时始终伴随着高投入、低产出、高能耗、低效率等不容忽视的问题,全要素生产率低下,严重制约着装备制造业的产业升级及可持续发展,是一个急需解决的重要课题。

### 二、基于SFA方法的全要素生产率增长率分解

**[基金项目]** 本文是内蒙古自治区哲学社会科学规划项目“创新驱动内蒙古装备制造业产业升级问题研究”(项目编号:2013D021)的阶段性成果。

**[作者简介]** 张立伟(1982-),男,黑龙江肇东人,内蒙古社会科学院杂志社助理研究员,博士。主要研究方向:产业发展与产业创新。

随机前沿生产函数是 Aigner Lovell 和 Schmid 以及 Meeusen 和 Vanden Broeck 分别独立提出来的。随机前沿生产函数(SFA)的基本形式为  $y_{it} = f(x_{it}, t) \exp(v_{it} - u_{it})$ , 其中,  $y_{it}$  表示生产者  $i$  在时期  $t$  的实际产出;  $x_{it}$  为生产者  $i$  在时期  $t$  的要素投入向量;  $f(x_{it}, t)$  为随机前沿生产函数, 体现对最优生产技术的运用水平;  $u_{it}$  表示随机干扰项,  $v_{it}$  表示随机误差项;  $\exp(-u_{it}) (u_{it} \geq 0)$  表示的是技术无效率。这一模型表示生产不能达到前沿是由于随机误差以及技术无效率因素造成的。<sup>[3]</sup>

在具体研究过程中, 通过设定不同的函数形式, 会得到不同的前沿生产函数。为了研究方便, 这里首先把全要素生产率增长率分解为技术效率和技术进步两部分。假设生产函数的基本形式为  $Y_{it} = f(X, t) e^{-u_{it}}$ , 对方程两边取对数, 得到  $\ln Y_{it} = \ln f(X, t) - u_{it}$  ( $X$  为投入向量)。两边对  $t$  求导, 得:

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial t} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial \ln x_j} \times \frac{\dot{x}_j}{x_j} - \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial t} + \sum_j \varepsilon_j \frac{\dot{x}_j}{x_j} - \frac{\partial U}{\partial t} \quad (1)$$

其中  $\varepsilon$  是投入要素  $j$  的产出弹性, 满足  $\varepsilon_i = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial \ln x_j}$ ,  $\dot{x}_j$  是投入要素  $j$  的增长量, 技术进步率

$$\dot{TP} = \frac{\partial \ln f(X, t)}{\partial t}, \text{技术效率变化率 } \dot{TE} = -\frac{\partial U}{\partial t}.$$

根据索洛余值法可知, 全要素生产率为产出增长率与要素投入增长率的差 ( $s_j$  为投入  $j$  的成本份额), 即:

$$\dot{TFP} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \sum_j s_j \frac{\dot{x}_j}{x_j} \quad (2)$$

将(1)式和(2)式联立, 可得式(3):

$$\dot{TFP} = \frac{\partial \ln f(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial U}{\partial t} + (RTS - 1) \sum_j \lambda_j \frac{\dot{x}_j}{x_j} - \sum_j (\lambda_j - s_j) \frac{\dot{x}_j}{x_j} \quad (3)$$

其中  $\lambda_i = \frac{\varepsilon_j}{\sum_j \varepsilon_j}$ ,  $RTS = \sum_j \varepsilon_j$ 。RTS 为要素产出弹性之和, 用来衡量规模经济。由于我国目前投入要素价格还无法精确获得, 因此无法计算出投入要素成本份额, 因此  $\sum_j (\lambda_j - s_j) \frac{\dot{x}_j}{x_j}$  可不计。在规模报酬

不变或几乎不变的情况下,  $RTS \approx 1$ ,  $(RTS - 1) \sum_j \lambda_j \frac{\dot{x}_j}{x_j} = 0$ 。因此, 全要素生产率增长率可以分解为技术进步率、技术效率增长率之和, 即:

$$\dot{TFP} = \dot{TP} + \dot{TE} \quad (4)$$

### 三、模型设定及结果分析

依据上文所述的随机前沿生产函数, 为了克服超越对数生产函数的多重共线性问题, 本文采用柯布一道格拉斯生产函数的形式, 设定的基本模型如下式所示:

$$\ln GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 t \ln K_{it} + \beta_4 t \ln L_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (5)$$

其中,  $GDP_{it}$  为装备制造业细分产业中  $i$  产业在时间  $(0, t)$  内的实际 GDP;  $K_{it}$  为  $i$  产业在时间  $(0, t)$  内的资本存量;  $L_{it}$  为  $i$  产业在时间  $(0, t)$  内的劳动力投入量;  $v_{it}$  为随机误差项, 并假定其服从随机正态分布;  $u_{it}$  为非负随机变量, 表示技术无效率, 服从于截断正态分布  $N^+(0, \sigma^2)$ 。为了研究技术进步, 模型中加入了  $t \ln K_{it}$  和  $t \ln L_{it}$  项。

本文以内蒙古自治区装备制造业的 7 个细分行业<sup>①</sup>为研究样本, 选取 2000 - 2011 年的相关数据进行实证分析。在计算过程中需要使用装备制造业及其内部各产业总产出、劳动投入量及资本投入量。总产出采用装备制造业及其内部各细分产业的年末总产值衡量, 需要将其转化为 2000 年不变价格; 劳动投入量采用全部从业人员年平均人数衡量。装备制造业及其内部各细分产业的年末总产值及从业人员年平均人数数据均来自历年《中国工业经济统计年鉴》和《内蒙古统计年鉴》。在资本投入方面, 本文采用永续盘存法对实际投入的存量进行处理。其基本公式为:

$$K_{(t)} = \frac{I_{(t)}}{P_{(t)}} + (1 - \delta) \times K_{(t-1)} \quad (6)$$

其中,  $K_{(t)}$  为第  $t$  期的期末资本存量;  $I_{(t)}$  为第  $t$  期的实际投资额, 且  $I_{(t)} = \text{固定资产原值}_t - \text{固定资产原值}_{t-1}$ ;  $P_{(t)}$  为当期相对于 2000 年的价格指数,  $\delta$  为折旧率。本文以 2000 年装备制造业各细分行业固定资产净值作为起始资本存量, 固定资产原值和固定资产净值来自历年《中国工业经济统计年鉴》。

为了防止模型的误设,以下采用极大似然比的方法对所设定的模型进行随机前沿生产函数的适用性检验(假设为: $H_0: \gamma = \mu = \eta = 0$ )、技术进步是否存在的假设检验(假设为: $H_0: \beta_3 = 0$ )和无效率项能否被有效解释的检验(假设为: $H_0: \delta_0 = \delta_1$ )。极大似然比方法主要检验  $\lambda = -2(L_\gamma - L_{ur})$  统计量在1%水平下的显著性(其中  $L_{ur}$  和  $L_\gamma$  分别表示对模型施加和未施加任何约束时的对数极大似然函数值)。通过表1可以看到,在1%的显著性水平下三个假设都被拒绝,说明本文所设模型符合本研究实际,存在技术进步,技术效率项能够被很好地解释,模型不存在谬误回归。随机前沿生产函数模型的估计结果见表2。

从表2中可以看到,各参数分别在10%、5%和1%的显著性水平下显著,LR也在1%的水平下显著,通过了极大似然检验,这说明模型的设定是合理的。 $\ln K$ 的系数是0.3627,表明若资本投入提高一个百分点,产出将提高0.3627个百分点; $\ln L$ 的系数为0.6582,表明若劳动投入提高一个百分点,产出将提高0.6582个百分点。劳动投入系数大于资本投入系数,说明内蒙古地区装备制造业的资本投入要素的贡献还没有全部显现,仍然处于劳动密集阶段。劳动力和资本投入系数之和(1.0209)大于1,说明内蒙古地区装备制造业经济的总体规模报酬是递增的。

表1 随机前沿生产函数模型设定检验

零假设	检验统计量( $\lambda$ )	自由度	临界值(1%)	结论
$H_0: \gamma = \mu = \eta = 0$	40.87	3	11.33	拒绝
$H_0: \beta_3 = 0$	12.13	1	5.26	拒绝
$H_0: \delta_0 = \delta_1$	28.49	2	7.79	拒绝

表2 随机前沿生产函数模型的估计结果

变量	系数	估计值	标准误差	T值
常数项	$\beta_0$	0.5879	0.1243	4.8062***
$\ln K$	$\beta_1$	0.3627	0.0237	7.9772**
$\ln L$	$\beta_2$	0.6582	0.0371	14.6756***
$t \ln K$	$\beta_3$	0.0029	0.0059	3.2352***
$t \ln L$	$\beta_4$	0.0042	0.0074	1.9733*
Log likelihood function		49.9963		
LR		50.3074***		

注: \*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的显著水平下显著。LR为似然比统计量。

#### 四、内蒙古地区装备制造业技术效率及技术进步分析

##### (一)技术效率分析

依据以上数据,运用 frontier4.1 软件得到了内

蒙古地区装备制造业各年的技术效率值(技术效率趋势见图1)。从图1可以看出,内蒙古地区装备制造业技术效率虽各年略有波动,但整体呈现下降态势。从模型的运行结果上看,内蒙古地区装备制造业各年都存在不同程度的技术效率损失,没有达到最佳的生产前沿水平,出现了生产的技术无效率状况,所有年份的技术效率的平均值为71.58%,处于较低水平。

从2000-2011年内蒙古地区装备制造业内部各细分产业的平均技术效率来看(见表3),产业间差距较大。最高的是交通运输设备制造业,平均技术效率为85.37%;最低的是通用设备制造业,平均技术效率只有50.97%,二者之间相差近35个百分点。

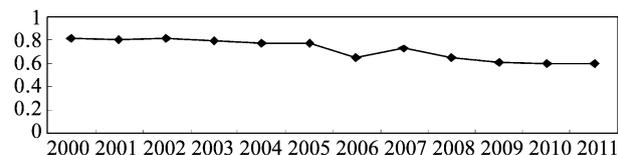


图1 内蒙古地区装备制造业技术效率趋势图

表3 内蒙古地区装备制造业内部各细分产业平均技术效率排位表

产业名称	平均技术效率%	排名
金属制品业	66.30	5
通用设备制造业	50.97	7
专用设备制造业	70.21	4
交通运输设备制造业	85.37	1
电气机械及器材制造业	87.66	2
通信设备计算机及其他电子设备制造业	75.13	3
仪器仪表及文化办公用机械制造业	65.42	6

##### (二)技术进步分析

依据上文相关数据,运用 frontier4.1 软件计算了内蒙古地区装备制造业各年的技术进步率,其平均值为2.639%。从图2中可以看到,2000-2005年间内蒙古地区装备制造业技术进步率稳步增长,但在2005年以后开始呈现稳中下降的态势。

为了考察装备制造业技术进步率的行业差异,本文计算了内蒙古地区装备制造业内部各细分产业2000-2011年的技术进步率。从表4中可以看出,装备制造业内部各细分行业技术进步率的行业差距较大,排在前两位的是电气机械及器材制造业和专用设备制造业,平均技术进步率达到了3.192%和2.876%;排在最后两位的是仪器仪表及文化办公用机械制造业和通信设备计算机及其他电子设备制造业,平均技术进步率仅为2.321%和2.179%。

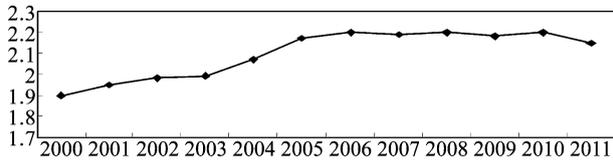


图2 内蒙古地区制造业技术进步率趋势图

表4 内蒙古地区制造业内部各细分产业平均技术进步率排位表

产业名称	平均技术进步率%	排名
金属制品业	2.515	5
通用设备制造业	2.707	3
专用设备制造业	2.876	2
交通运输设备制造业	2.688	4
电气机械及器材制造业	3.192	1
通信设备计算机及其他电子设备制造业	2.179	7
仪器仪表及文化办公用机械制造业	2.321	6

通过对内蒙古地区装备制造业全要素生产率的分解及对技术效率和技术进步率的分析可知,装备制造业内部技术效率和技术进步率的较大产业间差距、技术进步率的持续低迷以及技术效率的长期恶化是制约内蒙古地区装备制造业全要素生产率提升的主要原因。要素投入量的增加是全要素生产率增长的主要源泉,但资本投入要素的贡献还没有全部显现,内蒙古地区装备制造业发展仍处于劳动密集阶段。

### 五、内蒙古地区装备制造业全要素生产率的提升路径

#### (一)增强自主创新能力,推动产业前沿技术进步

科技进步和技术创新是转变行业增长方式、有效提高产业增长质量和速度的重要途径,对全要素生产率水平的提高具有直接的促进作用,自主创新能力的有效增强是推动产业前沿技术进步的关键因素。一方面,应继续加大对内蒙古地区装备制造业的科研投入力度。众所周知,科技投入是科学研究和技术创新的重要基础,是推动前沿技术进步的基本要素,是技术进步和生产率提高的根本保证。在加大财政对技术创新和科技投入支持力度的同时,各级政府可以考虑建立相关的激励投融资制度,采取有效措施对政府资金及民间资金进行合理引导,吸引各类资金科学有序地投向装备制造业产业发展领域。各级政府部门应引导制造业相关企业从战略的高度出发,在促进企业发展的合理范围内加大科研投入,保证企业技术创新的资金需求。另一方面,

要注重产学研的结合,为装备制造业的产业发展营造良好的技术进步条件。企业是创新主体,企业的创新能力是整个装备制造业技术创新的基础。但目前内蒙古地区的装备制造业相关企业在规模与实力方面还不具备独自承担技术创新的能力,在这方面必须要与高校和科研机构合作。而从当前的实际情况看,高校和科研机构还存在着不同程度的经费支撑问题,所以还需要在政府层面给予强力的支持。另外,从创新的方式来看,内蒙古地区装备制造业企业应根据不同发展阶段,针对不同产品和不同的技术领域分别采取自主创新、模仿创新和合作创新三种不同的模式,扬长避短,实现技术创新与技术改造相结合,自主创新与模仿创新、合作创新相结合,从根本上提高装备制造企业的技术研发能力。

#### (二)全面提升管理水平,构筑提升技术效率的现实基础

对于产业发展而言,现代化的制度设计及管理是其发展的重点,从提高企业的产品开发能力和创新能力方面来看,现代管理技术起着决定性的作用。从先进制造产业发展的状况来看,随着市场对产品多样化需求的增长及计算机技术和信息技术的迅猛发展,新的生产、管理模式及观念不断涌现,企业和现今管理理念的有机集成是先进制造产业不同于传统制造产业的一个重要特征。先进的设备、先进的技术在实际生产中能发挥多大的功效,在很大程度上取决于企业的组织、管理及人员素质。因此,提高行业管理水平,降低营运成本是提升技术效率的关键。行业管理水平的提高有利于制造业生产率的改进,高效的管理水准要求对资源设备的有效配置,合理地利用各种资源。在这一方面,要借鉴良好的管理方式,采用先进的理念及多种管理手段,多渠道降低企业的营运成本。管理水平的高低直接影响到制造业企业乃至整个产业的发展水平,对于科技成果高效率地向现实生产力的转化具有极为重要的现实意义。另一方面,要不断建立和完善科技成果的产业化服务体系,延伸产业链条,千方百计提高科技成果的转化率。除此之外,还要设立专门的科技成果转化和服务机构,搭建技术市场交易平台,使相关研究成果更多、更快地转化为现实生产力,逐步达到内蒙古地区装备制造业科技成果的最佳转化率,构

筑提升技术效率的现实基础。

(三)提高装备制造业要素质量,优化要素的产业配置结构

从上文分析可知,内蒙古地区装备制造业发展仍处于劳动密集阶段,因此,人力资源的配置效率及质量的提高是提升内蒙古地区装备制造业全要素生产率的关键。科技成果的创新及转化水平在很大程度上取决于劳动者素质的高低,在这一方面,要注重发挥人力资本在装备制造业生产中的重要作用。从一般意义上讲,教育是人力资源开发的核心,同时也是提高人力资源综合素质的根本途径。因此,在装备制造业产业发展的进程中,相关部门要加大对在岗职工的职业教育和职业技能培训,加大对继续教育的投资力度,为装备制造业发展提供人力资本保障。同时,还要注重以市场为导向开发和配置人力资源。对生产要素资源的合理配置是提高经济效益的有效途径,各相关部门应以市场为导向,加强宏观管理,逐步改革现行体制,优化人力资源结构,充分发挥人力资源的积极性、主动性和创造性,从根本上提高装备制造业相关领域的人力资源配置质量,优化要素配置结构,促进内蒙古地区装备制造业的长期、可持续发展。

(四)采取差异化发展策略,促进装备制造业全要素生产率的提升

从装备制造业全要素生产率增长的细分产业间差异来看,其内部各细分产业均具有其独特的发展特征,其全要素生产率增长的源泉(技术进步与技术效率变化)在不同细分产业间的表现存在着显著差异,即同一地区装备制造业各细分产业之间存在着不同的全要素生产率增长模式。因此,因地制宜、发挥比较优势,是提升内蒙古地区装备制造业全要素生产率的有效途径。内蒙古地区应进一步强化在装备制造产业方面的优势,提升工业品制造的整体竞争力,注重因地制宜和因特色制宜,几镇、几县甚至一座城市重点生产一种或者几种关联度较高的具有一定技术含量的产品,形成独具特色的专业化集聚效应,打造专业化程度较高的装备制造业集散中心,并根据不同细分产业的具体增长模式,具体问题具体分析,采取有针对性和差异性的政策措施来促进整个装备制造业全要素生产率的提升。

(五)兼顾技术进步与技术效率的协调发展,促进内蒙古装备制造业转型升级

要兼顾技术进步与技术效率的协调发展,就必须要以所有制结构优化和区域结构优化为目标,实现装备制造业科技成果的大力转化应用、配套服务业的迅速发展、产业链条的不断完善和信息化与工业化的融合。内蒙古是在农畜产品加工业和轻工业发展很不充分的基础上开始工业化和现代化建设的,由于基础薄弱,实现制造业的全面转型升级仍然是一个充满艰辛的过程。从提升内蒙古地区装备制造业产业的国际竞争力和适应经济全球化的角度出发,装备制造业产业结构的调整势在必行。从内蒙古地区装备制造业发展的现实状况考虑,应在交通运输设备制造、工程机械制造,以乘用车为主的汽车制造、清洁能源设备制造工业和大型化工机械、煤炭采掘机械制造等优势产业快速发展的同时带动整个产业结构的转型升级,实现产业结构的高度优化。一方面可以通过提高优势产业的进入壁垒,在差别性、市场集中度等方面形成垄断优势,突出支柱产业的竞争优势;另一方面还要不断提高产业结构的技术等级,逐步加大新兴产业和技术密集型产业的比重,提高内蒙古装备制造产业的国际竞争力,从根本上加快内蒙古装备制造业的转型升级步伐,提升全要素生产率水平。

#### 【注】

①这7个行业包括:金属制品业、通用设备制造业、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电气机械及器材制造业、通用设备计算机及其他电子设备制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业。

#### 参考文献:

[1]刘会燕.装备制造企业价值链的监控系统[D].沈阳:沈阳工业大学,2004.

[2]内蒙古煤炭资源换产业:20亿获1亿吨煤炭储量[EB/OL].<http://www.ce.cn>,2012-07-30.

[3]朱泽东,张倩肖,王文.中国装备制造业全要素生产率增长的分解:1998-2009—基于省际面板数据的研究[J].上海经济研究,2012,(03).

(责任编辑:郝涛)