

中国轿车业 X 效率研究

——基于三阶段 DEA 模型的分析

庞晓波^{1,2}, 刘延昌¹, 彭波³

(1. 吉林大学 数量经济研究中心, 吉林 长春 130012; 2. 吉林大学 商学院, 吉林 长春 130012
3. 长春金融高等专科学校, 吉林 长春 130012)

摘要: 轿车行业的 X 效率受到管理效率、环境特征以及随机误差因素的影响, 在实证研究中需要对以上三种要素严格区分, 并且分别测算这三种因素对生产效率的具体影响。本文通过三阶段 DEA 模型对我国轿车业 X 效率进行探索性研究, 以弥补传统 DEA 模型忽略环境因素和随机误差的缺陷。从纯技术效率、组合技术效率和规模效率三个角度分析我国轿车行业的 X 效率, 寻找中外资企业 X 效率的共性与特性。本文仅根据我国轿车业发展的现状选择环境变量, 计算结果存在一定的局限性, 因此, 对第二阶段的研究尤其是环境变量的确定, 将是后续研究的一个重要方向。

关键词: 轿车业; X 效率; 三阶段 DEA 模型

中图分类号: F202 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-176X(2010)05-0036-05

一、引言

在轿车业的发展过程中, X 效率经常受到管理效率、环境特征和随机误差等因素的影响。其中, 管理效率是内生的, 环境特征和随机误差是外生的。因此, 在实证研究中需区分并测算这三种因素对生产效率的具体影响。从研究方法看, X 效率的测度主要有参数法和非参数法两种方法。其中, 参数法的代表是随机前沿分析法(SFA), 非参数方法的代表是数据包络分析法(DEA)。在国外的相关研究中, 非参数方法中的数据包络分析(DEA)方法得到了广泛应用。针对 DEA 无法处理测度误差的缺点, 国内外学者进行了一系列改进。其中, Fried^[1]于 2002 年将参数法中的随机前沿分析(Stochastic Frontier Approach, SFA)与

数据包络分析的方法结合, 提出了三阶段的 DEA 方法。该方法运用 SFA 方法分离企业经营中的运气等随机因素和其他的经营外部因素, 从而解决了传统 DEA 模型在测量误差处理中的缺点。

从国内相关研究成果来看, 采用两阶段 DEA 方法研究生产效率及其影响因素的文献较多, 如朱南等^[2](2004), 涂俊等^[3](2006), 李燕凌^[4](2008)。三阶段估计方法在国内的运用起步较晚, 研究成果也很少, 代表性应用成果包括: 刘靖^[5](2007), 黄宪^[6](2008)、方燕^[7](2008), 周先平^[8](2009), 白雪洁^[9](2008), 支燕^[10](2009), 李然等^[11](2009), 等等。关于国内轿车业效率等问题有过一些探讨, 见刘延昌^[12](2009)所述, 但三阶段 DEA 方法在汽车行业的应用尚未

收稿日期: 2010-03-10

基金项目: 985 工程吉林大学“经济分析与预测哲学社会科学创新基地”项目(985CXJD006); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(06JJD790012)

作者简介: 庞晓波(1955-), 男, 吉林榆树人, 教授, 博士生导师, 副院长, 主要从事金融与财务决策等方面的研究。

刘延昌(1963-), 男, 辽宁昌图人, 博士研究生, 中国第一汽车集团高级工程师, 主要从事数量经济学等方面的研究。E-mail: yanchang.Liu@faw-vw.com

彭波(1963-), 女, 辽宁鞍山人, 副教授, 主要从事金融学 research。

见报。本文拟采用三阶段 DEA 方法对我国轿车业 X 效率进行实证研究。

二、三阶段 DEA 模型

1. 第一阶段:运用传统的 DEA 模型(VRS 模型)进行计算

DEA 模型可分为投入导向型和产出导向型两种类型。从本质上看,投入导向型模型和产出导向型模型是从不同的角度来分析同一个问题,二者最终得出的结论应该是一致的。在计算过程中,由于投入的要素数量是决策的基本变量,而且相对于产出量而言,投入要素的量更加容易控制,因此,可采用投入导向的规模报酬可变的 VRS 模型来分析轿车企业的 X 效率问题。

在第一阶段对原始数据进行处理后,可得到各项效率值及各投入要素的松弛变量值(slacks),但却不能将外部环境因素、随机误差因素和内部管理因素对样本企业效率值的影响效果分离开,此时的效率值还无法反映到底是由管理因素造成的企业低效,还是由环境因素或随机误差所导致的企业低效,因而需进入第二阶段的 SFA 分析。

2. 第二阶段:构建 SFA 模型

经过第一阶段的 DEA 处理后,松弛变量同时受环境因素、管理因素和随机误差的影响,第二阶段处理的目的就是要将这三个影响因素进行分离,通过构建 SFA 模型可以实现这个目标。

通过构建 SFA 模型可分离出以上三个因素对松弛变量的影响。首先,定义松弛变量: $S_{n,k} = X_{n,k} - \sum_{k=1}^k \lambda_k X_{n,k} \geq 0, n=1,2,\dots,N, k=1,2,\dots,K$ 。其中: $S_{n,k}$ 表示第一阶段中第 n 个生产者的第 k 个投入要素的松弛变量,表示的是 $X_{n,k}$ 对产出量 y_k 在投入效率子集上的最优映射。

其次,可建立松弛变量与环境解释变量的 SFA 模型:

$$S_{n,k} = f^n(z_k, \beta^n) + v_{n,k} + u_{n,k} \quad n=1,2,\dots,N, k=1,2,\dots,K \quad (1)$$

其中, $z_k = [z_{1k}, z_{2k}, \dots, z_{pk}]$, $k=1,2,\dots,K$ 为 p 个可观测的环境变量, $f^n(z_k, \beta^n)$ 是经确定可行的松弛前沿,表示的是环境变量对投入要素松弛变量 $S_{n,k}$ 的影响方式,一般可取 $f^n(z_k, \beta^n) = z_k \beta^n$ 。此外, $v_{n,k} + u_{n,k}$ 为混合误差项,其中 $v_{n,k}$ 表示随机干扰因素,并假设 $v_{n,k} \sim N(0, \sigma_{v,n}^2)$; $u_{n,k}$ 表示管理无效率因素,假设 $u_{n,k}$ 服从截断正态分布,即有

$u_{n,k} \sim N^+(\mu^n, \sigma_{u,n}^2)$, $v_{n,k}$ 与 $u_{n,k}$ 独立不相关。特别地,令 $\gamma = \sigma_{u,n}^2 / (\sigma_{u,n}^2 + \sigma_{v,n}^2)$, 当 γ 趋近于 1 时,认为管理因素的影响占主导地位;当 γ 趋近于 0 时,认为随机误差的影响占主导地位。

为进行下一步的投入调整,有必要从 SFA 回归模型的混合误差中将随机误差从管理无效率中分离出来。可利用 SFA 模型的回归结果($\hat{\beta}^n, \hat{u}^n, \hat{\sigma}_{v,k}^2, \hat{\sigma}_{u,k}^2$)和管理无效率的条件估计 $\hat{E}(u_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k})$, 借鉴 Jondrow 等 1982 年提出的方法得到随机误差项的估计:

$$\hat{E}[v_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k}] = S_{n,k} - z_k \hat{\beta}^n - \hat{E}[u_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k}] \quad (2)$$

为了剥离不同运营环境和随机误差对样本企业的影响,可对那些处于相对有利的营运环境或处于相对好运的决策单元的投入进行向上调整,调整的原则是将所有决策单元调整到相同的环境条件或平台状态,同时要考虑随机因素的影响,从而可以测算出纯粹反映各决策单元管理水平的效率值。以最有效率的决策单元的投入量为基准,对其他各决策单元的投入量的调整如下:

$$X_{n,k}^A = X_{n,k} + [\max\{z_k \hat{\beta}^n\} - z_k \hat{\beta}^n] + [\max\{\hat{v}_{n,k}\} - \hat{v}_{n,k}], n=1,2,\dots,N, k=1,2,\dots,K \quad (3)$$

其中, $X_{n,k}^A$ 和 $X_{n,k}$ 分别表示调整后和初始的投入值, $\hat{\beta}^n$ 表示环境变量参数的估计值, $\hat{v}_{n,k}$ 表示随机干扰项的估计值。此外,第一个中括号代表把全部决策单元调整到相同的环境中,以使所有生产者都处于共同的营运环境,也就是样本中所观测到的最差的环境。第二个中括号表示通过调整使所有生产者处于共同的自然状态,也就是样本中所遇到的最不幸的状态,以使每个决策单元都面对相同的营运环境和经营运气。

3. 第三阶段:调整后运用 DEA 模型计算

在此步骤中,用调整后的投入数据 $X_{n,k}^A$ 代替原始投入数据 $X_{n,k}$,再次运用 BCC 模型计算样本企业的效率值。第三阶段得到的各决策单元效率值可排除营运环境和随机因素的影响,客观地体现了生产者的技术效率,能够更真实地反映现实的生产活动。

三、实证研究:2003—2008 中国轿车业 X 效率分析

1. 样本和数据的选择

本文分析 2003—2008 年一汽大众、上海大众、上海通用、东风神龙、北京现代、广州本田、奇

瑞、一汽丰田、一汽夏利和吉利等十家典型轿车企业的效率变化,以上十家企业的产销量占到当前我国轿车产销总量的60%以上,在我国轿车行业的发展中具有典型性和代表性。

2. 投入产出指标的确定

在轿车行业效率分析过程中,评价指标是所评价内容的客观载体和外在表现,也是所选评价方法的具体表达。通过分析已有的研究文献,综合考察我国轿车企业的实际生产过程和所产生的效益,确定投入指标为年末总资产(万元)、全年完成投资额(万元)和年末从业人数(人)。产出指标为主营业务收入(万元)、利税总额(万元)。

3. 环境变量的确定

环境变量是指那些影响样本企业效率但不在样本企业主观控制范围之内的因素,本文设定轿车业投入产出系统的环境变量包括:人均GDP(ev1)、企业所有权属类别(ev2)和外资控股比例(ev3)。

在我国,轿车企业生产与销售的区域性较强,各个地区的经济水平不仅决定了消费者的购买能力,同时也影响着轿车企业的发展情况。轿车企业所有权属的不同,政府在资金、政策支持力度上可能会出现一定程度的偏颇,这就造成各种轿车企业发展环境的不公平。外资控股比例在很大程度上决定了轿车企业的产品种类、产品质量、技术水平和市场竞争力。

4. 实证结果:第一阶段与第三阶段结果比较分析

在选定样本后,本文运用DEAP2.1软件进行第一阶段的DEA分析,采用投入导向的规模报酬可变的VRS模型来分析轿车企业的效率问题。由于本文所选取的样本企业数量有限,为避免同时出现多个决策单元同时有效的情况出现,按照投入指标越小越好、产出指标越大越好的原则构建虚拟决策单元DMU11代入模型计算。具体的计算结果如表1所示。

表1 2003—2008年中国典型轿车企业效率结果

结果 DMU	2003年			2004年			2005年			2006年			2007年			2008年		
	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	SE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE
一汽大众	0.257	0.262	0.980	0.344	0.344	1.000	0.283	0.393	0.721	0.389	0.464	0.838	0.423	0.430	0.984	0.502	0.502	1.000
上海大众	0.141	0.141	1.000	0.180	0.205	0.877	0.150	0.274	0.548	0.250	0.354	0.705	0.263	0.334	0.786	0.251	0.399	0.630
上海通用	0.281	0.382	0.736	0.502	0.535	0.938	0.609	0.609	1.000	0.741	0.741	1.000	0.822	0.822	1.000	0.653	0.956	0.683
东风神龙	0.060	0.293	0.206	0.105	0.535	0.196	0.194	0.667	0.291	0.207	0.613	0.337	0.155	0.536	0.288	0.108	0.587	0.184
北京现代	0.282	1.000	0.282	0.403	1.000	0.403	0.545	1.000	0.545	0.514	1.000	0.514	0.361	1.000	0.361	0.317	1.000	0.317
广州本田	0.371	0.749	0.496	0.666	0.666	1.000	0.704	0.718	0.981	0.720	0.720	1.000	0.483	0.760	0.636	0.560	0.810	0.691
奇瑞	0.053	0.415	0.127	0.073	0.614	0.118	0.116	0.605	0.192	0.098	0.355	0.275	0.076	0.250	0.305	0.054	0.268	0.200
一汽丰田	0.119	1.000	0.119	0.247	1.000	0.247	0.371	0.824	0.450	0.340	0.591	0.575	0.305	0.486	0.627	0.428	0.706	0.606
一汽夏利	0.104	1.000	0.104	0.125	1.000	0.125	0.146	1.000	0.146	0.133	1.000	0.133	0.095	1.000	0.095	0.075	1.000	0.075
吉利	0.071	0.721	0.099	0.108	0.906	0.119	0.114	0.790	0.144	0.102	0.641	0.159	0.097	0.547	0.177	0.079	0.507	0.155
虚拟单元	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
平均	0.249	0.633	0.468	0.341	0.710	0.548	0.385	0.716	0.547	0.408	0.680	0.594	0.371	0.652	0.569	0.366	0.703	0.504

由表1可知,2003—2008年间,所选的10个样本轿车企业的纯技术效率均值都小于0.5,说明我国轿车企业的技术水平还不够高,存在很大的改进空间。另外,10个样本企业的规模效率均值也都小于0.7,且所有被评企业均表现为规模效益递增状态,说明当前我国轿车企业普遍存在着规模无效率,且主要是由于规模过小导致,存在

很大的提升空间。从组合技术效率来看,2003—2008年间我国主要轿车企业的组合技术效率均值也全部小于0.75,说明当前我国轿车企业由于技术、规模和管理等因素的限制,有效利用资源、避免浪费的能力还比较差,存在很大的改进空间。从参考单元来看,所有参评轿车企业的参考单元均为虚拟决策单元,这也验证了构建虚拟决策单

元的必要性和正确性。

第一阶段的 DEA 分析并没有考虑关于人均 GDP、企业所有权类别和外资比例等外部不可控因素和误差对轿车企业 X 效率影响。在第二阶段的分析中一般有两个选择:一是对所有的投入和产出变量的松弛变量均进行回归分析,二是仅对投入变量的松弛变量进行回归分析。由于在第一阶段的分析中采用的是基于投入的 BCC 模型,

研究的目标是在产出不变的条件下如何使投入水平达到最小。在第二阶段的分析中只需对投入要素的松弛变量进行回归分析并根据回归结果对各样本企业初始的投入要素量进行调整,因此,本文选择的是对投入要素松弛变量逐个进行回归分析。根据系数的估计值调整投入变量,并以调整后的投入变量值带入 DEA 模型重新估计其效率值,即为第三阶段的效率值,如表 2 所示。

表 2

2003—2008 年中国典型轿车企业同质环境下的效率结果

结果 DMU	2003 年			2004 年			2005 年			2006 年			2007 年			2008 年		
	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	SE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE	PTE	TE	SE
一汽大众	0.247	0.289	0.853	0.297	0.332	0.895	0.383	0.432	0.887	0.374	0.451	0.829	0.607	0.687	0.883	0.628	0.719	0.873
上海大众	0.176	0.231	0.761	0.214	0.259	0.827	0.285	0.398	0.716	0.286	0.362	0.791	0.497	0.592	0.839	0.563	0.703	0.801
上海通用	0.291	0.373	0.779	0.454	0.491	0.925	0.451	0.505	0.893	0.550	0.641	0.858	0.514	0.713	0.721	0.564	0.809	0.697
东风神龙	0.135	0.295	0.458	0.307	0.611	0.503	0.459	0.731	0.628	0.512	0.729	0.702	0.448	0.704	0.636	0.334	0.692	0.483
北京现代	0.337	0.689	0.489	0.460	0.778	0.591	0.647	0.716	0.641	0.543	0.783	0.694	0.490	0.629	0.779	0.536	0.584	0.918
广州本田	0.380	0.674	0.564	0.359	0.692	0.519	0.486	0.687	0.707	0.566	0.691	0.819	0.520	0.854	0.609	0.699	0.810	0.863
奇瑞	0.165	0.421	0.393	0.248	0.599	0.414	0.396	0.704	0.562	0.460	0.778	0.591	0.791	0.892	0.887	0.702	0.933	0.752
一汽丰田	0.252	0.871	0.289	0.278	0.862	0.322	0.323	0.729	0.443	0.375	0.685	0.547	0.401	0.578	0.694	0.402	0.706	0.569
一汽夏利	0.348	0.613	0.567	0.392	0.687	0.571	0.424	0.758	0.559	0.455	0.724	0.628	0.386	0.684	0.565	0.233	0.639	0.364
吉利	0.210	0.764	0.275	0.230	0.743	0.309	0.400	0.819	0.489	0.478	0.801	0.597	0.528	0.771	0.685	0.607	0.812	0.747
虚拟单元	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
平均	0.322	0.565	0.584	0.385	0.641	0.625	0.461	0.680	0.684	0.509	0.695	0.732	0.562	0.737	0.754	0.570	0.764	0.733

根据表 1、表 2 可知,第一、三阶段的效率值存在很大差异,表明第二阶段进行环境调整的必要性。由表 2 可知,相对于虚拟决策单元(所有样本企业的参考单元)而言,2003—2008 年我国典型轿车企业的纯技术效率均值均低于 0.6,仍然存在很大的改进空间。这说明当前我国轿车企业的技术水平仍有待于提高。此外,2003—2008 年我国典型轿车企业的规模效率和组合技术效率均值也都不超过 0.8,相对于设定的虚拟决策单元而言存在很大的提升空间,这主要是由于各轿车企业的管理无效率所引致。

从纯技术效率来看,虚拟决策单元的纯技术效率最高,各个年度均达到 1,这符合虚拟单元设定的原则。从变化情况来看,所选 10 个样本轿车企业纯技术效率的均值在 2003—2008 年度呈现逐年上升的趋势,说明我国轿车业的总体技术水平在逐年提升,这与实际的行业发展趋势相吻合。

从各个企业的变动情况来看,除东风神龙、一汽夏利等少数几个企业外,各企业总体上在 2003—2008 年度纯技术效率均呈现出上升趋势。从纯技术效率的分布来看,各企业的水平基本相当,其中一汽大众的纯技术效率水平比较高,一汽丰田、一汽夏利的纯技术效率水平相对较低且变化不大,而奇瑞的纯技术效率水平变化幅度最大,即奇瑞在 2003—2008 年度通过自主研发,其技术水平的进步率相对较高。奇瑞在激烈的市场竞争中表现出顽强的生命力和较强的竞争力,是我国自主品牌轿车企业应对国际竞争、提升品牌价值的标杆。

从组合技术效率来看,我国典型轿车企业的组合技术效率总体上呈现出逐年递增的趋势,而且除了虚拟单元以外,没有决策单元组合技术效率等于 1 的情况出现,这对于第一阶段的分析结果是一个有效的修正。从组合技术效率的分布情况来看,一汽大众、上海大众、上海通用和东风神

龙这几家大型合资公司的组合技术效率相对较低,说明这几家公司有效利用资源的能力还不够强,存在相对较多的浪费。相比而言,奇瑞、一汽夏利和吉利的组合技术效率相对较高,说明近年来我国自主轿车企业的管理水平有了很大程度的提升,在资源有效利用率方面有明显进步。

从规模效率来看,2003—2007年度我国典型轿车企业的规模效率总体上呈现上升趋势,但规模效率水平距离虚拟单元还存在很大差距。另外,所选样本企业规模效率均值在2007—2008年度有所下降,这主要是受经济危机的影响,部分企业的产能未能完全释放所致。所有样本企业在2003—2008年度总体上均表现出规模效益递增,说明当前我国典型轿车企业的规模无效是由规模过小所引致的。从规模效率的分布情况来看,一汽大众、上海大众和上海通用等合资企业的规模效率水平相对较高,而一汽丰田、吉利和一汽夏利的规模效率相对较低,这说明合资企业在企业规模控制和管理方面相比自主轿车企业更具优势。

四、结论

实证分析表明,从纯技术效率水平看,当前我国轿车企业的技术水平在逐年提升,但仍有待于提高。相对于设定的虚拟决策单元而言存在很大的提升空间,还存在很大的资源浪费,这主要是由于各轿车企业的管理无效率所引致。从组合技术效率的分布情况来看,一汽大众、上海大众、上海通用和东风神龙这几家大型合资公司的组合技术效率相对较低,奇瑞、一汽夏利和吉利的组合技术效率相对较高,说明近年来我国自主轿车企业的管理水平有了很大程度的提升,在资源有效利用率方面有明显进步。从规模效率的分布情况来看,一汽大众、上海大众和上海通用等合资企业的规模效率水平相对较高,而一汽丰田、吉利和一汽夏利的规模效率相对较低,这说明合资企业在企业规模控制和管理方面相比自主轿车企业更具优势。总的来说,我国轿车业的整体技术水平、管理水平在不断上升,行业总体规模在不断优化。

从技术层面看,本文通过三阶段 DEA 对我国轿车业 X 效率进行探索性研究,以弥补传统 DEA 模型忽略环境因素和随机误差的缺陷。但是,三阶段 DEA 模型的应用,尤其是在轿车行业的应用还很不成熟,模型使用中还有很多问题需要完善,如环境变量的选择。由于缺乏相关的研究文献,

本文仅根据我国轿车业发展的现状选择环境变量,对其合理性还有待进一步研究证明,比如轿车业发展环境变量的具体指标确定还没有统一的标准,容易使得第二阶段 SFA 模型的估计结果受到影响,从而影响第三阶段的计算结果。因此,对第二阶段的研究尤其是环境变量的确定,将是运用三阶段 DEA 方法测度轿车业 X 效率的一个重要方向。

参考文献:

- [1] Fried, Lovell, Schmidt, Yaisawarng. Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis [J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, (17).
- [2] 朱南,卓贤,董屹. 关于我国国有商业银行效率的实证分析与改革策略[J]. 管理世界, 2004, (2).
- [3] 涂俊,吴贵生. 基于 DEA Tobit 两步法的区域农业创新系统评价及分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2006, (4).
- [4] 李燕凌. 基于 DEA - Tobit 模型的财政支农效率分析——以湖南省为例[J]. 中国农村经济, 2008, (4).
- [5] 刘靖. 餐饮企业经营绩效数据包络分析评价方法的研究[D]. 东北财经大学硕士学位论文, 2007.
- [6] 黄宪,余丹,杨柳. 我国商业银行 X 效率研究——基于 DEA 三阶段模型的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, (7).
- [7] 方燕,白先华. 中国商业银行经营效率分析——三阶段 DEA 之应用[J]. 中央财经大学学报, 2008, (6).
- [8] 周先平. 商业银行混业经营效率的全球比较研究——基于三阶段 DEA 的分析[J]. 金融教学与研究, 2009, (4).
- [9] 白雪洁,宋莹. 中国各省火电行业的技术效率及其提升方向——基于三阶段 DEA 模型的分析[J]. 财经研究, 2008, 24(10).
- [10] 支燕. 我国寿险业的效率研究[J]. 经济理论与经济管理, 2009, (6).
- [11] 李然,冯中朝. 环境效应和随机误差的农户家庭经营技术效率分析——基于三阶段 DEA 模型和我国农户的微观数据[J]. 财经研究, 2009, 35(9).
- [12] 刘延昌,庞晓波. 基于 DEA 的中国主要轿车企业 X - 效率分析[J]. 工业技术经济, 2009, (7).

(责任编辑:杨全山)