

吉林大学哲学社会科学学术文库



孙巍 著

效率与生产率的非参数分析

——方法、软件与应用

NONPARAMETRIC ANALYSIS OF EFFICIENCY
AND PRODUCTIVITY:
APPROACHES, SOFTWARE AND APPLICATIONS



社会科学文献出版社

SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

吉林大学哲学社会科学学术文库



效率与生产率的非参数分析

——方法、软件与应用

NONPARAMETRIC ANALYSIS OF EFFICIENCY
AND PRODUCTIVITY:

APPROACHES, SOFTWARE AND APPLICATIONS



社会科学文献出版社

SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目 (CIP) 数据

效率与生产率的非参数分析: 方法、软件与应用/孙巍著.
—北京: 社会科学文献出版社, 2010.5
(吉林大学哲学社会科学学术文库)
ISBN 978-7-5097-1474-4

I. ①效… II. ①孙… III. ①劳动生产率-非参数法-研究 IV. ①F242

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 082416 号

· 吉林大学哲学社会科学学术文库 ·
效率与生产率的非参数分析
——方法、软件与应用

著 者 / 孙 巍

出 版 人 / 谢寿光

总 编 辑 / 邹东涛

出 版 者 / 社会科学文献出版社

地 址 / 北京市西城区北三环中路甲 29 号院 3 号楼华龙大厦

邮政编码 / 100029

网 址 / <http://www.ssap.com.cn>

网站支持 / (010) 59367077

责任部门 / 财经与管理图书事业部 (010) 59367226

电子信箱 / caijingbu@ssap.cn

项目经理 / 周 丽 李延玲

责任编辑 / 张景增

责任校对 / 陈晓永

责任印制 / 蔡 静 董 然 米 扬

总 经 销 / 社会科学文献出版社发行部

(010) 59367080 59367097

经 销 / 各地书店

读者服务 / 读者服务中心 (010) 59367028

排 版 / 北京步步赢图文制作中心

印 刷 / 三河市尚艺印装有限公司

开 本 / 787mm × 1092mm 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 229 千字

版 次 / 2010 年 5 月第 1 版

印 次 / 2010 年 5 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5097-1474-4

定 价 / 49.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误,
请与本社读者服务中心联系更换



版权所有 翻印必究

内 容 提 要

本书介绍的基于生产前沿面理论的效率与生产率的非参数分析，源于面向非参数方法的全新的微观经济学集合论描述。静态生产前沿面意义下，通过生产资源实际配置状态和相对有效配置状态的比较，介绍了技术效率测度及其分解的理论、方法及非参数模型体系。多时期动态生产前沿面意义下，阐述了包括技术效率变化和技术水平变化的动态生产率非参数测度和分解理论与方法体系。

本书还系统介绍了作者运用非参数效率与生产率非参数分析方法，近年来在经济增长、银行业绩效、大中型企业运行效率、要素拥挤特征以及农业资源配置效率等方面的应用研究成果。本书最后一部分完整介绍了作者独立开发的新版本的非参数效率与生产率测算软件 FRONTIERS 2.0。本书获得吉林大学哲学社会科学优秀科研成果出版资助计划的资助。

前 言

基于生产前沿面理论的效率与生产率的非参数分析方法，目前在国内外已经有了大量的应用，并已经出现了一系列有影响的成果和著作，但作为一个新兴的研究领域，迄今为止还没有形成大家公认的比较稳定的理论与方法体系。本书的出版，旨在阐明作者对这一领域的理解，并系统介绍作者基于生产前沿面理论的效率与生产率的非参数测度体系，以及以此为基础的一系列系统的应用成果。

在正式介绍效率与生产率的非参数分析方法之前，有三个问题需要说明，即关于生产前沿面与生产资源配置效率的关系，关于参数方法与非参数方法的联系，以及本书的写作思路。

一 关于生产前沿面与生产资源配置效率

在经济学的生产理论中采用生产函数描述生产技术关系，即特定生产技术条件下各种生产要素投入的配合可能生产的最大产出。这就是说，对于给定的生产要素和产出品价格，要求选择要素投入的最优组合（也就是投入成本最小化组合）和产出品最优组合（亦即产出收益最大化组合），要求选择适度的经济规模，要求生产调控过程中对投入品和产出品具有强处置能力，要求生产技术和经营管理水平充分发挥，以最大可能的劳动生产率组织生产。这种定义可以理解为一种理论上的假定，在此基础上采用生产函数进

行经济理论的分析。这种理论假定有其合理性，以赢利为目的的厂商追求的就是利润最大化，应该追求这种最优生产状态。这种理论生产函数所描述的生产可能性边界在本书中称为生产前沿面（Production Frontiers）。

但是，实际的生产过程并不全是在最优状态下进行的，即使对经营绩效优异的企业这种最优生产状态也是一种短期的动态的概念。在生产函数的测算中，直接使用实际要素投入和产出数据进行生产函数的常规拟合，所得到的生产函数反映的只是一定投入要素组合与平均产出量之间的关系，这种平均意义上的生产函数有悖于生产函数的理论前提。针对这种情况，20 世纪 70 年代以后开始了描述有效生产前沿面的生产函数的研究（William H. Greene, 1980; R. W. Shephard, 1970）。为了与平均生产函数相区别，把这种描述生产前沿面的生产函数称为前沿生产函数或边界生产函数（Finn R. Forsund, 1980）。

在生产函数的经验研究中，如果需要通过函数估计一组生产要素投入在一般情况下可以获得的产出水平，应用平均生产函数是合适的。但是，如果需要研究一组要素投入所对应的最优生产状态，则要通过前沿生产函数的估算才有可能实现。对于平均生产函数，实际产出量可以在其上方，也可以在其下方；而对于前沿生产函数，所有实际产出量都只能在其下方或在生产前沿面上，不可能在其上方。

在特定技术水平下，实际生产状态与生产前沿面状态总是存在差距的，这种差距所反映的是生产的有效性程度。由于这种生产的有效性程度刻画的是特定技术下的生产有效性程度，因此多数文献将其称为技术效率。也正是由于这种生产有效性程度实际刻画的是生产要素资源配置的有效性程度，所以也将其称为生产资源配置效率（孙巍，2000）。

二 关于参数方法和非参数方法

真正意义上的生产资源配置效率测度研究始于 1957 年经济学家 Michael Farrell 基于生产前沿面思想进行的开创性研究工作 (Farrell, M. J., 1957)。Farrell 模型的建模思想是采用一系列适合的线性规划模型求解出所观测投入空间的凸边界。假定有 K 个决策单元 (Decision-Making Unit, DMU) 或企业 ($k = 1, 2, \dots, K$), 第 k 个决策单元的多投入单产出数据集合为 $(x_{km}, u_k, m = 1, 2, \dots, M)$, 则 Farrell 前沿面由下列线性规划模型的优化结果确定:

$$\begin{aligned} \min_{\beta} g_k &= \sum_{m=1}^M x_{km} \beta_m \\ \text{s. t. } \quad &\sum_{m=1}^M x_{km} \beta_m \geq u_k \\ &k = 1, \dots, K \\ &\beta_m \geq 0 \\ &m = 1, \dots, M \end{aligned}$$

式中, 目标函数使用的是第 k 个决策单元的投入。对于任意一个决策单元 k , 可以得到上述线性规划模型最优值 $\beta^*(k)$ 。如果 $\sum_{m=1}^M x_{km} \beta_m^*(k) = u_k$, 则第 k 个生产单元处于有效生产状态。也就是说, 第 k 个生产决策单元的前沿生产函数为:

$$u_k^* = \sum_{m=1}^M x_{km} \beta_m^*(k)$$

Farrell 前沿面线性规划模型的构造原理是, 以所有样本生产决策单元的投入产出观测值为基础, 以所有样本决策单元可以实现的所观测产出的生产要素组合作为约束, 通过 Farrell 线性规划模型求解最小生产要素组合的 $\{\beta^*(k), k = 1, \dots, K\}$ 。由于每个生产单元

的前沿生产函数都是齐次线性函数，描述的是多维空间平面，因此 Farrell 有效面可以看做多个有效面相交构成的凸多面体（Convex Facets）。

Farrell 原始模型是生产前沿面实证性研究的雏形。目前，生产前沿面研究成果非常丰富，从研究方法方面来看形成了两个大的分支：参数方法（Aigner, D. J. and D. S. Chu, 1968; William H. Greene, 1982）和非参数方法（Charnes, A., 1978; Charnes, A., W. W. Cooper, L. Seiford, and J. Stutz, 1983）。前沿生产函数研究的参数方法沿袭了传统的生产函数估计思想，首先根据需要确定或构造一种具体的生产函数形式，然后通过适当的方法估计位于生产前沿面上函数的参数，从而完成描述生产前沿面的前沿生产函数的构造（Laurits R. Christensen, Dale W. Jorgenson and Lawrence J. Lau, 1971）。生产前沿面研究的非参数方法摒弃了参数方法研究中函数形式需要事先假定、参数估计的有效性和合理性需要检验等多方面问题，不去寻求生产前沿面的具体函数形式，而是通过所观测的大量实际生产点数据，基于一定的生产有效性标准找出位于生产前沿包络面上的相对有效点。伴随理论与方法研究的逐步深入，生产前沿面研究的参数方法和非参数方法在很多领域的实证分析中得到了越来越广泛的应用（Adam Wagstaff, 1989; Asaul Hoque, 1995; Osvaldo Salas, 1994）。

生产前沿面理论的非参数效率测度方法——数据包络分析法（DEA）是 1978 年由美国学者 Charnes 等人提出并迅速发展起来的一类全新的计量经济学方法。早期的 DEA 方法并不是为生产前沿面研究构造的，所表达的决策单元效率规划模型的经济意义并不明显，而其对偶规划才是生产决策单元经济效率的直接表达模型。20 世纪 80 年代中期以后美国学者 Rolf Fare 等人逐步发展了 Charnes 的方法，以生产理论的集合论描述为基础，形成了以数据包络分析方法为基础的描述生产过程中多种经济意义上的基于非参数模型的理

论体系。生产前沿面研究的非参数方法由于避免了参数方法在实际应用时对模型具体形式的依赖，且具有对于多种经济问题的普遍适应性和对于大样本研究的实用性，因而得到了广泛的应用和迅速的发展，近年来不断有新的研究成果出现。

目前，非参数方法的应用一般包含两个方面：一方面是在没有技术进步发生的某一特定的技术水平下，描述技术水平发挥程度的技术效率——生产资源配置效率测度；另一方面是在多时期的动态条件下，技术效率与技术进步同时变化的全要素生产率（TFP）测度。

生产前沿面研究的参数方法目前的发展趋势主要是，一方面寻求比较合适的生产函数形式，以求比较合理地刻画具体经济问题；另一方面通过引入生产对偶理论，借助成本函数研究多产出问题。但目前还没有合适的参数形式可以很好地描述等产量线后弯的要素拥挤问题。

生产前沿面研究的非参数方法受到的主要批评有三点：第一是没有考虑随机因素对生产前沿面的影响，因而使得所得到的生产前沿面度量包含了多种随机因素；第二是非参数方法所得到的效率与生产率度量结果缺乏稳健性，在某些个别情况下会因为样本的个体差异或者时空差异表现出过度的灵敏性，当然这种过度灵敏性的原因可能是没有排除随机因素，也可能是方法本身所致；第三是效率与生产率分析的非参数方法对数据的要求很高。作者在实际问题的研究过程中多次遇到某些样本点不存在最优解的情形，一旦这种情况出现，可能的处理办法就是重新审视数据来源的真实性和处理过程的科学性以及指标设计与选取的合理性。

生产前沿面理论与方法的应用研究现在有大量的成果产生，涉及的领域也极其广泛。国内外的应用研究成果涵盖宏观经济、工业、农业、金融保险等领域。目前的应用研究表现出的一个突出特征是，将基于生产前沿面的效率与生产率研究和其他的计量经济学方法与相关经济理论有机结合起来，对市场主体行为、产权结构与

绩效的关系、竞争与生产率、区域性产业结构演变、X 效率的定量分析、产能过剩与要素拥挤以及国家之间的竞争力分析等各种经济问题进行研究。值得注意的是，生产要素拥挤问题作为这一领域的热点理论问题，正在国际学术界展开比较激烈的争论，最近几年产生了一系列有影响的成果，并取得了很大进展。

三 本书的基本思路

生产前沿面思想把微观经济学的厂商理论与实际经济问题研究的实证化有机地结合起来，因此可以认为是微观经济学的厂商理论实证化的桥梁，为我们提供了一种全新的研究思路。本书期望在这个思路做出系统的总结和探索。

首先需要说明，生产本质上是投入品转化为产出品过程，这种转化是由特定的技术水平决定的，生产问题的描述实质上是生产技术的描述。因此，以生产前沿面理论为基础的效率与生产率分析是从投入、产出和技术的描述入手的。

鉴于非参数方法的特点及其在生产前沿面领域研究中的适用性，特别是作为一种较新的研究方法，实际应用中还有很多容易出现的问题需要避免，本书选择了分段的线性非参数方法。为了保证非参数方法所建立的模型理论基础的正确性与合理性，本书在理论分析中引入了现代数理经济学的集合论描述方法，期望通过生产理论基本问题的集合论描述，建立比较完整的在相同理论基础上的同质化非参数描述模型体系。

在非参数集合论描述的基础上，本书先考虑特定技术水平下，生产资源配置的有效性水平的发挥程度的测度问题——静态生产前沿面意义上的生产资源配置效率问题。在某一特定的技术水平下，没有技术进步发生，只有技术水平发挥程度的技术效率——生产资源配置效率存在。在各种经济意义下技术效率的非参数测度的理论

与模型研究基础上,根据生产资源配置效率损失的经济意义,从投入的可节约性和产出的可扩张性两个方面,系统阐述了技术效率向生产规模效率、资源可处置度和纯技术效率的分解体系。

本书进一步考虑了多时期的动态问题。此时不仅生产资源配置效率水平要发生变化,技术水平也要发生变化,即有技术进步发生。生产资源配置效率与技术水平的综合变化就是全要素生产率的增长。为了实现生产率增长的非参数描述,本书介绍了一个与价格无关的生产率指数——曼奎斯特生产率指数 (Malmquist Productivity Index),并以另一种效率描述工具——距离函数为媒介,实现了曼奎斯特生产率指数的非参数描述,及其向技术效率变化率和技术进步率的进一步分解。与静态意义上的分解相对应,动态条件下技术效率变化率可以进一步分解为规模效率变化率、资源可处置性变化率和纯技术效率变化率。为了和现有生产率研究的参数方法中的中性技术进步描述相对应,还进行了技术进步率向中性技术进步率和非中性技术进步率的分解。这里有必要了解的一个特殊问题是,在研究文献中所谓的技术进步中性和非中性的概念是针对多种投入而言的,由于常规参数方法只能描述单产出问题,因而不存在产出的非中性问题,但当采用非参数方法研究技术进步问题时,可以描述多产出情形,也就产生了产出的非中性问题。非参数方法给出了比较完整的投入产出联合中性技术进步、投入非中性技术进步和产出非中性技术进步的分解模型。至此,构成了动态条件下生产率增长的非参数测度与分解。

研究以生产前沿面的非参数描述为基础的生产资源配置效率与全要素生产率的测度与分解,其意义不仅在于揭示理论内涵,而且还在于实证方面的完全可测度性。因此作者在理论与方法研究的基础上,主持开发了相关的第二代软件系统——Non-Parametric Frontiers 2.0。

应用研究选择我国经济增长方式转变时期工业生产领域的区域性增长特征、商业银行运营行为与绩效演化、国有大中型企业的效

率特征以及粮食生产资料配置效率等多领域的应用研究，希望通过实证研究一方面验证理论、方法、模型和软件的正确性、可行性与实用性，另一方面让读者了解这一领域理论方法的使用场合、应用模式和应该注意的具体问题，从而为这一领域理论与方法在我国的推广和应用提供一本有用的参考书。

目 录

第一篇 理论与方法篇

第一章 生产资源配置的有效性	3
一 生产资源	3
二 资源配置	5
三 市场经济与资源配置	6
四 生产资源配置的有效性	7
第二章 生产技术的集合论描述与非参数模型	9
一 基本生产过程的集合论描述	10
二 非参数模型	17
第三章 基于投入的效率测度	23
一 基于投入且要素可自由处置的技术效率测度	24
二 基于投入可处置性变化的技术效率	30
第四章 基于投入的效率分解	34
一 基于投入的规模效率	34
二 基于投入的要素可处置度	36

2 / 效率与生产率的非参数分析

三 基于投入的纯技术效率	37
四 基于投入的要素组合效率	37
五 基于投入的资源配置综合效率分解的图示	40
第五章 基于产出的效率测度	43
一 基于产出的强处置性技术效率测度	43
二 基于产出可处置性变化的技术效率	49
第六章 基于产出的效率分解	53
一 基于产出的规模效率	53
二 基于产出的可处置度测度	54
三 基于产出的纯技术效率	55
四 基于产出的组合效率	55
五 基于产出的资源配置综合效率分解的图示	58
六 投入效率与产出效率的比较	60
第七章 曼奎斯特生产率指数的非参数模型及其基本分解	63
一 距离函数	64
二 基于 (C, S) 前沿面的曼奎斯特生产率指数测度	69
三 基于 (C, S) 前沿面的曼奎斯特生产率指数的 基本分解	74
第八章 曼奎斯特生产率指数的进一步分解	76
一 基于 (C, S) 前沿面技术效率变化率的 进一步分解	76
二 基于 (C, S) 投入的技术进步率的进一步分解	77

第二篇 软件与应用篇

第九章 主要工业经济指标的可比性处理方法	87
一 工业增加值的可比性处理	87
二 固定资产的可比性处理	92
三 其他指标数据的可比性处理	97
第十章 1992 ~ 1998 年: 工业生产率的非参数测度与分析 ...	100
一 生产率增长的源泉——集约型增长基本内涵的重构	100
二 经济转轨时期工业区域性投入产出数据及其预处理	104
三 生产率增长理论与实践: 几个问题的说明	112
第十一章 中国工业经济省际差异成因分析	120
一 生产率指数的非参数分解方法和面板数据的 回归模型	123
二 数据和计算结果	126
三 实证结果的分析	128
四 实证研究的结论	133
第十二章 转轨时期中国工业生产要素拥挤的特征分析	134
一 生产要素拥挤及其可处置性的理论内涵	136
二 生产要素拥挤及其可处置性的非参数效率 测度方法简介	137
三 经济转轨时期工业生产要素拥挤特征分析	141
四 经济转轨时期工业生产要素拥挤特征总结	146

第十三章 国有商业银行的效率测度及其行为特征	148
一 国有与非国有商业银行效率的非参数效率测度与分解	149
二 计量模型的建立与结果分析	151
三 本章小结	155
第十四章 商业银行绩效的演化趋势及其形成机理	156
一 问题的提出	156
二 分析银行业绩效水平演化机制的理论框架	159
三 我国银行业绩效水平演化机制的实证分析	161
四 本章小结	170
第十五章 中央企业参股控股及国有独资上市公司运行效率的特征	172
一 数据资料的准备	172
二 研究方法理论体系的说明	174
三 运行效率计算与检验结果	175
四 典型行业中央企业运行效率的简要分析	185
五 进一步研究的工作和需要说明的问题	186
第十六章 市场化进程对地区工业经济发展的作用机理研究	188
一 问题的提出	188
二 地区工业经济增长决定因素的数理分析	190
三 理论假说及计量经济模型	193
四 数据的来源和指标的选择	196
五 实证分析	198
六 本章小结	203

第十七章 中国粮食生产效率与生产率的时空特征分析	204
一 问题的提出	204
二 分析框架、样本的选择与数据来源	206
三 粮食生产效率与生产率的时空特征分析	208
四 主要结论与政策建议	213
 第十八章 非参数生产前沿面分析软件 Frontiers 2.0 简介	215
一 Frontiers 2.0 的总体功能与系统要求	215
二 Frontiers 2.0 应用之一：生产资源配置效率测度	219
三 Frontiers 2.0 应用之二：非参数生产率指数 及其分解	225
 参考文献	231
 后 记	251