

# 我国区域生产效率及其影响因素实证分析 ——基于 2001–2008 年省际面板数据与随机前沿方法

王志平<sup>1,2</sup>, 陶长琪<sup>1</sup>

(1. 江西财经大学 信息管理学院, 南昌 330013; 2. 华东交通大学 经济管理学院, 南昌 330013)

**摘要** 运用随机前沿 C-D 生产函数, 通过对全国和三大区域分别建模, 对我国各地区的生产效率及其影响因素进行了分析. 实证结果表明: 生产效率区域格局为: 东部大于中部大于西部; 生产效率变化率的区域特征为: 中部大于西部大于东部, 中西部与东部生产效率差距逐步缩小; 各模型一致表明, 对外开放程度与基础设施的实际有效利用对生产效率变化具有普遍积极的作用; 产业结构优化对东西部生产效率的边际效应最为显著; 对中部而言, 科技创新投入的作用最为突出.

**关键词** 生产效率; 随机前沿生产函数; C-D 生产函数; 主成分变量

## Regional production efficiency and its influence factors analysis in China — Based on 2001–2008 inter-provincial panel-data and SFA method

WANG Zhi-ping<sup>1,2</sup>, TAO Chang-qi<sup>1</sup>

(1. Information and Management School, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China;  
2. Economics and Management School, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract** With the use of SFA and the C-D production function, and models respectively for the nation and three regions, the author analyzes the regional characteristics of production efficiency of various regions in China and the influence factors of production efficiency. The empirical results show that the regional pattern of production efficiency: Eastern > Central > West; the regional characteristics of the change rate of production efficiency: Central > West > East, the gap between Central and West with Eastern is narrowing; All models consistently show that openness and effective and efficient use of infrastructure all have general positive effect on productive efficiency; Optimum of industrial structure has the most significant effect on marginal productivity to Eastern & West; while the role of technological innovation is most prominent for Central.

**Keywords** production efficiency; stochastic frontier production function; C-D production function; the principal component variables

### 1 引言

效率分析是经济学的核心内容之一. 早期对生产技术效率的处理一般采用算术比例法, 通过计算产出与投入的简单比例来表示投入产出绝对效率的高低, 该方法简单易用, 但仅适用于单指标的投入产出效率分析; 而另一种方法则基于生产前沿面理论. 自 Farrell<sup>[1]</sup> 提出以生产前沿来测量技术效率, 把生产效率定义为实际产出与潜在的最大产出的距离以来, 出现了各种不同的测量技术效率的方法模型, 可以简单分成两类: 确定性前沿模型与随机性前沿模型. 前者假定被考察的所有生产单位的实际产出与前沿产出之间的差别纯粹是由技术低效率引起的, 这显然与实际生产情况不符. 例如, 在农业生产中, 各生产单位面临不同的生产

收稿日期: 2009-08-07

资助项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划 (NCET-07-0382); 国家自然科学基金 (70663002, 71073073)

作者简介: 王志平 (1972–), 男, 江西宜丰人, 讲师; 陶长琪 (1967–), 男, 江西临川人, 教授, 博士生导师.

环境, 如气候、地理位置、信息等, 这些非技术因素同样导致生产单位的实际产出低于前沿产出. 后者则考虑到随机因素对前沿产出的影响, 认为各决策单元具有不同的前沿面, 具有更强的适用性, 因而在实证研究中应用更加广泛. 比较生产前沿面理论的两大分支: 非参数方法与参数方法, 非参数的 DEA 方法虽然避免了具体函数的设定而导致的偏差, 但作为一种数学规划方法, 不具备统计特征, 不能对模型本身进行检验, 无法分离随机因素和测量误差的影响, 有较多的局限性. 参数方法主要是随机前沿生产函数法 (SFA), 其误差项是由无效率项和随机误差项构成的复合结构, 正是由于无效率项和随机误差项的分离, 从而确保了被估效率有效且一致, 而且考虑了随机误差项对个体效率的影响.

我国对效率的研究主要集中于产业层面, 具体表现为: 工业从所有制、隶属关系等视角考察行业与微观企业的效率<sup>[2-5]</sup>; 农业从政策、农产品、区域等角度考察<sup>[6-7]</sup>; 服务业则考察市场化改革与对外开放等因素对效率的影响<sup>[8-9]</sup>. 区域层面的研究有: 颜鹏飞、王兵<sup>[10]</sup>采用 Malmquist 指数, 对 1978-2001 年省级面板数据的研究发现, 技术效率的提高是我国 TFP 增长的主要原因; 于君博<sup>[11]</sup>采用随机前沿 C-D 生产函数以及 Malmquist 指数法研究了我国各地区 1979-2004 年效率的发展变化, 发现我国经济增长过程中的技术效率改进并不明显, 20 世纪 90 年代中期后甚至出现了下滑的趋势; 范爱军、王丽丽<sup>[12]</sup>, 采用 DEA 方法和 2001-2007 年面板数据, 测算我国各地区技术效率水平, 发现三大地区的技术效率增长呈收敛趋势; 傅晓霞、吴利学<sup>[13]</sup>利用随机前沿生产函数以及 1978-2004 年 28 个省市面板数据的实证结果表明, 技术效率效应对地区增长差异有较大影响, 而人力资本水平提高对效率改善起很大作用; 吴延瑞<sup>[14]</sup>利用随机前沿超越对数生产函数模型, 分析了我国各地区 1992-2004 年生产效率状况, 并考察了改革水平、经济开放的程度和基础设施开发等因素对生产效率的影响, 发现这些环境变量对增长和效率的影响不是明显; 王志刚、龚六堂等<sup>[15]</sup>利用随机前沿超越对数模型和 1978-2003 年分省数据进行了实证分析, 并考察了国有工业产值占工业总产值的比重、当期出口占当期 GDP 的比重、财政支出占 GDP 的比重等因素对生产效率的影响, 发现东部地区的生产效率高于中西部, 出口占 GDP 的比重、初始人力资本对生产效率有正面影响.

上述文献对于区域生产效率做出积极有益的探索, 但也存在如下不足: 其一, 侧重于效率水平测算, 对效率影响因素的研究欠缺有限, 或者研究不够全面; 其二, 超越对数生产函数虽然具有形式灵活、兼容性强等特点, 但容易产生多重共线性等问题; 而传统使用的 C-D 生产函数虽然形式简单, 易于估计和分解, 但假定技术中性和产出弹性固定, 无法解决异质性问题, 因而简单地套用任何一种形式都不可避免地会导致估计上的缺陷.

本文采用 Battese 和 Coelli<sup>[16]</sup>发展的随机前沿生产函数模型, 对 30 个省、直辖市、自治区 (重庆纳入四川) 2001-2008 年生产效率状况进行了分析. 与相关文献比较, 本文的特点在于: ①从制度、基础设施的充分有效利用状况、产业升级、科技创新等方面较系统地考察影响生产效率的因素; ②采用随机前沿 C-D 模型, 按照“统”与“分”相结合的原则, 既考察全国的普遍的、主导的特征, 也考察各地区的区域特点; ③对采用的数据进行了充分的综合与提炼. 第一, 在考察基础设施因素时, 不是从供给的角度提出指标, 而是对众多的反映交通运输通讯的实际有效利用的指标采用主成分方法得到的综合变量来度量, 对科技创新也类似地采用了主成分的方法; 第二, 对劳动力数据, 则考虑教育因素的影响, 以受教育年数为权得到有效劳动力数据; 第三, 对资本投入数据, 则采用通过永续盘存法核算得到的资本存量数据. ④时间上选择 2001-2008 年, 是因为自 2002 年中国加入 WTO 以来, 市场经济与国际接轨, 相对而言, 比之前更加符合运用生产函数需要具备的成本最小化、利润最大化、产品和要素完全竞争的条件.

本文的结构安排如下: 首先, 从理论上探讨了我国各地区生产效率的影响因素, 提出对应指标, 并对这些指标 2001 年与 2008 年的区域数值变化作了初步的比较分析, 以备为后面实证结果的分析提供基础的参考比照; 其次, 对本文采用的随机前沿生产函数模型以及 C-D 形式作了介绍; 第三, 对全国和三大区域分别建立随机前沿生产函数模型, 对四个模型进行对比分析, 考察各区域生产效率及各种因素对生产效率的边际效应的共性与个性特征, 对各指标数值表现作出分析和解释; 最后, 对实证分析的结果作了归纳总结, 得到相关结论与政策建议.

## 2 影响区域生产效率的因素分析及投入产出变量的说明

地区生产效率的变化, 首先受改革开放等制度因素的影响, 而随着经济的发展, 产业结构的优化升级、交通通讯基础设施的不断完善、科技投入的增长都可能对区域整体生产效率起不同程度的影响. 因此, 本文从

这些角度来考察影响我国地区生产效率的因素 (Z), 见表 1.

表 1 影响地区生产效率的指标体系

制度	改革	工业总产值中非国有企业比重 $Z_1$ 、全社会固定资产投资中非国有企业比重 $Z_2$
	开放	出口占 GRP 比重 $Z_3$ 、外商投资占 GRP 比重 $Z_4$
结构优化		第二第三产业增加值之和占三次产业的比重 $Z_5$
基础设施 $Z_6$		各地区旅客周转量、各地区货物周转量、民用汽车拥有量 私人汽车拥有量、邮电业务总量、移动电话年末用户
科技创新 $Z_7$		各地三种专利授权数合计、R&D 经费支出 地方财政科技拨款、各地技术市场成交额

### 1) 对外开放程度

本文从外商投资与进出口两个方面来考察各地区的对外开放程度. 外商投资在给国内企业带来大量适用技术的同时, 技术的外溢效应促进企业充分利用现阶段的比较优势来提高生产效率, 而人力资源的流动、管理上的借鉴学习、市场的竞争等因素都对国内企业生产效率的提高起很大的作用<sup>[17]</sup>; 而进出口反映了各地区面对国际经济交流的国际经营能力. 本文选取进出口总额占各地地区生产总值 (GRP) 的比重 ( $Z_3$ ) 以及外商投资占 GRP 的比重 ( $Z_4$ ) 作为反映对外开放程度的两个指标. 考察 2001 年与 2008 年各区域进出口与外商投资的状况, 如图 1-4, 东部地区无论是进出口额还是外商投资额, 占到全国的份额都很大, 各达到 90%, 80% 以上, 而中西部所占份额显得微弱; 从各区域进出口与外商投资占各区域生产总值的比值来看, 2008 年与 2001 年比较, 进出口的比值都有所上升, 东部上升尤为显著; 而外商投资的比值则呈现相反的趋势.

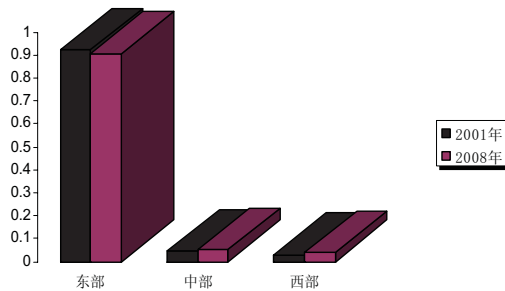


图 1 各区域进出口占全国份额

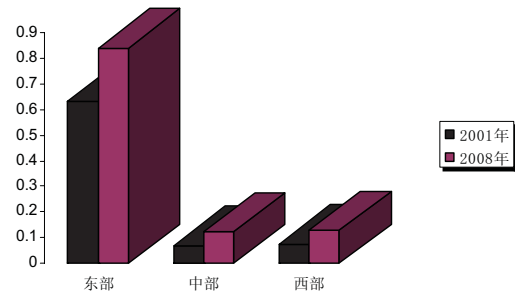


图 2 各区域进出口占该区域 GRP 的比值

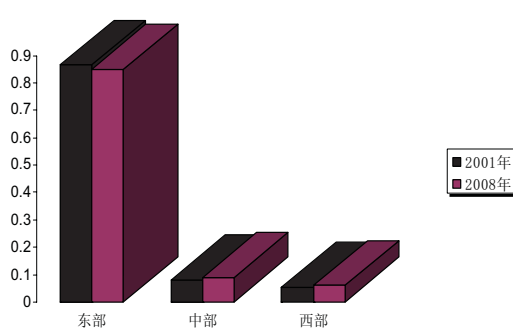


图 3 各区域外商投资占全国份额

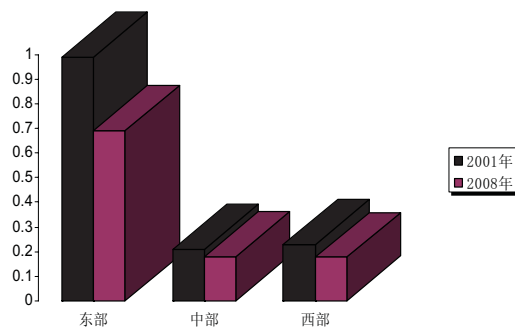


图 4 各区域外商投资占该区域 GRP 的比值

### 2) 所有制比例

对第二产业的研究表明, 非国有企业的生产效率要优于国有企业<sup>[17]</sup>. 由工业在经济增长中的重要性, 本文以工业总产值中非国有企业比重 ( $Z_1$ ) 以及全社会固定资产投资中非国有企业比重 ( $Z_2$ ) 作为改革的指标, 反映民营资本活跃程度及市场化程度, 考察 2001 年与 2008 年各区域情况, 见图 5-8. 东部地区国有及规模以上非国有工业企业工业总产值、国有及规模以上非国有工业企业固定资产投资在全国对应指标中所占份额分别达到 7 成、6 成, 份额最大, 中部两个份额都为 2 成, 西部则更小, 分别为 1 成与 1.7 成. 2008 年与 2001 年比较, 各区域的份额几乎没有发生改变; 非国有企业工业总产值与固定资产投资在工业中所占比重,

东部 > 中部 > 西部, 2008 年与 2001 年比较, 各区域都有较大幅度的上升, 中部地区尤为显著, 分别达 26%, 21%; 东部上升幅度分别为 13%, 20%; 西部对应数值为 21%, 12%。

### 3) 产业结构

经济增长和收入水平的提高推动着需求的多样化和高级化, 需求的变化与产业的技术和技术创新的发展促使产业由低技术水平、低附加值状态向高技术、高附加值状态的演变和升级, 随着企业从生产劳动密集型低价值产品向生产更高价值的资本或技术密集型产品的转移, 以及体现产业融合的生产性服务业的发展, 促使地区生产效率得到提升; 同时, 不同产业具有不同的生产效率, 第二产业的生产效率要远高于第一产业<sup>[18]</sup>, 因此, 产业结构的优化发展, 意味着地区生产效率的不断提高。考察各区域产业结构, 由图 9、图 10 可知, 2008 与 2001 年比较, 西部与中部第二产业结构上升相对明显, 分别为 7.5 与 4.6 个百分点, 而第一产业下降的幅度, 东中部都在 4 个百分点左右, 西部为 5.5 个百分点, 西部地区结构优化相对显著。本文选取各地区二三产业之和占 GRP 比值 (产业优化度) 这一指标来反映产业结构变化 ( $Z_5$ )。

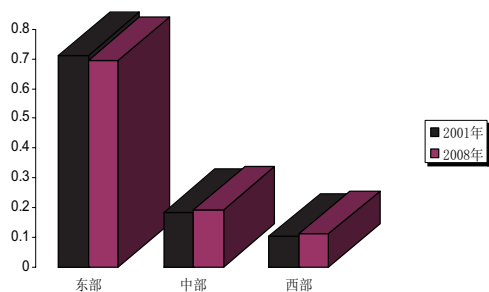


图 5 各区域规模以上工业总产值占全国份额

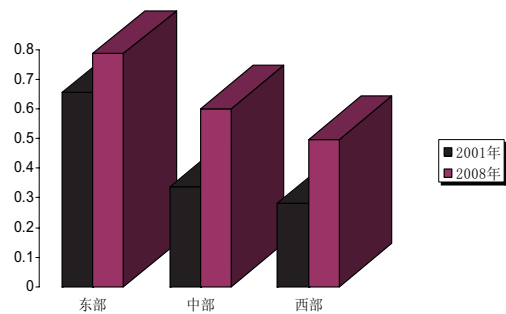


图 6 各区域工业总产值中非国有企业比重

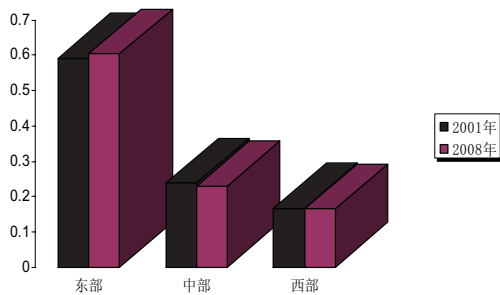


图 7 各区域工业固定资产投资占全国份额

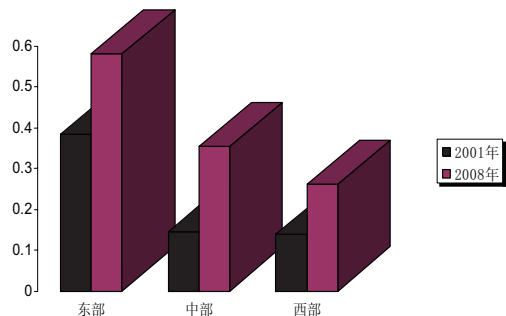


图 8 各区域固定资产投资中非国有企业比重

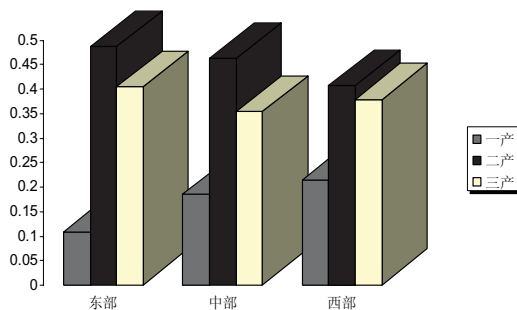


图 9 2001 年各区域产业结构

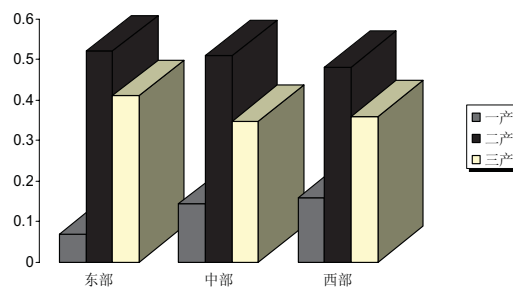


图 10 2008 年各区域产业结构

### 4) 基础设施

根据交通运输与经济适应性的理论<sup>[19]</sup>, 交通运输基础设施必须与经济的发展和效率的提高相适应并适度超前, 才有利于经济发展与效率的提高。通常反映交通基础设施的指标用每平方公里土地上交通路线的长度来度量<sup>[14]</sup>, 但这仅仅是反映基础设施供给的指标, 而没有反映出实际需求和使用情况。因此这里采用反映基础设施实

际利用状况的指标: 每年各地区旅客周转量、各地区货物周转量、民用汽车拥有量、私人汽车拥有量、邮电业务总量、移动电话年末用户等, 通过提取主成分的方法进行综合, 求出各地区历年非标准化的主成分得分 ( $Z_6$ ), 来反映交通运输与通讯基础设施的实际使用与成果. 为了直观地表现出各地区交通运输与通讯基础设施的实际使用状况, 在这里把 2001 年, 2008 年非标准化的主成分得分转化到 0-100 之间 (通过公式  $y = [(x - \min)/(\max - \min)] \times 100$ ), 再分别求出各区域的平均得分, 见图 11, 与 2001 年比较, 2008 年各区域基础设施得分都有上升, 其中, 中东部相对明显, 西部上升微弱.

#### 5) 科技投入

技术创新与进步对于企业采用新技术来提高生产效率有着重要意义. 这里使用与基础设施得分相类似的处理方法, 对每年各地三种专利授权数合计、R&D 经费支出、地方财政科技拨款、各地技术市场成交额这四个指标使用主成分分析, 求出历年非标准化的主成分得分 ( $Z_7$ ); 再通过公式  $y = [(x - \min)/(\max - \min)] \times 100$ , 把 2001 年, 2008 年非标准化的主成分得分转化到 0-100 之间, 再分别求出东、中、西部的平均得分, 结果见图 12. 东部地区的科技投入要明显好于中西部, 中西部仅相当于东部的 1/3 与 1/4, 2008 年与 2001 年比较, 东部的科技投入平均得分有所上升, 而中西部则相反, 平均得分下降, 东部与中西部差异增大, 呈现出两极分化的趋势. 基础数据来源于《中国科技统计年鉴》.

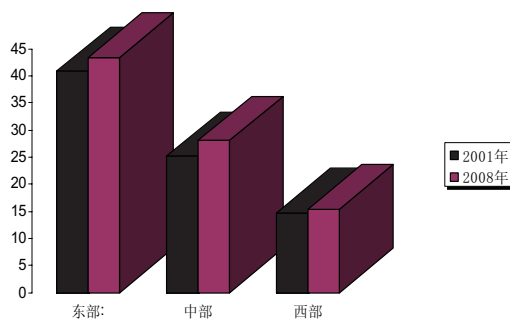


图 11 各区域基础设施得分

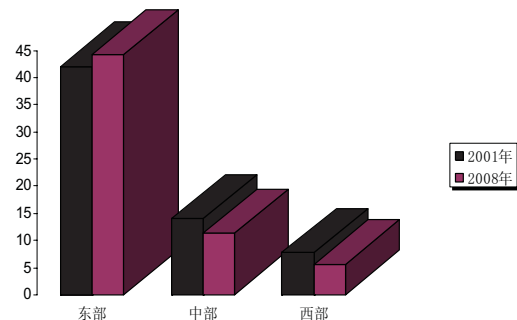


图 12 各区域科技投入得分

对于构建生产方程的变量, 产出变量采用不变价格衡量的增加值; 劳动投入则考虑劳动力受教育程度的影响, 以各年全国平均受教育年数为标准来折算, 从而得到以受教育为权的有效劳动力数据; 而资本投入数据则采用通过永续盘存法核算得到的资本存量数据.

#### 6) 地区生产总值 (GRP)

以 2000 年不变价格来衡量, 单位: 亿元. 计算方法为: 以 2000 年当年价格的各地 GRP 乘以 2001-2006 年各省 (直辖市、自治区) 各年以上年为基期不变价格衡量的发展速度得到. 数据来源于《中国统计年鉴》.

#### 7) 有效劳动力

把各地区就业人数  $\times$  各地就业人员平均受教育年数  $\div$  当年全国就业人员平均受教育年数得到, 单位: 万人. 比如, 某就业人员受教育年数为平均受教育年数的 1.5 倍, 就折算成 1.5 人. 各地就业人员平均受教育年数 = (未上过学比重 + 小学比重)  $\times 6$  + 初中比重  $\times 9$  + 高中比重  $\times 12$  + 大专比重  $\times 15$  + 本科比重  $\times 16$  + 研究生比重  $\times 19$ . 未上过学人员按小学处理, 是因为其工作中要受到相关的培训和具备一定的技能. 全国就业人员平均受教育年数是以各地就业人数占全部就业人数的比重为权, 各地平均受教育年数为变量计算得到. 数据来源于《中国劳动统计年鉴》.

#### 8) 资本存量

本文资本存量数据是使用永续盘存法核算各省 (直辖市、自治区) 1952-2006 各年资本存量数据后得到, 以 2000 年价格计, 单位: 亿元. 参考张军<sup>[20]</sup>的方法, 基年 1952 年的初始资本存量以各省区市 1952 年的固定资本形成除以 10% 得到; 各省固定资本形成总额的经济折旧率  $\delta$  取 9.6%; 当年投资指标取固定资本形成总额; 1993-2004 固定资本投资价格指数可以按《中国国内生产总值核算历史资料 1952-2004》提供了年的不变价格衡量的发展速度来推算, 以后各年各省固定资本投资价格指数可以直接在《中国统计年鉴》找到, 以往历年数据参考何枫<sup>[21]</sup>的方法, 对商品零售价格指数拟合回归得到; 重庆数据纳入四川. 而海南、西藏的数据, 可以根据《新中国五十五年统计资料汇编 1949-2004》及相关的推算得到.

求出各区域增加值、资本存量、有效劳动力占全国的份额, 见图 13, 图 14. 东部地区增加值与资本存量

占全国 6 成以上, 而有效劳动力仅占全国 4 成左右; 中西部地区增加值与资本存量份额显著小于东部, 而劳动力份额却差异不大; 2008 年与 2001 年比较, 东部增加值份额上升 3 ‰, 中部上升 2.4 ‰, 西部下降 5.4 ‰, 因此各区域发展相对均衡; 资本存量份额东部上升 6.5 ‰, 中部上升 1.6 ‰, 西部下降 8 ‰; 劳动力份额则显示, 中西部劳动力仍然流向东部, 中部下降明显, 为 2.4%, 西部则仅为 1.2%。三个指标份额显示, 东部都上升, 西部都下降, 东部经济作用在进一步强化的同时, 西部则在弱化, 而中部在劳动力比重下降的同时, 增加值与资本存量份额的上升则显示出经济增长更依赖资本与生产率的提高。

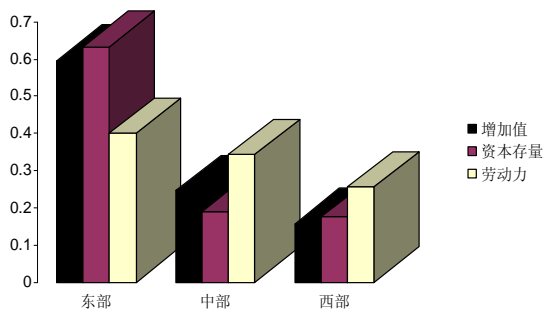


图 13 2001 年各区域 Y、K、L 占全国份额

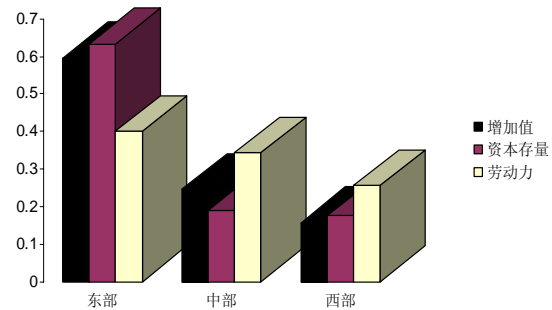


图 14 2008 年各区域 Y、K、L 占全国份额

### 3 本文采用的生产效率分析模型

#### 3.1 随机前沿分析模型 (Stochastic frontier analysis)

传统的索洛余值法 (SRA) 测算全要素生产率是假定所有生产者都能实现最优生产效率, 而现实中大部分生产者都达不到投入 - 产出的技术边界<sup>[1]</sup>, 随机前沿生产函数模型不仅把生产者效率分解为技术前沿与生产效率两部分, 而且潜在的前沿技术产出还包括了随机因素的影响。随机前沿生产函数模型不仅可以评价地区的技术效率水平高低, 更重要的是要揭示技术效率差异的原因。目前研究技术效率的外生性因素主要采用两步法: 第一步借助前沿生产模型估计出生产效率; 第二步就是用所得的生产效率指数对与有关的变量回归, 找出影响生产效率差异的外生性因素。这就是在实践中应用很普遍的两步估计法。两步法存在的问题是, 无效率项是假定为独立同分布的, 而在建立效率方程时, 生产效率项又随着不同的外部变量变化, 因而相互矛盾。解决方法是采用一步回归, 利用极大似然估计或是非线性最小二乘估计。本文采用一步法, 结合本文情况, 随机前沿生产函数模型表达型式如下:

$$y_{it} = x_{it}\beta + (v_{it} - \mu_{it}), \quad i = 1, 2, \dots, 30; \quad t = 1, 2, \dots, 8 \quad (1)$$

其中,  $y_{it}$  为  $i$  地区在  $t$  年的单一产出的对数值,  $i$  取 1 到 30, 代表除重庆以外的 30 个省、直辖市、自治区,  $t$  取 1 到 8, 代表 2001 到 2008 年;  $x_{it}$  为对数形式的投入向量;  $t$  是测量技术变化的时间趋势变量;  $\beta$  为待估的参数向量;  $v_{it} - \mu_{it}$  为复合残差项,  $v_{it}$  为第  $i$  个省份在第  $t$  年生产过程的随机误差, 包括测量误差以及各种不可控的随机因素, 包含于  $i$  地区在  $t$  年的确定性前沿产出部分, 也即前沿产出要受随机因素影响。  $u_{it}$  为第  $i$  个省份在第  $t$  年生产无效率项, 服从半正态分布, 为非负随机变量,  $u_{ij}$  和  $v_{ij}$  的分布是独立的, 都和回归的解释变量无关。复合残差项的方差  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ , 定义  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ , 显然  $0 \leq \gamma \leq 1$ , 对原假设  $H_0: \gamma = 0$ , 若接受, 则  $\sigma_u^2$  可以从模型中去掉, 随机前沿生产函数模型退化成为确定性生产函数模型, 使用 OLS 即可估计模型。若拒绝, 则说明使用随机前沿生产函数模型是合理的, 由于存在复合残差项, OLS 估计失效, 使用极大似然法进行估计, 其估计量都是有效的, 且截距项为一致估计量。定义  $i$  地区在  $t$  年的生产效率为  $TE_{it}$ , 则有:

$$TE_{it} = E(y_{it} | \mu_{it}, x_{it}) / E(y_{it} | \mu_{it} = 0, x_{it}) = \exp(-u_{it}) \quad (2)$$

进一步得到生产效率变化率

$$T\dot{E}_t = \frac{TE_t}{TE_{t-1}} - 1 \quad (3)$$

采用 Battese & Coelli 的模型<sup>[16]</sup>, 则有:

$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2) \quad (4)$$

$$u_{it} \sim N^+(m_{it}, \sigma_u^2) \quad (5)$$

$$m_{it} = Z_{it}\eta \quad (6)$$

对 (6) 的解释为,  $Z_{it}$  为影响某地区生产效率的外生变量构成的向量,  $\eta$  为参数向量.  $m_{it}$  含义为不同地区不同时期具有不同的效率期望.

### 3.2 本文采用的基本模型

生产函数的形式一般采用柯布 - 道格拉斯或超越对数两种, 后者的优点在于, 放宽了要素间替代弹性不变的假定, 允许存在非中性的技术进步; 但在估计中容易产生多重共线性问题, 根据以往的研究结果<sup>[22]</sup>, 柯布 - 道格拉斯生产函数能够较好地描述中国经济增长, 因而本文也采用这一形式. 把式 (1) 中的对数形式具体表达出来, 本文采用的基本模型如下:

生产方程模型为:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_t t + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (7)$$

其中,  $y_{it}$  为  $i$  地区在  $t$  年的 GRP;  $K_{it}$  为  $i$  地区在  $t$  年的资本存量;  $L_{it}$  为  $i$  地区在  $t$  年的有效劳动力数量. 效率方程模型为:

$$u_{it} = \eta_0 + (\eta_1 Z_{1it} + \eta_2 Z_{2it} + \eta_3 Z_{3it} + \eta_4 Z_{4it}) + \eta_5 Z_{5it} + \eta_6 Z_{6it} + \eta_7 Z_{7it} + e_{it} \quad (8)$$

其中,  $Z_1$ 、 $Z_2$  为反映改革的指标, 分别代表工业总产值中非国有企业比重、全社会固定资产投资中非国有企业比重;  $Z_3$ 、 $Z_4$  反映开放程度, 分别代表外贸依存度、实际利用外资占 GRP 比重;  $Z_5$  反映产业结构优化程度, 含义为三次产业中, 二三产业之和所占比重;  $Z_6$ 、 $Z_7$  分别为使用 SAS 软件求出的非标准化的主成分得分, 分别代表交通通讯基础设施的有效利用状况、科技创新能力状况.  $e_{it}$  与其他变量相互独立,  $e_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$ , 而  $u_{it} \geq 0$ , 可由均值为  $\eta_0 + (\eta_1 Z_{1it} + \eta_2 Z_{2it} + \eta_3 Z_{3it} + \eta_4 Z_{4it}) + \eta_5 Z_{5it} + \eta_6 Z_{6it} + \eta_7 Z_{7it}$ , 方差为  $\sigma_u^2$  的正态分布截断得到.

## 4 模型估计结果及其分析

### 4.1 模型估计结果及模型的分析说明

本文使用 Frontier4.1 软件对我国 30 个省、直辖市、自治区 (重庆数据纳入四川) 2001 年到 2008 年的面板数据进行分析, 分别得到全国 (模型 1)、东部 (模型 2)、中部 (模型 3)、西部 (模型 4) 的估计结果, 见表 2.

图 1-14 表明: 东部地区是我国经济重心所在, 因此, 东部地区生产效率以及影响因素的区域特征对全国具有主导的影响, 这可以解释对东部地区的模型估计结果 (模型 2) 与对全国的估计结果 (模型 1) 有很大的相似度, 影响生产效率的各变量符号, 两个模型完全一致; 而中西部的估计结果 (模型 3 与模型 4), 尤其是中部, 与模型 1 有较大的差异. 本文主要使用对全国的估计结果 (模型 1), 进行生产效率比较及生产效率变化率的分析, 对软件估计得到各地区不同年份生产效率的数据整理结果见图 15 与表 3, 生产效率变化率的数据整理结果见表 4. 而在进行生产效率的影响因素分析时, 则注重考察中西部的区域特点, 结合对中西部的模型估计结果, 使用了模型 1、模型 3 与模型 4.

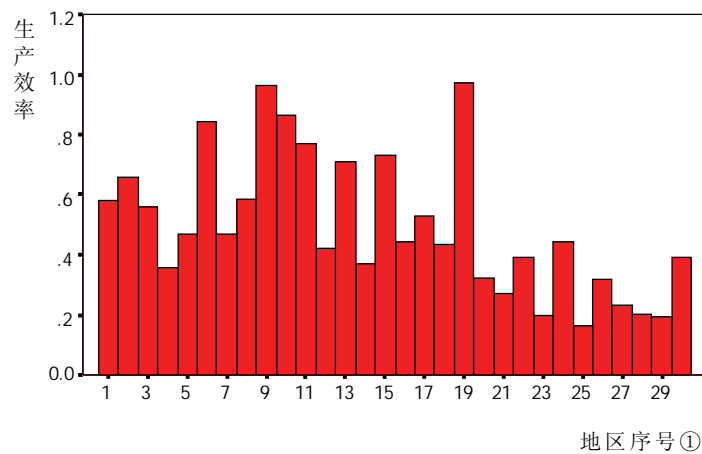
### 4.2 我国各地区生产效率及其变化率特征

根据模型 1 实证结果, 计算出我国各省 (直辖市、自治区) 各年生产效率的平均值, 如图 15. 内蒙古、吉林、湖北三地生产效率接近全国平均水平 (因此比值在 1 的附近). 东部地区除海南较低, 其余普遍都高于全国平均水平; 中部地区生产效率处于全国平均水平的 70%–120% 的区间, 其中, 山西与江西低于全国平均, 分别为 72.48%, 74.34%, 黑龙江与湖北则高于全国平均, 分别为 118%, 107%; 西部地区则普遍低于全国平均水平, 其中相对较高的地区为内蒙古 (94.73%)、云南 (89.35%)、四川 (79.34%)、新疆 (78.71%), 其余都处于 30%–60% 的区间. 观察图 15, 发现我国各地区生产效率与其 GRP 规模有很大的相关性, 计算各地区历年生产效率与产出水平的相关系数, 其值接近 80%, 这表明各地区生产效率的稳定性与各地区经济的发展具有动态的相对平衡.

表 2 随机前沿柯布 - 道格拉斯模型生产方程与效率方程

生产方程	模型 1(全国)	模型 2(东部)	模型 3(中部)	模型 4(西部)
常数项	3.3266*** (12.7665)	4.1951*** (21.5339)	4.9184*** (15.1348)	4.1*** (39.0649)
时间	0.0669*** (13.3631)	0.0572*** (6.5519)	0.1262*** (18.2569)	0.0991*** (23.0556)
lnK	0.1580*** (6.1211)	0.0806** (3.080)	0.10*** (4.6049)	0.1449*** (17.8484)
lnL	0.5466*** (34.6310)	0.5447*** (34.1240)	0.3082*** (4.7209)	0.3409*** (20.4557)
效率方程	模型 1(全国)	模型 2(东部)	模型 3(中部)	模型 4(西部)
常数项	1.8587*** (5.9549)	3.7075*** (12.361)	-1.5014*** (-5.4287)	1.1559** (3.8063)
Z <sub>1</sub>	0.9779** (3.7447)	2.1986*** (0.9146)	0.4715* (1.9297)	0.2270 (1.4124)
Z <sub>2</sub>	-1.3503** (-3.7853)	-2.2638* (-2.0298)	0.2052* (0.5732)	0.2974 (0.9305)
Z <sub>3</sub>	-0.6874*** (-5.3661)	-0.1419 (-1.0288)	-0.5043* (-1.6196)	-0.4194* (-1.9177)
Z <sub>4</sub>	-0.1094** (-2.8785)	-0.0134 (-0.5761)	0.3628** (2.5562)	-0.3281** (-3.3084)
Z <sub>5</sub>	-1.0782** (-2.9602)	-3.9642*** (-13.6322)	1.4701*** (6.6858)	-1.4396*** (-4.2382)
Z <sub>6</sub>	-0.2311*** (-9.0503)	-0.0955** (-2.7204)	-0.0956** (-4.5989)	-0.7564*** (-24.2287)
Z <sub>7</sub>	0.1078*** (3.0213)	0.0855 (1.2964)	-0.3904*** (-10.6517)	0.4734*** (6.0436)
$\sigma^2$	0.0631** (9.8057)	0.0211*** (23.5087)	0.0059*** (5.683)	0.0089*** (6.2794)
$\gamma$	0.9819*** (68.8924)	0.999*** (260.117)	0.999*** (383.236)	0.968*** (34.522)
LR	238.53	140.67	112.94	226.06

注: 括号内为  $T$  值, \*, \*\*, \*\*\* 分别表示达到 10%, 5%, 1% 的显著性水平。

图 15 我国各地区 2001-2008 年生产效率<sup>1</sup>

1. ①地区序号: 1 北京 2 天津 3 河北 4 山西 5 内蒙古 6 辽宁 7 吉林 8 黑龙江 9 上海 10 江苏 11 浙江 12 安徽 13 福建 14 江西 15 山东 16 河南 17 湖北 18 湖南 19 广东 20 广西 21 海南 22 四川 23 贵州 24 云南 25 西藏 26 陕西 27 甘肃 28 青海 29 宁夏 30 新疆。



表 3 计算出我国各区域历年生产效率. 我国区域生产效率水平按高低顺序依次为: 东部、中部、西部, 这与多数研究的结果是一致的, 而全国生产效率整体上不断提高. 各年平均来看, 东部地区生产效率为全国平均水平的 1.46 倍, 中部地区为全国平均水平的 91%, 西部仅为 61%. 使用生产效率的标准差系数的指标考察生产效率的地区差异, 西部地区生产效率的差异最大 (0.3687), 东部次之 (0.2883), 中部最小 (0.175), 这反映了东中部地区经济联系密切, 竞争压力导致地区间生产效率的差异更小; 而西部地区较低的生产效率水平与较大的地区差异显示出巨大的提升的空间; 全国范围的生产效率差异 (0.4729) 要大于各个区域.

表 3 我国各区域生产效率与全国平均生产效率的比值 (模型 1)

	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
东部	1.4746	1.4672	1.4664	1.4654	1.4588	1.4547	1.4359	1.4216
中部	0.8921	0.9028	0.8858	0.9013	0.9029	0.8884	0.947	0.9565
西部	0.604	0.6034	0.6168	0.6063	0.6116	0.6266	0.6024	0.61
全国效率	0.4669	0.4713	0.4674	0.4946	0.5057	0.5019	0.5249	0.5315

考察各地区生产效率变化率, 由公式 (3) 求得各地区生产效率变化率情况, 见表 4. 从全国来看, 生产效率历年的平均增长率为 2%, 各地区生产效率增长率多数年份为正值, 因而各地生产效率基本上呈现随时间不断增长的趋势. 从各省份来看, 2002-2008 年, 生产效率平均增长率最高的地区为湖北 (6.35%), 内蒙古 (6.33%); 而北京与广东虽然平均生产效率水平较高, 但纵向来看, 生产效率增长率为负值, 表现出生产效率的相对下降趋势; 江西与广西则处于中间水平, 分别为 2.42%, 2.36%. 从区域来看, 中部最大 (2.31%), 东部最小 (1.4%), 而西部 (1.86%) 则略低于全国平均水平. 考察生产效率变化率的标准差系数, 东部 (4.54) > 中部 (2.44) > 西部 (2.09), 这表明: 东部地区虽然生产效率水平较高, 但生产效率增长较小, 地区内部生产效率变化的差异较大; 而中西部 (尤其为中部) 相对较快的生产效率增长与相对均衡发展状态, 正逐步缩小与东部地区的生产效率差距.

表 4 我国各区域生产效率变化率情况 (模型 1)

范围	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	均值
东部	0.0029	-0.0065	0.0581	0.0185	-0.0081	0.0311	0.0020	0.0140
中部	0.0219	-0.0233	0.0788	0.0254	-0.0215	0.0598	0.0208	0.0231
西部	0.0089	0.0074	0.0437	0.0267	0.0106	0.0083	0.0245	0.0186
全国	0.0102	-0.0059	0.0583	0.0233	-0.0048	0.0437	0.0152	0.0201

#### 4.3 我国各地区生产效率影响因素边际分析

由上文分析得知: 模型 1、模型 2 反映的是全国的普遍的、主导的特征. 模型 1 表明: 制度、产业结构、基础设施、科技创新投入对各地区生产效率的平均边际效应, 东部 > 中部 > 西部; 而对各种因素平均边际效应的比较, 模型 1 与模型 2 的结果都一致体现为: 结构优化度 > 对外开放程度 > 基础设施的实际和有效利用 > 所有制变化 > 科技创新投入. 产业结构的优化不仅体现了生产要素的优化组合, 更多的劳动力从农业中解放出来, 流向生产效率显著更高的二三产业, 人力资源从相对落后的中西地区流向生产效率更高的东部沿海 (模型 2、3、4 的对比表明: 东部地区劳动力的产出弹性系数 0.54 明显高于中西部地区 0.30, 0.34), 如图 13, 图 14 所示; 也体现了消费结构的升级变化、技术和技术创新的发展等, 因而产业结构的优化对生产效率的提高有着最显著的边际效应; 开放程度对各区域生产效率的影响表明: 无论是进出口还是外资的流入, 对生产效率都有显著的正的影响. 进出口额变化反映了各地区面向国际市场, “引进来”与“走出去”的结合, 不断深化企业国际化经营的能力, 这种国际经济交流无疑有利于企业与区域生产效率的提高; 外商投资带来了先进的技术与管理经验, 促进了市场竞争, 因此对各区域生产效率的产生重要影响; 图 2、图 4 表明各区域进出口对经济的影响在加强, 而外商投资则在减弱, 东部高度的外向型经济对该区域生产效率提高, 起到重要作用; 基础设施的实际和有效利用程度越高, 对促进市场联系和推动经济均衡发展的基础性作用就越强, 就越有助于提高效率. 结合图 11 反映的三区域基础设施充分有效利用的平均得分来看, 东、中、西部呈明显的阶梯型差异, 中部仅达到东部的 60%, 而西部则不到 40%. 东部地区已经建立起相对发达的各种交通运输方式有效结合的交通运输体系, 因此对经济的发展和效率的提高起到较大的推进效应, 而中西部地区则有待发展与强化. 2008 年与 2001 年比较, 三大区域平均得分都有上升, 随着我国交通运输等基础设施的进

一步发展, 势必对各区域的生产效率提高起到积极的推动作用; 体现所有制变化的改革指标反映民营资本活跃程度和市场化程度, 对区域生产效率起到积极的作用. 图 6、图 8 表明: 东部地区非国企已经是当地经济的主体, 中部地区非国企所占比重增加最快, 而西部则为国有经济起主要作用. 东部地区所有制改革的力度与效果明显要高于中西部, 因此对生产效率起到更大的促进作用. 各区域边际效应, 东部为 0.1343, 中部 0.084, 西部 0.0563, 因此中西部还有较大潜力促使效率得到较大提高的空间. 科技创新投入对生产效率的影响程度呈现微弱的负的边际效应, 这是因为模型 1 反映的特征主要受东部特征的影响, 对于东部地区而言, 由于技术相对来说处于各区域的最前沿, 需要自己从事开发和研究才能实现技术进步, 而进行技术开发的成功率一般而言都很低, 也即, 实现技术进步的成本高, 从而使得科技创新投入对生产效率的影响程度呈现微弱的负的特征.

表 5 制度、产业结构等因素对生产效率的平均边际效应 (模型 1)

边际效应	制度		全国	东部	中部	西部
	改革	开放				
全国	0.0923	0.1975	0.8464	0.1145	-0.0534	0.4955
东部	0.1342	0.2873	1.2314	0.1666	-0.0777	0.7209
中部	0.084	0.1798	0.7707	0.1043	-0.0486	0.4512
西部	0.0563	0.1205	0.5164	0.0699	-0.0326	0.3023

与东部地区不同, 中西部地区模型估计的结果与全国模型有更多的差异, 体现出各自独有的区域特征. 对中西部的估计结果模型 3、模型 4 表明: 第一, 所有制改革对中西部地区生产效率的边际效应没有像东部地区那样起到正的推动作用. 对图 6、图 8 各区域的对比, 在一定程度上可以解释其原因, 东部地区由于所有制改革的力度更大, 水平更高, 因与中西部相比起的作用更加显著; 第二, 对中西部, 尤其是西部, 基础设施的实际有效利用比对外开放更有助于推动生产效率的提高. 这与模型 1 模型 2 估计得到的由东部主导的特征有顺序上的差别. 模型 3 表明: 中部地区无论是与东西部相比较还是与全国比较, 差异都比较显著, 突出表现为两点: ①科技创新投入对中部地区生产效率起非常显著的正的边际效应. 这与对东部或者全国的估计结果完全不同. 这是因为中部毗邻发达的东部地区, 便于利用区位优势, 在选择技术进步的实现方式上具有后发优势, 充分地模仿或购买已经证明是成功的、有商业价值的技术 (即使是购买, 其成本也要比开发成本低得多), 这使得中部地区科技创新投入对生产效率起非常显著推动作用. ②结构优化对中部地区生产效率的边际效应并不显著. 分析原因, 中部地区有效劳动力对产出的弹性系数最小, 而资本对产出的弹性系数 (0.1) 也明显低于西部 (0.15), 因而中部地区在资源的优化配置中相对于东西部并不具备竞争优势. 综观四个模型, 对外开放程度以及基础设施的实际和有效利用这两个因素尽管对三大区域生产效率的边际效应不同, 东部与中西部顺序不同, 中部与西部则程度不同, 但对各区域生产效率普遍具有积极的推动作用.

表 6 不同模型各因素对生产效率的平均边际效应的归纳

模型 1, 2 (全国、东部)	结构优化度 > 对外开放程度 > 基础设施的实际和有效利用 > 所有制改革 > 科技创新投入	反映由东部主导的特征
模型 3 (中部)	科技创新投入 > 基础设施的实际和有效利用 > 对外开放程度 > 所有制改革 > 结构优化度	反映局部特征
模型 4 (西部)	结构优化度 > 基础设施的实际和有效利用 > 对外开放程度 > 科技创新投入 > 所有制改革	反映局部特征

## 5 结论

本文首先采用提取主成分的方法得到各地区历年基础设施有效利用数据及科技创新投入数据; 考虑教育因素的影响得到有效劳动力数据; 使用永续盘存法得到各地区资本存量数据; 使用随机前沿 C-D 生产函数, 通过对全国和三大区域分别建模, 分析了 2001-2008 年我国各地区生产效率以及生产效率的影响因素的区域特征, 最后, 对各模型得到的结果进行了归纳总结.

1) 各地区生产效率的区域特征为: 东部 (0.72) > 中部 (0.45) > 西部 (0.30), 全国平均为 0.49. 生产效率的稳定性是与各地区经济发展保持动态平衡的相对稳定. 中部地区生产效率差异最小, 东部次之, 西部最大. 各地区生产效率变化率特征为: 中部 > 西部 > 东部, 中西部地区生产效率变化率比东部变化显著. 考察生

产效率变化率的标准差系数, 东部 (4.54) > 中部 (2.44) > 西部 (2.09)。因此, 东部地区虽然生产效率水平较高, 但生产效率增长较小, 地区内部生产效率变化的差异较大; 而中西部, 尤其为中部, 相对较快的生产效率增长与相对均衡发展状态, 正逐步缩小与东部地区的生产效率差距。

2) 东部地区是中国经济重心所在, 东部的区域特征对全国有主导的影响, 这使得模型 2 与模型 1 有很大的相似性, 模型 1 的估计结果体现了我国生产效率及其影响因素的主体特征。分析结果表明: 结构优化 > 开放程度 > 基础设施有效利用 > 改革 > 科技创新投入。结构优化体现了生产要素的优化组合, 表现出对生产效率的最明显的边际效应; 进出口额变化反映了各地区企业不断深化的国际化经营能力, 这种国际经济交流极大地推动区域生产效率的提高; 外商投资对各地生产效率的影响很大; 交通通讯基础设施的充分利用则起到了重要的作用; 反映民营资本活跃度与市场化程度的改革变量对各地生产效率起一定的影响; 而科技创新投入对各地生产效率的影响有待加强。

3) 由四个模型的估计结果可以归纳出我国以及各区域生产效率及其影响因素的普遍特征 (共性) 和区域特点 (个性)。第一, 东部特征与全国基本一致, 反映了全国的主体特征; 第二, 四个模型估计结果一致地表明: 对外开放与基础设施的实际和有效利用对全国及各区域生产效率边际效应具有普遍的积极影响; 第三, 中西部的共同特征 (由模型 3 与模型 4 得到) 为: 所有制改革对中西部地区生产效率的边际效应没有起到正的推动作用; 基础设施的实际有效利用比对外开放更有助于推动生产效率的提高 (西部尤其明显), 而东部或东部主导的结果在这一点上表现正好相反; 第四, 中部地区特征突出表现为两点, ① 科技创新投入对中部地区起非常显著的正的边际效应; ② 结构优化对中部地区生产效率的边际效应并不显著。

4) 政策含义。东部地区是我国经济重心所在, 其整体生产效率水平虽然最高, 但其较大的生产效率波动表明还有很大调整提高的可能; 中西部较快的生产效率增长逐步缩小了与东部的差距, 但西部还有待加强。从影响生产效率的因素来看, 中西部地区在所有制改革上具有很大的生产效率提升的空间。基础设施投入增长与充分有效利用, 扩大对外开放都有助于各地区生产效率的提高; 科技创新投入对中部地区生产效率具有显著的提升影响, 而结构优化对东西部生产效率作用最为凸出, 因此政策上需要充分体现出“扬长补短”的特征。

## 参考文献

- [1] Farrell M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of Royal Statistics Society: Series A, 1957, 120: 253-290.
- [2] 涂正革, 肖耿. 中国的工业生产率革命用随机前沿生产模型对中国大中型工业企业全要素生产率增长的分解与分析 [J]. 经济研究, 2005, 3: 4-15.  
Tu Z G, Xiao G. China's industrial productivity revolution, decomposition and analysis of TFP growth about large and medium industrial enterprises in China with SFA model[J]. Economic Research, 2005, 3: 4-15.
- [3] 余修斌, 任若恩. 全要素生产率、技术效率、技术进步之间关系及其测算 [J]. 北京航空航天大学学报: 社会科学版, 2000, 6: 44-49.  
Yu X B, Ren R E. The relationship and the measurement about total factor productivity, technical efficiency, technological progress[J]. Beijing University of Aeronautics and Astronautics: Social Science Edition, 2000, 6: 44-49.
- [4] 刘小玄, 李双杰. 制造业企业相对效率的度量 and 比较及其外生决定因素 (2000-2004)[J]. 经济学 (季刊), 2008, 7(3): 843-869.  
Liu X X, Li S J. Measurement, comparison and exogenous determinants of the relative efficiency of China's manufacturing enterprises (2000-2004)[J]. China Economic Quarterly, 2008, 7(3): 843-869.
- [5] 谢千里, 罗斯基, 张轶凡. 中国工业生产率的增长与收敛 [J]. 经济学 (季刊), 2008, 7(3): 810-829.  
Xie Q L, Rawski, Zhang Y F. China's industrial productivity growth and convergence[J]. China Economic Quarterly, 2008, 7(3): 810-829.
- [6] 赵芝俊, 袁开智. 中国农业技术进步贡献率测算及分解: 1985-2005[J]. 农业经济问题, 2009, 3: 28-37.  
Zhao Z J, Yuan K Z. China's agricultural technological progress contribution rate measurement and decomposition: 1985-2005[J]. Agricultural Economic Problems, 2009, 3: 28-37.
- [7] 杜文杰. 农业生产技术效率的政策差异研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2009, 9: 107-119.  
Du W J. Policy differences of agricultural production technical efficiency[J]. Quantitative & Technical Economics Research, 2009, 9: 107-119.
- [8] 蒋萍, 谷彬. 中国服务业 TFP 增长率分解与效率演进 [J]. 数量经济技术经济研究, 2009, 8: 44-57.  
Jiang P, Gu B. Decomposition of the total factor productivity's growth of China's service industry and evolution

- of its efficiency[J]. Quantitative & Technical Economics Research, 2009, 8: 44-57.
- [9] 杨勇. 中国服务业全要素生产率再测算 [J]. 世界经济, 2008, 10: 46-56.  
Yang Y. Re-measurement of China's service industry productivity[J]. The World Economy, 2008, 10: 46-56.
- [10] 颜鹏飞, 王兵. 技术效率、技术进步与生产率增长: 基于 DEA 的实证分析 [J]. 经济研究, 2004, 12: 55-66.  
Yan P F, Wang B. Technical efficiency, technical progress & productivity growth: An empirical analysis based on DEA[J]. Economic Research, 2004, 12: 55-66.
- [11] 于君博. 前沿生产函数在中国区域经济增长技术效率测算中的应用 [J]. 中国软科学, 2006, 11: 50-60.  
Yu J B. The estimation of China's provincial technical efficiency with frontier production function[J]. Chinese Soft Science, 2006, 11: 50-60.
- [12] 范爱军, 王丽丽. 中国技术效率的地区差异与增长收敛 [J]. 经济学家, 2009, 4: 83-90.  
Fan A J, Wang L L. China's technical efficiency: Regional disparity and growth convergence[J]. Economist, 2009, 4: 83-90.
- [13] 傅晓霞, 吴利学. 技术效率、资本深化与地区差异 —— 基于随机前沿模型的中国地区收敛分析 [J]. 经济研究, 2006, 10: 52-62.  
Fu X X, Wu L X. Technical efficiency, capital deepening and regional differences in China regional convergence analysis based on SFA[J]. Economic Research, 2006, 10: 52-62.
- [14] 吴延瑞. 生产率对中国经济增长的贡献: 新的估计 [J]. 经济学 (季刊), 2008, 7(3): 828-844.  
Wu Y R. The role of productivity in China's growth: New estimates[J]. China Economic Quarterly, 2008, 7(3): 828-844.
- [15] 王志刚, 龚六堂, 陈玉宇. 地区间生产效率与全要素生产率的分解 (1978-2003)[J]. 中国社会科学, 2006, 2: 55-66.  
Wang Z G, Gong L T, Chen Y Y. Regional production efficiency and decomposition of TFP(1978-2003)[J]. China Social Science, 2006, 2: 55-66.
- [16] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. Empirical Economics, 1995, 20: 325-332.
- [17] 姚洋, 章奇. 中国工业企业技术效率分析 [J]. 经济研究, 2001, 10: 13-22.  
Yao Y, Zhang Q. An analysis of technological efficiency of Chinese industrial firm[J]. Economic Research, 2001, 10: 13-22.
- [18] 李金华. 经济增长背景下中国产业生产效率的测度与分析 [J]. 财贸经济, 2007, 9: 3-10.  
Li J H. Measurement and analysis of China's industrial productivity under economic growth[J]. Finance and Trade Economic, 2007, 9: 3-10.
- [19] 王庆云. 交通运输发展理论与实践 [M]. 中国科学技术出版社, 2006, 11.  
Wang Q Y. China's Transportation Studies Strategy, Planning and Policies[M]. China Science and Technology Press, 2006, 11.
- [20] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000[J]. 经济研究, 2004, 10: 35-45.  
Zhang J, Wu G Y, Zhang J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000[J]. Economic Research, 2004, 10: 35-45.
- [21] 何枫, 陈荣. 经济开放度对中国经济效率的影响: 基于跨省数据的实证分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2004, 3: 18-24.  
He F, Chen R. The impact on the economic efficiency from economic openness in China: An empirical analysis of the data based on inter-provincial[J]. Quantitative & Technical Economics Research, 2004, 3: 18-24.
- [22] Chow G, Lin A. Accounting for economic growth in Taiwan and Mainland China: A comparative analysis[J]. Journal of Comparative Economics, 2002, 30(3): 507-530.

## 附录

我国三大区域的划分: 东部: 北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南; 中部: 山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南; 西部: 广西、内蒙古、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。