

中國

7  
2015

社会科学

SOCIAL  
SCIENCES  
IN CHINA



SSCP

中国社会科学杂志社



SSCP

## 《中国社会科学》编辑委员会

顾 问：陈奎元

主 任：王伟光

副 主 任：高 翔

委 员：（按姓氏笔画排列）

尹韵公	王 巍	王伟光	王利民
邓纯东	孙 麾	邢广程	余永定
余新华	张 江	张顺洪	李 扬
李 林	李汉林	李红岩	李培林
李景源	李新烽	陈众议	陈奎元
卓新平	周 弘	周溯源	郑秉文
郝时远	高 翔	高培勇	朝戈金
程恩富	蔡 昉	裴长洪	潘家华

总 编 辑：高 翔

副总编辑：王利民（常务） 余新华 李红岩  
孙

# 中国社会科学

SOCIAL SCIENCES IN CHINA

2015年 第7期 (月刊)

主管：中国社会科学院

主办：中国社会科学院

(北京建国门内大街5号)

编辑：《中国社会科学》编辑部

出版：中国社会科学杂志社

(北京市朝阳区光华路15号院1号楼泰达时代中心11-12层, 邮编 100026)

编辑部：010-85886569

网上投稿：<http://www.cssn.cn/>

发行：010-85885198

E-mail:skbfxb@126.com

网上订阅：中国社会科学在线 <http://www.csstoday.net/dingyue/>

中国社会科学网 <http://www.cssn.cn/>

印刷：北京科信印刷有限公司

订阅处：全国各地邮局

国外发行：中国国际图书贸易总公司

(北京 399 信箱 邮编 100044)

如发现印装质量问题，请与印刷厂联系调换。电话：010-62903036

ISSN 1002-4921



刊号： $\frac{\text{ISSN1002-4921}}{\text{CN11-1211/C}}$

国内代号：2-531 国外代号：BM171 定价：100.00 元

1980年1月10日创刊

2015

# 中国社会科学

7

(月刊)

总第235期 7月10日出版

---

(1) 中国技术进步与经济增长收敛性测度

——基于创新与效率的视角

苏治 徐淑丹 · 4 ·

---

(2) 政治哲学视阈中的国家治理之“道”

张文喜 · 26 ·

(3) 产权单位与治理单位的关联性研究

——基于中国农村治理的逻辑

邓大才 · 43 ·

---

(4) 平等、公正与社会变迁

基于碳资本存量的碳排放权分配方案 李钢 廖建辉 · 66 ·

权利平等的观念、制度与实现 刘作翔 · 81 ·

伦理视角下中国乡村社会变迁中的“礼”与“法”

王露璐 · 94 ·

---

---

---

(5) 论法治评估的类型化 朱景文 · 108 ·

(6) 中国刑事证据制度体系的优化 张 栋 · 125 ·

---

---

(7) 当代中国的自杀率：话语之争的一个案例 谢立中 · 149 ·

---

---

(8) “文化圈”视野下的文体学研究  
——以“三五七言体”为例 张伯伟 · 165 ·

---

---

(9) 国际联盟与第一次世界大战后的国际秩序 徐 蓝 · 186 ·

---

---

本期论文英文摘要 (ABSTRACTS) · 205 ·

---

---



## 《中国社会科学》编辑委员会

顾 问：陈奎元

主 任：王伟光

副 主 任：高 翔

委 员：（按姓氏笔画排列）

尹韵公	王 巍	王伟光	王利民
邓纯东	孙 麾	邢广程	余永定
余新华	张 江	张顺洪	李 扬
李 林	李汉林	李红岩	李培林
李景源	李新烽	陈众议	陈奎元
卓新平	周 弘	周溯源	郑秉文
郝时远	高 翔	高培勇	朝戈金
程恩富	蔡 昉	裴长洪	潘家华

总 编 辑：高 翔

副总编辑：王利民（常务） 余新华 李红岩  
孙

1980年1月10日创刊

2015

# 中国社会科学

7

(月刊)

总第235期 7月10日出版

---

(1) 中国技术进步与经济增长收敛性测度

——基于创新与效率的视角

苏治 徐淑丹 · 4 ·

---

(2) 政治哲学视阈中的国家治理之“道”

张文喜 · 26 ·

(3) 产权单位与治理单位的关联性研究

——基于中国农村治理的逻辑

邓大才 · 43 ·

---

(4) 平等、公正与社会变迁

基于碳资本存量的碳排放权分配方案 李钢 廖建辉 · 66 ·

权利平等的观念、制度与实现 刘作翔 · 81 ·

伦理视角下中国乡村社会变迁中的“礼”与“法”

王露璐 · 94 ·

---

---

---

(5) 论法治评估的类型化 朱景文 · 108 ·

(6) 中国刑事证据制度体系的优化 张 栋 · 125 ·

---

---

(7) 当代中国的自杀率：话语之争的一个案例 谢立中 · 149 ·

---

---

(8) “文化圈”视野下的文体学研究  
——以“三五七言体”为例 张伯伟 · 165 ·

---

---

(9) 国际联盟与第一次世界大战后的国际秩序 徐 蓝 · 186 ·

---

---

本期论文英文摘要 (ABSTRACTS) · 205 ·

---

---

# 中国技术进步与经济增长收敛性测度\*

——基于创新与效率的视角

苏 治 徐淑丹

**摘 要：**创新是经济持续增长的动力。将技术进步分解为技术创新与技术效率，使用 1991—2012 年中国工业行业数据，结合数据包络多期分析和随机前沿分析方法，测度技术进步对经济增长的贡献及变化趋势，考察中国经济在技术要素作用下的发展路径及收敛趋势。研究表明：在近 20 年经济的高速发展中，技术效率贡献度不高，技术创新是推动中国技术进步有效性的真实驱动力；行业的持续增长主要依靠技术创新和改进，而当技术创新或改进低迷甚至停滞时，技术效率提升体现为对技术创新的替代和互补，以维持技术进步的有效性。垄断程度高的行业的技术效率提高主要依靠资本积累，竞争性强的行业的技术效率提高主要依靠组织管理效率改善。只有各行业均衡发展，才能形成更广泛的技术创新和技术效率改进，保证经济的长期可持续增长。

**关键词：**技术进步 经济增长 技术创新 技术效率

作者苏治，中央财经大学统计与数学学院副教授（北京 100081）；徐淑丹，中央财经大学统计与数学学院研究生（北京 100081）。

## 一、引 言

近年来，中国经济面临的外部风险和挑战不断增加，进入经济增速逐渐放缓的“新常态”，尤其需要大力实施创新驱动发展战略。在中国经济谋求发展、积极转型的全面深化改革时期，扭转其“不平衡、不协调、不可持续”的局面，是目前发展面临

\* 本文是 2014 年国家自然科学基金面上项目（71473279）和 2011 年国家自然科学基金青年项目（71101157）的阶段性成果，感谢 2013 年度“新世纪优秀人才支持计划”、2013 年国家科技支撑计划课题（2013BAH16F02）、教育部人文社科研究项目（10YJC790220）、教育部博士点基金课题（20110016120001）和中央财经大学第二批青年科研创新团队项目资助。感谢匿名评审专家的建设性意见。

的难点和重点。传统经济增长理论认为，经济持续增长的动力来自于技术进步。即依靠加速技术进步和深化资本选择来发展实体经济，是刺激经济、取得经济增长的主要手段。而技术进步影响实体工业发展的速度和持续性的效力，被作为技术对一国经济贡献的衡量标准。在中国经济增长“新常态”的背景下，面对市场改革和结构调整的深化，利用国际经验和国内行业变化特点，应反思实体经济部门如何于经济转型过程中有效利用和发展技术进步，以达到最优生产率水平，从而刺激经济增长。

已有研究认为，技术进步主要包含技术创新（Technological Change）和技术效率（Technological Efficiency）两个因素，根据二者的不同组合，形成不同形式的技术进步。<sup>①</sup>熊彼特“创造性毁灭”理论以及成熟工业体的经验表明，技术创新对技术进步的影响明显高于技术效率。从18世纪英国工业革命，到20世纪70年代德国技术导向的产业升级、80年代日本高技术市场争夺战和90年代美国信息革命等以行业高新技术的突破和变革为代表，极大改善外部竞争环境和行业制定标准，被视为经济超高速增长的主要推动力。纵观成熟经济体的发展过程，如何权衡技术创新和技术效率，把握各阶段技术进步的特点，对中国高新技术扶持政策、结构调整和产业升级等问题具有重要意义。

在针对上述问题的国外研究方面，Tybout根据不发达国家和发展中国家的经济发展模式，认为在劳动力、资本存量、环境、政策和制度等受限条件下，要素生产率中任何因素的增长都可能成为经济增长的原因。<sup>②</sup>Kumar和Russell分解57个国家的技术进步要素，利用数据包络分析法分析全球经济的趋同趋势，认为各国的技术创新和资本积累的差异，可能是全球经济两极分化的重要原因。<sup>③</sup>Margono和Sharma<sup>④</sup>以及Castiglione和Infante<sup>⑤</sup>利用随机前沿分析法，分别对印度尼西亚的4

① 具体而言，技术创新是指以现有的知识和物质，在特定环境中改进或创造新的事物，并能获得一定有益效果的行为，如新产品、新设备等的发明创造行为；技术效率是指生产过程中，采取最佳方式减少技术使用和分配的无效率，如规模效应、组织管理效率等。技术进步的一般衡量方法包括传统的计量分析、数据包络分析、Malmquist指数构建和随机前沿分析等方法。

② J. Tybout, "Manufacturing Firms in Developing Countries: How Well Do They Do, and Why?" *Journal of Economic Literature*, vol. 38, 2000, pp. 11-44.

③ S. Kumar and R. Russell, "Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence," *The American Economic Review*, vol. 92, 2002, pp. 527-548.

④ H. Margono and S. Sharma, "Efficiency and Productivity Analyses of Indonesian Manufacturing Industries," *Journal of Asian Economics*, vol. 17, 2006, pp. 979-995.

⑤ C. Castiglione and D. Infante, "ICTs and Time-span in Technical Efficiency Gains: A Stochastic Frontier Approach over A Panel of Italian Manufacturing Firms," *Economic Modelling*, vol. 41, 2014, pp. 55-65.

个工业部门和意大利的制造业进行效率分析,证实存在多种因素使不同行业技术无效,从而无法改善经济发展;而技术创新对技术效率具有滞后的带动作用,其滞后期取决于行业的不同特征。Bassi、Tan 和 Mbi<sup>①</sup>以及 Reenen<sup>②</sup>通过对美国6个能源密集型制造业和欧洲劳动密集型工业的全要素生产率研究,证实技术创新和技术效率的选择对经济增长有着中期至长期的促进作用。Baptist 和 Teal 利用索洛余值法,考察南美洲各国经济中的技术进步水平,认为技术选择和技术进步的联系,可能是由技术效率的环境联合决定的。<sup>③</sup> Bos、Economidou 和 Sanders 通过考察1980—1997年21个欧洲制造业的技术创新过程,认为在经济活动的不同周期阶段,技术创新和技术效率的分布不同。<sup>④</sup> Ondrej 和 Jiri 利用 Malmquist 生产率指数,研究竞争性企业和垄断性企业的技术效率评估规模,认为竞争性企业因技术效率评估规模更小,而更强调技术创新;垄断性企业向竞争性企业转化时,会导致全要素生产率的下降。<sup>⑤</sup>

在国内相关研究方面,郭克莎根据人均收入水平、产业结构、工业结构变动等因素考察经济发展的阶段特征。<sup>⑥</sup>袁志刚等<sup>⑦</sup>分地区考察我国经济发展中的工业水平,认为我国地区经济增长速度不同,发展差距不断扩大。陈勇和唐朱昌运用数据包络分析法,分析我国经济部门行业的技术进步水平,并判断其与技术效率和技术创新的因果关系。<sup>⑧</sup>王争<sup>⑨</sup>等分解全要素生产率以考察生产部门的绩效,认为我国

- 
- ① M. Bassi, Z. Tan and A. Mbi, "Estimating the Impact of Investing in a Resource Efficient, Resilient Global Energy-Intensive Manufacturing Industry," *Technological Forecasting & Social Change*, vol.79, 2012, pp.69-84.
- ② J. Reenen, "Does Competition Raise Productivity through Improving Management Quality?" *International Journal of Industrial Organization*, vol.29, 2011, pp.306-316.
- ③ S. Baptist and F. Teal, "Technology and Productivity in African Manufacturing Firms," *World Development*, vol.64, 2014, pp.713-725.
- ④ J. W. B. Bos, C. Economidou and M. Sanders, "Innovation over the Industry Life-Cycle: Evidence from EU Manufacturing," *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol.86, 2013, pp.78-91.
- ⑤ M. Ondrej and H. Jiri, "Total Factor Productivity Approach in Competitive and Regulated World," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol.57, 2012, pp.223-230.
- ⑥ 郭克莎:《中国工业化的进程、问题与出路》,《中国社会科学》2000年第3期。
- ⑦ 袁志刚、范剑勇:《1978年以来中国的工业化进程及其地区差异分析》,《管理世界》2003年第7期。
- ⑧ 陈勇、唐朱昌:《中国工业的技术选择与技术进步:1985—2003》,《经济研究》2006年第9期。
- ⑨ 王争、郑京海、史晋川:《中国地区工业生产绩效:结构差异、制度冲击及动态表现》,《经济研究》2006年第11期。

经济部门内的技术进步率和规模效率在提高，但技术效率恶化。简泽等<sup>①</sup>分别利用随机前沿分析法和数据包络法，分析我国经济部门生产绩效的地区异质性和短期波动，认为国企改革等环境因素是技术进步率短期下降的首要原因，且技术效率存在收敛现象。而章祥荪和贵斌威<sup>②</sup>利用 Malmquist 指数法，分析我国全要素生产率的变化，认为我国经济中的技术差距逐渐拉大，全要素生产率没有趋同效应。蔡昉<sup>③</sup>从“雁阵”模型、“创造性毁灭”机制和政策规则等角度，证实全要素生产率支撑型模式是我国有效转变经济增长方式的重要途径。

技术进步是一国经济发展的本源，考察技术进步在经济发展中的作用和变化趋势，有助于一国调整和改善经济发展模式，刺激实体经济的发展，从而达到整体经济持续稳定的增长。然而国内研究多从总体或分地区实体经济发展的角度出发，在人口、结构、环境和制度等因素下，综合评价我国经济发展的现状，有关技术进步问题的研究，主要是对不同行业固定时点的横截面比较，即单期分析，鲜有多行业随时间变化的多期动态分析过程，即多期分析。尽管多数研究以全要素生产率为指标，通过比较资本及劳动要素投入和最终产出，考虑技术进步的效率，但较少重视对技术进步本质以及资本和劳动之间的联动性和互补性的考量。同时，实证研究缺乏与国外成熟经济的比较，导致实体经济的发展趋势及最优路径等相关研究并不完善。而且，国内研究易忽视生产函数的异质性、行业特性和中国经济内部行业技术进步的影响因素，以单期静态分析为主，缺乏对中国技术进步变化模式趋势的相关分析，在理论和方法的运用上不够成熟。因此，国内学术界鲜有对技术进步在经济增长收敛过程中的讨论。

而技术进步的收敛性研究在国外的相关领域研究中已有多年历史，自从内生增长理论提出后，就引起了国际发展经济学领域专家的重视。Barro 和 Sala-i-Martin<sup>④</sup>、Bernard 和 Jones<sup>⑤</sup>指出，分析劳动生产率的作用可能限制了分析经济增

① 简泽、段永瑞：《企业异质性、竞争与全要素生产率的收敛》，《管理世界》2012年第8期。

② 章祥荪、贵斌威：《中国全要素生产率分析：Malmquist 指数法评述与应用》，《数量经济技术经济研究》2008年第6期。

③ 蔡昉：《中国经济增长如何转向全要素生产率驱动型》，《中国社会科学》2013年第1期。

④ R. J. Barro and X. Sala-i-Martin, "Convergence," *Journal of Political Economy*, vol.100, 1992, pp.223-251.

⑤ A. B. Bernard and C. I. Jones, "Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement across Industries and Countries," *The American Economic Review*, vol.86, 1996, pp.1216-1238.

长的深度。Stokey、<sup>①</sup> Bernard 和 Jones 以及 Temple<sup>②</sup> 也强调,在关于经济增长收敛原因的研究中,技术进步是极其重要的,技术进步收敛性的存在是深度分析经济增长的关键,也是经济增长理论长期研究的热点。<sup>③</sup> 本文从技术进步的角度出发,结合数据包络分析和随机前沿分析法,利用 Malmquist 指数法将技术进步分解为技术效率和技术创新等部分。其中,技术创新表现为一切使生产前沿面发生变动的技术变化;技术效率表现为靠近生产前沿面的移动,包括采取最佳方式减少技术使用和分配的无效率等。本文同时以工业经济增长作为实体经济增长的代表,从资本和劳动对技术进步的贡献效率视角,考察中国经济在技术创新和技术效率作用下的发展路径,讨论二者的替代和互补效应。

本文通过设定超越对数生产函数,考察资本和劳动的联动性和互补性,利用随机前沿分析方法,为数据包络分析提供可比结果。同时,通过实证的系数变动和效率值结果,本文进行多期分析对比,得到不同特征行业的技术进步方式,以期弥补国内研究的不足。通过对比美国数据的实证分析,本文证实技术创新和技术效率存在一定的均衡关系,得出技术进步在经济发展中具有收敛趋势的基本结论,以判定我国经济增长现状与最优发展路径,并丰富国内学术界对技术进步收敛性的研究。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分简要评述理论框架和主要分析方法的改进;第三部分对 1991—2012 年中国实体经济部门的技术进步贡献效果进行分解,得到主体工业部门技术创新和技术效率的总体变动特点;第四部分分析中国不同特征行业的分行业技术进步特点,并与美国的实证经验进行对比,分析工业行业技术进步的变化收敛趋势;最后对中国工业行业技术进步的发展提出建议。

## 二、理论框架和主要方法评述

中国经济近十年的高速增长,最直接地表现为平均工业增加值的提高。1991—

① N.-L. Stokey, "Comments on Barro and Lee," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 40, 1994, pp. 47-57.

② J. Temple, "The New Growth Evidence," *Journal of Economic Literature*, vol. 37, 1999, pp. 112-156.

③ 本文根据新古典经济增长理论对国家和地区间经济增长力量的解释,沿用其经济增长收敛性的定义,即指经济体之间真实单位资本产出的差异随着时间递减,而与初始水平无关。技术进步收敛则指技术内生模型中技术增长率不断变化,最终趋于一个恒定数值的过程。(R. J. Barro and X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill, 1995, p. 50) 历经 20 世纪对各国经济增长数据的实证研究后发现,技术进步作为要素生产率提高的深层原因,是分析这一经济增长和收敛现象的关键因子。在不受技术初始水平约束的条件下,通过对比和借鉴技术进步在不同发展阶段的经济体中,对经济增长收敛性的效率改进模式,能够为我国经济的可持续增长和技术进步的有效性提供理论和现实依据。

2012年,中国平均工业增加值年均增速为14.86% (如图1所示),尤其在2004年之后增长更为迅速。由此带动的产业结构变动和行业资本、劳动等要素结构的变动,预示着中国经济发展阶段的升级。<sup>①</sup>这一过程必然包含着行业的市场化改革、垄断竞争的开放和所有权变迁等结构调整行为,从而使经济中行业的特性和技术进步特点产生适应性调整和变更。根据经济增长理论,无论对于如此高速的经济增长,还是行为的自发或指引性调整,技术进步都起着至关重要的作用。

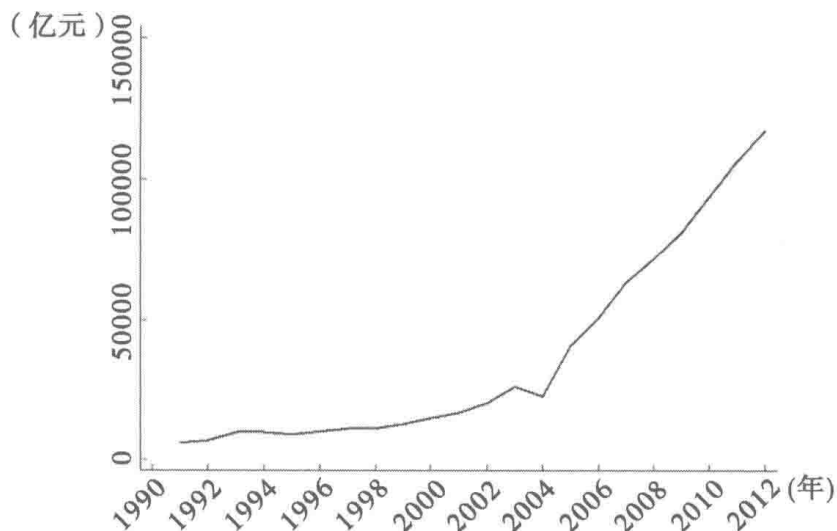


图1 1991—2012年中国平均工业增加值的变动情况

数据来源:中华人民共和国国家统计局编:《中国统计年鉴》,北京:中国统计出版社,相关年份。

## (一) 理论分析框架

传统经济增长理论认为,经济持续增长的动力来自于技术进步。1956年,Solow把技术进步作为解释经济持续增长的外生变量,构建著名的索洛模型,成为外生增长理论的代表。<sup>②</sup>以Cobb-Douglas生产函数为例,包含技术进步的增长理论如(1)式所示:

$$Y_t = A_t K_t^\beta L_t^{1-\beta} \quad (1)$$

其中, $Y$ 表示产出水平, $K$ 表示资本存量, $L$ 表示劳动力, $\beta$ 表示资本份额, $A$ 表示技术进步。若 $A$ 具有 $A_0$ 的初始额度,且以年均恒定的增长率 $\alpha$ 变动,其表达可变为: $Y_t = A_0 (1+\alpha)^t K_t^\beta L_t^{1-\beta}$ 。Romer将技术进步内生化为资本投资,提出AK模型,形成内生增长理论。<sup>③</sup>自此,内生增长理论和外生增长理论分别以技术创新

① 金碚:《中国工业的转型升级》,《中国工业经济》2011年第7期。

② R. M. Solow, "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, 1956, pp. 65-94.

③ P. M. Romer, "Increasing Returns and Long-run Growth," *Journal of Political Economy*, vol. 94, 1986, pp. 1002-1037.

和技术效率为关注点和增长分析的争端,就经济增长的收益、跨地区和领域的差异、经济增长和技术进步的收敛性进行不同的探讨。<sup>①②</sup>随着增长理论不断演化,包括 Barro 和 Sala-i-Martin 的新产品生产观点、<sup>③</sup> Lucas 的人口增长观点、<sup>④</sup> North 的制度变迁观点等,<sup>⑤</sup>无一不是视技术和资本为经济增长的关键。总体而言,这些理论都认为,资本和劳动等要素生产率的提升,究其根本来自于技术进步。一方面,技术扩散带来了劳动生产率的提高,另一方面,资本积累促进了技术转化。因此,现代内生增长理论加大对资本积累的关注,将技术进步内生化为经济增长的收敛原因,指出研究技术进步的收敛效应是极其重要的。Barro 认为,收敛性研究应更详细地关注于技术,讨论技术进步产生的原因、衡量其跨期变动和收敛性将是更加重要的问题,同时还应重视经济增长过程中,资本与劳动等要素重要性的替代。<sup>⑥</sup> Fare 等在关注经济增长的同时,也结合了资本与劳动份额变动的特征。<sup>⑦</sup>

## (二) 主要方法评述

实体经济是经济增长的本源,而构成其主体的工业部门正是技术进步涌现的源头。本文以工业发展作为经济增长研究的代表,基于增长理论内涵的技术进步和分析框架,以全要素生产率(Total Factors Productivity, TFP)作为技术进步的衡量。在研究方法选择上,当前广泛使用的技术进步评价方法主要为数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)和随机前沿分析法(Stochastic Frontier Analysis, SFA)。与已有研究仅使用其中一种的评价方式不同,本文同时结合两种分析方法对技术进步进行分解和研究,以保证结果的稳健性和可靠性。

第一,本文的数据包络分析法采用 CCR 的对偶输入模型,该模型表示为求解下列最优化方程中的  $\theta$  的最小值:

- 
- ① S. Kumar and R. Russell, "Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence," pp. 527-548.
  - ② 需要注意的是,本文所使用的“技术创新”一词,来源于英文 Technological Change,该词语代表了一切使生产前沿面发生变动的技术变化。
  - ③ R. J. Barro and X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, pp. 285-303.
  - ④ R. E. Lucas, Jr., "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, 1988, pp. 3-42.
  - ⑤ D. C. North, *Structure and Change in Economic History*, New York: W. W. Norton & Company, 1981, pp. xi+228.
  - ⑥ 罗伯特·J.巴罗、哈维尔·萨拉伊马丁:《经济增长》,何晖、刘明兴译,北京:中国社会科学出版社,2000年。
  - ⑦ R. Fare et al., "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," *The American Economic Review*, vol. 84, 1994, pp. 66-83.

$$\begin{aligned}
& \min: \theta \\
& \text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^n x_i^t \lambda_i \leq \theta x_j^t \\
& \quad \quad \sum_{i=1}^n y_i^t \lambda_i \geq y_j^t \\
& \quad \quad \lambda_i \geq 0, i=1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{2}$$

其中,  $x_i^t \in R^p$  表示第  $i$  个决策单元在  $t$  时刻的投入量,  $y_i^t \in R^q$  为第  $i$  个决策单元在  $t$  时刻的产出量。该模型设定在确定的最小产出为  $y_j$  的约束条件下, 讨论  $\theta$  值下决策单元的投入量  $x_j$  是否是有效率的。判断规则为: 若  $\theta \geq 1$ , 则该决策单元为 DEA 有效, 否则是非有效的。

第二, 在数据包络分析法的使用上, 本文利用 Malmquist 指数法, 计算生产效率指数, 以此作为技术进步的指标, 并将其进一步分解为技术效率 (EFF) 和技术创新 (TECH) 等部分, 分解方程如 (3) 式所示。同时, 基于陈勇和唐朱昌的方法进行改进,<sup>①</sup> 使用多期分析替代其单期分析, 通过对技术进步的二因素跨时期和分行业研究, 分析技术进步的原因及其产生的行业特征。

$$\begin{aligned}
M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \frac{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^t(x_i^t, y_i^t)} \left[ \frac{D^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{D^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})} \times \frac{D^t(x_i^t, y_i^t)}{D^{t+1}(x_i^t, y_i^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\
&= \text{EFF} \Delta \times \text{TECH} \Delta \\
& \quad i=1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{3}$$

其中,  $M$  表示 Malmquist 指数,  $D$  表示决策单元的距离函数,  $\text{EFF}$  表示技术效率,  $\text{TECH}$  表示技术创新。<sup>②</sup>

第三, 本文利用随机前沿分析法, 对上述技术进步结果进行稳健性分析, 弥补对技术效率进行直接估计和忽视随机误差因素等缺陷, 同时达到衡量资本与劳动等要素份额替代变动等目的。<sup>③</sup> 并引入最新的同时包含资本和劳动要素的超对数生产函数, 如 (4) 式所示。<sup>④⑤</sup> 其中,  $v_{it}$  表示管理控制之外的随机效应且服从  $N(0,$

① 陈勇、唐朱昌:《中国工业的技术选择与技术进步: 1985—2003》,《经济研究》2006 年第 9 期。

② R. Fare et al., "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," pp. 66-83.

③ J. D. Aigner, C. A. K. Lovell and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," *Journal of Econometrics*, vol. 6, 1997, pp. 21-37.

④ W. Wang and P. Schmidt, "On the Distribution of Estimated Technical Efficiency in Stochastic Frontier Models," *Journal of Econometrics*, vol. 148, 2009, pp. 36-45.

⑤ T. Coelli, "A Guide to Frontier Version 4. 1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation," Centre for Efficiency and Productivity

$\sigma_v^2$ ) 独立分布,  $u_{it} \geq 0$  且服从分布  $N^+(\mu, \sigma_\mu^2)$ 。通过增加对资本和劳动等要素份额变动的考量, 并对比数据包络分析的结果, 考察行业规模效应等问题。

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_k \ln k_{it} + \beta_l \ln l_{it} + \frac{1}{2} [\beta_{kk} (\ln k_{it})^2 + \beta_{ll} (\ln l_{it})^2] + \beta_{kl} \ln k_{it} \ln l_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (4)$$

最后, 本文利用 Spearman 系数的相对性和匹配原理, 修正其对工业行业指数排序的绝对性错误, 增加相对结果与绝对结果的对比, 以此判断工业中技术创新和技术效率的有效性, 进而分析行业特性和收敛趋势。

### 三、技术进步的技术创新与效率贡献分解

本文以工业发展作为经济增长研究的代表, 选取 1991—2012 年中国工业 39 个行业的投入产出数据, 利用 DEA 方法和 Malmquist 指数法, 分析技术进步的技术选择与技术创新对工业部门发展的贡献。<sup>①</sup> 产出数据来自 1991—1992 年的工业净产值和 1993—2012 年的工业增加值,<sup>②</sup> 资本和劳动投入数据分别来自 1991—2012 年工业行业的固定资产净值年平均余额和全部从业人员年平均人数, 同时根据各年份“分行业工业出产价格指数”和“固定资产投资价格指数”将以上数据以 1991 年为基期进行换算。<sup>③④</sup> 下面首先分析技术进步在中国工业发展过程中的变化情况, 重点考察技术进步对中国工业发展的贡献及影响方式。

#### (一) 中国技术创新与技术效率的变动

本文采用 DEAP2.1 程序, 根据上述数据计算全要素生产率 (TFP)、技术创新

Analysis(CEPA) Working Papers, no. 7/96, 1996.

- ① 数据来源于中华人民共和国国家统计局编《中国统计年鉴》(北京: 中国统计出版社, 1992—2013 年), 以 1991 年为基期进行平价处理。
- ② 《中国统计年鉴》自 1993 年起不再统计工业净产值, 已知工业增加值与工业净产值的关系为: 工业增加值 = 工业净产值 - 支付给非物质生产的费用 - 利息支出 + 固定资产折旧。随着向国民经济核算体系的全面过渡以及与国际接轨, 我国统计用增加值指标取代了净产值指标。
- ③ 数据来源于《中国统计年鉴》(北京: 中国统计出版社, 1992—2004 年, 2006—2013 年)、国务院第一次全国经济普查领导小组办公室编《中国经济普查年鉴 (2004)》(北京: 中国统计出版社, 2004 年) 和国家统计局工业统计司编《中国工业经济统计年鉴》(北京: 中国统计出版社, 1992—2013 年), 其中 1991—1992 年和 1998—2002 年的工业部门为 37 个行业, 2012 年为 42 个工业部门。
- ④ 出于研究时间段和数据可得性的考虑, 本文以固定资产净值代替资本存量。在研究区间数据可得性允许的条件下, 应使用资本存量数据。