

中国社会科学院登峰战略优势学科（产业经济学）阶段成果

# 产业发展<sup>的</sup> 热点与焦点问题 [2017]

HOTSPOTS AND FOCUSES ON INDUSTRIAL DEVELOPMENT (2017)

中国社会科学院工业经济研究所《产业经济学》学科组 © 著



经济管理出版社  
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

中国社会科学院登峰战略优势学科（产业经济学）阶段成果

# 产业发展的 热点与焦点问题 [2017]

HOTSPOTS AND FOCUSES ON INDUSTRIAL DEVELOPMENT (2017)

中国社会科学院工业经济研究所《产业经济学》学科组 © 著



经济管理出版社  
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

产业发展的热点与焦点问题 (2017) / 中国社会科学院工业经济研究所《产业经济学》学科组著. —北京: 经济管理出版社, 2018. 5

ISBN 978 - 7 - 5096 - 5720 - 1

I. ①产… II. ①中… III. ①产业发展—中国—2017—文集 IV. ①F269.2 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 058959 号

组稿编辑: 杜 菲

责任编辑: 杜 菲

责任印制: 黄章平

责任校对: 董杉珊

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: [www.E-mp.com.cn](http://www.E-mp.com.cn)

电 话: (010) 51915602

印 刷: 三河市延风印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 880mm × 1230mm/16

印 张: 23.75

字 数: 623 千字

版 次: 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 5720 - 1

定 价: 99.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

# 序

本书是2017年中国社会科学院工业经济研究所产业经济学科的论文集。本书所收录的论文均已发表核心期刊上。2016年11月17日，经中国社会科学院院务会议批准，中国社会科学院工业经济所产业经济学学科被确定为中国社会科学院登峰战略优势学科。根据优势学科建设计划，工业经济研究所将推出一批形式多样的研究成果。本书是工业经济研究所产业经济学的学者们“自选”题目的研究成果，反映学者们所关心和研究的问题。本书出版的目的是希望有更多的学者或读者关注产业经济学的建设与发展，同时反映工业经济研究所产业经济学的研究领域。

按照文章主体内容进行归纳梳理后，本书共分为四个专题：供给侧结构性改革与产业转型升级、经济转型与产业布局优化、能源转型与绿色发展、技术创新与产业政策研究。其中，“专题一：供给侧结构性改革与产业转型升级”主要围绕制造业系统优化、实体产业（包括高铁、电力装备、资源型产业、房地产等行业在内）转型发展以及化解产能过剩等热点问题进行独特剖析；“专题二：经济转型与产业布局优化”则聚焦京津冀与长江经济带区域协同发展、中西部和东部地区老工业基地产业布局优化等重要问题的深入研讨；“专题三：能源转型与绿色发展”主要是为应对中国当下能源转型与污染治理攻坚两大挑战，试图从能源转型风险、能源消费困境、碳排放权交易、环保投融资体系、能源税等多视角入手进行系统化的探究；“专题四：技术创新与产业政策研究”主要是对社会合作分工、技术创新外溢、“互联网+”、分享经济、外资区位条件变化等前沿话题进行理性探索。

史 丹

中国社会科学院登峰战略优势学科产业经济学学科负责人

2018年1月

# 目 录

## 专题一 供给侧结构性改革与产业转型升级

### 中国制造业产业结构的系统性优化

|                           |   |
|---------------------------|---|
| ——从产出结构优化和要素结构配套的视角 ..... | 3 |
|---------------------------|---|

### 固定资产投资、产业结构升级、就业与经济增长

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| ——基于辽宁省 14 个地级市 2000 ~ 2015 年面板数据的实证研究 ..... | 19 |
|----------------------------------------------|----|

### 从逆向工程到正向设计

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| ——中国高铁对装备制造业技术追赶与自主创新的启示 ..... | 34 |
|--------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 中国高铁“走出去”面临的新挑战与战略调整 ..... | 48 |
|----------------------------|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 如何理解中国高铁技术赶超与主流经济学基本命题的“反差” ..... | 52 |
|-----------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 当前电力装备产业发展的主要问题与对策建议 ..... | 63 |
|----------------------------|----|

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 供给侧结构性改革与资源型产业转型发展 ..... | 68 |
|--------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 房地产市场调整对产业结构优化的作用及建议 ..... | 77 |
|----------------------------|----|

|                        |    |
|------------------------|----|
| 市场化解产能过剩的原理与措施分析 ..... | 89 |
|------------------------|----|

### 中国经济“脱实向虚”的影响、成因及对策

|                     |     |
|---------------------|-----|
| ——基于国际比较视角的分析 ..... | 108 |
|---------------------|-----|

## 专题二 经济转型与产业布局优化

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 京津冀协同发展的空间演进历程：基于环境规制视角 ..... | 119 |
|-------------------------------|-----|

京津冀产业转移协作的阶段进展与实现途径..... 131

京津冀产业转移协作的前瞻..... 139

中西部和东部地区老工业基地振兴发展的五种模式与解构..... 146

长江经济带产业转移承接与空间布局优化策略研究..... 153

专题三 能源转型与绿色发展

中国对能源转型的引领、风险演化及应对思路..... 169

能源转型能增加天然气消费吗？  
——德国的实证与启示..... 177

十八大以来中国能源工业：成就、问题与展望..... 185

中国能源转型新形势与关键问题..... 193

能源消费研究进展评述与展望  
——一个短期波动的视角..... 199

能源消费困境：促进工业增长与阻碍结构调整并存  
——生产要素贡献与能源强度分解双重视角的实证分析..... 210

碳排放权交易的机制比较、实践效果及其影响因素：一个文献综述..... 224

资源型地区节能减排与供给侧结构性改革..... 238

多元化环保投融资体系的完善..... 246

环境、健康与经济增长：最优能源税收入分配研究..... 251

专题四 技术创新与产业政策研究

社会合作的行为经济学解释述评..... 269

信息技术推动下的分散式创新及其治理..... 282

ICT 与中国经济增长：资本深化、技术外溢及其贡献..... 297

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 技术进步对通货紧缩预期的影响·····                           | 308 |
| 互联网对企业边界的影响机制<br>——主要基于新制度经济学派的交易成本经济学分析····· | 320 |
| 分享经济的内涵与特征探析·····                             | 328 |
| 中国产业组织政策的缺陷与调整·····                           | 338 |
| 中国利用外资区位条件的变化：基于中美制造业成本的比较分析·····             | 350 |
| 促进我国企业参与互联互通建设的研究·····                        | 360 |

## 专题一

---

# 供给侧结构性改革与产业转型升级



# 中国制造业产业结构的系统性优化

——从产出结构优化和要素结构配套的视角\*

史丹 张成

**摘 要：**制造业产业结构的优化调整既是“中国制造2025”的核心内容之一，也是推动“供给侧结构性改革”的重要抓手，但学术界往往未能充分利用开放经济的相关信息和技术水平的贡献作用，并缺乏对要素结构进行相关配套分析。为此，本文以中国制造业两位数行业为样本，对其进行产业结构的系统性优化：即先分析2015年产出结构的优化调整目标及节能减排潜力，然后分析各种要素投入的联动配套问题，并重点针对资本存量要素测算和分析它的产能利用率状况。研究结果表明：①制造业产出结构具备较大的优化调整空间，可以为“经济增长和环境保护”双赢的实现提供支撑，能够让2015年能源强度和碳强度比原始值分别降低18.08%和17.42%。②降低要素错配，制造业产出结构优化调整后需要各种投入要素进行联动配套，特别是资本存量水平需要有较大幅度的变动。③资本要素产能利用率水平的测算结果则进一步显示，受经济增速放缓和投资惯性的影响，2015年制造业产能利用率（56.14%）远低于国民经济“十二五”规划中后期（2008~2010年）的均值水平（73.27%），而投入要素联动配套后的产能利用率则可以回升至后一水平。

**关键词：**产出结构；要素结构；产能过剩；节能减排

## 一、问题提出

改革开放以来，中国制造业在很大程度上依靠产业结构的快速演变促进了经济增长、保障了就业、创造了中国奇迹。如今，虽然制造业总体规模已经位居世界首位，综合实力和国际竞争力得以显著增强，但由于中国经济正处于经济增速换挡期、结构调整阵痛期和前期刺激政策消化期“三期叠加”的新阶段，制造业深处稳增长和调

结构的双重困境、深受发达国家和新兴经济体的双重挤压、陷入低成本优势快速锐减和新竞争优势尚未形成的两难局面，导致制造业未来的发展将越发艰辛与关键。如何进一步破解制造业产业结构高级化不够、合理化不足的弊病，发挥其作为推动经济发展提质增效升级的主战场作用，成为学术界关注的一大议题。

现在要讨论的是，中国制造业产业结构<sup>①</sup>究竟应当如何调整？现有文献正尝试回答该领域的相关问题，在科学评估中国产出结构演变历史作

\* 本文发表在《经济研究》2017年第10期。

史丹：中国社会科学院工业经济研究所党委书记、副所长，二级研究员。张成：中国社会科学院工业经济研究所博士后，南京财经大学教授。

① 在具体分析之前，首先要厘清产业结构优化的概念。本文认为，产业结构优化可以分为产出结构优化和要素结构优化两类，前者是从产业间的组合关系上进行分析，后者则是从产业内生产要素的协调关系上进行研究。现有文献在研究产业结构优化问题时，大多数实际上是在研究产出结构优化。故而，本文提出产业结构的系统性优化概念，即将产出结构优化和要素结构配套进行有机结合。

用的基础上(刘伟和张辉,2008;张友国,2010),模拟分析了产出结构的优化调整方向及其反事实效果(王文举和向其凤,2014;Zhu et al.,2014;张捷和赵秀娟,2015)。但现有文献在优化产出结构时,虽然已经能够将节能减排、就业保障、产业协调等因素引入到优化分析中,但往往停留在封闭经济的视角下,没有充分利用开放经济的相关信息。同时,现有文献虽然在产出结构优化和生产要素优化配置(Ngai and Pissarides,2007;袁志刚和解栋栋,2011;Benhima,2013;董敏杰等,2015)问题上均有论述,但存在着“两张皮”现象,没能将两者有机结合,即几乎所有研究在优化产出结构时,都止步于给出各产业合意的产出水平值,而没有进一步给出资本、劳动等投入要素应当相应地调整至何种水平。对要素结构联动配套分析的尚缺导致现有产业结构优化分析的现实可操作性有待挖掘。

为了在理论上推进产业结构优化的相关研究,在实践中,为政府制定相关产业政策提供可能的帮助,本文以中国制造业二位数行业为样本进行了产业结构的系统性优化,不仅分析了产出结构的优化调整目标及节能减排潜力,而且分析了投入要素的联动配套问题及资本存量要素的产能利用率问题。本文的主要价值在于:①在对制造业产出结构进行优化时,考虑的因素更全面、科学,兼顾了需求和供给的相关信息,特别是对“需求侧”中进出口潜力指标和“供给侧”中技术水平贡献度指标的考虑,现有文献鲜有涉及;②克服现有文献分析产出结构优化和要素结构优化上的“两张皮”现象,将产出结构优化分析和要素投入联动配套进行了有机结合;③在研究要素结构的联动配套时,本文遵循继承与批判的思路,不仅依靠提取历史信息对要素结构进行初步配套,而且针对潜在的资本要素产能过剩问题,对资本要素的配置进行更深入的分析。

## 二、理论阐述:产业结构的系统性优化

自经济学将产业结构纳入研究范畴以来,产

业结构调整就被视为经济增长的重要动力(黄亮雄等,2013)。历经多年发展,产业结构的研究范畴不断扩展,涵括了产业经济系统的所有内部构成(原毅军和董琨,2008)。概括地看,产业结构的两个核心结构应当是产业间的组合关系(产出结构)和产业内生产要素的协调关系(要素结构)。本文发现学者们在产出结构和要素结构的优化问题上虽然已经分别写下了浓重的一笔,但遗憾的是,鲜有学者将两者结合起来分析。而本文则要尝试将两者结合,从产出结构优化和要素结构配套的视角,对产业结构进行系统性优化。

### (一) 产出结构优化的理论阐述

应当如何对制造业的产出结构进行优化?早期的产出结构优化模型在因素考虑上较片面,往往只考虑了经济增长、污染物排放和能源消耗等众多目标中的1~2个目标(马树才,2005;刘小敏等,2007),使相应的产出结构优化方案的合理性有待考究。近年来,学者们开始重视根据产业间关联、消费需求结构和资源禀赋条件等因素,对不合理的产出结构进行调整,促使各产业协调发展(江洪和赵宝福,2015;焦翠红,2015;赵岩等,2016)。在吸纳现有文献的基础上,本文在优化产出结构时主要考虑以下因素:

#### 1. 经济增长和资源环境

随着资源短缺和环境恶化问题的日益突出,经济增长早已经不是中国唯一的目标,而是应当在合理兼顾的条件下,最大化实现经济增长、资源节约和环境保护的“共赢”。

#### 2. 劳动力就业

中国作为一个人口大国,劳动力能否有效就业事关国计民生,因此在产出结构优化调整时,必须保证劳动力享受到结构改革的红利。

#### 3. 产业间关联

判断经济体是否稳定的一个关键因素就是产业间是否能够协调发展,某一产业的发展离不开其他产业的支撑,反过来也需要该产业去支撑其他产业的发展。

#### 4. 进出口结构

在开放经济条件下,中国可以出口和进口相关产品,但从产业安全角度出发,应当将也正在将事关国计民生的产品进口比率控制在一定范围内,至于出口量,也不能无止境增长,要受到国际市场的种种限制。合理的制造业产出结构应当能够适应进口和出口两方面带来的制约,降低商品短期和产品积压现象。

#### 5. 国内最终消费结构

产出的最终目的是满足国内最终消费,各产业需要提供适合国内潜在最终消费结构和能力的产出安排。

#### 6. 技术贡献度

由于技术进步和产出结构演变存在双向互动关系(Montobbio, 2002; Krüger, 2010),所以合理的产出结构应该能保障生产技术的持续发展。产出的总量固然重要,但这些产出中有多大份额是由技术水平引致的,则是判断产业结构是否实现高度化的核心指标之一。

### (二) 要素结构配套的理论阐述

在产出结构优化完毕后,每个产业的产出规模将会有不同程度的变更,为了适应这种变更,每个产业内的要素结构应该发生必要的变化,否则可能将会加剧潜在的要素错配现象。虽然近年来有大量文献研究了劳动力错配和资本错配问题(Dollar and Wei, 2007; 杨志才和柏培文, 2017),但这些研究往往是针对实际产出规模做出的调整,而且劳动力虽然被视为投入要素之一,但不能忽略它的“产出”特征,低失业率一直是国家健康协调发展的追求与目标之一,从而意味着合理的产业发展必须起到支撑就业的社会责任。由于行业的异质性很大,不同行业对就业的支撑能力有很大差异性,贸然用基于行业层面数据的计量模型去优化行业间的劳动力配置,所得的结论有待商榷。为此,本文认为可以将资本、劳动力和中间产品投入这三个要素进行特征区分,进行如下差异化处理:①劳动力。鉴于每个行业在吸纳劳动力上的差异性,将既定年份的劳动力吸纳数量和经济产出建立联系,则一个确定的经济产出应

当支撑的就业量亦能得以确定。②中间产品投入。诚如“巧妇难为无米之炊”,制造业的经济产出离不开中间产品的支撑,历年相对稳定的增加值率数据,从一个侧面证实了中间产品投入和经济产出之间的稳定关系。③资本要素。一旦经济产出规模、劳动力和中间产品投入得以确定,则根据要素投入和经济产出的历史关系,可以倒逼计算出资本要素应当位于何处。

需要注意的是,考虑到制造业部门普遍存在的资本要素产能过剩问题(韩国高等, 2011; 国务院发展研究中心《进一步化解产能过剩的政策研究》课题组, 2015; 董敏杰等, 2015),本文通过倒逼法计算出的资本要素也不一定合理。如果历史数据已经表明资本要素产能过剩,则根据要素投入和经济产出历史关系的倒逼法,只不过将优化后的资本存量调整至历史产能过剩均值水平。为此,可以通过数据包络、成本函数等分析方法,对优化后的要素投入和经济产出进行分析,识别出潜在的资本要素产能过剩程度,为资本要素的进一步优化调整提供方向。

## 三、模型与研究方法

在研究方法上,本文遵循如下层层递进的三个步骤:第一步使用非线性规划技术,在节能减排视角下,综合考虑就业保障、产业均衡、进出口潜力、技术水平贡献度等多个因素,从产出角度对2015年的制造业产出结构进行优化;第二步使用超越对数生产函数模型,在提取出要素投入与经济产出非线性关系的基础上,对优化后的产出结构配套相对适宜的要素格局;第三步则运用数据包络分析技术,重点针对资本存量要素,测算并分析优化前后的产能利用率水平。

### (一) 非线性规划模型的构建

根据前文的理论阐述,本文在就业保障、产出间均衡发展、国内最终消费潜力、进出口潜力和技术水平贡献度约束的前提下,假定能源消耗总量和二氧化碳排放总量均不能高于上限约束,为实现全国整体的资源环境强度(能源强度和碳

强度加权) 最小化, 可以设定如下非线性规划以寻求制造业产出结构的优化调整<sup>①</sup>:

$$\min TP_t^* = \gamma_{EP} \cdot EP_t^* + \gamma_{CP} \cdot CP_t^* \quad (1)$$

$$\text{st. } Y_{i,t}^* EP_{i,t} = E_{i,t}^* \quad (2)$$

$$Y_{i,t}^* CP_{i,t} = C_{i,t}^* \quad (3)$$

$$Y_{i,t}^* LP_{i,t} = L_{i,t}^* \quad (4)$$

$$(1 + \theta_{i,t}) IM_{i,t_0} \leq Y_{i,t}^* - \sum_{j=1}^{m+n} (1 + \gamma_{i,t}) \alpha_{ij,t_0} Y_{j,t}^* - (1 + \psi_{i,t}) XF_{i,t_0} \leq (1 + \varpi_{i,t}) EX_{i,t_0} \quad (5)$$

$$\sum_i^m Y_{i,t}^* RT_{i,t} \geq \sum_i^m Y_{i,t} RT_{i,t} \quad (6)$$

$$\sum_i^m E_{i,t}^* \leq \sum_i^m E_{i,t} \quad (7)$$

$$\sum_i^m C_{i,t}^* \leq \sum_i^m C_{i,t} \quad (8)$$

$$(1 - \lambda_{i,t}) \sum_i^m L_{i,t} \leq \sum_i^m L_{i,t}^* \leq (1 + \lambda_{i,t}) \sum_i^m L_{i,t} \quad (9)$$

$$EP_t^* = \sum_i^m E_{i,t}^* / \sum_i^m Y_{i,t}^* \quad (10)$$

$$CP_t^* = \sum_i^m C_{i,t}^* / \sum_i^m Y_{i,t}^* \quad (11)$$

式 (1) ~ (11) 中的  $i$  ( $j$ )、 $t$ 、 $b$  分别表示行业<sup>②</sup> ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, m+n$ )、年份和能源种类 ( $b = 1, 2, \dots, k$ ), 且用  $t_0$  表示  $t$  年之前的某个年份; \* 号表示优化后的结果;  $TP$  为资源环境强度;  $EP$ 、 $CP$  和  $LP$  分别为能源强度、碳强度和劳动力强度,  $\gamma_{EP}$  和  $\gamma_{CP}$  分别为  $EP$  和  $CP$  的权重比例系数;  $Y$ 、 $E$ 、 $C$ 、 $L$ 、 $XF$ 、 $IM$ 、 $EX$  和  $RT$  分别为产出、能源、二氧化碳、劳动力、其他消费<sup>③</sup>、进口额、出口额和技术水平贡献率;  $\theta$  和  $\varpi$  分别为进口额和出口额的变动率;  $\alpha_{ij}$  为直接消耗系数,  $\gamma$  为直接消耗系数变动率;  $\psi$  为其他消费变动率;  $\lambda$  为全国劳动力总量的变动率。

从功能定位上看, 式 (1) 为目标函数, 即

寻求全国整体的资源环境强度最小化; 式 (2) ~ (11) 为相关约束条件, 其中式 (2) ~ (4) 分别将各行业的产出与能源消耗量、二氧化碳排放量及劳动力数量建立关系; 式 (5) 则是从产业间均衡和进出口的角度将各行业的产出进行约束; 式 (6) 则是从技术贡献度角度保证优化后各行业技术水平对产出的总贡献额度至少不小于优化前的原始水平; 式 (7) ~ (9) 分别从能源消耗、二氧化碳排放和劳动力就业保障的总量上进行约束; 式 (10) 和式 (11) 则分别给出了全国能源强度和碳强度的计算方法。

## (二) 超越对数生产函数模型的构建

在相关假定和约束前提下, 本文能够得到中国制造业两位数行业优化调整后的产出规模, 但新的问题是, 各行业应该如何有效利用各种投入要素来高效率地提供合意产出量, 降低要素错配现象? 为此, 可以先使用历史数据估算出各种投入要素和产出之间的非线性关系, 根据产出的需要计算出合理的要素配置格局。

在估算要素投入和产出之间的非线性关系时, 本文采用了随机前沿技术 (Stochastic Frontier Analysis, SFA), 主要原因是该方法不仅能够从生产率中分解出技术效率值, 而且能控制随机误差项带来的扰动, 从而能够更准确地刻画各种要素投入之间的替代或互补关系, 及各种要素投入与产出之间的非线性关系。基于 Battese 和 Coelli (1995) 所构建的 SFA 模型内涵, 参照现有文献, 本文采用包括资本 ( $K$ )、劳动力 ( $L$ )、中间产品投入 ( $M$ ) 和技术水平 ( $T$ ) 在内的函数形式。为便于更细致地考察要素投入的边际产出与弹性, 本文将生产函数设定为超越对数形式, 其具体形

① 无论是中国在全球环境绩效指数 (EPI) 中相对落后的排名, 或是针对碳强度问题, 中国政府在哥本哈根会议上做出的郑重承诺和国民经济规划中制定的约束目标, 都充分说明中国的制造业需要更好地兼顾“经济增长与环境保护”问题, 所以本文以制造业全国整体资源环境强度最小化为优化目标。

②  $i$  表示制造业,  $j$  表示制造业及其他行业。

③ 其他消费是本国制造业部门之外所有部门对本国制造业产品的间接消费总额和居民、政府、资本形成的最终消费总额的加总。

④ 在封闭经济条件下, 只需要制造业每个行业的生产量能够满足其他所有行业的间接消费及国内的最终消费即可。但在开放经济条件下, 制造业可以多生产些产品用于出口, 也可以依靠进口来满足国内生产的不足, 但在当前的进出口格局下, 依赖于进出口的数量受到相应的限制。

式如式 (12)<sup>①</sup> 所示:

$$\begin{aligned} \log Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \log K_{it} + \beta_2 \log L_{it} + \beta_3 \log M_{it} + \\ & \beta_4 \log K_{it}^2 + \beta_5 \log L_{it}^2 + \beta_6 \log M_{it}^2 + \beta_7 \log K_{it} \log L_{it} + \\ & \beta_8 \log K_{it} \log M_{it} + \beta_9 \log L_{it} \log M_{it} + \beta_{10} T_{it} + \beta_{11} T_{it}^2 + \beta_{12} \\ & T_{it} \log K_{it} + \beta_{13} T_{it} \log L_{it} + \beta_{14} T_{it} \log M_{it} + V_{it} - U_{it} \end{aligned} \quad (12)$$

式中,  $\beta$  为待估参数;  $U$  为产出无效率, 服从  $iid | N(0, \sigma_u^2) |$ , 该因素是各决策单元由于内部管理水平上的差异所导致的产出损失;  $V$  为随机偏差项, 满足  $iid N(0, \sigma_v^2)$ , 这是运气因素对产出的随机影响。

一旦求出制造业各细分行业的合意产出规模, 根据劳动力强度和中间产品投入强度, 就能够估算出各细分行业需要吸纳的劳动力数量和中间产品投入量, 进而可以使用式 (12) 估算出相对合适的资本存量规模。

### (三) 数据包络分析方法的运用

产能利用率是测度产能过剩程度最直接和常用的指标, 即用经济体的实际产出占潜在生产能力的比重衡量。具体测算时, 学术界常用的方法有调查法、峰值法、成本函数法、数据包络分析方法和随机生产前沿方法等 (国务院发展研究中心《进一步化解产能过剩的政策研究》课题组, 2015; 董敏杰等, 2015)。本文选取数据包络分析方法为分析框架, 不同于 Kirkley 等 (2002) 基于产出导向的研究角度, 本文注重从要素投入角度, 即在假定其他可变要素不可自由处置的前提下, 为提供既定产出, 可以将资本存量水平降低至何种水平, 于是降低后的合意资本存量水平与原始资本存量水平的比值就能够从要素角度对产能利用率水平进行测定, 进而能够为资本存量的定位与调整提供依据。

在具体研究方法上, 本文使用 Cooper 等

(2004) 构建的基于投入导向的规模收益不变的非自由处置变量模型 (Non-discretionary Variable Model, NDSC), 这样做的好处是既可以提取自由处置变量 (资本存量) 和非自由处置变量 (劳动力和中间品投入) 的信息, 又能在将非自由处置变量设定为不变的前提下, 重点分析自由处置变量的投入效率。限于篇幅, 不再对该模型进行赘述。

在求出资本冗余量 ( $s_{k,it}^-$ ) 之后, 产能利用率水平 ( $PUR_{it}$ ) 可以用式 (13) 得出:

$$PUR_{it} = (K_{it} - s_{k,it}^-) / K_{it} \quad (13)$$

## 四、变量构造与数据说明

本文采用中国 30 个省份 (剔除了对西藏、香港、澳门和台湾地区的考虑) 的制造业两位数行业 2003—2015 年的面板数据为样本, 所用数据是根据历年《中国统计年鉴》《中国人口与就业统计年鉴》分省统计年鉴、国研网统计数据库和中国统计应用支持系统整理和计算而得。为剔除价格因素的影响, 本文所有和价格有关的数据均根据相应价格指数或增长指数调整至 2000 年的价格水平。此外, 由于国民经济行业分类 2002 版和 2011 版本中对制造业细分行业的分类有所差异, 本文根据最大化利用数据的原则, 将数据做了必要的拆分与合并, 最终形成 29 个制造业细分行业。<sup>②</sup>

在经验分析中, 涉及的变量如下构造:

### (一) 产出 ( $Y$ )

选取经工业品出厂价格指数调整后的实际工业总产值作为产出。

① 在模型具体形式的选取上, 可以通过  $\gamma$  值检验来判断随机前沿生产函数是否比普通最小二乘 (OLS) 更有效, 并且通过构造类似比统计量来对超越对数生产函数的具体形式进行选择。限于篇幅, 不再对具体方法进行赘述, 相关步骤可参见谢建国 (2006) 的研究。

② 包括: ①农副食品加工业; ②食品制造业; ③饮料制造业; ④烟草制品业; ⑤纺织业; ⑥纺织服装、鞋、帽制造业; ⑦皮革、毛皮、羽毛 (绒) 及其制品业; ⑧木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业; ⑨家具制造业; ⑩造纸及纸制品业; ⑪印刷业和记录媒介的复制; ⑫文教、工美、体育、娱乐用品制造业及其他制造业; ⑬石油加工、炼焦及核燃料加工业; ⑭化学原料及化学制品制造业; ⑮医药制造业; ⑯化学纤维制造业; ⑰橡胶制品业; ⑱塑料制品业; ⑲非金属矿物制品业; ⑳黑色金属冶炼及压延加工业; ㉑有色金属冶炼及压延加工业; ㉒金属制品业; ㉓通用设备制造业; ㉔专用设备制造业; ㉕交通运输设备制造业; ㉖电气机械及器材制造业; ㉗通信设备、计算机及其他电子设备制造业; ㉘仪器仪表制造业; ㉙废弃资源和废旧材料回收加工业。

## (二) 劳动投入 ( $L$ )

选用年末全社会从业人员数指代。

## (三) 资本投入 ( $K$ )

根据永续盘存法计算得出, 公式为  $K_t = K_{t-1} (1 - \delta_t) + I_t / P_t$ , 具体计算时, 采用董敏杰等 (2015) 提供的方法<sup>①</sup>, 其中  $I_t$  是新增投资额, 用相邻两年的固定资产原价的差值指代,  $P_t$  是投资品价格指数, 用固定资产投资价格指数指代, 折旧率  $\delta_t$  用历年估算折旧率的均值<sup>②</sup>来度量, 基期的资本存量  $K_0$  用 2000 年固定资产原价与累计折旧的差值近似表达。

## (四) 中间产品投入 ( $M$ )

用工业总产值减去工业增加值、应交增税后, 再除以原材料购进价格指数指代, 其中工业部门两位数行业的工业增加值在 2001 ~ 2007 年的数据来自《中国工业统计年鉴》, 2008 ~ 2015 年的数据则根据当年工业总产值与 2003 ~ 2007 年平均工业增加值率的乘积近似表达。

## (五) 技术进步 ( $T$ )

超越对数生产函数模型如果需要加入技术进步, 则用时间跨度 1 ~ 13 刻画。

## (六) 能源消耗量 ( $E$ )

计算时采用的终端能源消耗为原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、天然气、其他石油制品、其他焦化产品、热力和电力, 并根据国家统计局提供的标准煤折算系数转换成标准煤形式。

## (七) 二氧化碳排放量 ( $C$ )

常规化石能源的二氧化碳排放因子以 IPCC (2006) 提供的数据为准, 电力作为二次能源, 其二氧化碳排放因子采用国家气候战略中心提供的全国基准数据, 热力消费假设所有的热力均由原煤燃烧产生, 按照原煤的排放系数进行折算。

## (八) 能源强度 ( $EP$ )、碳强度 ( $CP$ ) 和劳动力强度 ( $LP$ )

分别用能源消耗量、二氧化碳排放量和劳动力数量与工业总产值的比值表示。

## (九) 进口额 ( $IM$ )、出口额 ( $EX$ )、直接消耗系数 ( $a_{ij}$ ) 和其他消费 ( $XF$ )

根据中国 2012 年投入产出表为基准, 合并计算得出相关行业的对应数据。其中, 其他消费使用制造业外所有部门对制造业产品的间接消费总额和居民、政府、资本形成的最终消费总额的加总值衡量。

## (十) 能源强度的权重系数 ( $\gamma_{EP}$ )

将能源强度和碳强度的权重系数均取值 0.5。

## (十一) 技术水平贡献率 ( $TP$ )

技术水平引致的产出增长额度与总产出之间的比值。<sup>③</sup>

## (十二) 全国劳动力总量变动率 ( $\lambda$ )

根据全国劳动力总量近三年变动率绝对值的均值为上下约束线。

## (十三) 进口额变动率 ( $\theta$ )、出口额变动率 ( $\varpi$ )、直接消耗系数变动率 ( $\gamma$ ) 和其他消费变动率 ( $\psi$ )

根据已有数据, 使用差分法, 估算得出 2015 年相对于 2012 年的变动率。

# 五、实证结果及其分析

## (一) 制造业节能减排进程的总体演变

自中国加入 WTO 以来, 制造业总体在节能减排上付出了巨大的努力并收获了一定的成绩, 总体来看:

1. 能源强度和碳强度趋于降低, 节能减排成绩凸显

能源强度由 2003 年的 0.6106 万吨标准煤/亿

① 由于后续需要使用各省份分行业的资本存量, 受限于数据可得性, 本文借鉴了董敏杰等 (2015) 提供的与现有文献略有不同但相对可行的计算方法。

② 历年估算折旧率的计算方法为: (历年累计折旧额 - 上年累计折旧额) / 上年固定资产原价。除废弃资源和废旧材料回收加工业的折旧率均值高达 20% 外, 其他制造业的折旧率均值普遍围绕 5.87% 上下波动。

③ 计算思路是: 先使用随机前沿生产函数模型, 计算出经济产出增长率中有多大比率是由技术进步引致, 进而计算出经济产出中有多大比率是由技术水平引致。限于篇幅, 具体计算方法可以向笔者索要。

元逐步降低至 2015 年的 0.2348 万吨标准煤/亿元，年均降低率高达 7.83%<sup>①</sup>；同期的碳强度则由 1.6023 万吨/亿元降低至 0.6784 万吨/亿元，年均降低率则为 6.57%。

2. 在各行业内部，能源强度和碳强度的排名在样本间存在一定的变迁

如皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品业的能源强度从小到大排名由 2003 年的第 3 位降低为 2015 年的第 6 位。再如，农副食品业的碳强度排名则由 2003 年的第 10 名，降低至 2015 年的第 16 名。

3. 行业间的能源强度和碳强度差异极大且差异程度趋于加剧

以能源强度指标为例，在 2003 年，能源强度最高的是石油加工、炼焦及核燃料加工业（2.3737 万吨标准煤/亿元），最低的则为通信设备、计算机及其他电子设备制造业（0.0367 万吨标准煤/亿元），前者是后者的 64.68 倍，该年所有行业的变异系数为 1.3217。随着节能减排工作的推进，在 2015 年，两者的能源强度分别降低至 1.3951 万吨标准煤/亿元和 0.0103 万吨标准煤/亿元，但两者的倍数扩大至 135.45 倍，至于总体

的变异系数则上升至 1.7296。类似的情况也出现在碳强度指标上。

(二) 制造业产出结构的优化调整

基于前文给出的非线性规划技术，从节能减排即最小化资源环境强度的角度，本文估算了 2015 年制造业各行业的合意产出规模及相应的能源消耗和二氧化碳排放状况<sup>②</sup>。

1. 制造业产出结构优化调整后的潜在效果

2015 年制造业总产值为 898564.05 亿元，优化后的总产值可以提高至 938833.01 亿元，比前者提高了 4.48%，但却可以带来较良好的节能减排效果，能够让能源消耗总量由 2015 年的 211017.20 万吨标准煤降低至 180618.72 万吨标准煤（降低率为 14.41%），使二氧化碳总量由 609611.39 万吨降至 526001.46 万吨（降低率为 13.72%），从而让资源环境强度由 0.4566 万吨/亿元降低至 0.3763 万吨/亿元（降低率为 17.59%），其中能源强度由 0.2348 万吨标准煤/亿元降低至 0.1924 万吨标准煤/亿元（降低率为 18.08%），碳强度由 0.6784 万吨/亿元降低至 0.5603 万吨/亿元（降低率为 17.42%）（见图 1）。

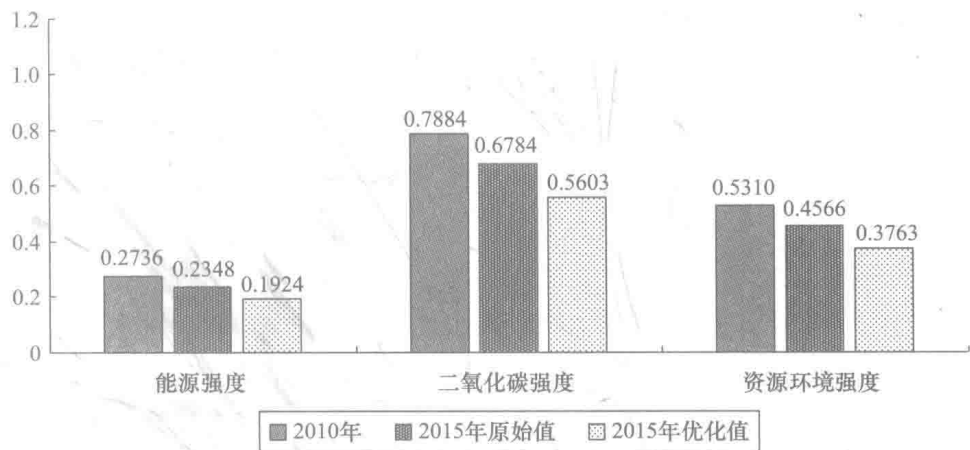


图 1 制造业三种强度指标的变动状况

① 计算公式： $1 - \sqrt[12]{EP_{2003} - EP_{2015}}$ 。  
② 本文在分析中将能源强度和碳强度的权重系数均取值为 0.5。经建议，本文将两者的权重系数变更为 0.75、0.25 及 0.25、0.75，进行了稳健性检验，结果发现细分行业中除石油加工、炼焦及核燃料加工业和非金属矿物制品业等个别行业的资源环境强度结果有 1%~2% 的差异率外，其他细分行业的差异率均保持在 1% 以内。之所以呈现这种良好的稳健性，原因有二：一是因为各行业在能源强度和碳强度上高度相关；二是由于众多条件约束制约了各个行业的波动空间。

## 2. 制造业细分行业产出结构的优化调整结果与分析

为更清晰地展示 2015 年制造业各行业优化值与 2015 年原始值及 2010 年原始值相比的产出规模调整方向与程度, 本文绘制了图 2。同时, 为便于深入把握各行业的调整状况与格局, 本文引入强绝对增产、弱绝对增产、相对增产、绝对减产、强相对减产和弱相对减产六个分类, 每一类的具体划分依据如表 1 所示。其中, 强绝对增产指该行业的产出规模不仅大于 2015 年原始值, 而且大于 2015 年优化值与 2010 年相比的平均增速 (66.57%, 以下简称基准增速)。在图 2 中只需要观察各行业的 ● 型和 ▲ 型标识, 如果全部分别超出 0 和 66.57% 的增减临界线, 则说明该行业为强绝对增产行业。观察后可知, 符合该标准的行业有医药制造业, 专用设备制造业, 电气机械及器材制造业, 通信设备、计算机及其他电子设备制造业, 废弃资源和废旧材料回收加工业等 9 个行业。强相对减产指该行业的产出规模虽然比 2010 年产出有所增长, 但小于基准增速, 而且小于 2015 年原始值, 即需要该行业的 ● 型和 ▲ 型标识分别低于 0 和位于  $(0, 66.57\%]$  的区间。可以看出, 农副食品加工业, 食品制造业, 造纸及纸制品业, 橡胶制品业和黑色金属冶炼及压延加工业等 17 个行业属于强相对减产行业。弱绝对增产指该行业的产出规模大于 2015 年原始值, 并比 2010 年产出有所增长, 但小于基准增速, 在图 2 中需要该行业的 ● 型和 ▲ 型标识分别高于 0 和位于  $(0, 66.57\%]$  的区间, 属于该类型的行业为交通运输设备制造业。弱相对减产则指该行业的产出规模小于 2015 年原始值, 但大于基准增速, 在图 2 中如果某行业的 ● 型标识低于 0 的增减临界线, 但 ▲ 型标识高于 66.57% 的增减临界线, 则说明该行业为弱相对减产行业, 仅有饮料制造业和文教、工美、体育、娱乐用品制造业及其他制造业属于该类型, 说明即使和 2015 年原始值相比, 需要适度减少这两个行业的产出规模, 但它们和整个制造业的基准增速相比, 依然领先于均值水

平。至于其他几种类型则并无任何行业归属于它们。

可以看出, 中国需要强绝对增产的 9 个制造业行业里, 不仅有高技术含量的先进制造和高端装备制造业, 有无穷潜能的互联网行业, 还有往往被世人忽视的“静脉产业”。毫无疑问, 先进制造、高端装备制造业和互联网行业以及进一步融合的“互联网+”行业无疑是“中国版工业 4.0”和“中国制造 2025”路线图能否顺利实现的重中之重, 其重要性无须赘述。实际上, 作为“静脉产业”的废弃资源和废旧材料回收加工业, 虽然产出比重不占优势, 但优化增长势头无疑是强绝对增产行业中的佼佼者, 需要将 3279.92 亿元的原始产值提升至 5917.63 亿元, 增长幅度高达 80.42%。从美欧和日本等发达国家的发展进程来看, 近几十年来均较重视发展“静脉产业”, 注重利用循环经济理念有机协调当今世界发展所遇到的两个共同难题——垃圾过剩和资源短缺, 通过垃圾的再循环和资源化利用, 让自然生态系统逐步走向良性循环的状态。基于中国当前面临的资源短缺和环境污染的现状, 及早在党的十六届五中全会就明确提出的要“大力发展循环经济, 完善再生资源回收利用体系”的要求, 适时大力推进“静脉产业”, 将其融入至“工业 4.0”和“中国制造 2025”路线图的大浪潮中是历史的趋势和必然。

需要进一步指出的是, 应当如何理解处于强相对减产的行业。不可否认, 处于这种类型的行业总数高达 17 个, 其中不乏纺织、食品加工等传统劳动密集型轻工业, 也有化学原料及化学制品制造业和黑色金属冶炼及压延加工业等资本密集型重工业。这些行业有多个行业归属于国家发展和改革委员会与工业和信息化部, 会同中国国务院有关部门提出的“十大产业振兴规划”之列。实际上, 不同程度地减少这些高资源环境强度产业的产出总量是基于投入产出的框架, 在满足消费、投资和所有产业的中间品需求、进出口格局约束和技术水平贡献度的前提下做出的一个宏观优化布局。为了总体的资源环境强度最小化, 同