

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视角的分析

史丹 张成

内容提要：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，亦是推动“供给侧改革”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，即先分析了2015年产出结构的优化调整目标及节能减排潜力，然后分析了各种要素投入的联动配套问题，并重点针对资本存量要素，测算并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）为降低要素错配，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）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^①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用的基础上（刘伟和张辉，2008；张友国，2010），模

* 史丹，中国社科院工业经济研究所，邮政编码：100836，电子信箱：shidan01@163.com；张成（通讯作者），南京财经大学经济学院，中国社科院工业经济研究所博士后，邮政编码：210023，电子信箱：ruc-zhangcheng@163.com。本文是中国社会科学院创新工程项目“大数据技术在经济预测预警中的应用”、国家自然科学基金政策研究重点支持项目（71742001）、国家自然科学基金青年项目（71703065）、教育部人文社会科学基金青年项目（17YJC790195）的阶段性成果。作者感谢匿名审稿人的评审意见，文责自负。

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。

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 & Pissarides,2007;袁志刚和解栋栋,2011;Benhima,2013;董敏杰,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不足,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,考虑的因素更为全面、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是现有文献鲜有涉及的;(2)克服了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了初步配套,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了更为深入的分析。

二、理论阐述:产业结构的系统性优化

自从经济学将产业结构范畴纳入研究以来,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)。概括地来看,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泼下了浓重的一笔,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分析。

1. 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,在因素考虑上较为片面,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一至两个目标(马树才,2005;刘小敏等,2007),使得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,对起初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,但从产业安全的角度出发,应当将也正是将事关国计民生的产品进口比率控制在一定比率内,至于出口量,亦不能无止境增长,亦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:产出的最终目的是为了满足不同国内最终消费,各产业需要提供适合于国内潜

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, 但这些产出当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。

2. 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 & 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, 而且劳动力虽然是投入要素之一, 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, 从另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; 第二步是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。

1. 非线性规划模型的构建

根据前文的理论阐述, 我们在就业保障、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:^①

^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。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

式(1)至(11)中的*i(j)*、*t*、*b*分别表示行业^①(*i* = 1 2...*m*; *j* = 1 2...*m* + *n*)、年份和能源种类(*b* = 1, 2...*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*分别能源强度、碳强度和劳动力强度; γ_{EP} 和 γ_{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^②、进口额、出口额和技术水平贡献率; θ 和 ϖ 分别为进口额和出口额的变动率; α_{ij} 为直接消耗系数, γ 为直接消耗系数变动率; Ψ 为其他消费变动率; λ 为全国劳动力总量的变动率。

从功能定位上来看,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)至(11)为相关约束条件,其中式(2)至式(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^③;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)至式(9)分别是能源消耗、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。

2. 超越对数生产函数模型的构建

在相关假定和约束的前提下,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,从而能够更为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

① *i*表示制造业, *j*表示制造业及其它行业。

② 其他消费是制造业部门之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。

③ 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。

出之间的非线性关系。基于 Battese & 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。为便于更为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,其具体形式如下式^①所示:

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

式中 β 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。

3. 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 et al. (2002) 等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 et al. (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})可以用下式(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(不包括对西藏、香港、澳门和台湾地区)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年价格水平。此外,由于国民经济行业分类2002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

^① 在模型具体形式的选取上,可以通过 γ 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,并且通过构造似然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。

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。^①

在经验分析中,涉及的变量如下构造:(1)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。(2)劳动投入(L)选用年末全社会从业人员数指代。(3)资本投入(K)根据永续盘存法计算得出,计算公式为 $K_t = K_{t-1}(1 - \delta_t) + I_t/P_t$,具体计算时,采用董敏杰等(2015)提供的方法^②,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 δ_t 用历年估算折旧率的均值^③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。(4)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数据在2001—2007年间的来自于《中国工业统计年鉴》,2008—2015年间的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。(5)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。(6)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煤折算系数转换成标准煤形式。(7)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。(8)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。(9)进口额(IM)、出口额(EX)、直接消耗系数(α_{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之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。(10)能源强度的权重系数(γ_{EP})将能源强度和碳强度的权重系数均取值0.5。(11)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。^④(12)全国劳动力总量变动率(λ)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。(13)进口额变动率(θ)、出口额变动率(φ)、直接消耗系数变动率(γ)和其他消费变动率(ψ)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

1. 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

^① (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。

^② 由于本文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。

^③ 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。

^④ 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作者索要。

标准煤/亿元逐步降低至 2015 年的 0.2348 万吨标准煤/亿元, 年均降低率高达 7.83%^①; 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期间存在一定的变迁。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 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。类似的情况亦出现在碳强度指标上。

2. 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。^②

(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, 优化后的总产值可以提高至 938833.01 亿, 比前者提高了 4.48%, 但却可以带来较为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%)。

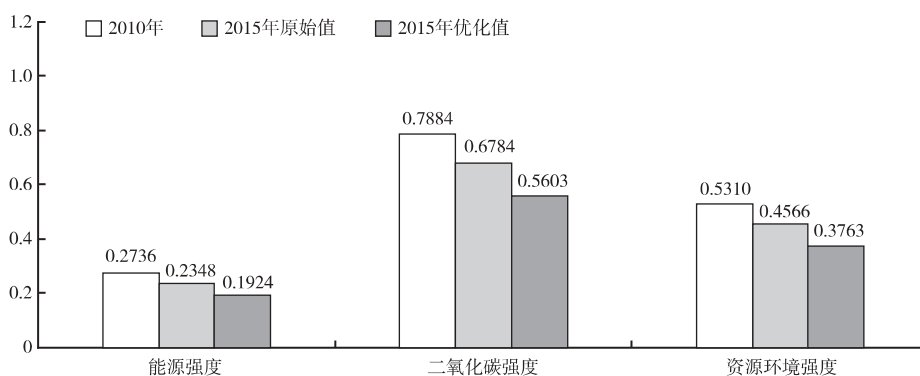


图1 制造业三种强度指标的变动状况

(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

① 计算公式为 $1 - \frac{EP_{2015}}{EP_{2003}}$ 。

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。经审稿人建议, 本文将两者的权重系数变更为 0.75、0.25 及 0.25、0.75, 并进行了稳健性检验。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。

入以下6个分类: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,每一类的具体划分依据见表1。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“●”和“▲”型标识,如果全部分别高于各自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“●”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“●”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。

表1 制造业产出规模增减类型分类标准

	与2015年基准值相比的调整度(%)		与2010年相比的增长度(%)		
	$R_1 > 0$	$R_1 \leq 0$	$R_2 > 66.57\%$	$0 < R_2 \leq 66.57\%$	$R_2 \leq 0$
强绝对增产	●		▲		
弱绝对增产	●			▲	
相对增产	●				▲
绝对减产		●			▲
强相对减产		●		▲	
弱相对减产		●	▲		

注:●表示与2015年相比的调整度,▲表示与2010年相比的增长度。

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,其重要性无需赘述。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3279.92亿的原始产值提升至5917.63亿,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,近几十年来均较为重视发展静脉产业,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,以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”路线图的大浪潮之中,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。这些行业有多个归属于国家发展改革委和工业和信息化部,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，同时避免产能过剩问题，这些行业需要一定程度上让步于强绝对增产的行业。当然，这种让步并不是让每个企业削减产量那么简单，而是以各行业的总产出规模为目标值，在每个产业内部实现优胜劣汰，关停并转掉各行业内部相对更为高消耗、高污染的企业，适度扩大各行业中具备相对比较优势的企业，实现规模经济和范围经济。至于弱相对减产的行业，其基本情况和强相对减产行业类似，亦需要适度让步于强绝对增产行业，所不同的是弱相对减产行业虽然需要降低一些产出额，但其优化后的增长速度依然领先于基准增速。

3. 制造业最优产出结构的要素结构联动配套

(1) 超越对数生产函数模型的估算结果及分析

在使用随机前沿生产函数模型估算各要素投入对经济产出的影响作用时，首先需要对随机前沿生产函数的适用性及具体形式进行判定。凭借似然比检验和显著性检验，发现式(12)中的资本存量和中间产品投入的交乘项、技术水平与资本存量的交乘项以及技术水平与中间产品投入的交乘项需要被剔除，最终的结果如表2所示。可以看出，该模型不仅所有自变量的系数结果均至少在10%的显著性水平上显著，且 γ 值高达0.9693，并在1%的水平上显著，说明普遍存在技术无效率，前沿生产函数的误差主要由技术无效率引致，从而进一步表明使用随机前沿生产函数是必要和有效的。

表2 随机前沿生产函数模型估计结果

指标	系数	指标	系数	指标	系数
LnK	0.3410 ^{***} (3.4377)	$LnK^* LnK$	0.0214 [*] (1.9036)	$T^* LnL$	0.0078 ^{***} (3.9581)
LnL	-0.5358 ^{***} (-6.8444)	$LnL^* LnL$	0.0745 ^{***} (3.3137)	截距	-0.4902 [*] (-1.6558)
LnM	1.4228 ^{***} (11.1265)	$LnM^* LnM$	-0.0624 ^{***} (-4.6877)	σ^2	0.0798 ^{***}
$LnK^* LnL$	-0.1184 ^{***} (-4.7794)	T	0.0433 ^{***} (3.9220)	γ	0.9693 ^{***}
$LnL^* LnM$	0.0823 ^{**} (2.3641)	$T^* T$	-0.0016 ^{***} (-5.6507)	Log-likelihood	630.0665

注：括号内为Z值；***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著；Ln表示以e为底取对数。

表2的相关结果为配套分析2015年要素投入量提供了可能。在具体分析之前，考虑到制造业部门普遍存在的资本要素产能过剩问题，本文将资本存量设定为自由处置变量，寄希望于能够凭借要素结构的联动配套，降低资本要素的产能过剩程度。同时，为了保障就业和延续前文的分析思路，将既定年份的劳动强度系数设定为独立于经济产出水平，即采用前文求得的劳动强度系数，根据优化后的产出水平计算出各行业可以支撑的就业量。最后，考虑到中间产品投入在制造业生产过程中的基础支撑作用，可以简单地将既定年份的中间产品投入强度系数设定为独立于经济产出水平，进而亦能根据优化后的产出水平得到相应的中间产品投入水平。

(2) 制造业细分行业合意产出的要素结构联动配套结果及分析

根据制造业各行业的2015年合意产出值，可以计算出相应的资本存量、劳动力和中间产品投入的合理水平。从总量上来看，制造业总体需要147085.61亿元的资本存量和485067.62亿元的

中间产品投入,分别比原始值降低了26.02%和提高了0.74%,并可以提供与2015年原始值极为接近的就业量。相对而言,通信设备、计算机及其他电子设备制造业,交通运输设备制造业和电气机械及器材制造业提供了最大的就业岗位,并使用了最多的中间产品投入,表明这三大行业将会在保障就业和带动其他行业发展上发挥极为重要的作用。

表3 制造业资本存量增减类型分类标准

	与2015年原始值相比的调整度(%)		与2010年相比的增长度(%)		
	$R_3 > 0$	$R_3 \leq 0$	$R_4 > 18.03\%$	$0 < R_4 \leq 18.03\%$	$R_4 \leq 0$
强绝对增投	●		▲		
弱绝对增投	●			▲	
相对增投	●				▲
绝对减投		●			▲
强相对减投		●		▲	
弱相对减投		●	▲		

注:同表1。

强相对减投行业,而农副食品加工业,饮料制造业,废弃资源和废旧材料回收加工业等8个行业则属于弱相对减投行业。

为深入对比分析制造业各行业资本存量的增减变动格局,本文也通过将其分为强绝对增投、弱绝对增投、相对增投、绝对减投、强相对减投和弱相对减投来进行分析,分类标准见表3。结合表3和图3,发现医药制造业,交通运输设备制造业,通信设备、计算机及其他电子设备制造业等6个行业属于强绝对增投行业,橡胶制品业,化学原料及化学制品制造业和纺织业等11个行业属于绝对减投行业,皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业,纺织服装、鞋、帽制造业和非金属矿物制品业等4个行业属于

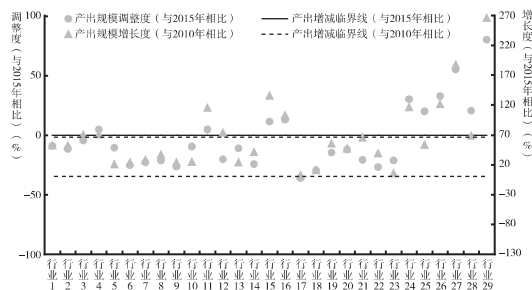


图2 制造业各行业的产出规模增减程度示意

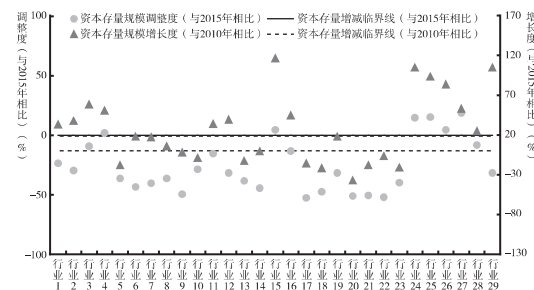


图3 制造业各行业的资本存量增减程度示意

注:图2中实线为以2015年为比较基准的产出增减临界线,临界点为0%,虚线为以2010年为比较基准的产出增减临界线,临界值为0%和66.57%。图3中实线为以2015年为比较基准的资本存量增减临界线,临界点为0%,虚线为以2010年为比较基准的产出增减临界线,临界值为0%和18.03%。

对比分析资本存量规模和产出规模的增减格局,发现两者的总体变动趋势基本一致,但有些行业则差距迥异。如废弃资源和废旧材料回收加工业及印刷业和记录媒介的复制虽然在产出规模上处于绝对增产格局,但在资本存量规模上却应处于弱相对减投格局,说明资本投资虽然是保障经济的重要因素,但过分依赖资本大量投入、高消耗和高污染的粗放型生产模式,往往也带来了严重的产能过剩问题。本文注意到当前钢铁、电解铝、水泥、煤化工、风机设备、多晶硅、造纸等行业被普遍认为是产能过剩较为严重的行业,它们对应的则是有色金属冶炼及压延加工业,黑色金属冶炼及压延加工业,化学原料及化学制品制造业,造纸及纸制品业,非金属矿物制品业和专用设备制造业等6个行业(董敏杰等2015)。在前文产出结构的优化分析中,前4个行业均需要在一定程度上降低产出规模增长速度,并使资本存量规模有更大程度的降低,但这种降低只是在接受历史产能过剩和落后产能比重格局的前提下,对资本存量规模做出的定位。这种定位能在多大程度上解决产能过剩问题,则成为下文的分析重点。

4. 制造业资本要素产能过剩水平的定位与削减

近年来,国家较为重视解决制造业的落后产能问题,并取得初步成效。据国家工业和信息化部提供的数据,截至2015年底,中国淘汰炼钢、水泥和平板玻璃等分别高达8634万吨、6.19亿吨和1.66亿重量箱,高于国民经济“十二五”规划制定的要分别淘汰4800万吨、90万吨和0.9亿重量箱的任务目标,提前完成“十二五”规划目标。但落后产能的削减并不意味着产能过剩问题亦能随之解决,若不能做好资本存量要素的淘汰、合并、转型和增速控制,则产能过剩问题并不会有效得以控制与解决。国家统计局自2014年以来累计统计的6万余户大中型企业数据显示,几乎所有企业的产能综合利用率均低于80%。特别是在经济持续处于新常态后,经济增速的持续放缓若不能配套实现资本存量的对应调整,必将会使产能过剩问题持续发酵与恶化。因此,从解决产能过剩的角度对制造业的资本存量进行评判与定位具有重要的现实意义。

本文将使用Cooper et al. (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来测算全国制造业各细分行业2015年原始值和优化值的资本要素产能利用率。为了给每个细分行业均构建一个效率前沿面,需要多个经济体的相关数据。考虑到数据的可得性,本文以各细分行业的30个省份及全国整体的数据,共计31个DMU的投入产出数据为样本进行分析。

(1) 制造业要素格局联动配套前后的资本要素产能过剩水平测度结果与分析

图4汇报了2015年制造业各行业原始值及优化值的产能利用率状况。可以看出,制造业原始值整体的产能利用率约为56.14%。相对而言,轻工业和高新技术产业的产能利用率普遍较高,如其中的医药制造、纺织服装、鞋、帽制造业的排名相对靠前。而重工业的产能利用率则普遍较低,如废弃资源和废旧材料回收加工业,有色金属冶炼及压延加工业和石油加工、炼焦及核燃料加工业居于制造业末三位。本文计算的制造业各行业的产能利用率总体排名格局和韩国高等(2011)、董敏杰等(2015)基本一致。

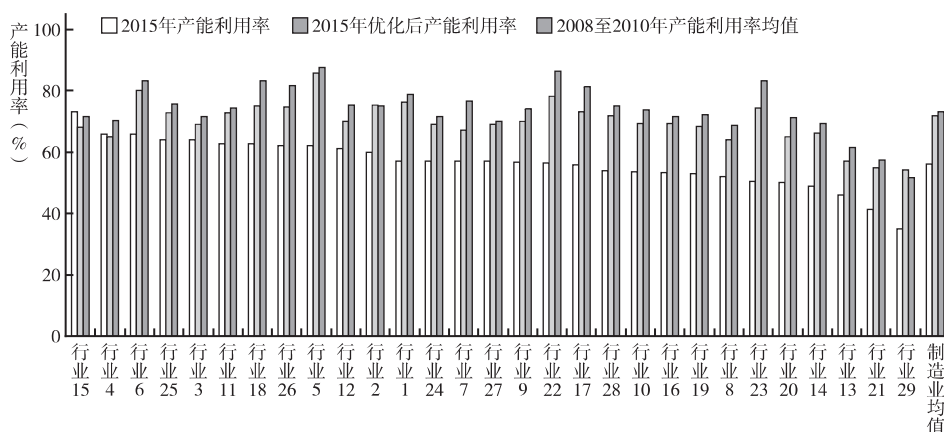


图4 制造业各行业的产能利用率对比

通过对2015年制造业产出结构及要素结构进行优化,能够在较大程度上提高制造业的产能利用率,整体均值可提高至72.04%,在取值上仍然低于美国等发达国家经常引用的79%—82%的合意产能利用率水平(钟春平和潘黎,2014)7—10个百分点。从分行业角度来看,除医药制造业优化前后的产能利用率几乎保持不变外,其他各行业的产能利用率均有不同程度上升,特别是纺织业的产能利用率可以提升至85.84%,居于冠军之位。本文关注到废弃资源和废旧材料回收加工业在优化后的产能利用率依然低至55.12%,继续处于末位水平,原因就在于近几年各地区在响应大力发展“静态产业”政策时,陷入了低水平建设、重复建设和恶性竞争格局。以生活垃圾

全资源化处理(TWR)企业为例,通过国务院参事室对天津等地的调查数据来看,多地区的生活垃圾排放存在着排放量“吞不完”和TWR企业“吃不饱”并存的局面:一方面,部分TWR企业设计能力偏小,无法实现规模经济,导致生活垃圾“吞不完”现象;另一方面,一些TWR企业则又存在“吃不饱”现象,即和TWR企业的日处理设计能力相比,每日运来的生活垃圾数量尚不足一半。类似的情况也存在于工业垃圾的处理企业上。究其根本原因,就在于过去鲜有人问津的废弃资源和废旧材料回收加工业,在国家处理补贴标准和全资源回收收益的保障下,已经变得有利可图,但各地区在废弃资源和废旧材料回收加工业的布局上普遍不合理,不是设计能力过小的重复建设、低水平建设横行,就是设计能力较大,但辐射半径内的废旧资源因运输成本、恶性竞争等问题并未被集中运送和处理。大力推行“静脉产业”应是中国当前的必然选择,但需要理顺废旧资源的跨区域运输问题,根据人口密集度、企业密集度和运输成本等多因素合理布局系统的静脉产业。

(2) 制造业资本要素产能过剩问题的削减分析

仅仅通过提取历史信息,去给优化后的合意产出规模进行要素格局联动配套,可以让制造业的产能利用率水平有不同幅度的上升,但产能过剩问题依然存在。因为这里对制造业各行业资本存量的调整是根据历史样本数据中资本存量和经济产出之间的非线性关系为基准的,所以调整后的产能利用率结果应当和历史均值相当,图4中2008—2010年产能利用率的均值约为73.27%和2015年要素格局联动配套后的取值(72.04%)较为接近。从这个意义上讲,以史为鉴的调整,在技术上只是逼近于历史均值水平,避免经济增速放缓背景下,地方政府“病急乱投医”式的过度投资,但这仅是制造业提高产能利用率、降低产能过剩问题的第一个层次。在将资本存量根据合意产出水平调整至历史均值水平后,往往与以国内高效率经济体为效率前沿面的产能利用率水平有一定差距,对这个差距进行削减就成为中国制造业提高产能利用率、降低产能过剩问题的第二个层次。

在解决第一层次产能过剩问题的基础上,要重点关注和解决废弃资源和废旧材料回收加工业,有色金属冶炼及压延加工业和石油加工、炼焦及核燃料加工业等产能利用率大幅低于合意产能利用率水平的问题,根据两者之间的差距,对资本存量值做进一步的调整,实现产能利用率由第一层次向第二层次的跨越。这一步跨越是质的变化与飞跃,会比实现第一层次要艰难得多。正如Coelli et al. (2002)和董敏杰等(2015)指出的那样,由于诸多经济体可能会存在着固定投入相等但生产能力不同的现象,即在技术效率上存在差异性,因而可以将产能利用率进一步分解为设备利用率和技术效率(Coelli et al., 2002; 董敏杰等, 2015)。那么,治理资本要素产能过剩问题最直接的措施可以从针对产出要求确立合理的企业规模,避免规模过小或规模过大引致的规模不经济现象着手,注重提高设备利用率;同时,不仅应当注重提高企业的技术水平和管理水平,提高显性的技术效率水平,而且应当从淘汰落后产能和“建价虚高,物低所值”的“泡沫固定设备”着手,降低隐形的技术无效率水平。

5. 对制造业产业结构系统性优化的进一步思考

中国自1978年改革开放以来,与世界他国的贸易往来密切程度不断加强,中国已成为世界上最大的出口国,但有两个特征不容回避:一个是出口产品往往集中在高耗能和高污染行业的纺织业和化学原料及化学制品制造业等行业;二是存在贸易“增加值剪刀差”,不仅体现在高耗能和高污染行业,而且存在于通信设备、计算机及其他电子设备制造业等相对低能耗和低污染行业。由此可见,辉煌的贸易成绩背后存在着诸多困境与无奈,中国制造业整体一定程度上尚处于产品代加工层次,或者自身有完整研发生产系统,但品牌价值较低,缺乏国际竞争力。处于“微笑曲线”低洼阶段或低层次“微笑曲线”的产业格局,导致中国付出了巨大的人力、物力和资源环境成本,才换来当今

的外汇储备格局。必须承认，这是中国作为发展中国家在经济攀升过程中难以逾越的发展阶段。随着中国经济的腾飞及大国地位的稳固，中国应当积极寻求国际分工格局的优化，实现工业增加值率的稳步上升，让更少的成本特别是资源环境成本获得更高的经济回报。

根据本次制造业产出结构优化结果，中国应当强绝对增产的9个行业里，多数行业的出口进口比低于制造业整体平均水平。对于这些行业，中国首先要注重加大这几个行业的要素投入和产出力度，降低国内对进口产品的依赖程度，提升国内对本国产品的需求强度；其次要提高产品国际竞争力，加强国外对本国商品的需求强度，这一方面要注重推进民族品牌的国际精品化进程，打破“微笑曲线”整体低位徘徊的格局，实现“微笑曲线”的整体攀升；另一方面要注重实现由原有“微笑曲线”低洼阶段向研发、设计和销售的高端阶段爬升，进而提高强绝对增产行业的国际竞争力与贸易主动权。至于需要相对减产和绝对减产的行业，则要根据当前的贸易格局和资源环境强度，实现差异化的发展策略。对于黑色金属冶炼及压延加工业和非金属矿物制品业等高资源能耗强度、高出口进口比的行业，要注重降低对用环境换外汇发展模式的依赖程度，降低行业发展规模，减少出口强度。对于有色金属冶炼及压延加工业和化学原料及化学制品制造业等高资源能耗强度和低出口进口比的行业，可以注重关停并转掉一批产能差、能耗高、污染重的企业，适度加大进口程度来满足国内中间产品的生产需求。当然，对于制造业的任何一个行业，注重推行品牌的国际化、国际分工的高端化、落后企业的关停并转化、进出口产品的选择化、先进节能减排技术和有国际竞争力企业的高层次“引进来”、并购及控股国外先进制造业的高层次“走出去”、产业要素结构的配套调整都将是贯穿产业结构优化调整工作的基本思路，要做到合理搭配，在新常态下轻重有序、有破有立地推进制造业的节能减排进程和经济腾飞战略。

六、结论与启示

产业结构的合理与否，将会决定产业的行为和绩效。这意味着，能否根据现实国情对制造业的产业结构进行优化调整将是左右“中国制造2025”未来成效的重要因素。因此，本文以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，即先分析了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，并重点针对其中的资本存量要素，测算并分析它的产能利用率状况。研究发现：（1）制造业产出结构通过优化调整，可以分别降低能源强度和碳强度18.08%和17.42%。（2）为降低要素错配，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降低26.02%。（3）2015年制造业产能利用率远低于国民经济“十二五”规划中后期的均值水平，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。

基于本文的研究发现，相关的启示可以体现为以下二点：首先，“中国制造2025”不应是制造业的全行业盛宴，而是要做到有破有立、重点突破。可以重点发展医药制造业，专用设备制造业等九个行业，提升经济增速；要适度控制饮料制造业和文教、工美、体育、娱乐用品制造业及其他制造业的增长速度，但要保证其高于整个制造业的基准增速；农副食品加工业和食品制造业等其他制造业则要控制在整个制造业基准增速的下方，避免其过度增长。

其次，生产要素的异质性，要求政府“有形手”和市场“无形手”的联合方式必须因“素”制宜。一方面，政府应打破劳动力市场的制度性分割，减少依附于户籍、编制等制度上的福利待遇，进而降低劳动力流动的成本，促使劳动力的自由流动，但要谨防资本逐利过程中，过度提高资本有机构成导致的失业问题。另一方面，中央政府不仅要根据产出结构优化调整需要，明确制造业各行业的合理资本存量水平，避免行业整体规划上的投资失调，而且要通过多种途径和手段规范、约束地方政府的投资行为，抑制各地投资过度扩张的势头。同时要加大政企分开和投资体制改革的力度，让政

府尽快退出投资市场的主体地位,在资本要素配置上不再担当主要角色,而是起到规范市场和引导市场的作用,让投资行为步入良性的市场化运行环境。

参考文献

- 董敏杰、梁泳梅、张其仔 2015 《中国工业产能利用率:行业比较、地区差距及影响因素》,《经济研究》第1期。
- 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 《当前我国产能过剩的特征、风险及对策研究》,《管理世界》第4期。
- 韩国高、高铁梅、王立国、齐鹰飞、王晓妹 2011 《中国制造业产能过剩的测度、波动及成因研究》,《经济研究》第12期。
- 黄亮雄、安苑、刘淑琳 2013 《中国的产业结构调整:基于三个维度的测算》,《中国工业经济》第10期。
- 江洪、赵宝福 2015 《碳排放约束下能源效率与产业结构解构、空间分布及耦合分析》,《资源科学》第1期。
- 焦翠红、李秀敏 2015 《经济增长、节能减排与区域产业结构优化》,《税务与经济》第2期。
- 刘伟、张辉 2008 《中国经济增长中的产业结构变迁和技术进步》,《经济研究》第11期。
- 刘小敏、肖春来、李红梅 2007 《某地区总排污控制下的产业结构优化研究》,《北方工业大学学报》第1期。
- 马树才 2005 《以经济增长为目标的产业结构调整优化模型》,《辽宁大学学报(自然科学版)》第3期。
- 王文举、向其凤 2014 《中国产业结构调整及其节能减排潜力评估》,《中国工业经济》第1期。
- 谢建国 2006 《外商直接投资对中国的技术溢出:一个基于中国省区面板数据的研究》,《经济学(季刊)》第4期。
- 杨志才、柏培文 2017 《要素错配及其对产出损失和收入分配的影响研究》,《数量经济技术经济研究》第8期。
- 袁志刚、解栋栋 2011 《中国劳动力错配对TFP的影响分析》,《经济研究》第7期。
- 原毅军、董琨 2008 《产业结构的变动与优化:理论解释和定量分析》,大连理工大学出版社。
- 张捷、赵秀娟 2015 《碳减排目标下的广东省产业结构优化研究——基于投入产出模型和多目标规划模型的模拟分析》,《中国工业经济》第6期。
- 张友国 2010 《经济发展方式变化对中国碳排放强度的影响》,《经济研究》第4期。
- 赵岩、黄鑫鑫、王红瑞、王欣利、许新宜 2016 《基于区间数多目标规划的河北省水资源与产业结构优化》,《自然资源学报》第7期。
- 钟春平、潘黎 2014 《“产能过剩”的误区——产能利用率及产能过剩的进展、争议及现实判断》,《经济动态》第3期。
- Battese, G. E. , and Coelli, T. J. ,1995, “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”, *Empirical Economics* ,20(2): 325—332.
- Benhima, K. ,2013, “Financial Integration, Capital Misallocation and Global Imbalances”, *International Money and Finance* ,32: 324—340.
- Coelli, T. , Grifell-Tatje, E. , and Perelman, S. ,2002, “Capacity Utilisation and Profitability: A Decomposition of Short-run Profit Efficiency”, *International Journal of Production Economics* ,79(3): 261—278.
- Cooper, W. W. , Seiford, L. M. , and Zhu, J. , 2004, “Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software”, New York: Springer Science and Business Media.
- Dollar, D. , and Wei, S. J. ,2007, “Das (wasted) Kapital: Firm Ownership and Investment Efficiency in China”, NBER Working Paper.
- Kirkley, J. , Paul, C. J. M. , and Squires, D. ,2002, “Capacity and Capacity Utilization in Common-pool Resource Industries”, *Environmental and Resource Economics* ,22(1—2): 71—97.
- Krüger, J. J. ,2010, “Productivity and Structural Change: A Review of the Literature”, *Economic Surveys* ,22(2): 330—363.
- Montobbio, F. ,2002, “An Evolutionary Model of Industrial Growth and Structural Change”, *Structural Change and Economic Dynamics* ,13: 287—424.
- Ngai, L. R. , and Pissarides, C. A. ,2007, “Structural Change in a Multisector Model of Growth”, *American Economic Review* ,97(1): 429—443.
- Zhu, Y. B. , Shi, Y. J. , and Wang, Z. ,2014, “How Much CO₂ Emissions Will be Reduced through Industrial Structure Change if China Focuses on Domestic Rather than International Welfare?”, *Energy* ,72: 168—179.

Toward the Systemic Optimization of China's Manufacturing Industry Structure: Based on Output Structure Optimization and Element Structure Matching Perspectives

SHI Dan^a and ZHANG Cheng^{b, a}

(a: Chinese Academy of Social Sciences; b: Nanjing University of Finance and Economics)

Summary: The optimized adjustment of China's manufacturing industry structure, composed by output structure optimization and element structure optimization, is not only one of the core elements of "Made in China 2025", but also an important way to promote supply-side reform. How to further understand the upgrading of the industrial structure and the lack of rationalization in the manufacturing industry and the role they play in promoting economic development, quality, efficiency, and upgrading of the main battlefield have become major issues in academia.

In the optimization of output structure, the current literature introduces energy conservation, efficient employment, industry coordination, and other factors in optimization analysis, but it often fails to take full advantage of relevant information on open economy and the contribution of technology. At the same time, the current literature discusses the issues of output structure optimization and optimal allocation of production factors, yet the "two skins" phenomenon prevents these issues from being organically combined together.

Based on the current literature, this paper first uses non-linear programming technology from the perspective of energy-saving emission reduction, accounting for efficient employment, industry balance, import and export potential, technical level contribution, and other factors, to optimize the output structure of China's double-digit industries in 2015. Then, we use the transcendental logarithmic production function model to extract the non-linear relationship between factor inputs and economic outputs and identify the relatively appropriate element structure of the optimized output structure. Finally, based on Data Envelopment Analysis technology, capital stock is used to estimate and analyze the capacity utilization level before and after optimization.

The findings are as follows. First, the manufacturing industry structure has huge optimized adjustment potential and can reduce energy intensity and carbon dioxide intensity by 18.08% and 17.42%, respectively, compared with the 2015 values. Second, to decrease resource misallocation, the input factors of the manufacturing industry require linkage matching, especially the capital stock, which should be adjusted by a large amplitude after the output structure optimization. Third, the results of the calculation of the utilization level of capital stock further show that the utilization rate of manufacturing capacity (56.14%) in 2015 is much lower than the average level (73.27%) in the second half of the 12th Five-year Plan for the national economy (2008–2010), which is affected by the investment inertia and slowdown of economic growth, while the capacity utilization after the linkage matching of input factors can be improved to match the latter.

The main contributions of this paper are the following. First, in the optimization of the manufacturing output structure, we focus on the import and export potential indicators from the "demand side" and the technical level contribution index from the "supply side". Second, we overcome the "two skins" phenomenon of the analyses in the current literature by organically combining output structure optimization and factor input matching. Third, in the study of element structure matching, this article follows the idea of inheritance and criticism; thus, it relies not only on the extraction of historical information to carry out the initial matching of the element structure but also analyzes the allocation of capital stock, focusing on the capital stock overcapacity problem.

Keywords: Industry Structure; Element Structure; Overcapacity; Energy-saving and Emission-reduction

JEL Classification: O21, Q01, Q56

(责任编辑: 郑健) (校对: 曹帅)