

行业技术效率测度与 全要素生产率增长的分解

冯贞柏*

摘要: 本文以行业为生产单元,利用随机前沿生产函数模型,测度了2005—2016年间的技术效率,并用“前沿面法”对行业全要素生产率(TFP)进行了全面的分解和测算。结果表明:我国各行业的生产率均呈现逐年下降的趋势,产出增长率已经历加速转向减速的拐点,财政刺激经济增长会加剧TFP的下滑;规模报酬递减是TFP下滑的主因,配置效率会随规模报酬而波动;技术进步是促进TFP增长的重要因素,技术效率改进并不显著;经济过度依赖房地产、批发和零售业等规模报酬快速递减的行业,而制造业、金融业等技术进步较大的行业却资源投入不足,从而阻碍了生产率的增长。因此,在供给侧结构性改革背景下,政府应加快各行业的经济体制改革,而不宜过多干预经济增速下降的“新常态”,资源的配置效率将是今后改革和发展的核心命题。

关键词: 行业总量生产函数;全要素生产率;超越对数函数;分解与测度

一、引言

全要素生产率(Total factor productivity, TFP)作为绩效测量的一部分,是宏观经济学的核心内容之一。对其增长进行准确的测度与分解有非常重要的意义:测度结果可以判断经济发展的总体绩效表现,分解则可以对绩效影响的因素进行深入精确的剖析,以便为提高绩效采取有针对性的策略。

由于不同产业或地区的投入产出的种类和数量不同,它们之间TFP的绝对值没有太多的可比性,而经济分析中更多地讨论TFP的相对变化。从分析技术角度,衡量TFP相对变化的方法可以分为两类:一类是“指数法”,即通过计算单个厂商(或产业、地区,下文称为“生产单元”)基期和报告期的投入和产出的绝对值,构建TFP指数,通过指数变化反映TFP的变化。这类方法的最大特点是只能衡量单个单元的生产率的变化,而且不能对TFP进行详尽的分解。另一类是“前沿面法”,即从生产函数入手,构建多个生产单元的生产前沿面,

* 冯贞柏,五邑大学经济管理学院,邮政编码:529020,电子信箱:fengzb@ruc.edu.cn。

本文获2018年度教育部人文社会科学研究一般项目“产业转移的区域协调发展效应评价、影响机制及对策研究:以广东为例”(项目编号:18YJC790062)的资助。特别感谢匿名审稿人和编辑部的宝贵意见,当然文责自负。

通过前沿面的变动衡量 TFP 的变化。这类方法的优点是能够利用前沿生产函数的估计分析单个要素对产出的影响程度,而且通过观测值与前沿面的距离测度各个单元技术效率。由于“前沿面法”尤其是随机前沿分析法测度 TFP 时能准确地刻画各种投入对产出的影响程度,而且可以很方便地将 TFP 增长分解成技术进步、技术效率变化、规模报酬变化和配置效率变化等因素,因而在生产率和效率研究中被广泛运用。

近年来,利用随机前沿分析方法研究我国宏观 TFP 的文献也相当丰富。然而,值得关注的是,他们普遍从区域视角,主要以省份为生产单元估计生产前沿函数,典型文献如郑京海和胡鞍钢(2005)、王志刚等(2006)、王志平(2010)、张健华和王鹏(2012),等等;相比而言,很少文献从行业视角进行相关研究,仅见少量文献在中观层面,用更小的类别作为生产单元来估算行业 TFP,如涂正革和肖耿(2005)、李小平和朱钟棣(2005)、任若恩和孙琳琳(2009),而迄今未见以行业门类为生产单元估计总量生产函数的研究。显而易见,以区域(省份)为生产单元估计总量生产函数的做法被国内研究广泛认可和采纳;行业视角的研究倾向于某一行业内部,用单个企业或行业小类作为生产单元估计总量生产函数;而从行业门类和大类视角对宏观层面 TFP 的研究非常缺乏,一方面原因是数据口径一致性的处理相当棘手,另一方面原因是对区域加总的弊端和行业加总的优越性未有足够的重视。

事实上,对于依赖于总量生产函数进行的宏观 TFP 研究,国际上较早时期普遍采用区域视角,但是近年来更倾向于采用行业视角来进行。从“两个剑桥之争”年代开始,总量生产函数的加总逻辑问题一直是宏观经济学争论的焦点问题之一,Joan Robinson、Solow、Fisher、Samuelson 等经济学家都对此进行了深入研究,但迄今为止仍没有更好的解决方法,总量生产函数仍然是宏观经济学研究的得力手段之一。虽然这一争论无果而终,但是他们的研究成果对于后来人们研究总量生产函数有重要的指导意义,在这些经典研究的基础上,近年来经济学家们对于如何由微观加总成宏观的角度取得了较为一致的新认识,Schreyer(2001)、Felipe 和 Adams(2005)、Felipe 和 Fisher(2010)、Zambelli(2018)等人认为,行业视角的加总在逻辑上显著优于区域视角,主要有两方面的理由:一是由于生产性质完全不同的产业进行区域加总会造成估计出来的函数扭曲了生产技术结构,不能准确反映技术的变化,而同一行业内部厂商之间的生产活动内容相同或类似,在一定程度上可以更加准确地反映直接的技术传递效应,因此 21 世纪以来,OECD 普遍采用行业视角测度宏观投入产出关系。二是区域加总并不考虑个别厂商依据价格变化调整其要素密集度而带来的间接技术变化,因而无法厘清总产出和增值额之间的具体传递关系,忽略了生产行为调整对间接技术变化的作用。正是由于这两方面的原因,Groth 等(2006)、Basu(2010)、O'Mahony 和 Timmer(2013)发现,区域加总过程使实际 TFP 往往被低估。因此,他们认为,用总量生产函数进行区域经济增长研究是不合适的。而且,Duranton 和 Storper(2006)、Roberts 和 Setterfield(2010)、Corrado 和 Fingleton(2011)、Felipe 和 McCombie(2012)的研究发现,近二十年来逐渐被主流经济学关注的经济地理学直接将模型建立在区域视角分析宏观经济是错误的,因为地区视角的总量生产函数根本无法反映宏观生产技术结构,包括总量替代弹性、规模经济性质和技术进步率。

基于行业总量生产函数的优越性和重要性,本文克服了我国统计数据处理的困难,结合有关文献的做法,将零散繁杂的行业数据严格按投入产出标准进行处理。然后以国民经济 18 个行业门类为生产单元,估计行业总量随机生产前沿函数,在此基础上测度出各行业技术

效率,并结合 TFP 增长率的分解,计算各行业的技术进步率、规模报酬率以及它们对 TFP 增长的贡献。本文其余部分安排如下:第二部分从行业视角研究全要素生产率优越性并对其进行理论分解;第三部分介绍变量和数据,并采用随机前沿分析方法建立具体模型;第四部分简要介绍实证结果并详细解释 TFP 增长率的分解的含义;第五部分是结论。

二、行业总量生产函数与 TFP 分解

利用随机前沿分析方法估计总量生产函数的具体形式,首先要解决的是带有随机因素的“生产单元”的界定问题。正如上文所述,在国家层面上,可以把各个省份当作生产单元,也可以把各个行业当作生产单元,与微观生产函数相比,此处的生产单元是由众多厂商共同组成的一个集合。不同视角的加总过程直接决定各个随机单元的生产技术结构及其变化趋势,影响总量生产函数的估计以及各单元技术效率测度的结果,进而影响生产率分解的解释力。分析表明,选择行业而不是省份为随机单元来估计前沿生产函数更有优越性,可以更加准确地测度各个单元的技术效率并对全要素生产率进行更合理的分解与解读。

(一) 行业加总估计总量生产函数的优越性

生产率和效率是生产理论基础上的概念,分析方法一般遵从生产理论和假设。首先从微观上,假定一个厂商在一个给定期间,投入两种生产要素 L 和 K ,产出为 Y ,投入产出组合记作 T ,则 T 为一个非空的三维欧氏空间上的闭凸集(封闭锥)。它主要有两个性质:两种投入之间边际替代率递减,即在两种投入一种产出的框架下,等产量曲线是凸向原点的;产出对投入的变换呈现倒“S”型逻辑曲线(Logistic curve),边际率呈现先递增然后递减的形状,其实质含义就是规模报酬先递增后递减的趋势^①。

图1展示了加总后的生产单元总量生产特征与随机生产前沿面的关系。根据 Debreu (1951) 和 Farrell (1957) 的定义,技术有效性可以分为投入导向和产出导向两种度量方法,由于产出导向型方法与等产量曲线相联系,可以很方便地找到测量的标准,因此被广泛地采用。产出导向型技术有效性衡量生产单元的生产可能性组合点到生产可能性边界的径向距离,由函数 $TE_o(X, Y) = [\max\{\phi: \phi Y \leq f(X)\}]^{-1}$ 定义。如图1所示,若在宏观层面上, $P_{industry}$ 和 $P_{regional}$ 分别表示按行业和按区域加总后生产单元的产量曲线, PF 表示宏观生产前沿面,技术无效性即是指在必定的投入条件下,点 ϕY 到 Y 的距离。从图中我们不难看出, $P_{industry}$ 是由同一行业内部的不同厂商的投入产出组合加总而来,若按行业进行加总,即每个厂商的生产曲线基本如图中较细的规则实曲线所示,由于生产技术结构的相同或相似性,行业总量生产函数的特征与单个厂商相同或相似,即图中不规则黑曲线,其形状及走势与单个厂商基本相同;若按区域进行加总,由于生产技术结构不同厂商的规模经济效应不同,直接表现在投入产出组合的形状不同,即由规则实曲线和虚曲线所示的生产曲线进行叠加,结果使 $P_{regional}$ 即灰色不规则曲线明显发生了改变,而且均不能代表任一厂商的生产行为,这种改变直接影

^①规模报酬递减律早在古典经济学时代就被发现,亚当·斯密在《国民财富的性质和原因的研究》中就讨论规模报酬问题,后来大卫·李嘉图在《政治经济学及赋税原理》中阐述了投入增长到一定阶段后产出的增长速度比投入增长速度要慢,也即经济在经历了规模报酬递增之后会出现拐点,慢慢呈现递减趋势。之后,产出是投入的倒“S”形逻辑曲线的关系逐步被经济学家所研究和接受。张军和施少华(2003)、郭庆旺和贾俊雪(2005)等对我国总量生产函数的实证分析也有类似的观点。

响技术有效性的测度,正因如此,这种由于总量生产函数特征改变带来效率测度的影响被 Groth 等(2006)称作直接技术影响(Direct technology effect)。

图2展示了要素价格变动时厂商生产技术结构不同对行业总量生产特征的影响。根据 Basu(2010)、O'Mahony 和 Timmer(2013)等人的研究, $IQ_{k-intense}$ 和 $IQ_{l-intense}$ 分别表示资本密集型产业和劳动密集型产业的等产量线, $X(L,K)$ 和 $X'(L,K)$ 分别表示投入总额不变情况下要素价格变动前和变动后的等成本线,为了简单起见,此处分析假定资本价格不变,劳动价格改变对两种投入要素组合的影响。如图2所示,在同样的投入总额条件下,劳动价格的升高会引起两种产品产量都下降,但劳动密集型产业产品产出下降的幅度显著大于资本密集型产业,而且两个行业的生产要素密集度都倾向于采用资本更加密集的生产技术。结合图1,我们可以分析,如果按行业角度对厂商进行投入产出加总,由于生产要素密集度相同或相近,厂商生产行为调整和产量变化的趋势与相对幅度相同,图1中加总过程仍能保持 $P_{industry}$ 和单个厂商投入产出组合的一致性质。而如果是按照区域单元进行加总,由于 $IQ_{k-intense}$ 的增幅明显小于 $IQ_{l-intense}$,而且各种产业产出增长效应的不一致性,图1加总过程将使各个单元产量增长在加总过程中相互抵消,从而使得 $P_{regional}$ 中的变化与各厂商自身生产特征出现不一致。这种技术传递的性质被称为间接技术影响(Indirect technology effect),它会导致区域加总的 TFP 与实际 TFP 产生较大的偏离。

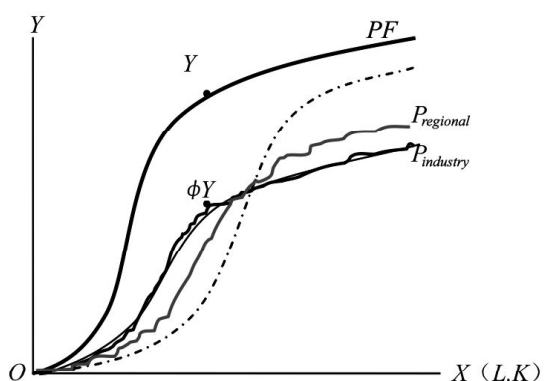


图1 生产前沿面的决定与直接技术影响

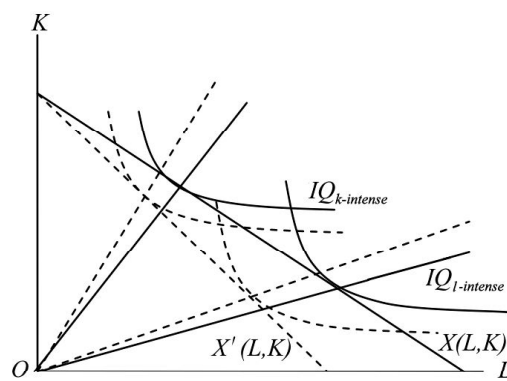


图2 生产要素密集度与间接技术影响

上述框架粗略地分析了厂商生产技术结构不同对加总过程带来的影响,直接技术影响表明,由于不同行业生产过程规模报酬率的差异会降低单个厂商加总成随机生产单元时信息传递的效率,它在测度过程中可能影响技术进步、技术效率和规模报酬的准确度;间接技术影响主要是由于不同行业要素密集度差异导致要素价格变化时产出变化的幅度,以及厂商调整要素投入时会产生相关的成本变化差异,从而影响单个厂商加总成随机生产单元时的信息传递的准确性,它不但影响技术进步、技术效率和规模报酬,还会影响配置效率的测度。从这两个角度来看,行业内加总比区域(跨行业)加总显然更加有效和准确(Groth et al., 2006; Basu, 2012)。

(二) 生产前沿面与 TFP 分解

根据“前沿面法”,宏观层面上总量生产函数被视为生产可能性边界 PF ,在两种投入一种产出假设下,总量生产函数形式简单表示为:

$$Y=f(L,K,t) \quad (1)$$

式(1)中: Y 代表总产出, L 和 K 分别代表劳动总投入和资本品总投入, t 表示时间趋势。

由于生产单元技术非效率的存在,根据 Kumbhakar(2000)提出的产出导向型技术效率的定义,单个生产单元的产出函数由前沿面及其技术效率共同给出:

$$Y_i = f(L_i, K_i, t; \beta) \cdot TE_i, i = 1, \dots, I \quad (2)$$

式(2)中: Y_i 代表第 i 个生产单元的产出水平; L_i 和 K_i 分别代表第 i 个生产单元的劳动投入和资本品投入; $f(L_i, K_i, t; \beta)$ 代表在第 i 个生产单元投入水平下的确定产出前沿面; β 是待估参数; TE_i 代表第 i 个生产单元的技术效率,它也可以表示为:

$$TE_i = \frac{Y_i}{f(L_i, K_i, t; \beta)}, i = 1, \dots, I \quad (3)$$

根据技术非效率的定义,产出导向的距离函数可以衡量技术有效性,即(3)式改写为:

$$TE_i = \exp(-u_i), i = 1, \dots, I \quad (4)$$

即 $u_i \geq 0$, 表示第 i 个生产单元技术非效率的大小,衡量既定投入下生产单元产出到生产前沿的距离; $TE_i \leq 1$, 表示第 i 个生产单元的技术效率,于是,式(2)改写为:

$$Y_{it} = f(L_i, K_i, t; \beta) \cdot \exp(-u_{it}), i = 1, \dots, I \quad (5)$$

由式(5)求增长方程,得到:

$$\begin{aligned} \frac{dY_i}{dt} \cdot \frac{1}{Y_i} = & \frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial t} \cdot \frac{1}{f(L_i, K_i, t; \beta)} + \frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial L_i} \cdot \frac{L_i}{f(L_i, K_i, t; \beta)} \cdot \frac{dL_i}{dt} \cdot \frac{1}{L_i} + \\ & \frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial K_i} \cdot \frac{K_i}{f(L_i, K_i, t; \beta)} \cdot \frac{dK_i}{dt} \cdot \frac{1}{K_i} + \frac{\partial \ln \exp(-u_{it})}{\partial t} \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)中: $\frac{dY_i}{dt} \cdot \frac{1}{Y_i}$ 代表第 i 个生产单元的产出增长率; $\frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial t} \cdot \frac{1}{f(L_i, K_i, t; \beta)}$ 代表

第 i 个生产单元的技术进步率; $\frac{\partial \ln \exp(-u_{it})}{\partial t}$ 代表第 i 个生产单元的技术效率变化率。根据

Kumbhakar(2000)、Lansink(2000)、Mariyono(2018)等人对全要素生产率增长率的定义及分解方法,经推导得出:

$$\begin{aligned} TFP \text{ 增长率} = & \frac{dY_i}{dt} \cdot \frac{1}{Y_i} - \left(\frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i} \cdot \frac{d \ln L_i}{dt} + \frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i} \cdot \frac{d \ln K_i}{dt} \right) \\ = & \frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial t} \cdot \frac{1}{f(L_i, K_i, t; \beta)} + (f_{K_i} + f_{L_i} - 1) \left(\frac{f_{K_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} \dot{K}_i + \frac{f_{L_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} \dot{L}_i \right) + \\ & \left(\frac{f_{K_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} - \frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i} \right) \dot{K}_i + \left(\frac{f_{L_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} - \frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i} \right) \dot{L}_i + \frac{\partial \ln \exp(-u_{it})}{\partial t} \\ = & \dot{TC} + \dot{SC} + \dot{AE} + \dot{TE} \end{aligned} \quad (7)$$

式(7)中: $\dot{K}_i$ 和 $\dot{L}_i$ 分别代表第 i 个生产单元第 t 期资本投入和劳动投入的增长率。 $\dot{TC}$ 是技术进步率; $\dot{SC}$ 是规模报酬变化率; $\dot{AE}$ 是配置效率变化率; $\dot{TE}$ 是技术效率变化率。它们的计算公式分别如下:

$$\dot{TC} = \frac{\partial f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial t} \cdot \frac{1}{f(L_i, K_i, t; \beta)} = \frac{\partial \ln f(L_i, K_i, t; \beta)}{\partial t} \quad (8)$$

$$\dot{SC} = (f_{K_i} + f_{L_i} - 1) \left(\frac{f_{K_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} \dot{K}_i + \frac{f_{L_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} \dot{L}_i \right) \quad (9)$$

$$A\dot{E} = \left(\frac{f_{K_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} - \frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i} \right) \dot{K}_i + \left(\frac{f_{L_i}}{f_{K_i} + f_{L_i}} - \frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i} \right) \dot{L}_i \quad (10)$$

$$\dot{TE}_i = \frac{\partial \ln \exp(-u_{it})}{\partial t} = -\frac{du_i}{dt} = \frac{TE_{it}}{TE_{i(t-1)}} - 1 \quad (11)$$

式(8)-(10)中: L 、 w 、 K 和 r 分别表示劳动投入、工资水平、资本投入和利润率, $\frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i}$ 和 $\frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i}$ 分别表示劳动和资本投入的成本份额。式(7)-(11)是对生产单元的全要素生产率的增长率分解的详细内容,其中,技术非效率即是点 ϕY 到 Y 的径向距离的大小,距离越大,则技术效率越低,反之则越高。根据前沿面 PF 随时间的变动,可以估计并测算各个生产单元的技术效率变化、技术进步、规模报酬变化以及配置效率变化。

三、变量、数据与计量模型选择

行业(或产业)是指从事相同性质的经济活动的所有单位的集合。行业分类国家标准于1984年首次发布,于1994年、2002年、2011年和2017年进行过多次修订。但是,本文以行业门类为单元测度TFP,2002年版开始历次修订并未涉及行业门类改变。因此,根据《国民经济行业分类注释-2011(GB/T 4754-2011)》《中国国内生产总值核算历史资料(1952-2004)》中的定义和划分,国民经济20个行业门类中最后两个行业门类即“公共管理和社会组织”和“国际组织”很难体现生产性质,不符合生产经济理论中的投入和产出分析,所以将这两个行业门类剔除,剩下18个门类。需要说明的是,其中农业所有数据都不包括农户,教育业中剔除初等教育中类(即义务教育),卫生、社会保障和社会福利业扣除社会工作大类(即公益慈善)无产出的相关投入,经过整理基本可以反映各行业投入与产出的生产过程。

(一) 行业总量生产函数中变量选择与数据来源

对于总量生产函数,总的来说,产出变量一般采用增加值或总产出,在单一产出模型中不存在太大的争议。但是,投入变量选用在国内文献中很随意,国外文献却有一定的争议,主要有两类观点:第一类是“物质数量说”。Cobb、Douglas、Jorgenson、Griliches和Schreyer等人均认为,微观生产函数当初是为了描绘厂商生产过程的技术结构,变量是物质数量形态。要使总量生产函数不失解释力,在行业加总过程中也要反映物质技术结构。因此,劳动(L)采用实际工作时间来度量,不但包括劳动人数,还需要考虑单位劳动人数的工作强度和劳动质量;资本(K)采用总的机器运转时间也即“资本服务数量流”来衡量。从概念上讲,资本必须是物质数量的而非价格或者价值形式的,由于资本服务数量流是不可直接观察的,必须通过假设它与存量资产成一定比例来近似计算,而且它在年度生产过程中已经转换成标准效率单元,因此,所计算出来的资本本质是指“真正参与生产并消耗掉的物资储备总和”,换句话说,资本变量要能反映每一对应生产周期资本服务流量,而且必须是可观察的(Schreyer, 2001)。第二类是“价值恒等说”。Felipe、Adams和McCombie等人从欧拉定理出发,推导出

总量生产函数价值恒等式,即宏观上看,增加值恒等于劳动增加值和资本增加值的总和。也即,总量生产函数的产出是增加值总和,投入则分别是劳动数量和价格的乘积(The wagebill)以及资本投入和价格的乘积(The total remuneration of capital)。从文献的分析过程可以总结出,“物质数量说”认为总量生产函数和微观生产函数一样,是物质数量的投入与产出结构的描述,对于生产率研究而言,可以解释生产的技术结构变化,包括技术效率、技术进步及规模报酬等特征,但是变量必须是“物质数量”性质的投入和产出;“价值恒等说”怀疑总量生产函数存在的合理性,认为总量生产函数更多是反映会计视角的增加值的构成,并不适合进行宏观生产技术结构的研究。由于篇幅所限,本文不便深入介绍。

国内文献一般把增加值作为回归因变量,但对于投入自变量的选择则有很多不同的做法。如张军和施少华(2003)用历年社会劳动者人数和积累指数法推算出来的生产性和非生产性资产对中国 TFP 变动进行估计;颜鹏飞和王兵(2004)、郭庆旺和贾俊雪(2005)采用劳动力总数和资本存量作为生产函数的自变量分析我国 TFP;徐杰(2009)采用人力资本存量和固定资本存量分析 TFP 的变化;章祥荪和贵斌威(2008)采用从业人员数和固定资本存量对中国 TFP 的 Malmquist 指数进行估计;李宾和曾志雄(2009)也采用资本存量指标,用要素收入份额可变的增長核算法重新测算我国的 TFP;等等。因为文献众多,在此不一一列出。不难看出,他们对总量生产函数投入变量的选择非常随意。应该说明的是,从计量技术角度,任何变量都可以对生产函数进行形式上的估计,但是,变量的合理性直接决定模型的逻辑严密度和结果的解释力。要将总量生产函数用于研究生产率和效率问题,变量必须是“物质数量”结构的数据:产出可以用总产出或增加值经合理平减来表示,这符合一般的做法;但是劳动和资本的衡量要能准确、客观地反映对应于产出的物质投入数量,也即劳动不能只用劳动人数来表示,而需要考虑劳动强度和劳动质量。资本衡量的是“资本服务数量流”,即“生产周期内的真正参与并且消耗掉的物资储备总和”,而资本存量并不会在一个生产周期内全部消耗掉,而且由于资产普查数据限制,通过永续盘存法估算的资本存量极不准确,不同方法估算的结果差异巨大,显然并不能准确代表“生产周期内真正参与且消耗掉”的资本品,也会导致投入估计内容的遗漏及结果的偏差。因此,本文结合“物质数量”框架的总量生产函数对变量重新做出界定:

1.产出(Y)。模型中产出指标采用行业增加值,针对不同的行业根据相应的指数进行平减,以消除价格因素对物质数量描述的影响。数据来源于各年度的《中国统计年鉴》以及国家统计局网站。

2.劳动(L)。为了准确反映劳动投入的数量和质量,考虑劳动者的受教育水平,把各细分工业行业大类两年间的年底就业人数平均作为当年劳动人数,乘以各行业就业人员平均受教育年数。由于统计年鉴里受教育程度只有分类数据,我们在计算受教育年数的时候采用受教育水平进行加权的方法,把小学以下设定为 6,初中为 9,高中为 12,大专为 15,本科为 16,研究生为 19,加权后得到标准人 $\times$ 年。数据来源于各年份《中国劳动统计年鉴》。

3.资本(K)。根据上文分析,“生产周期内的真正参与生产并消耗掉的物资储备总和”主要指新增资产,根据最新财务制度和企业会计准则,新增资产包括固定资产、流动资产、无形资产和其他资产四类,由于无形资产和其他资产统计数据不便获取,也不能直接界定为资

本投入,因此,本文借鉴并综合 Felipe 和 McCombie (2012, 2013) 等人的做法,采用新增固定资本加流动资本并进行平减的方法来代表资本投入^①。

这种做法从行业层面考察资本投入也是比较合理的,因为对于很多行业,如金融业、信息传输、服务业等行业,资本投入的主要部分是固定资产投资,但是对于某些行业,如制造业、建筑业、批发和零售业,资本投入除了固定资产投资以外还有很重要的一部分就是流动资产投资,流动资产是一年以内或者一个营业周期以内可以变现的资产,由于一般行业的营业周期都不会太长,流动资产投资和流动资产大体相等。因此,一个行业的“资本服务数量流”大致等于新增固定资产投资和流动资产投资的总和。在此特别需要说明的是,农、林、牧、渔业的流动资产是根据《中国农业普查年鉴》和《中国农业年鉴》等多部年鉴的数据综合汇总而来;而对于金融业,信息传输、计算机服务和软件业等服务性行业,流动资产占比较少,从而本文将其忽略;采矿业,制造业,电力、燃气及水的生产和供应业,建筑业均可以找到流动资产的统计数据,数据来源于国泰安经济金融数据库;批发和零售业、住宿和餐饮业的流动资产投资只有限额以上企业统计资料,这个和分行业增加值的统计口径一致,因此对于投入产出分析并不带来太多的不合理影响;科学研究、技术服务及地质勘查业主要包括 R&D 科研经费支出和 R&D 科研项目(课题)经费支出,还有少量的地质勘查事业费用支出;卫生、社会保障和社会福利业的支出最主要的是卫生总费用,包括政府卫生支出、社会卫生支出及个人卫生支出,但是剔除老幼残孤等福利性支出。其他数据资料来源于相应年度的《中国教育年鉴》《中国劳动和社会保障年鉴》、国泰安经济金融数据库、国家统计局农村调查总队资料及各部门统计年鉴。

根据 2002 年《国民经济行业分类(GB/T 4754-2002)》的划分标准,获得 2005-2016 年共 12 年间完整的行业投入产出数据,表 1 是估计总量生产函数所需要的三大变量及数据的主要统计特征。此外,为了计算配置效率,还涉及各个行业的劳动和资本投入的成本份额,本文参照 Felipe 和 McCombie (2013) 的做法,将各行业的劳动成本用劳动报酬总额来表示,资本投入份额用行业增加值与劳动报酬总额的差来表示。

表 1 主要变量与统计量

变量	最大值	最小值	标准差	中位数	观测值
行业增加值(亿元)	29720.132	850.049	32863.735	12462.093	216
劳动投入(标准人×年)	37347.564	85.128	4253.246	1274.598	216
资本投入(亿元)	672202.240	109.456	92989.278	21945.597	216

注:观测值为总的样本个数和时间跨度的乘积。

(二) 随机生产边界和效率模型

利用随机前沿分析方法,在考虑统计误差和某些制度因素影响下,根据式(5),我们可以

^①其实,Saini (1974)就提出用固定资本+在途资本(被他称作为 working capital,包括原材料、能源投入和存货等)表示资本投入;Jorgenson 和 Lau (1974)把固定资产、流动资产和无形资产按照其使用成本进行加权来计算资本投入;Felipe 和 McCombie (2012) 等人把不同类型的资产,例如厂房、机器、电脑、存货等等按年度消耗进行分类统计加总而得到资本投入指标。这种资本投入计算方法在国际主流文献中非常多见,在此不再详细列举。

把行业层面的随机生产边界表示为:

$$Y_i = f(L_i, K_i, t; \beta) \cdot \exp(v_i - u_i) \quad (12)$$

式(12)中: Y_i 、 L_i 、 K_i 和 β 的含义同上文。 $f(L_i, K_i, t; \beta) \cdot \exp(v_i)$ 是随机生产前沿面, v_i 是随机因子, u_i 是技术无效性。因而, 随机前沿生产函数中第 i 个行业的技术有效性为:

$$TE_i = \frac{Y_i}{f(L_i, K_i, t; \beta) \cdot \exp(v_i)} \quad (13)$$

在具体的计量模型估计方法上, Battese 和 Coelli (1992) 提出一般性的时变无效性随机生产前沿模型, 根据他们的假定和式(12)、(13), 把行业的随机前沿模型表述如下:

$$\ln Y_{it} = \ln f(L_{it}, K_{it}, t; \beta) + v_{it} - u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (14)$$

$$u_{it} = u_i \exp[-\eta(t-T)] \quad (15)$$

$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2) \quad u_{it} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2) \quad (16)$$

式(14)–(16)中: v_{it} 是随机误差, 表示统计测量等原因造成的模型偏差; u_{it} 是由于制度、管理等因素导致的技术非效率, 是一个非负的随机变量; 待估参数 η 表示技术非效率的随时间的变化。假设 u_{it} 和 v_{it} 无关, 根据 Battese 和 Corra (1977) 的参数化方法, $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$, $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$, 且 $\gamma \in [0, 1]$, γ 代表最大似然估计中非效率因素占随机因素的比率, 或者说非效率项对模型估计结果的解释能力。 γ 越接近 1, 说明非效率项在随机因素中所占的比率越高; γ 越接近 0, 说明统计误差占比越高。

式(14)–(16)用超越对数形式, 随机前沿生产函数一般表示为:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_L \ln L_{it} + \beta_K \ln K_{it} + \beta_t t + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + \beta_{LK} \ln L_{it} \ln K_{it} + \beta_{Lt} t \ln L_{it} + \beta_{Kt} t \ln K_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (17)$$

$$u_{it} = u_i \exp[-\eta(t-T)] \quad (18)$$

由 Christensen 等 (1973) 提出的超越对数生产函数有易估计和包容性两大特征, 即一方面它是一个简单线性模型, 可以直接采用单方程线性模型的估计方法进行估计, 而另一方面它在结构上属于二次响应面模型, 是一种对数的 Taylor 级数的二阶展开, 可以被认为是任何形式生产函数的近似。因而在经济分析过程中准确而又不失一般性。

四、估计结果与全要素生产率的分解

随机前沿分析是一个敏感性和准确度很高的模型方法, 不同的前提假设及函数形式对估计结果会产生重大的影响 (Kumbhakar, 2000)。因此, 需要对生产函数形式的选择、技术效率的时变性以及技术进步是否为希克斯中性进行适用性检验。由 Neyman 和 Pearson 提出的广义似然比 (LR) 检验法, 用来评估模型的适用性是个简便易行又准确的方法, 它的基本思想是根据估计的原假设中对数似然函数值 $LLF(H_0)$ 和备择假设中对数似然函数值 $LLF(H_1)$ 来计算似然比 LR , 它服从卡方分布, 即 $LR \sim \chi^2_{1-\alpha}(k)$, 其中 α 为显著性水平, k 为约束变量的个数或称自由度。广义似然比为 $LR = -2 \times [LLF(H_0) - LLF(H_1)]$ 。如果 LR 大于临界值, 则拒绝原假设, 否则接受原假设。利用 18 个行业 12 年间的投入产出面板数据, 参数估计及广义似然比检验结果如表 2 所示。

表 2 假设检验过程

检验内容	假设	LLF	LR	k	$\chi^2_{1-0.05}(k)$	结论
Translog 模型的适用性	$H_0: \beta_{LL} = \beta_{KK} = \beta_{tt} = \beta_{LK} = \beta_{Lt} = \beta_{Kt} = 0$ $H_1: \beta_{LL}, \beta_{KK}, \beta_{tt}, \beta_{LK}, \beta_{Lt}, \beta_{Kt}$ 不全为 0	76.38 102.13	51.5	3	7.05	拒绝
技术的时变性	$H_0: \eta = 0$ $H_1: \eta \neq 0$	86.72 102.13	30.8	3	7.05	拒绝
技术进步希克斯中性	$H_0: \beta_{Kt} = \beta_{Lt} = 0$ $H_1: \beta_{Kt} \neq 0$ 或者 $\beta_{Lt} \neq 0$	77.16 102.13	49.9	3	7.05	拒绝

检验结果表明,与 C-D 形式相比,超越对数函数更加适合本文的样本数据,要素间替代弹性并非固定不变,同时技术效率随着时间的改变而变化,而且技术进步并非希克斯中性,也即技术进步的传递存在有偏性。

(一) 模型最终估计结果与行业技术效率

利用 Frontier4.1 软件,并且采用 Battese 和 Coelli (1992) 模型,估计随机因素和技术非效率复合作用下的生产前沿。由于技术非效率的存在,假定非效率项服从截尾正态分布,而且非效率项随时间变化,最大似然法对面板数据最终估计结果如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ln Y_t = 7.054 - 0.650 \ln L_t + 0.859 \ln K_t + 0.005 t + 0.204 (\ln L_t)^2 - 0.007 (\ln K_t)^2 \\ \quad (3.684) \quad (-1.912) \quad (2.970) \quad (1.751) \quad (3.507) \quad (-0.250) \\ \quad - 0.001 t^2 - 0.074 \ln L_t \ln K_t - 0.005 t \ln L_t + 0.005 t \ln K_t \\ \quad (-1.612) \quad (-2.704) \quad (-0.612) \quad (0.649) \\ \sigma^2 = 0.733, \gamma = 0.984, \mu = 1.200, \eta = 0.010 \\ \quad (2.245) \quad (130.856) \quad (3.553) \quad (2.365) \end{array} \right.$$

从估计结果我们可以判断,除了时间因素对劳动或资本的交互项显著性较差,其他所有参数估计均有统计学意义。其中 γ 的值为 0.984,说明单个行业对生产前沿的偏离有 98.4% 的原因是技术非效率导致的,1.6%是由于统计噪音造成的,结果符合随机前沿分析方法的要求; μ 的值达 1.200,在一定程度上说明行业总体效率水平较低; η 的值为 0.010,说明技术效率具有时变性,总体技术效率水平不断提高。

图 3 是根据估计生产前沿面测算出的各行业 2005—2016 年间平均技术效率。

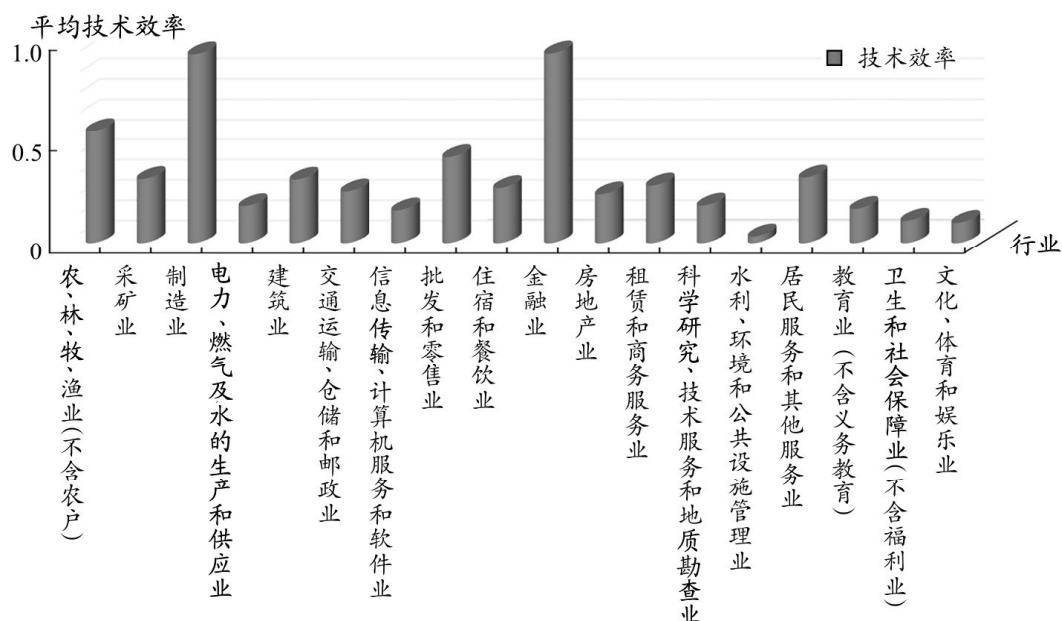


图 3 各行业 2005—2016 年间平均技术效率

由图3容易判断,制造业和金融业是技术效率最高的两大行业,体现出这两个行业的管理水平已经接近完善,其次是农、林、牧、渔业,由于没有统计农户,主要是现代种养业,因而技术效率也较高;水利、环境和公共设施管理业,卫生和社会保障业(不含社会福利业),文化、体育和娱乐业相对来说技术效率最低。此外,电力、燃气及水的生产和供应业,教育业(不含义务教育)技术效率也较低,可能是跟这些行业的市场化水平偏低和公有制比例较高有关,还需要进一步研究。

(二) 年度 TFP 增长率及其分解

在总量生产函数和各行业技术效率估计和测算的基础上,根据式(7)-(11)的分解方法,可以计算出各行业各年度的技术进步率、规模报酬变化率、配置效率变化率、技术效率变化率及 TFP 变化率的情况。将各行业数据按年度平均,可以反映宏观层面上 TFP 的变化趋势及其影响因素。

图4说明了2005-2016年间我国按行业平均的TFP增长率变化。



图4 宏观 TFP 年度增长率及其构成

根据图4容易判断,技术进步率和技术效率变化率均大于零且比较平稳,规模报酬变化率小于零,配置效率正负数间小幅波动。说明技术的采用和管理的改善促进了全要素生产率的提高,规模报酬递减降低了全要素生产率,这与国内绝大多数文献的结论相同。但是需要指出的是,与区域视角相比,行业视角测度 TFP 增长率可以得出几点重要结论:第一,TFP 增长率为负数表明,近十多年来我国 TFP 一直是下降的,这与武鹏(2013)、余泳泽(2017)的结论类似,但国内很多文献如李宾和曾志雄(2009)、王志平(2010)等仍然得出 TFP 增长率为正的结论,这直接影响对当前经济增长局势的判断,因而哪种研究方法更科学、解释更合理是新形势下的重要课题;第二,技术进步率和技术效率改善总体呈现平稳的态势,而且年均变化率都不超过5%,而规模报酬年均变化率则波动较大,可见近十多年来影响 TFP 增长的主要因素是规模报酬而不是技术进步和技术效率,而国内研究普遍认为规模报酬影响最小;第三,2009年前后我国 TFP 增长率出现了大幅度的下滑,主要原因是规模报酬率显著下降,同时配置效率也有明显下降。这主要与2008年的“4万亿”经济刺激计划有关,表明财政政策主宰下的经济扩张并未带来技术进步和技术效率的提升,而是规模的粗放膨胀,伴随着配置效率的降低。值得指出的是,规模经济主导全要素生产率再一次得到印证。这在国内已有涉及2009年以后生产率的文献如武鹏(2013)、余泳泽(2017)的研究都是无法揭示的,因此,可以看出行业视角构建总量生产函数具有合理性和优越性;第四,近十多年来规模

报酬递减率和 TFP 变化率逐渐减小,且有收敛的趋势,可以理解为经济由原来粗放扩张向内涵集约发展转变,各行业经济质量有了一定的提升。

(三) 行业 TFP 增长率及其分解

如果按行业划分,将中国 2005–2016 年间的 TFP 增长率进行分解,容易分析出各行业的技术运用状况及管理的改善情况。图 5 是根据参数估计以后利用各行业的数据计算出的各行业年均技术进步率、技术效率变化率、规模报酬变化率和配置效率变化率,直观地反映了我国 18 大行业近十多年的全要素增长率的各个方面:第一,从 TFP 总的变化率及波幅来看,房地产业,交通运输、仓储和邮政业,批发和零售业,水利、环境和公共设施管理业,采矿业是 TFP 下降最快的 5 大行业,也是波幅最大的前 5 大行业,而制造业,金融业,教育业(不含义务教育)和农、林、牧、渔业(不含农户)等是 TFP 下降最慢的行业。第二,技术进步和技术效率是 TFP 的正向影响因子,对每个行业 TFP 都起促进效应。其中,制造业,金融业和农、林、牧、渔业(不含农户)是技术进步率最大的行业,表明技术革新、创造和引进在生产性行业及为生产融资过程中起到了一定的作用;文化、体育和娱乐业,水利、环境和公共设施管理业,卫生和社会保障业(不含社会福利)等一些服务性生产为主的行业技术效率变化率最大,反映出近年来社会管理工作取得一定的进展。第三,规模报酬递减规律是 TFP 的负向影响因子,配置效率与其有一定的相关性。批发和零售业,房地产业,交通运输、仓储和邮政业,采矿业等行业规模报酬递减最为明显,而且它们在诸如 2009 年的财政政策刺激下的资源获得率较高,规模扩张的资源未得到合理利用,从而导致配置效率也随之下降,这有必要引起政府管理者的重视。

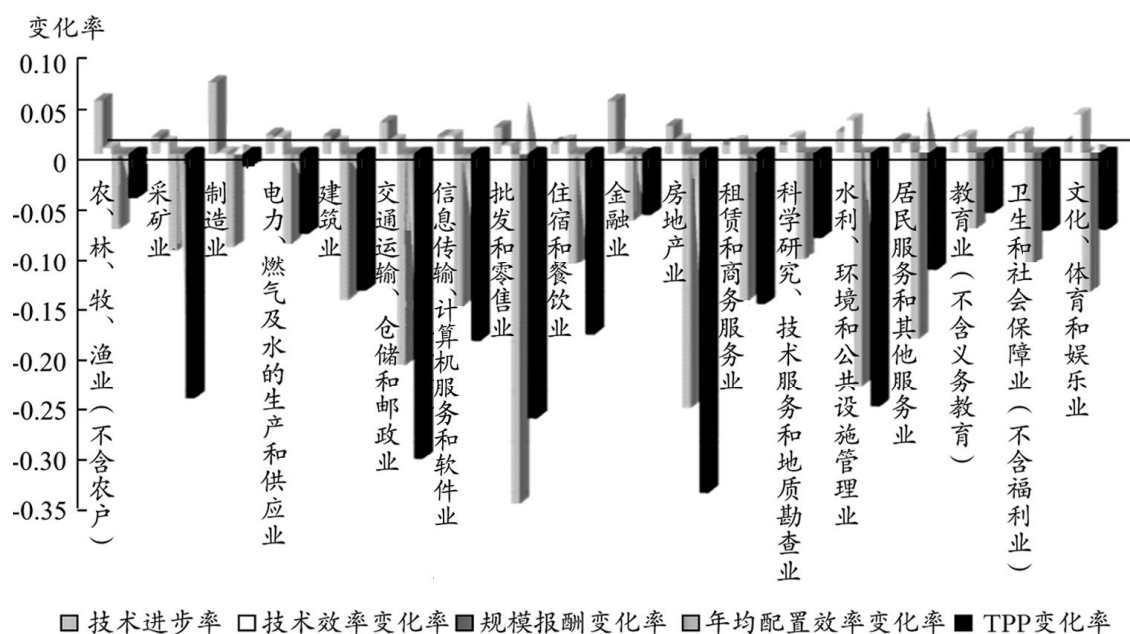


图 5 2005–2016 年各行业平均 TFP 增长率的分解

结合图 3 和图 5,从行业统计的 TFP 及其分解我们可以分析得出:(1)最近十多年来,我国经济增长中全要素生产率降低的主要原因之一是由经济结构造成的。拉动经济增长的主要领域有两个,一个是批发和零售业的扩张及与此相关的交通运输、仓储和邮政业,采矿业等行业;另一个领域是房地产行业。这两个行业恰恰是技术进步率和技术效率改进不大的行业。这些行业的粗放扩张没有带来全要素生产率的提高,而是降低了经济整体质量水平,

这对于供给侧结构性改革背景下的行业发展政策导向有重要的指导意义。(2)制造业,金融业和农、林、牧、渔业(不含农户)等生产性行业以及为生产融资的重要行业技术进步率和技术效率都较高,但是规模扩张太慢,同时伴随着技术效率改进不佳,严重制约了全行业 TFP 的增长和国民经济结构的改善,这是政府在有关政策制定及执行时需要重点考虑的问题。

(四) 行业角度分析 TFP 下滑的原因

我国近十多年来 TFP 下滑总体上是由于规模报酬递减造成的,但是从行业视角计算影响 TFP 的四大主要因素,可以分析各行业的发展现状以及可行的应对政策。表 3 反映了 18 大行业受四大因素影响的程度,具体地,(1)从技术进步对 TFP 的贡献度看,制造业、金融业和农、林、牧、渔业(不含农户)是技术进步贡献最大的三个行业,由于这些行业生产过程技术含量较高,导致新技术的采用对产出的影响较大;(2)从技术效率对 TFP 的贡献度看,教育业,文化、体育和娱乐业,电力、燃气及水的生产和供应业是技术效率贡献度最大的三大行业,如教育业技术效率贡献度为 21.41%,其原因是这些行业管理的改善能在很大程度上带来生产率的提高;(3)从规模报酬对 TFP 的贡献度看,房地产业、建筑业规模报酬贡献度最高,如房地产业高达 82.30%,说明这些产业的扩张很容易影响 TFP 的增长;(4)从配置效率对 TFP 的贡献度看,住宿和餐饮业、采矿业、批发和零售业对配置效率贡献度较高。总的来说,贡献度分析和行业角度的 TFP 分析得出的结论基本一致。

表 3 各行业 4 大因素对 TFP 增长率的贡献度

行业	技术进步贡献度	规模报酬贡献度	技术效率贡献度	配置效率贡献度
农、林、牧、渔业(不含农户)	33.01%	46.12%	3.54%	17.33%
采矿业	5.77%	31.84%	3.74%	58.65%
制造业	36.98%	58.33%	0.35%	4.35%
电力、燃气及水的生产和供应业	11.68%	53.61%	19.06%	15.65%
建筑业	6.37%	82.68%	3.99%	6.96%
交通运输、仓储和邮政业	8.05%	53.47%	3.40%	35.09%
信息传输、计算机服务和软件业	6.86%	59.23%	6.97%	26.94%
批发和零售业	4.19%	55.07%	1.32%	39.42%
住宿和餐饮业	3.12%	33.84%	3.92%	59.11%
金融业	41.11%	31.60%	0.36%	26.93%
房地产业	6.53%	82.30%	3.25%	7.92%
租赁和商务服务业	4.69%	76.42%	6.41%	12.48%
科学研究、技术服务和地质勘查业	6.86%	77.80%	12.32%	3.03%
水利、环境和公共设施管理业	6.44%	66.14%	9.65%	17.77%
居民服务和其他服务业	6.44%	67.82%	5.19%	20.55%
教育业(不含义务教育)	9.72%	58.00%	21.41%	10.87%
卫生和社会保障业(不含福利业)	10.79%	74.09%	13.72%	1.40%
文化、体育和娱乐业	6.39%	68.58%	19.60%	5.42%
按行业平均	11.94%	59.83%	7.68%	20.55%

从各行业的 TFP 影响因素分析不难得出以下结论:(1)制造业,农、林、牧、渔业等一些

以产品生产为主的生产性部门,重点要加大新技术的培育,以技术进步促进生产率的增长;(2)教育业和卫生、社会保障业等以提供服务为主的部门,重点要提高管理水平和服务能力,以技术效率的改进为主促进生产率的提高;(3)房地产业、批发和零售业以及交通运输、仓储和邮政业等行业本身由于规模过于庞大,而且技术进步和技术效率都不高,是导致我国 TFP 下降的主要部门,不能以拉动经济增长为目的而鼓励它们盲目低水平扩张,否则会带来更为严重的生产率的降低以及经济结构的恶化。

值得注意的是,经过行业平均和简单对比可以看出,规模报酬贡献度最高,达 59.83%,配置效率贡献度次之,为 20.55%,最后是技术进步和技术效率。这与地区视角的研究结论相差较大,如王志刚等(2005)测算规模报酬贡献度不到 10%,但与 Kumbhakar 等(2000)、Felipe 和 McCombie(2012)等人的结论接近。这从某种意义上说明我国经济增长过程中仍然过度依赖规模扩张,而不是新技术的使用和管理效率的改善,尤其是技术效率贡献度过低可以反映出以资源配置效率调整为核心的经济体制改革并未起到良好的效果,这将是今后改革和发展的核心命题。

五、结论与政策建议

本文从“前沿面法”的机理出发,论证了行业加总生产函数的必要性和重要意义,通过复杂的行业投入产出数据整理与计算,测度了我国各行业大类的技术效率,并在此基础上对 TFP 的增长率进行全面的分解。此研究有别于国内普遍从区域视角估计总量生产函数的做法,填补了利用我国行业大类构建生产单元,结合随机前沿分析方法测算宏观生产率的空白。经分析表明,行业视角测度的技术效率及 TFP 主要结论与其他研究基本一致,但在一定程度上特别揭示出其他方法未能充分反映的经济规律:

第一,从年度平均 TFP 的变化情况来看,近十多年来,无论是对于单个行业,还是整个国民经济,我国 TFP 呈现不断下降的趋势,其中最主要的原因是规模报酬递减规律发挥作用。总量生产函数符合倒“S”形逻辑曲线的特征,即在经济体发展到一定的规模之后,生产率的增长随着投入的增加而逐渐放缓,产出增长已经经历加速向减速的拐点,因而可以判断,从长期看,总量经济高速增长已经成为历史,经济增长平稳下降的趋势逐渐呈现。这或许正是我国经济已经进入“新常态”的最核心的理论依据。

第二,从年度平均 TFP 的波动情况来看,2005–2016 年间出现两个波动区间,其中一个最大的波动出现于 2009 年前后,我国出台“4 万亿刺激计划”,导致当时的 TFP 急剧下降,其增长率低至约-38%。分解因素表明,规模报酬变化率是最主要的因素,其增长率为-31%,配置效率次之,其增长率为-12%,技术效率变化率和技术进步率并无太大波动。另一个波动出现于 2013 年前后,为避免经济增速下滑,中央出台了一系列鼓励地方政府的投资计划,货币扩张政策致使 TFP 又经历了一次幅度较小的波动,但是形成原因和结果与前一次类似。

第三,从各行业的 TFP 增长的分解来看,贡献份额最大的是规模报酬,它是降低 TFP 的主要原因;其次是配置效率,它会伴随规模报酬变化而变化;技术进步在各行业普遍存在,尤其是在制造业等产品生产性行业以及金融业等服务行业中更加明显,但是

这些部门的规模扩张明显慢于其他技术进步不大的行业;技术效率提升的影响太小,特别是制造业、金融业等技术进步较大的行业,技术效率提升并不明显,体现出它们重在新技术的培育与应用,但是管理和资源配置效率并未得到改善,而教育业,卫生、社会保障和福利业,电力、燃气及水的生产和供应业等一些便于政府推动的服务部门的技术效率提高显著。

第四,行业综合分析不难得出结论:最近十多年来,房地产业及批发和零售业在我国经济发展中比重过大,这两个行业技术进步和技术效率改进的表现都不佳,而且规模粗放扩张;而制造业、金融业以及农、林、牧、渔业(不含农户)等技术进步较快的行业规模扩张相对缓慢,从而降低了全要素生产率和经济整体质量水平。

第五,总体上看,我国经济增长过程中仍然过度依赖规模扩张,而不是新技术的使用和管理的改善,尤其是技术效率贡献度过低可以反映出以资源配置效率调整为核心的经济体制改革并未起到良好的效果,如何改变这种格局或许需要从投入要素的价格体系入手,更加深入地研究资源配置效率问题。

当前,随着我国“人口红利”的逐渐减少和资本积累的有限性,要素增长带动经济增长的模式将不可持续,TFP 增长才是未来经济增长的重要动力源泉。供给侧结构性改革的重要动因便是促进资源的合理使用以实现经济的持续增长,因此,在宏观经济政策制定过程中,以下几个方面问题是值得重视的:

首先,在经济“降档”发展的形势下,不宜采用过多的政策来刺激经济增长率的提升。因为刺激政策往往缺乏市场供求支撑,通过人为粗放扩大规模并没有“技术择优”的市场效应,因而不能有效提高行业技术效率及技术进步,反而带来配置效率损失和规模报酬率的急剧下降,进而使 TFP 增长率快速下滑,这不利于经济可持续增长。

其次,规模报酬率递减是当前 TFP 增长面临的最主要的问题,技术进步和技术效率仍是提升 TFP 的主要手段,而且它们对各行业的影响很不均衡。政府在投资导向上应尽量避免生产要素投向房地产业、建筑业以及交通运输、仓储和邮政业等规模报酬率显著下降的行业,而应鼓励发展制造业、金融业和农、林、牧、渔业(不含农户)等基础生产性及为其服务的行业,这样才能有效提升 TFP 的增长。

再次,制造业及农、林、牧、渔业等以物质产品生产为主的行业,受技术进步的影响明显,应重点在这些行业加大技术研发和引进;而水利、环境和公共设施管理业,文化、体育和娱乐业,电力、燃气及水的生产和供应业等以服务性产品生产为主的行业,受技术效率的影响更为显著,因而提高这些部门的管理水平是工作的重点内容。

最后,TFP 分解的结果表明,行业视角考察的配置效率较为独特,年度均值随规模报酬率变化同时同向波动,行业均值却有明显的行业差异。在公有制占比较高的行业,如采矿业、房地产业和交通运输、仓储和邮政业等配置效率最低且增长率小于零,而以非公有制为主的批发和零售业、居民服务和其他服务业以及制造业等行业配置效率最高且增长率大于零,其中可能的原因与行业市场化程度密切相关。但是它与生产率其他因素之间到底是何种关系,有什么样的影响机制等问题,将是今后改革和发展研究中的重要命题。

参考文献:

- 1.郭庆旺、贾俊雪,2005:《中国全要素生产率的估算:1979-2004》,《经济研究》第6期。
- 2.李宾、曾志雄,2009:《中国全要素生产率变动的再测算:1978~2007年》,《数量经济技术经济研究》第3期。
- 3.李小平、朱钟棣,2005:《中国工业行业的全要素生产率测算——基于行业面板数据研究》,《管理世界》第4期。
- 4.任若恩、孙琳琳,2009:《我国行业层次的TFP估计:1981-2000》,《经济学(季刊)》第8卷第3期。
- 5.涂正革、肖耿,2005:《中国的工业生产力革命——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及分析》,《经济研究》第3期。
- 6.王志平,2010:《生产效率的区域特征与生产率增长的分解——基于主成分分析与随机前沿超越对数生产函数的方法》,《数量经济技术经济研究》第1期。
- 7.王志刚、龚六堂、陈玉宇,2006:《地区间生产效率与全要素生产率增长率分解(1978-2003)》,《中国社会科学》第2期。
- 8.武鹏,2013:《改革以来中国经济增长的动力转换》,《中国工业经济》第2期。
- 9.徐杰,2009:《中国全要素生产率的测算及其对经济增长的贡献研究》,昆明理工大学博士学位论文。
- 10.颜鹏飞、王兵,2004:《技术效率、技术进步与生产率增长:基于DEA的实证分析》,《经济研究》第12期。
- 11.余泳泽,2017:《异质性视角下中国省际全要素生产率再估算:1978-2012》,《经济学(季刊)》第16卷第3期。
- 12.张健华、王鹏,2012:《中国全要素生产率:基于分省份资本折旧率的再估计》,《管理世界》第10期。
- 13.张军、施少华,2003:《中国经济全要素生产率变动:1952-1998》,《世界经济文汇》第4期。
- 14.章祥荪、贵斌威,2008:《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》第6期。
- 15.郑京海、胡鞍钢,2005:《中国改革时期省际生产率增长变化的实证分析(1979-2001年)》,《经济学(季刊)》第4卷第2期。
16. Basu, D. 2010. "Marx - biased Technical Change and the Neoclassical View of Income Distribution." *Metroeconomica* 61(4): 593-620.
17. Battese, G. E., and T. J. Coelli. 1992. "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India." In *International Applications of Productivity and Efficiency Analysis*. Edited by T. R. Gullledge and C. A. K. Lovell, 149-165. Boston: Kluwer Academic Publishers.
18. Battese, G. E., and G. S. Corra. 1977. "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia." *Australian Journal of Agricultural Economics* 21(3): 169-179.
19. Christensen, L. R., Dale W. Jorgenson, and Lawrence J. Lau. 1973. "Transcendental Logarithmic Production Frontiers." *The Review of Economics and Statistics* 55(1): 28-45.
20. Corrado, L., and B. Fingleton. 2011. "Where Is the Economics in Spatial Econometrics?" *Journal of Regional Science* 52(2): 210-239.
21. Debreu, G. 1951. "The Coefficient of Resource Utilization." *Econometrica* 19(3): 273-292.
22. Duranton, G., and M. Storper. 2006. "Agglomeration and Growth: A Dialogue between Economists and Geographers." *Journal of Economic Geography* 6(1): 1-7.
23. Farrell, M. J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society* 120(3): 253-290.
24. Felipe, J., and F. G. Adams. 2005. "The Estimation of the Cobb-Douglas Function: A Retrospective View." *CAMA Working Papers* 31(3): 427-445.
25. Felipe, J., and Franklin M. Fisher. 2010. "Aggregation in Production Functions: What Applied Economists Should Know." *Metroeconomica* 54(2-3): 208-262.
26. Felipe, J., and J. McCombie. 2012. "Problems with Regional Production Functions and Estimates of Agglomeration Economies: A Caveat Emptor for Regional Scientists." *The Levy Economics Institute Working Paper* 725: 37-98.
27. Felipe, J., and J. McCombie. 2013. *The Aggregate Production Function and the Measurement of Technical Change: "Not Even Wrong"*, 63-66. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

28. Groth, Charlotta, Soledad Nuñez, and Sylaja Srinivasan. 2006. "Productivity Growth, Adjustment Costs and Variable Factor Utilisation: The UK Case." Bank of England Working Paper 295(52):1-44.
29. Jorgenson, D. W., and L. J. Lau. 1974. "The Duality of Technology and Economic Behaviour." *The Review of Economic Studies* 41(2):181-200.
30. Kumbhakar, S. C., M. Denny, and M. Fuss. 2000. "Estimation and Decomposition of Productivity Change when Production Is Not Efficient: A Panel Data Approach." *Econometric Reviews* 19(4):312-320.
31. Kumbhakar, S. C. 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
32. Lansink, A. O. 2000. "Productivity Growth and Efficiency Measurement: A Dual Approach." *European Review of Agricultural Economics* 27(1):59-73.
33. Mariyono, J. 2018. "Decomposition Total Factor Productivity of Indonesian Rice Production." *Economic Journal of Emerging Markets* 10(2):121-127.
34. O'Mahony, Mary, and Marcel P. Timmer. 2013. "Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU KLEMS Database." *The Economic Journal* 119(538):374-403.
35. Roberts, M., and M. Setterfield. 2010. "Endogenous Regional Growth: A Critical Survey". In *Handbook of Alternative Theories of Economic Growth*. Edited by M. Setterfield, 233-246. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
36. Saini, T. S. 1974. "Paul Douglas and the Cobb-Douglas Production Function." *Eastern Economic Journal* 1(1):52-58.
37. Schreyer, P. 2001. "The OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and Aggregate Productivity." *International Productivity Monitor* 2:37-51.
38. Zambelli, S. 2018. "The Aggregate Production Function Is Not Neoclassical." *Cambridge Journal of Economics* 42(2):383-426.

Measurement of Industrial Technical Efficiency and Decomposition of Growth in Total Factor Productivity

Feng Zhenbai

(School of Economics and Management, Wuyi University)

Abstract: This paper takes industries as production units, uses the stochastic frontier production function model to measure the technical efficiency from 2005 to 2016, and applies the "frontier method" to comprehensively decompose and measure the TFP of industries. The results show that the productivity of industries in China has been declining year by year; the growth rate of output has gone through the knee point from acceleration to deceleration, and fiscal stimulus to economic growth will cause the TFP to slump. Decreasing returns to scale is the main reason for the TFP decline and allocative efficiency will fluctuate with the returns. Technological progress is the boosting factor but the improvement of technical efficiency is not significant. Economic has been over relying on real estate, wholesale and retail industries, whose returns to scale are rapidly declining; while we put too little resources into financial and manufacturing industries, which have seen relatively rapid technological progress. Consequently, under the Supply-Side Structural Reform, the government should accelerate the reform of economic system and stop interfering too much with the New Normal. Allocative efficiency of resources will be the focus of future reform and development.

Keywords: Industrial Aggregate Production Function, Total Factor Productivity, Transcendental Logarithm Function, Decomposition and Measurement

JEL Classification: E17, O11, P47

(责任编辑:陈永清)