

基于面板随机前沿模型的湖北省全要素生产率研究

李俊霖

(武汉纺织大学 经济学院, 湖北 武汉 430200)

摘要: 利用2006年到2015年间湖北省城市面板数据, 运用面板随机前沿分析方法, 对湖北省的全要素生产率增长率及其影响因素进行了实证分析。实证结果表明: 湖北省各市的全要素生产率增长率差异较大, 湖北省的全要素生产率增长的主要来源是技术效率变化, 其次是技术进步, 再次是规模效率变化。国有企业产值占区域生产总值之比下降是湖北省全要素生产率提升的主要原因。另外, 提高科教投入占比、降低财政支出占比、提高第三产业占比对湖北省全要素生产率的提高有促进作用。最后, 根据实证研究结论, 提出了提高湖北省全要素生产率的政策建议。

关键词: 技术效率; 全要素生产率; 随机前沿模型; 超越对数生产函数

中图分类号: F06

文献标识码: A

文章编号: 2095-414X(2019)05-0016-08

引言

经济持续高速增长是一个国家或一个地区经济发展的主要目标之一。进入21世纪以来, 湖北省的区域生产总值持续快速增长。截止2018年, 湖北省地区生产总值达3.94亿元, 名列全国第七名。虽然近年来湖北省的经济增长速度高于全国平均经济增长速度, 但是, 湖北省从2014年开始经济增长率有所下降, 2014—2018年的经济增长率分别为9.7%、8.9%、8.1%、7.8%、7.8%。实际上随着我国经济发展进入新常态, 全国各省的经济增长速度大多开始放缓。

要保持经济持续高速增长, 必须转变经济增长方式, 提升全要素生产率。估算及分解全要素生产率有助于分析经济增长的源泉, 评估经济增长的可持续性, 为政府制定长期可持续增长政策提供理论依据。近年来, 随着随机前沿模型的不断发展和完善, 它被广泛应用于全要素生产率的实证研究。随机前沿模型在测算全要素生产率时具有以下优势: (1) 随机前沿生产模型允许技术非效率的存在, 考虑到了随机误差对产出的影响, 并且区别了两者的差异, 因而能较好模拟经济发展状况; (2) 将全要素生产率的变化分解为技术进步、技术效率、规模效率和配置效率的变化 Kumbhakar (2000)^[1], 使得研究者能够较深入地分析经济增长的源泉; (3) 随机前沿生产模型由于充分利用了每个样本的信息, 具有可比性强、可靠性高的优点; (4) 可对模型和参数进行检验。

近年来, 基于随机前沿模型的中国全要素生产率研究也取得了较多成果。目前, 相关研究主要集中于三个方面: (1) 中国全要素生产率增长率的测度。例如: 郭庆旺等 (2005)^[2]、王志刚等 (2006)^[3]、薛桂芝 (2016)^[4]、王艺明等 (2016)^[5]。(2) 区域全要素生产率增长率的差异。已有研究表明, 大城市经济增长的效率一般高于中、小城市 (肖文、王平, 2011^[6]; 杨威等, 2011^[7]); 中国省际经济增长效率差异较大, 并表现为东、中、西部递减趋势, 但西部地区生产效率、规模效率的提升要略快于东部地区 (王志平, 2010^[8]); (3) 区域全要素生产率增长差异的影响因素。国内关于其影响因素的研究主要集中于对要素投入、制度变迁、技术进步、经济开放程度、产业结构、城市化、基础设施等单一因素的分析, 例如, 何枫、陈荣 (2004)^[9]、王志平 (2010)^[8], 但区域全要素生产率增长差异的影响因素的综合对比分析较少。从研究对象上看, 主要有区域与企业两个层面。针对中国各城市的全要素生产率的分析较少。城市是区域经济增长的主要区域, 城市化进程的推进使得城市作为经济发展的研究对象的重要性日益提高, 但是, 基于随机前沿模型的湖北省城市全要素生产率研究至今少见。

面板随机前沿模型为我们研究湖北省的全要素生产率提供了有力的分析工具,使我们可以较深入地探讨全要素生产率的增长来源。本文基于市级面板数据,应用随机前沿模型分析湖北省各市全要素生产率及其组成的技术进步、技术效率、规模效率的变化,可以加深对湖北省区域经济增长效率差异的认识;基于静态与动态面板模型两类模型,对湖北省全要素生产率增长率的影响因素展开综合分析,可以为制定湖北省经济可持续增长政策提供参考建议。

本文可能的创新之处在于:(1)研究对象的创新。经过文献搜索,没有发现对于湖北省的城市全要素生产率增长率方面的专门研究。因此,本文基于面板随机前沿模型对湖北省全要素生产率其影响因素的研究可能填补了这方面的空白。(2)基于更具合理性的面板随机前沿模型测算了湖北的技术效率及其构成。我们发现:国内基于随机前沿模型的对于技术效率的实证研究,基本上都是基于 Battese 和 Coelli (1992)^[10]的模型与 Wang (2002)^[11]的模型。实际上,这两个模型的设定是有问题的。而 Kumbhakar 等 (2014)^[12]提出的分离个体效应、时变非效率与时不变非效率的面板随机前沿模型,在模型设定上更具合理性,我们基于该模型对于湖北省经济增长的技术效率的估计可能更接近实际情况。(3)目前,国内对于全要素生产率影响因素的研究中单一因素的研究较多。我们分别基于静态与动态面板数据模型,对影响湖北省城市全要素生产率增长率的因素进行了综合分析。

本文以下部分安排:第一部分是基于面板随机前沿模型的湖北省各市全要素生产率增长率的测算及分解;第二部分是基于面板随机前沿模型的湖北省各市全要素生产率增长率的影响因素研究;第三部分是提高湖北省全要素生产率的政策建议。

一、基于面板随机前沿模型的湖北省全要素生产率研究

(一) 湖北省经济增长的技术效率的估计与分解

Kumbhakar 等 (2014)^[12]和 Colombi (2014)^[13]针对早期的模型的局限性,提出了经过改进的新模型。在他们的模型中,复合误差项被分成四个组成部分。第一项体现企业潜在的异质性,这是必须从低效率效应中分离出来的部分;第二项体现短期(时变)低效率。第三项体现持久或时不变的低效率,最后一项体现随机冲击。模型形式如下:

$$y_{it} = \alpha_0 + f(x_{it}; \beta) + \mu_i + v_{it} - \eta_i - \mu_{it} \quad (1)$$

其中, y_{it} 表示产出, x_{it} 表示要素投入, $\eta_i \geq 0$; $\mu_{it} \geq 0$, 代表低效率的二个部分, μ_i 为个体效应, v_{it} 为随机误差项。这个新模型从以下二个方面改进了之前的模型:首先,虽然之前的时变低效率模型考虑了个体效应,但是这些模型没有考虑到可能存在一些因素可能对个体的低效率有持久(时不变)的影响。这里,我们将之称为低效率中的持久或时不变部分。第二,假定个体会消除一些短期的缺陷而消除个体部分的低效率,但同时还有些低效率没有办法随着时间的推移而被消除。前者通过时不变低效率部分 η_i 体现;后者通过时变低效率部分 μ_{it} 体现。非效率来自个体异质性;时不变非效率及时变非效率。将上述模型重写为:

$$y_{it} = \alpha_0^* + f(x_{it}; \beta) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中 $\alpha_0^* = \alpha_0 - E(\eta_i) - E(u_{it})$; $\alpha_i = \mu - \eta_i + E(\eta_i)$; $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it} + E(u_{it})$; α_i 和 ε_{it} 均值为 0, 方差为常数。我们可分四个步骤对上述模型进行计量分析。

第一步,对 $y_{it} = \alpha_0^* + f(x_{it}; \beta) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$ 采用标准的面板固定效应或随机效应模型估计方法估计参数 $\hat{\beta}$, 并得到 α_i 的预测值 $\hat{\alpha}_i$; ε_{it} 的预测值 $\hat{\varepsilon}_{it}$ 。

第二步,假定 $v_{it} \sim i.i.d.N(0, \sigma_v^2)$, $u_{it} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$, 利用 $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it} + E(u_{it})$, 估计时变技术非效率 u_{it} 。则时变技术非效率为 $RTE = \exp(-u_{it} | \varepsilon_{it})$ 。

第三步,假定 $\mu_i \sim i.i.d.N(0, \sigma_\mu^2)$, $\eta_i \sim i.i.d.N^+(0, \sigma_\eta^2)$, 利用 $\alpha_i = \mu - \eta_i + E(\eta_i)$, 估计时不变技术非效率 η_i 。则时不变技术效率为 $PTE = \exp(-\eta_i)$ 。

第四步,计算总体技术效率。记总体技术效率为 OTE , 则 $OTE = RTE \times PTE$ 。

根据 2007-2016 年的《中国城市统计年鉴》与《湖北统计年鉴》,可以得到湖北省 1 个副省级城市及 11 个地级市共 12 个城市的地区生产总值 y_{it} , 资本存量 K_{it} , 就业人数 L_{it} , 其中,湖北省各市资本存量按

照永续盘存法计算。基于上述计量分析步骤,可测算得到湖北省各市历年的总体技术效率及均值。

表 1 湖北省各市总体技术效率均值

变量	均值	标准差	最小值	最大值
时变技术效率 (RTE)	0.9791148	0.0117938	0.9408009	0.9951539
时不变技术效率 (PTE)	0.444578	0.1947796	0.222888	1
总体技术效率 (OTE)	0.4353046	0.1907757	0.2132095	0.9940931

从上表可见,湖北省各市的时变技术效率平均值为 97.91%,处于一个相当高的水平。湖北省各市时不变技术效率平均值为 44.46%,处于一个较低的水平。从计算结果可以看出,在综合考虑个体效应、时不变技术非效率、时变技术非效率的情况下,湖北省各市历年的总体技术效率平均值为 43.53%,远低于早期模型的估计结果。由于早期的模型的设定存在问题,可能低估了技术非效率从而高估了技术效率水平,因此,本文基于 Kumbhakar (2014)^[3]的估计结果可能更接近真实的情况。

(二) 全要素生产率增长率的分解

按照 Kumbhakar (2000)^[4]的思想,采用随机前沿分析 (SFA) 方法测算全要素生产率 (TFP) 的变化,假定随机前沿生产函数的形式为:

$$y_{it} = f(x_{it}, t, \beta) \exp(v_{it} - u_{it}) \quad (3)$$

其中, y_{it} 与 x_{it} 分别表示 i 市在 t 年的产出水平和要素投入,生产函数的确定性部分为 $f(x_{it}, t, \beta)$, β 是生产函数中的待估参数, v_{it} 与 u_{it} 分别表示传统的随机误差项与技术非效率项,两者相互独立。基于随机前沿生产函数,可将全要素生产率增长率分解为技术变化 (TC)、技术效率变化 (TEC)、规模效率变化 (SEC) 和资源配置效率变化 (AEC) 四个部分。全要素生产率的提高是技术进步、技术效率的改善、规模经济以及要素配置效率的提高等因素共同作用的结果。全要素生产率增长率可分解为:

$$\dot{TFP} = TC + TEC + SEC + AEC \quad (4)$$

其中, TC 为技术进步, TEC 为技术效率变化; SEC 为规模效率变化, AEC 为资源配置效率变化。技术进步表示要素投入不变的情况下,生产活动的技术改进引起的产出增长。技术进步表现为生产前沿面的外移,可用生产可能性边界随着时间的推移而变化的速率来衡量。技术效率体现了在技术水平不变的条件下,生产者实现最大产出的能力。技术效率变化指在一定的技术条件和要素投入下,实际产出与潜在最大产出之间差距的变化。技术效率变化率指的是技术效率水平随时间变化的速率。规模经济导致的全要素生产率变化由规模效率变化度量,规模效率变化率体现要素的规模报酬对生产率增长的贡献。如果规模报酬递增且要素投入增加,或是规模报酬递减且要素投入减少,那么规模效率变化对全要素生产率变化起推动作用。资源配置效率变化表示要素投入结构变化对全要素生产率的贡献,反映了生产中要素配置的有效程度。如果价格信息的可得性不够,资源配置效率则无法计算,此时只能考察前面三种变化。

假定随机前沿生产函数为超越对数形式,引入要素与时间的乘积项表示非中性技术进步,假定有资本 (K) 和劳动 (L) 两种要素投入,建立超越对数生产函数随机前沿模型:

$$\begin{aligned} \ln y_{it} = & \beta_0 + \beta_k \ln K_{it} + \beta_l \ln L_{it} + \beta_t t \\ & + \frac{1}{2} \beta_{kk} (\ln K_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{ll} (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 \\ & + \beta_{kl} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{kt} t \ln K_{it} + \beta_{lt} t \ln L_{it} \\ & + v_{it} - u_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

本文利用上式进行全要素生产率增长率的测算。技术进步的公式可写为:

$$TC_{it} = \beta_t + \beta_{kt} t + \beta_{kl} \ln K_{it} + \beta_{lt} \ln L_{it} \quad (6)$$

在随机前沿模型假定下,技术效率为:

$$TE_{it} = e^{-u_{it}} \quad (7)$$

根据前文的分析,技术效率的变化率计算公式可写为:

$$\dot{TE} = \frac{TE_t}{TE_{t-1}} - 1 \quad (8)$$

要计算规模效率变化率，首先要计算出要素产出弹性。在超越对数生产函数随机前沿模型设定下，资本产出弹性计算公式为：

$$E_k = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln K} = \beta_k + \beta_{kk} \ln K + \beta_{kt} t + \beta_{kl} \ln L \quad (9)$$

劳动产出弹性计算公式为：

$$E_l = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln L} = \beta_l + \beta_{ll} \ln L + \beta_{lt} t + \beta_{kl} \ln K \quad (10)$$

相应地，规模效率变化的计算公式为：

$$\begin{aligned} SEC &= (RTS - 1) \sum_j \lambda_j \dot{x}_j \\ &= (RTS - 1)(\lambda_l \dot{L} + \lambda_k \dot{K}) \\ &= (E_l + E_k - 1) \times \left(\frac{E_l}{E_l + E_k} \times \dot{L} + \frac{E_k}{E_l + E_k} \times \dot{K} \right) \\ &= (\beta_l + \beta_{ll} \ln L + \beta_{lt} t + \beta_{kl} \ln K + \beta_k + \beta_{kk} \ln K + \beta_{kt} t + \beta_{kl} \ln L - 1) \\ &\quad \times \left(\frac{\beta_l + \beta_{ll} \ln L + \beta_{lt} t + \beta_{kl} \ln K}{\beta_l + \beta_{ll} \ln L + \beta_{lt} t + \beta_{kl} \ln K + \beta_k + \beta_{kk} \ln K + \beta_{kt} t + \beta_{kl} \ln L} \times \dot{L} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\beta_k + \beta_{kk} \ln K + \beta_{kt} t + \beta_{kl} \ln L}{\beta_l + \beta_{ll} \ln L + \beta_{lt} t + \beta_{kl} \ln K} \times \dot{K} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

（三）湖北省全要素生产率增长率的测算与分解

先估计面板随机前沿模型的参数，可以分别得到生产效率变化率、技术进步率和规模效率变化率，然后根据前述全要素生产率增长率的分解公式，经过简单计算可以得到湖北省各市历年的全要素生产率增长率。由于没有完整的要素价格，资源配置效率无法计算，本文在全要素生产率增长率的分解过程中不考虑资源的配置效率，仅考虑技术进步、技术效率和规模效率。

利用随机前沿模型的系数估计结果，根据技术进步公式，可计算得到湖北省各市 2006–2015 年的技术进步率（具体数据限于篇幅略）。研究发现：湖北省各市的技术进步率差异明显，由于武汉市的经济实力与科教投入明显强于湖北省其它城市，武汉市的技术进步率明显高于湖北省其它城市，除武汉市外的湖北省的其它城市技术进步不明显，而且排名靠后的城市技术进步率平均值是负的，导致全省的技术进步率的平均值在 2014 年是负的，但从 2014 年开始转为正数。

同样，利用随机前沿模型的系数估计结果，根据技术效率变化率计算公式，可计算 2007–2015 年湖北省各市的技术效率变化率（具体数据限于篇幅略）。研究发现：总体上，湖北省的技术效率自 2007 年以来，呈现不断改进的趋势，表明湖北省的实际产出和理想最大产出之间的差距在不断的缩小。除 2009 年以外，2007—2015 年间湖北省各市的技术效率的变动率为正，湖北省的年均技术效率变化率为 2.31%。2009 年相对 2008 年湖北省技术效率水平出现下降，可能与 2008 年发生全球金融危机后，增加要素投入的同时经济增长速度却下降有关。另外，随着技术效率水平的逐年提高，技术效率的提升速度有所下降。技术效率变化率的空间差异较大。

利用随机前沿模型的系数估计结果，根据资本弹性计算公式，可计算 2006–2015 年湖北省各市的资本产出弹性；根据劳动产出弹性公式，可计算 2006–2015 年湖北省各市劳动产出弹性。根据前文中规模效率变化率的计算公式以及估计的生产函数的参数，计算出 2007–2015 年湖北省各市规模效率变化率（具体数据限于篇幅略）。研究发现：湖北省各市的规模效率变化率随时间变动的趋势不明显，各市规模效率变化率差异较小。武汉市和宜昌市是湖北省最大的两个城市，从规模效率变化率的数值来看，只有这两个城市的规模效率变化率是负的，这说明这两个城市的生产规模的有效程度不佳，可能存在过度的要素投入和经济集聚，导致规模效率的损失。其它城市虽然规模效率变化率为正，但绝对数据也较小，这说明其它城市的生产规模的有效程度也不是很理想。

在前文对全要素生产率增长分解的基础上，根据全要素生产率的增长率计算公式，计算得出湖北省各市 2007–2015 年全要素生产率的增长率。

表 2 湖北省各市全要素生产率增长率 (2007—2015 年)

城市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	年平均	排名
武汉市	0.2130	0.0632	0.0603	0.0589	0.0300	0.1168	0.1140	0.1034	0.0972	0.0952	1
黄石市	0.0498	0.0185	-0.0484	0.0188	0.0460	0.0382	0.0205	0.0410	0.0316	0.0240	6
十堰市	-0.0571	-0.0927	-0.0896	-0.0389	-0.0497	-0.0808	-0.0304	-0.0376	-0.0149	-0.0546	12
宜昌市	0.2638	0.1179	-0.1398	0.0813	0.0672	0.0833	-0.0447	0.0190	0.0249	0.0525	3
襄阳市	0.0312	0.0376	-0.0255	-0.0062	-0.0082	-0.0489	0.0153	0.0108	0.0536	0.0066	9
鄂州市	0.0702	0.0433	-0.0093	0.0181	0.0955	0.0729	0.0744	0.0729	0.0608	0.0554	2
荆门市	0.0168	0.0961	0.0089	-0.0691	0.0114	0.0046	-0.0055	0.0257	0.0451	0.0149	8
孝感市	0.0225	0.0174	-0.0172	-0.0315	-0.0103	-0.0160	-0.0136	-0.0099	0.0073	-0.0057	10
荆州市	0.0333	0.0364	0.0169	-0.0193	0.0221	-0.0149	-0.0065	-0.0075	0.1071	0.0186	7
黄冈市	-0.0711	-0.0137	-0.0240	-0.0071	0.3315	0.0674	-0.0092	-0.0331	0.0781	0.0354	5
咸宁市	0.1143	0.0362	0.0446	-0.0135	0.0155	0.0628	0.0900	0.0470	0.0560	0.0503	4
随州市	-0.0692	-0.0397	-0.1227	-0.0543	-0.0241	-0.0269	-0.0141	-0.0060	0.0160	-0.0379	11
省平均	0.0515	0.0267	-0.0288	-0.0052	0.0439	0.0215	0.0158	0.0188	0.0469	0.0212	

从纵向来看, 2007—2015 年湖北省的全要素生产率平均增长率为 2.12%。全要素生产率平均增长率起伏较大, 自 2007 年以来呈现出先增后降再增的变化趋势, 其中 2009 年与 2010 年全要素生产率平均增长率为负, 可能是因为 2008 年全球金融危机后, 为保证经济持续增长, 加大了要素投入, 导致全要素生产率有所下降。从横向来看, 各城市间全要素生产率增长率存在较大差异。2006—2015 年武汉市的全要素生产率的改善是最快的。同时, 排名最后 3 位的城市孝感市、随州市与十堰市的全要素生产率实际上在 2006—2015 年间是退步的。

为了分析全要素生产率增长率的主要来源, 我们测算出了湖北省各市 2006—2015 年的 TFP 变化及其构成值, 下表 3 给出了这一时期各市的平均值。结果发现: 全要素生产率的增长主要来自于技术效率变化率, 而规模效率贡献不大, 技术进步率的贡献是负的。

表 3 湖北省各市全要素生产率增长率及其构成的平均值 (2007—2015 年)

城市	全要素生产率增长率	技术进步率	技术效率变化率	规模效率	技术进步贡献	技术效率贡献	规模效率贡献
武汉市	0.0952	0.0713	0.0353	-0.0123	0.7489	0.3708	-0.1292
黄石市	0.0240	-0.0204	0.0319	0.0087	-0.8500	1.3292	0.3625
十堰市	-0.0546	-0.0829	0.0072	0.0184	1.5183	-0.1319	-0.3370
宜昌市	0.0525	0.0317	0.0292	-0.0024	0.6038	0.5562	-0.0457
襄阳市	0.0066	-0.0068	0.0087	0.0017	-1.0303	1.3182	0.2576
鄂州市	0.0554	0.0022	0.0361	0.0139	0.0397	0.6516	0.2509
荆门市	0.0149	-0.0171	0.0191	0.0107	-1.1477	1.2819	0.7181
孝感市	-0.0057	-0.0577	0.0428	0.0076	10.1228	-7.5088	-1.3333
荆州市	0.0186	-0.0177	0.0286	0.0051	-0.9516	1.5376	0.2742
黄冈市	0.0354	0.0113	0.0125	0.0043	0.3192	0.3531	0.1215
咸宁市	0.0503	0.0063	0.0289	0.0103	0.1252	0.5746	0.2048
随州市	-0.0379	-0.0540	-0.0032	0.0219	1.4248	0.0844	-0.5778
省平均	0.0212	-0.0111	0.0231	0.0073	-0.5236	1.0896	0.3443

二、湖北省全要素生产率增长率影响因素分析

本文把前面利用面板随机前沿模型计算出的全要素生产率增长率作为被解释变量, 通过静态和动态两种面板数据模型来研究全要素生产率增长率的影响因素。确定了全要素生产率增长率的影响因素, 就可以采取相应的政策措施提高湖北省的全要素生产率, 因而湖北省的全要素生产率增长率影响因素的研究有着十分重要的现实意义。

参考众多的相关文献，并考虑到在考察期内各市面板数据的可得性，本文拟选择以下变量：国有企业产值占区域生产总值的比例（Z1）；外商投资占区域生产总值 GRP 的比例（Z2）；科教投入占区域生产总值 GRP 的比例（Z3）；万人公共汽车拥有量（Z4）；财政支出占区域生产总值 GRP 比例（Z5）；第三产业产值占区域生产总值 GRP 的比例（Z6）；进出口总额占区域生产总值的比例（Z7）作为可能影响全要素生产率增长率的解释变量。实际上前 5 个变量就是我们分析的对技术效率的影响因素，按照我们前面对全要素生产率增长率的分解，技术效率变化率是决定全要素生产率增长率的主要因素，因此影响技术效率的因素应该也是影响全要素生产率增长率的因素。此外，我们还考虑了产业结构与进出口对全要素生产率增长率的影响。

最后，我们选择了其中的 5 个变量作为解释变量，分析它们对湖北省城市全要素生产率增长率的影响，模型形式如下

$$TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 Z1_{it} + \beta_2 Z2_{it} + \beta_3 Z3_{it} + \beta_4 Z5_{it} + \beta_5 Z6_{it} + \varepsilon_{it}$$

(12)

首先，我们分别估计了固定效应模型与随机效应模型，然后通过豪斯曼检验发现，两类模型的系数估计结果并没有显著差别，因此选择随机效应模型。在此基础上，我们估计了考虑稳健标准差的随机效应模型，这个模型的系数估计值与与随机效应模型的估计值一样，但是系数估计值的标准差不一样，由于最后一个模型的标准差是稳健标准差，因此关于系数的显著性的判断更为可靠。我们也曾考虑在随机效应模型中加入时间效应，但估计结果不理想，因此本文最后选择下表 4 中的第 3 个模型。

表 4 静态面板数据模型估计结果

变量	固定效应模型	随机效应模型	随机效应模型 (稳健标准差)
国有企业产值占 GRP 之比（Z1）	-10.73	-13.25*	-13.25
	-8.382	-7.463	-9.239
外商投资占 GRP 之比（Z2）	2.883	5.823	5.823
	-11.35	-9.835	-9.876
科教投入占 GRP 之比（Z3）	3.693	4.451	4.451*
	-3.117	-2.832	-2.351
财政支出占 GRP 之比（Z5）	-49.44	-46.28	-46.28**
	-35.22	-33.41	-22.51
第三产业占 GRP 之比（Z6）	39.47***	37.27***	37.27***
	-7.087	-6.608	-3.815
Constant	-5.164**	-4.580*	-4.580***
	-2.533	-2.371	-1.554
R-squared	0.403	0.4011	0.4011

Z1 的系数估计值为-13.25，即国有企业产值占区域生产总值的比例降低一个百分点，湖北省全要素生产率增长率提高 13.25 个百分点，说明国有企业产值占区域生产总值的比例提高对湖北省全要素生产率增长率有显著的阻碍作用。从全国的经验来看，我国国有企业的股份制改造、国有企业的退出及民营化使非国有成分比重上升，确实改善了国有企业的绩效，提高了全要素生产率。Z2 的系数估计值为 5.823，即提高外商投资占区域生产总值的比例有利于全要素生产率增长率的提高。一般来说，外资企业具有更先进的技术和管理方式，外资的引入会对国内企业生产率的提高带来许多方面的积极影响，但是湖北省外资对区域全要素生产率的正面影响在统计上并不显著。Z3 的系数估计值为 4.451，即提高科教投入占区域生产总值的比例有利于全要素生产率增长率的提高，但是在统计上并不显著；Z5 的系数估计值为-46.28，提高财政支出占区域生产总值比例不利于全要素生产率增长率的提高，但是在统计上并不显著；Z6 的系数估计值为 37.27，提高第三产业占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率的提高有显著的促进作用。

为了进一步分析各种影响因素对全要素生产率的动态影响，我们建立如下动态面板回归模型：

$$TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 Z1_{it} + \beta_2 Z2_{it} + \beta_3 Z3_{it} + \beta_4 Z5_{it} + \beta_5 Z6_{it} + \beta_6 TFP_{i,t-1} + \beta_7 TFP_{i,t-2} + \beta_8 Z5_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

(13)

我们考虑了两种模型设定情况：在模型 1 中，Z2、Z3 被视为外生解释变量，Z5 及期一阶滞后被视为前定解释变量，而 Z1、Z6 被视为内生解释变量。在模型 2 中，无外生变量；Z5 为前定变量；Z1、Z2、Z3、Z6 为内生变量。然后，对两个模型进行系统 GMM 估计，估计结果见下表：

两个模型的估计结果比较接近。表 5 中模型 1 估计结果显示：前 1 期的全要素生产率增长率对后期值的提高有不显著的的正向影响，而前 2 期全要素生产率增长率对后期值的提高有十分显著的正向影响。说明湖北省各城市的全要素生产率的变化受到其自身前期变化影响很大，全要素生产率的变化存在较强的惯性。

国有企业产值占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有显著正向影响，并且国有企业产值占区域生产总值的比例的系数在所有系数中绝对值是最大的，这说明国有企业产值占区域生产总值的比例在所有解释变量中对全要素生产率的变化影响最大。外商投资占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有不显著的正向影响；科教投入占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有显著的正向影响；财政支出占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有不显著的负向影响；前 1 期的财政支出占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有不显著的正向影响；第三产业占区域生产总值的比例对全要素生产率增长率有不显著的正向影响。同时发现，国有企业产值占区域生产总值的比例的系数是最大的，且为显著负影响。

将静态和动态面板模型的估计结果进行比较分析：各解释变量对被解释变量的正负效应均是一致的，并且与理论分析预期的系数符号也是一致的，回归系数的显著性有相同也有差异。这说明各种因素对全要素生产率增长率的影响是比较确定的，本文得到的回归结果是比较稳健的。

三、结论与政策建议

本文利用 2006 年到 2015 年间湖北省的城市面板数据，运用面板随机前沿分析方法，对湖北省的全要素生产率增长率及其影响因素进行了实证分析。

我们得到的主要结论有：湖北省各市的全要素生产率增长率差异较大，湖北省各市的全要素生产率增长的主要来源是技术效率变化，其次是技术进步，再次是规模效率变化。湖北省城市经济的发展更多的是在依靠技术效率带来的“水平效应”，而不是技术进步带来的“增长效应”。湖北省各城市长期处于规模效率较低的水平，对全要素生产率的增长并未带来实质性的推动作用。

在测算湖北省全要素生产率增长率的基础上，基于面板固定效应模型与动态面板模型，分析了影响湖北省全要素生产率增长率的因素。实证研究发现：国有企业产值占区域生产总值之比下降是湖北省全要素生产率提升的主要原因。另外，提高科教投入占比、降低财政支出占比、提高第三产业占比对湖北省全要素生产率的提高有促进作用。

基于实证研究结论，我们提出以下政策建议：

- （1）湖北省要进一步推进所有制结构改革，通过改善投资和经营环境，鼓励和扶持民营经济的发展，进一步提高民营经济在区域生产总值中所占的比例，让市场在资源配置过程中起决定性作用，以改善资源配置状况。

（2）湖北省要进一步加大科学教育经费投入，促进新知识和新技术的产生，提升企业的技术水平和创新能力，以实现区域全要素生产率不断提升的目标。同时，要建立和完善人才引进和培养的政策，从而

表 5 动态面板模型估计结果

模型 1		模型 2	
L.tfp	0.0889	L.tfp	0.0887
	-0.085		-0.0817
L2.tfp	0.162*	L2.tfp	0.143
	-0.0973		-0.0901
z5	-7.146	z5	-9.61
	-38.7		-32.4
L.z5	38.42	L.z5	28.8
	-27.16		-25.89
z1	-17.82*	z3	5.569*
	-9.155		-2.901
z6	9.733	z2	7.329
	-12.74		-9.704
z2	9.696	z1	-14.47*
	-11.25		-8.002
z3	6.405*	z6	8.724
	-3.276		-11.53
Constant	-0.462	Constant	0.399
	-4.472		-4.035

鼓励企事业单位引进和培养高科技人才，促进企业技术水平的迅速提高。

(3) 湖北省政府应该逐步调整引进外资政策，取消外资的特殊政策待遇，重点引进有利于技术进步的外资企业。市场经济的实质是竞争经济，参与其中的每一个主体都应该享有均等的机会参与公平竞争。对外资给予优惠待遇违背了市场公平竞争的原则。合理的外资引进政策有利于提高市场的竞争效率，竞争效应的充分发挥将对湖北省全要素生产率的提高起到促进作用。

(4) 因地制宜制定产业政策，促进产业结构优化升级。为了提高湖北省的全要素生产率，一方面，湖北省要充分发挥科教大省的优势，大力发展高新技术产业；另一方面，湖北省要充分发挥区位优势，要大力发展基于高新技术的现代服务业，促进服务业的结构升级和增强服务业的竞争力。

参考文献：

- [1] Kumbhakar, S.C. and C.A.K. Lovell. Stochastic Frontier Analysis[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [2] 郭庆旺, 赵志耘, 贾俊雪. 中国省份经济的全要素生产率分析[J]. 世界经济, 2005, (05): 46-53.
- [3] 王志刚, 龚六堂, 陈玉宇. 地区间生产效率与全要素生产率增长率分解(1978—2003)[J]. 中国社会科学, 2006, (02): 55-66.
- [4] 王德祥, 薛桂芝. 中国城市全要素生产率的测算与分解(1998-2013)——基于参数型生产前沿法[J]. 财经科学, 2016, (9): 42-52.
- [5] 王艺明, 陈晨, 高思航. 中国城市全要素生产率估算与分析: 2000-2013[J]. 经济问题, 2016, (8): 1-8.
- [6] 肖文, 王平. 我国城市经济增长效率与城市化效率比较分析[J]. 城市问题, 2011, (02): 12-16.
- [7] 杨威, 金凤君, 王成金, 等. 东北地区经济增长效率及其时空分异研究[J]. 地理科学, 2011, 31(05): 544-550.
- [8] 王志平. 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[J]. 数量经济技术经济研究, 2010, (01): 33-43.
- [9] 何枫, 陈荣, 何炼成. SFA 模型及其在我国技术效率测算中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(5): 46-50.
- [10] G. E. Battese, T. J. Coelli. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1-2): 153-169.
- [11] Wang H J, Schmidt P. One-Step and Two-Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, 18(2): 129-144.
- [12] Kumbhakar S C, Lien G, Hardaker J B. Technical efficiency in competing panel data models: a study of Norwegian grain farming[J]. Journal of Productivity Analysis, 2014, 41(2): 321-337.
- [13] Roberto Colombi, Subal C. Kumbhakar, Gianmaria Martini, et al. Closed-skew normality in stochastic frontiers with individual effects and long/short-run efficiency[J]. Journal of Productivity Analysis, 2014, 42(2): 123-136.

Research on Urban Total Factor Productivity of Hubei Province based on Panel Stochastic Frontier Model

LI Jun-lin

(School of Economics, Wuhan Textile University, Wuhan Hubei 430200, China)

Abstract: Based on the urban panel data of Hubei Province from 2006 to 2015, this paper uses the panel stochastic frontier analysis method to empirically analyze the growth rate of total factor productivity and its influencing factors in Hubei Province. The empirical results show that the growth rate of total factor productivity of cities in Hubei Province is quite different. The main source of total factor productivity growth in Hubei Province is technological efficiency change, followed by technological progress, and again the change in scale efficiency. The decline in the ratio of output value of state-owned enterprises to regional GDP is the main reason for the increase in total factor productivity in Hubei Province. In addition, increasing the proportion of investment in science and education, reducing the proportion of fiscal expenditure, and increasing the proportion of tertiary industry have contributed to the improvement of total factor productivity in Hubei Province. Finally, based on the empirical research conclusions, the policy recommendations for improving the total factor productivity of Hubei Province are proposed.

Key words: technical efficiency; total factor productivity; stochastic frontier model; surpassing logarithmic production function