

基于 SFA 和 Malmquist 方法的建筑业技术效率研究

曹 泽,任阳军,沈 圆,彭志文,李文娟

(安徽建筑大学 管理学院,合肥 230601)

摘要:运用参数型 SFA 方法,以 2006—2013 年中国建筑业的面板数据为基础,对建筑业技术效率及其主要影响因素进行实证分析,发现我国建筑业技术效率整体上呈平稳上升趋势,固定资产投资率、科技投入比重对建筑业技术效率的提升有显著促进作用,而国有资产比重对建筑业技术效率的提升具有负效应;此外,利用 Malmquist 方法对建筑业生产效率进行动态分析,发现我国建筑业生产效率水平的提升主要来自于技术进步的驱动,而技术效率的贡献度较小。

关键词:SFA;Malmquist;建筑业;效率分析

中图分类号:F407.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2015)06-0096-05

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2015.06.030

A Study on the Technical Efficiency of Construction Industry Basing on SFA and Malmquist

CAO Ze, REN Yang-jun, SHEN Yuan, PENG Zhi-wen, LI Wen-juan

(School of Management, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: The authors of this paper have conducted an empirical analysis of the panel data, technical efficiency and main influencing factors concerning construction industries from 2006 to 2013 in China by SFA. The results show that the overall technical efficiency of China's construction industries shows a steady upward trend, that fixed asset investment ratio, and the proportion of investment in science and technology promote the technological efficiency of construction but that a high proportion of state-owned assets have a negative effect on the technological efficiency of construction. In addition, the authors have also carried out a dynamic analysis of the construction productivity by Malmquist, and discovered that the improvement of production efficiency in construction industries is mainly due to technological progress, and the contribution of technical efficiency is small.

Key Words: SFA; Malmquist; construction industry; efficiency analysis

0 引言

改革开放以来,我国建筑业市场规模持续扩大,在推动我国工业化和城市化进程中扮演着重要的角色。虽然我国建筑业不断进行体制改革,积极推进技术进步,但其效率水平同发达国家之间仍有较大差距。因此,有必要对我国建筑业效率进行精确测算,以便更清晰地了解建筑业发展现状,找出并克服各种瓶颈因素,从而促进建筑业又好又快发展。

当前,常用度量效率的方法主要有非参数法和参数法。其中非参数法的特点是不假定函数的具体形式,比如数据包络分析(DEA)。通过查阅相关文献发现,国内对于建筑业效率的研究主要是运用非参数型的 DEA 方法。李伟等通过 DEA 方法对我国各省市自治区建筑业总效率、技术效率和规模效率进行实证研究,为各省市提升建筑业生产效率水平提供理论依据^[1]。陈德强、杨田采用 DEA 方法对 2010 年西部各省市建筑业效率进行分析,发现四川、重庆等 7 省市建筑

收稿日期:2015-10-19

基金项目:安徽省哲学社会科学规划项目(AHSKY2014D48)

作者简介:曹泽(1969—),男,安徽颍上人,副教授,博士,主要从事技术经济评价研究。

业DEA有效,而青海和云南两省存在较大的投入冗余和产出不足^[2]。戴永安、陈才通过构建DEA-Tobit模型对中国建筑业效率总体变动趋势进行研究,发现建筑业发达程度、建筑业人均资产和城镇化水平对建筑业效率水平的提升有着显著促进作用^[3]。曹琳建等选取天津市2000年到2010年建筑业的相关数据,运用二阶段DEA模型,筛选出对天津市建筑业效率具有较大影响的指标,从而为天津市建筑业改革和发展提供理论依据^[4]。王雪青等采用三阶段DEA模型对2008年中国30个省份建筑业效率进行实证研究,发现一方面地区经济发展水平和建筑产品需求能力影响建筑业产业效率,另一方面规模无效率是建筑产业技术效率偏低的主要原因^[5]。

DEA方法目前已在包括建筑业的诸多行业领域中得到广泛运用,相关文献较多,但采用参数法对建筑业效率进行研究的文献比较少。参数法的主要特点是先假定生产函数拥有某种特定形式,之后再对效率进行间接测算,比如随机前沿分析(SFA)。与非参数方法相比,参数型SFA方法能够区分技术效率和统计噪声,可以处理多投入与单产出的问题,因此,本文采用SFA方法对我国建筑业的技术效率进行测算和分析。由于SFA方法仍属于静态评价范畴,无法对建筑业在历年间的效率变化做动态分析,也无法反映技术进步的情况,所以,本文在静态分析之后,运用Malmquist生产率指数模型对我国建筑业效率进行动态分析,从而通过静态和动态两个角度对我国建筑业效率做更加全面的分析和评价。

1 指标选取和数据来源

1.1 投入产出指标的选取

综合SFA方法对投入和产出指标的要求,以及参考国内外相关学者研究建筑业效率时变量的选取情况,本文选取各省市建筑业年均从业人员数和建筑业年度总资产作为投入变量,分别用 L 和 K 表示,其中建筑业年度总资产折算为2006年的可比价资产^[6];而产出指标方面,将建筑业增加值作为各省市建筑业的产出变量,用 Y 表示,并折算为2006年的不变价格。

1.2 发展环境指标的选取

发展环境变量方面,结合国内相关文献以及我国房地产业自身发展的特点,本文选取的技术效率影响因素有:固定资产投资率,记为 G ,用各省份固定资产投资总额占该地区GDP的比重表示;国有企业资产比重,记为 S ,用国有建筑企业资产占地区建筑企业总资产的比例表示;建筑业产值占比,记为 F ,并用地区建筑业总产值占地区GDP的比例表示;科技投入比重,记为 T ,用地区科技投入占财政支出的比重表示。

1.3 数据的选取

考虑到数据的可得性和完整性,本文选取2006—2013年中国29个省市自治区(西藏、海南因部分年份生产指数数

据缺失,计算时省去)的建筑产业数据作为样本,数据均来自《中国建筑业统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

2 模型构建

2.1 SFA模型

随机前沿分析(SFA)方法是1977年由Aigner提出的理论^[7]。本文的随机前沿分析方法构建如下:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(L_{it}) + \beta_2 \ln(K_{it}) + V_{it} - U_{it}, \quad (1)$$

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}), \quad (2)$$

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1(G)_{it} + \delta_2(S)_{it} + \delta_3(F)_{it} + \delta_4(T)_{it}, \quad (3)$$

$$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2), \quad (4)$$

式中 i 为各省份的编号, $i=1,2,\dots,29$; t 为各年度序号, $t=1,2,\dots,8$ 。

式(1)中 Y_{it} 、 L_{it} 和 K_{it} 分别代表 i 省份建筑业第 t 年度的增加值、劳动力投入量和资本投入量, β_0 代表截距项, β_1 和 β_2 分别代表劳动力和资本的产出弹性, V_{it} 代表建筑业中由不可控制因素造成的随机误差, U_{it} 代表 i 省份建筑业在第 t 年度的生产无效项。

式(2)代表 i 省份建筑业在第 t 年的技术效率。当 $U_{it}=0$, $TE_{it}=1$ 时,表明该省份建筑业的生产点处于生产前沿面上;当 $U_{it}>0$, $0<TE_{it}<1$ 时,则说明该省份建筑业的生产点处于生产前沿面之下。

式(3)是建筑业的技术非效率函数。 $\delta_j>0$ ($j=1,2,3,4$),表明解释变量对建筑业技术效率有负面影响, $\delta_j<0$,则有正面影响。

式(4)中 γ 代表符合扰动项中技术无效项所占的比例。当 γ 接近1时,表明该省份建筑业实际产出与最大可能产出之间的差距主要来源于技术非效率造成的损失,这时选择SFA方法对技术效率进行分析是十分必要的;当 γ 接近0时,表明其差距主要是来源于不可控制因素造成的白噪声; $\gamma=0$,则表明所有省份建筑业的生产点均处于生产前沿面上,不需要用SFA方法进行分析; $\gamma=1$,随机前沿模型将变成确定前沿模型。

2.2 Malmquist生产率指数模型

在建筑业效率的实证分析中,普遍使用DEA方法中的Malmquist指数模型,该模型是基于距离函数来定义Malmquist指数,通过线性规划对每个决策单元的边界生产函数进行估算,从而对效率变化和技术进步情况进行测度。从 t 到 $t+1$ 期间的Malmquist指数为:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}.$$

当 $M>1$ 时,表明 t 至 $t+1$ 期间的效率是增加的,即后一期效率相比前一期有所提高;当 $M=1$ 时,说明 t 至 $t+1$ 期间的效率不变,即后一期效率与前一期的相同;当 $M<1$ 时,则表明 t 至 $t+1$ 期间的效率是降低的,即与前期相比后一期效率有所下降。

Malmquist 指数可分为技术效率变化指数(TE)和技术进步变化指数(TC),而技术效率变化指数又可以分解成纯技术效率变化指数(PTEC)和规模效率变化指数(SC),则 Malmquist 指数可表示为:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[\frac{D(x^{t+1}, y^{t+1})}{D(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D(x^t, y^t)} \left[\frac{D(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = TE \times TC = PTEC \times SC \times TC。$$

TE 测度 t 至 $t+1$ 期决策单元到最佳生产前沿面距离的变化情况,被称作“追赶效应”,当 $TE > 1$ 时,则决策单元的

生产更趋近于生产前沿面,相对技术效率有所增加;TC 测度技术前沿从 t 到 $t+1$ 期的移动情况,被称作“增长效应”,当 $TC > 1$ 时,说明技术出现进步,生产前沿面向“上”移动。

3 SFA 模型实证结果与分析

通过 Frontier4.1 软件对 SFA 模型进行 ML(极大似然法)的一步法估计,参数估计结果列于表 1 中。表 1 中 γ 系数值为 0.989 9,在 1% 的置信水平下显著不为 0,这表明前沿生产函数的误差主要来源于技术非效率所致的损失,并且在 2006—2013 年间建筑行业普遍存在技术非效率的现象。因此,运用 SFA 方法来测算建筑业技术效率是十分必要的。

表 1 模型的参数估计结果

前沿生产函数					技术无效率函数				
变量	待估参数	系数	标准差	t 值	变量	待估参数	系数	标准差	t 值
C	β_0	0.217 3	0.488 2	0.572 6	C	δ_0	0.728 4	0.296 4	2.801 0***
$\ln(L)$	β_1	0.443 6	0.028 9	18.217 4***	G	δ_1	-0.517 3	0.183 2	-4.368 6***
$\ln(K)$	β_2	0.516 8	0.023 5	23.841 8***	S	δ_2	0.128 5	0.114 7	2.169 4***
					F	δ_3	0.036 4	0.016 8	0.177 9
					T	δ_4	-0.483 6	0.177 6	-3.915 6***
					σ^2		0.037 1	0.003 5	7.175 9***
					γ		0.989 9	0.021 7	48.264 3***
log 函数值					79.804 4				
LR					85.129 8***				

3.1 技术非效率函数结果与分析

根据表 1 显示,具有显著性的 3 个影响因素变量分别为“固定资产投资率”“国有企业资产比重”和“科技投入比重”,且“固定资产投资率”和“科技投入比重”的系数为负,而“国有资产比重”的系数为正。这表明“固定资产投资率”和“科技投入比重”对建筑业技术效率的提升具有正面促进作用,即各省市固定资产投资总额占地区 GDP 比重以及科技投入占财政支出比重的提高有利于建筑业技术效率水平的提升,而各省市国有建筑企业资产占地区建筑企业总资产的比重

越大,其建筑业技术效率水平则越低。模型中“建筑业产值占比”的系数为正,但 t 检验没有通过,这表明各省市建筑业总产值占地区 GDP 的比重对建筑业技术效率的提升具有负面效应,但效果不明显,这可能与建筑企业的跨地区流动特点有关,使得各省份建筑业总产值不能真正反映各省市建筑业的实际发展情况^[8]。

3.2 技术效率测算结果与分析

根据式(2)测算出 29 个省市自治区建筑业 2006—2013 年间的技术效率值列于表 2 中。

表 2 2006—2013 年 29 个省市自治区建筑业的技术效率

地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
北京	0.391 2	0.406 4	0.365 8	0.391 9	0.412 7	0.419 8	0.497 7	0.512 4
天津	0.446 2	0.456 6	0.443 0	0.467 9	0.460 2	0.482 0	0.497 7	0.527 3
河北	0.458 7	0.459 6	0.447 0	0.518 7	0.521 6	0.540 2	0.547 7	0.563 1
山西	0.375 1	0.394 4	0.361 6	0.377 5	0.390 6	0.412 7	0.427 4	0.469 0
内蒙古	0.378 9	0.379 0	0.367 7	0.421 6	0.471 7	0.485 0	0.495 2	0.515 0
辽宁	0.695 1	0.701 7	0.686 3	0.681 6	0.694 7	0.710 9	0.707 4	0.714 7
吉林	0.501 7	0.568 8	0.514 2	0.587 7	0.624 7	0.664 3	0.695 1	0.701 4
黑龙江	0.394 1	0.431 6	0.390 4	0.542 7	0.581 6	0.621 6	0.639 0	0.667 2
上海	0.502 7	0.509 6	0.490 6	0.498 6	0.502 9	0.504 4	0.514 3	0.521 5
江苏	0.521 4	0.531 5	0.510 2	0.524 9	0.567 0	0.602 7	0.589 6	0.614 6
浙江	0.651 4	0.668 6	0.642 1	0.658 8	0.694 0	0.684 9	0.642 0	0.696 4
安徽	0.514 2	0.508 3	0.474 2	0.548 7	0.556 9	0.541 5	0.590 6	0.587 8

续表

地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
福建	0.662 9	0.684 3	0.594 9	0.695 2	0.686 3	0.701 2	0.690 9	0.712 7
江西	0.427 7	0.463 9	0.394 2	0.486 7	0.495 3	0.521 5	0.501 6	0.519 7
山东	0.462 7	0.481 6	0.405 2	0.493 6	0.505 7	0.501 6	0.521 5	0.517 8
河南	0.487 8	0.489 6	0.402 7	0.477 6	0.495 2	0.587 8	0.542 7	0.596 6
湖北	0.474 6	0.495 1	0.412 1	0.487 8	0.531 6	0.521 5	0.542 1	0.531 6
湖南	0.536 7	0.548 6	0.502 5	0.531 5	0.541 6	0.581 8	0.642 4	0.601 2
广东	0.472 1	0.473 7	0.442 5	0.493 6	0.553 5	0.521 6	0.571 7	0.591 8
广西	0.461 0	0.468 7	0.401 8	0.542 4	0.546 7	0.552 4	0.560 2	0.561 4
重庆	0.468 8	0.497 6	0.402 1	0.498 4	0.509 3	0.563 4	0.621 6	0.631 9
四川	0.403 6	0.409 8	0.364 7	0.412 4	0.424 4	0.494 6	0.501 2	0.503 5
贵州	0.401 9	0.431 7	0.384 6	0.427 2	0.441 6	0.421 9	0.423 6	0.452 1
云南	0.312 1	0.314 6	0.289 8	0.321 4	0.351 5	0.343 2	0.364 7	0.354 2
陕西	0.371 7	0.386 9	0.301 4	0.391 6	0.420 7	0.414 5	0.424 9	0.431 7
甘肃	0.374 5	0.382 9	0.314 4	0.392 7	0.402 4	0.401 5	0.389 6	0.403 6
青海	0.468 7	0.489 6	0.420 1	0.471 7	0.496 4	0.501 2	0.485 3	0.512 7
宁夏	0.502 7	0.514 6	0.470 3	0.499 0	0.512 6	0.564 4	0.521 9	0.549 0
新疆	0.521 8	0.546 6	0.514 2	0.543 6	0.554 1	0.571 2	0.580 3	0.591 7
平均值	0.469 7	0.484 8	0.424 7	0.499 6	0.518 1	0.533 2	0.542 3	0.560 4

根据表 2 显示结果,从全国平均水平来看,2006 至 2013 年间,我国建筑业技术效率整体呈上升趋势。2008 年出现小幅下降,这可能与 2008 年爆发的金融危机有关,金融危机对我国经济造成的影响,在一定程度上阻碍了建筑业发展和技术效率水平的提升。2008 年以后技术效率又逐步上升。总体上,2006—2013 年间我国建筑业技术效率水平平稳上升,究其原因,一方面可能是我国房地产行业的快速发展和固定资产投资的不断增长为建筑业发展注入了新的动力,另一方面与我国加大对建筑产业的政策支持有关,使得建筑业发展有了更好的外部环境。但是我国建筑业技术效率整体水平依然不高,2013 年平均技术效率值仅为 0.560 4,还有待提升。

表 3 2006—2013 年我国建筑业 Malmquist 效率变化指数

年份	TE(技术效率变化)	TC(技术进步变化)	PTEC(纯技术效率变化)	SC(规模效率变化)	M(全要素生产效率变化)
2006—2007	1.014	1.091	1.016	0.972	1.039
2007—2008	0.986	1.142	0.987	0.943	1.018
2008—2009	1.043	1.009	1.016	0.976	1.097
2009—2010	1.068	1.071	1.014	0.969	1.121
2010—2011	1.109	1.174	1.018	0.964	1.105
2011—2012	1.087	1.106	1.026	0.941	1.078
2012—2013	1.069	1.186	1.012	0.957	1.144
平均值	1.054	1.111	1.019	0.960	1.082

从表 3 可以看出,我国建筑业生产效率呈现稳定增长趋势,年均增长 8.2 个百分点。2008 年虽然我国建筑业受到金融危机的影响, M 值有所下降,但生产效率仍有小幅增长。从总体来看,2006—2013 年间的 M 值均大于 1,表明我国建筑业生产效率整体上是不断提高的。

从 M 值构成来看,首先,技术进步变化指数在大于 1 的

从各省市建筑业平均技术效率来分析,江苏、浙江、吉林等东部地区省份建筑业技术效率值普遍高于中部地区省份,而中部地区省份普遍高于西部地区省份,整体上呈现东部、中部、西部递减的规律,这可能与各省份经济发展水平不平衡有关,东部地区经济发展水平较高,在资金、技术、人才、政策等方面具有较大优势,因此对其建筑业的投入也较大,从而有助于当地建筑业的发展和技术效率水平的提升。

4 Malmquist 指数模型测算结果与分析

表 3 所列数据采用 DEAP2.1 软件计算得出,即我国建筑业 2006—2013 年间的 Malmquist 效率变化指数。

水平上浮动较大,这表明我国建筑业的生产技术虽然有进步但波动较大,可以认为 M 值变化主要是技术进步变化所致,技术效率虽有变化但幅度较小,因而对 M 值的影响不如技术进步表现明显。其次,纯技术效率变化趋势与技术效率变化大致相同,且高于规模效率变化,纯技术效率变化指数的均值大于 1,这表明 2006—2013 年间我国建筑业的内部经营

管理水平总体上是不断提升的,但由于纯技术效率变化指数的均值比技术进步变化指数的均值小,因而纯技术效率对建筑业生产效率的贡献没有技术进步明显。此外,规模效率变化的均值小于 1,说明我国建筑业技术效率降低的主要原因是规模效率的下降造成的。

5 结语

本文利用 SFA 方法对我国 29 个省市 2006—2013 年间的建筑业技术效率实现了定量描述,并运用 Malmquist 生产率指数模型对我国建筑业生产效率进行了动态分析。根据建筑业技术效率的影响因素和生产效率动态分析的结果,提出的对策建议是:我国在持续关注固定资产投资和科技投入对建筑业技术效率提升的同时,应加快国有体制改革,建立现代化的管理体制,提高国有建筑企业的导向和带头作用;此外,不断促进各省市建筑业的合理竞争以及资产的有序流动,从而提高建筑业的发达程度和集聚程度;继续扩大我国建筑业规模,提升建筑业规模效率,从而促进建筑业持续、平稳、健康发展。

参考文献:

- [1] 李伟,李光辉,李月娟. 基于 DEA 模型的我国各省区建

筑业生产效率评价实证研究[J]. 科技进步与决策, 2009, 26(21): 153 - 155.

- [2] 陈德强,杨田. 基于 DEA 的西部地区建筑业生产效率实证研究[J]. 工程管理学报, 2012, 26(2): 7 - 11.
- [3] 戴永安,陈才. 中国省际建筑业效率差异及其影响因素研究[J]. 中国软科学, 2010(1): 87 - 95.
- [4] 曹琳建,陈静,魏莹,等. 基于两阶段 DEA 的建筑业效率评价研究[J]. 建筑经济, 2014, 35(10): 115 - 121.
- [5] 王雪青,周蜀国,刘炳胜. 基于三阶段 DEA 模型的中国区域建筑业效率实证研究[J]. 建筑经济, 2011, 32(12): 8 - 12.
- [6] 苏晓亮,卢有杰. 我国建筑业从业人员和企业规模发展趋势分析[J]. 建筑经济, 2002, 23(11): 8 - 9.
- [7] Aigner D J, Lovell C A, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1997, 6(3): 21 - 37.
- [8] 范建婷. 中国建筑业的 市场结构、绩效与竞争政策 [M]. 上海:上海财经大学出版社, 2010: 56.

(责任编辑:李秀荣)

(上接第 95 页)

参考文献:

- [1] The General Electric Company. Professional management in General Electric, book one; General Electric's growth[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1953.
- [2] The General Electric Company. Professional management in General Electric, book two; General Electric's organization[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1955.
- [3] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1951.
- [4] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1952.
- [5] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1944.
- [6] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General

Electric Company, 1943.

- [7] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1946.
- [8] George W. A new role for professional scientists in industry; industry research at general electric, 1900 - 1916[J]. Technology and Culture, 1980(3): 408 - 429.
- [9] Leonard R S. The making of American industrial research; science and business at GE and Bell, 1876 - 1926 [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- [10] Bernard C W. Innovation as a social process; Elihu Thomson and the rise of General Electric, 1870 - 1900 [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [11] David G L. Swope of G. E., the story of Gerard Swope and General Electric in American business [M]. New York: Simon and Schuster, 1958.
- [12] The General Electric Company. The General Electric Company annual report[R]. Schenectady: The General Electric Company, 1956.

(责任编辑:白丽娟)