

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2022.04.010

基于 DEA-Malmquist 模型的区域建筑业生产效率研究 ——以安徽省 16 市为例

崔金宝

(安徽理工大学 经济管理学院, 安徽 淮南 232000)

摘要: 以安徽省 16 市为研究对象, 分别基于静态和动态视角, 采用超效率 SBM 模型和 Malmquist 指数对其 2011—2019 年的建筑业生产效率进行了测算和分析。实证结果表明: 安徽省 16 市建筑业生产效率城市之间存在分异; 研究期内建筑业生产效率均值由大到小依次为皖北、皖中、皖南; 16 个目标城市中, 蚌埠市最高, 其绿色创新效率均值为 1.189; 铜陵最低, 其绿色创新效率均值为 0.634; 统计年间全要素生产率大于 1 的城市有 2 个, 其余 14 个城市均小于 1; 技术进步是安徽省 16 市建筑业生产效率均值小于 1 的主要因素, 其降速最快的是安庆市, 达 9.9%; 安徽省 16 市建筑业生产全要素生产率在 2011—2014 和 2017—2019 年间均小于 1, 而在 2014—2017 年间均大于 1。总体上的全要素生产率为 0.966, 下降幅度约为 3.4%。

关键词: 安徽省; 建筑业生产效率; 超效率 SBM 模型; Malmquist 模型

中图分类号: F061.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2022)04-0070-07

引文格式: 崔金宝. 基于 DEA-Malmquist 模型的区域建筑业生产效率研究: 以安徽省 16 市为例 [J]. 湖南工业大学学报, 2022, 36(4): 70-76.

Research on the Efficiency of Regional Construction Industry Based on DEA-Malmquist Model: A Case Study of 16 Cities in Anhui Province

CUI Jinbao

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui 232000, China)

Abstract: With 16 cities in Anhui Province as the research object, under a static and dynamic perspectives respectively, a calculation as well as analysis has been made of the production efficiency of the construction industry from 2011 to 2019 by using the super-efficiency SBM model and Malmquist index. The empirical results show that the 16 chosen cities in Anhui Province are characterized with a disparity in the production efficiency of construction industry. During the study period, the average production efficiency of the construction industry in descending order is Northern Anhui, Central Anhui, followed by Southern Anhui. Among the 16 target cities, Bengbu is the highest, with an average green innovation efficiency of 1.189; while the lowest is Tongling, with an average green innovation efficiency of 0.634. During the statistical year, there are 2 cities with total factor productivity greater than 1, with the remaining 14 cities less than 1. Technological progress is the main factor for the average production efficiency of the construction industry in the 16 cities in Anhui Province to be less than 1. Anqing city has experienced the fastest decline, up to 9.9%, among all the cities. The total factor productivity of production in the construction industry of 16 cities in Anhui Province was less than 1 in 2011—2014 and 2017—2019, but greater than 1 in 2014—2017. The overall total factor

收稿日期: 2021-06-29

基金项目: 国家自然科学基金资助面上项目 (71473001); 中国博士后科研基金资助面上项目 (2017M621324)

作者简介: 崔金宝 (1995-), 男, 安徽蚌埠人, 安徽理工大学硕士生, 主要研究方向为建筑科学与工程,

E-mail: 407455404@qq.com

productivity was 0.966, witnessing a decrease of 3.4%.

Keywords: Anhui Province; production efficiency in the construction industry; super-efficiency SBM model; Malmquist model

1 研究综述

自 2010 年以来, 建筑业增加值占国内生产总值的比例始终维持在 6.6% 以上, 2019 年更是达到 7.16%^[1], 随着我国经济发展步入“新常态”, 建筑业是我国经济发展过程中继工业、农业和商业后的第四大产业^[2], 其发展增速有所放缓, 但是其支柱性地位依然稳固。安徽位于华东腹地, 是我国东部襟江近海的内陆省份, 安徽省 16 市横跨长江、淮河中下游, 土地资源丰富, 平原、丘陵和山地各占三分之一。近年来全国房价大幅上升, 安徽省合肥市房价上涨尤为突出, 由此引发了一系列社会问题, 探索安徽省 16 市建筑业投入产出效率, 可以为安徽省建筑业高质量发展提供借鉴。

近年来, 国内学者在有关建筑业生产效率、全要素生产率影响因素和研究模型方法等方面做了众多研究, 段宗志等^[3]利用安徽省建筑业相关数据进行主成分回归, 得出建筑业固定资产投资和从业人员数量是建筑业总产值的重要影响因素, 而在 2003 年以前, 学者对建筑业生产效率领域的研究较少。刘炳胜等^[4]利用 Malmquist 指数模型进行中国区域建筑业生产效率研究, 结果表明, 研究期内技术进步是我国建筑业全要素生产率增长的主要推动力, 另外, 扩大规模以提高规模效率并不可持续。郑晓晓等^[5]利用传统的数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 模型, 如 CCR 模型和 BCC 模型, 研究了北京市建筑业 2004—2014 年全要素生产率、规模效率与技术效率, 结果显示, 全要素生产率有所提高, 其效率提高主要源于规模效率的提升。花均南等^[6]以 30 个省份的面板数据为研究对象, 探索在环境与资源的约束下建筑业的绿色全要素生产率。翁清等^[7]利用增加值法挑选出能够有效应用于建筑业效率评价的投入产出指标, 并运用三阶段 DEA 模型和 Malmquist 指数对 2007—2014 年华东地区建筑业效率进行了静态和动态研究, 该方法可以减少环境因素以及随机误差对实验结果的影响。传统的数据包络分析 (DEA) 是基于径向的投入或产出角度的数据包络分析, 却忽视了各投入变量之间不按等比例改进或松弛这种可能存在的因素, 另外传统 DEA 方法对多个效率值均等于 1 的决策单元无法实现效率排序。

王幼松^[8]、李公祥等^[9]提出的改进后的超效率 DEA 模型, 可以有效避免以上问题。郭伟建等^[10]则运用超效率 DEA-Malmquist 模型对华东地区 7 个省市建筑业数据进行了研究, 结果表明, 技术进步的增长是全要素生产率上升的主要原因。

综上所述, 已有对建筑业生产效率的研究多数集中在省域层面。本研究贡献在于: 1) 城市是突破建筑业生产结构和长三角各市政府进行环境治理的最主要载体, 以 2011—2019 年安徽省 16 市的数据为研究对象, 建立综合评价体系测度建筑业生产效率; 2) 多数文献从静态视角对建筑业生产效率进行研究, 利用 Malmquist 指数法对建筑业生产效率的动态演化进行了探索; 3) 多数学者采用传统 DEA 和 SBM (slacks-based measure) 模型, 但这些模型会因未考虑松弛变量的影响导致结果产生误差, 同时也不能对效率值是 1 的决策单元进行分析, 本文运用 Super-SBM 与 Malmquist 模型从动态、静态结合的视角探索安徽省 16 市建筑业生产效率的时空演变和区域差异, 以期推进安徽省 16 市建筑业高质量发展。

2 模型与变量数据

2.1 模型构建

2.1.1 超效率 SBM 模型

1978 年美国著名运筹学家 A. Charnes 和 W. W. Cooper 提出了数据包络分析 (DEA)^[11], 这种传统的 CCR 和 BCC 模型会因未考虑松弛变量的影响导致结果产生误差。2001 年 K. Tone^[12]提出了非径向 SBM 模型, 该模型利用松弛变量测度效率, 在 2002 年又提出以修正松弛变量为基础的 Super-SBM 模型, 较好地避免了传统 DEA 模型和 SBM 模型无法对有效单元进行进一步评价和排序的问题。式 (1) 为 Super-SBM 模型表达式:

$$\min \rho = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i / x_{i0} - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_r / y_{r0} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^m \lambda_j x_j; \quad \bar{y} \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j; \quad \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j = 1; \\ \bar{x} \geq x_0, \quad \bar{y} \leq y_0, \quad \bar{y} \geq 0, \quad \lambda_j \geq 0.$$

式中： ρ 为效率值； m 、 s 分别为投入与产出数量； x_i 、 y_r 为投入与产出要素； λ 为权重向量； \mathbf{x} 、 \mathbf{y} 分别为投入和产出向量； λ_j 为第 j 个参考单元的权重。

2.1.2 Malmquist 指数模型

Sten Malmquist 在 1953 年提出了 Malmquist 指数，1982 年 Caves 等运用这种方法研究了生产效率问题，即利用 DEA 构造 Malmquist 指数测算生产效率。Malmquist 指数法将全要素生产率变动指数 TFPC (total factor productivity change) 分解为技术变化指数 TC (technical index) 和技术效率变化指数 EC (technical efficiency change index)，即 $TFPC=TC \times EC$ ，该指数计算方法如式 (2) 所示：

$$M_0(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}) = \sqrt{\frac{D_0'(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})}{D_0'(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})}{D_0^{t+1}(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)}} \quad (2)$$

其中技术效率变化指数 EC 可以分解为纯技术效率变化指数 PEC (pure efficiency change) 和规模效率变化指数 SEC (scale efficiency change)，进而全要素生产率变动指数可表示为 $TFPC=TC \times EC=TC \times PEC \times SEC$ ，其表达式如 (3)：

$$M_0(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t, \mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1}) = \frac{D_0'(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})}{D_0^{t+1}(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)} \cdot \sqrt{\frac{D_0'(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})}{D_0^{t+1}(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})} \cdot \frac{D_0'(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)}{D_0^{t+1}(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)}} \quad (3)$$

式 (2) ~ (3) 中： $(\mathbf{x}_t, \mathbf{y}_t)$ 、 $(\mathbf{x}_{t+1}, \mathbf{y}_{t+1})$ 分别为 t 期和

$t+1$ 期投入产出向量； D_0' 、 D_0^{t+1} 分别为以 t 时期和 $t+1$ 时期技术为参照的距离函数。

当 $M_0 > 1$ 时，表明安徽省 16 市建筑业生产效率得到提升；反之则在下降。

2.2 变量数据

2.2.1 指标体系

在对安徽省 16 市进行建筑业生产效率评价时，建筑业生产投入与产出指标选取的准确性、科学性、可得性等对效率值影响有所差异，因此课题组在参考相关领域学者的研究后^[13-15]，构建了安徽省 16 市建筑业生产效率评价指标体系，如表 1 所示。

表 1 安徽省 16 市建筑业生产效率评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of construction industry production efficiency in 16 cities in Anhui Province

指标层面	具体类别	具体指标
投入	人力投入	期末从业人数 / 万人 应付薪资总额 / 万元
	资本投入	资产总计 / 万元
	能源投入	设备总功率 / (10^4 kW·h)
产出	期望产出	总产值 / 万元
		房屋建筑竣工面积 / (10^4 m ²)
		利润总额 / 万元

2.2.2 数据来源

本文研究对象为安徽省 16 市 2011—2019 年间的建筑业生产效率，实证分析的所有数据均来自于历年《安徽统计年鉴》(共 144 个)。变量描述性统计如表 2 所示。

表 2 变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	总产值 / 万元	竣工面积 / (10^4 m ²)	总利润 / 万元	从业人数 / 万人	应付薪资 / 万元	设备总功率 / (10^4 kW·h)	总资产 / 万元
均值	3 697 426	1 032.9	121 725.4	10.9	521 570.1	58.9	4 233 289
标准差	7 174 374	1 597.5	218 670.8	17.3	1 012 471	91.7	15 917 441
最大值	40 799 710	12 188.5	1 184 472	84.3	6 571 663	437.2	177 484 461
最小值	231 496	49.6	4 024	1.5	28 932	3.4	146 937

3 实证结果与分析

3.1 建筑业生产效率静态分析

本文采用 Super-SBM 模型，利用 DEA-Solver Pro.5.0 软件从静态的角度测算了安徽省 16 市 2011—2019 期间建筑业生产效率值，具体结果如表 3 所示。皖北指安徽淮河以北地区，包括宿州、淮北、蚌埠、阜阳、淮南、亳州 6 个省辖市；皖中指安徽省长江以北淮河以南地区，包括合肥、六安、滁州、安庆 4 市；皖南指安徽省长江以南地区，包括黄山、芜湖、马鞍山、铜陵、宣城、池州 6 市。

由表 3 中可以得知，从安徽省三大区域看，安徽省建筑业生产效率水平总体上由大到小依次为皖北、皖中、皖南。其效率均值在 0.9~1.0 之间，表明安徽省建筑业生产效率良好，但仍然存在改善空间。其中皖北的生产效率最高，其研究期间的均值为 0.999；其次是皖中，其研究期间的生产效率均值为 0.975；最后是皖南，其研究期间的生产效率均值为 0.926。从安徽省 16 市看，2011—2019 年研究期间建筑业生产效率均值大于 1 的城市有 8 个，建筑业生产效率均值由高到低依次为蚌埠、六安、池州、亳州、芜湖、淮南、马鞍山和滁州。建筑业生产效率的差异与各城

市群的发展状况相适应,这8个城市将经济增长带来的良好效益转而投入建筑业的建设中去,促进了其建筑业增长。建筑业生产效率值小于1的城市有8个,其中在0.8~1.0的城市包括宿州、合肥、阜阳、宣城、黄山和安庆,而建筑业生产效率均值较低的城市包括

淮北(0.797)和铜陵(0.634)。其建筑业投入比例不协调,导致产出效率不高,还有30%左右的效率改善空间,应当在发展经济的同时充分利用本市资源,考虑市场需求,均衡投入产出以促进区域建筑业高质量发展。

表3 2011—2019年安徽省16市各城市建筑业生产效率测算值

Table 3 Calculated value of construction industry production efficiency in 16 cities in Anhui Province from 2011 to 2019

城市	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值	排名
合肥	0.832	0.691	1.009	0.878	1.017	1.018	0.858	0.834	0.826	0.885	10
淮北	0.792	1.071	0.719	1.020	1.044	1.019	0.326	0.601	0.577	0.797	15
亳州	0.722	1.133	1.001	1.003	0.840	1.141	1.680	1.204	1.348	1.119	4
宿州	1.378	1.190	1.186	1.058	1.295	0.771	0.692	0.618	0.638	0.981	9
蚌埠	1.039	1.066	1.217	1.245	1.319	1.372	1.139	1.242	1.057	1.189	1
阜阳	0.620	0.760	1.057	1.018	1.013	1.003	0.741	0.743	0.800	0.862	11
淮南	1.785	1.071	1.050	0.791	0.768	0.799	0.807	1.673	0.680	1.047	6
滁州	0.826	1.011	1.057	0.845	1.058	1.044	1.047	1.045	1.274	1.023	8
六安	1.007	1.103	1.011	1.119	1.083	1.565	1.599	1.001	1.166	1.184	2
马鞍山	1.022	1.005	1.012	0.882	1.009	1.015	1.054	1.134	1.177	1.034	7
芜湖	1.015	1.139	1.006	1.039	1.123	1.170	1.066	1.117	1.017	1.077	5
宣城	0.645	0.833	0.867	0.820	0.790	0.820	0.657	0.921	1.014	0.818	12
铜陵	0.597	0.679	0.643	0.619	0.594	0.760	0.602	0.652	0.558	0.634	16
池州	1.033	1.209	1.373	1.176	1.054	1.121	1.084	1.363	1.217	1.181	3
安庆	0.589	1.006	1.018	0.850	0.814	0.798	0.721	0.740	0.732	0.807	14
黄山	1.089	1.103	1.074	0.741	0.756	0.698	0.499	0.628	0.730	0.813	13
皖北	1.056	1.049	1.038	1.022	1.046	1.017	0.897	1.014	0.850	0.999	
皖中	0.813	0.953	1.024	0.923	0.993	1.107	1.056	0.905	0.999	0.975	
皖南	0.900	0.994	0.996	0.879	0.888	0.931	0.827	0.969	0.952	0.926	
总体	0.936 8	1.004	1.019	0.944	0.974	1.007	0.911	0.970	0.926	0.966	

2011—2019年安徽省建筑业生产效率变化图如图1所示。

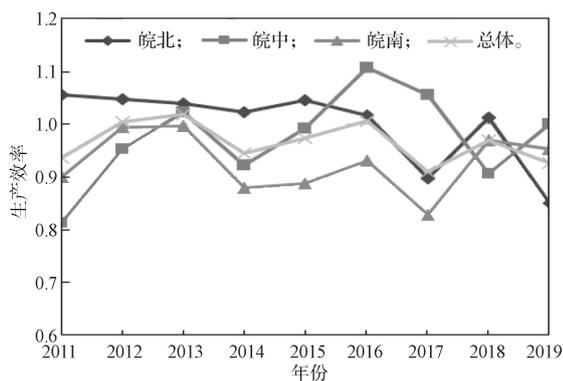


图1 2011—2019年安徽省建筑业生产效率变化图

Fig. 1 Changes in the production efficiency of the construction industry in Anhui Province from 2011 to 2019

由图1可看出,2011—2019年期间安徽省建筑业生产效率总体呈现平稳的发展趋势,但近几年生产效率有下降趋势,效率值最高为2013年的1.019,最低为2017年的0.911,变化趋势不明显。研究期内安徽省16市每年的整体生产效率值变化幅度不明显,且接近于1,整体效率平均值为0.966。

3.2 建筑业生产效率动态分析

为了更全面地明晰安徽省16市近年来建筑业生产发展趋势,研究采用安徽省16市2011—2019年的面板数据,运用Malmquist指数模型进一步探究生产效率随时间的动态变化,利用DEAP2.1测算安徽省16市的Malmquist指数及其分解值,测算结果如表4、表5所示。

由表4所示测算结果可知,整体上,全要素生产率大于1的城市只有2个,即合肥和淮北,另14个城市的均小于1。安徽省16市建筑业生产效率的全要素生产率平均值为0.966,小于1,表明研究期间安徽省16市整体的建筑业生产效率呈下降趋势,下降幅度为3.4%。从全要素生产率分解项看,技术效率、纯技术效率和规模效率值分别为1.005,1.003,1.002,都大于1,但增长幅度较低,而技术进步效率值为0.961,小于1,技术进步效率值下降3.9%是导致TFP小于1的主要推动力,技术进步降速最快的是安庆市,高达9.9%,可见安庆市在建筑业发展中,科学技术生产力有待提高,以提高资源的综合利用率。当前,科学技术是第一生产力,可以看出,研究期间

技术效率、纯技术效率和规模效率分别小幅度地上升了0.5%, 0.3%, 0.2%, 其中多地的效率为进步状态, 但是三者带动能力不足导致对全要素生产率贡献较低。具体分析, 16个城市中全要素生产率最高的是淮北市, 为1.018, 全要素生产率最低的则是安庆市, 为0.916, 表明安庆市生产投入要素等比例降低8.4%, 但可达生产有效水平。

表4 2011—2019年安徽省16市建筑业生产效率
Malmquist指数及其分解值

Table 4 Malmquist index of production efficiency with its decomposition in the construction industry of 16 cities in Anhui Province from 2011 to 2019

城市	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
合肥	1.011	0.992	1.000	1.011	1.003
淮北	0.980	1.039	0.987	0.993	1.018
亳州	1.007	0.960	1.000	1.007	0.966
宿州	1.000	0.995	1.000	1.000	0.995
蚌埠	1.000	0.944	1.000	1.000	0.944
阜阳	1.029	0.950	1.027	1.002	0.977
淮南	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950
滁州	1.005	0.993	1.001	1.004	0.998
六安	1.000	0.937	1.000	1.000	0.937
马鞍山	1.000	0.922	1.000	1.000	0.922
芜湖	1.000	0.939	1.000	1.000	0.939
宣城	1.019	0.945	1.019	1.000	0.963
铜陵	1.006	0.971	1.007	0.999	0.977
池州	1.000	0.995	1.000	1.000	0.995
安庆	1.016	0.901	1.007	1.009	0.916
黄山	1.000	0.958	1.000	1.000	0.958
均值	1.005	0.961	1.003	1.002	0.966

表5 安徽省16市2011—2019年平均
全要素生产率及其分解值

Table 5 Average total factor productivity with its decomposition of 16 cities in Anhui Province from 2011 to 2019

年份	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2011—2012	1.031	0.716	1.018	1.013	0.738
2012—2013	1.005	0.989	1.006	1.066	0.994
2013—2014	1.003	0.939	1.009	0.994	0.942
2014—2015	0.975	1.131	0.990	0.984	1.102
2015—2016	1.003	1.033	0.999	1.004	1.036
2016—2017	0.984	1.326	0.978	1.006	1.305
2017—2018	1.031	0.716	1.018	1.013	0.738
2018—2019	1.005	0.989	1.006	1.000	0.994
均值	1.005	0.961	1.003	1.002	0.966

从表5可以看出, 研究期间安徽省16市建筑业全要素生产率值在2011—2014和2017—2019年间均小于1, 而在2014—2017年间大于1。这反映了安徽省16市建筑业生产效率体系不够稳定, 总体上全要素生产率值为0.966, 下降幅度为3.4%。从各年份

来看, 2011—2012年全要素生产率为0.738, 相较上一年跌幅为26.2%, 主要是其分解指标技术进步下降了28.4%导致的。2012—2013年安徽省16市建筑业全要素生产率值为0.994, 也是因技术进步效率下降阻碍了全要素生产率的提高。2013—2014年全要素生产率下降了5.8%, 由其分解指标可知, 主要是由于技术效率和规模效率阻碍了全要素生产率的增长。2014—2015年全要素生产率增长了10.2%, 主要是技术进步的增长导致全要素生产率的上升。2015—2016年全要素生产率增长了3.6%, 2016—2017年全要素生产率增长了30.5%, 增长幅度最大, 主要是技术进步的增长带动了全要素生产率的提升。2017—2019年间全要素生产率均小于1, 均是技术进步下降所导致的。因此安徽省16市在改善建筑业生产效率时要注重提高科技创新, 加大科技投入, 鼓励建筑企业创新和参与技术研发, 促进科研成果的转化和使用, 降低能源消耗, 同时倡导企业开发低碳环保技术, 减少污染排放, 推动安徽省建筑业高质量发展。

4 结论与启示

4.1 结论

通过以上实证分析, 可得出如下结论:

1) 2011—2019年研究期间安徽省建筑业生产效率呈现平稳的趋势, 效率值最高为2013年的1.019, 最低为2017年的0.911。研究期内安徽省16市每年的变化幅度不明显且接近于1, 整体效率均值为0.966, 总体上由大到小依次为: 皖北、皖中、皖南。其效率值均在0.9~1.0之间, 仍然存在改善空间, 建筑业生产效率均值大于1的城市有8个, 小于1的城市有8个, 而建筑业生产效率均值较低的城市包括淮北(0.797)和铜陵(0.634)。

2) 研究期内, 全要素生产率大于1的城市只有合肥和淮北2个, 另14个城市的全要素生产率均小于1。全要素生产率均值为0.966, 表明生产效率呈下降趋势, 下降幅度为3.4%, 技术效率、纯技术效率和规模效率分别为1.005, 1.003, 1.002, 都大于1, 而技术进步效率为0.961, 小于1, 下降3.9%, 是导致TFP小于1的主要推动力, 技术进步降速最快的是安庆市, 高达9.9%。

3) 研究期间安徽省16市建筑业全要素生产率在2011—2014和2017—2019年间小于1, 而在2014—2017年间大于1。总体上, 全要素生产率为0.966, 下降幅度为3.4%。从各年份来看, 2011—2012年全要素生产率为0.738, 相较上一年的跌幅为26.2%, 由其分解指标主要是技术进步下降了28.4%导致。

2012—2013 年安徽省 16 市建筑业生产效率^[16] 全要素生产率为 0.994, 也是技术进步效率下降阻碍了全要素生产率的提高。研究期间全要素生产率无论是增长还是下降, 其主要是技术进步影响因素占比最大, 最高增长达 32.6%, 而技术效率、纯技术效率和规模效率每年贡献不大, 或升或降。

4.2 启示

1) 安徽省建筑业应优势互补、协同发展, 要实现建筑业转型升级, 需要根据地区建筑业特点而制定不同的策略。重点培养综合实力拔尖的总承包企业及专业承包企业, 提高安徽省资质与一级资质企业数量。加快国有企业重组改革, 建筑企业利用自身先进技术和管理水平, 提升建筑类企业技术效率, 实现创新驱动目标, 发挥行业标杆作用。

2) 对于建筑业生产效率较低的城市, 具体如铜陵和淮北, 政府应根据其自身的发展阶段, 引导房地产开发企业进行技术创新, 适当加大对企业研发投入的扶持力度, 提高研发人员的水平与数量。同时建议政府有关部门严格审核建筑企业, 合理进行资源分配, 减少冗余浪费, 合理配置安徽省建筑开发企业的供给与需求, 将更多的人力资源配置到研发阶段, 保证整个企业生产的可持续发展。

3) 皖南地区要学习皖北地区建筑企业的相关政策及其优良方法, 在大力完善建筑业制度和管理水平的同时, 提高纯技术效率, 适当地扩大规模以提高产出水平, 提高规模效率对生产效率的贡献, 促进建筑业高效发展。

4) 安徽省作为劳动力输出大省之一, 相当多的建筑业农民工外流。留住人才助力本省发展, 建筑企业应当建立完备的体系, 营造健康可持续发展的氛围, 合理开发和分配劳动力。为了提高建筑业人员素质, 建筑企业应当加强对从业人员的培训, 尤其要重视对农民工的管理与培训, 提高从业人员中一级建造师与二级建造师的比例。根据需要灵活调整人员数量, 防止劳动力冗余, 提高施工组织管理水平, 引用科学有效的施工工艺, 改用先进的机械设备, 进而提高投入指标利用率。这些对提高安徽省各省市建筑业生产效率至关重要。

参考文献:

[1] 中国建筑业协会. 2019 年建筑业发展统计分析 [N]. 中国建设报, 2020-04-10(05).
China Construction Industry Association. Statistical Analysis of Construction Industry Development in

2019[N]. China Construction News, 2020-04-10(05).
[2] 刘炳胜, 陈晓红, 王雪青, 等. 中国区域建筑产业生产效率变动的差异与空间趋同研究 [J]. 科研管理, 2015, 36(11): 148-154.
LIU Bingsheng, CHEN Xiaohong, WANG Xueqing, et al. The Difference of Variation of the Production Efficiency in China's Regional Construction Industry and Its Spatial Convergence[J]. Science Research Management, 2015, 36(11): 148-154.
[3] 段宗志, 曹家玮, 杨 苏. 基于主成分回归的安徽建筑业经济增长影响因素研究 [J]. 安徽建筑大学学报, 2017, 25(6): 63-68.
DUAN Zongzhi, CAO Jiawei, YANG Su. Study on Forecast of Construction Industry Based on Principal Component Regression Analysis[J]. Journal of Anhui Jianzhu University, 2017, 25(6): 63-68.
[4] 刘炳胜, 陈晓红, 王雪青, 等. 中国区域建筑产业 TFP 变化趋势与影响因素分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(4): 1041-1049.
LIU Bingsheng, CHEN Xiaohong, WANG Xueqing, et al. Analysis on the Changing Trend and Influencing Factors of TFP About the Regional Construction Industry in China[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33(4): 1041-1049.
[5] 郑晓晓, 刘伊生, 时 颖. 基于 DEA 模型的北京市建筑业生产效率评价 [J]. 北京交通大学学报 (社会科学版), 2017, 16(2): 76-84.
ZHENG Xiaoxiao, LIU Yisheng, SHI Ying. An Evaluation of the Production Efficiency of Beijing Construction Industry Based on DEA Model[J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition), 2017, 16(2): 76-84.
[6] 花均南, 王 岩. 中国建筑业绿色全要素生产率分析: 基于 30 个省份的面板数据 [J]. 数学的实践与认识, 2020, 50(13): 297-305.
HUA Junnan, WANG Yan. Green Total Factor Productivity Analysis for China's Construction Industry-Based on Panel Data from 30 Provinces[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2020, 50(13): 297-305.
[7] 翁 清, 马 骏, 袁 军. 基于三阶段 DEA-Malmquist 的华东地区建筑业效率研究 [J]. 工程管理学报, 2016, 30(3): 42-47.
WENG Qing, MA Jun, YUAN Jun. Efficiency Evaluation of Construction Industry in East China Based on Three-Stage DEA Model and Malmquist[J]. Journal of Engineering Management, 2016, 30(3): 42-47.
[8] 王幼松, 李成瑶, 张煜帆, 等. 基于超效率 DEA 的华南六省建筑业效率分析 [J]. 建筑经济, 2014, 35(4): 19-22.
WANG Yousong, LI Chengyao, ZHANG Yufan, et al. Analyzing on Construction Efficiency of Six Provinces

- in South China Based on Super-Efficiency DEA[J]. *Construction Economy*, 2014, 35(4): 19-22.
- [9] 李公祥, 尹贻林. 基于超效率 DEA 方法的中国建筑业生产效率实证研究 [J]. *北京理工大学学报 (社会科学版)*, 2009, 11(4): 36-40.
- LI Gongxiang, YIN Yilin. On Productivity Evaluation of China's Construction Industry on the Basis of the Super-Efficient DEA Model[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2009, 11(4): 36-40.
- [10] 郭伟建, 赵敏, 吴兆丹. 华东地区建筑业效率研究及因素分解 [J]. *武汉理工大学学报 (信息与管理工程版)*, 2019, 41(2): 163-168.
- GUO Weijian, ZHAO Min, WU Zhaodan. Research on Efficiency and Factor Decomposition of the Construction Industry in East China[J]. *Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering)*, 2019, 41(2): 163-168.
- [11] TONE K. A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [12] TONE K. A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2002, 143(1): 32-41.
- [13] 冯博, 王雪青. 中国建筑业能源经济效率与能源环境效率研究: 基于 SBM 模型和面板 Tobit 模型的两阶段分析 [J]. *北京理工大学学报 (社会科学版)*, 2015, 17(1): 14-22.
- FENG Bo, WANG Xueqing. Empirical Research on Energy Economic Efficiency and Energy Environmental Efficiency of China's Construction Industry: Based on the SBM-Tobit Two-Stage Model[J]. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2015, 17(1): 14-22.
- [14] 陈钢, 祁神军, 张云波, 等. 广义数据包络法的建筑业碳排放效率评价 [J]. *生态经济*, 2017, 33(5): 69-74.
- CHEN Gang, QI Shenjun, ZHANG Yunbo, et al. Evaluation of Construction Industry Carbon Emission Efficiency Based on Generalized DEA Model[J]. *Ecological Economy*, 2017, 33(5): 69-74.
- [15] 王旭, 冯建浩, 马齐如. 基于 DEA-Tobit 方法的东北三省建筑业可持续发展效率分析 [J]. *土木工程与管理学报*, 2017, 34(3): 8-12.
- WANG Xu, FENG Jianhao, MA Qiru. Sustainable Development Efficiency Analysis of the Northeast Three Provinces Construction Based on DEA-Tobit Method[J]. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2017, 34(3): 8-12.
- [16] 程碧华, 汪霄, 潘婷. 基于 DEA-Malmquist 的建筑业技术进步贡献率实证研究: 江苏省 2006—2015 年十类登记类型企业 [J]. *土木工程与管理学报*, 2018, 35(3): 179-186.
- CHENG Bihua, WANG Xiao, PAN Ting. Empirical Study on the Contribution Rate of Technological Progress Based on DEA-Malmquist: Ten Types of Registered Enterprises in Jiangsu Province in 2006—2015[J]. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2018, 35(3): 179-186.

(责任编辑: 申剑)