

# 基于 DEA 模型的辽宁省建筑业技术效率分析

孔凡文,姜美月

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

**摘 要:**以辽宁省建筑业技术效率为研究目标,运用 DEA 模型和投入产出指标筛选相结合的分析方法,对 2011—2016 年辽宁省建筑业效率进行了测算分析,发现我国建筑业作为国民经济发展的重要组成部分,仍然是一个集中密集型产业,综合效率、纯技术效率和规模效率均存在波动情况,整体的技术效率仍然存在较大的上升空间。据此提出要重视建筑业产业发达情况与密集程度,促进资金有序、高效流动;优化产业结构布局,加快优化经济发展方式;加速提升建筑业管理水平,进一步完善建筑企业管理制度;加强资源宏观调控和合理使用,保持建筑业稳步协调发展,为辽宁省建筑业发展提供借鉴。

**关键词:**DEA 模型;建筑业技术效率;效率分析;辽宁省

**中图分类号:**TU12      **文献标志码:**A

建筑业作为我国国民经济运行的主要推动力量,在吸取大量社会资源的同时,也对相关联产业有着重大影响,其精良发展对于我国经济发展具有重要意义。“十二五”时期,国家加大了固定资产投资力度,建筑业发展速度也逐渐加快。新常态下,国民经济中固定资产投资力度逐步放缓,因此,我国建筑业必须要加快转型升级的步伐。对于大部分建筑企业而言,能够衡量建筑业投入产出关系的技术效率是促进企业战略调整和转型升级的路径之一,故对建筑业技术效率进行分析尤为重要。

## 一、建筑业技术效率及 DEA 模型构建

### 1. 建筑业技术效率的含义

建筑业技术效率指生产决策单元在现实生产活动中投入和产出之间的比例接近理想状态下最合理值的程度,用来衡量建筑业生

产经营活动中投入产出之间的关系、生产单元所能获取的最大程度产出的能力。

笔者研究探讨的是建筑业技术效率,具体有纯技术效率、规模效率两个分支。其中,纯技术效率表示在规模报酬不固定的基础上,实际产出值与最大生产水平之比,其主要影响因素是建筑企业自身的技术以及管理水平;规模效率指优化投入产出配置效率水平的大小,反映的是生产规模与生产所带来的效益之间的关系,用来寻找建筑企业生产经营活动的最优规模<sup>[1]</sup>。

以目前已有的建筑业技术效率评价研究为理论前提,选取综合适合度较高的技术效率评价方法,运用科学控制定量增加值法,确定各生产单元投入产出指标,从而建立建筑业技术效率评价指标体系,再借助辽宁省建筑业相关数据,对技术效率进行全面而系统的分析。其目的在于依托整理分析的各项数

据,计算出辽宁省建筑业技术效率的真实水平,找到建筑业效率的差距与不足,进而在发展过程中使管理和调控尽可能达到产出水平的最大化,实现资源优化配置,为辽宁省优化产业结构和战略转型升级提供参考建议。

2. 建筑业技术效率 DEA 模型的构建

笔者选择的是美国运筹学家查慕斯于 1978 年创立的数据包络分析模型(Data Envelopment Analysis, DEA),以“相对效率”的概念作为理论依据,对同一种类型的单位(部门)进行综合性效益评价的一种系统分析方法<sup>[2]</sup>。通过对各决策单元(相同类型单位被称为决策单元)投入产出生产过程进行综合分析,构造出生产可能集分段线性前沿边界,以线性规划原理为基本模型,运用其他分析方法和手段,比较各决策单元之间的相对有效性。随着研究问题不断加深,DEA 模型已成为一种非常重要的系统分析方式,被广泛应用。

(1) 变量选择

建立 DEA 模型以每一个最小决策单元的投入产出数据为效率评价的基础数据。选取的投入产出指标要具备准确性、适用性特点,这对模型最终整体效率的客观性具有十分重要的作用。综合考虑建筑业投入产出数据的特点以及数据的可获取性、专业性,选用能全面反映建筑业投入要素实际价值量的 3 项指标——从业人员数量、固定资产投资额、技术装备率作为投入指标。另外,选取能反映建筑产业发展水平的 3 项指标——建筑业总产值、税收总值、劳动生产率作为产出指标<sup>[3]</sup>(见表 1)。

表 1 辽宁省建筑业相关变量指标体系

指标种类	具体指标	指标含义
投入变量指标	固定资产投资总额 $X_1$	反映货币投入量
	从业人员数量 $X_2$	反映劳动人员数量情况
	技术装备率 $X_3$	反映技术要素投入情况
产出变量指标	建筑业总产值总额 $Y_1$	反映建筑业产出规模
	税收总值 $Y_2$	反映货币形式产出效率
	劳动生产率百分比 $Y_3$	反映建筑业运行效率

(2) 模型构建

利用 DEA 方法评价研究建筑业技术效率的流程为选取评价主体、确定决策单元、整理相关数据、建立投入产出指标体系、评价模型计算、分析评价结果 6 个相互递进的步骤<sup>[4]</sup>。笔者首先选择规模收益保持不变的 DEA - CCR 模型,计算得到技术效率、规模效率及纯技术效率之间的关系,再结合规模收益可以改变的 DEA - CCR 模型,求得评价单元的纯技术效率和规模效率等相对效率,进而对所有评价单元进行排序。

在 DEA - CCR 模型中,设有  $n$  个决策单元,每个决策单元里设有  $m$  种输入变量和  $s$  种输出变量, $x_{ij}$  为在决策单元  $i$  中输入  $j$  的投入量; $y_{ij}$  为决策单元  $i$  中输出变量  $j$  的产出量; $v_i$  为输入变量  $i$  的比例系数; $v_r$  为输出变量  $r$  的比例系数。其中, $x_{ij} > 0, y_{ij} > 0, v_i > 0, u_i > 0 (i, j = 1, 2, \cdots, n), x_{ij}, y_{ij}$  为已知数据,可以通过历史资料获得,  $X = [x_1, x_2, \cdots, x_n]^T, Y = [y_1, y_2, \cdots, y_n]^T$ , 则  $x_j, y_j$  可用  $j$  个决策单元 DUM<sub>j</sub> 对应的权重系数  $V = [v_1, v_2, \cdots, v_n]^T, \mu = [\mu_1, \mu_2, \cdots, \mu_n]^T$  表示。每个决策单元都有相应的效率评价指数

$$h_j = \frac{\mu^T Y_0}{V^T X_0}, j = 1, 2, \cdots, n$$

根据公式定义要求,为评价指数  $h_j$  选取具目的性与可行性的权重向量  $V, \mu$ , 使  $h_j < 1$ 。一般情况下,  $h_j$  的增长是满足在经济活动中小输入大输出的优化条件。

对第  $j_0$  个决策单元进行效率评价,构造最优化模型

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \frac{\mu^T Y_0}{V^T X_0} = V_p \\ h_0 &= \frac{\mu^T Y_j}{V^T X_j} \leq 1, j = 1, 2, \cdots, n \\ \mu_n &\geq 0, v_n \geq 0 \end{aligned}$$

将非线性模型选择转化为 Charnes - Cooper 变化等价的线性规划问题,利用对偶规便于划完成求解过程<sup>[5]</sup>。

在 DEA - BCC 模型基础上进行约束  $\lambda$ , 不考虑规模效率对其影响,进而得到每个决

策单元的综合技术效率数值。设有  $k$  个决策单元 DUM, 每个 DUM 都包含  $m$  种投入变量  $\boldsymbol{X}_k = [x_{1k}, x_{2k}, \cdots, x_{mk}]^T$  和  $n$  种产出变量  $\boldsymbol{Y}_k = [y_{1k}, y_{2k}, \cdots, y_{nk}]^T$ , 其中,  $\boldsymbol{X}_{ik} (i = 1, 2, \cdots, m)$  为决策单元 DUM $_k$  的投入量  $i$ ;  $\boldsymbol{Y}_{jk} (j = 1, 2, \cdots, n)$  为决策单元 DUM $_k$  的产出量  $j$ , 对决策单元  $t$  进行效率分析, 则对偶规划模型——DEA - BCC 模型可表示为

Min

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n X_{ik} \lambda_k + S^- = \theta X \\ \sum_{k=1}^n Y_{jk} \lambda_k + S^+ = \theta Y \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1, k = 1, 2, \cdots, n \\ \lambda_k \geq 0, S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

式中:  $\theta (0 \leq \theta \leq 1)$  为决策单元  $t$  的综合效率, 若决策单元具有良好生产效率, 则  $\theta = 1, s_1 = 0, s_2 = 0$ , 说明 DEA 有效, 即规模有效和技术有效, 决策单元的经济活动表示为均佳状态; 若决策单元生产效率一般, 则  $\theta = 1, s_1 \neq 0, s_2 \neq 0$ , 表现为弱 DEA 有效, 在经济活动中规模效率和技术效率其中之一不是最佳状态; 决策单元为非 DEA 有效, 则  $\theta < 1$ , 即表示在

经济活动中规模效率和技术效率均不是最优状态。其中, 所探讨的评价项目目标综合技术效率受纯技术效率和规模效率影响的这一问题, 综合技术效率 = 纯技术效率  $\times$  规模效率。

综上所述, DEA - BCC 模型求解出的是排除规模效率干扰后的纯技术效率, 而 DEA - CCR 模型求解出的是技术效率, 可以得到规模效率。

## 二、辽宁省建筑业技术效率计算分析

将建立的 DEA 模型带入建筑业投入产出指标数据 (见表 2), 并配合使用 DEAP2. 1 软件, 计算辽宁省建筑业技术效率, 从而获得辽宁省建筑业的综合效率、纯技术效率和规模效率 3 项效率指标的数值 (见表 3)<sup>[6]</sup>。从整体上分析, 在排除外部环境和随机因素影响的条件, 2011—2016 年, 辽宁省建筑业综合效率、纯技术效率和规模效率这 3 项指标都存在小幅波动, 但总体上呈现出逐渐趋于稳定的状态, 其中, 纯技术效率水平要略低于规模效率水平, 这说明辽宁省建筑业中影响建筑企业综合效率的主要因素是纯技术效率<sup>[7]</sup>。

表 2 建筑业投入产出指标数据

年份	投入			产出		
	从业总人数/万人	固定资产投资/亿元	技术装备率/ (万元·人 <sup>-1</sup> )	总产值/亿元	税收总额/亿元	劳动生产率/ (万元·人 <sup>-1</sup> )
2011	270. 10	171. 7	0. 71	4 690. 31	341. 36	17. 27
2012	350. 70	245. 6	0. 62	6 218. 31	441. 48	17. 73
2013	199. 40	240. 8	1. 17	7 547. 39	504. 16	30. 02
2014	196. 59	253. 0	1. 08	8 743. 37	541. 43	37. 16
2015	170. 55	149. 1	1. 52	7 851. 13	486. 18	32. 44
2016	170. 13	160. 3	1. 61	6 218. 32	441. 49	37. 17

注: 据来源于《中国统计年鉴》。

表 3 2011—2016 年辽宁省建筑业效率

年份	纯技术效率	规模效率 ( $\eta_1$ )	综合技术 效率	DEA 效率( $\eta_{DEA}$ )
2011	0. 924	0. 985	0. 910	0. 911
2012	1	1	1	1. 038
2013	0. 942	0. 963	0. 907	0. 908
2014	0. 936	0. 943	0. 882	0. 923
2015	1	1	1	1. 117
2016	1	1	1	1. 235

具有相对性的 DEA 效率可以代表辽宁省建筑业在所研究年间投入产出程度以及效率类型, 依据 DEA 模型, 将辽宁省建筑业效率界划分成 4 种效率类型: 当  $\eta_1 - \eta_{DEA} > 1$  时, 表示高产高效; 当  $\eta_{AE} < \eta_1 - \eta_{DEA} < 1$  时, 表示中产高效; 当  $\eta_{LA} < \eta_1 - \eta_{DEA} < \eta_{AE}$  时, 表示中产低效; 当  $\eta_1 - \eta_{DEA} < \eta_{LA}$  时, 表示低产低效, 其中,  $\eta_{LA}$  为低效率决策单元效率的平

均值; $\eta_{AE}$ 为效率平均值。就具体数值进行分析,辽宁省建筑业只有在 2012、2015、2016 年中是高效高产,而其他年份均存在技术效率的波动情况。

由表 3 可知,2011—2016 年,辽宁省建筑业规模效率、纯技术效率、综合技术效率均在小幅波动,纯技术效率的平均值为 0.967,而规模效率均值为 0.981,综合技术效率均值为 0.950。根据辽宁省建筑业技术效率分析,在所研究的年限范围内,纯技术效率 2012—2014 年存在下降趋势,2015 年开始恢复正常平稳状态,而规模效率也存在小幅度的波动,逐步趋于稳定。受纯技术效率和规模效率共同影响的综合效率,呈现出与这两项影响指标相似的波动状态。

现阶段,辽宁省建筑业的投入规模逐步加大,主要体现在劳动力数量的扩充和资产投入的加大,但是与其他综合技术效率稳定于 1 的发达地区相比还存在一定的差距。所以,要针对辽宁省建筑业实际问题合理调整产业结构,改善优化经济增长方式,提升建筑业效率<sup>[8-10]</sup>。例如,2014 年,辽宁省综合效率为 0.882,纯技术效率为 0.936,规模效率为 0.943,说明我国建筑业在保持产出不变的情况下,存在无效管理和不合理的产业规模,可通过降低投入、避免资源浪费,同时,注重管理上的创新以及制度的变革,适当控制产业规模。

三、结 语

从辽宁省整体发展来看,建筑业牵动着社会环境、经济、能源等多方向、多领域的精良发展,其作为我国国民经济发展的的重要组成部分,仍然是一个集中密集型产业,综合效率、纯技术效率和规模效率受外界影响而波动,技术效率仍然存在提升的空间,逐步向稳定的方向发展。可以通过加强理论学习、引进先进技术、尝试科学的管理经验,加快转变辽宁省建筑业的整体发展模式,逐步提高建筑业的技术效率。

(1) 重视建筑产业发达情况与密集程度,促进资金有序、高效流动。建筑业与国家政策息息相关,必须顺势而为,站在新的角度,用新的发展理念,提升建筑业的技术效率。不仅要持续关注固定资产投资率水平对建筑业技术效率产生的影响,还应更加注重建筑产业发达程度和密集程度对其技术效率的促进、推动作用,进而使地方建筑业合理竞争、资金有序流动。

(2) 优化产业结构布局,加快优化经济发展方式。应从扩大建筑业规模的角度出发,在层次结构中保证最优化产出。政府通过出台相关政策提供支持和引导,严格把控工程总承包单位在工程进度控制、成本管理、质量安全等方面的责任要求;建筑企业运用全新工艺、设备、技术促进企业技术装备进步与发展,为相关技术人员提供大规模培训,改善建筑业效率,从而推动产业结构优化升级。

(3) 综合提升建筑业管理水平,进一步完善建筑企业管理制度,完善工程总承包相关规定。通过政府出台相关政策控制建筑企业的规模大小和数量要求,同时,要完善建筑企业各项规章制度,引进高级技术人才,提高企业管理水平,对重要的国有企业进行改革,增强市场竞争力。

(4) 加强资源宏观调控和合理使用,保持建筑业稳步协调发展。通过健全相关法规、标准及管理体系,制定优惠政策,加大扶持力度等方式加速推动绿色建筑、装配式建筑,促进建筑信息化和现代化,提高辽宁省建筑业的资源利用率,最大程度降低建筑业生产活动过程中的资源消耗以及对周围环境的不利影响,从而提升辽宁省整体建筑业水平。

参考文献:

[1] 齐宝库,李长福. 基于三阶段 DEA 模型的我国建筑企业效率测度实证研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2014,16(3):286 - 289.

[2] 李百吉,贾洪. 我国各区域建筑业生产效率比较研究[J]. 北京工业大学学报(社会科学版),2009,9(1):21 - 24.



[3] 王汇墨,李忠富. 基于 DEA 的我国大型上市建筑企业效率实证研究[J]. 建筑经济,2008(9):95-98.

[4] 徐建,曹俊荣. 基于 DEA 模型的我国区域建筑业效率评价[J]. 建筑经济,2015,36(2):116-119.

[5] 施筑伟,庞永师,杨植. 中国区域建筑业全要素生产效率[J]. 土木工程与管理学报,2016,33(5):98-103.

[6] 刘炳胜,陈晓红,王雪青,等. 中国区域建筑业 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.

[7] 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):36-41.

[8] 任阳军,李明慧. 基于三阶段 DEA 的中国区域建筑业效率研究[J]. 安徽建筑大学学报,2016,24(1):91-96.

[9] 朱峥峥,李英,林智敏. 基于 DEA 改进模型的建筑企业效率评价研究以黑龙江省为例[J]. 工程管理学报,2013,27(1):10-13.

[10] 刘佳,刘伊生,施颖,等. 基于 DEA 的我国上市建筑企业生产效率研究[J]. 科技管理研究,2016,16(6):214-217.

# Technical Efficiency Analysis of Construction Industry in Liaoning Province Based on DEA Model

KONG Fanwen,JIANG Meiyue  
( School of Management,Shenyang Jianzhu University,Shenyang 110168,China)

**Abstract:** Taking the technical efficiency of construction industry in Liaoning Province as the research goal,using analysis method of DEA model and input - output index screening and calculation analysis on efficiency of construction industry in Liaoning Province from 2011 to 2016,it is found that construction industry in China is important for the development of national economy. Our national construction industry is still a concentrated and intensive industry and its overall efficiency,pure technical efficiency and scale efficiency all have small fluctuations,and the overall technical efficiency still has a large room for improvement. Accordingly,it is proposed to pay attention to the development and intensity of the construction industry,promote the orderly and efficient flow of funds;optimize the layout of industrial structure,accelerate the optimization of economic development mode;accelerate the improvement of the management level of the construction industry,further improve the management system of construction enterprises;enhance macroeconomic regulation and rational use,and maintain the steady and coordinated development of the construction industry,in order to provide reference for the development of the construction industry in Liaoning Province.

**Key words:** DEA model;technical efficiency of construction industry;efficiency analysis;Liaoning Province

( 责任编辑:郝 雪 英文审校:林 昊)