
浙江省建筑业发展效率差异性评价研究

——基于面板 DEA-Tobit 方法¹

周 艳

(浙江财经大学数据科学学院, 浙江 杭州 310000)

【摘要】: 基于 2008-2015 年浙江省各市的建筑业面板数据, 采用 BCC-DEA 模型评价浙江省建筑业在纵向和横向的发展效率, 用 Tobit 模型对浙江省建筑业发展效率的影响因素进行分析。研究表明: 浙江省建筑业总体发展水平在纵向上存在 2008-2011 年的波动较大, 在横向上各市建筑业的发展水平差异较大; 影响因素研究分析的结果表明: 建筑业发达程度、建筑业人均资产均显著提高建筑业发展效率, 而建筑业国有化程度则不利于建筑业发展效率的提高。

【关键词】: 建筑业; DEA; BCC; Tobit 模型

【中图分类号】: F427.55 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1671-3079(2017)05-0055-06

建筑业是我国的经济支柱产业之一, 对国民经济的发展起着至关重要的作用。^[1]近年来, 浙江省建筑业发展迅速, 各项经济指标均位于全国前列。2015 年浙江省建筑业增加值 2563 亿元, 同比增长 9.4%, 资质以上总承包和专业承包建筑业企业完成建筑业总产值 23980 亿元, 增长 5.8%; 实现利润 598 亿元, 增长 3.8%; 税金总额 686 亿元, 增长 10.3%。^①2016 年, 浙江省建筑企业新签合同额 23517 亿元, 占全国的 11.1%, 居全国第一位; 同时, 建筑业总产值 24989 亿元, 占全国的 12.9%, 居全国第二。^②但在浙江省建筑业整体发展水平较高的情况下, 各市之间的发展水平差异较大。如: 选取浙江省 11 个城市的建筑业数据, 使用集中系数法分析 11 个地区的建筑业发展情况, 研究结果表明, 浙江省各地区建筑业发展集中系数表现出一定的差异性, 杭州、湖州、绍兴、舟山四个地区属于建筑业发展水平较高的地区, 宁波、金华、丽水属于建筑业发展水平中等地区, 温州、嘉兴、衢州、台州的建筑业发展水平比较低。^[2]但仅仅使用建筑业 GDP 和建筑业从业人数来衡量其发展情况, 处理方法虽然比较简便但存

¹收稿日期: 2017-07-06

作者简介: 周艳 (1989—), 女, 湖北襄阳人, 浙江财经大学数据科学学院在读研究生, 研究方向为综合评价。

网络出版时间: 2017-09-09 15: 30

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/33.1273.Z.20170909.1530.012.html>

² ①数据来源于《2015 年浙江省国民经济和社会发展统计公报》。

②数据来源于《2016 年浙江省国民经济和社会发展统计公报》。

在一定的局限——仅仅使用两个指标来衡量建筑业的发展情况并不能从效率发展的角度来表现浙江省建筑业发展的差异情况。而从效率评价的角度来研究浙江省建筑业发展差异性的文献比较少，较多的文献都是从总体的角度来评价浙江省建筑业发展情况。例如：文献^[3]引入“建筑业和谐发展度”作为评价指标，使用 DEA 方法对 1995-2006 年浙江省总体的建筑业发展给出了评价。

效率是各行业和各企业在发展过程中所追求的目标，通过最低的投入来获取最大产出是经济学发展的核心内容之一。近年来，有较多的文献研究建筑业的发展效率，如：文献^[4]使用 SBM 模型和面板 Tobit 模型对中国建筑业能源经济效率和能源环境效率进行了评价；文献^[5-7]使用 DEA 模型对我国各省区的建筑业的生产效率进行了评价；文献^[8]则使用 DEA-Malmquist-luenberger 指数拓展模型对我国各省市的生产效率进行了评价，并且使用 Tobit 模型对生产效率的内外部影响因素进行了分析；而文献^[9]则同样使用 DEA-Tobit 方法对东北三省建筑业可持续发展效率进行了分析；文献^[10]则采用 DEA 模型对北京市的建筑业生产效率进行了评价。

本文将采用 DEA-Tobit 模型来评价浙江省建筑业近年来整体的效率和各区域的效率，并对浙江省区域建筑业效率的影响因素进行深入的分析，旨在从效率发展的角度评价浙江省建筑业的发展，并通过效率影响因素的分析为浙江省建筑业的发展提供相关的理论政策基础。

一、相关理论基础

（一）DEA 理论

DEA（数据包络分析 Data Envelopment Analysis）是一种非参数评价方法，它利用线性规划以最接近所有样本点的外包络面为准则，定义最理想状态下的生产函数，是由美国的 A. Charnes 和 W. W. Cooper 等学者在“相对效率评价”概念基础上发展起来的一种新的系统分析方法，现已经成为管理科学、系统工程和决策分析、评价技术等领域的一种非常重要的分析工具和手段。^[11]DEA 模型发展迅速，其中主要包括 C2R、BCC、C2GS2 等多种形式，鉴于本文背景和评价目的，选择使用规模收益可变的 BCC 模型。

（二）Tobit 模型

Tobit 模型是一种因变量限值回归模型，即模型中的因变量仅在某个区间内取值。该模型由 Tobin 提出，Tobit 模型也称为样本选择模型、受限因变量模型，是在因变量满足某种约束条件下取值的模型。^[12]Tobit 模型不同于离散选择模型和一般的连续变量选择模型，它的特点在于因变量是受限变量，模型实际上由两类方程组成，一种是表示约束条件的选择方程模型；另一种是满足约束条件下的某连续变量方程模型，主要研究在某些选择行为下连续变量如何变化的问题。

（三）研究方法

DEA 模型计算得到的效率除了受该模型所选择的投入、产出指标影响外，还受到其他环境因素的影响。为了进一步测度 DEA 模型评估出的效率值与这些环境因素的关系，以 Coelli 为代表的一批经济学家将 DEA 与 Tobit 模型结合起来，发展出了 DEA-Tobit 方法。DEA-Tobit 方法可以分为两步：通过 DEA 模型得到决策单元的效率值；利用该效率值对各种相关指标作回归分析，然后根据变量的系数及显著性判断这些指标对决策单元效率值的影响程度。DEA-Tobit 基本模型可表示如下：

$$\theta^o = \beta_0 + \beta_1 x + \mu_i$$

其中 θ^o 为 DEA 模型计算出的效率值， x 代表影响变量， μ_i 为服从正态分布的随机干扰项。

（四）投入产出指标的选择

在 DEA 模型中，如果投入产出指标相对于 DMU 来说数量过多，会导致模型无法有效区分决策单元，进而过高地估计决策单元的相对有效性，因此要对投入产出指标进行筛选。通过相关的文献检索和分析，本文的投入指标从三方面考虑：一是资本的投入，二是劳动力的投入，三是能源消耗的投入。综合考虑其评价的价值取向，采用分组筛选法对指标进行筛选，且考虑到数据的可得性和完整性，本文选取“从业人员”“总资产”“施工机械设备总功率”三项作为投入指标，将“建筑业总产值”作为产出指标。

（五）建筑业影响因素的选取

结合已有的建筑业效率研究文献和中国建筑业实际特点，将影响浙江省区域建筑业效率差异的影响因素分为需求环境、技术支持、生产要素配置和制度环境四方面，受限于数据的可获取性和响应变量的个数，所选取的建筑业影响因素如表 1 所示。

表 1 建筑业效率的影响因素

影响因素	含义	具体指标	度量方法
需求环境	产业发达程度	建筑业发展度	地区建筑业总产值占地区 GDP 的比例
技术支持	技术支持	技术队伍规模	从事建筑业的专业技术人员数占地区建筑业从业人数比重
生产要素配置	资本配置	人均资本	建筑业总资产除以劳动力人数
制度环境	市场化水平	国有化比例	国有建筑业企业资产占地区建筑业总资产的比例

二、实证分析

（一）数据来源

选取的数据是 2008-2015 年《浙江省统计年鉴》中关于浙江省各市建筑业的数据，所选取的投入指标是 11 个市的建筑业从业人数、自有机械设备总功率和总资产，将建筑业总产值作为产出指标。

（二）浙江省各市建筑业效率分析

本文使用产出为导向的 BCC 模型，利用 deap2.1 软件对 2008-2015 年浙江省各市建筑业效率进行测算，结果见表 2。由表 2 可以看出浙江省各市建筑业效率的情况。第一，建筑业效率表现最为突出的是绍兴市和杭州市：绍兴市 2008-2015 年的 3 种效率值均为 1 即是有效的状态；除了 2011 年以外，杭州市建筑业的综合效率、技术效率和规模效率值均为 1 即达到了有效水平。第二，宁波市建筑业在 2008-2009 年、2011 年的 3 种效率值均小于 1，而 2010、2012-2015 年的 3 种效率值均达到了有效的状态；嘉兴市 2012-2015 年 3 种效率值均为 1，而 2008-2011 年 3 种效率值均小于 1。第三，湖州除了 2010-2011 年 3 种效率值达到 1，其他年份 3 种效率值均小于 1；金华市除了 2011 年 3 种效率值为 1，2014 年的规模效率值为 1，其他年份的效率值均未达到有效的状态。第四，衢州、舟山和丽水 3 市 2008-2015 年均达到了规模有效但是技术无效。第五，台州和温州两市 2008-2015 年的 3

种效率值均小于1,从整体水平来看,台州市建筑业的效率值要大于温州市。

根据以上对各市建筑业效率的评价,可以将浙江省各市建筑业效率发展情况分为五大梯度:杭州市和绍兴市属于建筑业效率高度发达的地区;宁波和嘉兴市属于建筑业效率发达的地区;湖州和金华市属于建筑业效率较为发达的地区;衢州、舟山和丽水市属于建筑业效率发达但技术效率有欠缺的地区;台州和温州市属于建筑业效率发展较低的地区。从整体水平上分析,浙江省建筑业2008-2015年

表2 2008-2015年浙江省各市建筑业效率情况

年份	效率	杭州	宁波	温州	嘉兴	湖州	绍兴	金华	衢州	舟山	台州	丽水
2008	综合效率	1	0.936	0.704	0.789	0.877	1	0.839	0.744	0.88	0.767	0.77
	技术效率	1	0.969	0.729	0.851	0.955	1	0.849	1	1	0.805	1
	规模效率	1	0.966	0.966	0.927	0.918	1	0.988	0.744	0.88	0.953	0.77
2009	综合效率	1	0.801	0.739	0.813	0.976	1	0.875	0.763	0.856	0.777	0.718
	技术效率	1	0.851	0.749	0.854	1	1	0.878	1	1	0.835	1
	规模效率	1	0.941	0.987	0.952	0.976	1	0.996	0.763	0.856	0.931	0.718
2010	综合效率	1	1	0.69	0.832	1	1	0.935	0.81	0.821	0.825	0.748
	技术效率	1	1	0.696	0.855	1	1	0.958	1	1	0.9	1
	规模效率	1	1	0.991	0.973	1	1	0.976	0.81	0.821	0.917	0.748
2011	综合效率	0.987	0.934	0.637	0.905	1	1	1	0.691	0.684	0.802	0.625
	技术效率	1	0.971	0.673	0.982	1	1	1	1	1	0.894	1
	规模效率	0.987	0.961	0.947	0.922	1	1	1	0.691	0.684	0.897	0.625
2012	综合效率	1	1	0.701	1	0.886	1	0.863	0.719	0.774	0.815	0.67
	技术效率	1	1	0.728	1	0.956	1	0.869	1	1	0.903	1
	规模效率	1	1	0.964	1	0.926	1	0.993	0.719	0.774	0.902	0.67
2013	综合效率	1	1	0.675'	1	0.797	1	0.877	0.719	0.662	0.843	0.648

	技术效率	1	1	0.715	1	0.876	1	0.885	1	1	0.9	1
	规模效率	1	1	0.945	1	0.91	1	0.99	0.719	0.662	0.936	0.648
2014	综合效率	1	1	0.67	1	0.903	1	0.878	0.713	0.714	0.866	0.676
	技术效率	1	1	0.704	1	0.994	1	0.878	1	1	0.956	1
	规模效率	1	1	0.952	1	0.908	1	1	0.713	0.714	0.906	0.676
2015	综合效率	1	1	0.643	1	0.839	1	0.901	0.709	0.695	0.874	0.73
	技术效率	1	1	0.658	1	0.934	1	0.905	0.967	1	0.935	1
	规模效率	1	1	0.978	1	0.898	1	0.995	0.733	0.695	0.935	0.73

的效率情况用 BCC 模型的输出结果加以整理, 得到 2008-2015 年浙江省建筑业 3 种效率的情况如表 3。可以看出: 浙江省的技术效率值在 2008-2011 年逐年递增, 2011-2015 年比较稳定, 在 2014 年达到了最大值; 浙江省的综合效率值与规模效率值呈现较为一致的发展状态, 2008-2010 年逐年递增且在 2010 年达到最大值, 2011 年出现了较大幅度的下降, 2011 年之后综合效率值趋于稳定。

表 3 2008-2015 年浙江省建筑业效率情况

效率	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
综合效率	0.846	0.8471	0.8783	0.8423	0.8571	0.8383	0.8564	0.8537
技术效率	0.9234	0.9243	0.9462	0.9564	0.9505	0.9433	0.9575	0.9454
规模效率	0.9193	0.9200	0.9305	0.8831	0.9044	0.8919	0.8972	0.9058

(三) 各市建筑业影响因素

鉴于被解释变量的截断特征 (效率值取值范围 0~1), 本文采用 Tobit 回归模型回归分析浙江省各市建筑业影响因素, 其具体结果见表 4, 模型 1、模型 2 和模型 3 分别是以 2008-2015 年浙江省建筑业综合技术效率、技术效率和规模效率为因变量的 Tobit 回归模型。

表 4 Tobit 回归模型结果

解释变量	模型 1	模型 2	模型 3
	综合效率		技术效率

发展度	0.3126	-0.5697**	0.9168*
	(-1.21)	(-2.74)	(-2.56)
技术队伍规模	3.9567**	2.072*	2.1116
	(-4.48)	(-2.92)	(-1.72)
人均资本	0.2092**	0.0335	0.2547**
	(-4.14)	(-0.82)	(-3.63)
国有化比例	-5.7646***	-2.4699**	-3.5306*
	(-6.08)	(-3.24)	(-2.68)
常数项	0.8944***	1.1014***	0.7829***
	(-11.2)	(-17.14)	(-7.06)

注：括号内数值为 t 检验数值；*、**、***分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平。

1. 建筑业发展度

由表 4 可知，浙江省建筑业发展度对技术效率在 5%显著水平下有显著的负相关，同规模效率在 10%显著水平下有显著的正相关。这表明，浙江省建筑业发展度和技术效率并未呈现出正相关关系，而是同规模效率呈正相关关系，说明浙江省建筑业的发展更多是依靠规模的扩大而非技术的改进和进步。

2. 建筑业技术队伍规模

浙江省建筑业技术队伍规模对综合效率在 5%的显著性水平下有显著的正相关，在 10%的显著性水平下，与技术效率有显著的正相关。这表明，技术队伍规模即技术人员在建筑业从业人员中所占的比例越高，对建筑业综合效率和规模效率有正向的推动作用，提高建筑业从业人员中专业技术人员的比例，对建筑业的有效发展起良性推动作用。

3. 建筑业人均资本

浙江省建筑业人均资本对综合效率在 5%的显著性水平下有显著的正相关，对技术效率的影响在统计学上并不显著，对规模效率在 5%的显著性水平下有显著的正相关。这说明，人均资本的提高可以提高各效率水平，建筑业作为典型的劳动密集型产业，其产出水平主要依赖资本驱动的特点在许多学者的研究中得到了证实，人均资本水平的提高，可以大幅度提高人均产出水平。

4. 建筑业国有化比例

浙江省建筑业国有化比例对综合效率在 1%的显著性水平下有显著的负相关关系，且相关系数比较大；国有化比例对技术效

率在 5% 的显著性水平下有显著的负相关关系，对规模效率在 10% 的显著性水平下有显著的负相关关系。这说明，国有股份占比越高，建筑业企业综合效率、技术效率、规模效率就越低。股份制公司股权比例对公司决策、公司治理和约束方式都有极大影响，国有资产产权单一，适当引入其他所有制形式应该有利于公司决策与经营。

三、结论与建议

通过基于 DEA-BCC 模型对浙江省建筑业的发展效率从横向和纵向进行了评价。从横向来看，虽然浙江省建筑业整体发展水平位于全国前列，但省内各市之间的发展水平存在较大差异。从纵向来看，2008-2010 年是浙江省建筑业效率高度发展的时期，且在 2010 年效率发展达到最高点，该年全省完成建筑业总产值 12008.7 亿元，首次突破万亿元大关，同比 2009 年实现了 25.2% 的增长；2011 年，浙江省建筑业发展效率出现了较大幅度的下降，之后几年趋于比较平稳的状态。

使用 Tobit 模型对浙江省建筑业发展效率影响因素的分析，可得到四个结果。第一，建筑业发展度可以推动综合效率水平的提高，但是在统计学上并不显著；建筑业发展度会限制技术效率水平的提升，但对规模效率水平的提升起到推动作用，且在统计学上是显著的。第二，建筑业技术队伍规模对建筑业的综合效率水平的提高起到很大的推动作用，在统计学上也是显著的；其对建筑业技术效率水平的提高起正向推动作用，在统计学上较为显著；对规模效率的提升有推动作用，但在统计学上并不显著。第三，建筑业人均资本对建筑业的综合效率和规模效率水平的提高起到推动作用，且在统计学上是显著的，但是对规模效率的推动作用在统计学上并不显著。第四，浙江省建筑业国有化比例对综合效率、规模效率和技术效率水平的提高起到负面作用，且在统计学水平上是显著的，只有降低浙江省建筑业国有化比例才能推动综合效率、技术效率和规模效率水平的提高。

总之，浙江省建筑业首先应坚持统筹发展，促进全省建筑业区域协调发展。积极发展高级资质企业，帮助企业打破部门、行业、地区和所有制界限进行重组，使一批高级资质企业具有研发、设计、施工和融资能力。同时，要统筹浙江省建筑业区域协调发展、使各市(区)共同形成浙江省建筑业的集群优势。其次，浙江省建筑业应加强对建筑业从业人员的培训和再教育，造就高素质队伍。作为劳动密集型产业的建筑业，人的因素至关重要，劳动者的素质在一定程度上会影响新工艺的推动与发展，对从业人员进行培训和再教育应该是今后建筑业发展关注的重点。再次，浙江省建筑业应积极推进建筑业的技术进步和创新。通过前文的实证分析发现，浙江省建筑业的发展更多的是依靠规模的扩大而非技术的改进和创新，在今后的发展过程中，应加快建筑企业技术的进步和创新，通过技术的进步和创新来实现发展。最后，浙江省应对建筑企业的所有制进行改革，实现多种所有制建筑企业共同发展。国有化的比例对建筑业的发展效率具有负相关的影响作用，而股份制公司股权比例对公司决策、公司治理和约束方式都有极大影响，对国有资产产权单一的企业适当引入其他所有制形式可以有利于决策和发展，从而促进建筑业发展效率的进一步提升。

参考文献:

- [1] 李海涛. 基于 BIM 的建筑工程施工安全管理研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2014.
- [2] 阮连法, 奚兵兵. 浙江建筑业发展差异性研究[J]. 现代商业, 2010(27): 138-139.
- [3] 阮连法, 张跃威. 基于 DEA 方法的浙江建筑业发展评价研究[J]. 技术经济与管理研究, 2009(6): 22—24.
- [4] 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 D1 北京理工大学学报(社会科学版), 2015, 17(1): 14-22.
- [5] 李伟, 李光辉, 李月娟, 等. 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]. 科技进步与对策, 2009, 26(21): 153-155.

-
- [6] 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.
- [7] 张智慧, 刘睿劫. 基于 DEA 方法的建筑业效率评价实证研究 D1 工程管理学报, 2011, 25(3): 252-255.
- [8] 庞永师, 刘景矿, 王亦斌, 等. 基于超效率 DEA 和 Malmquist 法的中国建筑业生产效率分析[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2015, 14(1): 82-89.
- [9] 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).
- [10] 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.
- [11] SHERMAN H D, GOLD F. Bank branch operating efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis[J]. Management Science Letters, 1985, 9(2): 297-315.
- [12] STEWART J. Tobit or Not Tobit?[J]. Journal of Economic & Social Measurement, 2009, 38(432): 263-290.
- [13] KIRJAVAINEN T, LOIKKANEN H A. Efficiency differences of Finnish senior secondary schools: an application of DEA Tobit—analysis[M]//Innovation in Technology Management—The Key to Global Leadership. PICMET97:Portland International Conference on Management and Technology. IEEE, 1997:800.