

“一带一路”省市城市基础设施利用效率分析

——基于 DEA 及 Malmquist 指数模型

张 奇,童纪新

(河海大学 商学院,南京 211100)

摘要: 以一带一路 17 个省市 2005~2014 年的面板数据为基础,采用 DEA 及 Malmquist 指数模型将一带一路分为东南、东北、西南和西北四大板块,分析发现,东南地区综合效率最高,但 TFP 增长一般,主要为纯技术效率增长较慢;东北地区综合效率偏低,主要由于纯技术效率和增长率偏低;西南地区综合效率偏低的原因因为纯技术效率偏低,但其增长率保持较高水平,技术进步慢是导致 TFP 增长缓慢的原因;西北地区由于规模效率过低导致综合效率偏低,且规模效率增长速度不够,加上技术进步速度偏低,TFP 进步较慢。

关键词: 一带一路;城市基础设施;利用效率;DEA 模型;Malmquist 指数模型

DOI: 10.13956/j.ss.1001-8409.2016.11.24

中图分类号: F299.24; F127

文献标识码: A

文章编号: 1001-8409(2016)11-0114-04

Analysis of Urban Infrastructure Efficiency of the Provinces and Cities on the Belt and Road Area

——Based on DEA and Malmquist Index Model

ZHANG Qi, TONG Ji-xin

(School of Business, Hohai University, Nanjing 211100)

Abstract: This paper uses DEA model and Malmquist index model to analyze the infrastructure efficiency of various provinces and cities on the Belt and Road based on the panel data from 2005 to 2014. Through regional distribution, those provinces could be divided into the southeast, northeast, southwest and northwest four plates. Result finds that, there is much difference among those plate, southeast plate's efficiency is highest, but growth of TFP is slow mainly for the pure technical efficiency growth; Northeast plate's efficiency is low mainly duo to the low pure technical efficiency and the growth rate is slow; Southwest plate's efficiency is low mainly because of the low pure technical efficiency, but its growth rate remain high level, and low speed of technology progress cause the slow growth of TFP; Northwest plate's efficiency is low mainly caused by low scale efficiency, and its growth rate is not enough, TFP growth slowly with slow growth of technology progress.

Key words: Belt and Road; urban infrastructure; use efficiency; DEA model; Malmquist index model

引言

一带一路战略是我国提出的丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的合称。涉及南亚、中亚、东南亚和西亚众多国家和地区,将欧洲经济圈与亚太经济圈连接起来,是整个亚太地区发展的重要战略。一带一路的战略规划涉及中国 18 个省市。按地域划分为四大板块,分别为东北辽宁、吉林和黑龙江三省;西北新疆、陕西、甘肃、宁夏、青海、内蒙古六省;东南上海、福建、广东、浙江和海南五省市;西南广西、云南、西藏和重庆四省市。

一带一路作为中国首倡、高层推动的国家级战略,对我国现代化建设具有深远的战略意义,为对外开放和合作的新窗口,得到国内学者大量研究。王姣娥等分别从航空

运输、国土开发、省市发展、全要素生产以及经济效率角度对一带一路进行了研究^[1-7]。

基础设施建设是城市发展的重要过程,是城市服务功能的物质载体,是城市发展的坚实基础。Boarnet 提出基础设施资本存量增加会导致产出增加^[8]。Arrken 提出基础设施有助于人力资本聚集和 FDI 引进,进而推动经济发展^[9]。Lee 发现基础设施的改善会增加小企业数量促进经济发展^[10]。Chehade 等认为基础设施建设存在非期望产出,需要考虑对环境带来的破坏^[11-14]。

基础设施效率分为投融资效率和经济利用效率,很多学者并未区分,统称为基础设施投资效率。伍文中等分别从政府行政、固定资产投资及财政资金、城镇化水平、科技

收稿日期: 2016-05-08

作者简介: 张 奇(1992-),男,安徽马鞍山人,硕士研究生,研究方向为城市经济城市规划与管理;童纪新(1964-),男,浙江金华人,博士、教授,研究方向为技术经济及管理。

管理水平等角度分析了我国及部分地区基础设施投融资效率^[15-19]。李湛等分别研究了陕西关中地区、京津冀地区的基础设施经济利用效率^[20-23]。

2013年国务院首次提出《关于加强城市基础建设的意见》，近年来，政府对城市基础设施建设十分关注。一带一路作为中国国家层面走出去战略，是对外开放的一扇重要窗口，应夯实基础设施水平，面对外来经济调整，抓紧发展机遇，为区域进一步发展做好准备。

1 研究方法与数据来源

1.1 主成分分析法

主成分分析也称为主分量分析，由 Hotelling 于 1933 年首次提出，主要用于处理多变量课题时将数量较多的变量综合成少数几个综合变量，进而简化分析，降维分析后得到的主成分两两不相关且能够保持大部分原有信息。

1.2 DEA 模型与 Malmquist 指数

DEA 模型即数据包络分析法，由 Charnes、Cooper 于 1978 年提出，用于对多投入多产出的决策单元(DMU)相对效率分析的非参数分析方法。该方法构建一条非参数包络线，决策单元位于包络线上则为 DEA 有效，位于包络线下方则表示该决策单元效率未达到最大化，是 DEA 无效。DEA 模型中假设规模报酬不变则生成 CRS 模型(规模报酬不变模型)得到综合效率(pe)，放宽规模报酬限制后生成 VRS 模型(规模报酬可变模型)得到纯技术效率(pte)以及规模报酬效率(se)。三者之间的关系为 $pe=pte \times se$ 。

Malmquist 指数由 Malmquist Sten 1953 年提出，被广泛用于测算生产率变化。Malmquist 指数分析的是在一定时间段内，由于生产前沿面无法保持在同一前沿上而导致效率变化情况。在 CRS 模型中，全要素生产率变动(tfpch)可分解为技术进步(ttech)和综合技术效率变化(effch)，在 VRS 模型中，进一步将综合技术效率分解为纯技术效率变化(pech)和规模效率变化(sech)。即 $tfpch = techch \times effch = techch \times pech \times sech$ 。

1.3 数据来源与处理

1.3.1 指标选取

从 5 个系统出发选取 8 项投入指标评价城市基础设施建设水平。从 3 个系统出发共选取 5 项产出指标对产出水平进行考核(如表 1)。

表 1 城市基础设施建设效率评价指标体系

系统	评价指标	
投入指标	道路交通 年末道路面积 x_1 (万平方米) 公共交通客运量 x_2 (万人次)	
	污水处理 城市污水日处理能力 x_3 (万立方米)	
	生活能源 全年供水总量 x_4 (万立方米) 全年供气总量 x_5 (万立方米)	
		城市生态 城市绿地面积 x_6 (公顷)
	公共卫生 医疗卫生机构床位数 x_7 (张) 市容环卫专用车辆设备 x_8 (台)	
	经济	GDP y_1 (亿元) 固定资产投资 y_2 (亿元)
		产出指标
	社会建设 城市化水平 y_4	
居民生活 恩格尔系数 y_5		

1.3.2 数据来源

本文数据主要来源于 2006~2015 年《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》。有关货币计量评价指标转化以 2000 年为基期数据，以消除价格带来的影响。由于西藏数据缺失严重因此剔除该地区，仅分析其余 17 个省市状况。

2 实证分析

2.1 主成分分析

DEA 模型进行相对效率分析时，要求 DMU 个数为评价指标数量的 2 至 3 倍以上。文中 DMU 为 17 个省市的指标数 13 个，不符合数量要求需要进行降维分析。在利用主成分分析法降维之前先采用标准化 Z 分数对数据进行标准无量纲化处理，以消除单位属性不同造成的结论误差。即 $Z = (x - \mu) \div \sigma$ ， μ 、 σ 分别为平均数及标准差。

采用 SPSS 20 软件对无量纲化处理后的投入产出指标进行 KMO 和 Bartlett 球型检验，投入指标 $KMO = 0.905$ ，产出指标 $KMO = 0.687$ 均符合统计学家 Kaiser 给出的 $KMO > 0.6$ 的标准；Bartlett 球型检验的显著性水平均为 0.000 小于显著性水平 0.05，拒绝零假设。即投入产出指标均通过 KMO 检验和 Bartlett 球型检验，适合进行主成分分析。

根据分析结果和图 1，投入指标提取一个主成分 X，包含原指标 86% 的信息，产出指标提取两个主成分 Y_1 、 Y_2 ，累计包含原指标 83% 的信息。提取公式如下：

$$X = 0.138x_1 + 0.135x_2 + 0.134x_3 + 0.138x_4 + 0.132x_5 + 0.137x_6 + 0.134x_7 + 0.125x_8$$

$$Y_1 = 0.351y_1 + 0.277y_2 + 0.348y_3 + 0.179y_4 + 0.107y_5$$

$$Y_2 = 0.118y_1 - 0.072y_2 + 0.165y_3 - 0.280y_4 + 0.905y_5$$

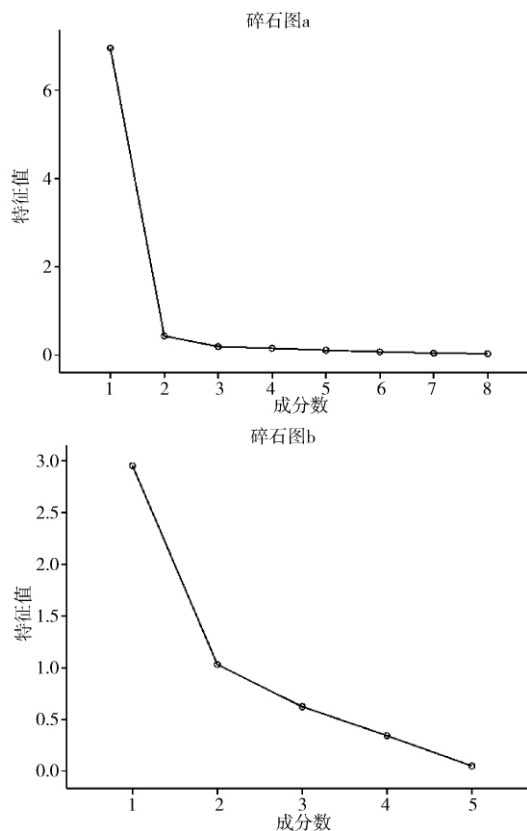


图 1 投入产出指标主成分分析碎石图

将投入产出指标降维为1项投入和2项产出,符合指标数量要求。通过标准化和降维处理后主成分出现负值无法利用DEA模型进行处理,因此采用典型的T分数对降维分析之后的数据加以线性转化平移成正值,平移公式为: $T = 10 \times t + 25$ 。

表2 各省市平均DEA效率及其分解

省市	综合效率	纯技术效率	规模效率	省市	综合效率	纯技术效率	规模效率
内蒙古	0.851	0.928	0.916 irs	海南	1	1	1 -
辽宁	0.948	0.950	0.998 drs	重庆	0.883	0.917	0.963 irs
吉林	0.795	0.865	0.919 irs	云南	0.764	0.837	0.912 irs
黑龙江	0.822	0.865	0.949 irs	陕西	0.829	0.863	0.961 irs
上海	1	1	1 -	甘肃	0.777	0.905	0.858 irs
浙江	1	1	1 -	青海	0.796	1	0.796 irs
福建	0.926	0.942	0.983 irs	宁夏	0.665	0.976	0.682 irs
广东	0.991	1	0.991 drs	新疆	0.804	0.854	0.941 irs
广西	0.797	0.825	0.966 irs				

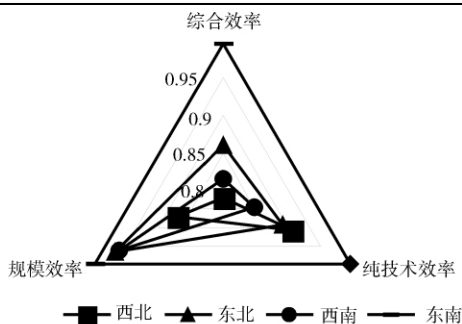


图2 分板块平均DEA效率及其分解

在2005~2014年间,各省市城市基础设施利用效率差异较大,总体平均综合效率为0.862属于较低范畴,其中上海、浙江、海南三省市呈DEA有效,各项效率均为1,其余14省市均为DEA无效,其中辽宁、福建、广东综合效率处于0.9~1之间属于弱无效;内蒙古、黑龙江、重庆、陕西、新疆综合效率处于0.8~0.9之间属于一般无效,吉林、广西、云南、甘肃、青海、宁夏综合效率小于0.7属于强无效。

地域分布具有明显规律,东南沿海地区DEA效率最高,综合效率平均值为0.995,整体近似DEA有效;东北地区次之,综合效率平均值为0.86。其中规模效率为0.966,而纯技术效率仅为0.891,是造成DEA无效的主要原因。西北和西南地区综合效率最低分别为0.789和0.814,但两者造成DEA无效的原因不同,西北地区纯技术效率为0.907,规模效率为0.87两者均较低,对综合效率造成较大影响;西南地区纯技术效率为0.847,规模效率为0.96,DEA无效主要原因为纯技术效率低。

2.3 Malmquist 指数分析

运用deap 2.1软件得到2006~2014年全要素生产率(TFP)变动及其分解,根据决策单元以及年份分类得到年平均均值及各决策单元平均值,见表3、图3和图4。

从图3可以看出,2006~2014年间技术进步与综合技术效率交叉波动变化,两者变化趋势呈现相反规律。技术进步上升时伴随综合技术效率下降,两者交叉运行导致全要素生产率波动上升,近两年由于两者水平均较低,出现

2.2 DEA模型分析

通过CRS和VRS模型对基础设施利用效率进行评价,利用DEAP 2.1软件处理得到2005~2014年各省市DEA效率的几何平均数,结果如表2和图2。

大幅下跌现象。至2012年全要素生产率增加7.8%,而在后两年下降之后全要素生产率反而降低4%。

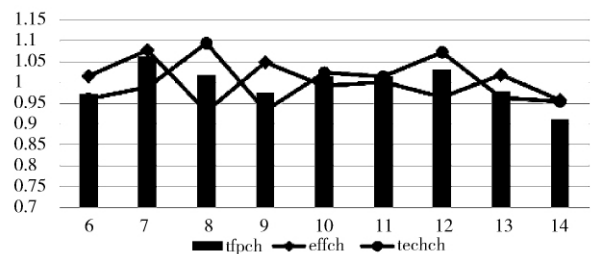


图3 年度平均Malmquist及其分解

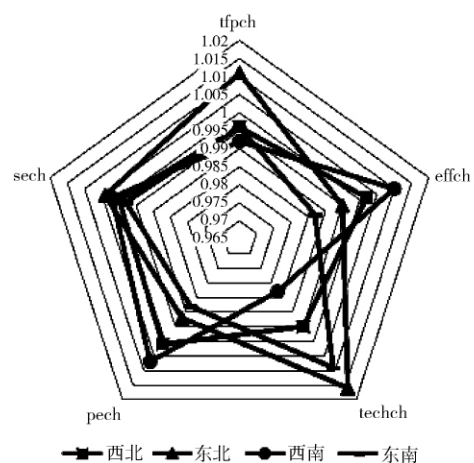


图4 分板块平均Malmquist指数及其分解

从图3可知,技术进步与综合技术效率之间存在反向关系,如2007年技术进步降低1.3%,综合技术效率增长7.6%;2012年技术进步7.1%,综合技术效率却下降了3.7%。技术水平进一步发展后,新技术与当前投入产出系统磨合不足导致综合技术效率下降,技术进步不能完全带动全要素生产率上升。在技术进步后,技术与投入产出系统为增加磨合度以取得全要素生产率进一步提高,两者会彼此改进适应。这一阶段,部分技术无法适应当前系统被取消,技术进步会受到一定影响。生产系统为利用更高

技术也会进行调整以适应高新技术,一方面提高新技术的实用价值使纯技术效率提高,另一方面调整生产规模、提高规模效率最终使综合技术效率上升。

从表3可知,各省市全要素生产率变动不一,整体水平变幅不大,部分省市呈现微量增长,而其余省市则显示

出下降趋势。其中内蒙古、辽宁、吉林、浙江、福建、广西、重庆、陕西、宁夏9个省市全要素生产率增幅增长,黑龙江、上海、广东、海南、云南、甘肃、青海、新疆8个省市出现下跌情况,总体平均呈下降趋势。

表3 各省市平均Malmquist指数及其分解

城市	effch	techch	pech	sech	tfpch	城市	effch	techch	pech	sech	tfpch
内蒙古	1.018	1.015	1.008	1.01	1.033	海南	1	0.964	1	1	0.964
辽宁	1	1.013	1.002	0.998	1.013	重庆	1.014	0.989	1.01	1.004	1.003
吉林	1	1.013	0.997	1.004	1.013	云南	0.998	0.978	0.999	0.999	0.976
黑龙江	0.985	1.011	0.983	1.003	0.996	陕西	1.006	0.997	1.004	1.002	1.003
上海	0.969	1.015	0.971	0.998	0.984	甘肃	0.994	0.984	0.998	0.997	0.978
浙江	0.997	1.015	1	0.997	1.013	青海	0.986	0.963	1	0.986	0.949
福建	1.009	1	1.007	1.002	1.009	宁夏	1.009	1.014	0.999	1.01	1.022
广东	0.978	1.012	1	0.978	0.99	新疆	0.988	0.982	0.995	0.993	0.97
广西	1.017	0.984	1.022	0.996	1.001	平均	0.998	0.997	0.999	0.999	0.996

从图4可知四大板块的各项效率变化差异明显。横向比较各板块分析各自相对优劣势。从全要素生产率分析,东北地区位于第一,西北、西南、东南地区均处于较低水平,差距不明显。从技术进步和综合技术效率角度分析,四大板块分布明显不同,呈现阶梯差异。技术进步方面,东北地区变化率最高、东南次之、西北第三、西南地区最低。综合技术效率方面,西南地区排名第一、西北排名第二、东北和东南分别为第三和第四。规模效率方面,四个板块表现同质性,基本均为1,即规模效率保持大体不变状态。通过对全要素生产率的分解,可以看出每个板块效率变化存在很大区别,需分开进行分析。

3 研究结论与政策建议

东南地区:东南地区各项效率均处于最优位置均接近1,可近似为DEA有效。其基础设施利用效率处于最高水平,对地区社会发展的贡献率较高。但TFP变化并不突出,同西北和西南地区均处于较低水平,这说明东南地区保持着较高水平的综合效率,但是其增长力度不足。从分解结果可得,造成TFP增长较低的原因因为纯技术效率变化存在不足。

东北地区:东北地区综合效率稍低,造成其主要来源为纯技术效率不足。TFP变化最高,是四大板块中唯一体现增长的地区,主要得益于高效的技术进步,技术进步位于领先地位导致TFP变化也遥遥领先。另外东北地区同东南地区相似,纯技术效率变化也存在增长乏力的现象。

西南地区:西南地区综合效率位于第三位,处于平均水平以下,其纯技术效率和规模效率均偏低,对综合效率存在较大影响,相较而言,纯技术效率是最大短板,是四大板块中最低者。TFP变化同东南和西北地区一致处于偏低水平,原因几乎全部来源于技术进步乏力。西南地区的纯技术效率变化是四大板块中最优者,也使综合技术效率变化最优,可弥补纯技术效率较低的缺陷,但技术进步落后于其他地区,造成TFP变化速度无法提高。

西北地区:西北地区综合效率最低,虽然纯技术效率处于第二位,但绝对值仍然较低,离DEA有效有较大差距,规模效率过低是造成综合效率过低的主要原因。西北

地区各项效率变化均处于平均水平,无突出优势也无特别的短板,在后续发展中需要全面加强。

基础设施建设是导致区域经济差异的原因之一,同时也是区域经济差异的结果之一。东部地区无论从现有的基础设施水平还是经济状况都领先于西部地区,容易导致恶性循环。政府在进行资源配置时需考虑这一实情,减缓和杜绝恶性循环。在制定发展策略时应切实根据各地区面临的主要问题。

东南地区基础设施最为完善,利用效率水平最高,但其增长速度不足,需加强政府管理能力,进一步促进纯技术效率的增长,在当前设施规模和技术水平下,减少资源浪费,进一步提高基础设施使用效率。

东北地区纯技术效率过低并且纯技术效率增长速度也偏低。这说明政府在基础设施管理方面存在很大缺陷,资源存在大量浪费,并且这一情况没有得到足够的重视和良好的解决,当务之急是提高管理意识,杜绝基础设施浪费,加大对基础设施的管理力度。西南地区纯技术效率偏低、技术进步缓慢,一方面西南地区纯技术效率进步十分迅速,管理水平处于高度发展状态,纯技术效率问题正处于解决状态,另一方面需加大技术研发力度,提高技术进步水平,迅速提高TFP增长率。西北地区规模效率过低,政府应进一步加强基础设施建设步伐,拓宽投融资渠道,扩大基础设施规模,使规模效率得到进一步提升,充分使用基础设施加快技术研发同西南地区相同。

参考文献:

- [1] 王姣娥,王涵,焦敬娟.“一带一路”与中国对外航空运输联系[J].地理科学进展,2015(5):554-562.
- [2] 刘慧,叶尔肯·吾扎提,王成龙.“一带一路”战略对中国过去开发格局的影响[J].地理科学进展,2015(5):545-553.
- [3] 郑志来.东西部省份“一带一路”发展战略与协调路径研究[J].当代经济管理,2015(7):44-48.
- [4] 姜安印.“一带一路”建设中中国发展经验的互鉴性——以基础设施建设为例[J].中国流通经济,2015(12):84-90.
- [5] 梁斐然,童纪新.金融视角下我国新丝绸之路经济带全要素生产率的测度[J].工业技术经济,2015(10):59-68.
- [6] 马逸灵,张燕芳,刘怡.“一带一路”战略下中国西北发展机遇[J].现代商贸工业,2016(8):19-21. (下转第135页)

4.3 局限性及未来研究方向

本文的不足之处在于,问卷设计直接借鉴国外研究中的量表,虽然结合了绿色食品消费特征,但对我国绿色食品市场现状及中国消费者的绿色食品认知考虑不足,一定程度上影响了问卷作答效果。对未来研究有以下建议:将人口统计特征的影响与心理归因相结合进行分析,研究不同群体的消费心理,以使问题的研究和解决更具针对性;将绿色食品的供给方纳入研究范围,从供求两方面进行研究,使研究更系统全面。

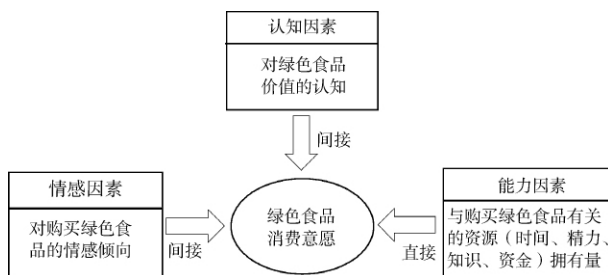


图3 影响绿色食品消费意向的“三因素模型”

参考文献:

- [1] Rezai G, Teng P K, Mohamed Z, et al. Consumers' Awareness and Consumption Intention towards Green Foods [J]. African Journal of Business Management, 2012(12): 4496-4503.
- [2] Paul J, Modi A, Patel J. Predicting Green Product Consumption Using Theory of Planned Behavior and Reasoned Action [J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2016(1): 123-134.
- [3] 王良秋, 孙婷婷, 董妍, 等. 道路交通违法行为研究: 基于计划行为理论的视角 [J]. 心理科学进展, 2015(11): 2009-2019.
- [4] 郭斌, 甄静, 谭敏. 城市居民绿色农产品消费行为及其影响因素分析 [J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2014(3): 82-90.
- [7] 朱延珺, 孙睿. “一带一路”沿线西部省份开放性经济运行效率研究 [J]. 经济经纬, 2016(2): 7-12.
- [8] Boarnet, Marlon G. Spillovers and Locational Effects of Public Infrastructure [J]. Journal of Regional Science, 1998, (36): 29-43.
- [9] Arrken B J, Harrison A E. Do Domestic Firms Benefit from Foreign Direct Investment? Evidence from Venezuela [J]. American Economics Review, 1999, 89(3): 605-618.
- [10] J Lee, Tinney. Building Infrastructure in a Region Known for Hurricanes Transmission & Distribution World [J]. Overland Park, 2005 (2): 48-51.
- [11] Chehade F H, Shahrou I. Numerical Analysis of the Interaction between Twin-tunnels: Influence of Relative Position and Construction Procedure [J]. Tunneling and Underground Space Technology, 2008(23): 210-214.
- [12] Chiang H L, Hu C S, Chen S Y. Emission Factors and Characteristics of Criteria Pollutants and Volatile Organic Compounds in a Freeway Tunnel Study [J]. Science of the Total Environment, 2007, (381): 200-211.
- [13] Peter N, Rainer S, Manfred Wiebel. Distributional Effects of FDI: How the Interaction of FDI and Economic Policy Effects Poor Households in Bolivia [J]. Development Policy Review, 2007, (25): 429-450.
- [14] Mani M, Wheeler D. In Search of Pollution Havens, Dirty Industry

- [5] 刘敬严. 顾客感知价值决定要因与关系质量的影响研究 [J]. 软科学, 2008(5): 18-22.
- [6] Sweeney J C, Soutar G N. Consumer Perceived Value: The Development of A Multiple Item Scale [J]. Journal of Retailing, 2001(2): 203-220.
- [7] Jackson A L, Olsen J E, Granzin K L, et al. An Investigation of Determinants of Recycling Consumer Behavior [J]. Advances in Consumer Research, 1993(1): 481-487.
- [8] 李东进, 张亚佩, 郑军. 稀缺感知对购买意向的影响——基于预期后悔的视角 [J]. 系统工程, 2015(11): 75-80.
- [9] Ravis A, Sheeran P, Armitage C J. Expanding the Affective and Normative Components of the Theory of Planned Behavior: A Meta-Analysis of Anticipated Affect and Moral Norms [J]. Journal of Applied Social Psychology, 2009(12): 2985-3019.
- [10] Ajzen I. The Theory of Planned Behavior [J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991(2): 179-211.
- [11] 潘煜, 高丽, 张星, 等. 中国文化背景下的消费者价值观研究——量表开发与比较 [J]. 管理世界, 2014(4): 90-106.
- [12] Fornell C, Larcker D F. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error [J]. Journal of Marketing Research, 1981(1): 39-50.
- [13] 吴明隆. 结构方程模型——AMOS 的操作与应用 [M]. 重庆大学出版社, 2010. 42-43.
- [14] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展 [J]. 心理科学进展, 2014(5): 731-745.
- [15] 李艳萍. 旅游网络消费者决策及其影响因素研究 [D]. 山东大学, 2015.
- [16] Lönnqvist J E, Leikas S, Paunonen S, et al. Conformism Moderates the Relations between Values, Anticipated Regret, and Behavior [J]. Personality and Social Psychology Bulletin, 2006(11): 1469-1481.

(责任编辑: 石琳娜)

(上接第117页)

- in the World Economy, 1960-1995 [J]. Journal of Environment and Development, 1998, 7(3): 457-478.
- [15] 伍文中. 基础设施投资效率极其经济效应分析——基于 DEA 分析 [J]. 经济问题, 2011(1): 41-45.
- [16] 胡宗义, 李鹏, 刘亦文. 基于 CCA-DEA 的我国区域城市基础设施建设投融资效率及差异评价 [J]. 软科学, 2013(4): 7-11.
- [17] 胡宗义, 鲁耀纯, 刘春霞. 我国城市基础设施建设投融资绩效评价——基于三阶段 DEA 模型的实证分析 [J]. 华东经济管理, 2014(1): 85-91.
- [18] 李晓园. 新型城镇化进程中城市基础设施投资效率分析与政策建议 [J]. 宏观经济研究, 2015(10): 35-43.
- [19] 陈伦盛. 省际城市基础设施建设投融资效率评价——基于 DEA 模型的实证分析 [J]. 区域金融研究, 2015(6): 69-75.
- [20] 李湛, 杨静书. 小城市基础设施经济效率的变化 [J]. 城市发展研究, 2009(3): 99-103.
- [21] 曾国安, 尹燕飞. 中国城镇基础设施建设和利用效率的测度与评价 [J]. 中南财经政法大学学报, 2012(5): 3-8.
- [22] 孙钰, 王珅岩, 姚晓东. 基于 DEA 交叉效率模型的城市公共基础设施经济效益评价 [J]. 中国软科学, 2015(1): 172-183.
- [23] 李祺, 孙钰, 崔寅. 基于 DEA 方法的京津冀城市基础设施投资效率评价 [J]. 干旱区资源与环境, 2016(2): 26-30.

(责任编辑: 王惠萍)