

基于 DEA-Malmquist 模型的“21 世纪海上丝绸之路” 沿线地区创新效率实证分析

郑文韬

(广东工业大学 经济与贸易学院, 广州 510520)

摘要:运用基于投入导向的 DEA-Malmquist 模型,从静态和动态两个视角测度了中国“21 世纪海上丝绸之路”沿线地区创新效率,并进行实证分析。研究表明:①区域整体综合创新效率未达到 DEA 有效,但“一带一路”倡议的提出对创新效率的提升有一定积极影响;其中除浙江省以外,上海、福建、广东和海南 4 省市的创新效率均未达到 DEA 有效,原因由投入冗余和创新规模无效两方面构成;②区域创新效率总体平稳增长,其中除海南外,其余 4 省市都实现了增长。

关键词:DEA-Malmquist 模型;静态视角;动态视角;21 世纪海上丝绸之路;创新效率

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2019)10-0114-06

2013 年中国提出的“一带一路”倡议是促进创新驱动发展的重要战略^[1],这一战略全方位地影响着中国经济的发展。从区域创新的角度分析,“一带一路”倡议为沿线区域的创新建设提供了强大的政策支持和资源支持,同时,区域创新同样对“一带一路”倡议的实施起着至关重要的作用。“21 世纪海上丝绸之路”是“一带一路”倡议中的重要组成部分,沿线地区主要包括上海、福建、广东、浙江、海南 5 个省市。研究表明,区域自主创新能力的提升既源于创新投入的持续增长,也在很大程度上依赖区域创新效率的提高^[2]。区域创新效率是以区域空间作为地理基础,通过对创新要素科学有效地配置与重新组合,进行创新生产,所表现出来的效果就是区域生产效率和社会效益的提高^[3]。中国“21 世纪海上丝绸之路”沿线省市地处东南沿海地带,具有独特的天然地理区位优势,也是中国对外开放的窗口。因此,该区域创新效率的提升对于促进全国的经济转型和产业结构升级,提升国际竞争力,无疑具有中流砥柱的作用。本文将利用上述 5 省市近 10 年的创新投入与产出数据的相关指标,运用基于投入导向的 DEA 模型,先对创新效率进行静态测度分析,接着对“一带一路”倡议提出前后沿线各省市创新效率的变化进行动态分析,以期对“21 世纪海上丝绸之路”沿线省市创新效率的提升提供政策含义的参考。

1 研究综述

关于区域创新效率的研究,已有文献的研究重点主要在创新效率指标体系的构建,以及用实证方法测量与评价创新效率上。国内学者刘顺忠、官建成^[4]运用 DEA 方法比较分析各地区创新系统的特点,并对各地区的创新绩效进行评价。颜鹏飞和王兵^[5]运用 DEA 模型测度了 1978—2001 年全国 30 个省市的创新效率及全要素生产率。官建成和何颖^[6]运用两阶段 DEA 模型,将区域创新活动分为中间技术产出和最终经济产出两个阶段,并分别对创新的技术有效性、经济有效性和综合有效性进行评价。施卫东和孙霄凌^[7]运用 DEA-Malmquist 方法测度了环渤海经济圈 7 省市 2001—2005 年的技术效率和全要素生产率的变动。尹凡等^[8]运用基于熵权法和协调度的区域创新效率复合评价模型对河北省 2008 年度各区域的创新绩效进行实证分析。国外学者如 Fritsch^[9]运用知识生产函数测量和比较了 11 个欧洲区域创新的质量,发现区域间研发效率存在差异。Hugo Pinto 等^[10]通过对 175 个地区的创新系统进行比较,应用因子分析法把区域创新指标归纳为技术创新、人力资本、经济结构和劳动力市场状况四个部分。

以往研究成果对本文的研究具有重要的借鉴意义。已有研究大多选用非参数形式的数据包络法(DEA),原因在于与参数形式的随机前沿分析法相比,

收稿日期:2019-05-24

作者简介:郑文韬(1995—),男,广东韶关人,广东工业大学经济与贸易学院,硕士研究生,研究方向:技术创新。

DEA 方法无需估计生产函数,也无需考虑量纲归一及指标权重的确定,保证了效率评价的客观性,且对多投入、多产出复杂生产系统有很好的适应性。鉴于目前鲜有文献针对“21 世纪海上丝绸之路”沿线地区的创新效率进行研究,本文运用 DEA-Malmquist 方法对该区域沿线 5 省市的创新效率进行截面数据静态分析和面板数据动态分析,为促进省市间协同创新政策的制定及经济带整体创新效率提升提供参考依据。

2 评价方法与指标设计

2.1 评价方法

DEA 方法是处理多投入和多产出情况下决策单元(DMU)之间相对有效性的方法,显著优点在于:①避免了传统赋权方法的主观性^[11];②只需输入投入与产出数据,通过决策单元之间的比较即可得到各自的综合效率。DEA 的最大值为 1,值越接近 1 说明投入产出效率越高。决策单元的综合效率(STE)可以分解为纯技术效率(TE)和规模效率(SE),即 $STE = TE \times SE$ 。纯技术有效指相对最优生产效率水平的投入要素浪费情况,反映的是创新投入产出是否出现相对冗余或不足,通常受到管理、技术等因素的影响;规模效率反映的是生产规模是否与投出产出结构相匹配,区域规模是影响规模有效的重要因素。因此,综合效率就是对决策单元管理、资源配置能力等多方面的综合评价。如果 TE 和 SE 均为 1,意味着决策单元 DEA 有效;TE 和 SE 两者只有一个为 1,说明决策单元弱 DEA 有效;TE 和 SE 两者均不为 1,则决策单元为非 DEA 有效。

Malmquist 指数是通过距离函数表示决策单元从 t 期到 $t+1$ 期生产效率的变化情况,即全要素生

产率(TFP)的变动情况。若 $TFP > 1$,表示生产率相比上一期有所增长;若 $TFP = 1$,表示生产率保持不变;若 $TFP < 1$,表示生产率相比上一期有所下降。Fare 等人^[12]把 TFP 分解为技术进步指数(techch)与技术效率变化指数(effch),后者又可以进一步分解为纯技术效率变化(pech)和规模效率变化(sech)。其中,技术进步是生产前沿面的移动;技术效率变化是生产技术的利用效率,是生产前沿面 and 实际产出量之间的距离变化。具体模型如下:

$$TFP = \left[\frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)} \times \frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} = \frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)} \times \left[\frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d^t(x_t, y_t)}{d^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

式中, $\frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)}$ 代表技术效率变化指数,

$\frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d^t(x_t, y_t)}{d^{t+1}(x_t, y_t)}$ 代表技术进步指数,若技术效率变化指数或技术进步指数大于 1,表示它促进生产率的增长,否则起阻碍作用。

2.2 指标设计

本文根据已有的相关研究成果^[13],将创新投入指标划分为资金投入和人力投入两部分,并选取区域 R&D 活动人员全时当量和 R&D 经费内部支出两个指标,以综合反映创新投入强度。专利作为研发活动的直接产出,是创新成果的直接表现形式,在衡量创新产出时,专利指标应用较广泛^[14]。专利授权量受到政府专利机构等人为因素的影响更大,容易出现异常变动,故我们采用区域内的专利申请量来衡量区域创新的直接成果^[15]。指标选取情况如表 1 所示。

表 1 “21 世纪海上丝绸之路”沿线省市创新效率评价指标体系

一级指标	二级指标	定义	说明
投入	R&D 活动人员全时当量(人年)	报告年度企业研究与试验发展(R&D)人员按实际从事研发活动的时间计算的工作量	反映 R&D 投入力度
	R&D 内部经费支出(万元)	报告年度企业用于内部开展 R&D 活动(基础研究、应用研究和试验发展)的实际支出	
产出	专利申请量(件)	企业在报告年度内向专利行政部门提出专利申请并被受理的件数	反映区域创新的直接成果

2.3 数据来源

本文数据来源于 2007—2017 年的《广东省统计年鉴》、《上海市统计年鉴》、《福建省统计年鉴》、《浙江省统计年鉴》和《海南省统计年鉴》。其中海南省 2007 年和 2008 年的相关数据缺失。

3 实证结果与分析

本文运用 DEAP2.1 软件进行创新效率的实证

分析。

3.1 DEA 模型的静态分析

3.1.1 综合创新效率评价

如表 2 所示,从横截面数据看,5 个沿线省市的综合创新效率随着时间波动,各地区效率均值都小于 1,均未达 DEA 有效。其中最大值 0.884 出现在 2007 年,最小值 0.596 出现在 2012 年。

从时序数据看, 5 个省市效率差距较明显, 只有浙江省的效率值连续十年都达到了 DEA 有效, 这说明该省创新资源得到了高效的利用。其余 4 省市的效率均未达 DEA 有效, 且距离最优效率值 1 仍有一定差距。效率值由高到低依次为浙江、广东、上海、福建、海南。

值得注意的是, 5 省市综合效率均先降低后上升, 转折点恰好为提出“一带一路”倡议的 2013 年, 其中广东和福建两省 2013 年之后均保持持续增长的良好态势。所以从总体上看, “一带一路”倡议的提出对于 21 世纪海上丝绸之路沿线地区的创新效率提升起到了一定积极作用。

表 2 “21 世纪海上丝绸之路”沿线省市 2007—2016 年综合创新效率值(STE)

省市/年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排序
广东	1.000	0.791	0.755	0.821	0.709	0.538	0.557	0.711	0.842	0.939	0.766	2
上海	0.990	0.966	0.799	0.976	0.802	0.601	0.552	0.628	0.691	0.625	0.763	3
福建	0.546	0.496	0.476	0.531	0.505	0.457	0.475	0.565	0.780	0.945	0.578	4
浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1
海南			0.659	0.594	0.497	0.386	0.442	0.496	0.606	0.486	0.521	5
均值	0.884	0.813	0.738	0.784	0.703	0.596	0.605	0.680	0.784	0.799		

3.1.2 纯技术效率和规模效率分析

如表 3 所示, 从截面数据看, 区域纯技术效率均值呈波动态势, 除 2007 年和 2008 年外其余年份未达 DEA 有效, 这表明该区域研究期每年创新投入都存在投入冗余现象; 从时序数据看, 除了浙江和海南两

省外, 其余 3 个地区的纯技术效率均未达到最优水平, 效率均值由大到小依次是广东 0.910、上海 0.779 和福建 0.693, 其中福建省创新投入浪费现象最为严重。

表 3 “21 世纪海上丝绸之路”沿线省市 2007—2016 年区域创新纯技术效率值(TE)

省市/年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排序
广东	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.539	0.558	1.000	1.000	1.000	0.910	2
上海	1.000	1.000	0.806	0.985	0.814	0.622	0.571	0.647	0.707	0.641	0.779	3
福建	1.000	1.000	0.505	0.563	0.524	0.483	0.497	0.583	0.803	0.967	0.693	4
浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1
海南			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1
均值	1.000	1.000	0.862	0.910	0.868	0.729	0.725	0.846	0.902	0.922		

由表 4 可知, 从截面数据看, 该区域创新的规模效率呈波动趋势, 均值均未达 DEA 有效, 这表明该区域在研究期内均未达到最优生产规模; 从时序数据来看, 除了浙江省外, 其余 4 省市未达到最优创新生产规模, 效率均值由大到小依次为上海 0.978、福建

0.873、广东 0.857 和海南 0.521。具体到省市看, 除广东省在部分年份出现了规模报酬递减(生产规模过大)的情况外, 其余的除浙江省外的 3 省市都是规模报酬递增的情形, 即生产规模过小, 生产规模相应地扩大一些更有利于提高创新综合效率。

表 4 “21 世纪海上丝绸之路”沿线省市 2007—2016 年区域创新规模效率值(SE)

省市/年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排序
广东	1.000	0.791(drs)	0.755(drs)	0.821(drs)	0.709(drs)	0.999(irs)	0.998(irs)	0.711(drs)	0.842(drs)	0.939(drs)	0.857	4
上海	0.990(irs)	0.966(irs)	0.990(irs)	0.991(irs)	0.985(irs)	0.966(irs)	0.966(irs)	0.972(irs)	0.978(irs)	0.975(irs)	0.978	2
福建	0.546(irs)	0.496(irs)	0.943(irs)	0.942(irs)	0.963(irs)	0.946(irs)	0.956(irs)	0.968(irs)	0.971(irs)	0.977(irs)	0.873	3
浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1
海南			0.659(irs)	0.594(irs)	0.497(irs)	0.386(irs)	0.442(irs)	0.496(irs)	0.606(irs)	0.486(irs)	0.521	5
均值	0.884	0.813	0.869	0.870	0.831	0.860	0.872	0.829	0.879	0.875		

注: 表中的 irs 表示规模报酬递增, drs 表示规模报酬递减。

综合表 3 和表 4 的结果,从每年该区域数据均值来看,除 2007 年、2008 年、2012 年和 2013 年四年的规模效率明显小于纯技术效率外,其余各年两种效率分量的值差异不大。广东的 SE 值略小于 TE 值,说明规模效率偏低是综合创新效率偏低更主要的原因,并且大多数年份该省都是规模报酬递减,故应适当缩减创新生产规模;上海的 TE 值 0.779 明显小于 SE 值 0.978,说明该市综合创新效率非 DEA 有效的原因主要是规模效率低下,并且该市每年规模报酬递增,生产规模过小,应适当扩大生产规模;福建的 TE 值 0.693 明显小于 SE 值 0.873,即该省综合创新效率非 DEA 有效主要的原因是规模效率低下,并且每

年该省都规模报酬递增,应适当增加生产规模;海南的综合创新效率非 DEA 有效完全来源于规模效率的严重底下,其平均值仅为 0.521,且该省每年都是规模报酬递增,说明生产规模严重不足。

3.1.3 投入冗余分析

由前面分析可知,除浙江省每年达到纯技术效率有效外,其余 4 省市部分年份该指标未能保持最优,即存在创新投入相对冗余的现象。在 DEA 模型中体现投入指标冗余的数据指标为松弛变量^[16-17]。表 5 是运用 DEAP2.1 软件测度的两种创新投入的冗余率(投入冗余量占投入总量比率),由于浙江效率省每年均达 DEA 有效,故省略。

表 5 “21 世纪海上丝绸之路”沿线省市 2007—2016 年区域创新投入冗余量占投入总量比率 %

省市	投入指标	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值
广东	经费	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.15	49.05	0.00	0.00	0.00	9.52
	人力	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.94	44.19	0.00	0.00	0.00	9.21
上海	经费	0.00	0.00	45.79	39.28	53.07	63.91	68.31	66.41	64.36	66.38	46.75
	人力	0.00	0.00	19.34	1.48	18.65	37.81	42.94	35.37	29.34	35.89	22.08
福建	经费	0.00	0.00	51.12	45.96	47.55	51.67	50.30	41.67	29.11	15.81	33.32
	人力	0.00	0.00	49.45	43.68	47.78	54.85	50.61	42.16	19.75	3.33	31.16
海南	经费			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	人力			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

由表 5 可知,除海南省外,其余 3 省市都存在投入的相对冗余。R&D 经费投入冗余最严重的是上海,冗余率均值为 46.75%,其次分别是福建 33.32% 和广东 9.52%。R&D 人员投入冗余最严重的是福建,均值为 31.16%,其次分别是上海 22.08% 和广东 9.21%。具体来看,广东仅 2012 年和 2013 年存在投入冗余的现象,福建两项投入的冗余现象在 2013 年后逐渐减轻。而上海创新要素投入冗余程度呈波动趋势。

3.2 创新效率的 Malmquist 指数动态分析

为进一步把握综合创新效率的变化趋势,运用 DEAP2.1 软件中 Malmquist 指数模型对 21 世纪海上丝绸之路沿线区域的技术进步与创新效率演化情况进行分类测度。由于海南省 2007—2008 年的数据缺失,故采用 2009—2016 年的面板数据进行分析。该区域各时间段的综合创新效率变动情况和分省市的平均综合创新效率变动情况分别如表 6 和表 7 所示。

表 6 和表 7 数据显示,21 世纪海上丝绸之路沿线地区 2009—2016 年间综合创新效率的平均增长率为 7.4%,其中技术进步指数提升了 6.4%,技术效率提升指数提升了 1.0%。由表 6 可得,21 世纪海上丝

表 6 2009—2016 年“21 世纪海上丝绸之路”沿线区域各时间段 Malmquist 指数及其分解

年份	effch	techch	pech	sech	tfpch
2009—2010	1.059	0.912	1.064	0.996	0.966
2010—2011	0.892	1.219	0.949	0.940	1.088
2011—2012	0.832	1.256	0.824	1.010	1.045
2012—2013	1.025	1.047	0.996	1.029	1.073
2013—2014	1.142	0.809	1.190	0.960	0.923
2014—2015	1.171	1.076	1.085	1.079	1.260
2015—2016	0.996	1.210	1.018	0.979	1.205
均值	1.010	1.064	1.012	0.998	1.074

注:表中的 effch、techch、pech、sech 和 tfpch 依次为技术创新效率变化指数、技术进步指数、纯技术效率变化、规模效率变化和全要素生产率。其中 $tfpch = techch \times effch$, $effch = pech \times sech$, 下同。

表 7 2009—2016 年“21 世纪海上丝绸之路”沿线各省市综合创新效率 Malmquist 指数及其分解

省市	effch	techch	pech	sech	tfpch
广东	1.032	1.081	1.000	1.032	1.115
上海	0.966	1.086	0.968	0.998	1.048
福建	1.103	1.056	1.097	1.005	1.165
浙江	1.000	1.060	1.000	1.000	1.060
海南	0.957	1.036	1.000	0.957	0.992
均值	1.010	1.064	1.012	0.998	1.074

绸之路沿线地区的综合创新效率除 2009—2010 和 2013—2014 两个时间段有轻微下降之外,其余年份都有不同程度上升,其中增长以 2014—2015 和 2015—2016 期间最为迅速,增长率高达 20% 以上。

表 7 数据显示,除了海南省外,其余 4 省市的 TFP 值均大于 1,说明在 2009—2016 年期这些省市的年均综合创新效率得到提高。其中,福建省的综合创新效率增幅最大,年均增速达到 16.5%;广东省的综合创新效率增长幅度也较大,年均增速达到 11.5%;上海市和浙江省创新效率平稳增长,年均增速分别为 4.8%、6.0%。

4 结论

4.1 DEA 模型静态实证分析结论

1)“21 世纪海上丝绸之路”沿线地区 2007—2016 年间平均综合创新效率每年都未达 DEA 有效,但从 2013 年开始逐年上涨,这说明“一带一路”倡议的提出对创新效率的提升起到了一定积极作用。其中,浙江省的综合创新效率值连续十年都达到 DEA 有效水平,说明该省 10 年创新资源得到了高效利用。其余 4 省市的综合创新效率距离最优效率值 1 仍有一定差距。效率值由高到低依次为浙江、广东、上海、福建、海南。

2)该区域研究期内每年都存在创新投入冗余现象。其中,除了浙江和海南以外,其余 3 个省市均存在不同程度的投入冗余现象,纯技术效率均值由大到小依次是广东、上海和福建。其中广东的 R&D 经费和 R&D 人力有轻微的浪费现象,而上海和福建的这两项指标的冗余浪费较严重。

3)该区域研究期内未达到最优创新生产规模。其中,除了浙江外,其余 4 省市都未达到最优规模,规模效率均值由大到小依次为上海、福建、广东和海南。其中广东总体呈现规模报酬递减,上海、福建和海南则规模报酬递增。

4.2 Malmquist 模型动态实证分析结论

该区域研究期内综合创新效率平稳增长,平均增长率为 7.4%,技术进步指数提升 6.4%,技术效率增长 1.0%。其中,除了海南负增长外,其余 4 省市都实现了增长,福建和广东的创新效率增长较快,而上海和浙江则实现平稳增长。

5 政策含义

“21 世纪海上丝绸之路”沿线地区应充分借助天然的区位优势,把握好创新发展机遇,积极优化创新投入结构,提升投入要素利用率。企业作为创新的主体,须及时调整创新活动规模,使其与创新要素的投

入量相适应,切实提高区域创新效率。

广东省应微调 R&D 经费和人员投入的比例,并适当缩小创新活动规模,同时借助粤港澳大湾区的区位优势,使创新效率更上一个台阶;上海应该减少两种投入尤其是 R&D 经费的投入量,并扩大创新规模。充分借助长三角的发展优势,切实提升科技实力;福建应大致同比例减少 R&D 经费和 R&D 人员的投入量,并扩大创新活动规模;浙江应保持近年创新效率发展的良好态势,出台一系列政策吸引创新要素尤其是高科技人才的涌入。海南应保持现有 R&D 经费和人员的投入量和两者之间的比例,在发展好生态建设和旅游业的同时,完善交通设施的建设,并出台相关政策吸引创新要素的涌入,大幅度增加创新活动的规模。

参考文献

- [1] 王俊. R&D 补贴对企业 R&D 投入及创新产出影响的实证研究[J]. 科学学研究, 2010(9): 1368—1373.
- [2] 王明亮,余芬. 我国电子及通信设备制造业创新效率实证分析[J]. 科技管理研究, 2018, 38(7): 85—92.
- [3] 李文辉,易路洋,赵贺典. “一带一路”沿线省份高校科技创新效率研究[J]. 科技与经济, 2018, 31(1): 16—20.
- [4] 刘顺忠,官建成. 区域创新系统创新绩效的评价[J]. 中国管理科学, 2002, 10(1): 75—78.
- [5] 颜鹏飞,王兵. 技术效率、技术进步与生产率增长:基于 DEA 的实证分析[J]. 经济研究, 2004(12): 55—65.
- [6] 官建成,何颖. 基于 DEA 方法的区域创新系统的评价[J]. 科学学研究, 2005(4): 265—272.
- [7] 施卫东,孙霄凌. 环渤海经济圈技术效率增进与全要素生产率变动的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009(2): 18—22.
- [8] 尹凡,单莹洁,苏传华. 河北省区域创新绩效评价模型的构建[J]. 决策参考, 2011(14): 77—79.
- [9] FRITSCH M. Measuring the quality of regional innovation systems: a knowledge production function approach[J]. International Regional Science Review, 2002(25): 86—101.
- [10] HUGO PINTO, JOAO GUERREIRO. Innovation regional planning and latent dimensions: the case of the Algarve region[J]. The Annals of Regional Science, 2010, 44(2): 315—329.
- [11] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429—444.
- [12] FÄRE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries [J]. The American economic review, 1994, 84(1): 66—83.
- [13] 孙娜. 开放经济条件下我国专利创造效率的实证研究[J]. 管理现代化, 2013(2): 96—100.

- [14] 卫平,杨宏呈,蔡宇飞. 基础研究与企业技术绩效——来自我国大中型工业企业的经验证据[J]. 中国软科学, 2013 (2):123—133.
- [15] GRILICHES Z. Patent statistics as economic indicators: a survey[R]. National Bureau of Economic Research,1990.
- [16] 吴越,谷明玉. DEA 分析方法研究综述[J]. 价值工程,2003 (S1):129—132.
- [17] TONE K. A slacks—based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2001,130(3):498—509.

Empirical Analysis of Innovation Efficiency in the Areas along the 21st Century Maritime Silk Road Based on DEA-Malmquist Model

ZHENG Wen-tao

(School of Economics and Commerce-Guangdong University of Technology,Guangzhou 510520,China)

Abstract: Using the DEA-Malmquist model based on input-oriented, the innovation efficiency of China's "21st Century Maritime Silk Road" is measured from both static and dynamic perspectives, and empirical analysis is carried out. The research shows that:①The overall comprehensive innovation efficiency of the region has not reached DEA optimal, but the "One Belt, One Road" initiative has a certain positive impact on the improvement of innovation efficiency; Except Zhejiang Province, The innovation efficiency of Shanghai, Fujian, Guangdong and Hainan has not reached DEA optimal, the reason is composed of two aspects: input redundancy and invalid innovation scale. ②The regional innovation efficiency is generally stable, with the exception of Hainan, the other four provinces and cities have achieved growth.

Key words: DEA-Malmquist model;static perspective;dynamic perspective;21st Century Maritime Silk Road;innovation efficiency