

基于 DEA 模型的 “一带一路”重点省份物流效率分析

■ 连兆大 副教授 程德通 教授 (三明学院管理学院 福建三明 365004)

▲ 基金项目:福建省教育厅 2015 年高等学校创新创业教育改革试点专业立项项目(批准文号:闽教高[2015]41号);三明市 2014 年度社科规划立项重点课题(Z14007)

◆ 中图分类号:F259.29 文献标识码:A

内容摘要:本文运用 DEA 模型分析了 2014 年我国“一带一路”重点 18 省物流的投入产出效率,结果显示内蒙古、西藏、辽宁、上海、福建、广东、浙江省的物流投入产出 DEA 有效,其它省份非 DEA 有效。我国一带一路经济带,在地区分布上呈现出沿海省份与非沿海省份物流发展的不平衡现象,建议根据各省纯技术效率、规模效率水平,有针对性地调整物流发展战略与方式,解决物流短板,提升“一带一路”物流通道的整体效率。

关键词:DEA 模型 一带一路 物流效率

引言

2015 年 3 月,国家发展改革委、外交部、商务部经国务院授权联合发布了《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》,规划了框架思路、合作重点、合作机制等,形成我国“一带一路”沿线各地开放态势,明确了西北地区、东北地区、西南地区、沿海和港澳台地区、内陆地区在“一带一路”的定位,充分发挥国内各地区比较优势,实行更加积极主动的开放战略,加强东中西互动合作,全面提升开放型经济水平。重点涉及的 18 个省份(含自治区、直辖市),包括西北地区的新疆、陕西、甘肃、宁夏、青海、内蒙古 6 省,东北地区的黑龙江、吉林、辽宁 3 省,西南地区的广西、云南、西藏 3 省,内陆地区的重庆,沿海的上海、福建、广东、浙江、海南 5 省。而实现高效率的物流运行是这些重点省份在“一带一路”建设中发挥作用的重要基础。但是,

在物流规划与建设实践中,各省物流发展不均衡,物流资源不足,发展较慢的省份容易形成“一带一路”物流短板,而一些省份过多注重物流基础设施规模化建设,不注重提升物流运行的效率,造成投入产出效率低下的问题。因此,关注重点省份物流均衡发展,提升物流运行效率,对我国“一带一路”系统工程建设具有重要的作用。基于此,本文以 18 省份为研究对象,探讨其物流效率问题,并提出有针对性的解决措施。

相关研究综述

国内外有许多学者运用数据包络分析(Data Envelopment Analysis,简称 DEA)分析物流效率。Banker(1984)采用 DEA 方法分析了企业技术无效性、规模无效性。Hokoy Min(2006)利用产出导向法评价了美国六家第三方物流企业的效率,表明资产型物流企业的盈利能力低于非资产型物流企业。Reza Farzipoor Saen(2009)运用 DEA 构建第三方逆向物流优化模型,以筛选最合适的第三方物流供应商。隗志才(1994)应用 DEA 模型对公路运输企业的技术有效性和

规模有效性进行了分析并提出了改进建议。云俊与张帆(2006)利用 DEA 模型对宁波港等 8 大港口物流效率进行评价,提出通过均衡投入提升物流效率等建议。邓学平和王旭等学者(2008)利用 DEA Malmquist 生产效率变化指数,分析我国物流企业 2001 年至 2006 年的全要素生产效率问题,提出了解决效率低的途径。黄勇和徐景昊(2009)利用 DEA 的 C^2R 模型和 C^2GS^2 模型对我国中部 6 省社会物流效率进行评价并提出改进建议。余泳泽、武鹏(2010)利用随机前沿生产函数分析物流产业的效率并分析了显著影响因素。田振中(2011)采用 DEA 模型和 Tobit 回归模型分析各省物流业运行效率及其影响因素。张春梅(2011)以 2000 年到 2008 年内蒙古物流产业发展情况为实例分析,对运用 DEA 对物流产业发展纵向评价的实用性进行验证;陈松、惠青、郭延江(2013)运用 DEA-Malmquist 生产力指数方法评价海南省物流业的动态效率;孟魁(2014)使用三阶段 DEA 方法研究在能耗和碳排放约束条件下中部地区的物流效率问题。陈小燕与李颖(2015)用 DEA 模型对福建省各地区的物流效率

表 1 “一带一路”重点 18 省份物流投入产出指标体系表

指标类型	指标名称	变量	单位
投入指标	交通运输、仓储及邮政业城镇单位就业人员	X_1	万人
	交通运输、仓储及邮政业城镇单位就业人员工资总额	X_2	亿元
	交通运输、仓储和邮政业全社会固定资产投资	X_3	亿元
	等级公路里程	X_4	万公里
产出指标	货物周转量	Y_1	亿吨公里
	交通运输、仓储和邮政业增加值	Y_2	亿元
	地区生产总值	Y_3	亿元

表 2 2014 年“一带一路”重点 18 省份物流相关数据表

省份	投入指标				产出指标		
	X_1 (万人)	X_2 (亿元)	X_3 (亿元)	X_4 (万公里)	Y_1 (亿吨公里)	Y_2 (亿元)	Y_3 (亿元)
新疆	17.38	126.46	753.53	13.19	1,880.92	480.44	9,273.46
陕西	28.73	167.49	987.6	15.12	3,521.46	675.66	17,689.94
甘肃	12.44	69.59	793.74	11.41	2,515.47	280.73	6,836.82
宁夏	3.94	22.89	217.18	3.11	836.84	189.92	2,752.10
青海	4.09	26.38	446.77	6.08	506.94	81.7	2,303.32
内蒙古	21.31	132.42	1,342.49	16.01	4,471.08	1,313.68	1,770.19
广西	20.91	112.94	1,301.57	10.06	4,089.65	733.63	15,672.89
云南	17.11	100.66	1,538.93	18.95	1,445.58	288.5	12,814.59
西藏	0.9	4.81	209.53	5.44	110.38	30.8	920.83
重庆	27.28	151.45	1,202.72	9.87	2,594.96	705.83	14,262.60
黑龙江	27.7	157.8	733	13.5	1811.09	683.12	15039.38
吉林	16.4	88.9	779.9	8.87	1703.81	518.05	13803.14
辽宁	37.6	224.8	1808.5	10.09	12235.71	1488.93	28626.58
上海	51.37	463.73	459.24	1.29	18,633.36	1,044.46	23,560.74
福建	24.04	145.44	1,783.70	8.29	4,780.22	1,320.35	24,055.76
广东	85.4	618.9	2589.9	19.71	14801.03	2740.76	67809.85
浙江	32.69	226.05	1,736.61	11.37	9,539.70	1,525.93	40,173.03
海南	5.43	33.83	351.24	2.54	1,488.11	185.15	3,500.72

进行了分析并提出改进措施建议。潘涛 (2015) 运用超效率 DEA 方法评估 2003 至 2013 年的河南省物流业效率, 分析了其效率提升制约因素。张璇、杨雪荣、王峰 (2016) 借助三阶段 DEA 模型对新丝绸之路经济带物流业效率进行评价并分析了影响因素。

综上所述, 国内外学者运用数据包络分析 (DEA) 进行物流效率的评价一直是研究的热点。研究内容方面, 大量研究从国家物流、区域物流等角度对物流效率问题进行了探讨, 积累了较丰富的理论基础, 许多学者利用 DEA 模型对其研究范围的物流效率进行了评价, 得出了较有价值的结论和建议。本研究在“一带一路”发展战略背景之下, 以 DEA 模型为基础, 借鉴已有相关研究成果, 进一步完善省域物流效率评价的 DEA 模型指标体系, 以 18 个重点省份为研究对象, 对其物流效率进行分析, 从而发现各省物流发展过程中存在的问题, 以期为各地物流发展规划决策提供理论参考。

DEA 模型及指标选取

(一) DEA 模型简介

数据包络分析 (DEA) 最早由美国运筹学家 A.Charnes, W.W.Cooper 和 E.Rhodes 在 1978 年提出, 是运用数学工具评价经济系统生产前沿面有效性的非参数方法, 它适用于多投入多产出的多目标决策单元的绩效评价。基本的数据包络分析模型有 C²R 模型和 BC² 模型, C²R 模型基于决策单元 (DMU) 规模报酬固定的假设, 不考虑规模大小对运行效率造成的影响, 可评价其综合有效性。BC² 模型基于决策单元规模报酬可变的假设, 评价其纯技术有效性, 均可运用投入导向或产出导向来分析效率的高低。考虑现有物流资源的有效利用, 选用产出导向分析各省物流效率。

C²R 模型简介如下:

$$D(e) = \min[\theta - \varepsilon(e^+ S^- + e^- S^+)]$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \alpha X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ S^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_m^+)^T \geq 0, S^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_n^-)^T \geq 0 \end{cases}$$

其中: θ , $\lambda_j, j=1, 2, \dots, n$, 均为对偶变量, m 为单位向量 $e^- = (1, 1, \dots, 1) \in E_m$, s 为单位向量 $e^+ = (1, 1, \dots, 1) \in E_s$, S^+ 和 S^- 均为松弛变量, $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$, $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$, $X_0 = (x_{10}, x_{20}, \dots, x_{m0})^T$,

$$Y_0 = (y_{10}, y_{20}, \dots, y_{s0})^T$$

$\theta^* = 1$, 且 $s^{+*} = 0, s^{-*} = 0$ 。则决策单元 j_0 为 DEA 有效, 决策单元的经济活动同时为技术有效和规模有效。 $\theta^* = 1$, 但至少某个输入或者输出大于 0, 则决策单元 j_0 为弱 DEA 有效, 决策单元不同时为技术效率最佳和规模最佳。 $\theta^* < 1$, 决策单元 j_0 不是 DEA 有效, 决策单元既不是技术效率最佳, 也不是规模最佳。

BC² 模型简介如下:

把固定规模报酬假设更改为可变规模报酬 (variable Returns to Scale, 简记 VRS), 则 DEA 模型中的上述约束条件增加: $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, 得到 BC² 模型:

$$V(e) = \min[\theta - \varepsilon(e^+ S^- + e^- S^+)]$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \alpha X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ S^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_m^+)^T \geq 0, S^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_n^-)^T \geq 0 \end{cases}$$

求得最优解为 $\lambda^0, S^{0-}, S^{0+}, \theta^0$, 若 $\theta^0 = 1$, 且 $S^{0-} = S^{0+} = 0$, 则称被评价决策单元相对技术有效且规模有效; 若 $\theta^0 = 1$, 但 S^{0-}, S^{0+} 不同时等于零向量, 则称被评价决策单元为弱 DEA 有效, 这时该被评价的决策单元不是同时技术有效和规模有效。若 $\theta^0 < 1$, 则称此被评价的决策单元为非 DEA 有效。

(二) 指标选取

通过梳理运用 DEA 模型研究区域物流效率的现有相关研究成果, 发现在指标的选择思路上有较大的相同点, 但在具体指标取舍上存在一些不同。由于我国对于物流业的界定模糊, 物流相关数据因历史统计口径差异缺乏可比性, 大部分研究选择交通运输、仓储及邮政业相关的就业人数、全社会固定资产投资和等级公路里程作为物流投入指标, 选择交通运输、仓储和邮政业产值指标、货运量指标、货运周转量指标等作为物流产出指标。本文在投入指标和产出指标选取时, 在已有研究成果的基础上进行综合比较, 考虑数据的可获得性, 力求较全面地反映一个区域的物流投入和物流产出, 但又要避免重复。因此, 在投入指标上从人力、

物力、财力系统考虑, 增加了现有研究成果较少选择的“交通运输、仓储和邮政业城镇单位就业人员工资总额”指标, 以更全面反映人力、财力的投入。在产出指标上剔除了“货运量”, 选用更具代表性的“货物周转量”反映物流量的产出, 与反映物流产值的直接指标“交通运输、仓储和邮政业增加值”和反映地区经济发展水平的“地区生产总值”形成组合产出指标, 具体指标选取详见表 1。

物流效率分析

(一) 数据来源

本文按表 1 的物流投入产出指标体系, 根据国家统计局网站公布的《2015 中国统计年鉴》和物流产业大数据平台网站, 收集并整理了 2014 年 18 个重点省份的物流相关数据 (见表 2)。

(二) 计算结果

根据 2014 年 18 个重点省份的物流数

表 3 2014 年“一带一路”重点 18 省份物流效率评价表

地区	省份	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模收益
西北	新疆	0.6519	0.6631	0.9831	递增
	陕西	0.7342	0.7834	0.9373	递增
	甘肃	0.703	0.7133	0.9856	递增
	宁夏	0.9988	1	0.9988	递增
	青海	0.4861	0.6985	0.6959	递增
西南	内蒙古	1	1	1	不变
	广西	0.8625	0.8657	0.9963	递增
	云南	0.7093	0.7138	0.9938	递减
东北	西藏	1	1	1	不变
	重庆	0.6479	0.66	0.9815	递增
	黑龙江	0.8975	0.9045	0.9923	递增
	吉林	0.8716	0.8918	0.9774	递增
沿海	辽宁	1	1	1	不变
	上海	1	1	1	不变
	福建	1	1	1	不变
	广东	1	1	1	不变
	浙江	1	1	1	不变
海南	0.8491	1	0.8491	递增	

表 4 2014 年非技术有效省份物流投入产出松弛量表

省份	投入冗余				产出不足		
	S ₁ (万人)	S ₂ (亿元)	S ₃ (亿元)	S ₄ (万公里)	S ₅ (亿吨公里)	S ₆ (亿元)	S ₇ (亿元)
新疆	0	-0.87	0	-6.70	2161.79	0	0
陕西	-5.85	0	0	-8.14	2294.51	45.11	0
甘肃	-0.98	0	-117.33	-4.54	0	65.88	0
青海	-0.08	0	-88.12	-0.07	0	9.25	0
广西	-3.02	0	-173.92	-2.13	0	0	0
云南	-2.44	0	-667.81	-10.94	2173.30	274.96	0
重庆	-4.85	0	0	-0.13	1984.92	0	0
黑龙江	-5.56	0	0	-6.77	2177.17	0	0
吉林	-3.38	0	0	-1.42	1749.88	12.18	0

据,运用数据包络分析软件 MaxDEA5.0 求解,可分析 C^2R 和 BC^2 等模型的技术有效性、规模有效性。以每一个省份作为一个决策单元 (DMU),通过软件自动运行计算,比较各省份物流运行相对效率,计算结果见表 3。对于非技术有效的决策单元,进一步计算其投入冗余和产出不足的数量,计算结果见表 4。

(三) 计算结果分析

1. 综合效率分析。从表 3 的计算结果来看,“一带一路”经济区的 18 个重点省份中有内蒙古、西藏、辽宁、上海、福建、广东、浙江 7 省的综合效率值达到了 1,为 C^2R 有效。新疆、陕西、甘肃、宁夏、青海、黑龙江、吉林、广西、云南、重庆、海南共 11 省的综合效率值小于 1,没有实现 C^2R 有效。从地区分布统计,西北、西南、东北地区,各有 1 个省份综合效率值为 1,分别占 7 个省份的 14.29%;沿海地区有 4 个省份的综合效率值为 1,占 7 个省份的 57.14%。18 个重点省份综合效率的平均值为 0.8562,新疆、陕西、甘肃、青海、云南、重庆、海南共 7 个省份的综合效率值低于平均水平。

2. 纯技术效率分析。从表 3 看,18 个重点省份中有宁夏、内蒙古、西藏、辽宁、上海、福建、广东、浙江、海南 9 个省的纯技术效率值达到了 1,表明物流投入资源得到了有效的利用。其中,宁夏、海南 2 省,虽然实现了纯技术效率最优,但是其规模效率值小于 1,致使综合效率值未达到 1,未实现效率最优化。黑龙江、吉林、广西、陕西、云南、甘肃、青海、新疆、重庆 9 省纯技术效率值小于 1。18 省中 50% 的省份纯技术效率值达到了 1,另外 50% 省份纯技术效率值小于 1,呈现地区间的不平衡现象。以纯技术效率值排序,排名最后 3 位的是青海、新疆、重庆,其纯技术效率值分别仅为 0.6985, 0.6631, 0.6479,表明这 3 个省在物流业管理技术、方法等方面相对落后,对物流资源的配置、整合能力存在不足,造成物流资源浪费和物流产出效率低下。

3. 规模效率分析。从表 3 分析,除青海外规模效率值均大于 0.9,青海的规模效率值偏低,规模效率值仅为 0.6959,处于排名的倒数第 1 位。内蒙古、西藏、辽宁、上海、福建、广东、浙江 7 省处于规模收益不变的阶段。新疆、陕西、甘肃、宁夏、青海、黑龙江、吉林、广西、重庆、

海南 10 个省处于规模收益递增阶段。新疆、陕西、甘肃、青海、广西、重庆、黑龙江、吉林 8 个省,虽处于规模收益递增阶段,但在现有物流产业规模下,尚未达到纯技术效率最优,表明对现有物流资源的整合利用不足,应在挖掘现有物流资源潜力、提升物流运作与管理水平的基础上,扩大物流产业规模。云南省处于规模收益递减阶段,要调整物流投入,避免盲目扩大物流规模。

4. 投入冗余与产出不足分析。从表 4 看,非 DEA 有效的省份,存在着投入冗余或产出不足的现象,需要调整投入量与产出量才能达到物流效率最优。以新疆为例,需要在现有物流资源投入的基础上,减少 0.87 亿元交通运输、仓储和邮政业城镇单位就业人员工资总额和 6.7 万公里等级公路里程,同时增加 2161.79 亿吨公里货运周转量。

结论及建议

本文采用 DEA 模型对我国“一带一路”18 个重点省份 (含自治区、直辖市) 物流投入产出效率进行了分析,发现内蒙古、西藏、辽宁、上海、福建、广东、浙江 7 省的综合效率值、纯技术效率值和规模效率值都达到了 1,物流投入产出 DEA 有效。宁夏、海南物流投入产出的纯技术效率有效,对现有的物流资源实现了合理的配置和利用,但其规模效率较低,物流产业规模不够大,可以通过做大物流业规模实现效率最优。新疆、陕西、甘肃、青海、广西、重庆、黑龙江、吉林 8 个省份的纯技术效率值和规模效率值均小于 1,处于规模收益递增阶段,建议应用先进的物流技术与物流管理方法,提升物流业运作管理水平,调整物流投入与产出水平,实现物流效率的提升。云南省的综合效率、纯技术效率、规模效率均小于 1,处于规模收益递减阶段,需要控制物流投入,调整投入结构,适当缩小物流规模,避免盲目扩大物流规模。

各地区物流发展不平衡。我国“一带一路”18 个重点省份 (含自治区、直辖市) 的物流效率状况呈现出区域性不平衡。沿海地区的上海、福建、广东、浙江、海南 5 省,除海南省外其余 4 省的物流投入产出均为 DEA 有效,其它 13 个非沿海省份中,除了内蒙古、西藏外,综合效率值均小于 1。这反映出沿海地区与非沿海地区物流发展的不平衡性,特别是西部地区物

流发展相对落后,容易形成“一带一路”经济带物流通道的短板,从而影响整体通道的物流效率。因此建议合理规划物流体系,合理配置物流资源,发挥物流资金、物流人才、物流技术、物流管理等资源的协同效益,提升物流效率。

参考文献:

1. Banker R.D., Chmaes A., Cooper W.W. Models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984 (30)
2. Hokey Min, Seong Jong JOO. Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis[J]. Supply Chain Management, 2006 (3)
3. Reza Farzipoor Saen. A Mathematical model for selecting third-party reverse logistics providers[J]. International Journal of Procurement Management, 2009 (2)
4. 隗志才, 金俊武, 王景星. DEA 方法与运输企业技术规模的有效性[J]. 公路交通科技, 1994 (12)
5. 云俊, 张帆. 基于 DEA 模型的港口物流效率评价[J]. 统计与决策, 2006 (19)
6. 邓学平, 王旭等. 我国物流企业全要素生产效率分析[J]. 系统工程, 2008 (6)
7. 黄勇, 徐景昊. 我国中部 6 省社会物流效率的分析与评价[J]. 铁道运输与经济, 2009 (11)
8. 余泳泽, 武鹏. 我国物流产业效率及其影响因素的实证研究——基于中国省际数据的随机前沿生产函数分析[J]. 产业经济研究, 2010 (1)
9. 田振中. 我国区域物流业运行效率评价及其影响因素[J]. 商业经济研究, 2011 (33)
10. 张春梅, 王征宇, 高俊霞. 基于 DEA 的内蒙古物流产业发展有效性评价[J]. 物流技术, 2011 (1)
11. 陈松, 惠青, 郭延江. 基于 DEA-Malmquist 的海南省物流业动态效率评价[J]. 铁道运输与经济, 2013 (6)
12. 孟魁. 基于三阶段 DEA 方法的中部六省物流效率评价[J]. 统计与决策, 2014 (2)
13. 陈小燕, 李颖. 福建省区域物流效率实证研究[J]. 物流技术, 2015 (17)
14. 潘涛. 河南省物流业效率演化发展的影响因素[J]. 社会科学家, 2015 (8)
15. 张璇, 杨雪荣, 王峰. 新丝绸之路经济带物流效率评价——基于三阶段 DEA 实证分析[J]. 学习与实践, 2016 (5)
16. 郝海, 顾培亮, 卢奇. 带有评价准则的数据包络分析模型[J]. 天津大学学报, 2002 (5)