

基于 DEA 的河南省交通运输效率评价

崔 岩, 吴丽美, 曲建华

(河南农业大学 机电工程学院, 郑州 450002)

摘 要: 基于 DEA 方法构建了评价河南省交通运输营运效率的 CCR 模型,选取各类运输方式的营运里程作为输入型指标,客货运周转量作为输出型指标,以河南省 2000—2011 年统计年鉴数据为依据,对其营运的相对有效性进行了评价。评价结果表明:加速发展航空和铁路运输,稳定发展公路运输,适当发展内河运输是提高河南省交通运输的营运效率的合适举措。

关键词: DEA; 交通; 运输效率

中图分类号: U 412 **文献标识码:** A

Assessment on Henan Transportation Efficiency Based on DEA

Cui Yan, Wu Limei, Qu Jianhua

(Mechanical and Electrical Engineering College of Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The authors build the CCR model to assess Henan transportation efficiency based on DEA, choosing line mileage as input index and turnover volume as output index, according to the data of Henan statistic annual. From the appraising result, it is suggested to expand the railway and aviation rapidly, to develop highway smoothly, and to increase waterage properly, which is the right way to improve the Henan transportation operation efficiency.

Key words: DEA; traffic; transportation efficiency

近年来,河南省交通运输业的发展突飞猛进,以高速公路为代表的道路交通更是走在全国前列,铁路、航空、水路、管道等多种运输方式也取得了长足进步,为河南经济发展、对外交流以及人民生活便利提供了重要的支撑。而随着建设中原经济区国家战略的提出,在国家总体交通战略发展框架下科学谋划,构筑布局合理、结构优化、相互衔接、便捷畅通、安全可靠的现代化综合交通运输体系对于完善全国交通路网结构,保障全国交通运输安全畅通,提升中原经济区综合竞争力,促进中部地区发展乃至全国经济社会发展都具有重要意义^[1-2]。本文运用数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)对河南省历年交通运输的营运效率进行定量评价,分析其发展变化特点和趋势,对于提高交通运输营运效率,协调不同运输方式发展,优化综合运输结构具有现实意义。

1 交通运输效率相对有效性评价

DEA 由 A. Charnes 和 W. W. Cooper 等在 1978 年创建,使用数学规划模型进行评价具有多个输入、特别是多个输出的“部门”或“单位”称为决策单元(Decision making unit, 简记 DMU)间的相对有效性,本质上是判断 DMU 是否位于生产可能集的“生产前沿面”上^[3]。依据 DEA 方法、模型和理论,可以直接利用输入输出数据建立非参数的 DEA 模型,对 DMU 进行效率评价与经济分析,得到多种管理信息。该领域的研究应用吸引了众多的学者^[4]。

1.1 具有非阿基米德无穷小的 CCR 模型

DEA 原始的 CCR 模型由于存在计算上的不便,Charnes 在研究线性规划的“退化”问题时通过引入非阿

收稿日期: 2012-11-28

基金项目: 河南省交通运输厅科技攻关项目(2011P59)

作者简介: 崔 岩(1965-),女,河南南阳人,副教授,硕士,研究方向为水资源信息技术与应用,水资源环境评价。

基米德无穷小^[5]的概念使得该问题得以解决.

令 $\varepsilon>0$ 非阿基米德无穷小量, X_j, Y_j 为决策单元 DMU_j 的输入和输出向量, S^+, S^- 为投入与产出的松弛向量, $\hat{e}=(1, 1, \cdots, 1)^T \in E^m, e=(1, 1, \cdots, 1)^T \in E^s$, 则有式 (1):

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta - \varepsilon (\hat{e}^T S^- + e^T S^+), \\ \left\{ \begin{aligned} & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0, \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ & \lambda_j \geq 0, j=1, \cdots, n, \\ & S^- \geq 0, S^+ \geq 0. \end{aligned} \right. \end{aligned} \tag{1}$$

对于 (1), 设其最优解为 $\lambda^0, S^{-0}, S^{+0}, \theta^0$ 则有如下判别法则:

- 1) 若 $\theta^0<1$, 则 DMU_{j_0} 不为弱 DEA 有效;
- 2) 若 $\theta^0=1, \hat{e}^T S^- + e^T S^+>0$, 则 DMU_{j_0} 仅为弱 DEA 有效;
- 3) 若 $\theta^0=1, \hat{e}^T S^- + e^T S^+=0$, 则 DMU_{j_0} 为 DEA 有效.

对模型 (1) 的求解可以采取两种解法: 一种是取 $\varepsilon>0$ 为足够小的正数, 直接用其最优解根据判别法则判断决策单元的有效性. 另一种是应用两阶段法, 将 ε 看做一个无穷小的符号参与迭代运算, 首先求解式 (2)

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta, \\ \left\{ \begin{aligned} & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0, \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ & \lambda_j \geq 0, j=1, \cdots, n, \\ & S^- \geq 0, S^+ \geq 0, \end{aligned} \right. \end{aligned} \tag{2}$$

获得其最优解 $\lambda^0, S^{-0}, S^{+0}, \theta^0$. 若 $\theta^0<1$, 则 DMU_{j_0} 不为弱 DEA 有效; 若 $\theta^0=1$, 则求解式 (3), 获得最优解 $\hat{\lambda}, \hat{S}^-, \hat{S}^+$, 若 $\hat{e}^T S^- + e^T S^+ \neq 0$, 则 DMU_{j_0} 仅为弱 DEA 有效; 若 $\hat{e}^T S^- + e^T S^+ = 0$, 则 DMU_{j_0} 为 DEA 有效, 本文采取两阶段法求解.

$$\begin{aligned} \max \quad & \varepsilon (\hat{e}^T S^- + e^T S^+), \\ \left\{ \begin{aligned} & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = X_0, \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ & \lambda_j \geq 0, j=1, \cdots, n, \\ & S^- \geq 0, S^+ \geq 0. \end{aligned} \right. \end{aligned} \tag{3}$$

1.2 输入输出评价指标

DEA 中输入型指标一般是成本性指标, 输出型一般为效益型指标, 即要求输入指标越小越好, 输出指标越大越好^[6]. 对于交通运输而言, 输入型指标可以包括投资、从业人员数量、线路长度、场站枢纽数量、交通工具保有数量; 输出型指标可以包括客货运量、周转量等, 考虑到数据可得性, 同时从交通运输效率而言, 本文主要从现有交通设施的利用效率着手, 分析其运营状态并提出改善措施, 因而选取各类运输方式的营运里程为输入型指标, 以客货运周转量为输出型指标.

1) 营运里程: 为了能够得到不同运输方式的运营效率, 把铁路、公路、高速公路、水路、航空的线路里程作为输入型指标, 反映目前河南省不同交通运输方式的整体状态, 其中由于高速公路在河南省交通运输中具有突出示范作用, 故而将其分别出来进行分析.

2) 各类运输方式的总体客货运周转量: 该类指标反映了不同交通运输方式提供的服务功能, 体现了其效益型功用。

2 河南省交通运输效率的 DEA 评价

2.1 原始数据获取与处理

通过查阅 2001—2012 年《河南省统计年鉴》, 获得原始数据见表 1, 其中民航航线 2003 年, 2004 年没有统计数据, 为便于比较采用线性插值法确定。

表 1 河南省 2000—2011 年交通运输投入产出指标数据
Tab.1 From 2000 to 2011 transportation input-output index data of Henan province

年份	线路里程					客运周转量	货运周转量
	铁路	公路	高速公路	内河航道	民航航线		
2000	3354	64 453	505	1104	3276	740.98	1 476.51
2001	3319	69 041	1077	1587	45 008	779.93	1 573.28
2002	3347	71 741	1231	1587	45 912	820.83	1 649.22
2003	3410	73 831	1418	1208	53 834	822.92	1 891.73
2004	3752	75 718	1759	1381	59 278	963.09	2 107.26
2005	4000	79 506	2678	1439	64 330	1 000.7	2 282.60
2006	3988	236 351	3439	1439	70 973	1 113.77	2 415.89
2007	3989	238 676	4556	1439	143 899	1 264.1	2 729.30
2008	3989	240 645	4841	1439	164 763	1 517.33	5 215.84
2009	3898	242 314	4861	1439	188 404	1 645.18	6 146.08
2010	4224	245 089	5016	1439	241 151	1 840.64	7 141.82
2011	4203	247 587	5196	1439	188 258	2 033.68	8 471.07

注: 线路里程单位为 km, 客运周转量单位为亿人·km, 货运周转量单位为亿t·km。下同。

针对表 1 中的 12 个决策单元, 使用 LINGO 10.0 带入式 (2) 依次计算得到各个决策单元的相对有效性, 然后利用式 (3) 计算松弛变量得到投入与产出数据的余缺, 计算结果见表 2。由于公路里程中包含了高速公路, 为了比较整体运营效率, 剔除高速公路作为输入指标后采用相同方法计算得到表 3。

表 2 河南省交通运输运营有效性计算结果
Tab.2 The calculation results of transportation operational effectiveness of Henan Province

年份	θ	规模效益	投入冗余					产出不足	
			铁路	公路	高速公路	内河航道	民航航线	客运周转量	货运周转量
2000	1	1							
2001	1	1							
2002	0.96	0.93			18.32	265.18			351.59
2003	0.95	0.88	32.7				6 133.59		
2004	1	1							
2005	1	1							
2006	0.95	1.07		94 458.7	1 227.93				798.92
2007	0.86	0.91		30 024.4	61.38	6.61			1 652.52
2008	0.97	1.02		20 878.2	572.79				228.31
2009	1	1							
2010	1	1							
2011	1	1							

2.2 评价与分析

1) 从表 2 和表 3 对比看出, 剔除高速公路后对各年份的相对有效性没有影响, 变化的只是部分投入或产

表 3 河南省交通运输运营有效性计算结果(剔除高速公路影响)

Tab.3 The calculation results of transportation operational effectiveness of Henan Province (excluding highway)

年份	θ	规模效益	投入冗余				产出不足	
			铁路	公路	内河航道	民航航线	客运周转量	货运周转量
2000	1	1						
2001	1	1						
2002	0.96	0.93			265.18			351.68
2003	0.94	0.85	64.92					16.41
2004	1	1						
2005	1	1						
2006	0.95	1.08		94 458.73	66.53			798.92
2007	0.86	0.91		30 024.36	6.61			1 652.52
2008	0.97	1.02		20 878.21				228.31
2009	1	1						
2010	1	1						
2011	1	1						

出的数值。总体来看,河南省近年来各种运输方式的里程有了巨大的增长,客货运里程得到了显著地提高,线路利用率整体处于较高水平上,各种运输方式处于动态协调中。

2)具体运输方式来看,铁路、民航一直位于相对有效性的临界点,即其利用处于相对饱和状态,对其线路(航线)的增加可以较大幅度的增加客货运周转量;公路(特别是高速公路)多次处于投入冗余状态,即该线路的增长并不能带来客货运周转量的相应增加,反映到河南省公路建设的突飞猛进,短途、短距离交通与运输已经得到满足,大运距、大宗货物的长途运输和交通处于相对紧缺状态。

3)从周转量来看,客运周转一直处于相对有效状态,而货物周转则经常处于有效需求不足状态,反映了河南省作为全国煤炭、粮食等大宗商品主产区,同时又处于沿海与内地产业承接带,货物中转与进出量极大,而作为大宗货物与商品的最主要运输工具的铁路近年来一直处于发展停滞状态,而公路运输对于长运距又相对不经济,水路运输主要为内河,航空运输成本过高,这些事实导致了河南省货运周转的长期短缺。

3 结论

本文基于 DEA 方法构建了评价河南省交通运输营运效率的 CCR 模型,选取各类运输方式的营运里程作为输入型指标,客货运周转量作为输出型指标,以河南省 2000—2011 年统计数据为依据,对其营运的相对有效性进行了评价。从评价结果来看,为了提高河南省交通运输的营运效率应该采取的措施有:加速发展航空和铁路运输,稳定发展公路运输,适当发展内河运输。

需要指出的是,由于本文是对河南省历年数据进行的纵向分析,效率的相对有效仅仅是和自身相比,并不表示投入与产出的绝对匹配;另外由于各种运输方式的有效衔接与运输方式本身管理等也是影响客货运周转量的重要因素,但却由于很难量化而没有纳入输入型指标,因此本文的分析结果需要结合其他相关指标的分析才能得出实用性更高的结论。

参考文献:

[1] 蔡世忠. 中原经济区建设中“三化”协调发展问题研究[J]. 河南农业科学, 2011, 40(6): 1004-3268.

[2] 荆象源, 谭清美, 朱佳翔. 中国交通运输业全要素生产率地区差异的实证研究[J]. 河南科学, 2012, 30(9): 1359-1364.

[3] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Analysis, 1996, 7: 99-101.

[4] Seiford L M. Data envelopment analysis: The evolution of state of art (1978—1995) [J]. Journal of Production Analysis, 1996, 7: 99-137.

[5] Charnes A. Optimality and degeneracy in linear programming[J]. Econometrica, 1952, 20: 160-170.

[6] 魏权龄, 卢 刚, 蒋一清, 等. DEA 方法在企业经济效益评价中的应用[J]. 统计研究, 1989(2): 58-62.