

高速公路与区域经济发展协调性的 DEA 评价模型

袁长伟, 吴群琪

(长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064)

摘要:为评价高速公路与区域社会经济的协调发展水平,采用多指标综合评价方法,建立了包括人口总数、GDP、人均收入等8项指标在内的高速公路与社会经济协调评价指标体系,建构了适用于相对有效性评价的DEA分析模型。利用DEA模型对陕西省进行了实例应用,分析得出人均收入、公路货运周转量过低等因素是导致陕西省高速公路与社会经济协调水平较低的主要原因。这一应用结果表明,采用DEA模型评价高速公路与区域社会经济发展的协调性能保证评价指标权重确定的客观性,并能识别出决策单元无效的原因,本模型可为高速公路建设规划与社会经济发展决策提供依据。

关键词:区域经济;公路运输;数据包络分析;决策单元

中图分类号:F503

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2009)03-0012-03

高速公路对社会经济的发展起着重要的支撑与引导作用。中国高速公路的发展,极大地提高了中国道路网络的整体水平,促进了运输生产力的提升,优化了交通运输结构,有力地促进了中国经济发展和社会进步。但是高速公路建设投资大,沉没成本高,也占用较多土地资源,给生态环境会带来一定的负面影响。所以,高速公路的发展亦不能超出区域社会经济发展的客观需求和实际承受能力,必须寻求高速公路与社会经济协调发展。为寻求协调发展,需对高速公路与区域社会经济的协调水平进行评价,这是运输经济学的重要研究课题。目前这一领域的研究主要针对高速公路对区域社会经济发展的促进作用而展开,采用投入产出法、生产函数法和凯恩斯的乘数理论等方法^[1-2]。若仅仅关注高速公路对区域社会经济发展的促进作用,而不注意到高速公路建设带来的负面作用及不同区域的实际承受力,一味地追求高速公路的片面增长,势必会给资源

和环境带来巨大压力,给区域发展带来沉重的负担。实践中往往将高速公路与国民经济协调发展作为假设前提,然而这假设缺乏严格意义上的论证与支持^[3-4]。因此,在建设资源节约型、环境友好型社会的背景下,需重视高速公路与区域社会经济的双向互动作用,以实现两者协调发展为目标。本文将以高速公路与区域社会经济间互动关系为着眼点,构建高速公路与区域社会经济间协调关系的评价指标体系,采用属于非参数统计分析方法的DEA(Data Envelopment Analysis,数据包络分析)评价模型来评价高速公路与区域社会经济的协调评价。

一、评价指标体系构建

由于高速公路系统和社会经济系统本身均为复杂系统,两者相互间的适应性评价较为复杂,因而高速公路与社会经济发展的适应性评价应是综合性

收稿日期:2009-01-06

基金项目:国家自然科学基金项目(50808022);教育部人文社会科学研究一般项目(07JA910001)

作者简介:袁长伟(1981-),男,湖南邵阳人,讲师,工学博士。

的,对两者适应性的评价也是典型的多指标(或多属性)综合评价问题^[5]。因此,评价指标体系也必须是综合性的。本文分别选取体现社会经济系统和高速公路系统发展总量水平、效率、经济性等方面的指标体系。考虑到数据来源和评价的可行性,确定评价指标体系的具体指标为:社会经济系统的评价指标包括人口总数(X_1)、GDP(X_2)、人均收入(X_3);高速公路系统的评价指标包括高速公路里程(Y_1)、汽车拥有量与高速公路总里程之比(Y_2)、高速公路建设投资占 GDP 比重(Y_3)、公路客运周转量增长与 GDP 增长之比(Y_4)、公路货运周转量增长与 GDP 增长之比(Y_5)。

在上述指标中,人口总数、GDP、高速公路里程为总量指标,分别体现社会经济和高速公路的发展总体规模,其余指标均为相对指标,体现社会经济和高速公路的效率与经济性水平。通过上述 2 组共 8 项指标对公路发展与经济发展的适应性进行刻画。

二、评价模型选择与构建

(一) DEA 模型

DEA 是美国运筹学家 Charnes 和 Cooper 等学者在“相对效率评价”概念基础上发展起来的一种系统分析方法。DEA 以相对效率概念为基础,依据凸分析与线性规划,利用所观察的有效样本数据,对所要进行决策的决策单元(Decision-Making Units, DMU)进行有效性评价。从本质上看,DEA 是一种非参数统计分析方法,特别适用于相同类型具有多输入、多输出投入产出系统的相对有效性评价^[5]。

在评价应用中,通过对输入输出数据的综合分析,DEA 可以求出每个 DMU 综合效率的数量指标,据此将各 DMU 定级排序,确定相对有效的 DMU,并指出其他 DMU 非有效的原因和程度,同时给出各 DMU 有关指标的调整方向和具体调整量。参考 DEA 的评价原理与思路,在高速公路与区域社会经济的发展中,由于高速公路与区域社会经济发展是一种相互依存、相互促进的互动关系^[6],因此两者可看作一种互为输入输出的投入产出系统。若将高速公路作为系统输入,社会经济作为系统输出,系统的投入产出有效性即为高速公路与社会经济发展的协调程度。反之,将社会经济发展作为系统输入,高速公路作为系统输出,系统的投入产出有效性则为社会经济发展与高速公路的协调程度。因此,选用 DEA 方法评价高速公路与社会经济发展协调性具

有极强的可行性。

(二) DEA 模型构建

经过长期发展,DEA 模型根据不同的评价特点与目的扩展了多种形式。为了不失一般性,本文选用比较成熟、易操作的 CCR 模型。在 CCR 模型中,根据构建的指标体系,对于 n 个不同的决策单元而言,每个决策单元 DMU 都有 m 种输入和 s 种输出(在本文的评价中,根据前面的指标体系,则 $m = (3, 5)$, $s = (5, 3)$), X_j 和 Y_j 分别表示第 j 个决策单元的输入和输出向量,即分别为社会经济系统和高速公路系统的评价指标向量,则评价决策单元具有非阿基米德无穷小的 CCR 模型^[7] 为

$$\begin{cases} \min [\theta_{j_0} - \varepsilon(e^T S^- + e^T S^+)], \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta_{j_0} X_{j_0}, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_{j_0}, \\ \lambda_{j_0} \geq 0, j = 1, 2, \cdots, n; S^- \geq 0, S^+ \geq 0. \end{cases}$$

式中: θ_{j_0} 为决策单元 DMU 投入相对于产出的有效性,亦即发展协调指数, X_{j_0} 与 Y_{j_0} 分别为决策单元 DMU 输入向量有效性和输出向量有效性。 ε 为阿基米德无穷小量,即小于任何正数且大于零的数; S^- 为 m 项输入的松弛变量; S^+ 为 s 项输出的松弛变量; $\lambda_j = (\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_n)$ 为 n 个 DMU 的组合系数; $e = (1, 1, \cdots, 1)^T \in E^m$, $e = (1, 1, \cdots, 1)^T \in E^s$ 。

假设模型的最优解为 λ^* 、 S^{*-} 、 S^{*+} 、 $\theta_{j_0}^*$,根据决策单元有效性定理可知^[8]:若 $\theta_{j_0}^* < 1$,则 DMU 为非 DEA 有效;若 $\theta_{j_0}^* = 1$, $e^T S^{*-} + e^T S^{*+} > 0$,则 DMU 为弱 DEA 有效;若 $\theta_{j_0}^* = 1$, $e^T S^{*-} + e^T S^{*+} = 0$,则 DMU 为 DEA 有效。

在具体计算中,首先将社会经济系统的各项指标 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj})^T (j = 1, 2, \cdots, n)$,作为模型输入,即以社会经济系统为输入。假设社会经济系统对高速公路系统的投入、贡献至进一步推动社会经济系统发展为一个过程,通过 DEA 模型计算可得到对于高速公路系统而言的社会经济系统的协调发展指数,记为 $\theta = (\theta_1, \theta_2, \cdots, \theta_n)$;然后将高速公路系统的各项指标 $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \cdots, y_{mj})^T (j = 1, 2, \cdots, n)$,作为模型输入,则可得对于社会经济系统而言的高速公路系统的协调发展指数,记为 $\theta' = (\theta'_1, \theta'_2, \cdots, \theta'_n)^{[9]}$ 。

三、无效决策单元甄别

通过 DEA 进行评价,对于评价结果需要分析导

致评价结果得分低的决策单元。通过甄别无效决策单元,掌握影响评价结果得分低的因素,可以为改进提供方向性指导。这也是提供决策支持的关键一步。

对于无效决策单元的甄别,用 D 表示评价指标体系, D_i 表示 D 中去掉第 i 个评价指标后的指标体系, $\theta_j(D)$ (或 $\theta'_j(D)$) 和 $\theta_j(D_i)$ (或 $\theta'_j(D_i)$) 表示第 j 个决策单元分别在指标集 D 和 D_i 下的社会经济系统 (或高速公路系统) 协调发展指数。

对于 $\theta_j(D) < 1$ 或 $\theta'_j(D) < 1$ (即 DEA 无效) 的决策单元 DMU, 计算:

$$S_{j0}(i) = \frac{\theta_{j0}(D) - \theta_{j0}(D_i)}{\theta_{j0}(D_i)}, i = 1, 2, \dots, \tau;$$

$$\text{或 } S'_{j0}(i) = \frac{\theta'_{j0}(D) - \theta'_{j0}(D_i)}{\theta'_{j0}(D_i)}, i = 1, 2, \dots, \tau;$$

假设第 i_0 和 i_1 指标分别满足 $S_{j0}(i_0) = \min S_{j0}(i)$, $S_{j0}(i_1) = \max S_{j0}(i)$, 则第 i_0 和第 i_1 指标分

表 1 DEA 评价结果

协调指数	初始结果	剔除 X_1	剔除 X_2	剔除 X_3	剔除 Y_1	剔除 Y_2	剔除 Y_3	剔除 Y_4	剔除 Y_5
θ	0.673 1	0.622 3	0.631 2	0.601 4	0.663 3	0.673 1	0.609 1	0.623 6	0.601 4
θ'	0.641 2	0.613 7	0.601 4	0.620 9	0.590 72	0.634 2	0.611 6	0.640 1	0.634 0

表 2 各决策单元 $S_j(i)$ 和 $S'_j(i)$ 的值

指标	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
$S_j(i)$	0.000 0	0.012 4	0.113 2	0.021 4	0.000 0	0.040 9	0.032 0	0.021 2
$S'_j(i)$	0.001 3	0.011 0	0.023 1	0.024 8	0.021 9	0.013 1	0.041 0	0.106 1

从表 1、表 2 可以看出,陕西省高速公路与社会经济发展协调性相对较差,双向协调发展指数 θ 、 θ' 分别为 0.673 1 和 0.641 2。通过表 2 的分析结果可知,人均收入(X_3) 偏低是社会经济系统未能实现与高速公路系统协调发展的最主要原因,公路货运周转量增长与 GDP 增长之比(Y_3) 低是高速公路系统未能实现与社会经济系统协调发展的最主要原因。通过分析可以得出,实现陕西省高速公路与区域社会经济协调发展的改进途径:一方面注重加快经济发展,提高人均收入,另一方面充分考虑运输需求,促进公路客货运输的发展,使社会经济与高速公路建设实现协调发展。

五、结 语

高速公路与社会经济协调发展的定量评价是典型的多指标 (或多属性) 综合评价问题。传统的投入产出法、生产函数法等方法更多关注高速公路对区域社会经济发展的促进作用,而较少关注高速公路建设带来的负面作用及不同区域的实际承受力,

别是对决策单元 DMU 无效性影响最大和最小的指标。如果为输入指标,表明第 i_0 指标对应的输入过大或利用率太低,第 i_1 指标对应的输入过少而成为制约 DMU 协调发展的约束因素;如果为输出指标,则表明第 i_0 指标对应的输出太少,而第 i_1 指标对应的输出太大。

四、应用实例

笔者将对 2006 年陕西省高速公路与社会经济发展进行评价分析。运用 CCR 模型,计算出不同指标体系下社会经济系统相对于高速公路系统的协调发展指数 θ 以及高速公路系统相对于社会经济系统的协调发展指数 θ' ;并计算反映决策单元无效性成因的分析指标 $S_j(i)$ 与 $S'_j(i)$ 。计算结果如表 1^[10]、表 2^[10] 所示:

势必导致高速公路建设的盲目性,使资源和环境付出巨大代价,给区域发展带来沉重的负担。通过建构 DEA 模型,并以陕西省的情况进行实例研究,结果表明,采用 DEA 模型能避免传统评价方法中人为确定权重的主观性,并能识别出决策单元无效的原因,因此,该模型可作为高速公路与社会经济发展规划决策的有效分析工具。

参考文献:

- [1] 王利彬,吴群琪.公路投资对国民经济贡献的探讨[J].中国公路学报,2006,19(3):96-99.
- [2] 刘建强,何景华.交通运输业与国民经济发展的实证研究[J].交通运输系统工程与信息,2002,2(1):82-86.
- [3] 徐海成,李健,杨艳.中国公路交通与经济发展关系的实证研究[J].长安大学学报:社会科学版,2007,9(2):8-13.
- [4] 李伟.交通运输投资与经济增长关系的研究[D].天津:天津大学,2005.
- [5] 魏权龄.数据包络分析[M].北京:科学出版社,2006.
- [6] 赵坚,杨轶.交通运输业与经济增长的关系[J].交通运输系统工程与信息,2003,3(2):65-71.
- [7] 王瑛,孙林岩,陈宏.基于两阶段的物流系统综合评价 DEA/AHP 法[J].长安大学学报:自然科学版,2003,23(3):79-84.

(下转第 20 页)

