

基于带偏好 DEA 模型的长株潭城市群 公路交通效率评价

王卫东, 王京, 吴婕, 王青冬, 刘超
(中南大学 土木工程学院, 长沙 410075)

摘要: 从城市群公路交通系统的输入和输出角度出发, 给出城市群公路交通效率的输入输出指标体系, 建立数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 模型及带偏好 DEA (A-prefer-DEA, PDEA) 模型, 进而对长株潭、长三角和珠三角城市群公路交通效率进行有效计算和综合评价. 传统 DEA 模型的评价结果表明: 长株潭城市群公路交通效率为 DEA 弱有效, 长三角和珠三角公路交通效率为 DEA 有效; PDEA 模型评价结果更直观, 长三角、珠三角和长株潭公路交通效率值分别为 1.678 2、1.577 9 和 0.866 2, 长株潭公路交通效率与长三角和珠三角的差距比较明显.

关键词: 效率评价; DEA 模型; 偏好; 长株潭; 长三角; 珠三角

中图分类号: U 491.1

文献标志码: A

文章编号: 0254-0037(2014)12-1848-07

Highway Traffic Efficiency Evaluation of Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration Based on A-prefer-DEA Model

WANG Wei-dong, WANG Jing, WU Jie, WANG Qing-dong, LIU Chao
(School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: The input-output index system of urban agglomeration highway traffic efficiency was provided from the perspective of urban agglomeration highway transportation system based on the input-output aspects, the data envelopment analysis (DEA) model and the A-prefer-DEA (PDEA) model were then established in this paper. Furthermore, the highway traffic efficiency of the three urban agglomerations called Chang-Zhu-Tan, Yangtze River Delta and Pearl River Delta was effectively calculated and comprehensively evaluated. Traditional DEA model shows that the highway traffic efficiency of Chang-Zhu-Tan urban agglomeration is DEA weak efficiency, however, the highway traffic efficiency of Yangtze River Delta and Pearl River Delta are DEA efficient. The evaluation results based on PDEA model are more intuitive, the highway traffic efficiency value of Yangtze River Delta, Pearl River Delta and Chang-Zhu-Tan is 1.678 2, 1.577 9 and 0.866 2, respectively. Therefore, the gap between Chang-Zhu-Tan highway traffic efficiency and those of Yangtze River Delta, Pearl River Delta is apparent based on PDEA model.

Key words: efficiency evaluation; DEA model; preferential; Chang-Zhu-Tan; Yangtze River Delta; Pearl River Delta

长株潭城市群位于湖南省中东部, 包括长沙、株洲和湘潭三市, 是湖南省经济发展的核心增长

极。长株潭“两型社会”城市群的发展对公路交通效率方面提出了更新更高的要求。公路交通是长株潭城市群建设“两型社会”的核心级引擎,本地区交通运输虽发展迅速,但与国内最富有活力的两大城市群——珠三角和长三角还存在很大差距^[1]。因此,建立城市群公路交通效率评价指标体系,综合评价长株潭、长三角和珠三角城市群公路交通效率,运用科学有效的模型对长株潭城市群公路交通效率进行评价,对长株潭“两型社会”城市群的发展起着至关重要的作用。但国内对城市群交通效率的评价大多停留在定性评价阶段,本文通过分析长株潭、长三角及珠三角城市群当前的公路交通指标及其发展趋势,从城市群公路交通投入和产出角度出发,给出长株潭城市群公路交通效率的“输入”和“输出”评价指标,基于数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型和带偏好的DEA(A-prefer-DEA, PDEA)的效率评价模型进行计算和综合评价。

1 输入输出指标体系

目前,研究城市群公路交通效率一般考虑投入的资本、人力、物力和运输服务的功能性产出等多方面的因素。主要公路网里程(公里)、人均公路网密度($m/人$)和地均公路网密度(m/km^2)等是人力、劳动力、资金投入的表征指标,反映了城市群公路交通效率系统资源投入情况。另一方面,人均GDP(万元/人)、地均GDP(万元/ km^2)以及单位长度公路网产出(亿元/ km)是反映城市群公路交通效率系统输出的经济效益性产出,是公路交通效率的重要组成部分;而公路客运量(万人)和货运量(万吨)代表运输服务的功能性产出;城镇化率(%)则反映出城市的发达与优化程度,同样是城市群公路交通是否高效的一种体现。

依据上述分析并结合长株潭、长三角和珠三角三大城市群公路交通的现状和特点,以及评价指标的科学性和指标值可获得性与定量化,从而选取上述几项指标作为模型的输入和输出指标。所选的这几项输入输出指标均能够从某一角度正确反映地区公路交通效率的内容及内在联系,输入输出指标间成相互关联的有机整体,构成城市群公路交通效率评价系统。从而确定了长株潭、长三角和珠三角城市群公路交通效率的输入输出评价指标体系^[2],如图1所示。

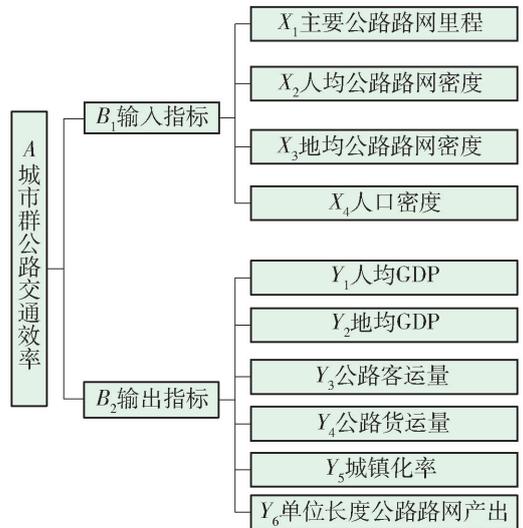


图1 城市群公路交通效率输入输出指标体系

Fig.1 Input and output index systems of urban agglomeration highway traffic efficiency

2 模型评价

DEA模型是数学、运筹学、数理经济学和管理科学的一个新的交叉领域。 C^2R 模型是DEA模型之一,由著名的运筹学家Charnes和Cooper于1978年提出,主要思想是通过数学规划计算,比较被评价机构之间的相对效率。DEA模型的基本功能是“评价”,特别是对研究多个同类样本的“相对优劣性”评价,由于不需要预先估计参数,在避免主观因素和简化运算、减少误差等方面有着不可低估的优越性,该方法近年来被引用到各个领域进行有效性评价分析,对评价城市群公路交通效率有着不可替代的优势^[3-4]。

然而,传统DEA模型(C^2R)在进行评价的过程中,将各指标的重要程度等同看待,未能考虑到评价决策是对各指标的偏好程度,于是本文建立了面向输入、输出的PDEA^[5],考虑到了输入输出权重指标有一定的顺序,即输入和输出指标存在一定的偏好序列,从而运用PDEA模型对城市群公路交通效率进行评价分析。

2.1 评价指标量化

以长株潭(长沙、株洲和湘潭)、长三角(上海、南京、无锡、苏州、常州、扬州、南通、泰州、镇江、杭州、宁波、湖州、绍兴、嘉兴、舟山和台州)以及珠三角(广州、深圳、珠海、佛山、惠州、江门、东莞、中山和肇庆)这3个城市群为分析样本,基于图1所示的输入和输出指标体系,依据湖南省统计年鉴2012、

广东省统计年鉴 2012、江苏省统计年鉴 2012、上海市统计年鉴 2012、浙江省统计年鉴 2012 及实地调查得到基础数据。

特别地,依据满足研究需要及可操作性,本文中所指的主要公路指的是三大城市群各自范围内的高速、国道以及省道,由地理信息系统 (geographic information system, GIS) 数字化处理后得到三大城市

群的主要公路网图层,如图 2 所示。

以 GIS 统计工具对指标进行处理后得到长株潭、长三角及珠三角城市群的主要公路网里程,如表 1 所示。

综上,进而可获得 2011 年长株潭、长三角和珠三角城市群公路交通效率评价的输入和输出指标值,如表 2 所示。

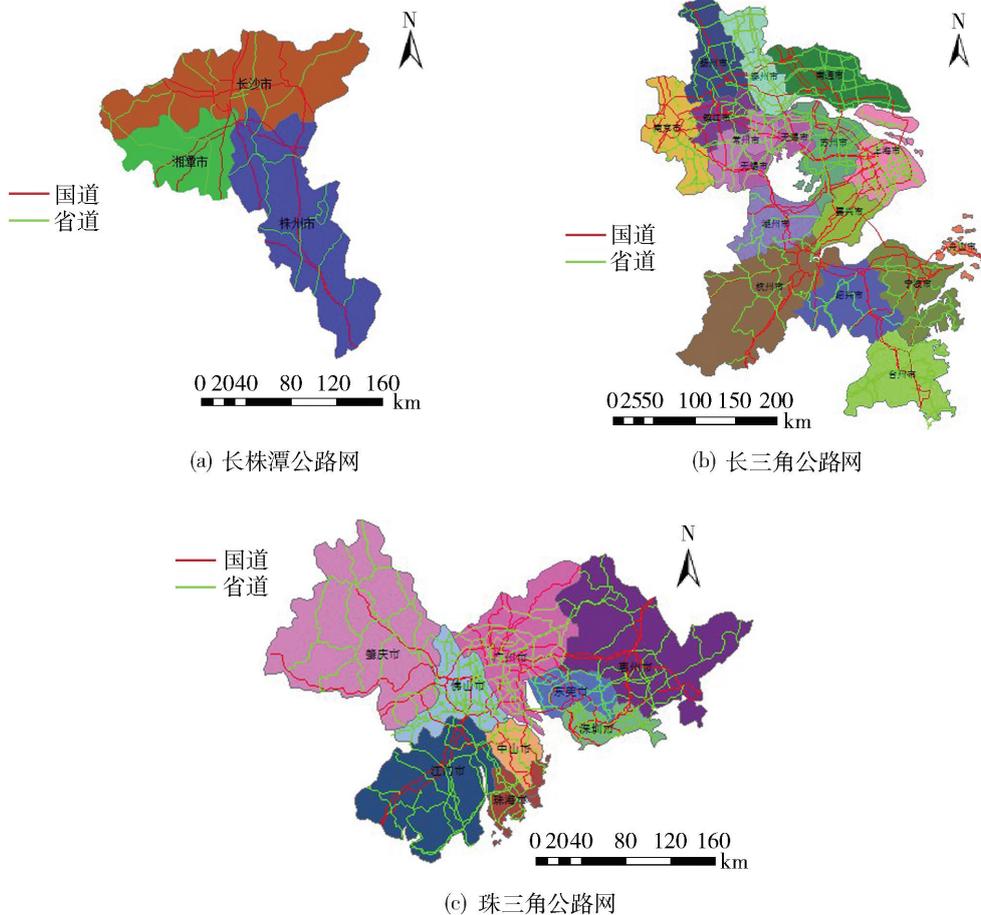


图 2 长株潭、长三角和珠三角主要公路网

Fig. 2 Major highway network of Chang-Zhu-Tan, Yangtze River Delta and Pearl River Delta

表 1 长株潭、长三角和珠三角地区当前主要公路网规模的比较

Table 1 Comparison of present major highway network scale among Chang-Zhu-Tan, Yangtze River Delta and Pearl River Delta

地区	km		
	国道及高速 总里程	省道总 里程	主要路网 总里程
长株潭	1 229.75	1 164.16	2 393.91
长三角	6 046.02	9 590.96	15 636.98
珠三角	2 973.97	6 170.17	9 144.14

2.2 传统 DEA 模型 (C^2R)

假设有 n 个决策单元 (decision making unites, DMU), 每个决策单元都有 m 种类型的输入 (即 m 个输入指标) 和 s 种类型的输出 (即 s 个输出指标)^[6-7]. 其中第 j 个决策单元 DMU_j 的输入和输出向量分别用 X_j 和 Y_j 表示, V 、 U 为权系数, 则有: $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T$, $Y_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj})^T$, $V = (V_1, V_2, \dots, V_m)^T$, $U = (U_1, U_2, \dots, U_s)^T$ 其中: $X_{ij} > 0$, $Y_{rj} > 0$, $V_i > 0$, $U_r > 0$, $j = 1, 2, \dots, n$, $i = 1, 2, \dots, m$, $r = 1, 2, \dots, s$. X_{ij} 表示第 j 个决策单元的第 i 种类型

表 2 输入、输出指标数据表
Table 2 Input and output index data

DMU	城市群	输入指标				输出指标					
		$X_1/$ km	$X_2/$ ($m \cdot a^{-1}$)	$X_3/$ ($m \cdot km^{-2}$)	$X_4/$ ($a \cdot km^{-2}$)	$Y_1/$ ($万元 \cdot a^{-1}$)	$Y_2/$ ($万元 \cdot km^{-2}$)	$Y_3/$ 万人	$Y_4/$ 万 t	$Y_5/$ %	$Y_6/$ ($亿元 \cdot km^{-1}$)
1	长株潭	2 393.91	0.174	85.24	494	6.05	2 990	51 662	42 040	62.08	3.470
2	长三角	15 636.98	0.144	142.29	994	7.57	7 470	398 279	260 540	70.69	5.253
3	珠三角	9 144.14	0.162	167.07	1 037	7.74	7 990	438 675	182 281	83.01	4.781

的输入指标, Y_{rj} 表示第 j 个决策单元的第 r 种类型的输出指标. 则每个决策单元都有相应的效率评价指数为

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \quad (1)$$

运用基于输入输出的传统 DEA (C²R) 模型, 则 (X_0, Y_0) 决策单元 DMU₀ 的线性规划对偶模型为

$$\begin{aligned} \min \theta \\ \text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

引入松弛变量 s^+ 和 s^- , 则模型可改写为

$$\begin{aligned} \min [\theta - \varepsilon (e_1^T s^- + e_2^T s^+)] \\ \text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0 (j = 1, 2, \dots, n), s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

式中: e_1^T, e_2^T 分别为元素均为 1 的 m 维和 s 维向量; ε 表示非阿基米德无穷小量^[8]; $s^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T, s^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_m^+)^T$; θ 为被评价单元 DMU₀ 的效率指数.

1) 当 $\theta = 1$ 且 $s^+ = s^- = 0$ 时, 则被评价单元 DMU₀ 为 DEA 有效, 即在这 n 个决策单元组成的系统中, 在原投入 X_0 的基础上所获得的产出 Y_0 已达到最优, 即表明被评价单元的效率非常高.

2) 当 $\theta = 1$ 且 $s^- \neq 0$ 或 $s^+ \neq 0$ 时, 则被评价单元 DMU₀ 为 DEA 弱有效, 即在这 n 个决策单元组成的系统中, 对于投入 X_0 能够减少 s^- 而保持原产出 Y_0 不变, 或在投入 X_0 不变的情况下可将产出提高 s^+ .

3) 当 $\theta < 1$ 时, 则被评价单元 DMU₀ 为非 DEA 有效, 即在这 n 个决策单元组成的系统中, 可通过组合将投入降至原投入 X_0 的 θ 比例而保持产出 Y_0 不减^[9-10].

对于 DMU₁ (长株潭城市群), 其 DEA (C²R) 模型为

$$\begin{aligned} \min [\theta - 10^{-6} (s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+ + s_4^+ + s_5^+ + s_6^+)] \\ \text{s. t. } \begin{cases} \begin{bmatrix} 2\,393.91 & 15\,636.98 & 9\,144.14 \\ 0.174 & 0.144 & 0.162 \\ 85.24 & 142.29 & 167.07 \\ 494 & 994 & 1\,037 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s_1^- \\ s_2^- \\ s_3^- \\ s_4^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\,393.91\theta \\ 0.174\theta \\ 85.24\theta \\ 494\theta \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 6.05 & 7.57 & 7.74 \\ 2\,990 & 7\,470 & 7\,990 \\ 51\,662 & 398\,279 & 438\,675 \\ 42\,040 & 260\,540 & 182\,281 \\ 62.08 & 70.69 & 83.01 \\ 3.470 & 5.253 & 4.781 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s_1^+ \\ s_2^+ \\ s_3^+ \\ s_4^+ \\ s_5^+ \\ s_6^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.05 \\ 2\,990 \\ 51\,662 \\ 42\,040 \\ 62.08 \\ 3.470 \end{bmatrix} \\ \lambda_j \geq 0 (j = 1, 2, 3), s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

同理, 可以得到长三角 DMU₂ 及珠三角 DMU₃ 城市群的线性规划模型. 利用 MATLAB 软件编程进行计算, 得到长株潭、长三角及珠三角城市群的 DEA (C²R) 模型计算值, 如表 3 所示.

表3 长株潭、长三角及珠三角 C²R 模型的计算结果Table 3 Calculating results of Chang-Zhu-Tan, Yangtze River Delta and Pearl River Delta based on C²R model

DMU	城市群	λ^T	$(s^-)^T$	$(s^+)^T$	θ
1	长株潭	(1.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 6, 0.000 3, 0.000 0, 0.000 0)	1.000 0
2	长三角	(0.000 0, 1.000 0, 0.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	1.000 0
3	珠三角	(0.000 0, 0.000 0, 1.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	(0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0, 0.000 0)	1.000 0

对表3的评价结果分析如下:

1) 长株潭城市群公路交通 DEA 效率值 $\theta = 1$, 但存在 $s^+ \neq 0$, 说明长株潭城市群公路交通表现为 DEA 弱有效, 即表明长株潭城市群公路交通效率并不是很高, 但有着一定的发展潜力。

2) 长三角和珠三角城市群公路交通 DEA 效率值 $\theta = 1$, 且其对应的 $(s^-)^T$ 和 $(s^+)^T$ 均为 0. 因此, 长三角和珠三角城市群公路交通表现为 DEA 有效, 即表明长三角和珠三角城市群公路交通效率是高效率的. 长三角和珠三角是中国当前最富有活力的城市群, 经济发达、交通便利, 在运输服务产出方面也比较高, 投入的指标达到了很好的组合, 并得到了很大的产出。

2.3 带偏好 DEA 模型 (PDEA)

DEA 模型采用的是方案的指标实际值, 它避开了计算每项服务的标准成本, 因为可以把多种投入和多种产出转化为效率比率的分子和分母, 而不需要转换成相同的货币单位, 解决了很多评价方法中在转化过程中带来的误差, 所以用 DEA 模型可清晰地衡量城市群公路交通效率, 从而大大增强了评估的客观性和可实施性. DEA 模型通过最优化过程确定权重, 从而使对一组决策单元的评价更具客观性. 由于优化权值的过程是以效率最高为目标, 因此没有考虑实际问题中各向量权值的定性差别. 而某些情况下系统评价对输入输出有着特定的要求, 需要对权重指标有一定的偏好, 即所谓的专家干预. 此时单纯的 DEA 模型并不能很好地实现这一特性. 于是提出了 PDEA 分析模型^[11-12], 考虑到输入输出权重指标有一定的顺序, 假设其最后 p 个输入分量和 q 个输出分量有一定的顺序, 即存在偏好序列

$$\omega_{m-p+1} \geq \omega_{m-p+2} \geq \dots \geq \omega_m$$

$$\mu_{s-q+1} \geq \mu_{s-q+2} \geq \dots \geq \mu_s$$

则对第 i_0 个决策单元, 带 PDEA 模型为

$$\begin{aligned} \max v = & \mu^T Y_{i_0} \\ \text{s. t. } & \begin{cases} \omega^T X_i - \mu^T Y_i \geq 0 \\ \omega^T X_{i_0} = 1 \\ \omega_j \geq \omega_{j+1}, \mu_k \geq \mu_{k+1} \\ \omega_m \geq 0, \mu_s \geq 0 \\ i = 1, 2, \dots, n, i \neq i_0 \\ j = 1, 2, \dots, m-1 \\ k = 1, 2, \dots, s-1 \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

式中 v 为带偏好 DEA 模型的效率值。

设输入指标 X_1, X_2, X_3, X_4 对应的权重分别为 $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$, 输出指标 $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6$ 对应的权重分别为 $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, \mu_6$. 根据城市公路交通领域的专家们对当前长株潭、长三角及珠三角城市群各指标对城市群的推动作用分析, 确定投入指标权重从大到小依次排序是: 地均公路网密度 (X_3)、人均公路网密度 (X_2)、主要公路网里程 (X_1)、人口密度 (X_4); 输出指标权重从大到小依次排序是: 公路货运量 (Y_4)、公路客运量 (Y_3)、单位长度公路网产出 (Y_6)、地均 GDP (Y_2)、人均 GDP (Y_1)、城镇化率 (Y_5). 即存在带偏好的权重序列

$$\begin{aligned} \omega_3 \geq \omega_2 \geq \omega_1 \geq \omega_4 \geq 0 \\ \mu_4 \geq \mu_3 \geq \mu_6 \geq \mu_2 \geq \mu_1 \geq \mu_5 \geq 0 \end{aligned}$$

则根据式(4), DMU₁ (长株潭城市群) 带偏好 DEA 模型为

$$\begin{aligned} \max v = & 6.05\mu_1 + 2.990\mu_2 + 51.662\mu_3 + \\ & 42.040\mu_4 + 62.08\mu_5 + 3.470\mu_6 \\ \text{s. t. } & \begin{cases} 7.57\mu_1 + 7.470\mu_2 + 398.279\mu_3 + 260.540\mu_4 + \\ 70.69\mu_5 + 5.253\mu_6 - 15.636.98\omega_1 - \\ 0.144\omega_2 - 142.29\omega_3 - 994\omega_4 \leq 0 \\ 7.74\mu_1 + 7.990\mu_2 + 438.675\mu_3 + 182.281\mu_4 + \\ 83.01\mu_5 + 4.781\mu_6 - 9.144.14\omega_1 - \\ 0.162\omega_2 - 167.07\omega_3 - 1.037\omega_4 \leq 0 \\ 2.393.91\omega_1 + 0.174\omega_2 + 85.24\omega_3 + 494\omega_4 = 1 \\ \omega_3 \geq \omega_2, \omega_2 \geq \omega_1, \omega_1 \geq \omega_4, \omega_4 \geq 0 \\ \mu_4 \geq \mu_3, \mu_3 \geq \mu_6, \mu_6 \geq \mu_2, \mu_2 \geq \mu_1, \\ \mu_1 \geq \mu_5, \mu_5 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

同理,可得到另外 2 个单元 DMU_2 (长三角城市群) 和 DMU_3 (珠三角城市群) 的 PDEA 模型. 利用 LINGO8.0 软件求解模型可得长株潭、长三角及珠三角的模型计算值,如表 4 所示.

传统 DEA 模型 (C^2R) 和 PDEA 模型计算结果比较如表 5 所示; C^2R 模型和 PDEA 模型测算的公路交通效率值比较情况如图 3 所示.

表 4 长株潭、长三角及珠三角 PDEA 模型的计算结果

Table 4 Calculating results of Chang-Zhu-Tan, Yangtze River Delta and Pearl River Delta based on PDEA model

DMU	城市群	ω^T	μ^T	v
1	长株潭	$(4.033 \times 10^{-4}, 4.033 \times 10^{-4}, 4.033 \times 10^{-4}, 0.000)$	$(0.000, 0.000, 0.000, 2.060 \times 10^{-5}, 0.000, 0.000)$	0.866 2
2	长三角	$(0.000, 0.000, 7.030 \times 10^{-3}, 0.000)$	$(0.000, 0.000, 0.000, 6.441 \times 10^{-6}, 0.000, 0.000)$	1.678 2
3	珠三角	$(1.074 \times 10^{-4}, 1.074 \times 10^{-4}, 1.074 \times 10^{-4}, 0.000)$	$(2.543 \times 10^{-6}, 2.543 \times 10^{-6})$	1.599 7

表 5 C^2R 模型和 PDEA 模型计算结果比较

Table 5 Comparison of calculating results between C^2R model and PDEA model

DMU	不带偏好 DEA 模型效率值	排序	带偏好 DEA 模型效率值	排序
长株潭	1 [但存在 $s^+ \neq 0$]	2	0.866 2	3
长三角	1 [$(s^-)^T$ 和 $(s^+)^T$ 均等于 0]	1	1.678 2	1
珠三角	1 [$(s^-)^T$ 和 $(s^+)^T$ 均等于 0]	1	1.599 7	2

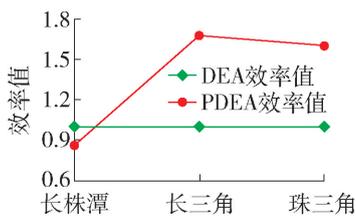


图 3 C^2R 模型与 PDEA 模型测算的交通效率值比较

Fig. 3 Comparison of calculated traffic efficiency value between C^2R model and PDEA model

根据 PDEA 模型评价方法, v 值越大则效率值越高,即表示该城市群公路交通效率越高. 由表 4 可知,目前长三角和珠三角城市群的公路交通效率很高,分别处于第 1 位和第 2 位,且没太大的差距;而长株潭城市群公路交通效率值为 0.866 2,与长三角、珠三角有着较大的差距. 可见带偏好 DEA 模型在一定程度上克服了当输入输出指标过多,而 DMU 相对过少时,DEA 模型的评价结果出现绝大多数 DMU 均为 DEA 有效的失常情况,这在表 5 及图 3 中得到直观体现, C^2R 模型的评价结果显示长株潭 DEA 弱有效,长三角和珠三角均 DEA 有效;而 PDEA 模型中则有着明显的评价排序结果.

3 结论

1) 利用传统 DEA (C^2R) 模型与 PDEA 模型对

长株潭、长三角及珠三角城市群公路交通效率值进行计算并加以分析评价. 传统 DEA (C^2R) 模型没有考虑权重指标的偏好,其评价结果显示长三角和珠三角公路交通效率表现为 DEA 有效,而长株潭公路交通效率则表现为 DEA 弱有效,表明当前长三角和珠三角公路交通效率是高效的;而长株潭公路交通效率处于较为可观的层次上,有着一定的发展潜力. 带 PDEA 模型引入了权重偏好,其评价结果清晰直观地展示了长三角效率值为 1.678 2,珠三角效率值为 1.577 9,长株潭效率值为 0.866 2;说明目前长株潭公路交通效率与长三角和珠三角的差距比较明显,有待于进一步的提高以加快长株潭“两型社会”建设.

2) DEA 模型建立所需条件弱,且有着严密的数学定理公式,能够有效地避免主观因素的影响以减少误差,是研究具有相同类型的部门或单元间的相对有效性的十分有用的工具;不足之处在于评价单元 DMU 过少时会出现绝大多数 DMU 均 DEA 有效的失常情况. 带 PDEA 模型能够在一定程度上克服这种失效情况,从而能更为客观地评价出三大城市群公路交通效率优劣性. 此模型方法对国内外其他城市群公路交通效率评价和其他行业领域的效率评价有着一定的借鉴意义.

3) 另外,可以结合 GIS 技术,绘制基于 GIS 的

交通效率评价图层,更为醒目地展示各城市群公路交通效率的高低情况。

参考文献:

- [1] 蔡立力. 建设“两型社会”的长株潭城市群区域规划[J]. 城市规划, 2009, 33(4): 28-31.
CAI Li-li. Chang-Zhu-Tan polycentric city-region planning from the perspective of constructing conservation-minded and environment-friendly society [J]. City Planning Review, 2009, 33(4): 28-31. (in Chinese)
- [2] JIANG Chang-bing. A model of evaluating transportation system efficiency based on data envelopment analysis approach [C] // 2009 second International Symposium on Electronic Commerce and Security. Piscataway: IEEE Computer Society Publisher, 2009, 2: 337-342.
- [3] 沈小均, 陈峻, 王晨. 基于 DEA 模型的城市公共交通效率评价[J]. 现代交通技术, 2008, 5(6): 76-79.
SHEN Xiao-jun, CHEN Jun, WANG Chen. Evaluation for efficiency of city public transportation based on DEA model [J]. Modern Transportation Technology, 2008, 5(6): 76-79. (in Chinese)
- [4] 刘朝炯. 武汉城市圈道路交通效率评价研究[D]. 武汉: 武汉理工大学交通学院, 2010.
LIU Chao-jiong. Study on the evaluation of the highway transportation efficiency of wuhan urban circle [D]. Wuhan: Transportation Institute, Wuhan University of Technology, 2010. (in Chinese)
- [5] 包耀东, 余久华, 施国洪. 基于带偏好 DEA 和灰色关联的虚拟物流企业联盟的建立[J]. 洛阳工业高等专科学校学报, 2006, 16(3): 39-43.
BAO Yao-dong, YU Jiu-hua, SHI Guo-hong. Based a-prefer-DEA and gray relation analysis on virtual logistics enterprise alliance establishment [J]. Journal of Luoyang Technology College, 2006, 16(3): 39-43. (in Chinese)
- [6] 王朝辉, 王丽君, 杨育生, 等. 高速公路建设费用控制决策体系[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2010, 30(5): 40-45.
WANG Zhao-hui, WANG Li-jun, YANG Yu-sheng, et al. Decision system of expressway construction cost control [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2010, 30(5): 40-45. (in Chinese)
- [7] 张春梅, 马占新. 基于 DEA 的公路建设有效性纵向评价[J]. 交通运输工程学报, 2010, 10(4): 97-102.
ZHANG Chun-mei, MA Zhan-xin. Longitudinal evaluation of highway construction effectiveness based on DEA [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2010, 10(4): 97-102. (in Chinese)
- [8] 张宝成, 王万乐, 林卫峰, 等. 非阿基米德无穷小量 DEA 模型的研究综述[J]. 系统工程学报, 2010, 25(3): 407-412.
ZHANG Bao-cheng, WANG Wan-le, LIN Wei-feng, et al. Review on DEA models involving the non-archimedean infinitesimal [J]. Journal of Systems Engineering, 2010, 25(3): 407-412. (in Chinese)
- [9] HAN J, HAYASHI Y. A data envelopment analysis for evaluating the performance of China's urban public transport systems [J]. International Journal of Urban Sciences, 2008, 12(2): 173-183.
- [10] 张志清, 金光浩. DEA 方法的改进模型在公路网规划方案综合评价中的应用[J]. 北京工业大学学报, 2009, 35(10): 1384-1388.
ZHANG Zhi-qing, JIN Guang-hao. Application of improved model to highway network planning comprehensive evaluation based on DEA [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2009, 35(10): 1384-1388. (in Chinese)
- [11] 李刚, 曲双红, 辛向军, 等. 引入特征 AHP 的 PDEA 评价模型研究[J]. 数学的实践与认识, 2009, 39(13): 105-113.
LI Gang, QU Shuang-hong, XIN Xiang-jun, et al. Research on the evaluation model of PDEA based on the characteristics AHP [J]. Mathematics in Practice and Theory, 2009, 39(13): 105-113. (in Chinese)
- [12] LI Gang, ZHANG Xin-jing. Evaluation of road transportation efficiency in Henan province based on AHP/PDEA model [C] // 2009 second International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation. Piscataway: IEEE Computer Society Publisher, 2009, 3: 595-598.

(责任编辑 杨开英)