

文章编号:1005-0523(2012)01-0079-07

基于DEA的城际铁路列车开行方案评价

曲思源,徐行方

(同济大学运输工程学院,上海 201804)

摘要:旅客列车开行方案评价是优化开行方案的重要手段之一。通过分析我国城际铁路运营特征,建立起城际铁路开行方案指标体系,结合DEA方法的特征对城际铁路列车开行方案评价可行性进行了分析,应用DEA方法中的C²R和BC²模型,对沪宁城际高速铁路列车开行方案的整体有效性和技术有效性加以例证分析。结果表明,方法符合运营实际,该方法的采用对城际铁路列车开行方案的评价研究将起到很好的借鉴作用。

关键词:DEA;城际铁路;列车开行方案;评价

中图分类号:U292.5

文献标志码:A

列车开行方案是铁路基础性的运输组织计划,能从源头上影响后续运输计划的实施效果。文献[1]将城际铁路定义为满足经济发达、人口稠密的城市群内各个城市之间或城市与卫星城市之间旅客出行需要的高速铁路。旅客列车开行方案评价是优化城际铁路列车开行方案的重要手段之一。合理的列车开行方案能为城际铁路旅客提供快捷、舒适、方便的乘车环境以吸引更多客流。文献[2]通过对旅客运输组织和设备运用现行指标的分析,综合构建包括经济、服务指标在内的评价指标体系,并对其进行了聚类分析和主成分分析,合理简化了指标体系的规模;文献[3]应用两种模糊数学理论的评价模型,分别对相同城际列车开行方案进行评价,给出了合理使用两种模型的建议;文献[4]通过分析旅客列车开行带来的经济和社会效益,利用文献[2]提出的指标体系,采用DEA方法对旅客列车开行方案进行了初步分析和评价。文献[5]表明常见的评价方法主要有层次分析法、主成分分析法、数据包络分析法和模糊评价法^[5]。本文在充分借鉴已有文献成果的基础上,通过系统分析城际铁路运营的特征,建立起城际铁路列车开行方案评价体系,采用DEA方法深入地对列车开行方案进行评价,以便为城际铁路运输组织提供理论依据、技术支持和实践指导。

1 DEA模型介绍

1.1 概述

数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)是美国著名运筹学专家Charnes和W W Cooper以相对效率概念为基础、以凸分析和线性规划为工具发展起来的一种效率评价方法。该方法主要采用数学规划方法,利用观察到的数据样本资料,通过对输入和输出数据的综合分析,不但可对同一类型的各决策单元(DMU)的相对有效性进行评定、排序,而且还可利用DEA“投影原理”进一步分析各决策单元非DEA有效的原因及改进方向,从而为决策者提供重要的管理决策信息。文献[6]进一步指出,这种方法结构简单、使用方便,特别实用于多投入、多产出指标时的评价问题。传统的DEA方法主要包括C²R和BR²两个模型,分别评价DMU的整体有效性和技术有效性。其中,整体有效性即在投入一定的情况下是否能够达到更高的产出,即所谓的规模经济效应;技术有效性表示在规模收益不变的(继续增加投入不会产生更多的产出)

收稿日期:2011-12-06

作者简介:曲思源(1972—),男,高级工程师,博士研究生,研究方向为交通运输规划与管理。

的情况下,能否将现有资源充分利用,衡量投入资源的技术利用程度。

1.2 C²R模型

假设有 n 个 DMU, 每个 DMU 都具有 m 种类型输入和 s 种类型输出, 分别用

$$\begin{aligned} X_j &= (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T \\ Y_j &= (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T \end{aligned}$$

表示被评价系统的第 j 个 DMU 的输入和输出向量 (X_j, Y_j) 为第 j 个决策单元。其中 x_{ij} 为第 j 个决策单元对 i 种类型输入的投入量, y_{rj} 为第 j 个决策单元对第 r 种类型输出地产出量, v_i 为对第 i 种类型输入的一种度量或称权重, u_r 为第 r 种类型输出的度量或称权重, $i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, s; j=1, 2, \dots, n$ 。第 j 个 DMU 的效率评价指标定义为

$$\begin{aligned} h_j &= U^T Y_j / V^T X_j \\ V &= (v_1, v_2, \dots, v_m)^T \\ U &= (u_1, u_2, \dots, u_s)^T \end{aligned}$$

对 h_j 总可以适当地选择系数向量 V 和 U , 使 $h_j \leq 1$ 。现在对 j_0 个决策单元进行效率评价, $1 \leq j_0 \leq n$ 。在各决策单元的效率评价指标均不超过 1 的条件下, 选择 V 及 U , 使 h_{j_0} 最大, 于是构成最优化模型为

$$\begin{aligned} \max h_{j_0} &= \frac{U^T Y_{j_0}}{V^T X_{j_0}} \\ \text{s.t. } h_j &= \frac{U^T Y_j}{V^T X_j} \leq 1 \\ V &\geq 0, U \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

此模型是一个分式规划, 求解十分不便, 故利用 Charnes-Cooper 变化, 将分式规划为等价的等式线性规划的 C²R 模型。为此, 令

$$t = \frac{1}{v^T x_0}, \omega = tv, \mu = tu$$

则有

$$\begin{aligned} \mu^T y_0 &= \frac{u^T y_0}{v^T x_0} \\ \frac{\mu^T y_0}{\omega^T x_0} &= \frac{u^T y_j}{v^T x_j} \leq 1, j=1, 2, \dots, n \\ \omega^T x_0 &= 1 \\ \omega &\geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned}$$

因此, 可获得以下线性规划

$$\begin{aligned} \max \mu^T y_0 &= V_P \\ \text{s.t. } \omega^T x_j - \mu^T y_j &\geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ \omega^T x_0 &= 1 \\ \omega &\geq 0, \mu \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

同时也可得到其对偶规划模型, 但这两种模型在最优解得判断上不方便。事实上, 引入非阿基米德无穷小量, 即可得到以下的规划问题, 下面对给出对 j_0 个决策单元进行评价的带有非阿基米德无穷小量 ε 的

C²R模型的对偶规划为

$$\begin{aligned} \min z &= \theta - \varepsilon [e^T S^- + (e^\wedge)^T S^+] \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j + S^+ = Y_0 \\ & \lambda_j \geq 0, S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

式中: z 为目标函数最优值; θ 为有效性程度; S^- 为与投入相对应的松弛变量; S^+ 为与产出相对应的剩余向量; λ_j 为输入输出指标系数; ε 为非阿基米德无穷小量, 通常取 $10^{-5} \sim 10^{-6}$; $e = (1, 1, \dots, 1)^T \in E_m$, $e^\wedge = (1, 1, \dots, 1)^T \in E_s$ 。 X_0, Y_0 为决策单元 j_0 初始输入输出向量; E_m, E_s 分别为 m, s 维向量。

对式(3)进行线性规划求解, 若最优解 $\theta^* = 1, S^{*-} = 0, S^{*+} = 0$ 时, 则决策单元 j_0 为DEA有效, 即同时达到规模有效和技术有效。否则, 可以计算出其在有效前沿面上的投影为

$$\begin{aligned} X_0^* &= \theta^* X_0 - S^{*-} \\ Y_0^* &= Y_0 + S^{*+} \end{aligned}$$

式中: X_0^*, Y_0^* 为决策单元 j_0 调整后的输入输出向量, 其提供了将决策单元 j_0 转变为DEA有效而在输入输出方面必须达到的目标。同时, 利用式(3)的最优解还可以了解规模收益的变化情况, 规模收益可以从产出增量的相对百分比对应投入增量的百分比的比值角度理解, 具体如下:

若 $\frac{1}{\theta^*} \sum_{j=1}^n \lambda_j^* = 1$, 则决策单元 j_0 规模收益不变; 若 $\frac{1}{\theta^*} \sum_{j=1}^n \lambda_j^* < 1$, 则决策单元 j_0 规模收益递增; 若

$\frac{1}{\theta^*} \sum_{j=1}^n \lambda_j^* > 1$, 则决策单元 j_0 规模收益递减。

1.3 BC²模型

对决策单元 j_0 进行纯技术评价的引入具有非阿基米德无穷小量 ε 的BC²模型为

$$\begin{aligned} \min z &= \theta - \varepsilon [e^T S^- + (e^\wedge)^T S^+] \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j + S^+ = Y_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0, S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

式中变量参数说明如(3)式, 该模型用来测算DMU纯技术有效, 即在规模收益不变的情况下能否使资源充分利用, 技术效率是否最高, 判断结论如下:

若式(4)的最优解 $\theta^* = 1$, 则决策单元 j_0 为DEA技术有效; 若 $\theta^* \neq 1$, 则决策单元 j_0 为DEA技术无效。对于BC²模型也可以定义决策单元在DEA的相对有效面上的“投影”, 令

$$\begin{aligned} \hat{X}_0 &= \theta^* X_0 - S^{*-} \\ \hat{Y}_0 &= Y_0 + S^{*+} \end{aligned}$$

式中: \hat{X}_0, \hat{Y}_0 为决策单元 j_0 调整后的输入输出向量, 其提供了将决策单元 j_0 转变为DEA有效而在输入

输出方面必须达到的目标。

2 指标体系的建立

2.1 城际铁路运营特征

文献[7]将城际列车定义为:在城市密集地区各城市间通常以动车组为运载工具,开行的密度较大、速度较快、运距较短、运行有规律、公交化运营就的一类旅客列车,同时具有乘车手续简便、舒适度好等特点。参考文献[8],我国城际铁路运营主要特征主要表现在以下几个方面:

1) 城际铁路运距一般在300 km以内,运营时间一般为6:00—23:00,同一条城际铁路通常采用同一速度等级、同一型号的动车组,并采取“高密度、小编组、公交化”的运输组织模式。公交化运营特征主要通过较高的服务频率表现出来,服务频率是指某一方向一日内提供给旅客乘车选择的车次数量。

2) 城际客流具有对交通出行的时间性、安全性、快速性、舒适性要求较高、对票价承受能力较强等特征,比较关注列车的始发、终到时刻和舒适性、方便性,客流出行具有明显的时段性,每日出行高峰时间一般在8:00—10:00和16:00—18:00。根据客流高峰时段出行需求,相应列车开行方案合理在高峰时段安排密集的车次。

3) 在主要城市间整点开行一站直达高速列车,方便旅客记忆。在开行直达动车组的同时,兼顾中间站,合理安排其他列车的停站,并提高停站方案的规律性。城际铁路列车停站方案通常包括以下4种类别,即:A类列车即一站直达列车、B类列车即大站停列车、C类列车即大站套小站停车、D类列车即站站停列车。其中,停站方案既要适应客流需求,又要保证动车组列车的高速特性。

4) 在保证完成给定的运输任务和必需的检修作业情况下,通常以投入的动车组数量最少为目标作为周转运用最佳的方案。

2.2 指标体系的建立

建立评价体系是综合评价的基础,体系的合理性在很大程度上取决于所建立体系的结构和指标内容,要求能够充分反映被评价对象不同侧面的属性及系统的整体功效。影响因素很多,对旅客来说,主要是运输服务产品质量;对运输企业来说,需要考虑运营成本和效益,即产品成本和效益。城际列车开行方案要提供低成本、高质量的服务。因此,相应列车开行方案的评价体系应当从经济、技术、服务三个指标体现出来。这些指标能够反映旅客列车开行方案的各方面特征。由于整体评价不易看出每一次列车对运营效益的影响,因此,在建立指标体系时,应该考虑对开行方案同时建立总体和个体指标。针对以上分析,建立城际铁路列车开行方案指标体系如表1所示。

3 开行方案的DEA评价

3.1 可行性分析

DEA方法自创立以来吸引了众多研究者,应用范围不断扩大,取得了良好的效果,将DEA方法用于列车开行方案评价,其优越性和可行性如下:

1) 开行方案是一个多目标的、动态的复杂过程,而DEA方法具有对多输入、多输出结构复杂系统的适应性,可评价系统的规模是否有效,从而使系统优化。

2) 运用DEA方法对于系统进行效率评价无需考虑输入和输出指标的量纲问题,即不需要统一量纲。开行方案输入和输出指标各不相同,量纲难统一,DEA方法可以优先使用。

3) DEA决策单元输入和输出的权重为变量,避免了通过主观方法确定权重,因而使评价结果具有很强的客观性

4) DEA输出结果较为丰富,不仅可以反映决策单元的相对效率,还可以反映输入指标的利用率,从而提高改进意见。

3.2 DEA评价指标的建立

应用DEA方法评价效果好坏程度上取决于指标体系的建立。本文结合城际铁路运营输入和输出指标的实际,经过筛选和分析,并确保各输入和输出指标不相互独立的原则,将符合城际铁路列车开行方案输入和输出指标体系建立如表2所示。

表1 城际铁路列车开行方案指标体系

Tab.1 Indicators of intercity train plan

序号	指标	类别	分类号	总体指标	个体指标
1	经济指标	经济指标	1.1	总运营成本	列车运营成本
			1.2	总运营收入	列车运营收入
			1.3	总运营收益	列车运营收益
		客运竞争力	1.4	列车平均保本上座率	列车保本上座率
			1.5	客运市场占有率	列车市场占有率
			1.6	客运潜在市场	列车潜在市场
2	技术指标	速度指标	2.1	平均旅行速度	旅行速度
			2.2	平均技术速度	技术速度
			2.3	平均速度系数	速度系数
			2.4	动车组需要总数量	动车组需要数量
		动车组运用指标	2.5	动车组平均周转时间	动车组周转时间
			2.6	动车组平均运转时间	动车组运转时间
			2.7	列车平均走行公里	列车走行公里
		列车技术指标	2.8	列车数量	-
			2.9	高峰时段列车数量	-
			2.10	平均停站次数	停站次数
			2.11	列车平均间隔时间	-
3	服务指标	周转量指标	3.1	平均旅客到发人数	旅客到发人数
			3.2	平均旅客运送人数	旅客运送人数
		列车服务指标	3.2	平均旅客周转量	旅客周转量
			3.3	列车平均上座率	列车上座率
			3.4	列车服务频率	-
4	客流指标	经济指标	3.5	平均旅客满意程度	旅客满意程度
			4.1	旅客票价总支出	旅客票价支出
		时间指标	4.2	旅客总乘车时间	旅客乘车时间
			4.3	中间站平均候车时间	中间站候车时间
			4.4	始发站平均集结时间	始发站集结时间

表2 城际铁路列车开行方案输入输出指标体系

Tab.2 Input and output indicators of intercity train plan

序号	指标	分类号	总体指标	个体指标
1	输入指标	1.1	总运营成本	列车运营成本
		2.4	动车组需要总数量	动车组需要数量
		2.8	列车数量	-
		2.10	平均停站次数	停站次数
		2.11	停站列车平均间隔时间	-
2	输出指标	1.2	总运营收入	列车运营收入
		1.5	客运市场占有率	列车市场占有率
		1.6	客运潜在市场	列车潜在市场
		2.1	平均旅行速度	旅行速度
		3.2	平均旅客周转量	旅客周转量
		3.3	列车平均上座率	列车上座率
		3.5	平均旅客满意程度	旅客满意程度

4 算例分析

现根据沪宁城际高速铁路6个列车开行方案模拟进行分析与评价,为计算方便,本文只进行总体评价,各方案的输入和输出指标值如表3所示。其中,旅客满意程度可采取抽样调查方式获得,城际铁路的潜在市场可由专家经过调查方式获得,其他指标体系均可从给定方案样本中计算取得。

表3 城际铁路列车开行方案输入输出指标值

Tab.3 Input and output index value of intercity train plan

指标	指标值	单位	方案					
			1	2	3	4	5	6
输入指标	总运营成本	亿元	1.95	1.85	1.90	2.20	2.25	2.30
	动车组需要总数量	组	40	34	36	45	46	48
	列车数量	对	100	95	98	102	103	105
	平均停站次数	次	5	6	6	6	6	6
	列车平均间隔时间	分钟	10.8	11.4	11.0	10.6	10.5	10.2
输出指标	总运营收入	亿元	80.0	84.0	85.0	90.0	95.0	100.0
	客运市场占有率	%	68	68	66	70	72	74
	客运潜在市场	%	0.55	0.40	0.35	2.30	0.28	0.29
	平均旅行速度	km·h ⁻¹	320	310	315	325	330	335
	平均旅客周转量	亿人·km	10	9.0	9.2	11.0	11.2	11.3
	列车平均上座率	%	97	95	90	90	90	85
	平均旅客满意程度	%	80.5	82.5	84.3	85.2	84.5	86.4

4.1 整体有效性分析

运用C²R模型进行DEA有效性分析,选取 $\varepsilon=10^{-6}$,结果见表4。其中,S1⁻,S2⁻,S3⁻,S4⁻,S5⁻分别为松弛变量,S1⁺,S2⁺,S3⁺,S4⁺,S5⁺,S6⁺,S7⁺为剩余变量。

表4 C²R模型评价结果

Tab.4 Evaluating results of C²R Model

DMU	θ^*	S1 ⁻	S2 ⁻	S3 ⁻	S4 ⁻	S5 ⁻	S1 ⁺	S2 ⁺	S3 ⁺	S4 ⁺	S5 ⁺	S6 ⁺	S7 ⁺	$\sum \lambda_j^*$	整体有效性	规模收益
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	有效	不变
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	有效	不变
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	有效	不变
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	有效	不变
5	0.999 5	0.048 3	1.075 8	0	0	0	1.387 4	0.748 2	0.038 9	0	0	0	1.138 0	1.002 2	无效	递增
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	有效	不变

由表4可知,只有方案5非DEA有效,其余4个方案同时具有技术有效性和规模有效性,列车开行方案适合市场需求,投入产出要素达到了最佳的组合,并取得了最大的产出,资源运用不存在冗余。对方案5进行投影分析,结果如表5所示。

表5 非DEA有效的DMU投影结果

Tab.5 Efficient DMU projection results of non-DEA

DMU	总运营成本/亿元	动车组需要总数量/组	列车数量/对	平均停站次数/次	列车平均间隔时间/min	总运营收入/亿元	客运市场占有率/%	客运潜在市场/%	平均旅行速度/km·h ⁻¹	平均旅客周转量/亿人·km	列车平均上座率/%	平均旅客满意程度/%
5	2.2	45	103	6	10.5	96.4	72.7	0.32	330	11.2	90	84.5

由表5投影测度可知,该方案运营成本投入冗余0.05亿元,动车组需要数量投入冗余1组,而总运营收入应当增加1.4亿元,客运市场占有率和潜在市场可分别提高0.7和0.04,此时,投入产出整体有效达到最佳组合。

4.2 技术有效性分析

运用BC²模型进行DEA技术有效性分析,选取 $\varepsilon=10^{-6}$,结果见表4。其中,S1-,S2-,S3-,S4-,S5-分别为松弛变量,S1+,S2+,S3+,S4+,S5+,S6+,S7+,为剩余变量。

表6 BC²模型评价结果

Tab.6 Evaluating results of BC² Model

DMU	θ^*	S1-	S2-	S3-	S4-	S5-	S1+	S2+	S3+	S4+	S5+	S6+	S7+	技术有效性
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有效
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有效
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有效
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有效
5	1	0.04	0.80	0	0	0.06	1.80	0.80	0.03	0	0	0	1.12	无效
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	有效

同样,由表6可知,仅方案5为技术无效性。其余方案均能够在技术上充分利用,效率较高。将方案5进行投影分析,如表7所示。

表7 非DEA有效的DMU投影结果

Tab.7 Efficient DMU projection result of non-DEA

DMU	总运营成本/亿元	动车组需要总数量/组	列车数量/对	平均停站次数/次	列车平均间隔时间/min	总运营收入/亿元	客运市场占有率/%	客运潜在市场/%	平均旅行速度/km·h ⁻¹	平均旅客周转量/亿人·km	列车平均上座率/%	平均旅客满意程度/%
5	2.21	45	103	6	10.4	96.8	72.8	0.31	330	11.2	90	85.6

由表7可知,方案5总运用成本冗余0.04亿元,动车组需要数量冗余1组,而总运营收入应增加1.8亿元,客运市场占有率、潜在市场、平均旅客满意程度应增加0.8,0.03,1.1,此时,投入产出到达技术有效最佳组合。

5 结束语

近年来,由于DEA法在评价方面的有效性,其改进模型的研究成果大量出现。例如,把DMU分成有效和非有效两大类,但DMU的有效性还可以进一步刻画。同时,DEA法不需要预先给出权重是其一个优点,但有时也成为一缺点,很多学者给出了新的含偏好信息的模型,并在实际应用中,产生了许多扩展模型。一些学者提出了能包含多种常用模型的综合模型;还有学者引入随机变量的模式建立随机DEA模型进行分析,等等。因此,有待进一步将DEA改进模型结合列车开行方案进行评价分析。

参考文献:

[1] 曲思源,徐行方. 城际铁路票额分配随机规划模型[J]. 华东交通大学学报,2011,28(4):112-116.
 [2] 邓连波,史峰. 旅客列车开行方案评价指标体系[J]. 中国铁道科学,2006,27(3):106-110.
 [3] 徐行方,程贻奇. 城际列车开行方案评价模型的适用性分析[J]. 同济大学学报:自然科学版,2008,36(1):53-56.
 [4] 张玉召,张红伟. 旅客列车开行方案的DEA分析与评价[J]. 兰州交通大学学报:2008,27(6):29-31.
 [5] 泰寿康. 综合评价原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2003:6.

(下转第94页)

- [4] 张璇. 从《查太莱夫人的情人》看劳伦斯的生命意识[J]. 海南师范大学学报:社会科学版, 2010(2):97-100.
- [5] 刘淑兰. 英国产业革命史[M]. 长春:吉林人民出版社, 1982:19.
- [6] 侯维瑞. 英国文学通史[M]. 上海:上海外语教育出版社, 1999:530.
- [7] 布伦达·马多克斯. 劳伦斯:有妇之夫[M]. 邹海仑, 等译, 北京:中央编译出版社, 1999:148.
- [8] 王雅琴. 爱的拥有, 爱的超越——浅论劳伦斯的性爱小说[J]. 江南大学学报, 1991(1):46-50.

On Lawrence's Ecological Thinking and Its Origin

Shan Weihong

(School of Foreign Language, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: David Herbert Lawrence is regarded as one of the most creative and controversial writers of the early twenty century. Most of his works attract scholars and reporters' attention and their comments. His attachment to nature and analysis to the relationship among people, between man and nature and man and society are all worthy of study. He contributes his life to exploring the relationship between mankind and nature, which is attracted scholars' attention at home and abroad. This article explores the origin of Lawrence's ecological thinking from his historical background, cultural influence and life experience to reveal his writing motivation and attitude.

Key words: ecological thinking, historical background, cultural influence, life experience

(上接第85页)

- [6] 马占新. 数据包络分析模型与方法[M]. 北京:科学出版社, 2010:4.
- [7] 徐行方, 忻铁朕, 项宝余. 城际列车概念及其开行条件[J]. 同济大学学报:自然科学版, 2003, 31(4):432-436.
- [8] 曲思源, 徐行方. 城际铁路动车组运用计划模型[J]. 同济大学学报:自然科学版, 2010, 38(9):1298-1302.

Evaluation of Train Operation Plans of Intercity Railway Based on DEA

Qu Siyuan, Xu Xingfang

(School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: The train operation plan evaluation is one of important means of optimizing train operation plan. By analyzing intercity operation characteristics in China, the intercity railway train operation plan index system is set up. Combining DEA method, the features of the inter-city railway train operation plan feasibility is analyzed and the DEA evaluation model is established. Applying DEA method of C^2R and BC^2 model, the overall effectiveness of and technical effectiveness of Shanghai-Nanjing intercity high-speed railway train operation plan are analyzed. The result indicates the method is in accordance with the actual situation of inter city railway and has been taken into practice. The use of the method will be a reference for the inter city train operation plan evaluation index system.

Key words: data envelopment analysis; intercity railway; train operation plan; evaluation