



基于 DEA 输出模型的顾客满意效率评价

王鑫

中国质量协会 北京市海淀区百胜村路 6 号

摘要: 顾客满意是企业的发展之本、竞争之道, 一直是企业关注的重点所在, 然而企业顾客满意效率如何评估, 企业的相同分支机构、不同产品与服务的顾客满意效率如何评价, 这往往成为困扰企业管理者的难题。A. Charnes 和 W. W. Cooper 等人提出的数据包络分析 (DEA) 模型可以很好的解决这一难题。数据包络分析是通过数学规划模型评价具有多个输入、多个输出的决策单元 (分支、部门、产品、服务) 的相对有效性的非参数分析方法, 可以用以评价有限多个决策单元之间的相对有效性。本文将运用 DEA 中 BC^2 输出模型来解决顾客满意效率评估这一问题, 并通过华北区域某品牌汽车 4S 店顾客满意度调研数据来进行实证研究。

关键词: CCSI; DEA; 顾客满意效率; 有效性; 规模收益

1 引言

1965 年, 自卡道佐(Cardozo, 1965)首次将顾客满意的概念引入到营销领域中以来, 无论是学界、商界对顾客满意的关注逐步加深。越来越多的企业从以产品为核心转向以顾客为导向的发展中来, 顾客往往不再是被动的产品接受者, 而更加主动地参与到产品设计的进程中, 故而如何去衡量顾客满意度, 从管理的角度评估顾客满意效率显得愈加重要。

1.1 中国国家顾客满意度指数模型

1988 年, 美国学者 Fornell 教授将结构方程和满意心理路径相结合, 提出了顾客满意度模型, 成为世界各国制定国家满意度指数模型的基础。自瑞典最先推出瑞典顾客满意指数 (SCSB) 开始, 之后不断发展出美国顾客满意度指数 (ACSI)、与欧洲顾客满意度指数 (ECSI)。在此基础上, 我国提出更具有针对性的中国顾客满意度指数 (CCSI) 来评价顾客满意程度 (如图 1 所示)。CCSI 模型由品牌形象、预期质量、感知质量、感知价值这四个原因结构变量与用户满意度、用户抱怨及用户忠诚度这三个结果结构变量所组成。在评价国家、某个行业或某个企业顾客满意度时, 需分别从顾客满意度、顾客抱怨与顾客忠诚度等多个维度来探讨顾客对企业的满意程度, 对更多企业而言, 他们往往更加关注顾客满意度指标, 而忽视了同样作为评价结果指标的抱怨与忠诚情况。那么如何系统的评价顾客满意结果指标, 让企业能够更加综合的去思考与评判顾客满意结果, 此为企业亟待解决的困惑之一。

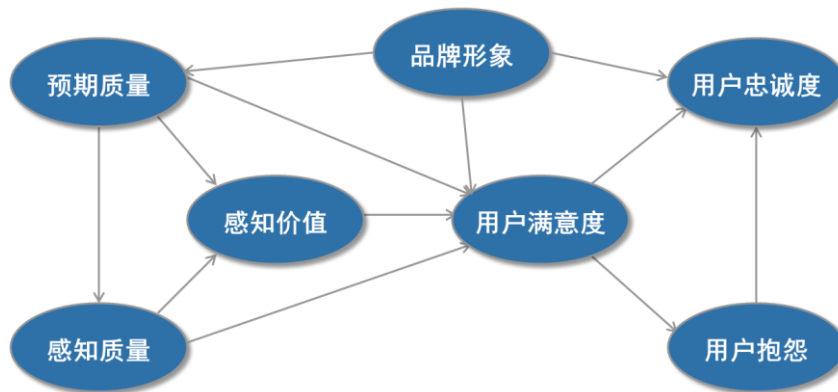


图1 中国顾客满意度指数模型 (CCSI)

同时,对于有多个相同职能作用的分支机构,提供不同产品与服务的企业来说,如何通过更加客观与公平的方法方式去评价其顾客满意的相对有效性也是企业管理中所面临的困惑。实际上,1997年在《通过数据包络分析方法监视宾馆生产效率》一文的结尾部分就提出,在未来的研究中可以考虑在进行生产效率评估的时候将更多的柔性、市场性的变量,比如形象、顾客满意和服务质量等,纳入到效率评价当中(Johns, Howcroft, & Drake, 1997)。2007年,在《DEA方法应用于旅客满意管理》中也讲述了通过数据包络分析的方法去评价顾客满意管理的效率(SUNGSOO PYO, 2007)。2009年,阮敬教授提出行业服务的顾客满意度效率测算方法,同样是通过数据包络分析的方法来对顾客满意效率进行评价。

1.2 数据包络分析

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, 简称DEA),由著名的运筹学家A. Charnes和W. W. Cooper等人首先提出的,是通过数学规划方法评价具有多个输入与多个输出的决策单元(或者部门)相对有效性的一种非参数分析方法。该方法是根据具有可比性的有限多个决策单元(简称DMU)的多个输入与多个输出的数据,依据既定的公理体系构造出的生产可能集(即:有限多个决策单元数据的包络, Envelopment),来评价决策单元间的相对“效率”。该方法在进行技术有效性评价的同时,对规模收益方面的评价予以拓展,也就是规模收益状况>Returns to Scale)分析(包括“递增”、“不变”和“递减”)。

DEA评估的根本在于生产函数的估算推导,通过实际输出与生产函数所显示的理论输出的比值,即可得到效率值。推导生产函数的一种对各个决策单元的效率值最有利的办法是将决策单元中最外围的点连接起来组成一个“包络面”。这里提到的效率值称之为技术效率(Technical Efficiency, 简称TE),显然如果决策单元(分支、部门)的实际产出与理想产出的差值较小,那么说明该决策单元在不变的输入要素下,充分利用现有技术得到了更多的输出;反之如果该单位的实际输出与理想输出存在差距,也就是说其相应的技术效率值较小,是非技术有效的,反映在一定的要素投入下,输出能力较为低下。

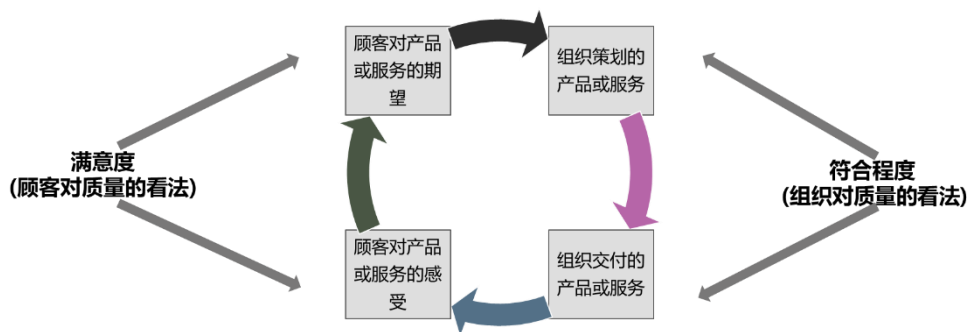
规模收益(Return to Scales)又可称为规模报酬,表示企业(分支、部门)的生产规模变化与其所引

起的产量变化之间的关系。在生产理论中，通常是以全部的输入要素都以相同的比例发生变化来定义企业的输出规模变化。规模收益分为规模收益递增、规模收益不变以及规模收益递减三种状态。规模收益递增是指输入要素增加时带来输出增加比例大于输入增加比例的过程；而输入与输出的增加比例相同时称为规模收益不变，在经济学中亦称此种状态为规模有效（Scale Efficiency）；反之，当输入要素增加所引起输出增加比例小于输入增加比例的过程即为规模收益递减。

从生产函数的角度上来看，DEA 作为多个输入与多个输出的决策单元的相对有效性的评估在生产制造业方面有很好的实证研究，同样的，DEA 在宾馆、银行、高校等服务领域也得到了很好的运用。但是应用角度更多的是从 ISO 10004 中（如图 2 所示）符合程度的视角提出的，更多的从生产的投入与产出等硬性指标来进行效率的评估。

本文通过中国顾客满意指数模型，从顾客的视角出发，从顾客的感知层面进行评估，通过柔性指标（感知指标）来评价企业的顾客满意相对有效性，包括对技术有效性与规模有效性的双重衡量，将品牌形象、预期质量、感知质量与感知价值作为输入变量，用户满意度、用户抱怨率、用户忠诚度作为输出变量，通过数据包络分析中的 BC^2 输出模型进行顾客满意效率的综合评价。

图 2 ISO 10004: 2018 《质量管理 顾客满意 监视和测量指南》附录 B



2 基于 CCSI 模型的顾客满意效率评估

在进行顾客满意效率评价的时候，通过顾客满意度调查收集到的数据多是以观测变量的形式呈现。而作为输入变量的品牌形象、预期质量、感知质量、感知价值，与输出变量的用户满意度、用户抱怨率与用户忠诚度均属于隐变量，需要通过对观测变量的计算获取。故而在进行顾客满意效率评价之前，需根据 CCSI 模型先计算出各个结构变量，再将其作为输入与输出指标，进行顾客满意效率评估。

2.1 CCSI 模型的计算

中国顾客满意度指数模型采用结构方程模型（SEM）来进行计算，其中满意度指数模型中的结构变量称为隐变量，而每个隐变量对应若干可以直接测量的观测变量。



满意度指数的数学模型可表示为:

$$\text{结构模型: } \eta = B \eta + \Gamma \xi + \zeta \dots\dots (1)$$

$$\text{测量模型: } y = \Lambda y \eta + \varepsilon \dots\dots (2)$$

$$x = \Lambda x \xi + \delta \dots\dots (3)$$

其中, η 表示内生潜变量, ξ 表示外生潜变量, B 表示内生潜变量系数矩阵, Γ 表示外生潜变量系数矩阵, Y 表示内生观测变量, x 表示外生观测变量, Λ_y 表示内生观测变量因子负载矩阵, Λ_x 表示外生观测变量因子负载矩阵。将结构模型进一步分解, 可得:

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \\ \eta_5 \\ \eta_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \beta_{54} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \beta_{64} & \beta_{65} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \\ \eta_5 \\ \eta_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ \gamma_{21} \\ \gamma_{31} \\ \gamma_{41} \\ 0 \\ \gamma_{61} \end{bmatrix} \xi + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \\ \zeta_4 \\ \zeta_5 \\ \zeta_6 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} \eta_1 = \gamma_{11}\xi + \zeta_1 \\ \eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi + \zeta_2 \\ \eta_3 = \beta_{31}\eta_1 + \beta_{32}\eta_2 + \gamma_{31}\xi + \zeta_3 \\ \eta_4 = \beta_{41}\eta_1 + \beta_{42}\eta_2 + \beta_{43}\eta_3 + \gamma_{41}\xi + \zeta_4 \\ \eta_5 = \beta_{54}\eta_5 + \zeta_5 \\ \eta_6 = \beta_{64}\eta_4 + \beta_{65}\eta_5 + \gamma_{61}\xi + \zeta_6 \end{cases}$$

其中 ξ =品牌形象, η_1 =预期质量, η_2 =感知质量, η_3 =感知价值, η_4 =顾客满意度,

η_5 =顾客抱怨, η_6 =顾客忠诚度。

将测量模型分解可得:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} \xi + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix} \text{和} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \\ y_9 \\ y_{10} \\ y_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_{31} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{41} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{42} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{43} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & w_{51} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & w_{61} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & w_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \\ \eta_5 \\ \eta_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \\ \varepsilon_7 \\ \varepsilon_8 \\ \varepsilon_9 \\ \varepsilon_{10} \\ \varepsilon_{11} \end{bmatrix}$$

其中 x_1 、 x_2 表示品牌形象的观测变量, y_1 - y_{11} 分别表示预期质量、感知质量、感知价值、顾客满意度、顾客抱怨与顾客忠诚度的观测变量, λ 与 w 分别表示观测变量的权重系数。

一般地, 选取偏最小二乘 (PLS) 方法对结构方程进行计算, 可以得到相应的各结构变量——品牌形象、预期质量、感知质量、感知价值、满意度、抱怨率与忠诚度的得分。

2.2 运用 DEA 中的 BC^2 输出模型进行评估

BC^2 模型是 1984 年由 Charnes、Cooper 和 Banker 提出的, 该模型弥补了 C^2R 模型中要求的规模收益不



变的限制,从而将 DEA 模型的效率分析由原有的单一技术有效性拓展到规模收益状况分析。本文将根据 BC^2 的输出模型,通过在生产可能集上求解最大输出的方法来评价顾客满意的相对有效性。

首先给出 BC^2 模型的生产可能集,其可表示为

$$T_{BC^2} = \left\{ (x, y) \left| \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n \right. \right\}$$

针对该生产可能集, BC^2 的输出模型为:

$$(P_{BC^2}^O) \begin{cases} \max & z \\ \sum_{j=1}^n & X_j \lambda_j \leq X_0 \\ \sum_{j=1}^n & Y_j \lambda_j \geq z Y_0 \\ \sum_{j=1}^n & \lambda_j = 1 \\ \lambda_j & \geq 0, j = 1, \dots, n \end{cases}$$

这里 z 值越大,代表顾客满意效率越低,当 $z = 1$ 时,是最优值,即顾客满意效率为 1,表示在该生产可能集中是 DEA 有效的。而当输出 Z 大于 1 时,表示非 DEA 有效。通过对 Z 值大小的判断,我们可以识别哪些决策单元(分支、部门)的顾客满意效率相对较低,技术有效性还有待提升,从而为提升顾客满意效率指出改进方法。

将顾客满意结构变量代入其中,得到对应的对偶输出模型为:

$$(D_{BC^2}^O) \begin{cases} \min & \omega^T X_0 + \mu_0 \\ \omega^T X_j - \mu^T Y_j + \mu_0 & \geq 0, j = 1, \dots, 13 \\ \mu^T Y_0 & = 1 \\ \omega & \geq 0, \mu \geq 0, \mu_0 \in E^1 \end{cases}$$

这里需要说明的是,抱怨率作为输出变量是逆向指标,在将顾客满意结构变量带入模型进行计算之时,需先对变量进行标准化,同时将逆向指标抱怨率转化为正向指标用户未抱怨率来进行计算。不同于阮静教授在行业服务的顾客满意度效率测算一文中提出的评价方法,本文应用 DEA 方法评价顾客满意效率中引入顾客未抱怨率指标,将 CCSI 模型中所有结果变量均运用于效率评价之中,以保证顾客满意效率的评价更加客观、有效。

此外,本文在运算选取上也区别于传统通过有界多面体“和形式”的 DEA 处理方法,采用“交形式”的 DEA 数据处理方法来进行计算,即通过有限多个线性不等式所交成的生产可能集。在进行顾客满意效率评价时,不再需要线性规划的单纯形方法,只要判断是否满足有限多个线性不等式即可进行评估,并且根据 DEA 模型 WY ,针对“交形式”生产可能集进行规模收益评价,包括规模收益递增、规模收益不变与规模收益递



减, 该方法的计算更加简单、快速, 更利于处理海量数据。通过对规模收益的判断, 旨在研究决策单元(分支、部门)规模收益状况的发展过程, 即当前的规模收益状况是由哪种状态转变而来的, 以及未来的规模收益状况将如何发展, 并给出相应判断, 为企业决策提供参考与支持。

3 研究分析与发现

为进一步理解企业如何通过 DEA 中的 BC^2 输出模型对顾客满意效率进行评估, 本文将通过 2017 年对华北地区某汽车品牌 4S 店的顾客满意调查研究数据进行实证分析。在本次调研中, 该汽车品牌共有 18 家 4S 店开展了顾客满意度调查, 在为期 2 个月的调研中, 共收集有效问卷 1968 份, 且每家 4S 店有效样本量不低于 80, 以保证样本的代表性。

为获取 18 家 4S 店的顾客满意效率结果, 首先需要对 18 家 4S 店的调查数据分别构建中国顾客满意指数模型, 以得到各结构变量的得分以及权重系数(顾客满意度指数具体计算方法与步骤多有文献提及, 此文不再赘述)。

将 18 家 4S 店的顾客满意度模型数据进行标准化与逆向指标正向转化, 得到 DEA 模型评价数据。本文通过 VB6.0 软件进行编程, 用“交形式”对上述决策单元进行效率评估, 得到计算结果如表 1 所示。

表 1 华北地区某汽车品牌 4S 店顾客满意效率评价表

4S 店名称	技术有效性	规模有效性	DEA 效率值
4S 店 17	技术有效	规模收益递增	1.000
4S 店 1	技术有效	规模收益不变	1.000
4S 店 3	技术有效	规模收益不变	1.000
4S 店 9	技术有效	规模收益递减	1.000
4S 店 4	非技术有效	规模收益不变	1.092
4S 店 16	非技术有效	规模收益递减	1.117
4S 店 11	非技术有效	规模收益递减	1.139
4S 店 13	非技术有效	规模收益递减	1.191
4S 店 7	非技术有效	规模收益不变	1.210
4S 店 14	非技术有效	规模收益递减	1.218
4S 店 5	非技术有效	规模收益递减	1.250
4S 店 2	非技术有效	规模收益递减	1.269
4S 店 12	非技术有效	规模收益不变	1.282
4S 店 15	非技术有效	规模收益不变	1.339
4S 店 10	非技术有效	规模收益不变	1.344

4S 店 6	非技术有效	规模收益不变	1. 350
4S 店 8	非技术有效	规模收益递减	1. 413
4S 店 18	非技术有效	规模收益不变	1. 450

注：本文所用数据仅限学术探讨之用。

根据 DEA 中的 BC^2 输出模型，18 家 4S 店从输入指标品牌形象、预期质量、感知质量与感知价值，到输出指标满意度、未抱怨率与忠诚度组成了“交形式”的生产前沿面，根据该生产前沿面所形成的“包络面”对各个决策单元进行效率计算，表 1 给出了某汽车品牌 4S 店在顾客满意方面的效率评估结果。通过表中数据，我们可以根据效率值的大小来识别哪些 4S 店需要进行重点关注以实施改进。从投入产出有效性来看，4S 店 1、3、9、17 顾客满意效率相对有效，顾客感知向顾客满意的转化效率较高；而 4S 店 8 与 4S 店 18 的输出效率值较大，顾客满意效率相对较低，如何有效将用户感知层面转化为满意的心理状态与忠诚的用户行为是该汽车企业需要思考的重点。特别地，我们可以通过效率计算进一步分解到输出指标哪项是短板，企业是更应该注重提升顾客满意的状态，还是有效降低用户抱怨，亦或是继续保持顾客再次推荐与重复购买的忠诚行为。

在判断技术有效的同时， BC^2 输出模型还可以从规模效率方面对 18 家 4S 店的表现做出评价。在规模收益的判断中，我们将该决策单元（4S 店）在生产可能集上进行投影，形成新的决策单元，通过评估该新的决策单元的规模效率来对此决策单元（4S 店）进行规模收益的判断（如图 3 所示）。表 1 的数据结果显示，4S 店 17 处于规模收益递增状态，从“动态”角度进行判断，应适当增加该 4S 店的投入，使其输出指标顾客满意与顾客忠诚可以加倍提升。4S 店 8 通过投影到前沿面，得到其处于规模收益递减状态，在提升顾客感知到顾客满意的效率同时，不应增加输入要素的投入。通过对规模收益的判断，可以帮助企业对 4S 店的管理与决策提供有效依据。

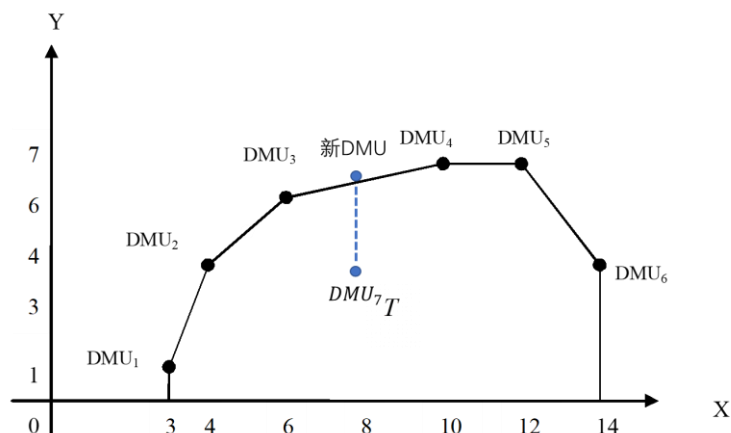


图 3 规模效率判断



4 结论

随着从企业视角向顾客视角的转化,越来越多的企业关注从管理角度如何去提升顾客满意有效性。本文基于 DEA 输出模型,从顾客感知层面去评估顾客满意管理的效率提升,并以某汽车品牌在华北区域的 18 家 4S 店作为决策单元,研究企业在管理层面,如何通过技术有效性去识别具有最佳实践效果的决策单元(4S 店),如何通过对标方式将这些标杆式决策单元的优秀做法进行总结提炼,并在其他非有效性的决策单元中进行推广,不断探寻改进方向,以提高其顾客满意效率,为企业留住更多忠诚的用户。同时,本文还对决策单元的规模收益状态进行研究与思考,从动态角度去分析发展趋势,为企业的经营决策提供支持与参考。

参考文献:

- [1] Banker, R. D., A. Charnes and W.W. Cooper (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- [2] Brockett P L, Golany B. Using Rank Statistics for Determining Programmatic Efficiency Differences in Data Envelopment Analysis[J]. *Management Science*, 1996, 42(3):466-472.
- [3] Charnes, A., W.W. Cooper and E. Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2(1978), 429-444.
- [4] Fornell C, Johnson M D, Anderson E W, et al. The American Customer Satisfaction Index: Nature, Purpose, and Findings[J]. *Journal of Marketing*, 1996, 60(4):7-18.
- [5] Johns, N., Howcroft, B., & Drake, L. (1997). The use of data envelopment analysis to monitor hotel productivity. *Progress in Tourism and Hospitality Research*, 3, 119 - 127.
- [6] Pyo, Sungsoo. Dea Application for the Tourist Satisfaction Management[J]. *Tourism Analysis*, 2007, 12(3):201-211.
- [7] Wei Q.L. and H. Yan., Evaluating Returns to Scale and Congestion by Production Possibility Set in Intersection Form. Hong Kong Polytechnic University, Research Report of Department of Logistics, May. 2008.
- [8] 魏权龄, 王鑫, DEA 模型的“动态”规模收益分析与数据挖掘, *数学的实践与认识*, 第 40 卷第 11 期, 2010.