

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2017.06.014

基于 DEA 的中部六省物流产业效率分析

龚苗苗, 罗定提

(湖南工业大学 商学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 现代物流业是中部六省基础性产业之一, 研究中六省的物流效率对其物流业的发展具有指导意义。因此, 构建了中部六省物流产业的投入、产出指标体系, 利用 DEA 模型对中部六省 2011—2015 年的物流产业效率进行了分析和评价。结果表明, 中部六省的物流效率整体水平较高, 湖北省、湖南省、河南省以及安徽省均达到 DEA 有效, 仅江西省和山西省未达到 DEA 有效。同时, 对影响中部六省物流效率的因素进行了分析, 发现民用载货汽车拥有量以及地区 GDP 状况对中部六省的物流效率有较大的影响力。

关键词: DEA; 中部六省; 物流效率; 效率分析

中图分类号: F505

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2017)06-0078-05

Efficiency Analysis of the Logistics in Six Provinces in Central China Based on DEA

GONG Miaomiao, LUO Dingti

(School of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: The research of the efficiency of modern logistics, one of basic industries in the six provinces in Central China, has guiding significance for the development of logistics industry. Therefore, it is imperative that the input and output index system of the logistics industry in the six provinces in Central China should be constructed, and the efficiency of logistics industry from 2011 to 2015 in these provinces should be analyzed and evaluated by using the DEA model. The research results show that the overall logistics efficiency in the above-mentioned provinces of China is relatively higher, with Hubei province, Hunan province, Henan province and Anhui province proving to be effective on DEA, Jiangxi province and Shanxi province excluded. Meanwhile, an analysis has been made of the factors which affect the logistics efficiency in the six provinces in Central China. It is found that the ownership of civilian trucks and regional GDPs have a greater impact on the logistics efficiency of the six provinces in Central China.

Keywords: data envelopment analysis (DEA); six central provinces in Central China; logistics efficiency; efficiency analysis

0 引言

现代物流业是经济发展的基础性产业之一, 越来越成为国民经济发展的“加速器”和“助推器”^[1], 也是衡量一个国家和地区经济实力和现代化程度的

重要指标之一, 被称为 21 世纪的朝阳产业。现代物流业在衡量一个地区综合竞争力中的重要作用, 使得一些省市、自治区盲目投资物流业, 导致其物流效率低下^[2]。

中部地区是我国重要的经济和人口腹地, 主要

收稿日期: 2017-07-06

作者简介: 龚苗苗 (1992-), 女, 安徽安庆人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为物流与供应链管理, E-mail: 974724629@qq.com

通信作者: 罗定提 (1963-), 男, 湖南浏阳人, 湖南工业大学教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事物流与供应链管理, 委托代理理论等方面的教学与研究, E-mail: zzldt@21cn.com

包括湖北省、湖南省、河南省、安徽省、江西省以及山西省 6 个相毗邻的省份, 其约以全国 10.7% 的土地, 承载了全国约 28% 的人口。近年来, 中部六省的经济得到了快速发展, 物流业的发展也取得了较大的进步。

中部六省作为承东启西的重要交通枢纽, 拥有公路、铁路、水运和航空等多种交通运输方式组成的交通网络系统。武汉、长沙和郑州等省会城市的民用机场已开通了 100 多条国内航线; 同时, 长江、黄河及湘江横贯东西, 水运条件发达, 这些都为中部六省物流业的发展创造了条件。但是, 中部地区的物流业发展状况参差不齐, 部分省份的物流业发展仍然存在一定的问题, 物流效率问题也越来越成为影响中部六省经济发展的关键因素, 因此, 对中部六省的物流效率进行测度和评价至关重要。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

本研究中所选用的方法为数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA), 它是由 A. Charnes、W. W. Cooper 和 E. Rhodes 于 1978 年提出的一种新的系统分析方法, 所以第一个 DEA 模型也被称为 CCR 模型^[3]。在处理多投入、多产出这类较为复杂问题时, DEA 是一种相对有效的办法, 它可以对多投入、多产出的生产决策单元 (decision making unit, DMU) 效率的相对有效性进行评价。利用 DEA 衡量物流产业效率具有如下优势:

1) 物流产业是一个多投入、多产出的复杂系统, 各指标间很难确定具体的函数关系, 而 DEA 则适用于多个输入输出指标之间没有直接函数关系的情况;

2) 物流产业之间存在一定的规模效应, 而 DEA 的变动规模报酬模型则可以用来分析物流产业之间的规模效应;

3) 利用 DEA 可以分析技术效率偏低是由于投入要素冗余导致还是由于产出不足所致, 且可以具体分析该区域技术非有效的原因。

基于以上优势, 本文采用 DEA 来比较分析中部六省的物流效率, 并拟在此基础上提出相应的建议和对策。

DEA 的方法体系中, 比较具有代表性的是 CCR (C²R) 和 C²GS² (BCC) 模型。CCR 模型假设决策单元的规模报酬是固定的, 从而评价多个输入和多个输出生产部门的技术效率和规模效率的总体有效性。C²GS² 则是基于决策单元的规模效率是可变的, 从而

评价生产部门间纯技术有效性问题。CCR 测算出决策单元的 DEA 有效时, C²GS² 可以进一步测算出是规模非有效还是技术非有效造成的。CCR 模型假设规模报酬不变, 但事实上各因素的存在使得规模报酬不变的情况很难实现, 规模的变化会使得决策单元效率发生变化, 因此选择 C²GS² 进行 DEA 效率的计算更为有效。

C²GS² 模型包括投入导向型和产出导向型两种。投入导向型是指在产出不变的情况下, 求得最小投入量; 产出导向型是指在投入不变的情况下, 求得产出的最大化。对于区域物流而言, 与产出相比, 资源的投入量更好控制, 所以本研究选择投入导向型, 在产出不变的情况下寻求资源投入量的最小化。

假设有 j 个 DMU, 每个 DMU 的投入变量和产出变量分别如下:

$$X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T, j=1, 2, \dots, n;$$

$$Y_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T, j=1, 2, \dots, n_0.$$

θ 是投入导向模型中每个决策单元 DMU _{j} 的效率评价指数, 且 θ 满足以下条件:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta^0 = \min \sigma, \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + s^- = \sigma X_0, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = Y_0, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, \\ j = 1, 2, \dots, n_0. \end{array} \right. \quad (1)$$

式中: s^-, s^+ 为松弛变量, 且 $s^- \geq 0, s^+ \geq 0$ 。

1.2 评价指标选取及数据来源

国内学者利用 DEA 对区域物流效率的评价进行了较多研究, 对于物流效率的输入和输出指标体系已较为完善, 具体参见表 1。

表 1 国内相关文献对于区域物流效率的 DEA 研究所采用的投入、产出指标

Table 1 Input and output indicators in DEA research on regional logistics efficiency in China

文献	投入指标	产出指标
[4]	固定资产投资、能源消耗、交通运输、仓储、邮政从业人员	货运量、货物周转量、交通运输仓储和邮政业产值
[5]	物流业投资、公共环境和社会保障投资、公路里程	公路货运量、公路货物周转量、物流业产值
[6]	民用汽车拥有量、交通运输仓储及邮政业在岗职工年末人数、等级公路通车里程	城市生产总值、公路货物周转量
[7]	等级公路里程、民用汽车拥有量、交通运输、仓储及邮电通信人员	公路货物运输量、城市 GDP

本研究基于前述已有省市物流效率评价文献的基础,在投入指标的选取上,利用首先由哈佛大学 Dale W. Jorgenson 教授等人于 1987 年提出的 KLEMS 方法进行选择。KLEMS 法认为初始投入包括资本 (capital)、劳动 (labor) 以及中间投入,中间投入包括能源 (energy)、材料 (material) 和服务 (service),所以本研究中选择了物流从业人数、物流业固定资产投资以及民用载货汽车拥有量作为输入指标。因为物流业产出变量的实用价值最直接的表现形式是货运量和货运周转量,而物流业对社会的贡献则表现为整个社会 GDP 的增加,在考虑数据的可得性以及代表性的基础上,确定将全年货运量、全年货运周转量以及地区 GDP 作为输出指标,具体的评价输入、输出指标如表 2 所示。

表 2 中部六省物流效率评价的输入、输出指标体系

Table 2 Input and output index system of logistics efficiency evaluation in six provinces in Central China

指标类型	指标名称	量符号	单位	指标说明
输入指标	物流从业人数	X_1	人	一定情况下反映物流业从业人员的数量与人力资源的投入
	物流业固定资产投资	X_2	亿元	反映物流业对于购置和建造固定资产的投入力度
	民用载货汽车拥有量	X_3	万辆	一定情况下反映中部六省物流的主要交通工具
输出指标	全年货运量	Y_1	亿 t	反映中部六省物流的活跃程度,代表区域物流的运行状态
	全年货运周转量	Y_2	亿 t·km	
	地区 GDP	Y_3	亿元	物流的发展带动 GDP 的增长,该指标能近似反映中部六省物流发展的总体水平

本研究选取湖北省 (DMU₁)、湖南省 (DMU₂)、河南省 (DMU₃)、安徽省 (DMU₄)、江西省 (DMU₅) 及山西省 (DMU₆) 这 6 个省为决策单元,研究它们在 2011—2015 年 5 a 中的物流产业效率。本文中分析所用的样本数据来源于 2011—2015 年《中国统计年鉴》以及各省的统计年鉴。因为物流业是一个综合性的产业,统计年鉴中并没有物流业的相关信息,所以本文选取了交通运输、仓储以及邮政业的相关数据来代替物流业数据。输入指标中的物流从业人数包括各省当年从事铁路、公路、水路和航空运输业的就业人员数,邮政行业的就业人员数以及装卸搬运和其他运输服务业的就业人员数;物流业的固定资产投资包括交通运输、仓储和邮政业等全社会固定资产投资,2011—2015 年中六省物流产业投入产出的具体数据如表 3 所示。

表 3 2011—2015 年中六省物流产业投入产出数据

Table 3 Data of input and output of logistics industry in six the provinces from 2011 to 2015

年份	决策单元	指标					
		X_1 /人	X_2 /亿元	X_3 /万辆	Y_1 /亿 t	Y_2 / (亿 t·km)	Y_3 /亿元
2011	DMU ₁	248 086	1 030.82	59.72	10.69	3 798.8	19 632.26
	DMU ₂	226 176	1 171.71	54.92	16.85	3 370.8	19 669.56
	DMU ₃	280 151	812.55	106.35	24.10	8 530.8	26 931.03
	DMU ₄	160 860	464.82	74.51	26.84	8 446.4	15 300.65
	DMU ₅	134 935	456.83	46.76	11.19	3 985.1	11 702.82
	DMU ₆	210 673	935.81	61.27	13.44	3 062.5	11 237.55
2012	DMU ₁	219 761	1 266.58	62.69	12.29	4 439.8	22 250.45
	DMU ₂	205 964	1 122.32	58.17	19.11	3 976.9	22 154.23
	DMU ₃	293 238	927.95	109.61	27.21	9 490.3	29 599.31
	DMU ₄	141 799	585.84	74.23	31.24	9 817.8	17 212.05
	DMU ₅	114 681	474.08	47.01	12.72	3 433.5	12 948.88
	DMU ₆	203 241	1 013.42	56.78	14.46	3 341.1	12 112.83
2013	DMU ₁	277 730	1 634.91	68.62	13.10	4 751.8	24 791.83
	DMU ₂	206 068	1 251.20	61.17	18.45	3 832.3	24 621.67
	DMU ₃	402 231	1 201.46	120.78	18.48	7 259.8	32 191.30
	DMU ₄	187 776	830.20	79.94	39.64	12 335.3	19 229.34
	DMU ₅	190 864	488.87	54.56	13.52	3 640.1	14 410.19
	DMU ₆	213 943	956.27	58.29	15.60	3 592.4	12 665.25
2014	DMU ₁	286 275	1 879.69	72.73	15.07	5 503.6	27 379.22
	DMU ₂	211 995	1 435.33	66.40	20.31	4 138.4	27 037.32
	DMU ₃	413 266	1 427.56	165.63	20.08	7 401.1	34 938.75
	DMU ₄	187 151	1 136.69	86.15	43.43	13 500.6	20 848.75
	DMU ₅	186 448	703.40	58.40	15.19	3 828.0	15 714.63
	DMU ₆	223 628	855.69	59.11	16.49	3 710.8	12 761.49
2015	DMU ₁	290 296	2 279.82	70.16	15.39	5 674.1	29 550.19
	DMU ₂	205 956	1 722.96	67.40	19.97	3 895.5	28 902.21
	DMU ₃	417 341	1 937.52	129.72	19.29	6 948.1	37 002.16
	DMU ₄	195 129	1 350.92	87.56	34.58	10 402.3	22 005.63
	DMU ₅	187 031	822.91	59.96	13.03	3 753.5	16 723.78
	DMU ₆	219 740	1 257.64	92.07	16.18	3 438.5	12 766.49

2 实证分析

2.1 基本效率评价

以中部六省为 DEA 中的 6 个决策单元,运用 DEAP2.1 软件对中部六省的综合技术效率、纯技术效率和规模效率进行测算,所得评价结果见表 4。

表 4 中部六省物流效率评价结果

Table 4 Evaluation results of logistics efficiency in the six provinces in Central China

省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	规模收益类型
湖北省	1.000	1.000	1.000	-
湖南省	1.000	1.000	1.000	-
河南省	1.000	1.000	1.000	-
安徽省	1.000	1.000	1.000	-
江西省	0.973	1.000	0.973	drs
山西省	0.656	0.816	0.804	drs
均值	0.938	0.969	0.963	

注: drs 表示规模报酬递减, - 表示规模报酬不变,综合技术效率 = 纯技术效率 × 规模效率。

从综合技术效率看, C^2GS^2 模型规定,当效率值不为 1 时,表示 DEA 非有效;当效率值为 1 时,表

示 DEA 有效。表 4 可知, 2011—2015 年, 中部六省平均综合技术效率为 0.938。其中湖北省、湖南省、河南省及安徽省的物流效率的 DEA 为 1, 说明这 4 个省的物流效率处于 DEA 有效状态。江西和山西省的 DEA 均小于 1, 说明这两个省份处于 DEA 无效状态, 且山西省的综合技术效率值低于平均值, 说明山西省对物流业的投入产出效率低于其他省份。

在 DEA 模型中, 综合技术效率 = 纯技术效率 × 规模效率, 也就是说, 综合效率是由纯技术效率和规模效率共同决定的。湖北省、湖南省、河南省及江西省的规模和纯技术效率值均为 1, 说明这 4 个省份的投入产出符合物流业的发展, 且投入产出已达最优状态。江西省和山西省的规模效率值均低于 1, 说明这两个省份的投入产出结构不合理, 投入产出规模未达最优状态, 需调整投入量以实现规模最优。

通过对中部六省物流业效率的规模收益类型分析可知, 湖北省、湖南省、河南省及安徽省处于规模报酬不变的状态, 而江西省和山西省则处于规模报酬递减的状态。这一结果表明增加投入量不但不能带来更多的产出, 反而造成了资源浪费, 导致效率低下。

2.2 中部六省物流系统松弛变量

利用 DEA 进行中部六省物流效率测度的原因, 是可以通过调整投入变量的幅度以使非 DEA 有效变成 DEA 有效。本文选取 Multi-Stage DEA 的方法分析松弛变量, 因为它可通过选取测度单位的不变性, 从而得出与有效率点尽可能相近的有效投影点^[8]。

在 DEA 模型中, 当投入指标的松弛变量 (s_i^-) 为 0 时, 表示相应决策单元的投入要素发挥了应有的作用; 反之, 则未能完全发挥作用。当产出指标 (s_j^-) 不为 0 时, 表示该决策单元在现有的投入状态下产出不足。所以投入冗余越大, 表明投入的资源没有得到合理配置, 造成了资源浪费。产出不足则表示在现有的投入水平下, 投入的资源没有很好地转化为产出。表 5 所示为 2011—2015 年中部六省的投入、产出指标松弛变量。由表 5 可以看出, 除山西省外, 其他 5 省无明显的投入冗余或者产出不足。

从规模收益类型看, 江西省和山西省规模报酬均呈现递减的变化趋势; 从输入指标看, 山西省的物流业从业人数存在冗余, 冗余量为 730 人; 从输出指标看, 山西省在货运周转量和地区 GDP 上存在产出不足的状况。以上结果说明江西省和山西省的投入产出状况没有得到很好地分配, 资源没有得到有效利用。山西省同时存在投入冗余和产出不足的问题, 但是规模报酬呈现递减的趋势, 可见过多的

投入并不能转化为高产出, 所以必须合理投入, 减少非有效的投入。

表 5 2011—2015 年中部六省投入、产出指标松弛变量
Table 5 Slack variable values of the input and output indexes in the six provinces

省份	投入冗余			产出不足		
	s_1^- 人	s_2^- 亿元	s_3^- 万辆	s_4^- 亿 t	s_5^- (亿 t·km)	s_6^- 亿元
湖北省	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
湖南省	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
河南省	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
安徽省	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
江西省	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
山西省	730	22.722	0.000	0.000	678.399	3 632.260
均值	122	3.787	0.000	0.000	113.067	605.377

2.3 物流效率影响因素分析

通过以上分析, 可看出中部六省中部分省份存在投入冗余和产出不足。因此, 接下来分析各指标对中部六省物流效率的影响程度, 即分析在本文选取的 3 个投入指标与 3 个产出指标中, 哪个指标对中部六省物流效率的投入产出量影响最大。本文试图通过投入、产出指标的不同组合方案来测算各个指标对其效率的影响程度^[9]。由于组合较多, 所以本文通过剔除某一指标后的组合方案来进行比较, 利用 DEAP2.1 软件, 计算出不同投入、产出方案下的 DEA 均值, 具体的方案和结果如表 6 所示。

表 6 2011—2015 年各投入产出下中部六省物流效率均值
Table 6 Mean value of the logistics efficiency in the six provinces from 2011 to 2015

方案编号	投入 - 产出指标集	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
①	X_2, X_3, Y_4, Y_5, Y_6	0.938	0.969	0.963
②	X_1, X_3, Y_4, Y_5, Y_6	0.927	0.963	0.958
③	X_1, X_2, Y_4, Y_5, Y_6	0.865	0.899	0.957
④	X_1, X_2, X_3, Y_5, Y_6	0.931	0.961	0.963
⑤	X_1, X_2, X_3, Y_4, Y_6	0.933	0.969	0.958
⑥	X_1, X_2, X_3, Y_4, Y_5	0.747	0.933	0.796

用 D 表示投入 - 产出指标集, $V(D)$ 表示指标集 D 下 2011—2015 年的 DEA 效率均值, D_i 表示剔除第 i 个指标后的指标集 (包括投入指标和产出指标), $V(D_i)$ 表示剔除第 i 个指标后 6 个方案的 DEA 均值, 则各指标对于 DEA 效率的影响程度可用下式表示:

$$S_i = \frac{V(D) - V(D_i)}{V(D_i)}, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6. \quad (2)$$

式 (2) 中, S_i 为第 i 个指标对 DEA 效率的影响程度, S_i 越大, 则第 i 个指标对 DEA 的影响程度越大; S_i 越小, 则第 i 个指标对 DEA 的影响程度越小^[5, 9]。表 7 是各个输入指标与输出指标对中部六省物流效率

影响程度的计算结果。

表7 各指标对DEA效率值的影响程度
Table 7 Influence degree of each index on the DEA efficiency value

指标类型	指标名称	影响程度
投入指标	交通运输、仓储以及邮政业从业人员	0.036
	物流业固定资产投资	0.042
	民用载货汽车拥有量	0.043
产出指标	全年货运量	0.036
	全年货运周转量	0.042
	地区GDP	0.254

由表7可知,从投入指标角度来看,对中部六省物流效率影响最大的是民用载货汽车拥有量,影响程度为0.043;从产出指标角度来看,地区GDP对中部六省产出效率的影响最大,影响程度为0.254。

3 结论

本研究利用DEA分析法,对中部六省2011—2015年的物流效率评价相关数据进行了统计和测算,得出如下结论:

1) 中部六省的物流效率整体水平较高,区域发展较为平衡。在中部六省中,湖北省、湖南省、河南省及安徽省均达到了DEA有效,虽然江西省的物流效率与其他省份之间存在一定的差距,没有达到DEA有效,但是与DEA有效的省份差距较小。其中DEA非有效的两个省份中,规模报酬均处于递减状态,需要适当减少物流投入,并且部分省份的投入产出结构不合理,物流投入并没有合理转化为物流产出,DEA非有效的省份要参考DEA有效省份的经验进行战略调整,发挥其自身优势,促进区域交流与合作,共同促进中部六省物流业快速发展。

2) 从对中部六省物流效率影响因素来看,地区GDP是影响中部六省物流投入与产出效率最为重要的一个因素。从投入角度来看,民用载货汽车拥有量是影响部分省份DEA非有效的主要约束因子,这说明中部六省的民用载货汽车拥有量仍然存在不足。从产出角度来看,地区GDP是影响中部六省物流效率的主要产出要素,部分省份地区GDP仍然达不到满意的状态。

参考文献:

[1] 崔忠付. 中国物流业发展所面临的任务[J]. 中国流通经济, 2009, 23(6): 11-13.
CUI Zhongfu. Major Tasks in Developing China's Logistics Industry[J]. China Business and Market,

2009, 23(6): 11-13.

- [2] 雷勋平, ROBIN Qiu, 刘思峰, 等. 基于DEA的物流产业效率测度实证研究: 基于我国31个省、市、自治区2008年投入产出数据[J]. 华东经济管理, 2012(7): 62-66.
LEI Xunping, ROBIN Qiu, LIU Sifeng, et al. Empirical Research on the Efficiency Measurement of Logistics Industry Based on DEA Model: Based on Input-Output Data in 2008 from 31 Provinces, Cities and Autonomous Regions of China[J]. East China Economic Management, 2012(7): 62-66.
- [3] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[J]. 科学通报, 2000, 45(17): 1793-1808.
WEI Quanling. Data Envelopment Analysis(DEA)[J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(17): 1793-1808.
- [4] 乐小兵, 王 瑛. 基于DEA模型的广西物流服务效率评价研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(5): 54-57.
LE Xiaobing, WANG Ying. Logistics Efficiency Evaluation for Guangxi Based on DEA Model[J]. Science and Technology Management Research, 2014, 34(5): 54-57.
- [5] 王 蕾, 薛国梁, 张红丽. 基于DEA分析法的新疆北疆现代物流效率分析[J]. 资源科学, 2014, 36(7): 1425-1433.
WANG Lei, XUE Guoliang, ZHANG Hongli. Evaluation of Northern Xinjiang's Logistics Efficiency Based on a DEA Model[J]. Resources Science, 2014, 36(7): 1425-1433.
- [6] 肖 丹, 刘联辉. 基于SE-DEA模型的广东城市物流效率评价分析[J]. 物流技术, 2011, 30(6): 101-103.
XIAO Dan, LIU Lianhui. Logistics Efficiency Evaluation for Guangdong Cities Based on SE-DEA Model[J]. Logistics Technology, 2011, 30(6): 101-103.
- [7] 刘满芝, 周梅华, 杨 娟. 基于DEA的城市物流效率评价模型及实证[J]. 统计与决策, 2009(6): 50-52.
LIU Manzhi, ZHOU Meihua, YANG Juan. Evaluation Model and Demonstration of Urban Logistics Efficiency Based on DEA[J]. Statistics and Decision, 2009(6): 50-52.
- [8] COELLI T J, RAO D S P, O'DONNELL C, et al. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis[M]. 2nd ed. New York: Springer Science & Business Media Inc, 2005: 60-65.
- [9] 田淑英, 许文立. 基于DEA模型的中国林业投入产出效率评价[J]. 资源科学, 2012, 34(10): 1944-1950.
TIAN Shuying, XU Wenli. Evaluation of China's Forestry Input-Output Efficiency Based on DEA Modeling[J]. Resources Science, 2012, 34(10): 1944-1950.

(责任编辑: 廖友媛)