

基于DEA方法的中国林业生产效率分析及优化路径

李春华^{1,2}, 李 宁², 骆华莹¹, 王斌年¹

(¹南林业科技大学理学院, 长沙 410004;

²北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室/民政部-教育部减灾与应急管理研究院/
环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要:提高生产效率是实现林业可持续经营的基本要求,也是发展现代林业的关键性工作之一。笔者首先运用DEA分析方法,对中国31个省份的林业投入产出的综合效率值、纯技术效率值、规模效率值和规模效益类型分别进行比较分析,进而对中国各省林业投入产出的投影值进行测算,以此为依据提出提高林业投入产出效率的改进措施。结果显示,天津、山西、广东和贵州4个省份林业投入产出效率达到最优,其余27个省份均存在不同程度的效率损失。这表明中国2006年林业整体效率较低,进一步的分析发现,27个省份的林业投入普遍存在不足,林业总产值有待进一步提高,投入不足制约了这些省份的林业投入产出效率的提高,只有适当改变各省的林业产业结构,提高林业资金的利用水平,才能达到林业的有效投入产出效率。

关键词:林业;投入产出效率;DEA;投影分析

中图分类号:F307.2

文献标志码:A

论文编号:2011-0305

The Efficiency Analysis and Path Optimization of Forestry Input-Output in China Based on Data Envelopment Analysis

Li Chunhua^{1,2}, Li Ning², Luo Huaying¹, Wang Binnian¹

(¹College of Science, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004;

²State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University/
Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education/
Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing 100875)

Abstract: To improve the efficiency of forestry production is the basic requirement of sustainable forestry as well as one of the key tasks of constructing modern forestry. The authors used DEA to evaluate the comprehensive efficiency of input-output value of forestry, pure technical efficiency, scale efficiency and categories of scale values of forestry in 31 provinces (autonomous regions and municipalities). The results showed that Tianjin, Shanxi, Guangdong and Guizhou were relatively efficient in 31 provinces (autonomous regions and municipalities) of China as for the input-output aspect, which meant China's forestry management was in low level on the whole, meanwhile the projection analysis was employed to analyze the input or output low efficiency reasons, the analysis found that the forestry inputs were deficient across the provinces (autonomous regions and municipalities) and forestry added values were great lower than the optimal targets, which hindered the forestry efficiency enhance. By virtue of the conclusion, some optimal measurements of

基金项目:国家科技支撑计划项目(007BAC29B05);中南林业科技大学人才引进项目(2008Y002);湖南省教育厅项目“土地整理与新农村建设的耦合关系及模式创新研究”;湖南省国土厅项目“长株潭两型社会背景下城市功能结构与土地利用格局”。

第一作者简介:李春华,男,1970年出生,湖南黄冈人,副教授,博士,主要从事土地利用与管理方面的研究。通信地址:410004 湖南省长沙市韶山路498号中南林业科技大学理学院, Tel: 0731-85623637, E-mail: lichunhuahubu@126.com。

通讯作者:李宁,女,1958年出生,江苏镇江人,教授,博士,主要从事环境演变与自然灾害风险研究。通信地址:100875 北京市新街口外大街19号北京师范大学减灾与应急管理研究院, Tel: 010-58806093, E-mail: ningli@bnu.edu.cn。

收稿日期:2011-01-30, **修回日期:**2011-04-23。

forestry efficient improvement were put forward. i.e. only appropriate to change the provincial forestry industry structure, improve the utilization of forestry resources, it was possible to achieve the effective input-output efficiency of forestry.

Key words: forestry; input-output efficiency; DEA; projection analysis

0 引言

林业既是国民经济的基础产业,又是重要的社会公益事业。随着政府财政投入之外的资金进入林业部门,林业的投入产出问题备受关注。一般投入产出问题研究有2种典型的方法:一种是采用部门投入产出法(input-output),简称IO。这种方法的基础数据是部门投入产出表,许多研究者用IO方法来分析林业部门变化对其它经济部门的影响^[1-3]。另外一种方法是数据包络分析方法(data envelopment analysis),简称DEA。它用来分析要素投入产出效率,国外应用这种方法研究林业问题较早。Lebel和Stuart^[4]运用DEA模型研究了1988—1994年23个伐木工人的投入产出效率;Viitala和Hanninen^[5]使用DEA方法分析了芬兰19个非商品林的效率;Dr Taraneh Sowlati和Neda Salehirad^[6]对加拿大地区木材产业的投入产出效率问题进行了分析;Jun-Yen Lee^[7]衡量了从1997年到2001年全球森林和纸业公司的相对效率。而国内学者对这方面的研究还较少,还没有运用相关模型精确地测算林业的投入产出效率,在效率改进问题上,也仅仅只从规范分析方法的角度进行分析。因此,本研究采用DEA方法对林业投入产出效率精确测算方面有所改进,进而对中国各省的林业投入产出效率的改进提出一些有效措施。

1 研究方法

1.1 投入产出效率评价方法

数据包络分析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(决策单元)的相对有效性评价。该方法根据不同的评价环境与评价目的,发展了多种形式的DEA模型,这里选用经典的C²R模型。假设有n个决策单元,每个决策单元DMU_j(j=1,2,⋯,n)都有m种输入和s种输出, X_j和 Y_j分别表示第j个决策单元的输入和输出向量,则评价决策单元的CCR模型^[8],见式(1)。

$$\begin{aligned} & \min[\theta_{j_0} - \varepsilon(\hat{e}^T S^- + e^T S^+)] \\ & \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta_{j_0} X_{j_0} \\ & \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_{j_0} \\ & \lambda_{j_0} \geq 0 \\ & S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S^- &= (\bar{s}_1, \bar{s}_2, \dots, \bar{s}_m)^T \\ S^+ &= (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+)^T \\ \lambda &= (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) \dots \dots \dots (1) \\ \hat{e} &= (1, 1, \dots, 1)^T \\ e &= (1, 1, \dots, 1)^T \end{aligned}$$

1.2 土地集约利用有效性的判定及优化分析方法

1.2.1 C²R模型的相对有效性判定准则 如果θ^{*}=1,且S^{*+}=0, S^{*-}=0,那么认为决策单元j₀为DEA综合规模技术有效;如果θ^{*}=1,且S^{*+}≠0, S^{*-}≠0,那么认为决策单元j₀为弱DEA有效;如果θ^{*}<1,那么认为决策单元j₀为非DEA有效^[9]。

1.2.2 C²R模型的投影分析方法 利用DEA中的C²R模型进行“投影”分析,可以找出非DEA有效的决策单元的投入或产出距离理想值的差距,为土地系统效率的提高提供决策依据。

设x̂₀=θ₀x₀-S_i⁰⁻, ŷ₀=y₀+S_i⁰⁺。其中,θ⁰, S_i⁰⁻, S_i⁰⁺是决策单元j₀对应的线性规划的最优解,(x̂,ŷ)是DMU_{j₀}对应的(x₀,y₀)在数据包络分析有效面上的投影,它被认为是DEA有效^[10]。

2 中国各省林业投入产出效率分析

2.1 投入产出指标的选取

DEA模型用于评价林业生产效率的关键在于确定投入和产出指标,因为选取指标不同,其评价结果就不尽相同。传统的投入产出指标的选取通常使用定性方法,笔者使用定量化方法,其步骤是:(1)回归分析。以林业增加值为因变量,以林业效率的影响因素为自变量进行回归;(2)进行统计检验。首先,进行t统计量检验,说明对林业增加值的影响因素,然后进行D-W检验,说明影响林业增加值的因素完全不存在序列相关性;(3)对以上方法确定的指标进行共线性分析,最终确定投入和产出指标体系。即,投入指标为:林业用地面积、政府林业预算;产出指标为:林业总产值、林地改造面积和林业增加值^[11]。

2.2 林业相对效率的计算及分析

应用DEAP2.1软件^[12],笔者计算了中国林业投入产出效率,结果如表1所示。

2.2.1 结果的一般描述 从综合效率得分和效率类型的判断标准来看,林业投入产出效率达到有效的省份共

表1 中国2006年各省林业投入产出效率的DEA值

	总效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	排名
北京	0.529	0.734	0.720	Drs	27
天津	1.000	1.000	1.000	/	1
河北	0.827	0.940	0.880	Drs	15
山西	1.000	1.000	1.000	/	1
内蒙古	0.486	0.762	0.638	Drs	30
辽宁	0.572	0.806	0.710	Drs	26
吉林	0.443	0.744	0.595	Drs	31
黑龙江	0.845	0.949	0.891	Drs	12
上海	0.635	0.864	0.735	Drs	24
江苏	0.932	1.000	0.932	Drs	5
浙江	0.831	1.000	0.831	Irs	13
安徽	0.626	0.826	0.758	Drs	25
福建	0.494	0.704	0.701	Irs	29
江西	0.526	0.758	0.694	Drs	28
山东	0.788	0.939	0.839	Drs	18
河南	0.830	1.000	0.830	Drs	14
湖北	0.647	0.848	0.763	Drs	23
湖南	0.750	0.871	0.861	Drs	19
广东	1.000	1.000	1.000	/	1
广西	0.731	0.868	0.842	Drs	20
海南	0.883	0.956	0.923	Drs	8
重庆	0.890	1.000	0.890	Drs	7
四川	0.796	1.000	0.796	Drs	17
贵州	1.000	1.000	1.000	/	1
云南	0.865	1.000	0.865	Drs	11
西藏	0.871	1.000	0.871	Irs	9
陕西	0.892	1.000	0.892	Drs	6
甘肃	0.730	0.982	0.743	Drs	21
青海	0.820	0.971	0.844	Drs	16
宁夏	0.871	1.000	0.871	Drs	10
新疆	0.686	0.870	0.789	Drs	22

注: Drs: 规模效益递减; Irs: 规模效益递增; 总效率=纯技术效率×规模效率。

有4个,分别是天津、山西、广东和贵州,达到弱有效的是江苏、陕西、重庆、海南、西藏、宁夏、云南、黑龙江、浙江、河南、河北、青海、四川、山东、湖南、广西、甘肃、新疆、湖北、上海、安徽、辽宁、北京、江西、福建、内蒙古和吉林27个省份;纯技术效率计算表明,13个省份投入产出效率值为1,达到最佳状态,18个省份效率值小于1,还未达到最佳。从林业的规模效率角度看,共有27个省份规模效率小于1,天津、山西、广东和贵州4个省

份规模效率值为1。在总效率值小于1的27个省份中,除浙江、福建和西藏3个省份的规模效益正处于递增阶段外,其余24个省份均处于递减阶段。

在林业投入产出效率未达到最佳的省份中,江苏、河北、黑龙江、陕西、重庆、西藏、宁夏、云南、浙江、河南、海南和青海12个省份是由于纯技术效率和规模效率都有提升空间。辽宁、上海、安徽、湖北、广西、湖南、山东、新疆和四川9个省份主要是由于规模效率较低,而甘肃省主要是由于纯技术效率较低。剩下的福建、北京、吉林、江西和内蒙古5个省份的林业投入产出效率未达到最佳的是规模效率和纯技术效率都相对较低。

2.2.2 结果的聚类分析 根据表1,采用聚类分析的方法可以把中国各省份林业投入产出效率状况分为3类:第1类是总效率、纯技术效率和规模效率都等于1的省份,分别有天津、山西、广东和贵州共4个省份。表明就林业方面DEA投入产出效率角度来看,这4个省份要高于其他省份,值得注意的是在27个非DEA有效省份中仅有3个省份(浙江、福建和西藏)处于规模效益递增阶段。另外,24个省份处于规模效益递减阶段。可见,这24个省份林业效率提高不能光靠增加投入,而要改善林业投入产出的规模结构,使其处于规模收益递增阶段^[13-14]。

第2类是纯技术效率等于1,但是总效率和规模效率均小于1的省份,分别有天津、山西、江苏、浙江、河南、广东、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、宁夏共13个省份,这些省份的纯技术效率等于1则表示这些省份的技术效率都已经达到了最佳。但是,这些省份林业DEA投入产出属于非有效的,总效率小于1,说明这些省份的林业投入产出效率并没有达到最佳状态,规模效率小于1说明这些省份林业未达到最优规模,如果提高这几个省份的林业投入产出效率,可以通过改变这些省份的林业规模来实现,这才能提高这些省份林业的规模效率。

第3类是总效率、纯技术效率和规模效率都小于1的省份,分别有北京、河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、上海、安徽、福建、江西、山东、湖北、湖南、广西、海南、甘肃、青海和新疆等18个省份,总效率小于1,表明这些省份的林业投入产出效率并没有达到最佳状态,纯技术效率小于1表明这些省份在林业技术方面还有提升空间,规模效率小于1表明林业规模效率还未达到最佳状态。技术效率和规模效率的提高有助于这些省份的林业投入产出总效率,其实现途径包括2个方面:一方面是提高该省份的技术效率,另一方面是提高

规模效率。

3 中国林业投入产出效率的优化路径分析

对非DEA有效的决策单元,可以通过将它们输入、输出指标在各自的相对有效面上进行“投影”来提高它的有效性。其实质就是通过适当调整非有效性决策单元的投入数量和产出数量来达到DEA有效的目的。表2是中国各非DEA有效单元的各投入产出指标在生产前沿面上的投影值。

从表2可见,中国林业用地面积和林业投资2项投入要素对中国林业的产出效率提高还没有到达最佳投入状态。总体而言,林业用地面积可以减少9%,林业财政预算可以减少23.69%,这样就可以保证林业的最

大投入产出效率。

就各个省份的林业投入来看,北京、河北、安徽、江西、湖南和新疆这些省份,林业用地面积和政府林业预算2个方面仍有很大的改善空间。北京、湖南和江苏的主要改进手段都可以从提高林业用地开发效率入手。例如,北京林业用地面积还可以增加53.75%,林业投入还可以增加27.95%。内蒙古、吉林、辽宁和浙江等省主要从提高林业财政预算的投入使用效率入手,依靠有效地改善林业投入机制达到林业财政预算得到有效地利用和林业用地面积减少。

就各个省份的林业产出来看,3项林业产出指标中,未得到优化的主要是林业总产值,除了浙江省的林业总产值得到优化外,其余各个省份林业总产值均为得到优化,各个省份的总的平均值是-65.98%,说明林业总产值为未到达目标值的一半,特别是海南、湖南、福建、安徽这几个林业大省的林业总产值优化空间到达95%以上。

表2 中国林业投入产出指标投影值 %

	林业用地面积	政府林业预算	林业总产值	林地改造面积	林业增加值
北京	-53.75	-27.95	-83.79	0.00	0.00
河北	-22.29	-12.02	-92.40	0.00	0.00
内蒙古	-1.84	-40.18	-56.80	0.00	0.00
辽宁	-2.19	-37.46	-95.43	0.00	0.00
吉林	0.00	-46.28	-93.08	0.00	0.00
黑龙江	0.00	-11.39	-89.65	0.00	0.00
上海	-8.79	-34.17	80.50	0.00	0.00
江苏	-31.54	-6.77	-94.47	0.00	0.00
浙江	0.00	-45.34	0.00	0.00	48.19
安徽	-16.58	-25.10	-96.27	0.00	0.00
福建	0.00	-34.11	-99.61	0.00	0.00
江西	-22.05	-31.59	-98.23	0.00	0.00
山东	0.00	-18.89	-95.63	0.00	0.00
河南	-0.55	-23.19	-92.51	0.00	0.00
湖北	-5.31	-26.04	-94.10	0.00	0.00
湖南	-53.87	-13.87	-96.35	0.00	0.00
广西	0.00	-16.83	-47.41	0.00	0.00
海南	0.00	-10.76	-98.30	0.00	0.00
重庆	-1.65	-12.05	-68.21	0.00	0.00
四川	0.00	-24.36	-88.55	0.00	0.00
云南	0.00	-16.16	-91.27	0.00	0.00
西藏	0.00	-19.16	-94.37	0.00	0.00
陕西	0.00	-13.63	-85.96	0.00	0.00
甘肃	0.00	-30.88	-57.11	0.00	0.00
青海	0.00	-21.11	-63.36	0.00	0.00
宁夏	0.00	-19.16	-64.44	0.00	0.00
新疆	-22.51	-21.14	-88.57	0.00	0.00
总计	-9.00	-23.69	-65.98	0.00	1.78

4 结论与讨论

从DEA模型相对效率评价结果可知,天津、山西、广东和贵州,其林业投入产出的3项效率均达到了最佳状态,但是有效省份的比例只达到了全部省份的12.9%,说明尽管这4个省份的林业投入最小化及产出最大化都达到较为满意的程度。但是,中国林业整体投入产出效率普遍较低,如北京、内蒙古、辽宁、吉林、福建和江西6个省份的林业投入产出综合效率都只有0.5左右。从林业投入产出优化路径的投影分析来看,中国各地的林业投入要素均存在不同程度的不足,这说明各地对林业投入的提高重视程度不够,林业用地面积和政府林业预算没有充分得到利用是造成林业相对效率低下的主要原因。同时,林业的产出情况表明,林业总产值普遍没有实现最大化,有的甚至可以通过有效的手段使得产出值增加1倍,这意味着在环境友好型社会条件下,提高林业的总产值是其重要途径。

林业投入产出效率评价和路径优化的研究结论,可以为林业生产的决策提供重要依据。但是,本研究关于中国林业投入产出效率分析还有些不足。表现在以下几个方面:(1)生态产出效率难以进行全面精确计量。本研究由于数据的不足,未对森林生态价值做出考虑。因此,在产出指标的选取上,也只是选取了2006年林地改造面积作为林业生态的部分产出,显然这并不能代表整个林业产出效率;(2)林业产权和林业制度因素未加考虑。在运用DEA投入产出效率模型选择投入指标时,由于林业制度和林业产权难以量化而未纳入模型考虑,但是从制度经济学角度来看,制度

和产权2个因素对效率的影响十分显著,中国的林业产权改革变动又大,其重要性就更加突出了^[15]。因此,在今后的研究中,可以考虑用设定政策虚拟变量的方法来量化林业制度和林业产权,并把它们加进投入指标体系中,这样模型做出的相对性评价结果可能更加科学,作为决策依据可能更有说服力。

参考文献

- [1] Hussain. Anwa. Interindustry linkages, resource use and structural change: An input/output analysis of Minnesota's forest-based industries [D].University of Minnesota DAI-B57/04,1996:2248.
- [2] Brian M Cox, Ian Amunn. A comparison of two input-output approaches for investigating regional economic impacts of the forest products industry in the Pacific Northwest and the south [J]. Forest Products Journal, Madison, 2001, 51(6):398.
- [3] Clive Hamilton. The sustainability of logging in Indonesia's tropical forests: A dynamic input-output analysis[J]. Ecological Economics, 1997, 21(3):183-195.
- [4] Lebell G, Stuart W B. Technical efficiency evaluation of logging contractors using a non parametric model[J]. Inter Journal of Forest Engineering, 1998, 9(2):15-24.
- [5] Viitala, Esa-Jussi; Hänninen, et al. Measuring the efficiency of public forestry organizations [J]. Forest science, 1998, 44(3):298-307.
- [6] Taraneh Sowlati. Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis[J]. Forest products journal, 2005, 1:49-54.
- [7] Jun-Yen Lee. Using DEA to measure efficiency in forest and paper companies[J]. Forest Products Society, 2005, 55(1):58-66.
- [8] 穆东,李冠. DEA方法在非煤产业投资效果评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998(10):111-114.
- [9] 侯风华,张在旭,徐青山. DEA方法在石油企业经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论方法应用, 2000(3):252-257.
- [10] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[J]. 科学通报, 2007(17):1798-1808.
- [11] 毕功兵,梁樛,杨锋. 商业银行DEA效率评价投入产出指标选择研究[J]. 商业研究, 2009, 21(6):9-16.
- [12] Coelli T J. A Guide to Deap2.1: A Data Envelopment Analysis Program. CEPA working papers, 1996.
- [13] 黄顺斌. 林业企业提高资金使用效率的途径[J]. 福建林业科技, 2005(3):233-235.
- [14] 林莉. 中国林业财政支出的效率研究[D]. 北京:北京林业大学, 2007:161-162.
- [15] 张敏新. 农区林业产权制度改革的利益机制分析[J]. 林业经济, 2001(8):26-31.