

太湖水污染防治计划实施效率评估

贺桂珍, 吕永龙*

(中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要:数据包络分析方法是评价非赢利组织绩效的有效方法之一。研究采用数据包络分析,从绩效审计的观点探讨沿太湖 6 市环境保护局(以下简称环保局)2001~2005 年执行太湖水污染防治“十五”规划的相对效率。结果表明:从技术效率来看,40% 的决策单位为相对有效率;对于规模效率,有 36.7% 的决策单元为相对有效率,各环保局的效率不能令人满意。外部影响因素分析结果表明,人口和经济发展水平对环保局的总技术效率不具有明显影响,而企业数与环保局的整体技术效率具有显著差异性。在此基础上提出了促进环保局效率的对策建议。

关键词:决策单位;效率审计;环境规划;数据包络分析

文章编号:1000-0933(2008)12-6348-07 中图分类号:Q143 文献标识码:A

Efficiency evaluation on Taihu Lake water pollution control

HE Gui-Zhen, LÜ Yong-Long

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China
Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 6348 ~ 6354.

Abstract: For the non-profit organization, data envelopment analysis (DEA) is one of the most effective methods for evaluating the performance. In this research DEA was applied to analyze the relative efficiency of six environmental agencies that have implemented the 10th five-year plan for Taihu Lake water pollution control in 2001—2005. The results show that technical efficiency and scale efficiency are unsatisfactory because 40% and 36.7% decision measurement units are of relative efficiency, respectively. Thus, nearly 60% decision measurement units should be regulated, and the functional relation between input and output should be recognized. For the external factors, significant difference is observed between the enterprise number and overall efficiency, but no significant differences among population, economic development level and overall efficiency. These results lead to suggestions to the environmental agencies on how to improve the implementation efficiencies.

Key Words: decision making unit; efficiency auditing; environmental plan; data envelopment analysis

效率是组织存在价值最为关键的一环,它不仅在传统行政的“3E”(经济、效率、效果)指标中居于重要地位,即便在当今谋求良治型政府的理念下,效率仍居各指标之首^[1]。政府审计机关环境绩效审计的重要作用

基金项目:国家重点基础研究发展规划(973)资助项目(2007CB407307);荷兰皇家科学院和中国科学院国际合作资助项目(04CDP014);中国科学院知识创新工程重要方向性资助项目(KZCX2-YW-420-5);国家基础研究发展计划(973)资助项目(2008CB418104)

收稿日期:2007-07-30; **修订日期:**2008-08-29

作者简介:贺桂珍(1974~),女,山东省平原县人,博士,主要从事环境管理与政策研究。E-mail: heguizh@yahoo.com.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Basic Research Program of China (No. 2007CB407307); International project of the Netherlands Royal Academy of Arts and Sciences and Chinese Academy of Sciences (No. 04CDP014); Pilot Project of Knowledge Innovation Program of Chinese Academy of Sciences (No. KZCX2-YW-420-5); National Basic Research Program of China (No. 2008CB418104)

Received date:2007-07-30; **Accepted date:**2008-08-29

Biography: HE Gui-Zhen, Ph. D., mainly engaged in environmental management and policy research. E-mail: heguizh@yahoo.com.cn

之一就是对政府环境政策、规划和项目所利用资源的效率进行监督、检查和评价^[2],但国内对于政府机关、国有企事业单位环境治理效率的研究文献甚少,在效率评估方面尚缺乏一套适宜的衡量系统^[3],并且对非营利性质的公共部门而言,在实证上其投入产出间的项目与函数关系不易观察,因此必须选择一套能兼顾不易量化的多元准则方法,才能探讨投入产出间的关系^[4~8]。

效率衡量一般有 3 种方法:财务比率分析、生产力评估和线性规划评估。线性规划评估方法,目前文献中只有数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型一种。DEA 方法是美国 Charnes, Cooper 与 Rhodes 3 位学者,以 Farrell 的技术效率边界法为基础发展出来的数学规划模式,衡量在固定或变动报酬下多项投入、多项产出时的效率^[9,10]。他们首创了决策单位(DMU)这一名词,代表有共同投入或产出项的受评估效率单位,可以是国家、公司、部门、家庭或个人。每一个 DMU 的效率等于产出的线性组合除以投入的线性组合,即:效率 = 产出的线性组合/投入的线性组合,而效率可分为总效率、技术效率、纯技术效率和规模效率。受评估单位的效率值介于 0~1 之间。

DEA 方法自提出以来,就广泛应用在各个行业的绩效评价上,如生产企业、银行、医院、教育、科研等单位的效率^[11~13]。为了探讨环境效率的定量评估方法,本文利用 DEA 方法来评价我国沿太湖环保局执行太湖水污染防治 2001~2005 年计划的效率,在科学的确定决策单位以及投入、产出指标的基础上,分析不同环保局的技术效率、规模效率与配置效率及其变动情况,并分析影响各机关环境治理效率的主要因素和外部影响因素,以期提供政府和相关机关作为改进参考。

1 效率评估数据和程序

1.1 数据来源与统计软件

利用 DEA 进行效率评估的主要资料来源是中国环境保护部“太湖水污染防治十五计划”、浙江省“杭嘉湖地区水污染防治十五计划”、江苏省“太湖水污染防治十五实施计划”、2001~2005 年的江苏省、浙江省及 A、B、C、D、E 和 F 市 6 个城市的环境统计公报、各省市环保局的年度环境保护计划、环境统计手册、环境考核报告以及各地的统计年鉴。

统计软件为 DEAP2.1^[14]和 Stata 公司研发的 STATA8.0。

1.2 效率评估程序

以 DEA 评估一群组织效率的主要程序如图 1 所示。

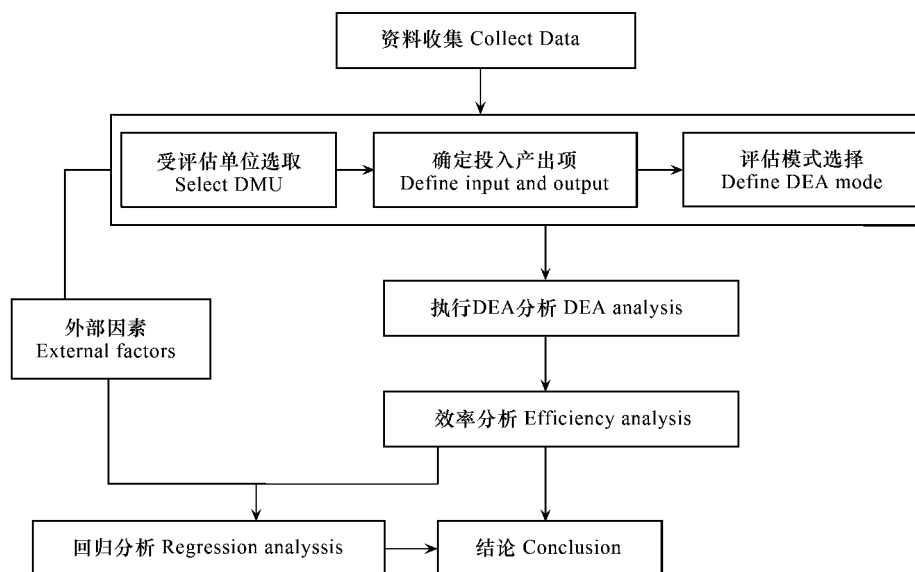


图 1 利用 DEA 进行效率评估的步骤

Fig. 1 Efficiency evaluation steps using DEA

(1) 评估标的与决策单位的选取

为避免因 DMU 的差异而使评估结果失去意义,研究者需以同质与同一市场条件为标准来选择所要评估效率的对象。决定 DMU 数目一般遵循以下法则^[15]:DMU 的数目至少需为投入与产出项数目总和的两倍。

根据调研,沿太湖浙江和江苏两省共 19 个市县被纳入到 200 ~ 2005 年计划。本研究案例 DMU 的选取,将其中 2001 ~ 2005 年 A、B、C、D、E 和 F 市共 6 个环保局作为绩效衡量单位,考虑时间和空间划分,共有 30 个决策单位。

(2) 投入产出项的选取与确定

首先通过文献分析和专家访谈,了解环保局水污染治理目标、治理措施及考核要点,将组织目标转化为具体产出,所投入的资源,确认投入产出项。初步选定的 3 个投入项与 3 个产出项如表 1 所示。

然后,利用 SPSS 软件对初步选取的投入产出项进行皮尔逊相关分析(表 2)。结果发现投入项与水体断面水质达标率、水污染治理项目完成率产出项均为正相关,而与水污染治理工程质量优良率无显著相关。因此确定 DEA 分析的 3 个投入项与 2 个产出项。

表 1 初步选定的投入项与产出项
Table 1 Initial selection of inputs and outputs

类别 Type	项目名称 Name	定义 Definition
投入项 Input	水污染治理人力 Human investment	各环保局内负责水污染管理的总人数(人) People required for water pollution control of the environmental agencies
投入项 Input	水污染治理资金 Public investment	各环保局所投入的水污染治理总经费(10 ⁴ RMB) Aggregate money for water pollution control of the environmental agencies
投入项 Input	环境行政处罚案件数 Punishment cases	各环保局实施的环境行政处罚案件起数(件) Environmental administrative punishment cases sentenced by environmental agencies
产出项 Output	水体断面水质达标率 Percentage of the sections reaching the standard	各地主要水体断面达到 III 类标准的比例(%) Percentage of the key water sections reaching the III class standard
产出项 Output	水污染治理项目完成率 Percentage of the completed project	各地每年水污染治理工程完成的比例(%) Percentage of the completed water treatment projects per year
产出项 Output	水污染治理工程质量优良率 High-quality rate of the project	各地每年完成水污染治理工程达到优良水平的比例(%) Percentage of water treatment projects reaching the high-quality level per year

表 2 投入产出项 Pearson 相关分析
Table 2 Correlation analysis of the inputs and outputs

项目 Item	水污染治理人力 Human investment	水污染治理资金 Public investment	环境行政处罚案件 Punishment cases
水体断面水质达标率 Percentage of the water sections reaching the standard	0.690 **	0.893 **	0.725 *
水污染治理项目完成率 Percentage of the completed project	0.765 *	0.887 **	0.758 *
水污染治理工程质量优良率 High-quality rate of the project	0.104	0.235	0.098

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

(3) DEA 模式的选择与分析项目

本研究从投入导向模式入手,以 BCC 模式(设定为变动规模报酬,variant return to scale, VRS)求取技术效率和规模效率^[16]。分析项目包括:技术效率、规模效率和规模报酬,并根据计算出的效率值,对 DMU 的整体效率值强度予以分类。

(4) 执行 DEA

利用软件进行 DEA 效率分析。此外本研究还以人口数、经济发展水平、企业数作为环境变量,并采用相关分析来估计其和技术效率的影响。

2 太湖水污染防治 2001 ~ 2005 年计划执行效率

经由 DEAP2.1 分析,可以获得 2001 ~ 2005 年沿太湖各市县环保局执行“太湖水污染防治十五计划”的效率情形(表 3)。

表 3 2001 ~ 2005 年沿太湖 6 市环保局投入导向的组织效率评估
Table 3 Input-oriented efficiency of the environmental agencies in 2001 — 2005

代号 Code	决策单位 DMU	变动规模技术效率 TE_{VRS}	规模效率 SE	规模报酬状态 RS
1	2001A 市	0.544	0.843	irs
2	2001B 市	0.851	0.786	irs
3	2001C 市	1.000	1.000	—
4	2001D 市	0.528	0.926	irs
5	2001E 市	0.632	0.953	irs
6	2001F 市	1.000	1.000	—
7	2002A 市	0.380	0.938	irs
8	2002B 市	0.432	0.904	irs
9	2002C 市	1.000	1.000	—
10	2002D 市	0.576	0.963	irs
11	2002E 市	0.420	0.990	irs
12	2002F 市	1.000	1.000	—
13	2003A 市	0.349	0.868	irs
14	2003B 市	0.424	0.953	irs
15	2003C 市	1.000	1.000	—
16	2003D 市	0.373	0.968	irs
17	2003E 市	0.512	0.998	irs
18	2003F 市	1.000	1.000	—
19	2004A 市	0.373	0.965	irs
20	2004B 市	0.410	0.938	irs
21	2004C 市	1.000	1.000	—
22	2004D 市	0.833	0.935	irs
23	2004E 市	0.580	0.954	irs
24	2004F 市	1.000	0.989	irs
25	2005A 市	0.396	0.977	irs
26	2005B 市	0.437	0.966	irs
27	2005C 市	1.000	1.000	—
28	2005D 市	1.000	1.000	—
29	2005E 市	1.000	1.000	—
30	2005F 市	1.000	1.000	—
平均 Mean		0.702	0.960	

drs: 规模报酬递减状态; —: 最适规模状态; irs: 规模报酬递增状态 drs: Decreasing return to scale; —: Suitable return to scale; irs: Increasing return to scale

2.1 受评估单位的技术效率(technical efficiency, TE_{VRS})和规模效率(scale efficiency, SE)分析

对技术效率而言,相对有效率($TE_{VRS} = 1.000$)的 DMU 共 12 个,占 40%,包括 2001C 市、2001F 市、2002C 市、2002F 市、2003C 市、2003F 市、2004C 市、2004F 市、2005C 市、2005D 市、2005E 市和 2005F 市。其余 DMU 的 $TE_{VRS} < 0.900$,为明显无效率者,比例达到 60%。平均技术效率 0.702。

对规模效率而言,相对有效率($SE = 1.000$)的 DMU 共 11 个,包括 2001C 市、2001F 市、2002C 市、2002F 市、2003C 市、2003F 市、2004C 市、2005C 市、2005D 市、2005E 市和 2005F 市,比例为 36.7%。其余 63.3%

DMU 的 $SE < 1.000$, 为相对无效率者。平均规模效率 0.960。

2.2 规模报酬状态分析

规模报酬状态分析: 其值若小于 1, 则其规模报酬为递增状态; 若等于 1, 则为最适规模状态; 若大于 1, 则规模报酬为递减状态。因此 2001C 市、2001F 市、2002C 市、2002F 市、2003C 市、2003F 市、2004C 市、2004F 市、2005C 市、2005D 市、2005E 市和 2005F 市共 12 个决策单元为最适规模状态, 而其它 2001A 市等 18 个决策单元处于规模报酬为递增状态。

2.3 各环保局的发展状态分类

规模效率的大小可视为各环保局投入的规模大小对应到生产曲线 $f(x)$ 上的点的斜率大小。举例说明, 2001C 市, 其规模效率的大小为 1, 且其技术效率为 1, 投入的规模大小对应到生产曲线上的点的斜率大小为 1, 故处于最适生产规模。再如 2003D 市, 规模效率大小为 0.968, 但其技术效率值仅为 0.373, 故 2003D 市为生产无效率者。再如 2004F 市, 其技术效率值为 1, 但规模效率大小为 0.989, 即规模偏小者。

本研究依表 3 中各环保局的技术效率值、规模效率值、规模报酬状态, 并结合 Norman & Stoker^[17] 对整体效率值强度的分类, 将各环保局的发展状态分类如下, 如图 2 所示。

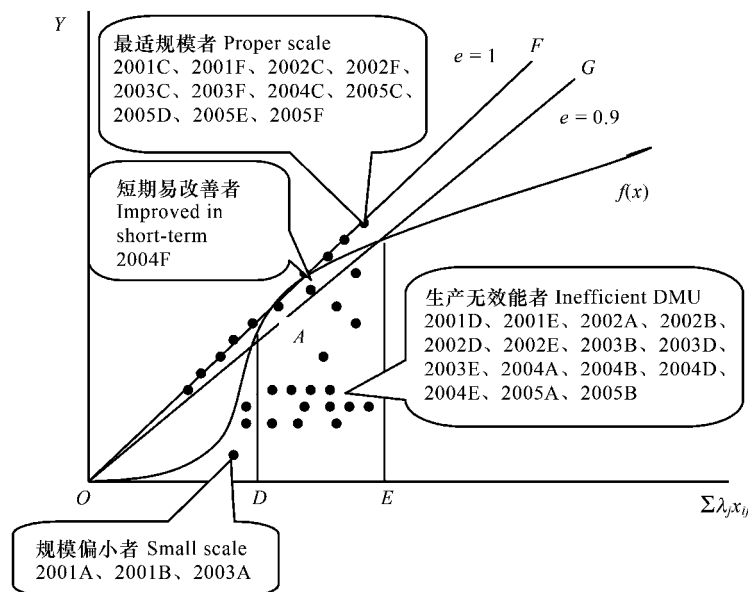


图 2 2001~2005 年沿太湖各市环保局效率综合评判分类示意图

Fig. 2 Efficiency classification of environmental protection agencies in 2001–2005

最适生产规模者: 规模效率 $SE = 1$, 技术效率 $TE_{VRS} = 1$ 的有 2001C 市、2001F 市、2002C 市、2002F 市、2003C 市、2003F 市、2004C 市、2005C 市、2005D 市、2005E 市和 2005F 市共 11 个决策单元。

短期易改善者: 规模效率 $0.9 < SE < 1$, 技术效率 $0.9 < TE < 1$, 符合此类的仅有 2004F 市, 属于边缘非效率集合, 短期内稍调整投入产出量, 即容易达到最适生产规模并有效率。

生产无能者: 规模效率 $SE > 0.9$, 技术效率 $TE_{VRS} < 0.9$, 属明显非效率集合, 符合此类的有 2001D 市、2001E 市、2002A 市、2002B 市、2002D 市、2002E 市、2003B 市、2003D 市、2003E 市、2004A 市、2004B 市、2004D 市、2004E 市、2005A 市及 2005B 市共 15 个决策单元, 技术效率小于 0.9, 故属于生产无能者。

规模偏小者: 规模效率 $SE < 0.9$, 规模报酬递增状态, 可知 2001A 市、2001B 市与 2003A 市 3 个决策单元, 显示其规模偏小, 使得固定成本相对过高, 而造成平均成本的提高。

2.4 影响效率的外部因素分析

本研究经专家访谈中得知, 除了各种投入产出要素会影响到水污染治理的各项效率值外, 可能尚受其它外在客观环境的影响, 其中影响较大的因素为人口、企业数和经济发展水平(以 GDP 代表)。

为进一步探讨这 3 个外部因素对整体效率值是否有影响,进行了 Tobit 回归分析。设定其回归式如下:

$$TE(y) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \varepsilon$$

式中, $TE(y)$ 为技术效率值; x_1 为人口数; x_2 为企业数; x_3 为经济发展水平; ε 为误差项。

分析结果如表 4 所示。结果表明,外部因素中人口和经济发展水平与环保局的整体效率值不具有显著差异性,表明这两种环境因素均不具足够的预测力,即环保局整体效率值对于人口数和经济发展水平的多寡无明显差异。而企业数与环保局的整体效率具有显著差异性,表明当地企业数有足够的预测力,环保局整体效率对于企业数的多少有明显差异。

表 4 外部因素与整体效率回归分析

Table 4 Regression analysis between overall efficiency and external factors

项目 Item	未标准化的回归系数 β Regression coefficient β	t 值 t value	概率值 (p) p value
常数 Constant	0.625	17.548	0.000 ***
人口数(万人) Population	-1.326×10^{-6}	-0.562	0.308
企业数(个) Number of enterprises	0.954×10^{-5}	8.569	0.048 *
GDP(亿元) GDP	1.247×10^{-6}	1.804	0.108

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

3 研究结论与政策建议

3.1 研究结论

效率分析方面,从环保局 2001 ~ 2005 年计划水污染治理的技术效率来看,合计 30 个决策单位中,只有 12 个单位(40%)为相对有效率。对规模效率,11 个单位(36.7%)为相对有效率。探讨其无效率的原因发现主要为因规模非效率引起,即这些市环保局并非在固定规模报酬下生产。而对规模非效率所造成的成本浪费,除通过规模调整外,积极的做法是多一些创意的思考,创造机关组织的附加价值。

规模报酬方面,本研究共发现 12 个决策单元为最适规模状态,而其它决策单元处于规模报酬递增状态。

外部影响因素分析结果表明,人口和经济发展水平对环保局的总技术效率不具有明显影响,而企业数与环保局的整体技术效率值具有显著差异性,表明当地企业数有足够的预测力。

鉴于数据的充分性和准确性,对环保局的效率进行定量评价会存在一定的风险,研究者不可能将所有投入产出因素全部考虑,仅能选取重要事项进行统计和计算,因此得到的数据是相对准确的。无论如何,DEA 不失为一种对政府环境机关进行定量审计评估的有效方法,而评价的结果也会为政府机关自身的改进提供方向。

3.2 政策建议

本研究通过对沿太湖 6 市环保局效率的评估,提出如下几项建议:

(1) 增加环保投入和产出 近 2/3 的环保局处于相对非效率状态,且处于规模报酬递增的状态,显示其规模应加以扩充,但并非任意增加投入要素,而是应设法增加产出。故建议对于规模非效率所造成的成本浪费,除须耗费较多的时间进行规模调整,增加治理资金和人力的投入外,积极的做法是多一点创意的思考,创造机关组织的附加价值。

(2) 提升环保局公务人员的产能 绩效评估后发现环保局公务员有逐年投入过剩的趋势,呈现出不适当的投入配置现象。建议可从提升公务员人力素质方面着手,提高其管理能力,以增加其工作效率,方是解决之道。

(3) 注意外部影响因素 除了环保局自身的建设外,还应该关注当地的工农业生产发展,随着当地社会经济发展,企业数量和规模不断增加,如何加强对它们的环境管理和监督检查,也是环保局提高环境效率的一个重要方面。

值得关注的是,影响环保机构效率的因素很多。我国环境管理滞后,环境的守法成本远高于违法成本是

导致环保机构效率较低的重要原因,这与我国目前的环境管理体制密切相关,因此,要想真正提高环保机构的执行效率,除了环保机构自身的能力建设,也应在环境管理体制改革的制度建设方面提供良治的社会大环境。但对政府环保机构的执行效率评估指标和方法进行探讨,仍不失为一种有益的尝试。

References:

- [1] Talbot C. Public performance-towards a new model? *Public Policy and Administration*, 1999, 14(3):15—34.
- [2] INTOSAI Working Group on Environmental Auditing. Guidance on conducting audits of activities with an environmental perspective. INTOSAI, The Hague, The Netherlands. 2001.
- [3] Ma Y J, Zhao G J. Research about evaluation of the government's performance based on DEA. *Journal of Northwest A & F University (Social Science Edition)*, 2005, 5(5):48—52.
- [4] Riddington G, Cowie J. Performance assessment using DEA—a cautionary note. *Journal of the Operational Research Society*, 1994, 45(5):603—604.
- [5] Thanassoulis E. Performance assessment using DEA-discussion. *Journal of the Operational Research Society*, 1994, 45(5):604—607.
- [6] Thanassoulis E, Boussofiane A, Dyson R G. A Comparison of Data Envelopment Analysis and Ratio Analysis as Tools for Performance Assessment. GF9-244. 1996.
- [7] Sun X, ed. *Data Envelopment Analysis-Theory and Applications*. Taipei: Yang-Chih Book Co., Ltd., 2004.
- [8] Yang G Q, Cai Y. A positive study on the relative efficiency of the provincial governmental productivity in China. *Economic Management*, 2005, 22:89—96.
- [9] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6):429—444.
- [10] Charnes A, Cooper W W, Golany B, *et al.* Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 1985, 30(1/2):91—107.
- [11] Liu S L, Wu C L. The technological efficiency and scale index of high-tech industrial zones—an empirical study based on DEA. *Statistics & Information Forum*, 2006, 21(3):61—65.
- [12] Sathye M. X-efficiency in Australian banking: an empirical investigation. *Journal of Banking and Finance*, 2001, 25:613—630.
- [13] Zhu C. The efficiency changes of the Chinese banking using Malmquist index: 2000—2004. *Economic Science*, 2006, 5:51—62.
- [14] Coelli T J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper No. 8/96. Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia, 1996.
- [15] Ali A I, Cook W D, Seiford L M. Strict vs. weak ordinal relations for multipliers in data envelopment analysis. *Management Science*, 1991, 37(6):733—738.
- [16] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. *Management Science*, 1984, 30(9):1078—1092.
- [17] Norman M and Stocker B. *Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance*. Chichester: John Wiley and Sons, UK. 1991.

参考文献:

- [3] 马雁军,赵国杰. 基于 DEA 的政府绩效评估探析. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*, 2005, 5(5):48~52.
- [7] 孙逊主编. *资料包络分析法——理论与应用*. 台北:扬智文化事业公司, 2004.
- [8] 杨冠琼,蔡芸. 中国地方政府生产率相对有效性的实证研究. *经济管理*, 2005, 22:89~96.
- [11] 刘树林,吴赐联. 高技术园区技术效率与规模指数——基于 DEA 的实证研究. *统计与信息论坛*, 2006, 21(3):61~65.
- [13] 朱超. 中国银行业效率动态变化的 Malmquist 指数研究:2000~2004. *经济科学*, 2006, 5:51~62.