

基于 SE-DEA 的电力企业效率评估^{***}

□解百臣 吴育华 [天津大学 天津 300072]

【摘要】 针对传统数据包络分析(DEA)模型不能对有效决策单元做进一步比较的现实情况,文章引入了重新定义生产可能集的 SE-DEA 模型,创造性地克服了传统模型的这一缺点,实现了对所有决策单元的充分评价与排序。接着以沪深股市火力发电上市公司为例进行实证,在论证它们符合 SE-DEA 模型应用假设条件的基础上,验证了该模型在评价企业效率方面的有效性。

【关键词】 SE-DEA 模型; 相对效率值; 决策单元; 电力企业

【中图分类号】F407.6 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1008-8105(2005)04-0025-03

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法是运用数学工具评价经济系统前沿面有效性的非参数方法^[1]。因1978年由著名运筹学家 Charnes、Cooper 和 Rhodes 首先提出,第一个成熟的 DEA 模型被称为 C²R 模型。这里给出应用较多的引入非阿基米德无穷小量后 C²R 模型线性规划问题的对偶规划:

$$\begin{aligned} \min \theta - \epsilon(e^{-T}s^- + e^{+T}s^+) &= V_{D1}, \\ \text{s.t.} \quad &\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n; \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中: $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$ 为第 j 个决策单元的 m 维投入向量;

$Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{kj})^T$ 为第 j 个决策单元的 k 维产出向量;

ϵ 为非阿基米德无穷小量;

λ_j 为第 j 个决策单元的技术有效性指标;

$e^{-T} = (1, 1, \dots, 1) \in E_m, e^{+T} = (1, 1, \dots, 1) \in E_k$;

s^-, s^+ 为松弛变量;

θ 为表征单元效率的值。

利用此模型可判断出某决策单元 DMU_j 是否 DEA 有效,即若该模型的最优解满足: $\theta_j = 1$ 并且 $s_j^- = 0, s_j^+ = 0$, 则该决策单元为 DEA 有效。

一、SE-DEA 模型

DEA 模型的突出优点是可以用来评价多个决策单元的相对有效性,特别适合于研究具有多项投入、多项产出时决策单

元的效率。缺陷主要体现在:由于这种方法将大量决策单元分为有效和非有效两大类,在使用这种方法进行有效性分析时容易出现大量的、甚至全部决策单元都有效的情形。

从管理的角度看,将非 DEA 有效决策单元投入产出调整到合理水平使之达到 DEA 有效,是评价决策单元相对有效性问题的核心^[2]。针对 DEA 方法传统的 C²R 模型的难于区分有效决策单元效率的问题,Per Anersen 等人提出改进的 DEA 模型——Super Efficiency DEA(SE-DEA)模型对决策单元进行分类^[3],较好的解决了相对有效单元的排序问题^{[4][5]}。本文以沪深股市部分电力企业为例进行分析,在不引入新决策单元的条件下对各有效单元排序,验证了该方法的有效性。

同样,SE-DEA 模型假设有 n 个决策单元,每个决策单元有 m 个投入要素和 k 个产出要素。其形式如下:

$$\begin{aligned} \min \theta - \epsilon(e^{-T}s^- + e^{+T}s^+) &= V_{D1}, \\ \text{s.t.} \quad &\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n; \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

可以看出,SE-DEA 模型的主要改进在于评价决策单元 j 时,将该评价单元与其他所有的评价单元的线性组合做比较,使决策单元 j 的投入和产出被其它所有的决策单元投入产出的线性组合替代,而将第 j 个决策单元排除在外。一个有效的决策单元可以使其投入按比例的增加,而效率值保持不变,投入增加比例即其超效率评价。实际上这个模型中只是在对有效单元评价计算时,去掉了效率指标小于等于 1 的约束条件,此时会得到大于等于 1 的效率 θ ,称之为超效率值,以区

• [收稿日期] 2005-04-11

• [作者简介] 解百臣(1981—)男,天津大学管理学院博士研究生;吴育华(1944—)男,天津大学管理学院教授,博士生导师。

别于 C^2R 模型计算的效率值。以图 1 说明这一思路。

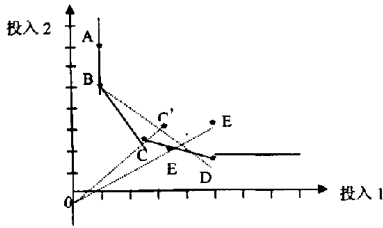


图 1 SE-DEA 模型解释

图 1 中决策单元 C 处在生产前沿面上, DEA 的 C^2R 模型下它的效率值为 1。按照超效率模型的思路, 在计算 C 的效率值时, C 点应排除在参考集合之外, 于是生产前沿面就由 ABCD 变为 ABD, 此时 C 点的效率值 $TE_c = OC'/OC > 1$ 。若 $TE_c = OC'/OC = 1.20$ 则表示即使 C 再等比例地增加 20% 的投入, 它在整个样本集合中仍能保持相对有效(即效率值仍能维持在 1 以上)。对于 C^2R 模型中本来就是无效率的决策单元 E, 在 SE-DEA 模型中其生产前沿面仍然是 ABCD, 效率值与 C^2R 模型的一致, 仍然是 $TE_e = OE'/OE < 1$ 。将各决策单元的 SE-DEA 效率值排序, 即得到各决策单元在行业中的效率排序。

二、用 SE-DEA 评价电力企业相对效率

电力行业的产品具有鲜明的同质性, 电力产品的性质不会因为生产厂家的不同而发生改变。对企业效率的评估涉及多个投入和产出指标, 而不能仅仅以产值或利润作为评价标准, 加之目前我国能源紧缺, 各大电力公司无一例外都处于盈利状态, 客观上造成了规模大利润绝对数量就大的现实。

在用 DEA 评价时, 输入应越小越好, 输出越大越好。

第一, 总资产表明企业占用的资源总量, 是所有者权益和负债的综合, 既考虑了企业的抗风险能力, 又考虑了企业的财务能力, 创造同样效益的情况下它越小越好, 应为输入指标。

第二, 销售收入是企业一定时间内所发生的一切经济效益总流入, 自然是越大越好, 为输出指标。

第三, 总利润是企业收入与支出的差额, 反映企业一定时期内总的经营成果, 越大越好, 是输出指标。

第四, 企业主营业务成本是企业一定时间内发生的各项费用总和, 包括原材料、管理费用以及财务费用等, 选择主营业务成本而放弃主营业务收入是因为主营业务收入是销售收入的最重要组成部分, 这样可以避免指标之间的线性关系; 它越小越好, 应为输入指标。

第五, 员工人数: 衡量企业人力资本效率的一项指标, 将它列入可以在考虑效益的同时要考虑效率。使得大小企业在评价过程中能够“公平竞争”, 同样生产规模下, 员工人数越少越好, 为输入指标。

使用改进得 SE-DEA 模型避免了多个企业同时处于生产前沿面上的情况。为了更好地满足模型对评价单元同质性的要求, 只选取了沪深股市以火力发电为主的 20 家企业进行

评价。具体到本例 $m=3, k=2, j=20$ 。上市公司的财务数据如表 1 所示。

表 1 沪深股市电力企业样本财务数据

企业名称	人数(人)	投入指标(万元)		产出指标(万元)	
		总资产	主营业务成本	销售收入	总利润
1 华能国际	37712	5327697	1569020	2347965	677408.1
2 上海电力	6895	1082547	441369.6	544763.1	68731.13
3 明星电力	3029	229433.8	21204.06	40887.76	13109.89
4 郑州煤电	12666	251509	61930.3	90801.23	12863.37
5 金山股份	702	71685.29	7392.58	10920.48	6283.23
6 天富热电	2125	202271	31838.09	50537.35	6273.95
7 京能热电	1756	197332.1	91034.44	119098.6	18444.85
8 大连热电	1308	155029.2	31572.75	40775.42	2667.46
9 国电电力	13009	2274879	343682.5	484598.8	104379
10 内蒙华电	5380	1168017	248339.3	303737.2	46398.14
11 岁宝热电	2393	91774.26	18790.23	25166.46	1338.52
12 大地基础	2179	343679.2	23012.27	28347.05	5202.21
13 穗恒运	732	235722	63061.2	102608.5	30360.64
14 皖能电力	2974	423604.4	128316.3	173155.6	39955.4
15 漳泽电力	3725	465546	141230.1	201656.3	30634.04
16 吉电股份	3804	269686.3	96922.1	107036.4	8274.32
17 赣能股份	1548	166833.6	44781.67	56808.36	9166.67
18 东方热电	1680	237795.2	34857.23	51721.44	10203.33
19 长源电力	950	268032.1	87076.06	103990.9	10001.49
20 豫能控股	1284	129832.4	37872.07	51075.55	6932.12

注: 1. 表中总资产、主营业务成本、主营业务收入、总利润等财务指标均来自各上市公司 2003 年年报

2. 表中各上市公司的职工人数分别来自各上市公司年报、公告或者网站

第一, 企业数量 $N = 20 > 2 \times 5 = 10$

第二, 投入产出指标中没有小于 0 的数值出现, 满足模型对于单元数量和指标数值方面的要求;

第三, 选取的投入指标之间, 产出指标之间均不存在明显的线性相关关系。这样的指标选取既能反映企业规模对竞争能力的影响又能反映企业的劳动效率对竞争能力的影响。

为了更好地显示两种评价结果的区别, 将 DEA 的 C^2R 模型和 SE-DEA 模型求解结果都在表 2 中给出。

表 2 电力企业 DEA 与 SE-DEA 评价结果比较

序号	企业名称	λ 值	DEA 效率值	SE-DEA 效率值	SE-DEA 排名
1	华能国际	$\lambda_7 = 1.03, \lambda_{13} = 21.69$	99.77%	99.77%	5
2	上海电力	$\lambda_7 = 2.93, \lambda_{13} = 1.90$	94.93%	94.93%	6
3	明星电力	$\lambda_3 = 1$	100.00%	119.57%	4
4	郑州煤电	$\lambda_3 = 0.12, \lambda_{13} = 0.84$	89.35%	89.35%	9
5	金山股份	$\lambda_5 = 1$	100.00%	149.55%	2
6	天富热电	$\lambda_3 = 0.51, \lambda_{13} = 0.29$	91.31%	91.31%	8
7	京能热电	$\lambda_7 = 1$	100.00%	122.94%	3
8	大连热电	$\lambda_3 = 0.19, \lambda_{13} = 0.32$	77.01%	77.01%	18

(续表)

序号	企业名称	λ 值	DEA 效率值	SE - DEA 效率值	SE - DEA 排名
	国电电力	$\lambda_9 = 2.71, \lambda_{13} = 3.64$	83.56%	83.56%	14
10	内蒙华电	$\lambda_3 = 0.67, \lambda_{13} = 2.70$	74.12%	74.12%	19
11	岁宝热电	$\lambda_3 = 0.11, \lambda_{13} = 0.20$	79.92%	79.92%	15
12	大地基础	$\lambda_3 = 0.47, \lambda_{13} = 0.09$	67.77%	67.77%	20
13	穗恒运	$\lambda_{13} = 1$	100.00%	230.90%	1
14	皖能电力	$\lambda_7 = 0.34, \lambda_{13} = 1.29$	87.71%	87.71%	10
15	漳泽电力	$\lambda_7 = 0.41, \lambda_{13} = 1.49$	92.87%	92.87%	7
16	吉电股份	$\lambda_7 = 0.50, \lambda_{13} = 0.55$	77.06%	77.06%	17
17	赣能股份	$\lambda_7 = 0.00, \lambda_{13} = 0.55$	78.09%	78.09%	16
18	东方热电	$\lambda_3 = 0.40, \lambda_{13} = 0.35$	86.72%	86.72%	11
19	长源电力	$\lambda_7 = 0.09, \lambda_{13} = 0.91$	86.59%	86.59%	12
20	豫能控股	$\lambda_7 = 0.07, \lambda_{13} = 0.42$	86.22%	86.22%	13

从评价结果可以看出:

第一, SE - DEA 模型能够对 DEA 评价为有效的明星电力、金山股份、京能热电、穗恒运的效率进行区分。与单纯以企业利润或利润率为标准进行判别得出的结论不尽相同。在 SE - DEA 模型中分别有 8, 0, 8, 16 个非 SE - DEA 有效单元以其为标准确定单元效率, 它们和长源电力均规模效益不变。

第二, 所有被评价公司中, 穗恒运的效率最高。该公司处于我国缺电最为严重的珠三角地区, 而且 2003 年先收购了广州经济技术开发区热电发展公司 98% 的股权; 接着又完成了控股子公司广州恒运热电厂有限责任公司所属 21 万千瓦六号机组环保改造工程, 并复产发电。在国家能源紧缺的情况下, 产量越大效益也就越高(排名为 7), 加之职工人数较少(排名 19), 效率最高。

第三, 大地基础的效率最低, 该公司由于 2003 年其主业转向房地产, 已不是严格意义上的发电企业, 在目前能源紧缺的情况得益较少, 且公司 2003 年发生大规模投资亏损削减了发电行业的利润, 而资产规模、职工人数仍维持原来水平。最终导致企业效率降低。

第四, 超大规模公司, 如华能国际和国电电力 DEA 评价结果只能位于中游。这主要是因为它们都具有较多效率良莠不齐的子公司, 客观上造成了企业效率比上不足, 比下有

局面。

第五, 通过进一步分析非 DEA 有效决策单元的松弛变量, 可以发现各公司非 DEA 有效的原因。如华能国际的主要问题在于部分老的国有发电企业职工人数过多, 应该进行减员增效, 从而变相的降低成本, 形成销售收入的相对增加, 提高企业效率。

此外, 还可以根据计算结果中的情况得出那些公司规模效益递增、规模效益递减。

三、结论

电力行业利用 SE - DEA 模型进行评价的结果与国家的宏观经济形势十分吻合: 1) 能源紧缺, 企业普遍效益提高, 各公司均获得较多盈利; 2) 由于电力采用国家定价的方式, 各上市公司之间的业绩差距不大, 国家放权较多的广东等地区, 企业效率较高。

本文将 SE - DEA 模型应用于电力公司经济评价的实践表明: 1) DEA 评价结果为无效的上市公司, SE - DEA 的评价结果与 DEA 相同; 2) DEA 评价为有效的电力公司, SE - DEA 模型中能够对它们的效率进行区分, 为决策者提供更完备的决策信息, 该模型同样可以进一步应用于其他领域企业生产相对有效性的评价。

参考文献

- [1] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法——运筹学的新领域[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988. 7 - 33.
- [2] 任民, 王烈. 评价决策单元 DEA 有效的两阶段法[J]. 预测, 2003, 22(6): 75 - 77.
- [3] Andersen P, Petersen N C. A Procedure for Ranking Efficient Units In data Envelopment Analysis [J]. Management Science, 1993, 39(10): 1261 - 1264.
- [4] Thrall R M. Duality, Classification and Slacks in DEA [J]. Annals of Operations Research, 1996, 66: 109 - 138.
- [5] 郭均鹏, 吴育华, 李汶华. 用 SE - DEA 模型研究决策单元分类[J]. 天津大学学报, 2004, 36(4): 522 - 524.

Evaluation to Power Corporations' Efficiency Based on SE - DEA Model

XIE Bai - chen WU Yu - hua

(Tianjin University Tianjin 300072 China)

Abstract For the reason that conventional data envelopment analysis (DEA) model cannot make further comparison among the efficient ones in evaluating the relative efficiency of decision - making units, this paper proposes the super - efficiency DEA model, which is the extending of the original one and can successfully solve this problem. Finally, twenty power corporations selected from Shanghai and Shenzhen stock market are rendered to substantiate its validity.

Key Words super - efficiency data envelopment analysis model; relative efficiency; decision - making units; power corporations

作者: [解百臣](#), [吴育华](#), [XIE Bai-chen](#), [WU Yu-hua](#)
作者单位: [天津大学, 天津, 300072](#)
刊名: [电子科技大学学报 \(社会科学版\)](#)
英文刊名: [JOURNAL OF UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA \(SOCIAL SCIENCES EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2005, 7 (4)
被引用次数: 6次

参考文献(5条)

1. [魏权龄](#) 评价相对有效性的DEA方法-运筹学的新领域 1988
2. [任民;王烈](#) 评价决策单元DEA有效的两阶段法[期刊论文]-[预测](#) 2003 (06)
3. [Andersen P;Petersen N C](#) A Procedure for Ranking Efficient Units In data Envelopment Analysis 1993 (10)
4. [Thrall R M](#) Duality, Classification and Slacks in DEA[外文期刊] 1996
5. [郭均鹏;吴育华;李汶华](#) 用SE-DEA模型研究决策单元分类[期刊论文]-[天津大学学报](#) 2004 (04)

本文读者也读过(10条)

1. [王金祥](#). [吴育华](#). [刘喜华](#). [孙巍](#) 电力工业的非参数效率测度分析[期刊论文]-[北京科技大学学报](#)2002, 24 (4)
2. [郭均鹏](#). [吴育华](#). [李汶华](#) 用SE-DEA模型研究决策单元分类[期刊论文]-[天津大学学报](#)2003, 36 (4)
3. [朱星宇](#) 基于生产前沿面理论的工程项目交易方式选择研究[学位论文]2010
4. [王业平](#) 我国电信业全要素生产率变动的实证研究[期刊论文]-[社会科学论坛](#)2009 (24)
5. [樊华](#). [FAN Hua](#) 基于DEA的高校实验室效率评价[期刊论文]-[实验室研究与探索](#)2011, 30 (3)
6. [张旭](#) 某医科大学教研效率评价研究[学位论文]2010
7. [杨秀玉](#). [YANG Xiu-yu](#) 行政垄断影响下的全要素生产率贡献率的测算——以电信行业为例[期刊论文]-[石家庄经济学院学报](#)2009, 32 (2)
8. [牛艳梅](#) SE-DEA模型在我国银行效率评价中的应用[期刊论文]-[合作经济与科技](#)2011 (8)
9. [王小芳](#) 电信业的破坏性创新、动态竞争与规制——基于动态效率基准的3G之争评价[会议论文]-2005
10. [初佳颖](#) 政府规制下电信产业的技术效率分析[期刊论文]-[经济纵横](#)2006 (4)

引证文献(6条)

1. [万维宏](#). [袁文嘉](#). [王玥](#) 基于DEA的美国PJM市场发电厂效率评价[期刊论文]-[电力系统保护与控制](#) 2009 (18)
2. [田为厚](#). [张金禄](#) 电力上市公司企业管理效率研究[期刊论文]-[理论学刊](#) 2007 (3)
3. [韦杏秋](#). [程鹏飞](#). [陈碧云](#). [吴杰康](#). [唐利涛](#) 火电机组能耗的数据包络分析方法[期刊论文]-[电网与清洁能源](#) 2012 (2)
4. [苏明](#) 我国火电企业效率评价分析[期刊论文]-[山东电力技术](#) 2009 (4)
5. [王喜平](#). [姜晔](#) 中国电力行业能源利用效率及收敛性分析——基于区域面板数据的Malmquist指数模型[期刊论文]-[现代电力](#) 2011 (4)
6. [吴杰康](#). [严进](#) 基于数据包络分析的梯级水电站发电效率优化模型[期刊论文]-[中国电机工程学报](#) 2011 (z1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzkjdxxb-shkx200504007.aspx