

文章编号:1003 - 207(2010)01 - 0046 - 06

效用型 Malmquist 指数方法及火电类 上市公司实证分析

解百臣^{1,2}, 杜 纲¹

(1. 天津大学管理学院, 天津 300072;

2. 中国科学院科技政策与管理科学研究所能源与环境政策研究中心, 北京 100080)

摘要:文章定义了一种基于距离函数的效用型 Malmquist 指数,并将其分解为技术效率、技术进步、配置效率和系统外生效应等多个指标,该指数采用“期望效用最大”而非“期望产出最大”的优化原则寻找最优决策单元。该指数适用于寡头垄断行业或需要综合考虑经济效益、社会影响的社会公共品行业。最后以 2006 到 2007 年中国火电类上市公司进行实证分析,证明与投入型 Malmquist 指数相比,效用型 Malmquist 指数评价结果更为客观,经济解释更加明确。

关键词:Malmquist 指数;效用函数;火电企业

中图分类号:F224.7 **文献标识码:**A

1 引言

瑞典经济学家和统计学家 Sten Malmquist (1953)在研究消费者行为的过程中,以某消费群体的无差异曲线为参考集,使用距离函数动态比较多群体消费特征的差异^[1],奠定了 Malmquist 指数的思想。Caves, Christensen 与 Diewert (CCD, 1982)等首先将这种思想应用于全要素生产率分析,扩展了该方法的研究范围^[2]。Färe, Grosskopf, Lindgren 与 Roos (FGLR, 1994)等将 CCD 方法与 Farrell (1957) 等人测度效率的方法结合,提出了规模收益不变条件下基于径向距离函数的投入型 Malmquist 指数,并进一步将该指数分解为技术效率和技术进步两部分^[3]。Ray 和 Desli (1997)等从收益角度出发提出了 RD 型 Malmquist 指数^[4]; Simar 和 Wilson (1998, 1999)认为,由于指标选择、数据收集的局限,为更好的进行客观评价,在 Malmquist 指数的研究中应引入置信区间的概念^[5, 6]。Nikolaos Maniadakis (2004)等从投入极小化角度提出了成本型 Malmquist 指数^[7],孙林、李光

金 (2008)等从收益角度出发,提出基于径向技术距离函数的收益型 Malmquist 指数^[8]。

上述研究成果均假设决策单元以投入最小或产出最大为优化目标,径向逼近行业生产前沿面。但这种假设有时在企业实际生产中未必成立,寡头垄断企业的效率评估通常综合考虑利润、市场占有率、社会形象等多种因素;对社会公共品行业的评估,要综合考虑经济效益、社会形象多种因素。

寡头垄断行业、或实行国家管制的公共产品行具有很多不同于一般行业的性质。例如,电力企业多为国有企业、产品难于存储、价格实行国家管制,企业效益受宏观经济影响很大。效益提高时,管理层通常归因于内部挖潜、管理效率的提高,而当效益下滑时,又经常将原因归咎于外部经济环境的变化。这类企业的决策者进行效率评价时,多为风险偏好型。Hjalmarsson 和 Veiderpass (1992)应用 Malmquist 指数方法研究了瑞典电力销售企业的效率^[9]。Pollitt (1995)分别采用 DEA 和 SFA 方法,比较了 10 多个国家电力企业的效率差异^[10]。这些研究的共同特点:所在国家的电力公司兼有发电、输电与配电业务。Hattori (2002, 2005)等比较了日本与美国^[11]、日本与英国配电企业效率的差异^[12]。Delmas 和 Tokat (2005)研究了自产电力比重对企业效率的影响^[13]。Tsutsui 和 Goto (2009)应用基于加权松弛技术效率的 DEA 模型研究了美国电力

收稿日期:2008 - 09 - 17; 修订日期:2009 - 12 - 15

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70825001);天津大学青年教师培养基金项目(TJU - YFF - 08B09)

作者简介:解百臣(1981 -),男(汉族),山东聊城人,天津大学管理学位,讲师,研究方向:管理科学与运筹技术、能源政策与管理。

公司的综合生产效率^[14]。我国实行厂网分离的电力供应政策,与国外电力企业效率评价的视角必然不同。

针对寡头垄断行业或社会公共品行业的特殊情况,借鉴“等效用曲线”原理,文章提出基于径向距离函数的效用型 Malmquist 指数。论文以 2006 到 2007 年火力发电企业的生产经营状况进行实证分析。研究过程中选取投入指标为:总资产、所有者权益;产出指标为主营业务收入和总利润。

2 基于径向距离函数的效用型 Malmquist 指数

假设存在两个或多个生产时期,以 t 和 $t + 1$ 代表相邻的两个生产阶段。令 $x^t_r = (x^t_{r1}, x^t_{r2}, \dots, x^t_{rm})^T$, $y^t_r = (y^t_{r1}, y^t_{r2}, \dots, y^t_{rm})^T$, 且 $x^t_r \in \mathbf{R}^n$, $y^t_r \in \mathbf{R}^m$, 分别代表 t 时期决策单元 r 的投入和产出向量; $(x^t_r, y^t_r) \in L^t$, L^t 为 t 时期的生产可能集。假设规模收益不变, $D^t(x^t_r, y^t_r)$ 表示 t 时期基于投入径向距离函数的 DEA 效率值^[15]。 $D^t(x^t_r, y^t_r)$ 越小,决策单元的生产效率越低; $D^t(x^t_r, y^t_r)$ 越大,决策单元的生产效率越高^{[16][17]}。于是 t 到 $t + 1$ 时期基于径向距离函数的投入型 Malmquist 指数 M_t 定义为^[7]:

$$M_t = \left[\frac{D^t(y^{t+1}_r, x^{t+1}_r)}{D^t(y^t_r, x^t_r)} \times \frac{D^{t+1}(y^{t+1}_r, x^{t+1}_r)}{D^{t+1}(y^t_r, x^t_r)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

当 $M_t > 1$ 时,为保证同样的产出水平, x^{t+1} 比 x^t 更靠近投入前沿面, t 到 $t + 1$ 时期全要素生产率提高。将 Malmquist 指数分解为技术效率 (Technical Efficiency Change: TE) 和技术进步 (Technological Change: TC):

$$TE = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}_r, x^{t+1}_r)}{D^t(y^t_r, x^t_r)} \quad (2)$$

$$TC = \left[\frac{D^t(y^{t+1}_r, x^{t+1}_r)}{D^{t+1}(y^{t+1}_r, x^{t+1}_r)} \times \frac{D^t(y^t_r, x^t_r)}{D^{t+1}(y^t_r, x^t_r)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

技术效率又称“追赶效应”,测度企业实际经营相对生产前沿面的变动情况;技术进步又称“前沿面移动效应”,测度 t 到 $t + 1$ 时期所有生产单元的平均技术变化。前沿面为高维曲线多面体,可能在某一区域下降,在另一区域上升,因此用平均技术进步 TC 代表前沿面的总体移动。

3 效用型 Malmquist 指数

传统的 Malmquist 指数研究中,假设决策单元径向逼近生产前沿面^[11]。但在企业生产经营中,很多时候并非单纯以投入最小,产出最大为决策目标。为了企业的长远发展,寡头垄断企业的效率评价通

常会综合考虑收益、市场占有率、企业品牌美誉度等因素;社会公共品行业的评估要考虑经济效益、社会形象等多种因素。对于这种类型的企业的全要素生产率评估,若以企业期望效用最大而非期望投入最小,或期望产出最大进行分析,评价结果将更贴合企业实际,因此本文提出基于效用函数的 Malmquist 指数方法^[18]。

3.1 基本假设

定义决策单元 r 的效用函数: $u^t_r(y^t_r) \in \mathbf{R}^n$, $r = 1, 2, \dots, N$ 。为更好的区分位于效用前沿面上的决策单元,研究过程中使用超效率 DEA 模型计算结果的倒数代替距离函数。超效率 DEA 模型对决策单元 r 进行效率评价过程中,决策单元 r 的投入产出由除 r 外的 $N - 1$ 个决策单元投入产出的线性组合替代,在效率值保持不变的条件下,投入增加比例即超效率评价值。因而,决策单元 r 的效用函数为: $u^t_r(y^t_r) = \sum_{j=1, j \neq r}^N w^t_j(y^t_j)$ 。根据 N 个决策单元的效用函数可以构造 t 时期效用函数前沿面:

$$R^t(x^t_r, u^t_r) = \max_{y^t_r} \{ u^t_r(y^t_r) : y^t_r \in L^t(x^t_r), u^t_r > 0 \}, r = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

$u^t_r(y^t_r) / R^t(x^t_r, u^t_r)$ 表示决策单元当前产出的效用 $u^t_r(y^t_r)$ 与当前投入所能获得的最大效用 $R^t(x^t_r, u^t_r)$ 的比值,即与效用前沿面 $R^t(x^t_r, u^t_r)$ 上对应函数值的比值。在规模收益不变条件下,也即是获得当前产出的效用,投入可以降低的程度。这个比值越大,决策单元的效用可提高空间越小。后面的分析,针对所有决策单元,去掉角标 r 。得到 t 到 $t + 1$ 时期效用型 Malmquist 指数:

$$M_u = \left[\frac{u^t(y^{t+1}) / R^t(x^{t+1}, u^t)}{u^t(y^t) / R^t(x^t, u^t)} \times \frac{u^{t+1}(y^{t+1}) / R^{t+1}(x^{t+1}, u^{t+1})}{u^{t+1}(y^t) / R^{t+1}(x^t, u^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

指数值小于 1,等于 1 和大于 1 分别代表决策单元的全要素生产率降低、不变和提高。通过 Malmquist 指数的计算结果,可以动态监测决策单元生产经营状况的变化,分析为达到效用前沿面产出指标可以提高的潜力。

3.2 效用型 Malmquist 指数的分解

与投入型 Malmquist 指数相比,效用型 Malmquist 指数除了包含技术效率、技术进步等因素外,还将决策者的风险偏好、决策单元的要素配置情况、价格、心理、宏观经济环境等外生因素考虑在

内。借鉴经济学中的“等效用曲线”原理,具有两种投入要素的效用型 Malmquist 指数计算过程如图 1 所示。

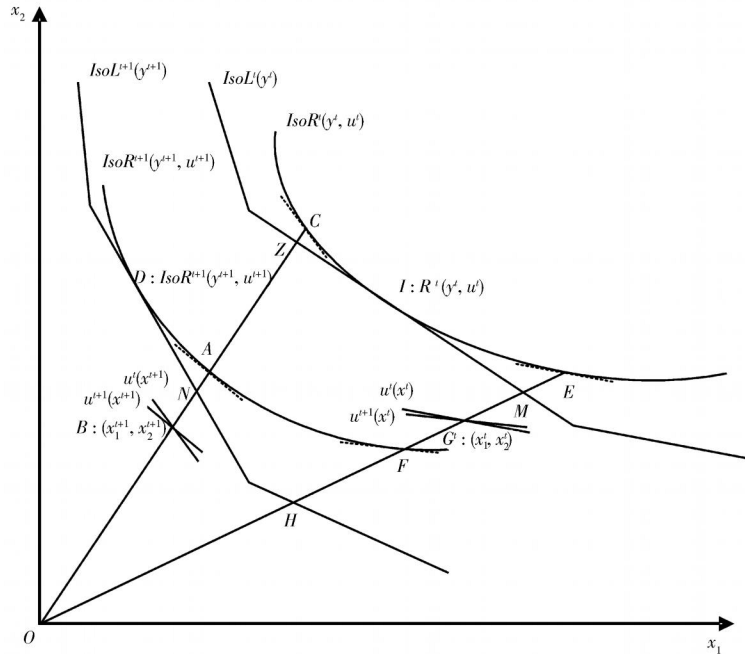


图 1 基于距离函数的效用型与投入型 Malmquist 指数比较

$IsoL^t(x^t)$ 为等投入曲线, $IsoR^t(y^t, u^t)$ 为等效用曲线。投入要素既定情况下,式(5)可以表示为:

$$M_u = \left[\frac{OB/OE}{OG/OA} \times \frac{OB/OE}{OG/OC} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

式(6)中的效用型 Malmquist 指数可进一步分解为:全要素效率变化 (Overall Efficiency Change: OEC) 和期望效用技术进步 (Utility-Technical Change: UTC)。

$$M_u = OEC \times UTC \quad (7)$$

$$OEC = \frac{u^t(y^{t+1})/R^{t+1}(x^{t+1}, u^{t+1})}{u^t(y^t)/R^t(x^t, u^t)} \quad (8)$$

$$UTC = \left[\frac{u^t(y^{t+1})/R^t(x^{t+1}, u^t)}{u^{t+1}(y^{t+1})/R^{t+1}(x^{t+1}, u^{t+1})} \times \frac{u^t(y^t)/R^t(x^t, u^t)}{u^{t+1}(y^t)/R^{t+1}(x^t, u^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

OEC 测度 t 到 $t+1$ 时期,生产单元的经营情况是否更接近效用边界。它除了考虑生产前沿面的移动外,还考虑到决策单元对应最优效用组合的变化。因而进一步分解为技术效率 (TE : Technical Efficiency Change) 和配置效率 (AE : Allocative Efficiency Change)。 TE 即“追赶效应”,等同于基于径向距离函数的 Malmquist 指数中的技术效率。 AE 表示在给定投入资源价格条件下,最优效用组合的变动情况。用图 1 中的距离函数表示为:

$$OEC = TE \times AE = \frac{OB/OE}{OG/OA} \quad (10)$$

$$TE = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} = \frac{OB/OM}{OG/ON} \quad (11)$$

$$AE = \frac{u^{t+1}(y^{t+1})/[R^{t+1}(x^{t+1}, u^{t+1})D^{t+1}(y^{t+1}, u^{t+1})]}{u^t(y^t)/[R^t(x^t, u^t)D^t(y^t, u^t)]} = \frac{[OB/OE]/[OB/OM]}{[OG/OA]/[OG/ON]} = \frac{OM/OE}{ON/OA} \quad (12)$$

UTC 测度 t 到 $t+1$ 时期的“前沿面移动效应”,即 x^t 变化到 x^{t+1} 过程中效用边界的变动。与投入型 Malmquist 指数中单纯考虑技术进步引起的等产量曲线移动不同,它还考虑了投入价格的变化。因而可以进一步分解为技术进步 (TC : technical change) 和系统外生效应 (OSE : Outside System Effect)。 TC 即投入型 Malmquist 指数中的技术进步,代表 t 到 $t+1$ 时期生产前沿面的移动情况。 OSE 代表非生产因素如价格、心理因素等对效用前沿面移动的影响,可以视为整个行业而非某个企业配置效率的变化。用图 1 中的距离函数表示为:

$$UTC = TC \times OSE = \left[\frac{OB/OE}{OB/OE} \times \frac{OG/OA}{OG/OC} \right]^{1/2} = \left[\frac{OE}{OF} \times \frac{OC}{OA} \right]^{1/2} \quad (13)$$

$$TC = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{OB/OH}{OB/OM} \times \frac{OG/ON}{OG/OZ} \right]^{1/2} = \left[\frac{OM}{OH} \times \frac{OZ}{ON} \right]^{1/2} \quad (14)$$

$$OSE = \left\{ \frac{u^t(y^{t+1})/[R^t(x^{t+1}, u^t)D^t(x^{t+1}, y^{t+1})]}{u^{t+1}(y^t)/[R^{t+1}(x^t, u^{t+1})D^{t+1}(x^t, y^t)]} \right\}^{1/2} \\ = \left[\frac{[OB/OE]/[OB/OM]}{[OB/OE]/[OB/OM]} \times \frac{[OG/OA]/[OG/ON]}{[OG/OC]/[OG/OZ]} \right]^{1/2} \\ = \left[\frac{OH/OE}{OM/OE} \times \frac{ON/OA}{OZ/OC} \right]^{1/2} \quad (15)$$

根据前面的分析,效用型 Malmquist 指数的分解总结如下:

$$M_u = OEC \times UTC \\ = (TE \times AE) \times (TC \times OSE) \\ = (TE \times TC) \times (AE \times OSE) \\ = M_t \times AE \times OSE \quad (16)$$

从分解结果可以看出,效用型 Malmquist 指数对全要素生产率的分析除了包含投入型 Malmquist 指数的全部信息外,还考虑了决策单元的要素配置效率与价格、心理、宏观经济环境等外生因素的影响。

4 火电类上市公司效率评价实证分析

4.1 样本选择

文章选取沪深股市以火力发电为主营业务的 14 家上市公司 2006 年到 2007 年生产经营数据进行实证研究。火电企业原材料以煤炭为主,产品具有鲜明的同质性,上网电价受到国家宏观调控,能够保证所有决策单元具有相似的外部环境和竞争条件。满足 Malmquist 指数所基于的 DEA 方法对决策单元同质性的要求。分析过程中,将单纯以火力发电为主营业务的 4 家企业归为一类,包括:皖能电力、华能国际、华电国际和通宝能源。将主营业务包括火力发电和热力生产的 10 家企业归为一类,包括:粤电力、长源电力、上海电力、华电能源、大唐发电、穗恒运 A、滨海能源、东方热电、大连热电和哈投股份。

4.2 指标选择

电力企业具有很强的特殊性:多为国有企业、产品难于存储、价格实行国家管制,经营业绩受宏观经济影响很大。效益提高时,管理层通常归因于内部挖潜、管理效率的提高;效益下滑时,又经常将原因归咎于外部经济环境的变化。因而普遍对生产效率提高更敏感,可视为风险偏好型的决策单元。

实证研究过程中,投入指标选取总资产与所有者权益;产出指标选取主营业务收入与总利润。显然,总资产与所有者权益之间,主营业务收入与总利润之间不存在明显线性关系;所选投入产出指标满足:“产出既定的条件下,投入越少越好”。研究过程中决策单元产出指标对应的效用值通过式(17)转换获得。

$$u_r^t(y_r^t) = \frac{1}{2} (y_{\max}^t - y_{\min}^t) \\ + \frac{1}{2} \left(\frac{y_r^t - y_{\min}^t}{y_{\max}^t - y_{\min}^t} \right)^2 (y_{\max}^t - y_{\min}^t) \\ y_{\max}^t = \max_j \{y_j^t\} \quad y_{\min}^t = \min_j \{y_j^t\} \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (17)$$

式中 y_{\max}^t, y_{\min}^t 分别代表 t 时期所有决策单元某项产出指标的最大值与最小值。将 14 家上市公司生产经营数据整理如表 1 所示,所有生产经营数据来自 Wind 咨询金融终端。

表 1 火力发电企业 2006 - 2007 年经营数据

主营业务	投入产出指标	2006 均值 (万元)	2007 均值 (万元)
火电	总资产	1642756	1994028
	所有者权益	1435976	1552108
	主营业务收入	571507	670124
	总利润	215581	198326
火电热力	总资产	260906	323796
	所有者权益	708506	851563
	主营业务收入	184276	213701
	总利润	94427	108916

样本数据可以很好的满足 DEA 方法效率评价的条件:

决策单元数量: $N = 14 > 2.5 \times 4 = 10$;

投入产出指标均大于 0,满足模型对于单元数量和指标值的要求;

决策单元的产品具有较好的同质性:所面临的外部环境相似,具有共同的比较基础和比较条件;

投入指标间,产出指标间均不存在明显的线性关系。既能够反映企业规模对竞争力的影响又能够反映企业的生产效率对竞争能力的影响。

2006 年、2007 年火电热力企业两项投入指标均大于火电企业,两项产出指标均低于火电企业;与 2006 年相比,2007 年火电热力企业实现了投入产出指标的同步增长,而火电企业尽管投入指标增长,但产出指标中的总利润却出现了一定程度的下滑。

4.3 结果分析

为避免在 DEA 评价中出现多个决策单元处于

生产前沿面上的情况,文章在计算 DEA 效率时采用超效率模型,计算结果出现极大值时采用理想单

元法进行校正。表 2 为基于径向距离函数的效用型与投入型 Malmquist 指数的比较。

表 2 火力发电企业效用型 Malmquist 指数与投入型 Malmquist 指数比较

主营业务 效率指标	火电				火电热力			
	基于投入 M_I		基于效用 M_U		基于投入 M_I		基于效用 M_U	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
TE	1.027	0.435	1.027	0.435	0.943	0.223	0.943	0.227
AE			0.841	0.510			1.150	0.513
OEC			0.801	0.418			1.053	0.501
TC	0.970	0.138	0.970	0.138	1.041	0.105	1.041	0.105
OSE			0.753	0.196			1.224	0.345
UTC			0.712	0.083			1.289	0.419
M	0.952	0.243	0.564	0.283	0.971	0.216	1.217	0.343

发电企业经过长时间的技术引进和升级,技术水平已达到或接近国际先进水平, TE 均值为 1.027;而城市供热设施尽管经过大规模升级改造,技术配置有了很大程度的提高,但现代化程度与理想目标间还有一定差距,因而火电热力企业 TE 均值小于火电企业,为 0.943。同时,火电热力企业由于技术效率低,可提升空间大,配置效率 AE 为 1.150,高于火电企业的 0.841;两种因素共同作用,发电企业 OEC 为 0.801,低于火电热力企业的 1.053。反映到企业的产出上,火电热力企业技术效率短期内无法赶超火电企业,但由于配置效率的改善,其 OEC 反而领先,因而 2007 年其盈利能力均出现了优于火电企业的变化。

火电企业现代化水平已经很高,技术进步难度加大, TC 均值为 0.970。城市供热系统在管网设计,提高热能利用率等方面技术进步很快, TC 均值大于发电企业,为 1.041。2007 年能源供应紧张,电煤价格上涨,平均每吨上涨 30 元以上,而同期电价基本保持稳定,均价上涨 1.74%,平均每千瓦时不足 1 分钱,导致电力企业经营出现困难。兼有热力生产业务的企业受惠于部分城市上调供热价格,业绩影响较小。反映到效率指标分析中,火电企业的 OSE 为 0.753,远小于火电热力企业的 1.224。综合两种因素的共同作用,效用型 Malmquist 指数的 UTC 高于火电企业 57.7 个百分点,为 1.289。

无论是火电企业还是火电热力企业, TE , TC 的标准差均小于 AE , UTC 的标准差。样本企业上市前经过层层审核与选拔,生产技术水平均处于业内领先地位,因而全要素生产率的差异更多来源于体现组织管理能力的 AE ,应对宏观经济环境变化能力的 UTC 上。

综合分析火电与火电热力企业的效用型

Malmquist 指数及其分解指标可以发现: M_U 的计算结果既考虑了生产效率、技术进步,又将决策单元的要素配置效率,宏观经济环境等系统外部效应考虑在内,能够更加全面的刻画决策单元的经营状态。2007 年,电价涨幅低于电煤价格涨幅,因而火电企业效用型 Malmquist 指数低于投入型 Malmquist 指数。由于城市供热价格的上涨在很大程度上抵消了电煤价格的上涨,火电热力企业的效用型 Malmquist 指数优于投入型 Malmquist 指数。这样的分析结果放大了企业生产效率的差异,更贴近企业生产实际,因而具有广泛的应用前景。

5 结语

文章提出的基于距离函数的效用型 Malmquist 指数方法,在考虑技术效率、技术进步的基础上,将传统的 Malmquist 指数方法进行延拓,进一步考虑配置效率和要素价格变动等外部条件的影响。将 M_U 分解为技术效率、技术进步、配置效率和系统外生效应等多个指标,采用“期望效用最大”而非“期望产出最大”的优化原则寻找效率最优的决策单元。这种处理方式能够为洞悉生产单元效率变化的根源提供更加完备的信息,从而在外部经营环境变化时进行有效决策。

效用型 Malmquist 指数方法适用于寡头垄断行业,或社会公共品行业的效率评估。完全竞争市场,企业具有拟线性效用函数,以投入最小或期望收益最大为决策目标,效用型 Malmquist 指数会得到与投入型 Malmquist 指数相同的评价结果,改进效果不如寡头垄断行业或社会公共品行业显著。

鉴于电力行业兼有寡头垄断与社会公共品行业的性质,文章对 2006 年到 2007 年沪深股市 14 家主营业务为火电或火电热力企业进行实证分析。结

果发现:效用型 Malmquist 指数及其分解指标放大了生产效率的差异,扩大了投入型 Malmquist 指数的分析范围,具有更明确的经济解释。

参考文献:

- [1] Sten, M. . Index numbers and indifference surfaces [J]. *Trabajos de Estadística*, 1953, 4: 209 - 232.
- [2] Caves, D. W. , Christensen, L. R. , Diewert, W. E. . The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity [J]. *Econometrica*, 1982, 50(6) : 1393 - 1414.
- [3] F R, Grosskopf, S. , Lindgren, B. , et al. Productivity developments in swedish hospitals: A Malmquist output index approach [J]. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, 1994: 253 - 272.
- [4] Grifell-tatje, E. , Lovell, C. A. . Profits and productivity [J]. *Management Science*, 1999, 45(9) : 1177 - 1193.
- [5] Simar, L. , Wilson, P. W. . Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models [J]. *Management Science*, 1998, 44(1) : 49 - 61.
- [6] Simar, L. , Wilson, P. W. . Estimating and bootstrapping Malmquist indices [J]. *European Journal of Operational Research*, 1999, 115(3) : 459 - 471.
- [7] Nikolaos Maniadakis, E. T. . A cost Malmquist productivity index [J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 154(1) : 396 - 409.
- [8] 孙林,李光金,张莉. 基于效用函数的收益型 Malmquist 指数[J]. *系统工程理论与实践*, 2008, 28(1) : 95 - 99.
- [9] Hjalmarsson, L. , Veiderpass, A. . Productivity in Swedish electricity retail distribution [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, 1992, 94 : 193 - 205.
- [10] Pollitt, M. . *Ownership and Performance in Electric Utilities* [M]. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- [11] Hattori, T. . Relative performance of U. S. and Japanese electricity distribution: An application of stochastic frontier analysis [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2002, 18 : 269 - 84.
- [12] Hattori, T. , Jamasb, T. , Pollitt, M. . Electricity distribution in the UK and Japan: A comparative efficiency analysis 1985 - 1998 [J]. *The Energy Journal*, 2005, 26(2) : 23 - 47.
- [13] Delmas, M. , Tokat, Y. . Deregulation, governance structures, and efficiency: The U. S. electric utility sector [J]. *Strategic Management Journal*, 2005, 26 : 441 - 60.
- [14] Tsutsui, M. , Goto, M. . A multi-division efficiency evaluation of U. S. electric power companies using a weighted slacks-based measure [J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009, 43 : 201 - 208.
- [15] Shephard, R. W. . *Theory of Cost and Production Functions* [M]. NJ: Princeton University Press, 1970.
- [16] Lovell, C. A. K. . *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application* [M]. Oxford: Oxford University Press, 1993 : 3 - 67.
- [17] Banker, R. D. . Maximum likelihood, consistency and Data Envelopment Analysis: A statistical foundation [J]. *Management Science*, 1993, 39 (10) : 1265 - 1273.
- [18] Tortosa-ausina, E. , Grifell-tatje, E. , Carmen Armero, D. C. . Sensitivity analysis of efficiency and Malmquist productivity indices: An application to Spanish savings banks [J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 184 : 1062 - 1084.

Utility Malmquist Index and Listed Thermal Power Corporations Empirical Analysis

XIE Baichen^{1,2}, DU Gang¹

(1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Center for Energy and Environmental Policy, Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China)

Abstract : This paper develop a utility Malmquist productivity index based on distance function. The index, which is defined in terms of maximizing expected utility rather than output, is decomposed into: technical efficiency change, technical change, allocative efficiency change and outside system effect. This method is suitable for oligopolistic industry or public goods sectors whose decision needs to integrate economic and social factors. Finally, the paper gives an empirical analysis by evaluating the listed coal electricity corporations from 2006 to 2007. The results indicates that the utility approach fits more close to the practice than the input approach, and can give more reasonable economic explanation.

Key words : Malmquist index; utility function; coal power industry