

中国电网企业成本合理性评价与空间分异特征

谢 里¹,周志超¹,尤培培²,孙英楷³

(1. 湖南大学经济与贸易学院,长沙 410079;2. 国网能源研究院有限公司,北京 102209;
3. 国网河北省电力有限公司,石家庄 050021)

摘要: 电网企业因其垄断特性造成的成本信息不对称性,不仅制约了政府对电网企业监管的效率,而且使消费者对电价定价缺乏信任,因而,评估电网企业的成本合理性具有重要的理论和现实意义。从空间对标视角,以中国国家电网公司各分公司的运行维护费为样本,采用Gini准则融合多种DEA模型的测算结果,并进行空间系统聚类分析,结果表明:①全国大多数省级电网公司运行维护费支出处于合理水平,但部分电网企业的分量成本合理性水平较低;②运营绩效水平较高的公司存在更高的绩效提升边际成本,较容易发生成本的支出不合理;③各电网公司在选择成本对标准时,既要选择成本合理性程度较好的公司作为参照,又要依据动态参考原则随时调整合理成本的参照系。

关键词: 自然垄断;成本合理性;多DEA-Gini准则;系统聚类;电网公司;空间对标

DOI: 10.11821/dljy020190256

1 引言

由于自然垄断的特殊性质,采取反垄断或市场化机制都不是解决自然垄断问题的最佳途径,相对来说,政府管制是较好的选择^[1]。但是,自然垄断行业的生产活动往往事关国计民生,这使得政府对其管制陷入了一个两难困境。一方面,为保护垄断市场上消费者的权益,政府必须对垄断企业进行严格监管,防止市场势力的滥用;另一方面,为维持自然垄断企业的良好发展,从而使其更好地承担起普遍服务职能,政府又需要让企业存在合理的获利空间^[2]。由此,在政府的监管下,自然垄断企业利润最大化和社会福利最大化之间产生了矛盾。而解决这两者之间矛盾的关键,就在于通过合理化自然垄断企业的成本,实现企业利润最大化和社会福利最大化的双统一^[3]。在近似于完全竞争市场上,企业之间存在相互竞争,企业的边际成本会逐渐接近市场价格,从而使总体成本达到合理水平。但是自然垄断企业不具有竞争性市场环境,在某特定区域内,某个自然垄断企业往往即构成该地区的某自然垄断行业^[4],且当政府对自然垄断企业采取成本价格监管与控制等措施时,由于完全垄断特性使得政府与自然垄断企业之间存在信息不对称,此时,自然垄断企业不仅出于自身利益考量而隐瞒成本信息^[5],而且其成本也因无法得到有效的管控而达到合理水平。基于此,研判自然垄断企业成本支出的合理水平,成为了政府实现对自然垄断企业进行有效监管的关键所在。

由于自然垄断行业更多体现于石油、电力、天然气、通讯、铁路等能源和交通行业,本文选取了最具有代表性的中国国家电网公司各区域分公司作为研究对象。中国的

收稿日期: 2019-04-08; 修订日期: 2019-09-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71573074); 国家电网有限公司科学技术项目(5204BB18000C)

作者简介: 谢里(1982-),男,湖南长沙人,博士,教授,博士生导师,主要从事制度创新与产业发展研究。

E-mail: xiexan@163.com

电网公司具有明显的自然垄断特征^[6],且在不同的省级行政区域内,输配电业务往往由一家电网公司垄断。2015年,中共中央国务院下发了《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》,确立了“准许成本加合理收益”的电网改革原则,随后,国家发展和改革委员会印发《省级电网输配电价定价办法》进一步明确,为准确核定电力价格,需要加强电网企业的成本监审,即对电网企业的成本进行监管和控制,依据电网公司的合理收益来确定符合市场实际的输配电价^[7]。那么,对电网企业的成本进行有效监管和控制,必须以电网企业成本合理性进行评估为必要前提。

考虑自然垄断企业具有隐瞒成本信息的倾向,而成本作为企业的一种投入,评估垄断企业的成本,可以从分析垄断企业的运营效率着手。对于电网公司绩效的研究,国外学者将成本管理与提升供电服务质量水平相联系进行研究,采用参数距离函数法或者计量经济学方法,评估了配电电网公司提升供电服务质量水平时所面临的边际成本,发现随着供电服务质量水平的提高,提升服务水平的边际成本也在逐步加大^[8,9]。但是Corton等研究了巴西配电公司的运营成本和服务水平之间的关系,却发现提升1%的服务质量仅导致0.003%的运营成本的增加^[10]。有的学者运用DEA模型研究了电网公司运营绩效、成本效率与政策之间的关系,并指出具有更高成本效率的电网公司能够在政府管制政策下,获得了更高的激励奖励或者规避惩罚^[11],而低效运行的配电公司依然存在的原因在于政策的补贴^[12],因此建议降低奖励政策力度,并推动低效电网公司向高效电网公司看齐。为实现这一目的,Agrell基于成本信息的DEA模型以及代理理论决策模型,改进了电网公司成本监管的方法,提出了基于DEA的多阶段动态标尺模型,并认为这种监管方法相对于现行管制手段来说,能够避免监管者的主观影响等一系列负面影响因素^[13]。此外,部分学者考虑了外部因素对电网公司成本的影响,如Gouveia将管理者偏好纳入到对电网公司运行绩效研究中^[14],发现管理者偏好将显著影响被评价决策单元的效率值。Llorca和Pollitt则采用随机前沿模型,研究了气候因素对电网公司输配电成本的影响,并指出处于外部环境较差地区的电网公司的经营更加困难^[15]。还有学者从电网公司的运营成本效率及成本变化趋势展开了研究^[16-18],提出了基于标尺竞争理论的激励管制措施^[19,20]。国内的相关研究较少,主要从电网公司效率和成本影响因素的角度展开研究。罗道平和肖笛最早采用DEA模型分析了全国当时八大电网公司的效率,并对各大电网公司进行了时序上的比较,发现其生产率在1976—1990年间不断升高^[21]。赵会茹等将电网公司相对效率的测算结果与管制手段结合起来,确定了以绩效为基础的管制方式中的参数 x ^[22]。还有学者研究了电网公司成本的影响因素,并将各种影响因素加入到DEA模型中,分析了电网公司的绩效,探讨了电网公司成本及运行维护费的核定方法,并提出了相应的价格监管模型^[23-27]。

已有研究在评估电网公司成本合理性时,侧重于研究和分析成本的影响因素或成本与运营绩效之间的关系,没有提出恰当的自然垄断企业成本合理性评估方法;且大多数研究仅停留在对成本总量水平的分析上,没有对成本进行进一步地分解,展开更加细致的探讨。中国省级电网公司的准许成本由折旧费和运行维护费两项费用构成,其中,折旧费用的大小由固定资产价值以及规范的折旧计提方法所决定,可控制的潜在程度较低。而依据2016年12月22日国家发展改革委印发的《省级电网输配电价定价办法(试行)》文件中指出运行维护费由材料费、修理费、职工薪酬、其他费用组成和界定,各类费用也在电网企业财务报表中有相应的会计科目。同时,这类电网企业的费用的核定受主观因素影响较大,具有较高的可控潜力。考虑到电网企业的自然垄断特性,某一地区电网企业如果将某项成本历史变化的平均趋势作为该企业的合理成本度量,可能因电

网公司的“逆向选择”行为，造成该电网企业成本合理性评价不科学和不准确。但是从全国层面上来看，在控制空间差异基础上，将不同区域之间的电网公司成本进行比较，则可能实现对电网公司成本合理性的有效评估。因此，本文选取电网公司的运行维护费及其所归分量如材料费、修理费、职工薪酬及其他费用等作为研究样本，将标尺理论的思想纳入指标体系设计，从空间对标视角，采用多DEA模型和Gini准则相结合的研究方法，并以2016—2017年电网公司运行维护费总量成本及其4项分量成本为研究对象，对26个省、直辖市及自治区的省级电网公司的成本合理性进行了测算和分析，依此评估具有自然垄断特征的电网企业成本合理性水平。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

自Charnes等创建第一个数据包络分析（data envelopment analysis, DEA）模型CCR模型以来^[28]，这一运用数学规划方法分析决策单元相对效率的工具得到了广泛的应用。该方法最突出的优点在于，能够评价具有多种投入和多种产出的决策单元之间的相对有效性^[29]，且不需要人为地确定各种投入产出指标的权重，可避免评价结果受到主观因素的影响^[30]。但是，不同的DEA模型在实际的效率评价应用中，会因其不同的分析视角而得出不同的效率评价结果。所以，比较合理的办法是科学地融合各种DEA模型的效率评价结果，计算出唯一且综合的效率值。基于此，本文采取多DEA模型与Gini准则相结合的效率评价方法^[31]，对中国26个省、直辖市及自治区的省级电网公司的运行维护费合理性进行了综合评估，为保证评价结果的客观性与各决策单元之间效率值的可比性，本文选择了CCR模型、BBC模型、SBM模型以及超效率SBM模型，并将以上四种模型依据投入产出的导向以及规模报酬的可变性，划分为投入导向型CCR模型、产出导向型CCR模型等12个DEA模型，在使用这12个DEA模型对中国省级电网公司运行维护费合理水平进行评价的基础上，进一步采用Gini准则融合12个DEA模型的效率评价结果，得出综合的效率值。最后，由于单纯从数值上无法得出可供参考普遍的合理成本水平，因此依据综合效率值结果，使用SPSS Statistics 22软件进行系统聚类分析，将各省级电网公司运行维护费支出的合理性程度归类，划分成不同等级，从而形成可供区域间电网公司比较的合理成本水平。具体研究方法如下：

首先，计算各电网公司的绩效矩阵。将26个省、直辖市及自治区的省级电网公司作为决策单元，使用上述12个DEA模型对26个决策单元的成本合理性进行测算。假设 M_l 表示第 l 个DEA模型对各决策单元评价的效率结果，各个决策单元即 DMU_j 在不同的DEA模型下的效率值记为 E_{jl} ，则基于12个模型的评价结果可以得出一个效率矩阵 $[E_{jl}]_{26 \times 12}$ ：

$$\begin{matrix}
 & \begin{matrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_{12} \end{matrix} \\
 \begin{matrix} DMU_1 \\ DMU_2 \\ \vdots \\ DMU_{26} \end{matrix} & \begin{bmatrix} E_{11} & E_{12} & \vdots & E_{112} \\ E_{21} & E_{22} & \cdots & E_{212} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{261} & E_{262} & \cdots & E_{2612} \end{bmatrix}
 \end{matrix} \quad (1)$$

该效率矩阵中的每一列为26个决策单元在第 l 个DEA模型测算下得到的效率值，矩阵中的每一行是某个决策单元在不同DEA模型测算下得到的效率值。

其次，为将上述效率矩阵中各个DEA模型测算出来的效率值科学融合为一组综合效

率值,需要对各个模型赋予一定的权重。根据Gini准则及其相关理论,Gini系数所衡量的是一般信息杂度,即该系数所取的值越大,说明信息杂度越大,信息所反应的真实情况的不确定性也就越小,Gini系数可以由下式得出:

$$G = 1 - \sum_{j=1}^n p_j^2 \quad (2)$$

式中: p_j 进一步表示为:

$$p_j = E_j / \sum_{j=1}^n E_j \quad (3)$$

式中: E_j 表示在某个DEA模型测算下决策单元 DMU_j 的值; p_j 表示在某个DEA模型中,决策单元 DMU_j 的效率值在所有决策单元的效率值总和中所占的比例。根据这一定义可知, $0 \leq p_j \leq 1$, $0 \leq G \leq 1$ 。由此,可以定义一个信息纯度,与信息杂度相对应,两者的总和为1。因此信息纯度可以表示为:

$$d = 1 - G = \sum_{j=1}^n p_j^2, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (4)$$

若信息纯度所取的值越大,则说明相应的DEA模型的测算结果的确定性越大,反之,当该DEA模型测算结果对真实情况反映的不确定性最大时,信息纯度也最小。

接着,把Gini准则与12个DEA模型的测算结果结合起来,对每个DEA模型赋予相应权重,将效率矩阵进行归一化的处理。根据信息纯度的定义,计算并得到 M_l 的信息纯度 d_l 之后,对 d_l 进行一次归一化处理,可以得到某DEA模型的权重:

$$W_l = d_l / \sum_{l=1}^{12} d_l \quad (5)$$

式中: W_l 表示第 l 个模型 M_l 的权重,即第 l 个模型的信息纯度值在所有模型的信息纯度值总和中所占比例。

最后,将各DEA模型测算的效率值与其相应的权重结合起来,计算出最后的综合效率值,计算方式为:

$$\theta_j = \sum_{l=1}^{12} W_l E_{jl}, (j=1, 2, \dots, 26) \quad (6)$$

式中: θ_j 表示某决策单元 DMU_i 的综合效率值。

根据计算得出的综合效率值,采用系统聚类方法^[32]进行归类,划分出各省级电网公司的成本合理性程度。先定义样本之间的距离,即计算26家省级电网公司综合效率值之间的距离,以平方的欧氏距离进行定义:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2, (i, j=1, 2, \dots, 26) \quad (7)$$

式中: d_{ij} 为第 i 、 j 两家省级电网公司综合效率值之间的欧式距离; x_i 表示第 i 家电网公司的综合效率值; x_j 代表第 j 家电网公司的综合效率值。可以得到一个距离矩阵:

$$D = (d_{ij})_{26 \times 26} \quad (8)$$

式中: D 为各省级电网公司效率值之间的欧式距离所组成的矩阵,该矩阵所计算的距离不仅包括不同公司综合效率值之间的欧式距离,还包括公司本身与自己的距离,即为0。然后采用组间联接法计算类间距离,该方法定义类间距离平方为两类中元素两两之间距离平方的平均值,这一方法是SPSS软件中默认的聚类方法,有较好的聚类效果,即:

$$D_{pq}^2 = \frac{1}{n_p n_q} \sum_{x_i \in G_p} \sum_{x_j \in G_q} d_{ij}^2 \quad (9)$$

式中： D_{pq}^2 为类别 G_p 和类别 G_q 之间的距离； G_p 为根据各电网公司综合效率值之间的欧式距离所生成的一个新类别，此中包含的电网公司综合效率值之间欧式距离最近，因此聚成一类； G_q 同样为新生成的另一个类别； n_p 为 G_p 中包含的元素个数； n_q 为 G_q 中所包含的元素个数。若两类中各元素两两之间的距离平方的平均值最近，则设类 G_p 和类 G_q 合并为新类 G_r ，则任意类 G_k 和 G_r 的距离为：

$$\begin{aligned} D_{kr}^2 &= \frac{1}{n_k n_r} \sum_{x_j \in G_k} \sum_{y_j \in G_r} d_{ij}^2 \\ &= \frac{n_p}{n_r} D_{kp}^2 + \frac{n_q}{n_r} D_{kq}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

式中： D_{kr}^2 为合并后的新类 G_r 和任意类 G_k 之间的距离； n_k 为类别 G_k 中所包含的元素数量； n_r 为新类 G_r 中所包含的元素数量。由于新类 G_r 为原来的类 G_p 和类 G_q 合并所得，因此新类与任意类 G_k 距离的计算形式可以进行变换，由式中第二部分所表示，其中 D_{kp}^2 表示类 G_p 与类 G_k 之间的距离； D_{kq}^2 表示类 G_q 与类 G_k 之间的距离。根据计算出来的不同类间距离，将距离最近的两类合并为一个类，使得类的数目下降1个单位。如果当前类的数目大于1，则再次合并距离最近的两类，直到所有样本最终全部归为一类。根据研究需要，在进行聚类计算时，选择在各省省级电网公司的成本合理水平划为5个档位(类)时停止计算。

2.2 指标选取及数据来源

以中国国家电网公司在全国26个省、直辖市及自治区的省级电网公司作为决策单元，其成本的支出合理水平反映了各项成本在其从事输配电业务中的投入产出关系，投入的要素有人力资本、财务投资及电网结构等方面的投入，测度指标包括职工人数、固定资产原值、输电线路长度、变电容量^[23-26]。此外，依据标尺竞争理论，对于垄断企业管制的基本思想为，通过比较经营环境及条件相近、相似的同类企业，以其中运营效率较高的企业作为标杆或参照，进而通过对标推动效率较低的垄断企业降低成本投入水平，提升产品和服务质量^[33]。但是由于在省级行政区域内，输配电业务往往由一家省级电网公司垄断经营，经营环境及条件往往差异较大。所以，在寻找电网公司成本合理水平的参照标准时，需要采取空间对标的思想，考虑电网公司外部经营环境的影响，包括地理自然条件、外部经济以及社会因素的影响^[23,24]，在指标体系设计过程中控制外部环境的异质性，使不同区域的电网公司的成本合理程度可以进行比较。因此在投入产出指标体系中加入环境投入要素，包括经济环境、生态环境、市场环境和制度环境四种。测度指标主要包括地区收入水平、城市化水平、地形、气候、电力用户类别、电力用户密度、会计处理模式等。产出指标划分为期望产出和非期望产出，根据已有研究，期望产出选取售电量^[11]为测度指标。由于运行维护费及其分量成本的核定受主观因素影响较大，不能完全作为电网企业真实的投入成本，因此，为了更好地反映电网企业对该类成本的控制效率，将运行维护费、材料费、修理费、职工薪酬以及其他费用作为非期望产出。由于非期望产出与期望产出的方向不一致，因此将非期望产出指标通过倒数转换法^[34,35]进行处理，使非期望产出与期望产出的方向保持一致。

基于数据的可得性，本文选取的评估年份区间为2016年和2017年，表1中电网企业运行维护费及其下设科目材料费、修理费、职工薪酬以及其他费用的原始数据是通过调研国家电网公司所辖地区获得。由于冀北、河北、河南及蒙东地区的电力公司所辖范围与其相应省份不同，因此不能使用省级数据进行替代，采用各地区辖区下的地级市

表 1 各地区电网公司成本管理效率的 DEA 模型投入-产出指标

Tab. 1 The evaluation index system of input and output of provincial power grid corporations' management efficiency of costs

一级指标	二级指标	三级指标	单位	指标计算方法	
投入指标	人力资本	职工人数	人	工资总额/电力、热力、燃气及水的生产和供应业从业人员平均工资	
		财务投资	固定资产原值	亿元	固定资产原值
	电网结构	输电线路长度	km	35kV 及以上输电线路回路长度	
		变电容量	万 kVA	35kV 及以上变压器铭牌容量	
	经济环境	地区收入水平	元	居民人均可支配收入	
		经济集聚程度	亿元/km ²	第二、第三产业产值/建成区面积	
		产业结构	%	第二产业产值/生产总值	
		城市化水平	%	城镇人口/总人口	
	生态环境	年降水量	mm	主要城市全年降水量	
		平均相对湿度	%	主要城市平均相对湿度	
		平均气温	℃	主要城市平均气温	
		地形	%	非山地、丘陵面积/土地总面积	
	市场环境	电力用户类别	-	非居民用电量/居民用电量	
		电力用户密度	人/km ²	城市人口密度	
	制度环境	会计处理模式	-	准许成本实际值/准许成本核价值	
	产出指标	期望产出	售电量	亿 kW · h	年售电量
		非期望产出	运行维护费	-	1/运行维护费
材料费			-	1/材料费	
修理费			-	1/修理费	
职工薪酬			-	1/职工薪酬	
其他费用			-	1/其他费用	

(盟)的数据进行替代。表 1 中其余数据来源于《中国统计年鉴》《中国电力年鉴》《国家电网公司年鉴》和各地方统计年鉴、网站公开数据以及电网公司信息公开年报等。此外,部分缺失的数据采用插值法和移动平均法进行补充。

3 多 DEA-Gini 准则测算结果分析

3.1 成本的空间差异分析

采用表 1 所设计的 DEA 模型投入-产出指标体系,使用 DEA Solver Pro 5 软件,分别计算了 2016 年和 2017 年中国 26 个省级电网公司的运行维护费、修理费、材料费、职工薪酬及其他费用的支出水平,在测算每项成本合理性所使用的指标及数据中,投入指标完全相同,产出指标中除期望产出相同以外,非期望产出随研究对象的不同而选取不同的成本指标及数据进行测算,从而使用不同的 DEA 模型测算结果。在使用 12 种 DEA 模型对各地区电网公司的各类成本进行测算后,进一步使用 Gini 准则将不同 DEA 模型测算的结果进行归一化,得到各电网公司每类成本费用的综合绩效值,并以综合绩效值来反映成本支出的合理性。表 2 及表 3 中各类成本的综合绩效值,是在使用 12 种 DEA 模型对各类成本进行测算并得出 12 种计算结果后,使用 Gini 准则进行归一化而得到的综合绩效值,其评估结果分析如下:

表2 2016年省级电网公司各类成本的综合绩效值

Tab. 2 The composite efficiency value of all kinds of costs of provincial grid corporations in 2016

	运行维护费	修理费	材料费	职工薪酬	其他费用
北京	1.078	1.050	1.046	1.092	1.102
天津	1.005	1.005	1.021	0.910	0.885
河北	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010
冀北	1.009	1.009	1.009	1.009	1.009
山西	1.008	1.007	1.007	1.008	1.007
山东	1.008	1.008	1.008	1.008	1.009
上海	1.009	1.011	1.009	1.009	1.009
江苏	1.028	1.028	1.029	1.028	1.028
浙江	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021
安徽	0.841	0.725	0.749	0.903	0.786
福建	1.009	1.008	1.008	1.010	1.008
湖北	0.859	0.765	0.798	0.864	0.815
湖南	1.004	0.819	0.818	1.004	0.860
河南	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
江西	0.881	0.792	0.778	0.852	0.922
四川	1.012	1.010	1.010	1.011	1.012
重庆	1.129	1.096	1.083	1.124	1.111
辽宁	1.012	1.011	0.871	1.012	0.914
吉林	1.011	0.849	0.798	0.882	1.015
黑龙江	1.045	1.067	1.022	1.027	1.067
蒙东	1.028	1.041	1.021	1.029	0.878
陕西	1.009	1.008	1.009	1.011	1.008
甘肃	1.013	1.019	1.013	0.903	1.018
青海	1.044	1.010	1.111	1.033	1.029
宁夏	1.041	1.043	1.028	1.045	1.039
新疆	0.866	0.750	0.739	0.834	1.003

(1) 从运行维护费这一总量成本的合理性来看, 全国大部分地区的省级电网公司的综合绩效值的得分都大于1, 说明这些电网公司的运行维护费开支处于合理水平, 仅有安徽、湖北、江西以及新疆4个地区的电网公司未能达到合理水平, 其效率值得分在2016年为安徽0.841、湖北0.859、江西0.881以及新疆0.866, 其中安徽的得分最低。而2017年的效率值得分为安徽0.860、湖北0.804、江西0.909以及新疆0.876, 其中湖北得分最低。效率值排名前二的电网公司为重庆市电网公司和北京市电网公司, 其中, 2016年重庆市电网公司效率值得分为1.129, 北京市电网公司的效率值为1.078。2017年重庆市电网公司效率值得分为1.118, 北京市电网公司为1.063, 这两个省级电网公司的运行维护费用不仅是合理成本, 且其合理成本的支出处于先进水平。北京是政治、经济、文化的集中地, 这些地区电力用户密度大, 企业供电区域集中, 使得电网公司能够在较好的外部环境中实现对成本的有效管理。但是, 同属于省级行政区的上海和天津市电网公司却没有达到较高的成本合理性水平, 原因在于, 电网公司的供电质量及运营绩效也受到地形等环境因素的影响。重庆与北京的地理环境相对于天津和上海来说较存在较大差

表3 2017年省级电网公司各类成本的综合绩效值

Tab. 3 The composite efficiency value of all kinds of costs of provincial grid corporations in 2017

	运行维护费	修理费	材料费	职工薪酬	其他费用
北京	1.063	1.043	1.054	1.077	1.055
天津	1.018	0.927	1.021	1.008	1.055
河北	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011
冀北	1.007	1.007	1.007	1.007	1.007
山西	1.007	1.006	1.006	1.006	1.006
山东	1.009	1.009	1.009	1.009	1.009
上海	1.008	1.010	1.008	1.008	1.008
江苏	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028
浙江	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022
安徽	0.860	0.718	0.768	0.908	0.790
福建	1.007	1.006	1.007	1.008	1.006
湖北	0.804	0.650	0.869	0.798	0.699
湖南	1.005	1.004	0.819	1.005	0.855
河南	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003
江西	0.909	0.803	0.847	0.869	0.876
四川	1.010	1.009	1.010	1.009	1.011
重庆	1.118	1.096	1.083	1.142	1.091
辽宁	1.011	0.931	0.932	1.011	0.909
吉林	1.011	0.773	0.818	0.895	1.010
黑龙江	1.034	1.020	1.017	1.022	1.082
蒙东	1.021	1.106	0.696	1.022	0.846
陕西	1.005	1.005	1.005	1.006	1.005
甘肃	1.011	0.916	0.867	0.869	1.012
青海	1.049	1.009	1.097	1.039	1.029
宁夏	1.040	1.037	1.030	1.044	1.033
新疆	0.876	0.752	0.748	0.846	1.003

异，重庆的山地及丘陵面积占总面积的98%，而北京的山地面积占总面积的比例达到62%，与此相对应的天津和上海则地势较为平缓，管辖区域内几乎全部为平原地形。因此，从产出绝对量的角度看，重庆和北京市的电网公司与天津和上海市的电网公司相差无几，但是由于重庆和北京的电网公司处在较弱的地理环境下，其公司的产出效率更高，因此其成本合理性程度也展现出相对更高水平。

(2) 从运行维护费各分量成本的合理性来看，除安徽、湖北、江西及新疆等电网公司总量成本合理性水平较低，分量成本合理性水平偏低的还有天津、湖南、辽宁、吉林、蒙东和甘肃6个省级电网公司。在总量成本支出合理性水平偏低的4个省级电网公司中，安徽、湖北和江西省电网公司的各项分量成本的效率值得分均未达到1，说明各分量成本的合理性水平还有待改善。而新疆电网公司除其他费用的效率值达到1.003以外，其他3项分量成本的效率值都小于1，表现为分量成本弱合理性。因此，这四个电网公司未实现总量成本较高的合理性，可能是由于分量成本偏低的合理性水平所造成的。在总量成本合理性较高而分量成本处于低合理性水平的省级电网公司中，天津电网公司2016

年的职工薪酬和其他费用两项成本处于较低的合理水平, 效率值分别为0.91和0.885, 2017年的修理费合理性水平也较低, 其效率值得分为0.927。湖南及辽宁的电网公司则在修理费、材料费和其他费用三方面表现出较低的合理性水平。吉林省电网公司2016年的修理费、材料费和职工薪酬的效率值得分分别为0.849、0.798、0.882, 而在2017年这3项分量成本的效率值依然未达到1。蒙东地区电网公司的材料费和其他费用两项成本合理性水平偏低, 甘肃省电网公司2016年仅职工薪酬一项成本表现出低的合理性水平, 2017年则出现了修理费、材料费及职工薪酬三项成本偏低的合理性, 效率值分别为0.916、0.867及0.869。因此, 总量成本合理性水平高的电网公司其分量成本合理性水平不一定高, 但是如果能够使分量成本支出改善到较高合理水平, 则总量成本也能实现较高的合理性。所以在评估自然垄断企业成本合理性时, 仅仅从总量成本的角度来测算其成本合理性是不够的, 因为在总量成本下, 部分处于合理支出水平的分量成本可以掩盖其他非合理支出分量成本的信息。

3.2 成本的时空比较分析

为更加全面地分析各地区电网公司的成本合理性, 在经过横向地对比各地区电网公司的综合效率值之后, 进一步通过纵向比较综合效率值, 分析各省、市及自治区电网公司在时序上的变化。为避免对变化不明显的电网公司进行冗余分析, 对效率值进行筛选, 选取运行维护费总量成本综合效率值波动幅度大于0.01的省级电网公司作为比较分析的样本, 探讨其各类不同成本合理性程度的变动。

(1) 从成本合理性程度升高的省级电网公司来看, 天津市电网公司运行维护费效率值在2016年为1.005, 到2107年上升至1.018, 职工薪酬和其他费用在2016年处于不合理水平, 但在2017年实现了有效改善。虽然修理费这一项成本的合理性程度有所降低, 但并不影响总量成本合理性程度的改善。安徽省电网公司运行维护费综合效率值由2016年的0.841上升至2017年的0.860, 虽然各项分量成本的综合效率值依然低于1, 但是材料费、职工薪酬和其他费用3项成本开支均逐渐趋向合理。江西及新疆的运行维护费总量成本的综合效率值上升也较大, 上升幅度分别为0.027和0.1, 说明其成本的合理性在不断完善。

(2) 从成本合理性程度降低的省级电网公司来看, 北京市电网公司运行维护费总量成本综合效率值由2016年的1.078下降至2017年的1.063。重庆市电网公司的总量成本综合效率值则下降了0.011, 原因在于虽然修理费与材料费两项费用的支出继续保持合理水平, 职工薪酬的合理性程度也有所提高, 但其他费用的不合理开支显著提升, 使得总量成本支出的合理性程度下降。黑龙江省电网公司的总量成本综合效率值下降幅度同为0.011, 主要受到修理费支出明显不合理的影响。湖北省电网公司的总量成本合理性程度降幅最大, 达到0.054。

通过成本合理性的时序比较分析可以发现, 成本合理水平波动较大的电网公司其各类成本综合效率值变化大致表现为低升高降。2016年成本具有较低合理性水平的省级电网公司在2017年实现了成本支出的合理改善, 而2016年成本合理性程度较高的省级电网公司在2017年各成本的支出合理水平有所下降。这是由于原本运营绩效较好的电网公司在进一步提升其服务水平的过程中, 会面临更高地边际成本^⑨, 因此对成本支出管理难度将相应提升, 从而导致某方面的不合理支出。

4 成本合理性的空间聚类

为直观地分析各省、市及自治区的电网公司成本合理性程度高低, 运用SPSS Statis-

tics 22分析软件,对2016年及2017年各地区省级电网公司的各类成本的综合效率值进行系统聚类,将成本支出合理水平分为优、次优、良好、中及合格5个档位(表4、表5),并依据前面的分析结论,核定中国电网公司的合理成本水平。

(1) 通过电网公司成本合理性水平的地区差异分析可以发现,将投入要素具有较大差异的电网公司进行标准化处理,采用综合效率值来衡量成本合理性,能够让各公司之间的成本合理水平具有可比性,从而可以为自然垄断型电网公司的成本合理性找到参照系。且由于总量成本支出合理的电网公司,不一定能够保证其所有分量成本处于合理水平,因此,在为成本合理水平较低的电网公司寻找成本参照系时,不能只考虑运行维护费总量成本的参照,还应该考虑分量成本的参照。如在2016年,黑龙江省电网公司的运行维护费开支的合理程度处于良好层次,而北京市电网公司处于次优层次,因此黑龙江省电网公司可以选择北京市电网公司作为参照,学习北京市电网公司核定运行维护费的办法,降低黑龙江省电网公司的成本开支。从分量成本来看,黑龙江省电网公司的修理费、材料费和其他费用的开支水平与北京市电网公司均处于同一水准。因此,对黑龙江省电网公司的这3项成本费用的核定办法可以不作调整,但是在职工薪酬这一项成本中,北京市电网公司的支出合理性程度处于次优层次,而黑龙江省电网公司处于良好档位,这说明在相同条件下,黑龙江省电网公司在职工薪酬支出方面,不如北京市电网公司的支出合理,因此应该降低黑龙江省电网公司职工薪酬的准许额度或费率,以推动其

表4 2016年省级电网公司各类成本合理性水平分类

Tab. 4 The classification of reasonable level of all kinds of costs of provincial grid corporation in 2016

	运行维护费	修理费	材料费	职工薪酬	其他费用
优	重庆	重庆	青海、重庆	重庆	重庆、北京、黑龙江
次优	北京	黑龙江、北京、宁夏、蒙东、江苏、浙江、甘肃、上海、辽宁、青海、四川、河北、冀北、山东、福建、陕西、山西、天津、河南	北京、江苏、宁夏、黑龙江、浙江、蒙东、天津、甘肃、四川、河北、冀北、上海、陕西、福建、山东、山西、河南	北京	宁夏、青海、江苏、浙江、甘肃、吉林、四川、河北、冀北、上海、山东、福建、陕西、山西、河南、新疆
良好	黑龙江、青海、吉林、宁夏		辽宁	宁夏、青海、蒙东、江苏、黑龙江、浙江、辽宁、陕西、四川、福建、河北、冀北、上海、山西、山东、河南、湖南	江西、辽宁
中	江苏、蒙东、浙江、甘肃、辽宁、四川、吉林、河北、冀北、陕西、福建、上海、山东、山西、天津、河南、湖南	湖南、江西	湖南、湖北、吉林、江西	天津、甘肃、安徽、吉林	天津、蒙东、湖南
合格	江西、新疆、湖北、安徽	湖北、新疆、安徽	安徽、新疆	湖北、江西、新疆	湖北、安徽

表5 2017年省级电网公司各类成本合理性水平分类

Tab. 5 The classification of reasonable level of all kinds of costs of provincial grid corporation in 2017

	运行维护费	修理费	材料费	职工薪酬	其他费用
优	重庆	蒙东、重庆	青海、重庆、北京	重庆	重庆、黑龙江、天津、北京
次优	北京、青海、宁夏、黑龙江、江苏、浙江、蒙东、天津、河北、辽宁、吉林、甘肃、四川、山东、上海、福建、山西、冀北、湖南、陕西、河南	北京、宁夏、江苏、浙江、黑龙江、河北、上海、四川、山东、青海、冀北、福建、山西、陕西、湖南、河南	宁夏、江苏、浙江、天津、黑龙江、河北、四川、山东、上海、福建、冀北、山西、陕西、河南	北京	宁夏、青海、江苏、浙江、甘肃、河北、四川、吉林、山东、上海、冀北、福建、山西、陕西、新疆、河南
良好	江西	辽宁、甘肃、天津	辽宁	宁夏、青海、江苏、浙江、黑龙江、蒙东、河北、辽宁、四川、山东、上海、天津、福建、冀北、山西、陕西、湖南、河南	辽宁、江西、湖南、蒙东
中	新疆、安徽	安徽、新疆、吉林、江西	湖北、甘肃、江西、湖南、吉林	安徽、吉林、江西、甘肃、新疆	安徽
合格	湖北	湖北	蒙东、新疆、安徽	湖北	湖北

企业效率的提高。

(2) 通过对各电网公司成本合理性的时序比较可知，由于经营效率较高的电网公司在进一步提升其绩效时将面临更高的边际成本，因此，实施过于严格的成本监审也不利于电网公司成本支出合理性水平的提升。所以，在为电网公司寻找成本监审的参照系时，可主要以成本合理性水平为次优等级的公司作为参照系。一方面，依据《省级电网输配电价定价办法（试行）》一文，核定输配电价所遵循的原则不仅包括要以严格的成本监审为基础，同时还要建立激励约束机制，调动电网公司加强管理、降低成本的积极性。基于此，选择成本合理性水平处于次优层次的电网公司作为成本核定的参照系，可以促使成本支出合理性水平较低的电网公司向其看齐的同时，使成本支出合理性处于同等水平或更为合理水平的公司获得一定的经济激励，刺激这些电网公司进一步降低成本的积极性，因此符合政策提出的成本核定原则。另一方面，由于成本合理性程度处于次优档位的电网公司较多，为成本支出不合理的电网公司提供了诸多参照系，使其能够依据自身实际情况选择合适的合理成本标杆。且选择次优成本管理水平的电网公司作为参照系，可以适当降低成本核定工作的范围和强度，在不改变成本监审本意的情况下弱化实施成本监审的阻力。

(3) 通过比较2016年与2017年的省级电网公司成本合理性水平层次，可以发现随着时间的变化，不同的电网公司各类成本开支的合理性容易发生较大变化，因此，评估成本合理性或寻找标杆成本时，需要将时间维度考虑进来，从单期的最优成本监审拓展至多期的最优成本监审，实施成本核定的动态参照。例如在2016年，运行维护费总量成本

合理性水平处于中等档位的天津市电网公司可以把青海省电网公司运行维护费的核定方法为参照,材料费和其他费用的核定方法也可以相应参考。但是到2017年,天津市电网公司的运行维护费总量成本支出合理水平,已经与青海省电网公司的水平达到同一层次,且前者其他费用支出的合理水平超过了后者,因此,再把青海省电网公司的成本核定原则和标杆成本,作为天津市电网公司实施成本监审时的参照已经不合时宜。所以,需要在每个成本核定周期里,将电网公司的成本管理进行归类,动态地寻找最佳的成本核定参照系。

5 结论与讨论

5.1 结论

采用空间对标思想,将中国26个省、市及自治区的电网公司作为决策单位,使用多种DEA模型与Gini准则相结合的方法,测度了2016年及2017年各省级电网公司运行维护费的合理性,并采用聚类分析归整了各省级电网公司成本合理性的档位,可以发现:①全国大部分地区的省级电网公司对运行维护费总量成本支出处于合理水平,但是存在总量成本支出合理而分量成本支出合理性偏低,或者总量成本支出和分量成本支出合理性水平“双层偏低”;②各分量成本合理性水平上升的电网公司,均可使总量成本逐渐接近较高的合理性水平,并且,处于较高运营绩效水平的公司,存在更高的绩效提升边际成本,因此在进一步提升绩效的过程中,容易发生成本支出不合理现象;③不同地区的电网公司在寻找对标合理成本的电网公司时,既要从事务成本和分量成本出发,寻找适宜的合理成本参照对象,又要遵守动态参考原则,随时注意调整合理成本的参照系。

依据本研究,在评估自然垄断行业成本合理性时,有以下方面可供决策机构参考:第一,由于自然垄断企业不具备竞争的市场环境,且有隐蔽成本信息的偏好。在评估自然垄断企业的合理成本时,可以采用区域之间比较的方式,在考虑外部经营环境及条件异质性的基础上,对不同区域但属于同一行业的自然垄断企业的成本水平进行跨区域比较。对于自然垄断企业隐蔽成本信息的问题,则可以从成本的投入产出角度出发,分析企业的经营绩效,并以绩效较高的自然垄断企业的成本水平作为一种合理的成本支出标准,通过对标来判断其他垄断企业成本支出的合理性。第二,在评估自然垄断企业成本合理性时,应当选取受主观因素影响较大且具有分量的成本项目,这类成本支出的可调节区间较宽,不同企业之间具有明显的差异性。一方面使得成本的合理水平易于在不同企业的比较中得出,在评估出成本合理支出水平后,可以通过激励自然垄断企业降低成本的积极性,来推动不合理的成本支出逐渐向合理水平靠拢。另一方面,通过总量成本合理性与分量成本合理性的双重评估,可以得出较为科学的成本合理水平,避免出现部分分量成本的合理性掩盖其他不合理分量成本信息的问题。第三,在评估自然垄断企业的合理成本时,应该以成本合理性程度次优而非最优的垄断企业成本水平作为参照,因为选择成本合理性程度最优的企业作为标准成本时,会由于标准过高而不利于刺激成本支出较为合理或不合理的企业进一步降低成本,同时也无法为成本合理性最优的垄断企业继续保持高成本合理水平提供有效激励。此外,标准合理成本的参照目标不应该是静态的,而应该是动态的。因为随着时间的变化,垄断企业中各类型成本的合理支出水平会发生较大变化,原本的标准合理成本将失去参照意义,因此需要及时调整各自然垄断企业合理成本的参照目标。

5.2 讨论

随着政府价格成本监审类文件的颁布,政府对自然垄断行业的监管力度的加强,中国电网企业成本合理性的空间格局也处于不断的变化之中,但从总体上来看,其成本的合理性程度具有进一步提升的趋势。虽然受到数据样本的局限,本文以电网企业的运行维护费为样本,研究并提出的运用空间对标思想评估电网垄断企业成本合理性的方法,可推广运用于石油、天然气、通讯、铁路等能源和交通领域的自然垄断行业成本合理性评估;同时随着财务信息的公开,未来可在更全面的指标体系及更准确的指标计算方式下,从具有更长间隔的时间样本上,比较准确地测评自然垄断企业成本合理性的变化。但在评估自然垄断企业成本合理性时,不同区域的自然垄断企业,因其所处的自然环境、经济环境、市场环境等内外部因素的不同,导致成本支出的合理程度有较为显著的差异。因此,需要更加全面地考虑各个企业各方面的因素,更加完整地将各种异质性因素控制起来,从而形成更加科学客观的评估指标体系,有效评估自然垄断企业成本合理性,加强对自然垄断企业成本的监审,提升自然垄断企业对社会的服务水平,促进市场环境的良好发展。

参考文献(References)

- [1] 王学庆. 垄断性行业的政府管制问题研究. 管理世界, 2003, (8): 63-73. [Wang Qingxue. Study on government's regulation of monopolistic industries. Management World, 2003, (8): 63-73.]
- [2] 杨宏山. 自然垄断行业的政府管制创新. 中国行政管理, 2003, (9): 52-56. [Yang Hongshan. Natural monopoly and regulatory innovations. Chinese Public Administration, 2003, (9): 52-56.]
- [3] 孙丽虹, 刘长翠. 国有垄断行业成本约束动因与机制: 一个分析框架. 改革, 2011, (12): 125-131. [Sun Lihong, Liu Changcui. Causes and mechanism of cost constraints of stated-owned monopoly industry: An analysis framework. Reform, 2011, (12): 125-131.]
- [4] 林木西, 曹艳秋. 自然垄断行业管制的国际比较. 经济学动态, 2002, (4): 37-41. [Lin Muxi, Cao Yanqiu. International comparison of regulation of natural monopoly industries. Economic Perspectives, 2002, (4): 37-41.]
- [5] 张红凤. 自然垄断产业的治理: 一个基于规制框架下竞争理论的视角. 经济评论, 2008, (1): 93-99. [Zhang Hongfeng. Governance of natural monopoly industry: A perspective based on competition theory under the framework of regulation. Economic Review, 2008, (1): 93-99.]
- [6] Lin Boqiang, Wu Wei. Cost of long distance electricity transmission in China. Energy Policy, 2017, 109: 132-140.
- [7] 李虹. 中国电价改革研究. 财贸经济, 2005, (3): 84-87. [Li Hong. Study on electricity price reform in China. Finance & Trade Economics, 2005, (3): 84-87.]
- [8] Coelli T J, Gautier A, Perelman S, et al. Estimating the cost of improving quality in electricity distribution: A parametric distance function approach. Energy Policy, 2013, 53(1): 287-297.
- [9] Jamasb T, Orea L, Pollitt M. Estimating the marginal cost of quality improvements: The case of the UK electricity distribution companies. Energy Economics, 2012, 34(5): 1498-1506.
- [10] Corton M L, Zimmermann A, Phillips M A. The low cost of quality improvements in the electricity distribution sector of Brazil. Energy Policy, 2016, 97: 485-493.
- [11] Cambini C, Croce A, Fumagalli E. Output-based incentive regulation in electricity distribution: Evidence from Italy. Energy Economics, 2014, 45: 205-216.
- [12] Arcos-Vargas A, Núñez-Hernández F, Villa-Caro G. A DEA analysis of electricity distribution in Spain: An industrial policy recommendation. Energy Policy, 2017, 102: 583-592.
- [13] Agrell P J, Tind P B. DEA and dynamic yardstick competition in scandinavian electricity distribution. Journal of Productivity Analysis, 2005, 23(2): 173-201.
- [14] Gouveia M C, Dias L C, Antunes C H, et al. Benchmarking of maintenance and outage repair in an electricity distribution company using the value: Based DEA method. Omega, 2014, 53: 104-114.
- [15] Llorca M, Orea L, Pollitt M G. Efficiency and environmental factors in the US electricity transmission industry. Energy Economics, 2016, 55: 234-246.
- [16] Vinicius, Pereira De Souza, Marcus, et al. An application of data envelopment analysis to evaluate the efficiency level of the operational cost of Brazilian electricity distribution utilities. Socio-Economic Planning Sciences, 2014, 48(3): 169-

- 174.
- [17] Fares R L, King C W. Trends in transmission, distribution, and administration costs for U.S. investor-owned electric utilities. *Energy Policy*, 2017, 105: 354-362.
- [18] Kopsakangas-savolainen M, Svento R. Estimation of cost-effectiveness of the Finnish electricity distribution utilities. *Energy Economics*, 2008, 30(2): 212-229.
- [19] Bjorndal E, Bjorndal M H, Cullmann A, et al. Finding the right yardstick: Regulation under heterogeneous environments. *European Journal of Operational Research*, 2016, 265(2): 710-722.
- [20] Yatchew A. Incentive regulation of distributing utilities using yardstick competition. *Electricity Journal*, 2001, 14(1): 56-60.
- [21] 罗道平, 肖笛. 数据包络分析(DEA)在电力工业的应用. *系统工程理论与实践*, 1996, (4): 60-66, 112. [Luo Daoping, Xiao Di. The application of data envelopment analysis (DEA) in electric power industry. *Systems Engineering Theory & Practice*, 1996, (4): 60-66, 112.]
- [22] 赵会茹, 赵名璐, 乞建勋. 基于DEA技术的输配电价格管制研究. *数量经济技术经济研究*, 2004, (10): 110-119. [Zhao Huiru, Zhao Minglu, Qi Jianxun. Research on power transmission and distribution price control based on DEA technology. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2004, (10): 110-119.]
- [23] 陆晓芬, 文凡, 宋红芳, 等. 配网运维费的影响因素分析及预测. *经济问题*, 2018, 466(6): 101-105, 122. [Lu Xiaofen, Wen Fan, Song Hongfang, et al. Research on the operation and maintenance cost of power distribution network. *Economic Problems*, 2018, 466(6): 101-105, 122.]
- [24] 张粒子, 扶柠, 王春雨, 等. 基于回归分析的电网运行维护费合理性评估. *电力系统自动化*, 2014, 38(13): 140-144. [Zhang Lizi, Fu Ningning, Wang Chunli, et al. Rationality evaluation of power grid operation and maintenance costs based on regression analysis. *Automation of Electric Power System*, 2014, 38(13): 140-144.]
- [25] 赵茜, 李成仁. 基于DEA的我国电网运行维护费核定方法的探讨. *中国管理科学*, 2010, 18: 607-611. [Zhao Qian, Li Chengren. Discussion on the regulation of operation and maintenance costs of electricity network based on DEA in China. *Chinese Journal of Management Science*, 2010, 18: 607-611.]
- [26] 闫志雄, 张宁, 宋红芳, 等. 基于DEA的电网绩效评估方法. *电力系统保护与控制*, 2014, (7): 67-72. [Yan Zhixiong, Zhang Ning, Song Hongfang, et al. A grid performance assessment method based on DEA. *Power System Protection and Control*, 2014, (7): 67-72.]
- [27] 马军杰, 张敬岷, 曾鸣. 基于DEA标尺竞争的输配电价格监管模型. *电网技术*, 2008, (S2): 193-195. [Ma Junjie, Zhang Jingmin, Zeng Ming. Study on price regulation model of transmission and distribution based on the DEA. *Power System Technology*, 2008, (S2): 193-195.]
- [28] 魏权龄. 数据包络分析(DEA). *科学通报*, 2000, 45(17): 1793-1808. [Wei Quanling. Data envelopment analysis (DEA). *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(17): 1793-1808.]
- [29] 梁流涛, 杨建涛. 中国旅游业技术效率及其分解的时空格局: 基于DEA模型的研究. *地理研究*, 2012, 31(8): 1422-1430. [Liang Liutao, Yang Jiantao. Analysis of the tourism efficiency and its decomposition based on DEA. *Geographical Research*, 2012, 31(8): 1422-1430.]
- [30] 王贺封, 石忆邵, 尹昌应. 基于DEA模型和Malmquist生产率指数的上海市开发区用地效率及其变化. *地理研究*, 2014, 33(9): 1636-1646. [Wang Hefeng, Shi Yishao, Yin Changying. Land use efficiencies and their changes of Shanghai's development zones employing DEA model and Malmquist productivity index. *Geographical Research*, 2014, 33(9): 1636-1646.]
- [31] 薛晖, 郑中华, 谢启伟. 基于多种DEA模型和Gini准则的效率评价方法: 兼对我国高校运营绩效的评价. *中国管理科学*, 2014, 22(4): 98-104. [Xue Hui, Zheng Zhonghua, Xie Qiwei. An approach on the performance evaluation problems based on multiple DEA models and Gini criterion: Evaluating the performance of universities in China. *Chinese Journal of Management Science*, 2014, 22(4): 98-104.]
- [32] 闫明. 基于系统聚类分析的公路隧道围岩分级方法研究. 长春: 吉林大学硕士学位论文, 2013. [Yan Ming. Study on classification method of road tunnel surrounding rock according to the hierarchical cluster analysis. Changchun: Master Dissertation of Jilin University, 2013.]
- [33] 段登伟, 刘俊勇, 牛怀平, 等. 基于标尺竞争模式的配电侧电力市场综述. *电网技术*, 2005, (8): 8-13, 29. [Duan Dengwei, Liu Junyong, Niu Huaiping, et al. Research on distribution electricity market based on yardstick competition mode. *Power System Technology*, 2005, (8): 8-13, 29.]
- [34] Scheel H. Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 2001, 132(2): 400-410.
- [35] Liu Wenbin, Wei Meng, Li Xiangtang, et al. DEA models with undesirable inputs and outputs. *Annals of Operations Research*, 2010, 173(1): 177-194.

The evaluation and spatial differentiation characteristics of reasonable level for cost expenditure in China's grid corporation

XIE Li¹, ZHOU Zhichao¹, YOU Peipei², SUN Yingkai³

(1. School of Economics and Trade, Hunan University, Changsha 410079, China; 2. State Grid Energy Research Institute Corporation Limited, Beijing 102209, China; 3. State Grid Hebei Power Corporation Limited, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: The asymmetry of grid corporations' cost information caused by their monopolistic characteristics, not only restricts the effectiveness of government supervision, but also leaves consumers with little trust in electricity pricing. Therefore, it is of great theoretical and practical significance to evaluate the reasonable level of cost expenditure of grid corporations. From the perspective of spatial benchmarking, taking the operation and maintenance costs of different branch companies in state grid corporation of China as study samples, this paper uses Gini criterion to fuse the results calculated by various DEA models, and then conducts a spatial hierarchical cluster analysis. The results show that: First, the total cost of operation and maintenance in most provincial grid corporations are at reasonable level, while the component cost of some provincial grid corporations are not. Secondly, corporations with higher operating performance level have higher marginal cost of performance improvement, which makes it easier to incur unreasonable cost expenditure. Thirdly, when choosing cost benchmarking standards for different grid corporations, we should not only choose the corporations with higher reasonable level of cost expenditure as reference, but also adjust the frame of reference system at any time according to the principle of dynamic reference.

Keywords: natural monopoly; cost rationality; multi DEA-Gini criterion; hierarchical cluster; grid corporations; spatial benchmarking