

中国输配电网技术效率与全要素生产率研究

——基于2005—2009年24家省级电力公司面板数据的分析

张各兴^{1,2}, 夏大慰²

(1. 复旦大学管理学院, 上海 200433; 2. 上海国家会计学院, 上海 201702)

摘要:文章利用2005—2009年我国国家电网公司下属24家省级电力公司面板数据,运用数据包络分析(DEA)方法和Malmquist指数,测算了我国输配电网的技术效率和全要素生产率,并实证检验了电网投资增速、电价等因素对输配电网技术效率的影响。研究发现:(1)我国各省输配电网各年的平均技术效率值处在0.6—0.65之间,总体偏低;(2)各年度的Malmquist指数都大于1,全要素生产率的平均增长率为3.9%,表明我国输配电网的全要素生产率总体上逐渐提高;(3)电网投资增速、上网电价和销售电价与技术效率显著负相关,输配电价占销售电价的比重与技术效率显著正相关。文章研究结论对于提升我国输配电网效率具有重要的现实指导意义。

关键词:输配电网;技术效率;全要素生产率;数据包络分析

中图分类号:F424.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2012)10-0112-11

一、引言

“十二五”时期我国电网投资将从“十一五”时期的1.5万亿元增加到2.55万亿元,以进一步加大电网建设。在电网规模不断扩大的同时,电力工业效率是否显著提高呢?电力工业可以划分为发电、输电、配电和售电四个环节,国内关于电力工业效率的现有研究主要集中在发电环节,而缺少对输配电环节的分析。为此,本文选取输配电一体化经营的省级电网企业作为研究对象,对我国输配电行业的技术效率与全要素生产率进行测算。效率分析对于提高输配电网效率、优化输配电网资源配置具有重要的指导意义。

数据包络分析(DEA)和随机前沿分析(SFA)方法在效率分析中被广泛运用。与SFA方法相比,DEA方法更加适用于多投入、多产出情形,而且不需要设定函数形式,还可以直接使用要素投入和产出的物理数量。基于此,本文采用数据包络分析(DEA)方法。同时,我们需要利用Fisher指数、Torn-

收稿日期:2012-03-20

作者简介:张各兴(1977—),男,复旦大学管理学院博士研究生,上海国家会计学院讲师;

夏大慰(1953—),男,上海国家会计学院教授,博士生导师。

qvist 指数或 Malmquist 指数来测度生产率变化。由于不需要投入要素价格数据和有关行为假设, Malmquist 指数运用最广泛。此外, 由于 Malmquist 指数因导向不同而存在差异, 本文采用投入导向型 Malmquist 指数对我国输电网生产率变化进行度量。

现有相关研究的样本量较小、时间跨度较短, 难以全面衡量输配电网的技术效率与全要素生产率。例如, 赵会茹等(2004)仅测算了某省 18 个县级供电局 1998—2002 年的效率均值; 梁志宏等(2007)也仅考察了我国 8 个省市 1995—1997 年的输配电网效率。基于此, 本文利用 2005—2009 年国家电网公司下属 24 家省级电力公司的面板数据进行效率分析。

此外, 国内现有研究也缺乏对输配电网技术效率影响因素的分析。为此, 本文在效率测算的基础上实证分析电网投资增速、电价等因素对输配电技术效率的影响。在我国电网投资持续高速增长的背景下, 探讨电网投资增速与输配电网技术效率的关系, 对于提高电网投资效率具有重要意义。另外, 目前我国的电力市场化改革仅完成了“厂网分离”, 输、配、售环节仍实行一体化经营, 上网电价和销售电价是最主要的两种电力价格, 输配电价则由销售电价减去上网电价和输配电损耗得到。本文分别检验上网电价、销售电价以及输配电价占销售电价的比重对输配电网技术效率的影响。考察电价与输配电网技术效率的关系, 对于深化电价改革、完善电价形成机制具有重要意义。

二、输配电网技术效率与全要素生产率测算

(一)投入与产出变量

确定投入和产出是输配电网技术效率和全要素生产率分析的第一步。对于产出变量, Neuberger(1977)最早提出使用售电量(单位: 千瓦时)、用户数、输配电线路长度以及服务区域面积(单位: 平方公里)等指标。现有研究中实际采用的主要是前两个, 即售电量和用户数。Hjalmarsson 和 Veiderpass(1992)进一步将售电量和用户数分为中压售电量和低压售电量及中压用户数和低压用户数。对于投入变量, 现有文献中经常使用的主要有员工数量、线路长度、变压器容量、输电损失、运营成本等。基于数据的可得性, 本文以售电量和用户数作为产出变量, 以员工数量和线路长度作为投入变量, 其中线路长度为 35 千伏以上架空线路回路与电缆长度总和。相关数据来自《中国电力年鉴》和《中经网统计数据库》。由于南方电网公司的相关数据缺失, 本文利用软件 DEAP2.1 对除西藏和内蒙古以外的国家电网公司下属 24 家省级电力公司 2005—2009 年的面板数据进行分析。

(二)技术效率测算结果

1. 总体技术效率。总体上看, 我国各省电力公司 2005—2009 年技术效率均值为 0.633, 各年平均技术效率值处在 0.6—0.65 之间(2005 年为 0.632,

2006 年为 0.641,2007 年为 0.630,2008 年为 0.612,2009 年为 0.649),总体偏低。从动态上看,除了 2007 年和 2008 年有所下降外,各省电力公司的平均技术效率总体上稳步提升。由于本文采用的是投入导向型测度方法,上述结果表明,理论上在不降低产出水平的情况下电力公司平均可以减少 36.7%的投入,各年可以减少的要素投入则均在 35%以上。

2.区域技术效率。受电网投资增速、电价水平、区域经济发展水平、区位优势环境以及内部管理等因素的影响,我国输配电网技术效率存在明显的区域不平衡。陶锋等(2008)将我国各省的发电技术效率划分为高效率、中等效率和低效率三个等级,划分标准依次为 $te \geq 0.9$ 、 $0.6 \leq te < 0.9$ 和 $te < 0.6$,其中 te 代表技术效率。本文借鉴这一方法,将各省输配电网技术效率也划分为上述三个等级。表 1 显示,北京、江苏、浙江和青海的输配电网技术效率值最高,达到 1,上海和宁夏也较高,都接近于 1;天津、江西、山东和河南的输配电网技术效率值处在 0.6—0.9 之间;其他省份均低于 0.6,最低的黑龙江仅为 0.294。从各区域看,输配电网平均技术效率值从高到低依次是华东、华北、西北、华中和东北,分别为 0.786、0.727、0.604、0.560 和 0.414。

表 1 2005—2009 年各地区(省份)输配电网平均技术效率及等级

地区	省份	技术效率值	技术效率等级	地区	省份	技术效率值	技术效率等级
华北	北京	1.000	高效率	华中	江西	0.721	中等效率
	天津	0.883	中等效率		河南	0.671	中等效率
	河北	0.560	低效率		湖北	0.576	低效率
	山西	0.499	低效率		湖南	0.551	低效率
	山东	0.691	中等效率		重庆	0.497	低效率
	均值	0.727	中等效率		四川	0.343	低效率
华东	上海	0.972	高效率	西北	均值	0.560	低效率
	江苏	1.000	高效率		陕西	0.329	低效率
	浙江	1.000	高效率		甘肃	0.377	低效率
	安徽	0.465	低效率		青海	1.000	高效率
	福建	0.494	低效率		宁夏	0.962	高效率
	均值	0.786	中等效率		新疆	0.353	低效率
东北	辽宁	0.577	低效率				
	吉林	0.371	低效率				
	黑龙江	0.294	低效率				
	均值	0.414	低效率				

(三)全要素生产率测算结果

1.总体全要素生产率。表 2 显示,各年度的 Malmquist 指数都大于 1,全要素生产率的平均增长率为 3.9%,表明我国输配电网的全要素生产率总体上逐渐提高。这是因为 2005—2009 年,我国输配电网的综合技术效率逐年提

高,技术也不断进步,两者共同作用推高了全要素生产率,而且技术进步的贡献要大于综合技术效率的提高。除了 2008—2009 年外,其他时期技术变化率均高于综合技术效率变化率。当然,两者在各时期对全要素生产率的作用也存在差异。在 2006—2007 年和 2007—2008 年,综合技术效率有所降低,对全要素生产率产生了负向影响。但由于技术进步的正向提升作用大于综合技术效率降低的负向作用,这两个时期全要素生产率仍有所提高。技术进步率在 2008—2009 年为负,其他时期均为正。

对于综合技术效率变化的原因,在 2005—2006 年和 2008—2009 年,纯技术效率和规模效率都有所提高,共同推高了综合技术效率;2006—2007 年,虽然规模效率提高,但由于纯技术效率降低且作用大于规模效率提高,综合技术效率有所降低;2007—2008 年,由于纯技术效率和规模效率都降低,综合技术效率下降幅度最大。

表 2 2005—2009 年我国输电网生产率变化情况

	综合技术效率 变化(effch)	技术变化 (techch)	纯技术效率 变化(pech)	规模效率变化 (sech)	全要素生产率 变化(tfpch)
2005—2006	1.023	1.028	1.011	1.012	1.051
2006—2007	0.991	1.045	0.977	1.014	1.036
2007—2008	0.890	1.159	0.961	0.926	1.032
2008—2009	1.134	0.913	1.080	1.050	1.036
2005—2009 年均变化	1.006	1.033	1.006	0.999	1.039

2.区域全要素生产率。表 3 显示,我国输电网全要素生产率也存在区域不平衡。2005—2009 年,虽然少数省份如山西、上海、安徽、湖北、湖南和四川等的 Malmquist 指数小于 1,但是各地区的 Malmquist 指数均大于 1,表明各地区输电网全要素生产率不断提高。这是综合技术效率变化和技术进步共同作用的结果。华北、东北、华中和西北四个地区输电网的综合技术效率以不同速度增长,技术也在不断进步。而华东地区的综合技术效率有所降低,说明该地区输电网全要素生产率的增长主要来自技术进步。综合技术效率的增长在华北和东北地区是由纯技术效率和规模效率共同推动的,在华中和西北地区则分别来自纯技术效率和规模效率的单方面提高。华东地区的纯技术效率和规模效率均负向变动,因而其综合技术效率降低。

表 3 2005—2009 年我国各地区(省份)输电网生产率变化情况

地区	省份	effch	techch	pech	sech	tfpch
华北	北京	1.000	1.036	1.000	1.000	1.036
	天津	1.016	1.013	0.970	1.047	1.028
	河北	1.040	1.097	1.040	0.999	1.140
	山西	0.977	1.017	1.029	0.950	0.994
	山东	1.043	1.068	1.004	1.039	1.114
	均值	1.015	1.046	1.009	1.007	1.062

续表 3 2005—2009 年我国各地区(省份)输配电网生产率变化情况

地区	省份	effch	techch	pech	sech	tfpch
东北	辽宁	1.009	1.006	1.025	0.985	1.015
	吉林	1.045	0.997	1.011	1.033	1.041
	黑龙江	1.000	1.080	0.978	1.022	1.080
	均值	1.017	1.032	1.006	1.012	1.050
华东	上海	0.958	1.032	0.963	0.996	0.989
	江苏	1.008	1.011	1.000	1.008	1.020
	浙江	1.000	1.039	1.000	1.000	1.039
	安徽	0.954	1.016	0.983	0.970	0.969
	福建	0.990	1.042	1.046	0.947	1.032
	均值	0.982	1.028	0.998	0.984	1.010
华中	江西	1.051	0.996	1.104	0.953	1.048
	河南	1.086	1.075	1.090	0.996	1.168
	湖北	0.951	1.016	0.981	0.969	0.967
	湖南	0.975	1.019	1.014	0.962	0.994
	重庆	1.008	0.996	0.972	1.038	1.005
	四川	0.933	1.045	0.982	0.950	0.976
	均值	1.001	1.025	1.024	0.978	1.026
西北	陕西	1.021	1.008	0.979	1.042	1.028
	甘肃	0.993	1.078	0.998	0.996	1.071
	青海	1.020	1.075	1.000	1.020	1.096
	宁夏	1.036	1.010	1.006	1.030	1.046
	新疆	1.039	1.021	0.993	1.046	1.061
	均值	1.022	1.038	0.995	1.027	1.060
均值		1.006	1.033	1.006	0.999	1.039

三、输配电网技术效率影响因素分析

(一)变量与模型

考虑到我国电力市场化改革的实际情况,本文着重考察电网投资增速、电价、用户密度、职工人数、经济发展水平及区域自然条件、面积等因素对输配电网技术效率的影响,其中电网投资增速和电价是重点。

由于输配电线路等基础设施是输配电企业资产的主要组成部分,本文利用各省电力公司资产增长率来衡量电网投资增速。在电力市场化条件下,电力价格主要有上网电价、输电价格、配电价格和销售电价四种。目前我国的电力市场化改革仅完成了“厂网分离”,输、配、售环节仍实行一体化经营,所以上网电价和销售电价是最主要的两种电力价格。2005 年,国家发展与改革委员会颁布《输配电价管理暂行办法》,主要目的是促进建立独立的输配电价形成机制,进一步推进电力市场化改革和大用户直购电工作。根据该办法,各省输配电价由各省电力公司平均销售电价扣除平均购电价格和输配电损耗后确定。根据上述分析,本文实证检验上网电价、销售电价和输配电价对输配电网技术效率的影响。用户密度采用各省当年用户数与总线路长度之比来度量,

其中总线路长度为 35 千伏以上架空线路回路与电缆公里数之和；职工人数采用各省电力公司当年员工总数，经济发展水平以人均 GDP 来衡量；此外，本文还控制了行政区划面积的影响。

本文选取 2005—2009 年除西藏和内蒙古以外的国家电网公司下属 24 家省级电力公司的面板数据进行实证分析。上网电价和销售电价数据来自国家电力监督管理委员会各年电价执行情况监管报告。输配电价由销售电价减去上网电价得到，本文着重考察输配电价占销售电价的比重（以下简称“输配电价占比”）对输配电网技术效率的影响。用户数、电力公司资产、职工人数等数据根据调查得到，其他数据来自《中国电力年鉴》、《中国统计年鉴》、《中经网统计数据库》以及各省统计年鉴。

本文分别检验上网电价、销售电价和输配电价占比与技术效率的关系，因而设定以下三个模型：

$$te = \beta_1 \text{capital} + \beta_2 \text{onprice} + \beta_3 \text{avgdp} + \beta_4 \text{density} + \beta_5 \text{area} + \beta_6 \text{employee} + \epsilon \quad (1)$$

$$te = \beta_1 \text{capital} + \beta_2 \text{sprice} + \beta_3 \text{avgdp} + \beta_4 \text{density} + \beta_5 \text{area} + \beta_6 \text{employee} + \epsilon \quad (2)$$

$$te = \beta_1 \text{capital} + \beta_2 \text{tdprice} + \beta_3 \text{avgdp} + \beta_4 \text{density} + \beta_5 \text{area} + \beta_6 \text{employee} + \epsilon \quad (3)$$

其中，te 为技术效率值，capital 代表资产增长率，onprice、sprice 和 tdprice 分别代表上网电价、销售电价和输配电价占比，avgdp 表示人均 GDP，density 表示用户密度，area 为各省行政区划面积，employee 为职工人数， ϵ 为残差项。

（二）实证结果分析

为了消除面板数据分析中可能存在的异方差和序列相关问题，本文使用软件 Stata10，采用广义最小二乘法（GLS）进行回归分析，结果见表 4。

1. 电网投资增速与输配电网技术效率。由于电力公司的资产增长主要来自电网及相关设施建设，资产增长率可以近似反映电网投资增速。表 4 回归结果显示，电力公司资产增长率的估计系数在三个模型均显著为负，表明电网投资增速与输配电网技术效率显著负相关。由于我国电力行业长期存在“重发、轻供、不管用”的问题，输配电网建设严重滞后于电源建设，电网“卡脖子”导致了“电荒”与“窝电”同时存在的怪象。在这种情况下，国家电网和南方电网公司都加大了电网投资力度。“十一五”时期国家电网公司累计完成电网投资 1.2 万亿元，超过新中国成立 56 年电网投入的总和，国家电网规模总体翻番。理论上讲，电网建设的快速增长能够增加有效产出，提高电力公司运行效率，但本文研究发现电网投资增速与技术效率存在负相关关系。我们认为，长距离、跨区域输电网络建设滞后及电网投融资体制、机制不完善抑制了电网投资效率，进而对输配电网技术效率产生了负向影响。

表 4 输配电网技术效率影响因素分析

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)
capital	-0.0024*** (-4.52)	-0.0013** (-1.75)	-0.0019*** (-3.27)
onprice	-0.001*** (-3.81)		
sprice		-0.0007*** (-2.37)	
tdprice			0.2468** (1.87)
avgdp	9.01E-06*** (10.80)	8.22E-06*** (6.07)	6.20E-06*** (7.89)
density	-0.5666*** (-2.09)	-0.1777 (-0.57)	-0.3985* (-1.55)
area	-0.0028*** (-10.27)	-0.0025*** (-9.07)	-0.0024*** (-10.60)
employee	-2.38E-06*** (-2.67)	-2.82E-06*** (-3.08)	-3.82E-06*** (-3.95)

注:括号内为 Z 统计值,***、**和* 分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

2. 电价与输配电网技术效率。本文实证检验了上网电价、销售电价和输配电价占比对输配电网技术效率的影响。表 4 结果显示,上网电价、销售电价与输配电网技术效率在 1%的水平上显著负相关,输配电价占比与技术效率则在 5%的水平上显著正相关。这一结果符合我国电价改革的实际情况,对于深化电价和电力市场化改革具有积极意义。

根据公布的煤炭出厂价格指数,2003—2009 年,我国煤炭价格总体涨幅达到 138%。为了缓解发电企业的经营压力,2004 年我国开始推行“煤电联动”机制,多次上调上网电价。然而,目前我国缺乏对输配电价成本传导问题的思考,仍对输配电价和销售电价实行严格管制。据本文统计,自 2004 年以来,我国调整电价 10 次,其中 7 次为上调上网电价,销售电价调整仅 3 次。由此,电网企业的经营压力越来越大,近年来经营绩效逐渐下滑。由于历史原因,我国电网建设长期滞后于电力生产,而且大规模电网建设和技术升级改造需要大量资金支持,但现有电价形成机制制约了电网投资和建设,进而影响了电网企业运行效率。这正是本文所发现的“上网电价越高,输配电网技术效率越低”的原因。

根据本文测算,上网电价占销售电价的比重较高,平均达到 70%,因而上网电价的提高在很大程度上会传导给销售电价。由于上网电价的调整幅度大于销售电价,虽然销售电价也有所提高,但是输配电价逐渐下降。这为本文所发现的“销售电价越高,输配电网技术效率越低”提供了一个合理的解释。

目前我国电价体系中输配电价占销售电价的比重较低,考虑输配电线损耗因素后,这一比重平均不到 30%。根据表 4 回归结果,逐渐提高输配

电价占销售电价的比重、在电价结构中充分反映电网企业的运行成本、建立独立的输配电价形成机制,对于促进电网投资与建设、电力跨区域交易和资源优化配置,深化电力市场化改革,并最终提高输配电网技术效率至关重要。

3.其他因素的影响。职工人数的估计系数在三个模型中均在1%的水平上显著为负,说明我国电力公司中存在劳动力冗余现象,减少劳动力投入可以提高输配电网技术效率。关于输配电效率的现有实证研究将区域自然和社会条件差异作为重要的解释变量,主要选取了服务区域的GDP水平、用户密度和面积等指标(Neuberg, 1977; Roberts, 1986; Burns 等, 1996; Filippini和 Wild, 2001)。表4结果显示,区域经济发展水平与输配电网技术效率显著正相关,这与发达地区的技术水平较高和规模经济效应有关;服务区域面积与输配电网技术效率显著负相关,表明服务区域越大,技术效率越低;与现有相关研究得到的结论不同,用户密度与技术效率负相关(在模型(2)中不显著)。

四、结论与政策建议

本文利用2005—2009年我国国家电网公司下属24家省级电力公司面板数据,运用数据包络分析(DEA)方法和Malmquist指数,测算了我国输配电网的技术效率和全要素生产率,并实证检验了电网投资增速、电价等因素对输配电网技术效率的影响。研究发现:(1)我国各省输配电网各年的平均技术效率值处在0.6—0.65之间,总体偏低;(2)各年度的Malmquist指数都大于1,全要素生产率的平均增长率为3.9%,表明我国输配电网的全要素生产率总体上逐渐提高;(3)电网投资增速、上网电价和销售电价与技术效率显著负相关,输配电价占销售电价的比重与技术效率显著正相关。根据上述研究结论,对于如何提高输配电网技术效率与全要素生产率,本文提出以下政策建议:

1.加强大规模、远距离、高效率的输电通道建设,优化输配电网资源配置。我国幅员辽阔,能源基地与负荷中心的地理分布很不均衡,煤电、水电、风电等基地大多集中在西北、西南、东北和华北地区,而能源需求则主要集中在东中部经济发达地区。基于能源和需求分布的这一特点,加强我国战略全局性电网规划和优化显得尤为重要。事实上,受各种因素制约,我国电网规划得不到及时落实,特别是从能源基地到负荷中心大规模、远距离、高效率的输电通道建设严重滞后,跨地区输电能力不足。本文实证结果显示各省电网建设与技术效率负相关,我们认为这是在长距离、跨地区输电能力受到制约的情况下,省内电网持续投资的边际投入远大于边际产出所致。基于此,加快特高压电网项目的核准和建设,搭建交直流特高压输电的骨干网架,对于缓解结构性

“电荒”、提高输配电网技术效率十分重要。

2. 加强电网投融资主体建设, 建立有效的投融资激励与约束机制。目前, 电力公司主要通过发行公司债和向金融机构借款获取资金。由于电网建设关乎国民经济发展, 加上其长期滞后于电源建设, 无论是政府还是金融机构都对电网公司的融资需求给予了极大支持。“十五”时期我国电网建设投资规模为 0.3 万亿元, “十一五”时期迅速扩大到 1.5 万亿元, “十二五”时期仅国家电网公司的电网建设投资计划就达到 1.7 万亿元。电网企业的投融资活动及其管理对技术效率具有重要影响。事实上, 我国电网企业还没有成为真正的投融资主体, 也没有建立起有效的投融资激励与约束机制, 从而容易导致投融资规模失控、结构扭曲和效率低下等问题。基于此, 要加强电网企业投融资主体建设, 赋予其投融资、用资以及建设实施等方面的自主权, 并提高其独立承担投资风险意识和能力; 在此基础上, 建立有效的电网建设投融资激励与约束机制, 促进电网企业不断提高投融资效率。

3. 改革现行输配电价管制模式, 引入激励性规制方法, 建立独立的输配电价形成机制。电价改革是电力体制改革的核心, 其中输配电价和销售电价的改革是重中之重。我国目前没有独立的输配电价形成机制, 从国际经验看, 出台独立的输配电价是电力体制改革的“破题”之举。我们应在系统设计的基础上迅速启动独立的输配电价核算。现有相关研究将输电定价问题分解为输电线路定价和输电费用分摊两个子问题, 不同的线路定价和费用分摊方法组成了多种定价模式。然而, 这些定价模式各有缺陷, 如有的无法收回电网投资, 有的缺乏经济信号, 有的太过复杂。这些研究主要从电力工程和会计费用角度探讨输配电费用的计算和分摊。而输配电定价机制绝不仅限于此, 更重要的是体现电力市场安全、有效运行及经济效率, 即输配电价必须能够有力引导电力市场各相关主体, 从而优化资源配置, 提高电力市场运行效率。理想的输配电定价必须既能够合理补偿电力企业的成本, 又能够使其高效运行。总体来看, 国外对电网输配电价的规制有两种方式——基于回报率的规制和基于业绩的激励性规制, 后者主要有价格上限规制和收入上限规制等。本文认为, 要逐步引入激励性规制方法, 通过建立具有一定激励强度的规制体系, 推动电力企业降低成本、提高生产效率和资源配置效率。

从根本上讲, 要提高电网企业技术效率, 还是应抓住市场结构和产权改革两个关键因素, 从推进输配电分离改革、推广大用户直购电模式以及促进输配电企业产权多元化着手, 不断深化电力体制改革。

主要参考文献:

- [1] 白雪洁, 宋莹. 中国各省火电行业的技术效率及其提升方向——基于三阶段 DEA 模型的分析[J]. 财经研究, 2008, (10): 15—25.

- [2]冯永晟,张昕竹.输电网管理体制变革与接入监管[J].电力技术经济,2008,(5): 15—20.
- [3]梁志宏,孙耀唯,杨昆.基于数据包络分析及 Malmquist 指标法的供电价格激励监管模型研究[J].中国电机工程学报,2007,(34):84—89.
- [4]陶锋,郭建万,杨舜贤.电力体制转型期发电行业的技术效率及其影响因素[J].中国工业经济,2008,(1):68—76.
- [5]夏大慰,范斌.电力定价:理论、经验与改革模式[J].产业经济评论,2002,(1):91—106.
- [6]张各兴,夏大慰.所有权结构、环境规制与中国发电行业的效率——基于 2003—2009 年 30 个省级面板数据的分析[J].中国工业经济,2011,(6):130—140.
- [7]赵会茹,赵名璐,乞建勋.基于 DEA 技术的输配电价格管制研究[J].数量经济技术经济研究,2004,(10):110—119.
- [8]Burns P, Weyman-Jones T. Cost functions and cost efficiency in electricity distribution: A stochastic frontier analysis[J]. Bulletin of Economic Research, 1996, 48: 41—64.
- [9]Chen T. An assessment of technical efficiency and cross-efficiency in Taiwan's electricity distribution sector[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 137: 421—433.
- [10]Filippini M, Wild J. Regional differences in electricity distribution costs and their consequences for yardstick regulation of access prices[J]. Energy Economics, 2001, 23: 477—488.
- [11]Forsund F R, Kittelsen S A C. Productivity development of Norwegian electricity distribution utilities[J]. Resource and Energy Economics, 1998, 20: 207—224.
- [12]Goto M, Sueyoshi T. Productivity growth and deregulation of Japanese electricity distribution[J]. Energy Policy, 2009, 37: 3130—3138.
- [13]Hirschhausen C, Cullmann A, Kappeler A. Efficiency analysis of German electricity distribution utilities—Non-parametric and parametric tests [J]. Applied Economics, 2006, 38: 2553—2566.
- [14]Hjalmarsson L, Veiderpass A. Productivity in Swedish electricity retail distribution[J]. Scandinavian Journal of Economics, 1992, 94: S193—S205.
- [15]Nemoto J, Goto M. Measurement of technical and allocative efficiencies using a CES cost frontier: A benchmarking study of Japanese transmission-distribution electricity [J]. Empirical Economics, 2006, 31: 31—48.
- [16]Neuberg L. Two issues in the municipal ownership of electric power distribution systems[J]. Bell Journal of Economics, 1977, 8: 303—323.
- [17]Perez-Reyes R, Tovar B. Measuring efficiency and productivity change (PTF) in the Peruvian electricity distribution companies after reforms[J]. Energy Policy, 2009, 37: 2249—2261.
- [18]Pombo C, Taborda R. Performance and efficiency in Colombia's power distribution system: Effects of the 1994 reform[J]. Energy Economics, 2006, 28: 339—369.
- [19]Ramos-Real F J, Tovar B, Ito M, et al. The evolution and main determinants of

productivity in Brazilian electricity distribution 1998—2005: An empirical analysis[J].
Energy Economics, 2009, 31: 298—305.

[20] Roberts M J. Economies of density and size in the production and delivery of electric
power[J]. Land Economics, 1986, 62: 378—387.

Study on Technical Efficiency and Total Factor Productivity of Transmission and Distribution Grid in China: Analysis Based on Panel Data of 24 Provincial Power Companies from 2005 to 2009

ZHANG Ge-xing^{1,2}, XIA Da-wei²

(1. School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China;

2. Shanghai National Accounting Institute, Shanghai 201702, China)

Abstract: Based on the panel data of 24 provincial power companies from 2005 to 2009, this paper estimates the technical efficiency and total factor productivity of transmission and distribution grid in China by data envelopment analysis and Malmquist index. It also empirically analyzes the effects of the growth rate of grid investment and electricity prices on the technical efficiency of transmission and distribution grid. It reaches the conclusions as follows: firstly, the annual average technical efficiency value of provincial transmission and distribution grid is between 0.6 and 0.65, and it is low as a whole; secondly, annual Malmquist productivity index is greater than 1 and the average growth rate of total factor productivity is 3.9%, showing that total factor productivity of transmission and distribution grid in China has overall been improved; thirdly, the growth rate of grid investment, on-grid electricity price and sale electricity price are all negatively related to the technical efficiency, but the proportion of transmission and distribution price to sale electricity price is positively related to the technical efficiency. The conclusions provide important enlightenment for the increase in the efficiency of transmission and distribution grid in China.

Key words: transmission and distribution grid; technical efficiency; total factor productivity; data envelopment analysis

(责任编辑 康健)