



上海国家会计学院学术丛书

中国电力工业： 技术效率与全要素生产率研究

张各兴 著



经济科学出版社
Economic Science Press

014012704

F426.61
59

上海国家会计学院学术丛书

中国电力工业：技术效率 与全要素生产率研究

张各兴 著



F426.61
59

经济科学出版社



北航

C1699622

407510710

中国电力工业技术效率与全要素生产率研究

图书在版编目 (CIP) 数据

中国电力工业：技术效率与全要素生产率研究 / 张各兴
著. —北京：经济科学出版社，2013. 11

(上海国家会计学院学术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5141 - 3896 - 2

I. ①中… II. ①张… III. ①电力工业 - 技术经济 -
经济效率 - 研究 - 中国 ②电力工业 - 全要素生产率 -
研究 - 中国 IV. ①F426. 61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 247038 号

责任编辑：白留杰 凌 敏

责任校对：郑淑艳

责任印制：李 鹏

中国电力工业：技术效率与全要素生产率研究

张各兴 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

教材分社电话：010 - 88191354 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子信箱：bailiujie518@126. com

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcbs. tmall. com

北京欣舒印务有限公司印装

880 × 1230 32 开 7 印张 180000 字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 3896 - 2 定价：25. 00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究)

总 序

经过一年多的努力，上海国家会计学院新一套的学术研究丛书即将陆续付梓出版。在 30 多年的学术生涯中，我虽然也出版了不少研究成果，但在建院短短十年时间里，学院的科研工作能再获丰收，心中尤感激动与欣喜，也充满着自豪与喜悦。因此缀文数语于卷首，为丛书序。

本套丛书是上海国家会计学院第一个十年的发展所取得的标志性成果，是献给学院十周年庆典的最好礼物，丛书的出版也是上海国家会计学院成长历程中的又一个里程碑式的事件。十年里，在各级领导的关怀和指导下，在社会各界的大力支持下，上海国家会计学院历经艰苦创业，积极探索高级财金、会计人才的教育规律，形成了清晰的办学模式和办学目标，影响力和知名度空前提升，被誉为会计人员的“精神家园”，建设成了名副其实的国家级的高级经济管理人才继续教育基地。其间迈出的每一个步伐，留下的每一个足迹，取得的每一个成果，都凝聚了学院从上到下每一个员工对中国会计事业——为社会主义市场经济奠基的事业——付出的心血，体现了全体员工对事业的无限的忠诚、不懈的追求和无怨无悔的付出。

1995 年 6 月 22 日，时任国务院副总理朱镕基在有关基地建设的批示中指出：“举办注册会计师培训中心很有必要，这是根据泽民同志关于要培养 30 万注册会计师的指示提出来的。这是千秋万

代的事业，是为社会主义市场经济奠基的一件极为重要的事情。”2000年9月，在朱镕基总理的亲自关怀和指导下，上海国家会计学院正式组建，成为全国性的企业高管、经济管理干部、注册会计师、总会计师（财务总监）的职业后续教育基地。2001年4月16日，一向惜墨如金的朱镕基总理在视察上海国家会计学院时，题写了著名的“不做假账”的校训。学院全体员工都深切地意识到了所肩负的重任和历史使命，围绕“高层次、国际化、数字化”的办学宗旨，奋发图强，不断努力。以财政部为坚强后盾，在董事会单位以及社会各界的大力支持和广泛关注下，成立以来，上海国家会计学院取得了显著的办学成效。十年里，学院形成了清晰的办学思路、办学模式以及短期培训、学位教育、远程教育“三足鼎立”的事业格局，截至2009年，学院已累计举办短期培训、学位教育、远程教育、国际培训等各类项目1600多班次，培训学员40万多人次，这样的培训规模在全国的教育机构中是不多见的。2010年，学院与美国亚利桑那州立大学合作举办的金融与财务方向EMBA项目被英国《金融时报》评为全球第28名（中国大陆地区第3名），跻身全球30强（2008年、2009年全球排名分别为42名、41名）。该项目师资力量之强大、学员层次之高，在国内屈指可数，深受工商业界精英的欢迎，该项目的成功也标志着学院在探索高级经济管理人才培养模式方面取得了明显的成效。学院还是中国政府倡导成立的亚太财经与发展中心（AFDC）所在地，该中心是中国政府在亚太经济合作组织（APEC）框架下倡导建立的第一个旨在促进区域能力建设的机构，为加强区域内各经济体金融发展领域的能力建设作出了积极贡献，成为中国政府开展“财经外交”的重要平台。

课程开发与学术研究能力是一个学院核心竞争能力的重要方面。随着教育培训的发展，学院对科研提出了更高的要求，以保持学院的良性发展。毫无疑问，目前培训市场已经成为一块诱人的“蛋糕”，各类培训机构纷纷进入培训市场，可谓鱼龙混杂，鱼目混珠。在这种形势下，作为国家级的培训基地，切实提高学院科研

能力，不仅仅是为了满足学院的发展，培训学院的核心竞争能力，提高学院的知名度，更重要的意义在于，此举可以规范培训市场尤其是财务与会计的培训市场，建立财务与会计培训的行业标准，提升中国财务与会计培训的整体水平，这是学院义不容辞的责任。

教师是学校的核心竞争力所在，学院从一开始便着手建立一支具有较高专业素养和行业影响的专职师资队伍。目前学院已初步形成了老中青结合的、富有创新精神和责任感的、积极进取的科研队伍。他们广泛研究各种学术前沿理论，结合实际，充分调研，深入分析，从实践中来，到实践中去，以严谨的治学态度，真诚的奉献精神，编写了此套丛书。

我们的研究力图从中国实际出发，以市场需求为导向，但又不拘泥于它们的限制，引入国际和国内已被实践证明行之有效的先进的知识和方法，以引导企业改革与发展的潮流，建立符合中国自身的标准。相对于一般的高校而言，作为职业继续教育的基地，我们研究的一大特色，就是希望能更加注重与实务界精英的密切合作，通过大量的实地研究，使理论与实务实现非常有机的融合。

此套丛书的出版得到了经济科学出版社的大力支持。我为我们的真诚合作感到愉快，并对他们的支持表示衷心的感谢。

中国经济必将崛起！上海国家会计学院必将在中国经济发展大潮中取得长足的发展！让我们一起为中国的繁荣而努力！

是为序！

夏大慰

2010年10月13日

摘 要

自 20 世纪 80 年代以来,在放松规制这一世界性浪潮的影响下,世界各国电力工业纷纷掀起了一场以打破自然垄断、引入竞争为主要目标的电力市场化改革热潮。从总的改革趋势来看,是从原来的垂直一体化的垄断体制向垂直分工型的垄断竞争体制发展。电力市场化的过程实际上是政府对电力工业的规制逐渐由严格规制向放松规制的方向转变的过程,也是一个创新规制方法、不断进行规制重构的过程,其目的是提高电力工业的生产效率。效率,既是放松规制的理由,也是检验新规制政策是否合理、应该如何完善规制政策的标准。效率分析在电力市场化过程中的竞争性市场结构的构建以及规制的重构中都扮演着非常重要的角色。随着效率和生产率理论的兴起,为进行全面的电力行业效率分析提供了一个更为有效的研究框架。

2002 年,国务院发布《电力体制改革方案》,标志着我国的电力市场化改革全面推开。改革的总体目标是:打破垄断,引入竞争,提高效率,降低成本,健全电价机制,优化资源配置,促进电力发展,推进全国联网,构建政府监管下的政企分开、公平竞争、开放有序、健康发展的电力市场体系。电力市场化改革以来,我国电力工业取得了巨大的发展成就,但另一方面也仍然面临着严峻的挑战。我国电力工业发展目前所存在的问题归根结底还是如何进一

步提高效率和生产率的问题，测度中国电力工业效率与生产率的发展和变动，分析影响中国电力工业效率与生产率的相关因素，提出加强电力规制从而提高我国电力工业效率和生产率的有效对策，对于建设安全、绿色、经济的现代电力产业体系，提高电力工业的发展质量和效率至关重要。研究我国电力工业的效率与生产率问题具有重要的理论意义和重大的现实意义。

电力工业的效率和生产率分析主要可概括为三个方面，即技术效率测算，分析影响技术效率的因素，以及对全要素生产率增长进行测算和分解。在效率和生产率分析的方法方面，随机前沿分析法（SFA）和数据包络分析法（DEA）是最为流行的两种方法；对于影响效率的因素分析，绝大多数的文献都以技术效率为因变量，以所有权结构、市场结构、价格规制、环境规制等相关的因素为自变量进行回归分析。尽管有学者（Tsutsui and Goto, 2009）认为，评估电力工业的总体效率比估计某一个环节的效率问题更为有效，但从已有文献来看，以发电行业和输配电网为对象进行效率和生产率分析的研究所占比重还是更大。本书根据我国电力市场化改革的现状，分别以 SFA 方法以及 DEA 方法研究 2002 年电力市场化改革以来我国发电行业以及输配电一体化的电力公司的效率和生产率问题。

本书采用 2003~2009 年全国 30 个省级火力发电行业的面板数据，以随机前沿生产函数方法（SFA）对我国发电行业的技术效率进行了测算，并重点考察了所有权结构、电价与煤炭价格以及环境规制等因素对于发电行业技术效率的影响。在目前关于我国发电行业效率与生产率的分析中，大多使用了 DEA 方法（Lam and Shiu, 2004；陶锋等，2008；白雪洁、宋莹，2009），也有学者直接采用方向距离函数进行了测算（王兵，2010），尚没有发现采用 SFA 方法对我国发电行业效率与生产率问题进行研究。国外的文献中大部分都是采用了 SFA 方法对发电行业的技术效率进行测算，极少采用 DEA 方法。这是因为 DEA 方法主要适用于对具有多投入—多产

出特征的行业进行效率分析,而发电行业是典型的多投入—单产出结构。此外,SFA方法相较于DEA方法的另一个优势在于其考虑了统计噪音(来源于忽略投入变量及函数形式选择等所导致的近似误差)对于技术效率水平的影响,以此方法得到的技术效率值则更为精准。关于发电行业技术效率的主要发现和结论是:(1)我国发电行业总体的技术效率水平较低,2003~2009年的平均技术效率仅为0.47。(2)技术效率的变动趋势随时间变化呈现开口向下的抛物线形态,2003~2005年,技术效率逐步提升,而从2006年开始,技术效率又逐步回落,这一点与以往研究所发现的技术效率呈逐年提高态势的单调形态有所区别。已有文献要么采用了截面数据进行分析,无法反映变动趋势,要么就是采用了较短时间跨度的面板数据,技术效率呈现随时间发展而不断提升的单调趋势。(3)各省发电行业技术效率的差别较大,经济发达地区或煤炭资源丰富的省份,有可能获得比经济欠发达以及煤炭资源缺乏地区更高的技术效率。

本书也进一步分析了影响我国发电行业技术效率的因素:(1)所有权结构对于发电行业技术效率存在显著影响,国资比重越大,技术效率越低。(2)分别发现了电价和煤炭价格与发电行业效率的正向和负向关系,但在统计上并不显著。这一发现对于电价规制改革具有重要的意义。电价规制主要可分为电价水平规制和电价结构规制,目前各方特别是发电企业更多关注的是对电价水平的调整,希望通过“煤电联动”以及电价的上涨来缓解经营压力。但根据研究结果,电价的提高可以在短期内改善发电企业的经营绩效,但却并不一定会刺激电力企业提高效率水平。更具体讲,上网电价的提高可以改善发电企业的经营绩效,提高其利润水平,但发电企业的技术效率却并不一定会因此而提升,甚至有可能会降低,这是因为技术效率还受到技术进步等因素的影响。只有在对电价水平规制进行改革的同时形成基于绩效的激励性电价规制机制,才能既有效地收回电力供应过程中的所有供电成本,又有效地刺激电力

企业提高效率。“煤电联动”能在一定程度上缓解发电企业由于发电成本过快上涨带来的压力，却并不一定能使发电企业产生足够的提高效率的内在激励，从而对发电企业效率的提高产生实质性影响。(3) 环境规制与发电行业技术效率呈现“U型”关系。本书以二氧化硫排放量代表环境规制强弱，结果发现短期内环境规制程度越弱，二氧化硫排放量越高，发电行业效率越高；而长期来看，环境规制程度越强，二氧化硫排放量越低，发电行业效率越高。这主要是因为，在环境规制的初期阶段，发电企业装配脱硫设施需要大量的成本投入，短期内企业很难消化这一突然的成本增量，从而对发电企业的效率产生了影响。而从长期的总体趋势来看，在面临环境规制的压力之下，大部分地区的火电行业可以通过采用新的生产技术和工艺、调整资源配置、规范科学的管理等达到提升技术效率的目的，不断加强的环境规制对中国火电行业的技术效率是可以产生促进作用的。(4) 本书还发现企业规模与生产无效率呈现开口向下的抛物线关系。大多数的观察值都处于临界点的左方，并大多集中于抛物线顶端，这表明在当前的平均企业规模下，我国发电厂存在显著的规模不经济性，即随着企业规模向临界点增长，生产无效率越高。(5) 长期来看，标准煤耗的减少对于发电行业效率具有正向影响，但在短期内标准煤耗的降低尽管减少了燃料投入，但却需要进行更多的设备更新和资本投入，从而形成了对发电行业效率的负向影响。(6) 设备利用率的提高对于发电行业效率的提升具有显著影响。

目前的文献中，仅有 Lam 和 Shiu (2004) 对我国发电行业的全要素生产率进行了测算，但其研究的时期为 1995~2000 年。在 2002 年电力市场化改革以后的研究中，都只对发电行业技术效率值进行了测算，而缺乏对全要素生产率增长及其分解的研究。在采用 SFA 方法对技术效率进行测算的基础上，利用 Kumbhakar (2000) 的方法进一步测算了 2002 年电力市场化改革以来我国发电行业的全要素生产率增长并对其进行了解。结果发现，2003~

2009年,我国发电行业全要素生产率年均增长率为4.55%,全要素生产率增长主要源自于技术进步。关于发电行业全要素生产率增长的测算结果要高于Lam和Shiu(2004)的测算结果,他们的研究结果显示1995~2000年我国发电行业全要素生产率的年均增长率为2.1%。

还利用数据包络分析方法(DEA)以及Malmquist指数对我国2005~2009年24个省级电力公司的面板数据进行了分析,估计了我国输配电网的技术效率和全要素生产率。输配电网具有典型的多投入—多产出特征,在对输配电网的效率分析中,通常将电网的输配电量、用户数等同时作为投入变量。相对SFA方法,DEA方法在分析具有多投入—多产出特征的效率问题时则更具适用性。在关于影响输配电网技术效率的因素分析中,采用二阶段估算法对电网投资增速、电价等因素对输配电网效率的影响进行了实证检验。目前关于我国输配电网效率与生产率的研究所采用的数据要么仅是某一年的截面数据,样本公司也仅局限于某一个省份的配电公司(赵会茹等,2004),要么尽管采用了面板数据,但时间跨度较短且样本量较小,如梁志宏等(2007)对我国输配电网效率与生产率的研究的时间跨度为1995~1997年,样本也仅涉及八个省市。较小的样本量以及较短的时间跨度较难全面衡量输配电网的效率与生产率情况,本书对于我国输配电网技术效率研究的样本明显要大于以往研究。研究发现:我国各省市区电力公司平均的技术效率值处于0.6~0.7之间;所考察各年度的Malmquist生产率指数都大于1,平均的全要素生产率增长率为3.9%,这表明我国电力公司的全要素生产率从总体上呈现出逐渐改善的趋势。我国电力公司全要素生产率的提高是由技术进步和综合技术效率共同作用的结果,而技术进步是电力公司全要素生产率增长的主要来源。

目前国内已有研究仅局限于对输配电网技术效率与全要素生产率增长的测算,而对影响技术效率因素的分析则基本没有涉及。本书在输配电网技术效率测算的基础上首次分析了影响我国输配电网

技术效率的主要因素，主要是采用二阶段估算法对电网投资增速、电价等因素对于输配电效率的影响进行了实证分析。其中，在所能查找到的国内外文献中，对电网投资增速与输配电网技术效率关系的实证分析是第一次涉及。我国目前的电力市场化改革仅完成了“厂网分离”的第一步，输、配、售环节仍然实行一体化经营，上网电价和销售电价是我国电力市场中最主要的两种价格形式，输配电价为销售电价减去上网电价和输配电损耗得到。采用三个模型分别检验了上网电价、销售电价以及输配电价在销售电价中的比重对于输配电网效率的影响。实证结果显示，电网投资增速、上网电价以及销售电价都与输配电网技术效率呈现显著的负相关关系，而输配电价占比则与输配电网技术效率呈现显著正相关关系。在我国电网投资仍将持续高速增长的情况下，电网投资增速与输配电网技术效率关系的这一发现对于改善电网投资规制意义重大。关于上网电价、销售电价以及输配电价占比与输配电网技术效率关系的发现，对于深化电价改革，逐步完善上网电价、输配电价和销售电价形成机制尤为重要。

根据以上研究结果，最后分别对提高发电行业和输配电网的效率与生产率提出了相应的政策建议。关于提高发电行业效率与生产率的建议为：加大发电行业产权改革力度，提高发电行业所有权结构的多元化程度；理顺电价形成机制，采用激励性电价规制模式；进一步加强环境规制，发挥电价对节能减排的调节作用；采取措施减小设备利用率波动幅度，提高总体的设备利用率。关于提高输配电网效率与生产率的建议如下：优化电网投资结构，将输电纳入综合能源运输体系，提高电网大范围资源优化配置能力；强化电网投融资主体建设，建立有效的投融资激励与约束机制；改革现行输配电价管制模式，建立独立的输配电价形成机制，引入激励性规制方法；开展输配分离试点，扩大大用户直购电试点规模，深化电力市场化改革。

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 研究背景及问题的提出	(1)
1.1.1 研究的背景	(1)
1.1.2 问题的提出	(9)
1.2 理论意义与现实意义	(11)
1.2.1 重要的理论意义	(11)
1.2.2 重大的现实意义	(13)
1.3 研究思路、内容、方法及框架	(16)
1.3.1 研究思路	(16)
1.3.2 研究方法与技术路线	(17)
1.3.3 研究内容及框架	(19)
1.4 可能的创新之处	(21)
1.4.1 对我国发电行业效率与生产率研究可能的创新点 ...	(21)
1.4.2 对我国输配电网效率与生产率研究可能的创新点 ...	(23)
第2章 国内外相关文献综述	(25)
2.1 国内外理论界关于发电效率与生产率的研究	(25)
2.1.1 国外理论界对于发电技术效率及其影响因素的 研究	(25)
2.1.2 国外理论界对于发电行业全要素生产率的研究 ...	(28)

2.1.3	我国学者对发电行业效率和生产率的研究	(30)
2.2	国内外理论界关于输配电网效率与生产率的研究	(31)
2.2.1	国外理论界对于输配电效率与生产率的研究	(31)
2.2.2	我国学者对输配电效率和生产率的研究	(36)
2.3	文献综合评价	(36)
第3章	效率与生产率研究：理论与方法	(39)
3.1	生产率、全要素生产率与技术效率	(39)
3.1.1	生产率的含义	(39)
3.1.2	全要素生产率及全要素生产率增长率	(40)
3.1.3	全要素生产率增长率测算	(41)
3.1.4	生产前沿面与技术效率	(42)
3.2	技术效率、配置效率、规模效率、技术进步与全要素生产率	(43)
3.2.1	技术效率、技术进步与生产率	(43)
3.2.2	配置效率与生产率	(48)
3.2.3	规模效率与生产率	(51)
3.3	效率与生产率测算方法及变量	(52)
3.3.1	技术效率测算方法	(53)
3.3.2	生产率变化及其分解	(55)
3.3.3	效率影响因素分析方法	(58)
3.4	本章小结	(59)
第4章	电力工业效率影响因素分析框架	(61)
	——从规制政策的角度	(61)
4.1	电力工业的规制与放松规制	(61)
4.1.1	政府规制	(61)
4.1.2	电力工业的规制与放松规制	(62)
4.2	电力工业规制的主要内容	(64)

4.2.1	进入规制	(64)
4.2.2	市场结构规制	(65)
4.2.3	价格规制	(66)
4.2.4	环境规制	(69)
4.3	电力工业效率影响因素分析框架	(69)
4.3.1	电力规制的绩效评估	(69)
4.3.2	电力行业效率影响因素分析框架	(71)
4.4	本章小结	(74)

第5章 中国发电行业技术效率：基于随机前沿生产函数的实证研究

5.1	我国发电行业现状及问题的提出	(75)
5.2	方法与模型	(78)
5.2.1	随机前沿生产函数	(78)
5.2.2	随机前沿生产函数模型的设定	(79)
5.2.3	技术效率驱动因子设定	(80)
5.3	数据、变量与估计结果	(82)
5.3.1	数据与变量	(82)
5.3.2	描述性统计	(83)
5.3.3	估计结果	(86)
5.4	影响技术效率的因素分析	(91)
5.4.1	所有权结构对发电行业效率的影响	(91)
5.4.2	电价与煤炭价格对发电企业效率的影响	(92)
5.4.3	环境规制对发电行业效率的影响	(93)
5.4.4	其他因素对发电行业效率的影响	(94)
5.5	本章小结	(96)

第6章 中国发电行业全要素生产率增长测算与分解

6.1	电力行业传统的效率分析指标与全要素生产率	(97)
6.2	基于 SFA 的全要素生产率增长率分解	(99)

6.2.1	随机前沿生产函数方法	(99)
6.2.2	全要素生产率增长率的分解	(101)
6.3	全要素生产率增长率分解结果	(103)
6.3.1	技术进步及变化率	(103)
6.3.2	技术效率及变化率	(106)
6.3.3	规模经济性	(108)
6.3.4	配置效率	(111)
6.3.5	TFP 变化率及其分解	(116)
6.4	本章小结	(118)

第7章 中国输配电网技术效率与生产率：基于 DEA 和

	Malmquist 生产率指数的实证研究	(119)
7.1	我国输配电网现状及问题的提出	(119)
7.2	研究方法	(121)
7.2.1	DEA 方法	(121)
7.2.2	Malmquist 生产率指数	(123)
7.3	效率与生产率度量	(125)
7.3.1	投入产出分析	(125)
7.3.2	技术效率估计结果	(125)
7.3.3	全要素生产率估计结果	(129)
7.4	效率影响因素分析	(133)
7.4.1	变量和计量模型	(133)
7.4.2	实证结果与评价	(135)
7.5	本章小结	(139)

第8章 结论、政策建议及未来研究方向

8.1	主要研究结论	(140)
8.1.1	我国发电行业效率与生产率的主要研究结论	(140)
8.1.2	我国输配电网效率与生产率的主要研究结论	(142)
8.2	对提高我国发电行业效率和生产率的政策建议	(143)

8.2.1	加大发电行业产权改革力度,提高发电行业所有权结构的多元化程度·····	(143)
8.2.2	理顺电价形成机制,采用激励性电价规制模式·····	(144)
8.2.3	进一步加强环境规制,发挥电价对节能减排的调节作用·····	(146)
8.2.4	采取措施减小设备利用率波动幅度,提高总体的设备利用率·····	(147)
8.3	对提高我国输电网效率和生产率的政策建议·····	(148)
8.3.1	优化电网投资结构,将输电纳入综合能源运输体系,提高电网大范围资源优化配置能力·····	(148)
8.3.2	强化电网投融资主体建设,建立有效的投融资激励与约束机制·····	(150)
8.3.3	改革现行输配电价管制模式,建立独立的输配电价形成机制,引入激励性规制方法·····	(152)
8.3.4	开展输配分离试点,扩大大用户直购电试点规模,深化电力市场化改革·····	(153)
8.4	研究局限和未来研究的方向·····	(155)
8.4.1	研究局限·····	(155)
8.4.2	未来进一步研究的方向·····	(157)
 附 录		
	第5~6章相关数据·····	(158)
	第7章相关数据·····	(176)
	参考文献·····	(185)
	后记·····	(204)