

经济体制改革与中国电力 行业增长：1999—2010

宫汝凯*

摘要 本文采用1999—2010年的中国分省面板数据,从市场竞争、产权改革和管制政策三个维度系统地考察经济体制改革对电力行业增长的影响,并分时段估算出不同改革政策对电力行业增长的贡献。结果表明,市场竞争和产权改革对电力行业增长具有显著的正向影响;管制政策对行业增长具有正向效应,但其显著性因政策类型而异;经济体制改革对电力行业增长的贡献率为9.37%,且随着改革的推进而递增:由1999—2004年改革初步阶段的7.20%增加至2005—2010年深化阶段的10.67%。以上结果对于不同的产出指标和改革变量组合的多种模型设定均是稳健的,以期该结论对继续深化电力以及推进其他垄断行业的体制改革提供现实的借鉴。

关键词 市场竞争, 产权改革, 管制政策

一、引言

改革开放以来,中国经济的快速稳定增长,特别是工业化和城镇化的快速推进,引致电力需求的快速增长,计划经济体制下的电力行业运作机制已经不能满足经济发展的需要。基于此,20世纪80年代中期以来,中国电力行业开启了投资体制、政企分离和厂网分离为主要内容的经济体制改革,打破了国家电力工业部(后来的国家电力公司)纵向一体化的垄断运作模式,为电力行业的市场化改革进程奠定了基础。随着改革的持续推进,电力行业实现了稳定和快速的增长,取得了举世瞩目的成就。1994年,中国的发电设备容量为2亿千瓦,发电量为0.93万亿千瓦时;2010年,发电设备容量达到9.66亿千瓦,发电量达到4.23万亿千瓦时,两者分别实现了年均10.5%和10%的增长,与同期国内生产总值10%的年增长速度相当。截至2013年年底,中国的发电设备容量达到12.5亿千瓦,首次超越美国,跃居世界第一

* 东华大学旭日工商管理学院。通信地址:上海市长宁区延安西路1882号东华大学旭日楼,200051;电话:13564271579;E-mail:gongrukai@163.com。本文曾先后在第第十三届(2013.12,成都)、第十四届中国经济学会年会(2014.12,深圳)和第十四届中国青年经济学者论坛(2014.10,北京)上报告交流过,感谢与会学者,尤其是两位匿名审稿人的诸多有益评论。感谢国家自然科学基金面上项目(71271129)、中央高校基本科研业务费专项基金(14D110807)和东华大学文科预研项目(0108153)的资助,文责自负。

位。¹电力行业的稳定快速发展不仅直接拉动了中国经济的持续快速增长,同时也为国民经济发展提供了充足的能源保障。由现实数据初步推断,经济体制改革与电力行业的快速发展密切相关。然而,在经历了20世纪80年代到21世纪初的改革黄金期之后,电力体制改革进展缓慢,几乎处于停滞的状态,特别是2008年金融危机以来,社会各界更是对电力市场化的改革取向出现分歧,这些可能会对电力行业的长期发展造成不良影响。在此背景下,如下几个问题值得深入思考:一系列的经济体制改革与电力行业增长之间存在怎样的逻辑关系?不同改革措施对电力行业增长的贡献有多大?各种改革政策在不同时段发挥的作用是否存在差异?电力行业作为国民经济中战略性和基础性的产业,同时承载着公共事业服务的职能,其发展对国民经济的稳定增长具有重要的拉动和支撑作用(林伯强,2005)²。面对电力经济体制改革几乎停滞的局面,对于上述问题的回答对继续深化电力经济体制改革进而促进国民经济的健康快速发展具有现实的借鉴意义。

在20世纪70年代之前,世界电力行业均处于国家垄断经营的状态。随着电力科学技术的发展,电力行业已不再完全具有自然垄断属性,尤其对于发电部门和售电部门而言,电力行业推行市场化改革已成为必然(刘阳平和叶元煦,1999³; Hogan, 2001; 胡鞍钢和过勇, 2002⁴; Zhang *et al.*, 2008; 范合君和戚聿东, 2011⁵)。此外,自然垄断和新规制理论的发展也为电力体制改革提供了重要的理论依据(Berg and Tschirhart, 1998; 唐晓华和张保胜, 2001⁶; 肖兴志, 2002⁷; 于良春和张伟, 2003⁸)。世界各国陆续开展电力行业的市场化改革,20世纪80年代,英国率先开启打破垄断、民营化和管制政策为主题的电力体制改革(Newbery and Pollitt, 1997⁹);随后,美国、日本、澳大利亚等国家相继进行以引入竞争、结构重组和构建竞争性市场结构为主要内容的电力经济体制改革。从世界电力行业的改革实践来看,目前,各国在电力体制改革思路已达成共识:对纵向一体化的垄断结构进行拆分;在发电和售电环节进行引入竞争和产权改革,而输电部门和配电部门仍具有显

¹ 数据来源于历年《中国电力年鉴》,2013年的数据来自中国电力企业联合会网站的“电力数据”。

² 林伯强,“中国电力工业发展:改革进程与配套改革”,《管理世界》,2005年第8期,第65—79页。

³ 刘阳平、叶元煦,“论电力市场的有效竞争”,《管理世界》,1999年第2期,第112—133页。

⁴ 胡鞍钢、过勇,“从垄断市场到竞争市场——深刻的社会变革”,《改革》,2002年第1期,第17—28页。

⁵ 范合君、戚聿东,“中国自然垄断产业竞争模式选择与设计研究——以电力、电信和民航产业为例”,《中国工业经济》,2011年第8期,第47—56页。

⁶ 唐晓华、张保胜,“自然垄断产业放松规制的理论观点及其分析”,《中国工业经济》,2001年第12期,第42—46页。

⁷ 肖兴志,“中国自然垄断产业规制改革模式研究”,《中国工业经济》,2002年第4期,第20—25页。

⁸ 于良春、张伟,“强自然垄断定价理论与中国电价规制制度分析”,《经济研究》,2003年第9期,第67—73页。

⁹ 具体而言,1981年,智利对电力行业进行垂直和平行拆分,并于1986年在发电生产领域开始推行基于边际价格的竞争制度;1989年,英国开启以打破电力产业垂直一体化为主要内容、更为全面的市场化改革;1992年,阿根廷将政府所有的低效率的电力资产私有化,分拆为发电、输电和配电公司,并且构建竞争性的发电市场。

著的自然垄断属性；政府需要出台相配套的管制政策对输配环节进行管制。这场经济体制改革带来世界电力行业规模的快速发展和绩效的巨大提升(Hogan, 2001; Zhang *et al.*, 2008),同时也为检验电力体制改革的实践价值提供了典型的自然实验。

电力体制改革的持续推进引起了学者们的关注。目前,诸多国外学者利用跨国面板数据考察经济体制改革对电力行业产出绩效的影响。Steiner(2000)采用1987—1996年19个OECD国家的面板数据检验垂直分离、引入竞争和民营化等改革措施对电力行业发展的影响,结果表明,民营化、垂直分离等改革均提高了发电容量利用率¹⁰; Megginson *et al.*(2001)在综述民营化研究文献的基础上认为,公共事业部门的去管制(deregulation)和市场化改革均会提升行业产出效率; Delfino *et al.*(2003)针对拉丁美洲国家电力市场化改革绩效的研究发现,市场竞争和产权改革均提高了行业的产出效率,特别是体现在劳动生产率、容量利用率、能源使用效率等方面; Fabrizio *et al.*(2007)基于美国1000多家电厂数据的实证研究表明,民营化改革对产出具有显著的正向影响,竞争性的市场结构比管制的垄断性市场结构具有更高的产出效率; Zhang *et al.*(2008)采用1985—2003年36个发展中国家的面板数据对民营化、引入竞争和管制政策与电力行业绩效之间的关系进行实证研究,结果表明,引入竞争会有效地提高行业绩效,而民营化和管制政策并未带来显著的正向影响。

随着电力体制改革的逐步推进,国内学者针对经济体制改革对电力行业增长的影响进行了初步研究。肖兴志和孙阳(2006)¹¹采用1978—2005年全国层面的时间序列数据对电力的规制效果进行实证检验,结果表明,明确的规制框架、独立的规制机构和不断成熟的规制对象显著地提高了电力行业的产出效率,进而促进了电力产量的增长;陶峰等(2008)¹²基于2002—2005年省级面板数据考察产权结构和市场结构对发电行业技术效率的影响,结果表明,过高的国有资产比重会损害发电行业的技术效率,行业竞争程度与技术效率的关系则不确定;张各兴和夏大慰(2011)¹³利用2003—2009年的分省面板数据,对产权结构和环境规制对发电行业产出效率的影响进行实证检验,结果表明,产权改革对于发电行业技术效率具有显著的正向影响,而环境规制与发电技术效率呈现U形关系。

¹⁰ 但是,在电力价格方面,与Steiner(2000)不同,Hattori and Tsutsui(2004)基于1987—1999年19个OECD国家的面板数据的实证结果表明,放松规制有效地降低了工业用电价格,但增加了居民用电价格;进一步的研究指出,电力行业的垂直分拆和发电侧批发市场的建立与电价下降之间不存在明显的联系,甚至两者会造成电价水平的上升。

¹¹ 肖兴志、孙阳,“中国电力产业规制效果的实证研究”,《中国工业经济》,2006年第9期,第38—45页。

¹² 陶峰、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”,《中国工业经济》,2008年第1期,第68—76页。

¹³ 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”,《中国工业经济》,2011年第6期,第130—140页。

综上所述, 现有的研究已从多个方面对理解电力经济体制改革与行业增长之间的关系提供了有价值的结论, 但仍存在如下待改进之处: (1) 既有研究的样本期较短, 主要集中在 2002 年之后¹⁴, 缺乏对转型期间电力体制改革绩效的全面考察。(2) 关于电力行业增长的指标选择较为单一, 缺乏对不同改革变量组合的稳健性检验。(3) 对电力经济体制改革政策的刻画不全面。电力体制改革是一项系统工程, 是中国经济体制改革的重要组成部分, 至少包括引入竞争、调整产权结构和管制政策三个维度, 而现有的研究大多仅关注一个或两个改革政策的作用效果。面对如此重大的一次改革, 迄今作者尚未发现有文献从电力体制改革的三个维度出发, 考虑不同改革变量的组合来全面和规范地考察转型期间经济体制改革对电力行业增长的影响机制, 这正是本文的出发点。

本文采用 1999—2010 年中国的分省面板数据, 从引入竞争、产权改革和管制政策三个维度出发, 针对电力体制改革对行业增长的影响进行实证分析。在此基础上, 分时段分别估算三维改革政策对行业增长的贡献率, 考察电力体制改革效应的动态变化过程。主要从以下两个方面丰富了现有的研究文献: 一是在研究内容方面。从三个维度对电力体制改革进行全面的绩效评价分析, 并通过分时段估算出经济体制改革对行业增长的贡献率来考察电力体制改革效应的动态变化; 同时, 考虑到不同的产出指标和改革变量对实证结论的潜在影响, 采用多种形式的产出和改革变量组合来对实证结果进行稳健性检验。二是在计量模型的估计方法方面。在实证过程中, 考虑到市场竞争和产权改革变量潜在的内生性问题, 通过构建相应的工具变量, 分别采用带有工具变量的固定效应(FE-IV)和广义矩(GMM)的估计方法分析改革变量对行业增长的影响机制。以期通过电力体制改革对行业增长的影响进行细致的数量化分析, 为深化电力体制改革提供经验借鉴和政策建议。

本文其他部分的结构安排如下: 第二部分分析电力体制改革的背景, 并提出研究假说; 第三部分详细介绍本文的实证研究基础, 即计量模型设定和数据处理; 第四部分为实证结果与分析; 第五部分分时段估算改革政策对电力行业增长的贡献; 第六部分为结论和政策启示。

二、背景分析和研究假说

20 世纪 80 年代以来, 世界电力行业开启以英国、美国、日本和澳大利亚为代表的电力体制改革, 主要包括行业结构的重组和电力市场的设计两个方面(Hogan, 2001)。在改革开放之后, 中国开始踏上电力市场化改革之路, 进行转型的制度安排(李虹, 2004)¹⁵。在转型过程中, 电力体制改革面临三项

¹⁴ 虽然肖兴志和孙阳(2006)所用的样本较长(1978—2005), 但其仅采用全国层面的时间序列数据, 没有包括地区行业发展的信息。

¹⁵ 李虹, “电力市场设计: 理论与中国的改革”, 《经济研究》, 2004 年第 11 期, 第 119—128 页。

主要任务：一是打破垄断、引入竞争，建立竞争性的市场结构和体系。二是产权改革，实现政企分离，建立现代企业制度；将行业企业进行重组并公开上市，完善公司治理机制。三是出台相配套的管制政策，对具有公共事业属性和自然垄断特征的输配环节实施监管。通过以上三个维度的改革促使最大限度地利用市场机制来配置电力资源，从而实现降低成本、提高效率和改进服务的改革目标。中国的电力体制改革正是围绕以上三个方面依次展开的。

历经引入竞争、产权改革和管制政策三个维度的全面改革，中国电力行业的市场格局发生了显著的变化，电力行业实现了令世界瞩目的跨越式增长。在1999—2010年间，发电量增长2.5倍，年均增长率为11.5%。分时段来看，1999—2003年间，发电量的年均增长率为9.30%；2004—2010年间，发电量的年均增长率为12.50%。¹⁶现实数据表明，无论是发电量的年均增长速度还是增长的绝对量均在2003年前后呈现出明显的跳跃，而2003年正是改革政策出台和实施较为集中的年份。可以初步推断，中国电力行业的快速增长与同期发生的引入竞争、产权改革以及管制政策三维改革政策密切相关。基于此，以下将对电力体制改革的制度背景展开分析，并在此基础上提出研究假说。

（一）市场竞争与电力行业增长

随着电力科学技术的发展，电力行业不再完全具有自然垄断的特征。国际电力市场化改革的实践表明，打破垄断、引入竞争被作为电力市场化改革的首要目标。在中国电力体制改革的过程中，引入竞争的改革措施主要体现在如下两个方面：（1）1985年的投资体制改革。改革开放之后，中国经济实现快速发展，电力需求出现大幅度增长，国家面临电力资金不足和电力建设缓慢的严峻挑战，电力短缺成为阻碍经济发展的主要瓶颈之一。为了吸引更多的电力建设资金，1985年，中央政府进行电力行业的投资体制改革，允许私人投资者和外国投资者投资发电领域；实行集资办电、多渠道筹资办电的政策，调动社会各界特别是地方政府办电的积极性，形成发电领域的投资主体多元化、股权多元化和利益多元化的局面。（2）2002年的“厂网分离”改革。2002年，国务院出台《电力体制改革方案》，将纵向一体化的国家电力公司进行拆分，其发电资产由大唐、华能、华电、国电和中电投五个独立的发电集团接管；电网资产分离为国家电网公司和南方电网公司¹⁷，电网保留20%的调峰电厂，从而实现发电部门和输配电部门的纵向分离，为构建发电

¹⁶ 若考虑到2008和2009年间世界金融危机的影响，2003年以来发电量的年均增长率将高达14.6%；数据来源于历年《中国电力年鉴》，由作者整理得到。

¹⁷ 国家电网的组织结构：华北电网，包括北京、天津、河北、山西和山东；东北电网，包括内蒙古东部地区、辽宁、吉林和黑龙江；华东电网，包括上海、江苏、浙江、安徽和福建；华中电网，包括河南、湖北、湖南、江西、重庆和四川；西北电网，包括陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆；南方电网经营区域为广东、广西、海南、贵州和云南。

侧竞争性市场结构做好准备。

在经历了投资体制改革和“厂网分离”的两轮改革之后,中国电力行业已由纵向一体化的垄断模式逐步转向竞争性的市场格局。1999—2010年的样本期间,电力行业的企业数量由96家增加到130家,充分表明电力市场的竞争性日益加强。¹⁸经典的理论研究认为,竞争是一种提高配置和技术效率的可靠机制(Hayek, 1945; Alchian and Kessel, 1962; Leibenstein, 1966);竞争对技术效率具有正向影响(North, 1990; Levy and Spiller, 1996)。另外,诸多实证研究表明,竞争性的市场结构比管制的垄断性市场结构具有更高的产出效率(Kleit *et al.*, 2001; Fabrizio *et al.*, 2007)。需要指出的是,在电力体制改革过程中,中国并未效仿多数国家形成以民营化为主的竞争性主体的改革思路,而是通过引入竞争和分离、重组形成以国有企业为主体的竞争性市场结构。那么,国有企业之间的竞争能否改善行业的产出效率?一方面, Nalebuff and Stiglitz(1983)和 Hart(1983)的经典研究表明,无论国家财产还是私人拥有财产,竞争性的市场结构均可以使得企业股东更为容易地获得信息进行高效管理,从而提高产出效率。另一方面,中国的电力行业内部具有独特的竞争机制。虽然电力行业内大多为国有企业,但是企业都有自身的独立利益,面临诸多竞争因素,主要体现在以下两个方面:一是企业绩效不仅关系到高层管理者的薪酬,而且关系到其在政府行政职务上的提拔和重用,企业高管之间存在竞争的“锦标赛”,竞争压力不亚于民企高管;二是企业的绩效与员工的切实收入、职位和荣誉感紧密相连(郑世林, 2010)¹⁹,这些竞争因素将会对电力行业的增长具有正向影响。基于此,我们提出如下假说:

研究假说1:打破垄断后所形成的竞争性市场结构将会促进电力行业的增长。

(二) 产权改革与电力行业增长

中国的电力行业主要从如下两个方面出发进行产权改革:(1)以政企分离为目标的管理体制改革。1997年,中央政府撤销电力工业部,将其名下所有的电力资产划拨给新成立的国家电力公司,将其行政职能移交至国家经济贸易委员会(经贸委);国家电力公司作为市场主体,主要负责电力系统的日常管理和运行。电力工业部的撤销和国家电力公司的成立,标志着中国电力行业实现行政职能和企业职能的分离。虽然国家电力公司仍然具有纵向一体化的垄断特征,但是,在政府的管制政策下²⁰,政企分离将有利于激发电力行业企业的内在活力,为电力行业开启市场化改革提供良好的制度环境。(2)以行业企业重组并公开上市为主的产权改革。在2002年开启的“厂网分离”改革

¹⁸ 数据来源于 CRSM 行业数据库,由作者整理得到。

¹⁹ 郑世林,“市场竞争还是产权改革提高了电信业绩效”,《世界经济》,2010年第6期,第118—139。

²⁰ 1996年4月,《电力法》的颁布为政府管制提供法律依据。

的基础上，进一步推进电力行业企业重组，通过改制、上市等多种方式推进产权改革，形成更为有效的公司治理机制。到2011年年底，中国已有56家涉及电力行业的企业公开上市，有效地推动了电力行业的产权结构调整。

随着电力行业的管理体制改革以及以厂网纵向分离、重组并公开上市为主的产权改革的逐步推进，电力行业已经由单一的国有产权向多元化的产权结构转变，国有产权比例从1998年之前的近乎完全国有垄断降低到1999年的49%，随后又进一步下降到2010年的29%。²¹新制度经济学、代理理论、公共选择理论等方面的经典研究一致认为，国有企业没有民营企业的产出效率高(Niskanen, 1971; North, 1990; Levy and Spiller, 1996)，主要涉及两方面的原因：一是国有企业存在实际控制人缺位和产权过度分散的问题；同时，多层的委托代理关系链条、较高的监管成本和僵化的激励方式均会降低企业的经营效率(郑世林, 2010)。二是国有企业存在软预算约束问题。出现亏损的国有企业可以向政府申请补贴，从而影响企业管理者高效运作的积极性(Kornai and Weibull, 1983)。另外，大量的实证研究表明，民营企业比国有企业具有更高的产出效率(Hiebert, 2002; Fabrizio *et al.*, 2007; 陶峰等, 2008)。中国没有像多数国家那样采取大规模的民营化改革，而是在政企分离的管理体制改革基础上，通过拆分、重组和上市进行产权改革。这一类型的产权改革不但有助于国有企业进一步实现政企分开，硬化预算约束，而且上市后将会受到资本市场的监督，有助于完善公司治理机制，进而提高行业的产出效率(郑世林, 2010)。就此，提出如下研究假说：

研究假说2：以企业重组上市为主的产权改革将会提高电力行业的产出效率。

(三) 管制政策与电力行业增长

基于电力行业兼有公共事业和自然垄断的双重属性，在电力行业的转型时期，政府需要出台相应的管制政策，主要包括建立独立的管制机构和颁布明确的法律框架两个方面。1996年4月，《中华人民共和国电力法》正式施行，标志着中国电力行业步入法制化的管理轨道；2003年3月，国家电力监管委员会(电监会)挂牌成立，依法统一履行全国电力管制职责，并相继出台了一些规章制度²²，标志着电力行业独立管制机构的成立²³；2005年2月，国务院出台《电力监管条例》，标志着中国电力行业已经建立明确的法律框架；2005年12月，电监会审议通过的《电力业务许可证管理规定》《电力市场运营基本规制》和《电力市场监管办法》三部规章正式施行。独立管制机构的

²¹ 数据来源于CRSM行业数据库，由作者整理得到。

²² 2003年7月，电监会颁布《电力市场运营监管办法(试行)》，对电力规制的原则、对象和内容做出具体的规定。

²³ 2013年，国家能源局与电监会进行机构整合，成立新的国家能源局，新的能源局将履行制定和实施电力市场的管制政策。

成立和一系列监管条例的出台表明中国电力行业的管制政策日益完善。经典的管制理论表明,独立的管制机构不仅可以防止垄断权的滥用来保护消费者,防止对投资者的行为施加随意的政治干预,而且可以激励企业管理者进行有效的运营和投资;另外,行业法律对经济行为主体的权责进行约束,同时为投资行为提供制度保障(Laffont and Tirole, 1993)。适当的管制政策有助于电力行业形成良好的运营和投资环境,吸引民营和外资资本的积极进入,实现电力行业的稳定快速发展。同时,基于电力行业具有沉没资本巨大、产出不易储存等方面的特征,有效的管制政策将有助于投资者形成合理和稳定的预期。因此,相对独立的管制机构以及明确的法律框架的建立将能够适应电力体制改革过程中市场结构和市场主体多元化的变化,防止可能出现的市场失序现象,为电力资源的优化配置奠定制度基础,进而提高运营效率。总之,在改革期间,中国成立独立的管制机构——电监会,以及颁布行业条例——《电力监管条例》,这些管制政策势必会对行业产出效率产生影响。基于以上分析,提出如下研究假说:

研究假说3:电监会的建立和《电力监管条例》的颁布将会提高电力行业的产出效率。

三、计量模型和数据

(一) 计量模型的设计

为了验证上述的研究假说,本文将利用生产函数方法来估计电力体制改革对行业增长的影响。²⁴根据传统的Cobb-Douglas(C-D)生产函数,资本和劳动投入决定产出。考虑到电力行业高耗能的特点,将燃料消耗量加入C-D生产函数来刻画电力生产过程中主要的中间品投入(陈诗一, 2009)²⁵。因此,将省份*i*在*t*年的电力行业生产函数表达为,

$$Y_{i,t} = A_{i,t} \times K_{i,t}^{\alpha} \times L_{i,t}^{\beta} \times E_{i,t}^{\gamma}, \quad (1)$$

其中: $Y_{i,t}$ 是省份*i*在*t*年的电力行业产出指标; $A_{i,t}$ 为全要素生产率; $K_{i,t}$ 、 $L_{i,t}$ 、和 $E_{i,t}$ 分别表示资本、劳动和燃料三种主要的生产要素。对(1)式取对数并考虑各省份的固定效应以及电力行业产出的随机波动得到,

$$\ln Y_{i,t} = \ln A_{i,t} + \alpha \ln K_{i,t} + \beta \ln L_{i,t} + \gamma \ln E_{i,t} + u_i + \epsilon_{i,t}. \quad (2)$$

²⁴ 现有关于竞争、产权和管制对行业产出影响的研究文献主要采用两种方法:一是,在生产函数的框架下,通过结构方程(Structural Model)得到计量方程,采用竞争、产权和管制政策等改革政策以及其他投入要素作为解释变量(Li, 1997; 郑世林, 2010),直接检验改革变量对行业增长的影响。二是,直接采用简约形式(Reduce Form)的计量模型,在控制一系列其他潜在影响因素后,直接分析改革变量对行业绩效的影响(Claessens et al., 1997; 胡一帆等, 2005)。基于本文的研究目的,我们采用了第一种方法。

²⁵ 陈诗一,“能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展”,《经济研究》,2009年第4期,第41—55页。

在(2)式中, u_i 表示省份 i 不随时间变化且未被观察到的个体效应; $\epsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

根据第二部分的分析, 我们进一步将全要素生产率 $A_{i,t}$ 分解为市场化改革的生产效率 $A_{i,t}^I$ 和其他方面的生产效率 $A_{i,t}^o$ ²⁶; 同时, 采用市场竞争、产权改革和管制政策“三维改革要素”作为电力市场化改革的代理变量, 将全要素生产率表示为,

$$\text{Ln}A_{i,t} = A_{i,t}^o + A_{i,t}^I = A_{i,t}^o + \eta \text{Rf}_{i,t}, \quad (3)$$

其中: $\text{Rf}_{i,t} = (\text{Comp}_{i,t}, \text{Own}_{i,t}, \text{Reg}_{i,t})$ 为电力市场化改革的代理变量向量, $\text{Comp}_{i,t}$ 表示电力市场的竞争程度; $\text{Own}_{i,t}$ 表示电力行业的产权结构变化; $\text{Reg}_{i,t}$ 刻画行业管制政策的变化。

将(3)式代入(2)式中, 得到基于 C-D 生产函数的计量模型为,

$$\begin{aligned} \text{Ln}Y_{i,t} = & A_{i,t}^o + \eta_1 \text{Comp}_{i,t} + \eta_2 \text{Own}_{i,t} + \eta_3 \text{Reg}_{i,t} + \alpha \text{Ln}K_{i,t} \\ & + \beta \text{Ln}L_{i,t} + \gamma \text{Ln}E_{i,t} + u_i + \epsilon_{i,t}. \end{aligned} \quad (4)$$

以下将利用方程(4)来实证分析电力体制改革对行业产出增长的影响机制。

(二) 变量选择

由以上计量模型可知, 本文的实证过程涉及三类变量: 电力行业的产出指标、经济体制改革指标和生产要素投入指标, 变量的描述性统计见表 1。对这些变量进行如下详细说明。

1. 电力行业的产出指标

本文将利用电力行业的总发电量、总产值和营业收入三个变量来衡量电力行业的产出水平。为了确保变量的可比性, 以 1999 年为基期, 采用历年《中国统计年鉴》中的电力工业品出厂价格指数, 将电力行业总产值和营业收入两个价值量指标进行平减。

2. 电力体制改革指标

由第二部分的背景分析可知, 电力体制改革指标主要包括市场竞争、产权改革和管制政策三个维度。其中, 市场竞争由电力行业的企业数量和市场集中度指标(CR4)来衡量; 产权改革由国有资产比例和民营资产比例来衡量; 关于管制政策的衡量指标则需要特别说明。现有研究已对管制政策的框架达成共识, 管制政策主要具有如下特征: 明确的法律框架、独立的管制机构、可靠的管制者、透明性、参与性和可预见性(Stern and Holder, 1999; 肖兴志和孙阳, 2006)。其中, 前两个特征为管制治理的正式属性, 体现为法律法

²⁶ 从现有的研究来看, 全要素生产率表示投入生产要素之外的其他产出因素对产出的贡献, 比如制度、创新、组织效率和管理水平等。针对本文的研究目的, 我们将全要素生产率进一步地分解为制度变迁因素和其他影响因素。

规和实体组织；后四个特征为管制治理的非正式属性，体现在管制政策的实际运作中。由于管制治理的非正式属性不易观测以及管制人员的素质水平难以度量，我们参考肖兴志和孙阳(2006)的研究思路，将采用年度虚拟变量分别从独立的管制机构和明确的法律框架两个方面来刻画电力行业管制政策的变化。2003年，电监会的成立标志着电力行业独立管制机构的成立；2005年，《电力监管条例》的颁布意味着明确的法律框架的建立。基于此，我们采用2003年和2005年两个年度虚拟变量分别作为独立管制机构和行业法律框架建立的代理变量。

3. 电力生产要素投入指标

以上电力生产函数表达式(1)式显示，生产要素投入变量主要包括资本投入、劳动投入和中间品投入三类。其中，资本投入由电力行业固定资产净值平均余额和发电设备容量两个指标来度量²⁷；采用电力行业的职工人数来衡量劳动投入；使用发电过程中标准煤的消耗量来刻画中间品投入要素。

表1 主要变量的描述性统计

衡量指标	变量	变量描述	平均值	标准差	最小值	最大值
电力行业绩效	Grsidso	总产值(亿元)	221.16	209.47	24.194	796.70
	Output	发电量(亿千瓦时)	805.01	602.23	143.44	2273
	Srof	营业收入(亿元)	218.29	207.58	23.22	784.83
投入变量： 资本投入、 劳动投入和 中间品投入	Avrgbnast	固定资产净值平均余额(亿元)	424.75	335.81	88.72	1118.41
	Capcty	发电设备容量(万千瓦)	1736.91	1165.31	474.36	4129
	Noemploy	发电行业职工人数(万人)	3.690	2.433	0.337	12.040
	Coal_gen	发电能源消耗(万吨标准煤)	2652.74	1872.07	581.56	7127.67
改革变量： 市场竞争、 产权改革 和 管制政策	CR4	前四企业市场份额之和(%)	52.12	21.36	5.75	98.98
	Comp	电力生产企业数量(家)	105.35	83.34	6	446
	Ownsoe	国有企业资产比例(%)	38.77	5.43	29.57	48.10
	Ownprv	民营企业资产比例(%)	1.41	1.05	0.10	3.36
	Dy03	电监会的建立	0.083	0.277	0	1
Dy05	《电力监管条例》的颁布	0.083	0.277	0	1	

(三) 数据说明

本文所使用的数据为1999—2010年中国大陆30个省、市、自治区(由于缺乏西藏的数据,将其剔除)电力行业发展的平衡面板数据。数据来源主要包括如下方面:衡量电力行业产出的总产值和营业收入数据来自CRSM行业数据库;发电量数据来自历年《中国电力年鉴》;度量资本投入的两个变量(固定资产净值平均余额和发电设备容量)和衡量劳动投入的职工人数数据均来自CRSM行业数据库;刻画电力生产中间品投入的标准煤消耗量由发电的平均单位能耗和发电量计算得到,两者均来自历年的《中国电力年鉴》;测算

²⁷ 考虑到电力生产是一个动态过程,并存在明显的产业周期性,这里固定资产净值平均余额和发电设备容量两个资本投入变量可以刻画电力生产的动态过程和产业周期性,在此感谢审稿老师的建议。

衡量市场竞争的 CR4 和产权结构变化的国有企业资产比例和民营企业资产比例的基础数据均来自《中国工业企业数据库》(对应的行业代码: 4411—4420); 电力行业企业数量数据来自 CRSM 行业数据库。

(四) 内生性问题和工具变量

中国电力体制改革并非在各省同步进行, 而是采用“试点先行、全面推广”的模式, 这为研究电力体制改革与行业绩效的关系提供了良好的截面数据, 但可能面临改革政策的内生性问题。一般而言, 中央政府需要对改革的期望收益和潜在损失进行权衡, 往往会率先选择行业绩效较好的省份进行试点改革。比如, 1998 年开始的“政企分离”的管理体制改革和 2001 年开启的“厂网分离、竞价上网”改革均首先选择在上海、浙江、山东、辽宁等电力行业发展较好的东部地区进行试点工作。这种择优试点机制意味着改革变量的内生性, 即 $Comp_{it}$ 和 Own_{it} 可能与 $u_i + \epsilon_{it}$ 相关。为此, 利用固定效应模型来消除各省的个体差异 u_i 所造成的影响, 但无法消除由 $Cor(Comp_{it}, \epsilon_{it}) \neq 0$ 或者 $Cor(Own_{it}, \epsilon_{it}) \neq 0$ 对估计结果带来的影响。因此, 我们首先采用 Hausman 检验方法对改革变量进行内生性检验, 结果表明, 市场竞争和产权改革变量均显著地拒绝不存在内生性的原假设; 然后, 寻找工具变量来减缓这一问题。考虑到电力体制改革是由中央政府统一部署和开展的, 并非地方政府相互模仿推进的过程, 某省的改革进展可能与其相邻省份或其余 29 个省份相关, 而对于该省份而言, 相邻或其余 29 个省份的改革变量是外生的, 即与计量模型中的随机扰动 ϵ_{it} 不相关。因此, 参照郑世林(2010)的处理方法, 选择与该省份地理位置上最靠近的 5 个省份和其余 29 个省份的 $Comp_{it}$ 和 Own_{it} 的平均值分别作为该省市场竞争和产权改革变量的工具变量。

四、实证结果与分析

本节将对经济体制改革对电力行业增长的影响进行实证检验。首先, 采用带有工具变量的固定效应模型(FE-IV)和广义矩(GMM)两种估计方法对计量模型(4)进行整体样本的回归分析; 然后, 分时段对不同改革政策对电力行业绩效的影响进行检验, 来分析电力体制改革效应的动态变化过程。

(一) 经济体制改革对电力行业增长的影响

由于观察不到的地区效应通常与解释变量相关, 采用固定效应模型; 考虑到改革变量潜在的内生性问题, 采用带有工具变量的固定效应模型(FE-IV), 将估计结果报告于表 2。为了细致地处理改革变量的内生性问题, 进一步采用 GMM 的估计方法。目前的研究主要采用两种 GMM 估计技术: 一是差分广义矩(Difference-GMM)估计方法(Arellano and Bond, 1991); 二是系统广义矩(System-GMM)的估计方法(Blundell and Bond, 1998)。差分广

义矩法被广泛应用于处理内生性问题,其基本思路为,首先对模型(4)进行一阶差分,除去固定效应的影响,然后用一组滞后的解释变量作为差分方程中相应变量的工具变量。但是,这种差分方法会导致样本信息的损失,尤其在解释变量在时间上具有持续性时,工具变量的有效性将会减弱,从而影响估计结果的渐近有效性。为了克服这一问题,Blundell and Bond(1998)提出了系统广义矩法,同时利用差分和水平方程中的信息,并增加一组滞后的差分变量作为水平方程相应变量的工具变量。由于利用了更多的样本信息,系统GMM估计一般会比差分GMM估计更有效,这种有效性需要进行两个检验:一是通过Hansen过度识别约束检验对所有工具变量的有效性进行检验²⁸;二是对差分方程随机误差项的二阶序列相关性进行检验,原假设是不存在序列相关,在原假设下经过差分转换后的残差一定有一阶序列相关性,但如果拒绝二阶序列相关则可断定原假设成立。

进一步,GMM估计方法分为一步(one-step)估计和两步(two-step)估计,由于在有限样本条件下两步估计法所得统计量存在严重的向下偏误,从而影响统计推断(Bond *et al.*, 2001),且一步估计法的渐进误差较小,较两步估计法更为可靠(Blundell and Bond, 1998),有鉴于此,本文将采用一步估计方法对计量方程(4)进行估计。将工具变量做出如下设置:鉴于管制政策主要是由中央政府设定,有理由将其视为外生变量,省份虚拟变量确定是严格外生变量;其他变量均作为弱外生变量对待,使用系统“内部工具”,采用弱外生变量的滞后值作为自身的工具变量,将估计结果报告于表2。估计结果显示,Hansen检验不能拒绝工具变量有效的原假设;残差序列相关性的检验结果表明,差分后的残差只存在一阶序列相关性而无二阶序列相关性,可以断定原模型的误差项无序列相关性。由表2的估计结果,可以得到以下主要结论:

第一,市场竞争对电力行业增长具有显著的正向影响。在三种行业产出指标下,电力行业企业数量的系数均为正,尤其在GMM的估计方法下,均通过了5%水平的显著性检验,表明引入竞争显著地促进了电力行业的增长,为研究假说1提供了证据支持。电力行业通过拆分引入竞争、打破政府纵向一体化的垄断经营模式、构建竞争性的市场结构,对行业产出快速增长发挥了重要的作用。

第二,产权改革显著地提高了电力行业的产出效率。回归结果表明,在不同的估计方法下,国有企业资产比例与发电量、行业总产值和营业收入均具有显著的负向效应,表明国有产权比例的下降会提高电力行业的产出效率,从而验证了第二部分的研究假说2。在以重组和上市为主的产权改革中,行业内部仍然存在较高度度的国有控股,而上市会使得公司治理机制得以改善,

²⁸ Sargen检验也是一种工具变量过度识别约束检验,但是在我们使用Xtabond2命令进行分析时,Sargen检验在大多情况下都会拒绝原假设,一个可能的原因是该检验在系统GMM中存在过度拒绝的问题(Roodman, 2006),相对而言,Hansen检验较能准确地反映Sys-GMM中工具变量的有效性。

从而提高行业企业的产出效率。可以做出以下三个方面的解释：一是通过上市为主的产权改革逐步摆脱国有企业的行政性负担，硬化预算约束，提高管理者高效运作的积极性；二是引入精确和可度量的经营目标，减少交易成本，有助于委托人有效地监督代理人（管理者）的行为；三是资本市场的监管和信息披露制度促使企业完善公司治理机制，施行现代企业化的运作模式。

第三，管制政策对电力行业产出具有正向影响。表2的实证结果显示，管制政策对电力行业产出的影响因具体政策类型而异：独立管制机构——电监会的成立对电力行业的产出具有不显著的正向影响；明确的法律框架——《电力监管条例》的颁布对电力行业的发电量、总产值和营业收入三项产出指标均具有正向效应，尤其是在GMM的估计结果中，三者均通过了5%水平的显著性检验。针对本文的研究样本而言，电监会的建立对电力行业的产出具有正向影响，但显著性较低，这与理论分析结论不一致。可能的解释是，作为管制机构的电监会尚未具有独立性，并未在为投资者形成稳定和合理的预期提供保障、促进发电设备投资等方面发挥作用；而《电力监管条例》的颁布会为电力企业引入更加精确和可度量的经营目标，减少交易成本，形成良好的经营环境，从而使得电力企业的产出效率得到显著提高。

在控制变量方面，三种要素投入变量——资本、劳动和以燃料为主的中间品均对电力行业产出具有显著的正向效应，且都通过5%水平的显著性检验。

进一步考虑到不同改革变量可能会对实证结果产生影响，以下将采用其他变量作为改革政策的替代变量对以上的回归结果进行稳健性检验。将市场竞争和产权改革变量分别由市场集中度指标(CR4)和国有资产比例、行业企业数量和民营资产比例两个组合进行替代；采用发电设备容量代替行业固定资产净值平均余额作为资本投入的代理变量。估计结果报告于表3。GMM的估计结果表明，无论是在市场集中度指标(CR4)、国有企业资产比例和行业固定资产净值平均余额组合的模型，表3第(1)、(3)、(5)列，还是电力企业数量、电力企业改制数量和发电设备容量组合的模型，表3第(2)、(4)、(6)列，设定下的估计结果均为第二部分的研究假说提供证据。在市场竞争方面，CR4的系数为负，行业企业数量的系数为正，且两者均通过了5%水平的显著性检验，再次表明市场竞争改革有助于促进电力行业的增长；在产权改革方面，在发电量和总产值的方程中，国有资产比例在5%的水平下显著为负，在营业收入方程中系数符合预期；民营资产比例的系数在5%的水平下显著为正，充分表明，产权结构改革的推进会提高电力行业的产出效率，进而促进行业的快速发展；在管制政策方面，电监会的成立对行业增长具有正向影响，但不显著；《电力监管条例》的颁布与总产值和营业收入显著正相关，进一步表明，管制政策的完善为电力行业的发展提供了良好的制度条件，从而促进行业绩效的提升。控制变量的系数均符合预期，固定资产净值平均余额、发电设备容量、劳动和中间品投入要素的系数均在5%的水平下显著为正。以上

表2 经济体制改革与电力行业增长的估计结果

被解释变量	Loutput	Loutput	Loutput	Lagsrdsdo	Lagsrdsdo	Lagsrdsdo	Lsrof	Lsrof	Lsrof
回归方程	FE(1)	FE-IV(2)	GMM(3)	FE(4)	FE-IV(5)	GMM(6)	FE(7)	FE-IV(8)	GMM(9)
Comp	0.018* (1.64)	0.600* (1.79)	0.026** (2.13)	0.057 (1.00)	0.240 (0.46)	0.068** (2.25)	0.046 (1.11)	1.641* (1.82)	0.144*** (6.34)
Ownsoe	-0.014*** (-5.20)	-0.013*** (-2.65)	-0.014*** (-9.34)	-0.004*** (-3.84)	-0.006** (-3.37)	-0.005*** (-12.89)	-0.018*** (-7.09)	-0.015** (-2.28)	-0.020*** (-8.46)
Dy03	0.021 (1.60)	0.037 (0.97)	0.007* (1.86)	0.006 (0.16)	0.022 (0.36)	0.013 (1.28)	0.023 (0.88)	0.123 (1.17)	0.010 (0.96)
Dy05	0.021 (1.55)	0.003 (0.12)	0.016*** (2.75)	0.013 (0.36)	0.023 (0.55)	0.013** (2.29)	0.022 (0.84)	0.030 (0.41)	0.023** (2.37)
Lavgrbnast	0.040*** (4.39)	0.156** (1.97)	0.072*** (8.94)	0.477*** (10.24)	0.457*** (7.59)	0.432*** (10.59)	0.273*** (7.99)	0.335*** (4.16)	0.325*** (8.87)
Lnoemploy	0.046*** (3.50)	0.204** (2.26)	0.135*** (17.07)	0.359*** (5.35)	0.278** (2.48)	0.283*** (4.98)	0.219*** (4.43)	0.207** (2.16)	0.201*** (4.67)
Lcoal_gen	0.693*** (66.51)	0.444*** (9.76)	0.625*** (157.45)	1.044*** (8.67)	0.903*** (4.31)	0.978*** (9.25)	0.722*** (12.29)	0.732*** (10.78)	0.592*** (12.98)
Constant	-1.109*** (-6.48)	0.913 (0.74)		-6.077*** (-6.97)	-5.105** (-2.64)		-3.942*** (-6.15)	1.274 (0.38)	
Hansen			1.000			1.000			1.000
AR(1)			0.002			0.067			0.013
AR(2)			0.800			0.669			0.971
N	328	328	328	328	328	328	328	328	328

注：***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著水平。AR(1)和AR(2)值分别表示一阶和二阶差分残差序列相关性的检验值；Hansen值为过度识别限制的检验值。差分方程和水平方程都使用的工具变量为衡量管制政策变化的年度虚拟变量，其他变量的滞后值仅用于差分方程做工具变量，滞后阶数为(2,3)。以上回归均对省份固定效应进行控制。

结果表明电力行业的改革效应在产出指标和改革变量不同组合的多种模型设定下具有较强的稳健性。

表3 经济体制改革与电力行业增长估计结果的稳健性检验

被解释变量	Loutput	Lagrsidso	Lsrof	Loutput	Lagrsidso	Lsrof
回归方程	GMM(1)	GMM(2)	GMM(3)	GMM(4)	GMM(5)	GMM(6)
CR4	-0.005** (-2.34)	-0.009** (-2.21)	-0.006** (-2.43)			
Comp				0.029** (3.27)	0.100*** (3.56)	0.120** (2.40)
Ownsoe	-0.018** (-2.38)	-0.016** (-2.27)	-0.021 (-1.56)			
Ownprv				0.010** (2.25)	0.071*** (4.90)	0.082*** (3.72)
Dy03	0.002 (0.24)	0.021 (0.15)	0.027 (0.75)	0.010 (1.62)	0.009 (0.73)	0.014 (1.07)
Dy05	0.005 (1.09)	0.010*** (3.20)	0.090** (2.37)	0.008 (1.20)	0.034*** (3.82)	0.071*** (4.84)
Lavrgbnast	0.032** (2.56)	0.248** (2.38)	0.287*** (5.34)			
Lcapcty				0.075*** (5.31)	0.344*** (9.07)	0.446*** (9.35)
Lnoemploy	0.082*** (2.76)	0.088*** (2.69)	0.017*** (2.47)	0.168*** (22.59)	0.315*** (7.24)	0.335*** (5.43)
Lcoal_gen	0.689** (2.24)	0.314*** (2.91)	0.310*** (2.86)	0.640*** (5.35)	0.625*** (2.93)	0.513*** (4.10)
Hansen	1.000	0.895	1.000	0.993	0.894	1.000
AR(1)	0.039	0.056	0.010	0.028	0.063	0.077
AR(2)	0.744	0.551	0.599	0.438	0.645	0.565
N	328	328	328	328	328	328

注：***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著水平。AR(1)和AR(2)值分别表示一阶和二阶差分残差序列相关性的检验值；Hansen值为过度识别限制的检验值。差分方程和水平方程都使用的工具变量为衡量管制政策变化的年度虚拟变量，其他变量的滞后值仅用于差分方程做工具变量，滞后阶数为(2,3)。以上回归均对省份固定效应进行控制。

(二) 分时段估计结果

2005年，《电力监管条例》的颁布标志着中国电力体制改革进入纵深化阶段。我们以此为界限，将电力体制改革的历程，即全样本(1999—2010年)划分为初步阶段(1999—2004年)和深化阶段(2005—2010年)，并分别对两个子样本进行实证分析，考察不同改革时期经济体制改革对电力行业增长影响的动态过程，为下文分时段估算生产要素的贡献率提供基础。

在两个子样本下对方程(4)进行重新回归，将估计结果报告于表4。估计

结果显示,在所有的模型设定下,市场竞争变量对电力行业产出具有显著的正向效应。在初步阶段的样本下,电力行业企业数量的增加将会拉动发电量的增长,提高行业总产值,而对营业收入具有不显著的正向效应;从数量关系上来看,电力行业企业数量增加1%将会拉动发电量0.02%的增长、行业总产值0.03%的增长;在深化阶段的样本下,企业数量增加1%将会促进发电量0.145%的增长、行业总产值0.120%的增长,以及营业收入0.147%的增长。在产权改革方面,在初步阶段的样本下,产权改革变量对电力行业产出具有显著的正向效应,国有企业资产比例的下降将会提高电力行业的产出效率。从数量关系上来看,国有企业资产比例下降1%,将会拉动发电量、行业总产值和营业收入分别增长0.40%、1.80%和2.80%;在深化阶段的样本下,国有企业资产比例下降1%,将会促进发电量、行业总产值和营业收入分别增长1.50%、1.30%和1.40%。在深化改革时期,随着产权改革的持续推进,更多企业的进入加剧了市场竞争,市场竞争和产权改革联合作用实现电力行业的产出效率得到较大幅度的提高。在管制政策方面,与整体样本的结果有所不同,子样本的估计结果表明,管制政策对电力行业的产出效率具有正向影响。在初步阶段的样本下,电监会的成立(Dy03)对行业总产值和营业收入具有显著的正向影响;对发电量具有不显著的正向影响。在深化阶段的样本下,《电力监管条例》的颁布(Dy05)显著地提高了发电量、行业总产值和营业收入的0.60%、1.40%和2.50%。综上所述,三种类型的改革政策均对电力行业产出具有正向影响,从而又一次为第二部分的研究假说提供了实证支持。

表4 分时段经济体制改革与电力行业增长的估计结果

样本期间	初步阶段:1999—2004年			深化阶段:2005—2010年		
被解释变量	Loutput	Lagsidso	Lsrof	Loutput	Lagsidso	Lsrof
回归方程	GMM(1)	GMM(2)	GMM(3)	GMM(4)	GMM(5)	GMM(6)
Comp	0.019*** (2.88)	0.026** (6.74)	0.002 (0.07)	0.145*** (2.77)	0.120*** (8.62)	0.147*** (6.51)
Ownsoe	-0.004*** (-18.68)	-0.018*** (-15.94)	-0.028*** (-15.47)	-0.015*** (-3.41)	-0.013** (-4.86)	-0.014*** (-4.14)
Dy03	0.003 (0.51)	0.031** (2.90)	0.063*** (3.19)			
Dy05				0.006*** (2.59)	0.014*** (2.87)	0.025*** (4.01)
Lavrgbnast	0.022** (2.16)	0.279*** (6.49)	0.545*** (9.72)	0.159*** (8.86)	0.390*** (14.61)	0.386*** (11.42)
Lnoemploy	0.159*** (15.61)	0.106*** (7.57)	0.053** (2.54)	-0.145*** (-22.62)	-0.154*** (-5.58)	-0.132*** (-4.88)
Lcoal_gen	0.621*** (97.72)	0.999*** (29.00)	0.293*** (6.06)	0.516*** (43.64)	0.545*** (16.21)	0.923*** (14.20)
Hansen	0.922	0.976	0.832	0.888	0.933	0.873

(续表)

样本期间	初步阶段:1999—2004年			深化阶段:2005—2010年		
被解释变量	Loutput	Lagsidso	Lsrof	Loutput	Lagsidso	Lsrof
回归方程	GMM(1)	GMM(2)	GMM(3)	GMM(4)	GMM(5)	GMM(6)
AR(1)	0.021	0.072	0.037	0.016	0.087	0.033
AR(2)	0.145	0.913	0.239	0.235	0.652	0.761
N	180	180	180	178	178	178

注：***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著水平。AR(1)和AR(2)值分别表示一阶和二阶差分残差序列相关性的检验值；Hansen值为过度识别限制的检验值。差分方程和水平方程都使用的工具变量为衡量管制政策变化的年度虚拟变量，其他变量的滞后值仅用于差分方程做工具变量，滞后阶数为(2,3)。以上回归均对省份固定效应进行控制。

在控制变量方面，两个子样本的实证结果显示，资本投入变量均在5%的水平下显著为正；中间品投入变量对产出具有显著的正向影响。值得注意的是，劳动投入变量的系数在两个子样本中方向相反：在初步阶段的样本下，劳动投入对产出具有显著的正向效应；在深化阶段的样本下，其对产出的影响则相反，对三种产出指标均具有显著的负向影响。进一步的数据分析表明，在1999—2004年间的初步阶段，劳动投入增长4.476%，对行业产出具有正向影响；而在2005—2010年间的深化阶段，劳动投入下降6.022%，从而对行业产出造成负向影响。

五、经济体制改革对电力行业增长的贡献

以上对方程(4)的估计结果反映了经济体制改革和生产要素投入与电力行业产出的关系，市场竞争、产权改革和管制政策三维改革变量均对行业产出具有显著的正向效应。那么，一个自然的问题是，经济体制改革对电力行业增长的贡献有多大？在不同的改革时期，经济体制改革政策对电力行业增长的贡献是否存在差异？鉴于改革变量潜在的内生性问题，我们将采用对内生性问题进行细致处理的GMM估计结果，即第四部分表2的第(3)列，以及表4的第(1)列和第(4)列的估计结果，分阶段估算各类生产要素对电力行业增长的贡献率，以保证估算结果的精确性。估算结果报告于表5。

(一) 全样本期间生产要素的贡献：1999—2010年

表5第(1)、(2)、(3)列的估算结果显示，1999—2010年间，中国电力行业总产出增长了244.440%，多种生产要素均对其具有拉动作用。首先，经济体制改革对电力行业增长的贡献率为9.368%。具体来看，虽然电力行业进行了打破垄断、拆分重组的改革，逐步形成了以国企竞争为主的竞争性市场结构，但是目前依然保持着高度的垄断状态，因此，引入竞争对电力行业增长的贡献仅为0.363%；电力行业企业经过改制上市，使得国有企业资产比例下降14.08%，所引起的产权结构变化对电力行业增长的贡献率为8.064%；管制

政策对电力行业增长的贡献率为 0.941%，其中，独立的管制结构——电监会成立贡献了 0.286%，行业法规——《电力监管条例》颁布的贡献率为 0.655%。其次，电力行业增长的 58.332% 来自生产要素投入，其中，资本、劳动和中间品投入分别贡献了 7.916%、0.298% 和 50.118%。最后，其他未被模型解释的余值为 32.30%。

(二) 两个子样本期间生产要素的贡献

以下分时段分析经济体制改革对电力行业增长的影响，同时估算出各种生产要素对行业增长的贡献率。

1. 电力体制改革的初步阶段：1999—2004 年

表 5 第(4)、(5)、(6)列的估算结果显示，1999—2004 年间，电力行业的总产出增长了 78.912%。首先，电力行业产出增长的 7.204% 来源于经济体制改革：分离形成的竞争性市场结构贡献了 0.163%；以重组和上市为主的产权改革对电力行业增长的贡献率为 6.661%；在管制政策方面，独立管制机构的建立对电力行业增长贡献 0.380%。其次，生产要素投入的贡献率为 57.818%，其中，资本投入的贡献率为 1.964%；劳动投入的贡献率为 0.902%；而中间品投入的贡献率则高达 54.952%。最后，未能被模型解释的贡献为 34.978%。

2. 电力体制改革的深化阶段：2005—2010 年

表 5 第(7)、(8)、(9)列的估算结果显示，2005—2010 年间，中国电力行业的总产出增长了 69.290%。首先，经济体制改革对行业产出增长的贡献率为 10.667%，其中，竞争性市场结构和产权改革的贡献率分别为 5.385% 和 4.416%；《电力监管条例》的颁布对电力行业增长的贡献率为 0.866%。其次，生产要素投入对电力行业增长贡献 66.449%，其中，资本和劳动投入分别贡献了 23.016% 和 1.261%，中间品投入贡献了 42.172%，未能由模型进行解释的余值为 22.884%。

(三) 经济体制改革效应的动态变化

由表 5 的估算结果可知，在本文的样本期间内，生产要素的投入是促进电力行业快速增长最主要的因素，同时，经济体制改革也对行业增长具有显著的贡献。具体而言，在全样本期间，生产要素投入贡献了电力行业总产出增长的 58.332%，值得注意的是，中间品投入的贡献率为 50.118%；经济体制改革对行业增长的贡献为 9.368%，其中，国有企业资产比例由 1999 年的 48.10% 下降到 2010 年的 34.02%，贡献了行业增长的 8.064%；衡量市场竞争的电力行业企业数量由 1999 年的 97 家增加到 2010 年的 130 家，对行业增长贡献 0.363%；独立管制机构——电监会的成立，以及明确法律框架——《电力监管条例》的颁布共同贡献了行业增长的 0.941%。

表5 经济体制改革对中国电力行业增长的贡献

分时段	全样本：1999—2010				初步阶段：1999—2004				深化阶段：2005—2010			
	估计系数(1)	变量变化(2)	增长贡献率(%) (3) = (1) × (2)	估计系数(4)	变量变化(5)	增长贡献率(%) (6) = (4) × (5)	估计系数(7)	变量变化(8)	增长贡献率(%) (9) = (7) × (8)			
解释变量												
经济体制改革 (1) = (2) + (3) + (4)			22.899 (9.368)			5.685 (7.204)			7.391 (10.667)			
引入竞争(2)			0.887 (0.363)			0.129 (0.163)			3.731 (5.385)			
Comp	0.026	34.125	0.887	0.019	6.777	0.129	0.145	25.734	3.731			
产权改革(3)			19.712 (8.064)			5.256 (6.661)			3.060 (4.416)			
Ownsoe	-0.014	-14.080	19.712	-0.004	-13.140	5.256	-0.015	-2.040	3.060			
管制政策 (4) = (5) + (6)			2.300 (0.941)			0.300 (0.380)			0.600 (0.866)			
yr2003(5)	0.007		0.700 (0.286)	0.003		0.300						
yr2005(6)	0.016		1.600 (0.655)				0.006		0.600			
生产要素收入 (7) = (8) + (9) + (10)			142.588 (58.332)			45.625 (57.818)			46.042 (66.449)			
资本投入(8)			19.350 (7.916)			1.550 (1.964)			15.948 (23.016)			
Lavrghnast	0.072	268.750	19.350	0.022	70.446	1.550	0.159	100.300	15.948			

(续表)

分时段	全样本:1999—2010			初步阶段:1999—2004			深化阶段:2005—2010		
	估计系数(1)	变量变化(2)	增长贡献率(%) (3)=(1)×(2)	估计系数(4)	变量变化(5)	增长贡献率(%) (6)=(4)×(5)	估计系数(7)	变量变化(8)	增长贡献率(%) (9)=(7)×(8)
劳动投入(9)			0.730 (0.298)			0.712 (0.902)			0.873 (1.261)
L.noemploy	-0.135	-5.404	0.730	0.159	4.476	0.712	-0.145	-6.022	0.873
中间品投入(10)			122.508 (50.118)			43.364 (54.952)			29.221 (42.172)
L.coal_gen	0.625	196.013	122.508	0.621	69.829	43.364	0.516	56.630	29.221
其他未解释余值(11)			78.954 (32.300)			27.602 (34.978)			15.856 (22.884)
累计增长率(%)			244.440 (100)			78.912 (100)			69.290 (100)

注:估计系数(1)、(4)、(7)分别来自表 2 的第(3)列、表 4 的第(1)列和第(4)列;括号内为行业增长贡献率(%),累计行业产出增长率设定为 100%。

两个子样本的估算结果表明，随着电力体制改革的推进，经济体制改革对行业增长的贡献率递增。在初步阶段，经济体制改革对行业增长贡献7.204%，其中，国有企业资产比例由1999年的48.10%下降到2004年的34.96%，对行业增长的贡献为6.661%；电力行业企业数量由1999年的97家增加到2004年的104家，贡献了0.163%的行业增长；独立管制机构——电监会的建立贡献了0.380%的行业增长。在深化阶段，经济体制改革对行业增长的拉动效应增加到10.667%，其中，国有企业资产比例下降到2.04%，对行业增长的贡献为4.416%；电力行业企业数量由2004年的104家增加到2010年的130家，对行业增长的贡献率为5.385%；明确法律框架——《电力监管条例》的颁布贡献了行业增长的0.866%。另外，在两个子样本期间，生产要素投入均是推动电力行业增长的主要动力，但随着改革的推进发生变化。相对初步阶段而言，深化阶段下生产要素投入的贡献率由57.818%增加到66.449%；其中，中间品投入对行业增长的贡献率由54.952%下降到42.172%。

六、结论和政策启示

20世纪80年代以来，中国电力行业开启了投资体制、政企分开和“厂网分离”为主的经济体制改革。这些改革政策促进了电力行业的快速发展，同时取得了举世瞩目的成就，进而为电力行业市场化的进程奠定了坚实的基础。然而，在经历了20世纪80年代到21世纪初的改革黄金期之后，电力体制改革呈现停滞不前的态势，特别是2008年金融危机以来，社会各界更是对电力市场化的改革取向出现分歧，这些可能会影响电力行业的长期发展。有鉴于此，本文采用1999—2010年的中国分省面板数据，从市场竞争、产权改革和管制政策三个维度来剖析转型期间经济体制改革对电力行业增长的影响机制，并在此基础上分别估算不同样本期间各类生产要素对电力行业增长的贡献。实证结果表明：（1）市场竞争和产权改革均对电力行业产出具有显著的正向影响；（2）管制政策对电力行业产出的影响因政策类型而异：独立的管制机构——电监会的成立对电力行业产出具有不显著的正向影响；而明确的法律框架——《电力监管条例》的颁布对电力行业的发电量、总产值和营业收入三项产出指标均具有显著的正向效应；（3）针对行业增长贡献率的估算结果显示，1999—2010年，经济体制改革对电力行业增长的贡献率为9.368%，且随着改革的推进递增：在1999—2004年的初步阶段，电力行业增长的7.204%来源于经济体制改革；在2005—2010年的深化阶段，经济体制改革对电力行业增长的贡献率为10.667%。以上结果对于不同的产出指标和改革变量组合的多种模型设定依然是稳健的。

本文的研究结论不仅对继续深化电力经济体制改革，而且对继续推进类似垄断行业的改革也具有一定的政策启示。20世纪90年代初开始，伴随世界

各国在垄断行业推行市场化改革的浪潮,中国也在电力、电信、城市自来水、燃气等垄断部门开启了前所未有的经济体制改革,政府通过引入竞争、产权改革、管制政策变化等方式彻底打破以前的行政垄断经营格局,逐步形成了具有竞争性的市场结构和体系,使得行业生产效率出现显著提升(范合君和戚聿东,2011)。但是,伴随国内外经济环境的复杂变化,深化改革将面临诸多挑战,近年来,以电力为代表的垄断行业市场化改革处于停滞不前的态势,甚至有些行业出现“国进民退”的现象,特别是在2008年的全球金融危机之后,社会各界更是掀起了对市场化的改革取向的讨论。作为国家经济命脉和经济基础的垄断行业,其增长关系到中国经济的健康持续发展,本文的研究结论认为,经济体制改革对电力行业产出效率具有显著的正向效应,并且随着改革的推进,这种改革效应的正向影响递增,继续深化改革对行业的增长进而对国民经济的稳定快速发展意义重大。

参 考 文 献

- [1] Alchian, A., and R. A. Kessel, “Competition, Monopoly and the Pursuit of Money”, *Aspects of Labor Economics*, 1962, 14, 157—183.
- [2] Arellano, M., and S. Bond, “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”, *Review of Economic Studies*, 1991, 58 (2), 277—297.
- [3] Berg, S. V., and J. Tschirhart, *Natural Monopoly Regulation: Principles and Practice*. Cambridge University Press, 1988.
- [4] Blundell, R., and S. Bond, “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models”, *Journal of Econometrics*, 1998, 87(1), 115—143.
- [5] Bond, S., “Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice”, *Portuguese Economic Journal*, 2002, 1(2), 141—162.
- [6] Chen, S., “Energy Consumption, CO₂ Emission and Sustainable Development in Chinese Industry”, *Economic Research Journal*, 2009, 4, 41—55. (in Chinese)
- [7] Claessens, S., S. Djankov, and G. Pohl, “Ownership Structure and Corporate Performance: Evidence from the Czech”, Republic Mimeo, World Bank, 1997.
- [8] Delfino, J. A., and Ariel, A. Casarin, “The Reform of the Utilities Sector in Argentina”, In Ugaz, C., Waddams Price, C. (Eds.), *Utility Privatization and Regulation: A Fair Deal for Consumers* ? Edward Elgar, Aldershot, 2003.
- [9] Fabrizio, R. K., N. Rose, and C. D. Wolfram, “Does Markets Reduce Costs? Assessing the Impact of Regulatory Restructuring on US Electric Generation Efficiency”, *American Economic Review*, 2007, 97 (4), 1250—1277.
- [10] Fan, H., and Y. Qi, “Study on Competition Mode Selection and Design of Natural Monopoly Industry in China—Example of Electricity, Telecommunication and Civil Aviation”, *China Industrial Economics*, 2011, 8, 47—56. (in Chinese)
- [11] Hart, O., “The Market Mechanism as an Incentive Scheme”, *Bell Journal of Economics*, 1983, 14 (2), 366—382.
- [12] Hattori, T., and M. Tsutsui, “Economic Impact of Regulatory Reforms in the Electricity Supply Industry: A Panel Data Analysis for OECD Countries”, *Energy Policy*, 2004, 32 (6), 823—832.

- [13] Hayek, F. A. , "The Use of Knowledge in Society", *American Economic Review*, 1945, 35 (4), 519—530.
- [14] Hiebert, D. , "The Determinants of the Cost Efficiency of Electric Generating Plants: a Stochastic Frontier Approach", *Southern Economic Journal*, 2002, 68(4), 935—946.
- [15] Hogan, W. , "Power Market Restructuring: Reforms of Reforms", Working Paper, HEPG, 2001.
- [16] Hu, A. , and Y. Guo, "From Monopoly Market to Competitive Market: Profound Social Change", *Reform*, 2002, 1, 17—28. (in Chinese)
- [17] Hu, Y. , M. Song, and J. Zhang, "Competition, Ownership, Corporate Governance: Their Importance and Interactions", *Economic Research Journal*, 2005, 9, 44—57. (in Chinese)
- [18] Kornai J. , and J. Weibull, "Paternalism, Buyers' and Sellers' Markets", *Mathematical and Social Sciences*, 1983, 6(2), 153—169.
- [19] Laffont, J. , and J. Tirole, *The Theory of Procurement and Regulation*. Cambridge: MIT Press, 1993.
- [20] Leibenstein, H. , "Allocative Efficiency versus X-efficiency", *American Economic Review*, 1966, 56 (3), 392—415.
- [21] Levy, B. , and P. T. Spiller, *Regulations, Institutions and Commitment: Comparative Studies of Telecommunications*. Cambridge University Press, 1996.
- [22] Li, H. , "Competition, Ownership, Corporate Governance: Their Importance and Interactions", *Economic Research Journal*, 2004, 11, 119—128. (in Chinese)
- [23] Li, W. , "The Impact of Economic Reform on the Performance of Chinese State Enterprises: 1980—1989", *Journal of Political Economy*, 1997, 105(5), 1080—1106.
- [24] Lin, B. , "The Growth of China's Electrical Industry: the Reform Process, and Reform that Fit Each Other", *Management World*, 2005, 8, 65—79. (in Chinese)
- [25] Liu, Y. , and Y. Ye, "Theory of Effective Competition of the Electric Power Market", *Management World*, 1999, 2, 112—133. (in Chinese)
- [26] Megginson, W. L. , and J. M. Netter, "From State to Market: a Survey of Empirical Studies on Privatization", *Journal of Economic Literature*, 2001, 39(2), 321—389.
- [27] Nalebuff, B. J. , and J. E. Stiglitz, "Prizes and Incentives: Towards a General Theory of Compensation and Competition", *Bell Journal of Economics*, 1983, 14(1), 21—43.
- [28] Newbery D. M. , and M. G. Pollitt, "The Restructuring and Privatization of Britain's CEBG: Was It Worth It?", *Journal of Industrial Economics*, 1997, 45 (3), 269—303.
- [29] Niskanen, W. A. Jr. , *Bureaucracy and Representative Government*. Chicago: Aldine, 1971.
- [30] North, D. C. , *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [31] Roodman, D. , "How to Do Xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata", Center for Global Development, Working Paper, No. 103, 2006.
- [32] Steiner, F. , "Regulation, Industry Structure and Performance in the Electricity Supply Industry", Economics Department, Working Paper, No. 238, 2000.
- [33] Stern, J. , and S. Holder, "Regulatory Governance: Criteria for Assessing the Performance of Regulatory Systems: An Application to Infrastructure Industries in the Developing Countries of Asia", *Utilities Policy*, 1999, (8), 33—50.
- [34] Tang, X. , and B. Zhang, "The Theoretical Viewpoints and Analysis of Relaxing Regulation of natural monopoly Industries", *China Industrial Economics*, 2001, 12, 42—46. (in Chinese)
- [35] Tao, F. , J. Guo, and S. Yang, "Technical Efficiency of Chinese Power Generation and Its Determinants in the Period of Electric-system Transition", *China Industrial Economics*, 2008, 1, 68—76. (in Chinese)

- [36] Xiao, X. , “Research on Patterns of Natural Monopoly Regulatory Reform in China”, *China Industrial Economics*, 2002, 4, 20—25. (in Chinese)
- [37] Xiao, X. , and Y. Sun, “An Empirical Study on the Regulatory Effectiveness in China’s Electricity Sector”, *China Industrial Economics*, 2006, 9, 38—45. (in Chinese)
- [38] Yu, L. , and W. Zhang, “A Research on the Pricing Theory of Strong Natural Monopolies and the Regulatory System of Electricity Price in China”, *Economic Research Journal*, 2003, 9, 67—73. (in Chinese)
- [39] Zhang, G. , and D. Xia, “Ownership Structure, Environment Regulation and Efficiency of Chinese Power Generation Industry”, *China Industrial Economics*, 2011, 6, 130—140. (in Chinese)
- [40] Zhang, Y. , D. Parker, and C. Kirkpatrick, “Electricity Sector Reform in Developing Countries: An Econometric Assessment of the Effects of Privatization, Competition and Regulation”, *Journal of Regulatory Economics*, 2008, 33 (2), 159—178.
- [41] Zheng, S. , “Market Competition or the Property Right Reform Improves the Performance of Telecom Industry”, *The Journal of World Economy*, 2010, 6, 118—139. (in Chinese)

The China’s Electricity Structural Reforms and Industrial Growth: 1999—2010

RUKAI GONG*

(Donghua University)

Abstract This paper provides an econometric assessment on the effect of structural reforms on the growth of electricity industry in China from the perspectives of competition, ownership and regulations. The empirical results show that, (a) the competition, ownership reform and regulation policy have all improved productivity, thereby contribute to the rapid growth of the industry. In particular, the effect of ownership reform is more significant than others; (b) during the period of 1999 to 2010, the reforms account for 9.37% of the industrial growth, and this contribution has risen from 7.20% in the initial stage, which is from 1999 to 2004, to 10.67% in the deepening stage, which is from 2005 to 2010. The results are robust to different models combined by various performance and reform variables, and have very important policy implications for further reforms in the electricity industry.

Key Words Competition, Ownership Reforms, Regulation Policy

JEL Classification L43, L52, O43

* Corresponding Author: Rukai Gong, Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, 1882 Yan’an West Road, Shanghai, 200051, China; Tel: 86-13564271579; E-mail: gongrukai@163.com.