

# 基于误差修正模型的电力消费、产业结构和经济发展的关联性分析

●陈甬军 左源

**摘要:**文章基于误差修正模型对我国 1978-2015 年间经济总量、电力消费、第二产业经济比重和第三产业经济比重之间的关系进行分析。结果显示,各变量之间具有长期均衡关系。短期来看,经济总量出现波动情况时,在自动修复机制下,能够一定程度回归均衡状态。通过脉冲分析发现,短期内第二产业对经济发展具有较大影响,长期来看,第二产业和第三产业影响程度大致相当,辅证了产业结构调整的现实需要和意义。

**关键词:**电力消费;产业结构;经济发展;误差修正模型  
一、引言

电力被誉为国民经济的“血液”,作为经济发展的基础性产业,电力消费与经济发展具有密切关系。改革开放以来,电力产业的快速发展不仅有力地保障了各类用电需求,更是支撑了国民经济的快速发展,使我国跃居世界第二大经济体。虽然在特定时期,电力产业曾滞后于经济发展步伐,局部性、阶段性“缺电”现象也有发生,但整体来看,电力产业与经济发展具有协同效应。当前,我国为实现经济转型,一方面积极发挥电力等基础性、先导性产业的带动作用,另一方面也在大刀阔斧的实施产业结构调整,化解过剩产能,鼓励第三产业发展。分析电力消费、产业结构对经济发展的影响,对合理规划电力产业发展、支撑经济增长,以及优化产业结构、打造中国经济升级版具有积极的现实意义。

## 二、文献综述

国内外关于经济发展和电力消费的研究众多。1978年,Kraft 开拓性的运用格兰杰因果关系检验对美国 1947年~1974年的 GNP 和能源消费进行分析,发现 GNP 到能源消费具有单向因果关系。Erol 和 Yu 对加拿大、英国、德国、意大利、法国、日本等工业国家进行了类似研究,发现不同国家经济发展和能源消费存在单向、双向等不同关系。Stern 选用 GDP、劳动力、资本、能源消费构建 VAR 模型,运用 1947年~1990年数据,发现美国能源消费存在单向 Granger 因果关系。Lee 采用面板协整模型分析 18 个发展中国家 1975年~2001年数据,发现能源消费在长、短期都是 GDP 的格兰杰因,但反之不成立。Lee 和 Chang 分别对 1971年~2002年 16 个亚洲国家、1960年~2001年 22 个 OECD 国家的能源消费和 GDP 的关系进行了研究。Soytas 和 Sar 对“七国集团”和 16 个新兴国家进行了类似研究。George Hondroyannis 和 Sarantis Lolos 运用误差修正模型分析希腊 1960年~1996年 GDP 和能源之间的关系。不少研究发现,GDP 和能源消费的协整分析中,计量结果对样

本时间、统计方法等比较敏感,不同分析可能得出截然不同结论。例如,Risako 用了与 Kartf 同样的时间序列数据,但样本区间较短,并未得出与 Kartf 类似的结果。Howarth 将数据样本变更为 1947年~1979年,发现能源消费与经济增长之间不存在因果关系。

关于亚洲国家电力与经济增长的关系研究主要有,Morimoto 用协整模型对泰国、斯里兰卡的电力消费、收入、价格进行研究。Glasure 和 Lee 研究发现朝鲜、新加坡的电力消费与经济增长存在双向影响。Ferguson 用误差修正模型对印度、印度尼西亚、菲律宾、泰国的电力消费与经济增

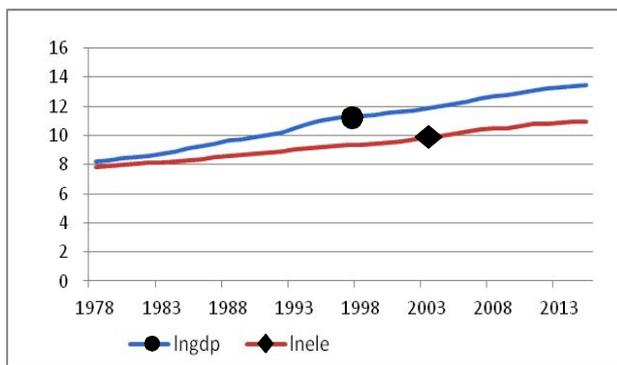


图 1 1978年~2015年 Lngdp 和 Lnele 趋势图

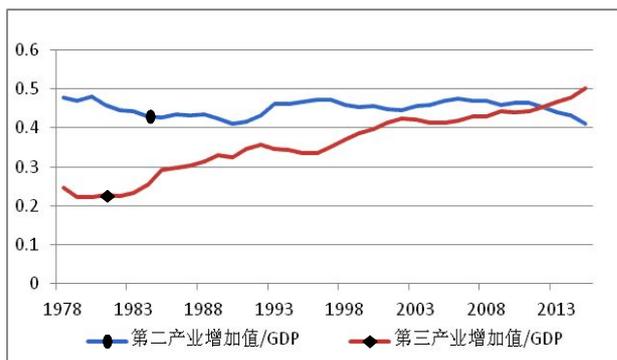


图 2 第二产业增加值和第三产业增加值在 GDP 中比重

表1 ADF单位根检验结果

变量	ADF 统计量	10%临界值	5%临界值	1%临界值	P 值	结论
Lnele	0.400 744	-2.612 874	-2.948 404	-3.632 900	0.980 2	不平稳
ΔLnele	-2.767 029	-2.612 874	-2.948 404	-3.632 900	0.073 4	平稳
Lngdp	-1.557 513	-2.615 817	-2.954 021	-3.646 342	0.492 5	不平稳
ΔLngdp	-3.648 489	-2.615 817	-2.954 021	-3.646 343	0.009 9	平稳
Lnva <sub>2</sub>	-2.003 682	-2.611 531	-2.945 824	-3.626 784	0.284 0	不平稳
ΔLnva <sub>2</sub>	-4.070 280	-2.611 531	-2.945 842	-3.626 784	0.003 1	平稳
Lnva <sub>3</sub>	-0.329 820	-2.610 263	-2.943 427	-3.621 023	0.910 7	不平稳
ΔLnva <sub>3</sub>	-4.967 233	-2.611 531	-2.945 842	-3.626 784	0.000 3	平稳

表2 VAR模型最优滞后阶数

滞后期	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	84.549 38	NA	8.91e-08	-4.881 781	-4.700 386	-4.820 747
1	299.613 3	364.956 9	5.18e-13	-16.946 26	-16.039 29*	-16.641 09
2	322.628 0	33.475 90*	3.55e-13	-17.371 39	-15.738 84	-16.822 09*
3	342.113 4	23.618 73	3.25e-13*	-17.582 63*	-15.224 50	-16.789 19
4	354.661 0	12.167 35	5.18e-13	-17.373 39	-14.289 68	-16.335 82

长进行研究,发现对菲律宾、泰国来说电力、收入、价格相互影响。Alice 与 Pun 较早开始对中国电力消费与经济增长进行研究,发现两者存在双向因果关系。Cheng 和 Lai 采用中国台湾 1955 年~1993 年数据进行协整分析, Yang 在此基础上将数据扩大至 1954 年~1997 年。国内也有许多学者开展了相关研究。张军应用协整理论在时间序列间建立误差修正模型进行类似分析。胡兆光、方燕平利用智能工程模拟方法对我国经济发展与电力需求趋势进行分析。赵丽霞、魏巍贤使用三要素生产函数进行研究。林伯强引入劳动力、资本等变量对电力经济进行分析,认为资本存量、人力资本及电力消费之间存在着长期均衡关系,同时引入国内生产总值、电价、人口增长、结构变化和效率改进等变量,进行协整检验并构建误差修正模型。蒋金荷、姚愉芳认为短期内电力与经济发展关系可能发生变化,但长期两者具有一定的规律。黄波、曾玉红分析得出用电量增长率和国内生产总值增长率具有相关关系,但并不显著。史丹用效率提高来解释 20 世纪我国能源消费与经济增长相背离问题。张丽峰运用误差修正模型对能源消费和产业发展进行分析。胡军峰等对北京能源消费和经济增长的关系进行研究。赵会茹等利用协整理论对北京市电力与经济增长进行分析。贾立敏、薛蕾对电力消费和经济增长进行研究,发现两者之间存在双向格兰杰因果关系。冯静静等对中美电力消费和经济增长的协整关系进行了对比分析。

三、实证分析

1. 变量与数据。本文样本区间为 1978 年~2015 年,经济发展由国内生产总值(GDP)体现,单位为亿元;电力消费由全社会用电量体现,单位为亿千瓦时;产业结构由第二产业增加值在经济总量中占比和第三产业增加值在经济总量中占比体现。为消除原始数据异方差,对 GDP 和用电量分别取对数,表示为

Lngdp 和 Lnele,对第二产业占比、第三产业占比乘以 100 后取对数,表示为 Lnva2 和 Lnva3。文中数据来源于《改革开放三十年的中国电力》和国家统计局网站。

从社会经济发展和科学研究结果来看,不同时期的经济发展与产业结构密切相关。随着我国产业结构调整,经济增长方式正在发生改变,第二、三产业在国民经济中的比重逐渐发生变化。2013 年开始,我国第三产业总量和在 GDP 中的占比均超过第二产业。2016 年,第三产业增加值占 GDP 的比重达到 51.6%,增长速度比第二产业高 1.7 个百分点。

2. 统计分析。本文在平稳性检验、协整关系分析的基础上,构建误差修正模型,研究电力消费、第二产业经济比重、第三产业经济比重对经济发展的影响,为科学合理制定电力产业政策和产业结构调整政策以更好地促进经济发

展提供借鉴。

(1)平稳性检验。由于多数宏观经济变量非平稳,为避免“伪回归”问题,先对变量进行单位根检验,确定各序列的平稳性和单整阶数。对各变量和其一阶差分变量进行 ADF 检验,发现各变量在 5%和 10%水平上不平稳,但一阶差分后得到的变量在 10%的水平上为一阶单整的平稳序列。

(2)最优滞后阶数。根据最优滞后阶数选择标准,统计得到不同信息准则下的最优滞后阶数(见表 2)。当 AIC 和 SC 标准不一致时,按照 LR 准则,选择最优滞后阶数为 2 阶。

(3)协整分析。本文选用 Johansen-Juselius 检验验证变量间协整关系。检验结果(见表 3)显示各个变量在 1%临界值水平下存在一个协整关系,表明经济总量、电力消费、第二产业经济比重、第三产业经济比重之间存在长期均衡关系。

(4)误差修正模型(VECM)。建立在协整理论上的误差修正模型,可以反映不同变量间的长期关系,也可以反映短期偏离长期均衡的修正机制,是具有高度稳定性和可靠性的经济分析模型。误差修正模型中的误差修正项(ECM)反映了变量之间偏离长期均衡关系的非均衡误差。误差修正项的系数反映了变量当期的变化回归到长期均衡关系或者消除非均衡误差的速度。

建立如下模型: $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 x_{t-1} + \epsilon_t$ ,经移项整理

表3 Johansen 协整检验

假定 CE 的个数	特征值	迹统计量	1%水平临界值	P 值
None *	0.603 919	59.294 45	47.856 13	0.003 0
At most 1	0.440 978	27.805 80	29.797 07	0.083 4
At most 2	0.208 771	8.032 533	15.494 71	0.461 9
At most 3	0.002 081	0.070 837	3.841 466	0.790 1

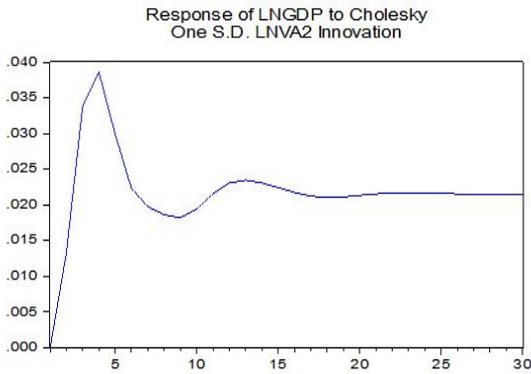


图3 第二产业比重对经济总量的影响

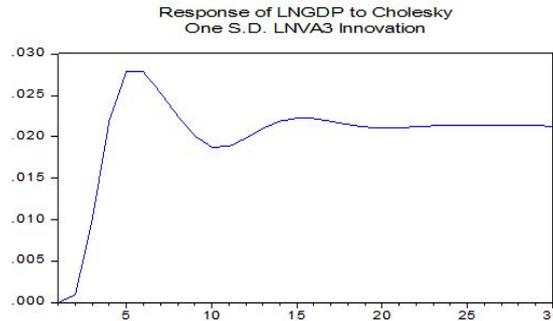


图4 第三产业比重对经济总量的影响

后可得,  $\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t - 1 - \beta_2 [y_{t-1} - \frac{\beta_1 + \beta_2}{1 - \beta_2} x_{t-1}] + \varepsilon_t$ , 其中,  $y_t - \frac{\beta_1 + \beta_2}{1 - \beta_2} x_t$  是误差修正项  $ecm_t$ 。上式可简要表示为:  $\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + \lambda ecm_{t-1} + \varepsilon_t$ 。

分析得到协整方程:  $lngdp = 1.12lnle + 3.28lnva_2 + 2.36lnva_3 - 20.4$ 。说明经济增长与电力消费、第二产业经济比重和第三产业经济比重存在长期均衡关系。电力消费每增长 1 个百分点, 经济总量将增长 1.12 个百分点; 第二产业经济比重每增加 1 个百分点, 经济总量将增加 3.28 个百分点; 第三产业经济比重每增加 1 个百分点, 经济总量将增加 2.36 个百分点。

误差修正模型中  $ecm$  系数是  $-0.129$ , 符合反向修正机制, 说明经济总量发生偏离后, 会以  $0.129$  的力度向均衡状态进行调整。

(5) 脉冲响应。脉冲响应衡量的是, 在扰动项上加一个标准差大小的冲击, 通过 VAR 模型的传导机制, 对内生变量当前值和未来值产生的影响。图中横轴表示冲击作用的响应期数(年), 纵轴表示各变量变化的程度。

对第二、第三产业经济比重和经济发展两变量进行脉冲响应分析。第二产业比重在对经济总量有快速正向影响, 在第 4 年达到峰值, 影响程度约为 4%, 此后逐渐减弱并趋于 2%~2.5% 的平稳水平。第三产业比重对经济总量的影响在第 5 年、第 6 年达到峰值, 影响程度接近 3%, 之后逐步减弱并维持在 2% 的水平。

#### 四、政策建议

1. 考虑经济总量和电力发展的相互协调, 合理制定电力产业规划。电力作为国民经济的支柱产业, 能够有力带动国民经济发展。制定电力产业发展政策时, 将电力产业发展放在国民经济的大背景中考虑, 适应国民经济的发展诉求, 实事求是、客观合理进行电力发展规划, 科学规划电力产业发展速度和各类电源新增装机比例, 尤其需要避免电力装机结构失调, 部分区域装机过快增长, 造成设施闲置、利用低效或资源优化配置困难。应结合“十三五”规划制定电力产业合理发展路径和发展速度, 实现产业发展良好的宏观效益。

2. 充分发挥市场和行政两种手段, 引导电力产业科学发展。市场和行政是引导产业发展的两种手段, 应统筹协

调, 科学运用。一方面还原电力的商品属性, 发挥市场配置资源的决定性作用, 另一方面做好政策与市场的衔接, 保障公益性用电等需求。充分发挥市场无形之手的力量, 通过协商交易、平台竞

价等多种市场化方式推进电力市场建设, 实现培育市场主体、营造竞争环境、实现价格发现等综合效益。同时兼顾电力行业的公益性, 科学合理制定价格、投资等产业政策, 不断提升普遍服务水平, 保障公益性、居民性用电需求。

3. 继续推进产业结构调整, 实现经济结构转型升级。第二、第三产业在 GDP 中占比呈现有升有降的趋势, 以及其对经济总量的不同影响程度, 印证了产业结构调整必要性, 也说明结构调整会对转型时期的经济发展产生冲击。当前, 我国进入经济发展新常态, 一些高耗能行业出现产能过剩、设备利用率低、企业效益恶化等突出问题。产业结构调整势在必行, 应着力化解过剩产能, 引导低效企业逐步退出市场, 不断降低经济总量对重工业的依赖, 鼓励发展高端服务业、创新型产业等, 打造中国经济升级版。

#### 参考文献:

- [1] Kraft, J., Kraft, A. . On The Relationship Between Energy and GNP [J]. Journal of Energy and Development, 1978, (2): 401-403.
- [2] Lee, C. C. Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis [J]. Energy Economics, 2005, (3): 415-427.
- [3] Alice Shiu, Pun Lee Lam. Electricity Consumption and Economic Growth in China [J]. Energy Policy, 2004, (32): 47-54.
- [4] 林伯强. 结构变化、效率改进和能源需求预测——以中国电力行业为例 [J]. 经济研究, 2000, (5): 57-65.
- [5] 赵会茹, 赵名锐, 李娜娜, 李付强, 胡娱欧. 基于协整理论的北京电力与经济增长关系研究 [J]. 陕西电力, 2015, (5): 60-64.

作者简介: 陈甬军(1954-), 男, 汉族, 浙江省宁波市人, 中国人民大学商学院教授、博士生导师, 国家重点学科产业经济学学科带头人, 中国人民大学中国经济改革与发展研究院副院长, 研究方向为中国经济改革与发展、市场与产业发展、城市化与区域发展、垄断行业管制等; 左源(1983-), 女, 汉族, 山东省菏泽市人, 中国人民大学商学院博士生, 研究方向为电力等垄断行业管制。

收稿日期: 2017-07-11。