

An Empirical Study on the Relationship between Export Trade and Energy Consumption

Zou Weijin, Shao Xu

School of Economics and Management, China University of Geosciences

Abstract: Under the background of international industrial transfer, the export trade of our country has leapt forward in recent years, which greatly increases the amount of energy consumption. Since energy is the basic motive force of economic growth, its sustainable supply is of great significance. The paper makes a relatively deep exploration to the mechanism of how the export trade and energy consumption interact with each other. Firstly, based on the Unit Roots Test, Cointegration Test and Granger Causality Estimation, the paper shows that there is a long-term equilibrium and causal relationship between export trade and energy consumption. In the theoretical analysis, the paper offers theoretical elaboration on this relationship from different perspectives. Finally, the paper tries to analyze the causes of extravagant energy consumption and corresponding countermeasures, such as establish an energy-saving export system and encourage further technology innovation.

Key words: export trade; energy consumption; sustainable development

我国出口贸易与能源消费关系的实证研究

邹伟进, 邵勖

中国地质大学(武汉)经济管理学院

摘要:在国际产业转移背景下,近年来我国的出口贸易的飞速发展拉动了大量的能源消费。能源作为我国发展的基础动力,其持续供应对我国经济发展有着非同寻常的意义。本文对我国出口贸易与能源消费的相互作用机制进行了较为深入的经济分析。本文首先运用协整分析、单位根检验和 Granger 因果检验,论证了我国出口贸易与能源消费具有长期均衡关系,并互为因果关系。又从不同角度分别阐述了出口贸易与能源消费的互相影响机制,最后探究了出口贸易导致能源过度消费的原因,提出了如何构建节能出口贸易体系、推进节能技术创新的建议和对策。

关键词: 出口贸易产业; 能源消费; 可持续发展

在改革开放以来的出口贸易导向政策下,我国出口年贸易额从 1978 年的 99.55 亿美元发展到 2008 年的 14283.32 亿美元,实现了质的飞跃,使我国从外汇稀缺国走向了外汇储备大国。然而自 1997 年《京都议定书》签立后,发达国家为完成减排任务,逐步将一些高耗能产业转移到发展中国家,无形中消费了我国大量的能源。1978 年到 2008 年,我国能源消费总量增长了五倍,成为世界第二大能源消费国。巨大能源缺口导致我国能源对外依存度一再提高,2009 年石油对外依存度已高达 51.2%。

能源作为一国经济发展的基础动力,其持续供

给对国家发展有着非同寻常的意义。能源消费的持续增长带来的能源短缺问题,将成为制约我国经济发展的瓶颈。其中,我国出口贸易的增长对能源消费产生了较为深远的影响。

1 协整分析与 Granger 因果检验

1.1 数据选取

1994-2007 年跨越了国家第 8 个五年计划和第 11 个五年计划,此期间我国的经济开放程度、经济环境比较稳定。基于此,本文选取 1994-2007 年我国出口总额(亿元)和能源消费总量(万吨标准煤)

数据¹。将两组数据序列命名为变量EX和变量EC，为消除误差项的自相关及数据波动的影响、使数据趋势线性化，对数据取对数建立协整模型。

1.2 单位根检验

通过对出口总额和能源消费总量对数值进行的 ADF 检验，两组序列的二阶差分数据同时在 5% 的临界水平上拒绝非平稳假设，且 $P < 0.05$ ，即拒绝非平稳的原假设。因此，可以认为 $\ln EX \sim I(2)$ ， $\ln EC \sim I(2)$ ，两组数据依据 EG 理论可能存在协整关系。

表 1-1 ADF 平稳性检验结果

变量名	ADF 统计量	检验类型 (c, t, k)	5%临界值	Prob.
lnEX	-0.946653	1, 1, 0	-3.828975	0.9161
D(lnEX)	-2.538642	1, 0, 0	-3.144920	0.1312
D(lnEX, 2)	-3.746368	0, 0, 1	-1.982344	0.0017
lnEC	0.015610	1, 0, 1	-3.144920	0.9422
D(lnEC)	-2.785894	1, 0, 3	-3.259808	0.0979
D(lnEC, 2)	-2.397960	0, 0, 0	-1.977738	0.0220

注：①检验类型中 c 表示采用的方程是否具有常数项，0 表示不含常数项；t 表示是否具有时间趋势项，0 表示不含时间趋势项；k 表示自回归的滞后阶数。②常数项和时间趋势项基于序列的图形作出判断。③最大滞后阶数设置为 3，并根据 SCI 准则选择最优阶数。

1.3 OLS 回归模型

建立 LNEC 和 LNEC 的协整模型，以 LNEC 为自变量，以 LNEC 为因变量，进行 OLS 回归，模型设立为：

$$\ln(EC) = \beta_0 + \beta_1 \ln(EX) + \mu_t$$

使用 evIEWS6 软件进行 Least Squares 估计，得到协整回归结果：

$$\ln(EC) = 8.453050 + 0.348623 \ln(EX) + \hat{\mu}_t$$

$$t = (39.27361) \quad (16.49756)$$

$$R^2 = 0.957772 \quad \text{调整后 } R^2 = 0.954253$$

$$D.W. = 0.462424$$

¹数据来源于中国国家统计局。

常数项和自变量 LNEC 均显著。由 D.W. 值很小及残差序列的自相关系数、偏相关系数、Q 统计量的值进行观察，初步判断残差序列存在一阶自相关。

对该对数线性模型中加入 $\hat{\mu}_t$ 的一阶自回归 AR 项。得出估计结果：

$$\ln(EC) = 7.992485 + 0.391241 \ln(EX) + 0.764098 \text{AR}(1)$$

$$t = (11.99232) \quad (6.485743) \quad (3.670590)$$

$$R^2 = 0.982244 \quad \text{调整后 } R^2 = 0.978692$$

$$D.W. = 1.955683$$

D.W. 值明显好转，对该方程的残差序列进行 LM 检验，lag=2。结果表明修正后回归方程不存在残差序列自相关。

表 1-2 LM 检验结果

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.000385	Prob. F(2, 8)	0.9996
Obs*R-squared	0.001250	Prob. Chi-Square(2)	0.9994

此外，残差自相关图显示所有延迟自相关系数都在两倍标准差以内，LNEC 和 LNEC 之间存在协整关系。对残差序列进行单位根的 ADF 检验，结果显示残差序列平稳 ($P < 0.05$ ，ADF 值拒绝非平稳假设)。白噪声检验也显示延迟 6 阶和 12 阶的 P 值都大于 0.05，接受原假设，即序列为纯随机序列。

模型说明 1994-2007 年期间我国出口总额和能源消费总量之间存在长期稳定的均衡关系，我国出口总额每变动 1 个单位，我国能源消费将同方向变动 0.391241 个单位。因此从长期看，我国出口总额与我国能源消费总量之间存在显著的正相关关系。

1.4 格兰杰因果关系检验

使用 Granger 因果检验法对我国出口总额和能源消费总量之间的长期的均衡关系作因果分析。Granger 因果检验结果显示：从 0 阶到滞后 4 阶，检验结果变化大致趋于一致，在滞后 2 阶取得最小 P 值，以 5% 的临界值拒绝原假设。我国出口总额和能源消费总量之间互为因果关系，符合常理推断。

表 1-3 残差序列的 ADF 平稳性检验结果

变量名	ADF 统计量	检验类型	1%临界值	5%临界值	10%临界值	Prob.	平稳性
残差	-2.802360	0, 0, 3	-2.816740	-1.982344	-1.601144	0.010	平稳

表 1-4 Granger 因果关系检验结果

Pairwise Granger Causality Tests			
Sample: 1994 2007	Lags: 2		
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LNEX does not Granger Cause LNEC	12	5.71759	0.0337
LNEC does not Granger Cause LNEX	12	6.61760	0.0243

协整检验和因果检验的结果表明：我国出口总额和能源消费总量之间存在着长期均衡关系，并互为因果关系。

随着经济全球化的发展，国际分工和产业转移带来了我国出口贸易结构变化，拉动了国内高耗能工业行业的快速增长，加剧了中国工业行业的能源消耗，进而造成中国能源资源的隐性流失。因而我国出口贸易总额的增长在一定程度上拉动了能源消费。而能源消费的增长，同样也促进了能源型矿产资源的不断开采和利用，使得大量消费能源的工业行业规模不断膨胀，带动下游的出口贸易品生产行业的发展，从而生产出更多的出口贸易产品。因而，能源消费也成为了贸易增长的内部动力。故我国出口总额和能源消费总量之间的因果关系是客观存在的。

2 出口贸易与能源消费相互影响机制

由于能源消费的影响因素主要包括技术水平和产业结构²，而在出口贸易增长过程中，相关产业结构在一定程度上决定了能源消费总量的增长。因此，可以将出口贸易与能源消费相互影响分为出口贸易的产业结构效应和能源消费的技术效应。

2.1 出口贸易的产业结构效应

出口贸易与能源消费的产业结构效应，体现为不同出口贸易行业对能源消费的影响。不同出口贸易产业的要素投入不同，对能源消费的需求也不同。高能耗产业往往由于具有能源控制与垄断的行业特征，呈现资本密集、资源密集的特点；而低耗

能产业主要包括了产品附加值较低的加工贸易，需要通过实现产业升级来提升出口竞争力，将能源消费较多的环节转移，达到降低能源消费的目的。

从出口贸易相关产业的特征来看，在出口贸易行业中，存在增长极的极化效应现象。弗朗索瓦·佩雷提出的极化效应理论主张资金、劳动力、资源、信息等要素会向区位条件优越的增长极积聚，从而形成增长极的极化效应。

能源消费较高的出口贸易行业资源密集和资本密集的特征，会产生较强的极化效应，引导资金、能源和人才往该增长极领域流动，使得高能耗工业迅速膨胀，扭曲了对正常出口结构的要素分配，影响了其它出口贸易行业的持续性发展。高耗能行业的管理运营、生产运作、设备购置与维护需要大量的资金投入，大量挤占其它出口贸易行业的资金的同时，其他行业的资金投入就会减少。所以，资金长期滞留在增长极产业，将不利于出口商品结构的调整，钝化各种调整和改革措施的效果，导致高能耗行业出口贸易所拉动的能源消费难以下降。

而低能耗出口贸易行业则不同，在国内的资源环境约束的情况下，我国适合发展劳动技术密集型的加工贸易行业。低能耗行业出口贸易的增长，可以拉动整个行业的发展，吸引劳动力、资金的流入，从而达到资源再分配和调整产业结构的目的。由降低能源消费的角度来看，将会形成良性增长极的极化效应。因此，随着产业体制的完善和发展，出口贸易行业的能源消费会逐步降低。

2.3 能源消费的技术效应

降低能源消费量最好的办法是提高能源的利用效率，而技术进步是提高能源的利用效率、实现节能降耗的根本途径。

²史丹，张金融. 产业结构变动对能源消费的影响[J]. 经济理论与经济管理, 2003(8): 30-32.

出口贸易与能源消费的技术效应主要体现在两点，一是提高能源利用率，二是优化能源消费结构。由于能源替代技术的发展可以显著提高出口贸易及其上游行业的能源利用效率。而能源替代主要包括新型能源技术的开发利用，以及现有能源技术的调整替换。因此对于低、中能源消费强度的出口贸易行业，提高新型能源（如风能、太阳能等）在总能源消费所占比例，可以彻底而有效的降低行业能源消费量。而对于能源消费强度较大的行业，全面推行新型能源的使用会有一定难度，通过技术手段进行能源结构的调整和替换更为可行。

在优化能源消费结构方面，由于我国现阶段使用的煤炭、石油、天然气、水电、核电、风电等不同种类的能源中，煤炭的利用效率较低，而石油、天然气、水电、核电的利用效率较高，这种差别会直接影响出口贸易行业的最终能源消费。

我国矿产资源禀赋决定了煤炭在中国的能源消费结构中的主导地位。而化石燃料属于不可再生资源，现阶段过度依赖化石燃料的能源消费结构，将会对能源持续供应造成很大压力，因此需要有效降低能源消费。

3 出口贸易导致能源过度消费的原因

3.1 出口产业结构不合理

出口贸易相关产业结构不合理与国际产业转移有关。在经济全球化进程中，全球产业分工推动了高能耗产业从能源价格较高的国家转移到能源价格较低的国家，外资企业通常将高能耗生产环节转移到我国，再将贸易成品出口返销到国外，大量消耗了我国的能源储备，同时带来环境污染和温室效应。我国作为发展中国家，为弥补在国际贸易中的竞争劣势而扩大了高能耗产品的生产和出口，造成了大量的能源消费。

3.2 出口贸易行业的能源成本被低估

能源的大量消费实际上与国内能源型矿产资源开采成本较低、能源价格相对较低有关，国内还未建立完善的能源标准体系，所以在能源成本及能源消费带来的环境成本核算上缺少依据。在出口导向的贸易政策下，地方政府的招商引资政策容易忽略外商企业的能耗强度，因而在产品返销到国外的过程中，未计入生产运输过程中损失掉的内涵能源。出口贸易行业对能源成本的低估，使得能源消费弹性较低，不利于运用价格杠杆来遏制能源消费

的过度扩张。

3.3 节能技术及能源清洁使用技术有待提高

我国目前还未建立起完整可靠的节能技术研发体系，而现有的节能技术研发体系主要由企业自主研发、政企合作、高校企业合作和国际合作组织组成，以项目为单位进行，缺乏稳定持续的推动力。此外，企业对开发新节能技术、引进新的清洁能源设备缺乏动力，导致我国现有的节能技术和能源清洁使用技术发展缓慢。

4 结论及对策

为了妥善解决能源成本被低估、出口产业结构不合理、能源清洁技术有待提高等问题，我国可以通过系统构建节能出口贸易体系和加快节能技术创新来进行改进，从而保证出口贸易和能源消费的可持续发展。

4.1 系统构建节能出口贸易体系

系统构建节能出口贸易体系包括以下三个内容：①构建充分反映资源稀缺性和能耗环境成本的能源价格体系；②构建规范企业能耗标准、有效推进节能技术创新的政策体系；③构建有助于能源清洁、高效利用的出口贸易产业结构体系。

对于构建充分反映资源稀缺性和能耗环境成本的能源价格体系，首先需要充分运用价格调节机制，进一步放开能源价格的管制，使我国能源价格逐步实现市场化。

对于构建规范企业能耗标准、有效推进节能技术创新的政策体系，则需要建立相应的能源标准和环境成本核算标准，细化相关法律条款，使用行政手段督促相关企业提高节能意识。对企业增加节能设备投资、开发创新节能技术给予鼓励和优惠政策，保证能源消费结构清洁化进程在有据可依的制度框架下顺利推进。

对于构建有助于能源清洁、高效利用的出口贸易产业结构体系，可以通过出台高能耗出口贸易产业的发展规划，设立能源消费过高产业的市场准入条件和产业政策来实现。对于出口贸易产业结构通过相关的产业政策来淘汰能源消费较高、技术工艺落后的行业，鼓励新型节能行业的兴起和发展，加强高能耗产业之间优胜劣汰的竞争趋势，从而全面调整相关产业结构。

4.2 全面推进节能技术创新

在构建节能出口贸易体系的同时，我国需要借鉴发达国家的先进技术，加快节能技术改造和技术

研发。由于技术研发和技术改造需要大量的科研人才和资金，因此加大科技研发经费的支出是有助于高能耗出口贸易行业（尤其是工业行业）节能技术改造的。通过一定的政策指引，可以将高能耗企业多余产能占用的资金投入到了节能技术的研发上来，这样也有利于控制高能耗企业规模的过度膨胀。

一方面，在现有能源利用效率的改进上，则应进行全面的技改，完善能源消费过程中的工艺流程管理，优化现阶段主要使用的煤、石油、天然气等能源的清洁利用机制和使用效率，整体实现出口贸易行业的能源利用的高效化。

另一方面，在能源替代技术上，我国应努力实现从大量消费不可再生资源，到推广核能、电能等高效能源，再到全面推行风能、太阳能等清洁能源的转变。现阶段的主要目标是实现从煤炭向核力、电力能源消费的过渡，与此同时，还需要进一步开发可利用的其他替代能源，同步发展新能源的生产链和市场规模。比如，开发我国西部地区较充裕的太阳能、风能、地热能，以及我国沿海地区的潮汐能，均能有效减少现有出口贸易行业对不可再生资源的过度依赖。

综上，随着我国对能源清洁技术研究开发的逐步重视，优化和多元化能源结构的发展战略的制定，出口贸易行业的能源消费结构的不断调整和优化，最终能源约束对出口贸易发展的抑制将得到改善。此外，技术的不断进步、煤炭等低效率能源的消费份额逐步减少、优质能源消费所占份额逐步增加，也将保证出口贸易的可持续发展。

References (参考文献)

- [1] LAN Yi-sheng, NING Xue-min. An Empirical Research on China's Export Expansion and Energy Consumption[J]. *Finance & Trade Economics*, 2010(1): 83-89
兰宜生, 宁学敏. 我国出口扩大与能源消耗的一项实证研究[J]. *财贸经济*, 2010(1): 83-89
- [2] LIU Chang, KONG Xian-li, GAO Tie-mei. Empirical Analysis of Changes in China's Industrial Sector Energy Consumption Intensity and Influential Factors[J]. *Resources Science*, 2008, 30(9): 1290-1299
刘畅, 孔宪丽, 高铁梅. 中国工业行业能源消耗强度变动及影响因素的实证分析[J]. *资源科学*, 2008, 30(9): 1290-1299
- [3] XU Bo, LIU Fang. Impact of Changes in Industry Structure on Power Consumption [J]. *Journal of Liaoning University (Social Science Edition)*, 2004, 6(5): 499-501
徐博, 刘芳. 产业结构变动对能源消费的影响[J]. *辽宁工程技术大学学报(社会科学版)*, 2004, 6(5): 499-501
- [4] Machado G, Schaeffer R, W onell E. Energy and Carbon Embodied in the International Trade of Brazil: an Input-output Approach[J]. *Ecological Economics*, 2001 (3): 409-424
- [5] Mongelli I, G. Tassielli, B. Notarnicola. Global Warming Agreement, International Trade and Energy/ Carbon Embodiments : An Input-output Approach to the Italian Case[J]. *Energy Policy*, 2006, 34 (1): 88-100
- [6] Michael L. Polemis. Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques [J]. *Energy Policy*, 2007 (35): 4039-4050
- [7] Fredrich Kahrl, David Roland Holst. Energy and Exports in China[J]. *China Economic Review*, 2008, 19(4): 649 - 658