

经济结构变动 与未来中国能源需求走势^{*}

郑新业 吴施美 李芳华

摘要：科学地评估未来中国能源需求走势具有重要意义。利用 1995—2015 年省级面板数据，从高耗能行业占国民经济比重变化的角度，研究经济总量、高耗能行业发展和能源需求三者的关系。结果发现，经济总量对能源需求的影响是通过高耗能行业进行的，经济结构变动是能源需求变动的主要因素。因此，中国未来能源需求将远低于未考虑该因素的结果。全面推动绿色发展，加强对高耗能行业的调控，将是实现中国能耗总量控制目标的关键选择之一。

关键词：能源需求 经济总量 高耗能行业 结构调整

作者郑新业，中国人民大学应用经济学院教授（北京 100872）；吴施美，中国人民大学博士研究生（北京 100872）；李芳华，澳大利亚新南威尔士大学经济系助理教授。

引 言

我国进入了中国特色社会主义建设的新时代，面临的根本任务是通过高质量发展建设社会主义强国，不断满足人民日益增长的美好生活需要。完成这一历史任务涉及“五位一体”总体布局的各个方面。能源既是经济、社会和生态文明建设不可或缺的重要投入品，也是人民生活水平提升和社会进步的必要支撑。能源问题在未来国内和国际两个维度都将越来越重要。

从国内来看，党的十九大报告将污染防治列为决胜全面建成小康社会的三大攻坚战之一，能源结构调整将成为治污减排的重要手段。我国能源需求量逐年攀升，能源对外依存度不断提高，由此带来的能源安全问题不容忽视。对我国未来能源需

* 本文为国家自然科学基金项目“中国家庭能源消费研究”（71774165）和中国人民大学科学研究基金（中央高校基本科研业务费专项资金资助）（17XNS001，11XNL004）阶段性成果。

求走势的科学判断,将是助益于企业提高能源投资准确性和降低投资风险的关键所在。从国际来看,在全球化的大背景之下,未来中国能源需求的变化,不仅关系到国际能源产业的投资规模,还会直接影响国际能源价格的变动。作为落实《巴黎协定》的主要引领者,中国能源需求总量及其结构变化,直接关系到未来全球的气候变化问题。可见,科学合理地评估我国未来能源需求走势,对全球社会经济发展与生态环境具有重要意义。

我国能源需求压力不断增大,生态环境问题日益突出,能源安全风险不断加大。在2018年5月召开的全国生态环境保护大会上,习近平总书记强调要“要全面推动绿色发展”。“绿色发展是构建高质量现代化经济体系的必然要求,是解决污染问题的根本之策。重点是调整经济结构和能源结构”。^①目前中国去产能进程不断加快,经济发展模式逐渐发生转变,“两高一低”的高耗能行业增速逐步放缓。产业结构转型对我国未来能源需求走势的影响,已成为决策者、学者和公众乃至全球共同关注的焦点。

本文重点关注在产业结构转型、经济发展从量到质的转变过程中,中国能源需求的走向问题。如何科学地评估未来能源需求是一个极其困难的工作。国内外相关研究从不同的角度,用不同的方法和数据,产生了大量有价值的学术成果。

一、文献综述与研究创新

(一) 评估未来能源需求:总量法和结构法

从现有文献来看,最常见的能源需求预测方法主要有三种:自回归分析法、弹性系数法和部门分析法。自回归分析法通过对历史能耗数据进行时间序列分析,总结其发展规律,进而外推出未来的变化趋势。弹性系数法在考察经济总量与能源消费两者关系的基础上,通过经济总量的变化规律,推测能源消费变动规律。部门分析法则将国民经济依据部门划分,通过对各部门能源消费水平的分析,预测未来能源需求总量。^②

我们将前两种方法概括为总量预测法,将部门分析法定义为结构预测法。总量预测法的特点主要是,根据历史能源需求总量或者历史经济总量,对未来能源进行趋势外推。总量预测方法早年对我国能源需求的预测作出了重大贡献,但是随着中国经济发展过程出现新的尤其是结构性的变化,能源发展进入新阶段,总量预测法的预测误差不断扩大。对这类基于历史总量数据进行趋势外推的预测方法,学者们

^① 《坚决打好污染防治攻坚战 推动生态文明建设迈上新台阶》,《人民日报》2018年5月20日,第1版。

^② 参见韩君:《能源需求分析方法述析》,《经济研究导刊》2008年第18期。

纷纷开始表示质疑。早年有大量利用总量预测法，对我国未来能源需求进行预测的研究（见图1）。图中显示，这些研究对2000年的预测值与实际值较为接近，但是对之后年份的预测结果基本都远低于实际值。例如，相关研究普遍预测2020年中国的能源总消费量在20亿—30亿吨左右。^①但实际情况表明，2010年中国能源消费总量就已经超过30亿吨。

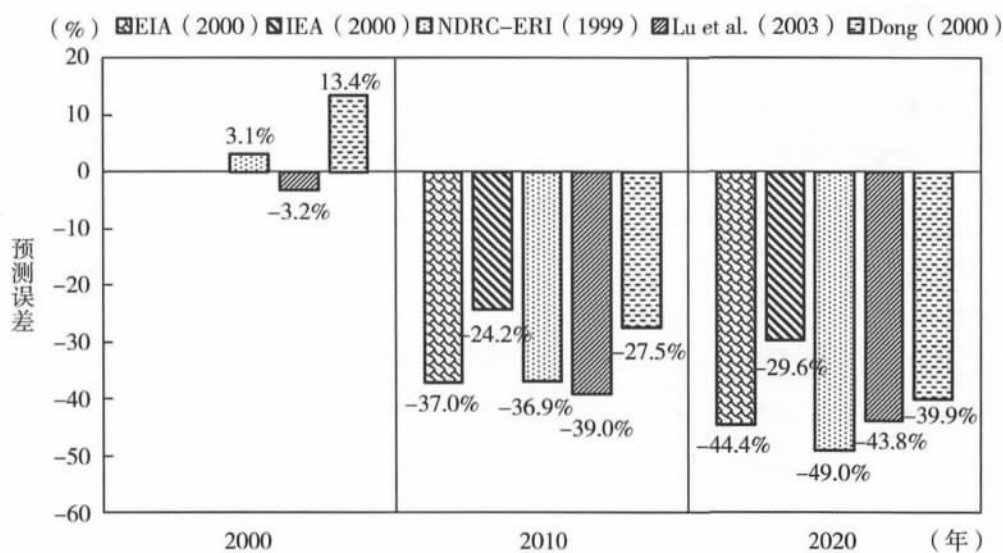


图1 部分学者及机构的中国能源需求预测值与实际值/能源控制总量比较

注：2020年预测误差为预测值与能源控制总量50亿吨标准煤比较，其中能源控制量50亿吨标准煤来自国务院《“十三五”控制温室气体排放工作方案》（国发〔2016〕61号），2016年10月27日。

资料来源：作者据周凤起、周大地主编《中国中长期能源战略》（北京：中国计划出版社，1999年）整理。

总量预测法往往假定经济和社会环境会遵循一定趋势变动，而这类假定往往忽略了经济社会发展的结构性变化，这在一定程度上与中国的实际情况相违背，从而导致预测失灵。我国能源消费弹性的变化，说明能源总量与经济总量已经开始逐渐脱钩。1978—2001年，中国能源消费弹性除1989年略超过1之外，其余年份均远低于1，平均能源消费弹性为0.47。而2002—2015年间，年均能源消费弹性增至0.80，尤其是2002—2005年，能源消费弹性更急剧攀升至1.50以上。可以说，从中国目前情况看，经济增长与能源消费之间并不存在同步变化趋势。

① 参见 S. Dong, “Energy Demand Projections Based on an Uncertain Dynamic System Modeling Approach,” *Energy Sources*, vol. 22, no. 5, 2000, pp. 443-451; IEA, *World Energy Outlook 2000*, Paris: International Energy Agency, 2000; EIA, *International Energy Outlook 2000*, Washinton: U. S. Energy Information Administration, 2000; Q. Lu, P. Gu and S. Qiu, “The Construction and Application of Combination Forecasting Model in Chinese Energy Consumption System,” *Systems Engineering Theory and Practice*, vol. 3, 2003, pp. 25-31.

一些文献也曾注意到,中国能源需求与经济增长的关系开始由同步逐渐向脱钩转变。林伯强基于长期电力需求模型的分析,提出GDP的高速增长与高电力需求并非相伴而生,结构变化与效率改进也是影响电力需求的重要因素。^①林卫斌和苏剑也发现,产业结构的变化是经济增长与电力消费不同步的重要原因。^②部分学者还从“能源库兹涅茨曲线”的角度,考察能源需求与经济发展的关系。例如,Lin和Ouyang通过考察能源需求与经济增长两者的变动趋势,验证了中国“能源库兹涅茨曲线”长期与短期的存在性。^③赵进文和范继涛采用非线性STR模型发现,我国经济增长对能源消费的影响具有非线性特征,呈现明显的阶段性。^④孙涵和成金华在加入工业化和城市化两个因素后,发现产业结构是影响能源需求的重要因素之一。^⑤

总量预测法的失灵,使学者关注经济结构调整对能源需求产生的深刻影响。^⑥部门分析法就是基于产业部门的差异进行预测的方法之一。但这种方法的适用性对部门划分程度有很强的要求,部门的细分程度会直接影响预测结果。从现有文献来看,学者普遍认同产业结构会对能源需求产生影响,认为产业性质的不同导致对能源消费需求产生差异。^⑦对于中国的能源消费变化来说,工业部门内部产业结构的

- ① 林伯强:《结构变化、效率改进与能源需求预测——以中国电力行业为例》,《经济研究》2003年第5期。
- ② 林卫斌、苏剑:《经济增长、结构变化与电力消费——为什么经济增长与电力消费不同步》,《经济理论与经济管理》2010年第2期。
- ③ B. Lin and X. Ouyang, “Energy Demand in China: Comparison of Characteristics between the US and China in Rapid Urbanization Stage,” *Energy Conversion and Management*, vol. 79, 2014, pp. 128-139.
- ④ 赵进文、范继涛:《经济增长与能源消费内在依从关系的实证研究》,《经济研究》2007年第8期。
- ⑤ 孙涵、成金华:《中国工业化、城市化进程中的能源需求预测与分析》,《中国人口·资源与环境》2011年第7期。
- ⑥ 参见 Z. Mi et al., “Potential Impacts of Industrial Structure on Energy Consumption and CO₂ Emission: A Case Study of Beijing,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 103, 2014, pp. 455-462; 林伯强:《结构变化、效率改进与能源需求预测——以中国电力行业为例》,《经济研究》2003年第5期。
- ⑦ 参见 P. K. Adom, W. Bekoe and S. Akoena, “Modelling Aggregate Domestic Electricity Demand in Ghana: An Autoregressive Distributed Lag Bounds Cointegration Approach,” *Energy Policy*, vol. 42, no. 1, 2012, pp. 530-537; K. Mukherjee, “Energy Use Efficiency in U. S. Manufacturing: A Nonparametric Analysis,” *Energy Economics*, vol. 30, no. 1, 2008, pp. 76-96; 韩智勇、魏一鸣、范英:《中国能源强度与经济结构变化特征研究》,《数理统计与管理》2004年第1期; 吴巧生、成金华:《中国工业化中的能源消耗强度变动及因素分析——基于分解模型的实证分析》,《财经研究》2006年第6期; 何晓萍、刘希颖、林艳苹:《中国城市化进程中的电力需求预测》,《经济研究》2009年第1期。

变动对能源消费的影响更为明显。^① 众多研究认为,重工业尤其高耗能产业的扩张是造成中国能源消费急剧攀升的重要因素。^② 因此,讨论产业内部结构尤其是高耗能行业发展,对把握未来能源需求走势十分必要。

从目前经济结构与能源需求的研究来看,在指标选取上,对产业结构的度量通常利用国民经济三个行业大类所占比重作为解释变量进行分析。这直接影响了部门分析法对部门的划分,进而会对估计结果产生影响。^③ 在计量方法上,目前的研究多以分解技术和时间序列为主,利用面板数据进行的分析和估计较少。但时间序列这类方法无法控制各省之间的省份异质性。^④ 最为关键的是,以往研究的分析视角着重产业结构对能源需求的影响,未从动态层面考察产业结构变化会如何影响未来能源需求走势。

我们以部分发达经济体能源需求变化的情况,论证产业结构对能源需求的深刻影响。以德国为例,在1970年前后达到峰值后,德国的能源消费总量开始进入一个平台期,之后年份的能源需求量都在2.20亿吨石油当量上下波动。德国第二产业比重也在1970年达到最高值,当期的钢铁产量达到峰值,并开始进入稳态。^⑤ 与其说产业结构调整带来能源需求拐点,不如说高耗能行业峰值到来,引发了能源需求拐点的出现。

① 参见 B. Hofman and K. Labar, "Structural Change and Energy Use: Evidence from China's Provinces," World Bank China Working Paper Series, no. 6, 2007.

② 参见 F. Kahrl, D. Roland-Holst and D. Zilberman, "Past as Prologue? Understanding Energy Use in Post-2002 China," *Energy Economics*, vol. 36, no. 3, 2013, pp. 759-771; H. Liao, Y. Fan and Y. M. Wei, "What Induced China's Energy Intensity to Fluctuate, 1997-2006?" *Energy Policy*, vol. 35, no. 9, 2007, pp. 4640-4649; D. H. Rosen and T. Houser, "What Drives China's Demand for Energy (and What It Means for the Rest of Us)," in C. Fred Bergsten et al., eds., *The China Balance Sheet in 2007 and Beyond*, Washington: Peterson Institute and Center for Strategic and International Studies, 2007.

③ 参见路正南:《产业结构调整对我国能源消费影响的实证分析》,《数量经济技术经济研究》1999年第12期;史丹、张金隆:《产业结构变动对能源消费的影响》,《经济理论与经济管理》2003年第8期。

④ 参见 B. W. Ang, "Decomposition Methodology in Industrial Energy Demand Analysis," *Energy*, vol. 20, no. 11, 1995, pp. 1081-1095; K. Du and B. Lin, "Understanding the Rapid Growth of China's Energy Consumption: A Comprehensive Decomposition Framework," *Energy*, vol. 90, 2015, pp. 570-577; S. C. Xu, Z. X. He and R. Y. Long, "Factors that Influence Carbon Emissions Due to Energy Consumption in China: Decomposition Analysis Using LMDI," *Applied Energy*, vol. 127, no. 6, 2014, pp. 182-193.

⑤ 参见刘永煊:《德国产业结构调整及其经验借鉴》,《对外经贸实务》2014年第1期。

不同于以往结构预测法利用第二产业比重对能源需求的分析，本文在结构法的基础上，基于我国当前现实条件，对能源需求走势评估方法进行了修正。由于经济总量与能源需求逐渐脱钩，经济总量对能源需求的直接驱动力量将逐渐减弱，因此，从产业结构内部尤其是高耗能行业的发展视角，考察未来能源需求走势十分必要。

（二）高耗能行业与中国能源需求

高耗能行业的发展对我国能源需求的变化具有很大影响。从能源消费的行业分布来看，我国工业用能比重达到 68%，其中钢铁、水泥、化工等六大高耗能行业能源消费量占能源消费的比重就达 49%。^① 2002—2015 年，能源消费总量增长 26 亿吨标准煤，而其中有 13.50 亿吨标准煤（52%）由六大高耗能行业贡献。高耗能行业的发展，已成为导致中国能源需求持续上升的根源所在。

以动态的眼光来看高耗能行业、经济增长与能源消费三者的关系（见图 2），可以发现，一方面，能源消费与水泥产量和粗钢产量在变化趋势上存在一定的趋同性，大致呈同步变化趋势。能源消费增速峰谷值的出现伴随着水泥和粗钢产量增速的峰谷值的出现。以 2004 年的“电荒”为例，在有限的电力供给下，高耗能行业庞大的用电需求是导致居民能源需求得不到满足的重要原因。另一方面，能源消费并未与 GDP 出现对应的变化趋势。但不可否认，水泥、粗钢等产品需求的上升往往离不开

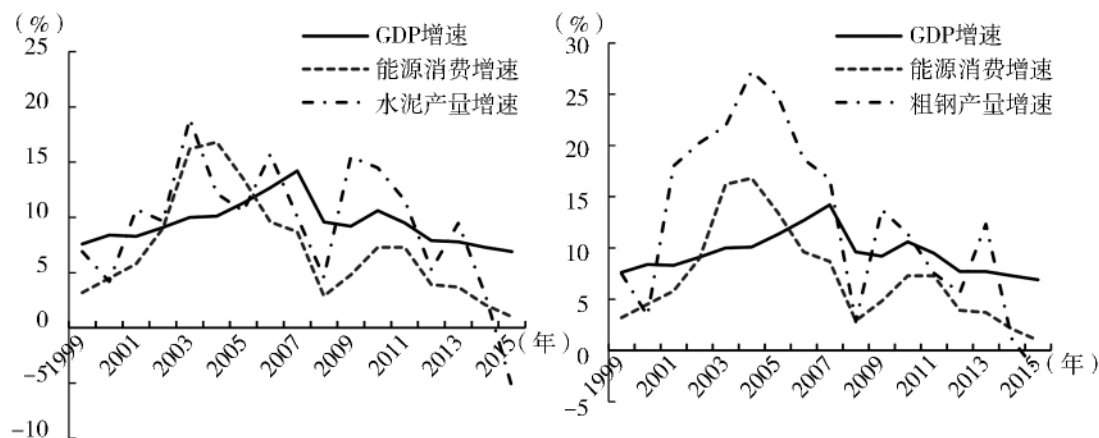


图 2 水泥和粗钢产量、能源消费与经济总量增速

资料来源：根据历年国家统计局能源统计司编《中国能源统计年鉴》（北京：中国统计出版社）、中华人民共和国国家统计局编《中国统计年鉴》（北京：中国统计出版社）整理。

^① 六大高耗能行业分别为：化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、石油加工炼焦及核燃料加工业、电力热力的生产和供应业。参见《中华人民共和国 2010 年国民经济和社会发展统计公报》，2011 年 2 月 28 日，<http://www.stats.gov.cn/statsinfo/auto2074/201310/P020131031386083234205.pdf>, 2017 年 5 月 3 日。

经济增长的带动。因此，本文将三者置于同一框架下，通过对经济总量、经济结构和能源消费三者关系的分析，识别我国能源消费增长的重要渠道。

图3为粗钢产量和水泥产量分别与能源消费量的相关关系图。图中散点分别为1995—2015年间各省份（不包括海南、西藏和港澳台地区）的能源消费量与粗钢产量观测值，以及能源消费量与水泥产量观测值；虚线为拟合线。可以发现，能源消费总量与粗钢产量的相关系数达0.71，与水泥产量的相关系数高达0.84，且都在99%的置信水平下显著。高耗能行业产品产量与能源需求存在很强的正相关关系。

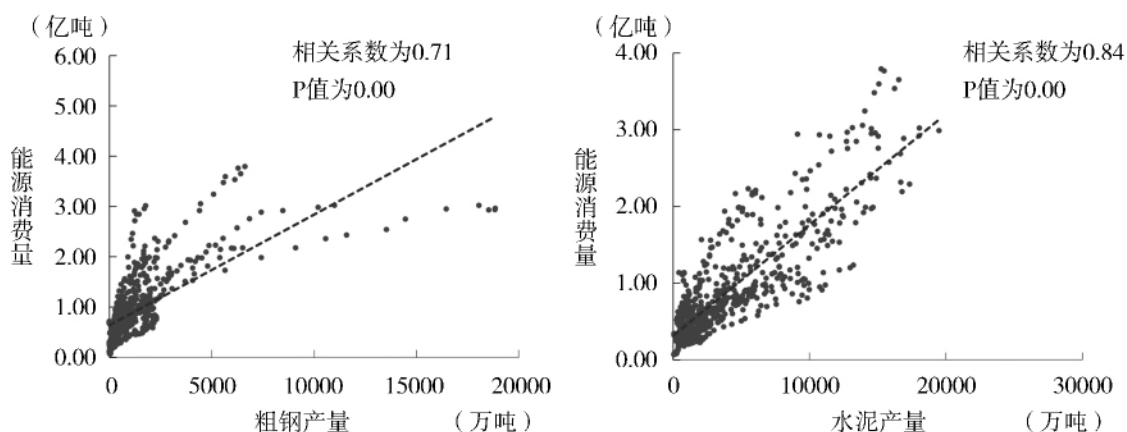


图3 水泥和粗钢产量与能源消费相关关系

综上所述有以下结论。(1) 总量预测法的文献对早年能源需求的预测，多是基于历史总量数据进行趋势外推，忽略了经济总量变化背后的影响因素，未能进一步对结构转型情况下经济增长与能源消费的关系进行分析，因此无法解释能源消费的拐点。(2) 结构预测法的文献大多采用“三部门”宏观产业结构，其结构调整过程为渐进过程，其变化缘自各具体行业的发展，对第一、二、三产业结构变化的分析，不足以涵盖高耗能行业变化所带来的影响。本文从以上两个方面对已有文献进行补充，将经济结构、经济总量和能源需求置于统一的分析框架，在考察经济结构尤其是高耗能行业发展变化的情况下，厘清经济发展影响能源消费的机制渠道，考量经济总量对能源消费产生的直接与间接影响，进而对我国未来能源需求走势作出预判。

本文研究意义如下。(1) 从学术角度来看，本文认为经济总量对能源消费影响的背后可能是高耗能行业的发展，通过对高耗能行业的研究，在一定程度上弥补了以往基于经济增长与能源需求简单线性关系对未来能源需求走势进行分析的不足。(2) 从现实角度来看，若高耗能行业是经济增长影响能源消费的重要渠道，考察中国高耗能行业未来发展趋势，定量分析经济总量通过高耗能行业对能源需求产生的直接与间接影响，则有助于理解中国未来的能源消费模式，为未来能源需求走势的

评估提供科学依据。

二、高耗能行业份额演化与经济发展程度

高耗能行业大多处于产业链上游，其产品通常作为下游产业的要素投入，涉及行业广泛，与宏观经济发展大环境关系十分密切。下面用“库兹涅茨曲线”这个概念，讨论高耗能行业发展与经济发展程度的关系。在“库兹涅茨曲线”这个框架下，一国高耗能产品的产量会随人均 GDP 的增加而增加，并在到达顶峰后开始减少。在经济发展初期阶段，生活与生产都还处于较低水平，对高耗能产品需求很低。由于高耗能产品通常作为原材料投入，随着经济的不断发展，高耗能产品需求大幅度上升，这时的规模效应远大于技术效应与结构效应。这一阶段的主要特点在于，产业结构由轻工业占主导地位逐渐转向以重工业与基础工业为主导。高耗能产品产量会向抛物线的顶端靠近。当工业化与城市化逐渐发展到一定阶段后，工业比重逐渐减小而第三产业迅速发展，加之技术进步，对高耗能产品的需求逐渐降低。于是，高耗能产品产量开始下降，因而呈现先上升、后下降的倒 U 型变化趋势。

现利用 1995—2015 年省级（不包括海南、西藏和港澳台地区）面板数据，分别对我国粗钢产量与人均 GDP 的关系，以及水泥产量与人均 GDP 的关系作初步分析。中国的资源禀赋特点是能源资源集中于经济相对落后的地区，相对于经济较发达的地区，经济落后地区发展高耗能行业具有比较优势，故将省份划分为东、中、西三个地区进行回归分析（见表 1）。划分三个地区后，每个地区的观测值数量有限，采

表 1 粗钢和水泥产量与人均 GDP 的非线性关系

	粗钢产量（固定效应）			水泥产量（固定效应）		
	东部	中部	西部	东部	中部	西部
人均 GDP	0.295* (0.131)	0.258*** (0.042)	0.071*** (0.021)	0.430*** (0.072)	0.831*** (0.137)	0.561*** (0.125)
(人均 GDP) ²	-0.000* (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
常数项	-2339.633 (1929.217)	-819.933** (304.920)	-93.164 (145.643)	-1509.544 (1259.224)	-2305.959* (1073.313)	-1448.860 (887.176)
观测值	210	168	231	210	168	231
R ²	0.404	0.824	0.692	0.686	0.802	0.741
省份数目	10	8	11	10	8	11

注：括号内的数值表示估计系数的稳健标准误差，***、**、* 分别表示估计系数在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

用控制时间的双向固定效应模型，会消耗过多的自由度。因此仅采用控制个体的固定效应模型作简单分析。表1显示，在粗钢产量模型中，除西部地区人均GDP的二次项系数不显著外，东部和中部地区人均GDP平方系数均为负且显著。在水泥产量模型中，三个地区的水泥产量都与人均GDP呈倒U型关系。这在一定程度上说明，随着我国经济发展水平的不断提高，高耗能产品产量可能存在拐点，验证了前述论点。

限于篇幅，仅以水泥为例，考察高耗能产品产量与经济发展程度的倒U型关系。我国水泥产量早在1985年就位居世界第一，2000—2015年水泥产量的年均增长速度达到9.40%。究其原因，主要是经济规模的不断扩张在推动固定资产投资走高的同时，也激发了水泥行业的发展潜力；各类基础设施的建设促进了对建筑用材的需求，而人民生活水平的提高也使得房地产行业快速发展。

但从目前我国水泥行业供给端来看，我国水泥产量在2014年达到峰值后开始下降。《水泥行业去产能行动计划（2018—2020）》要求到2020年，水泥行业压缩熟料产能3.93亿吨；环保方面，“2+26”城市大气污染防治和北方15省市水泥企业冬季错峰生产等政策措施都将严控水泥生产。图4显示，自2010年以来，我国水泥新增产能不断降低，同时新增生产线也不断减少。

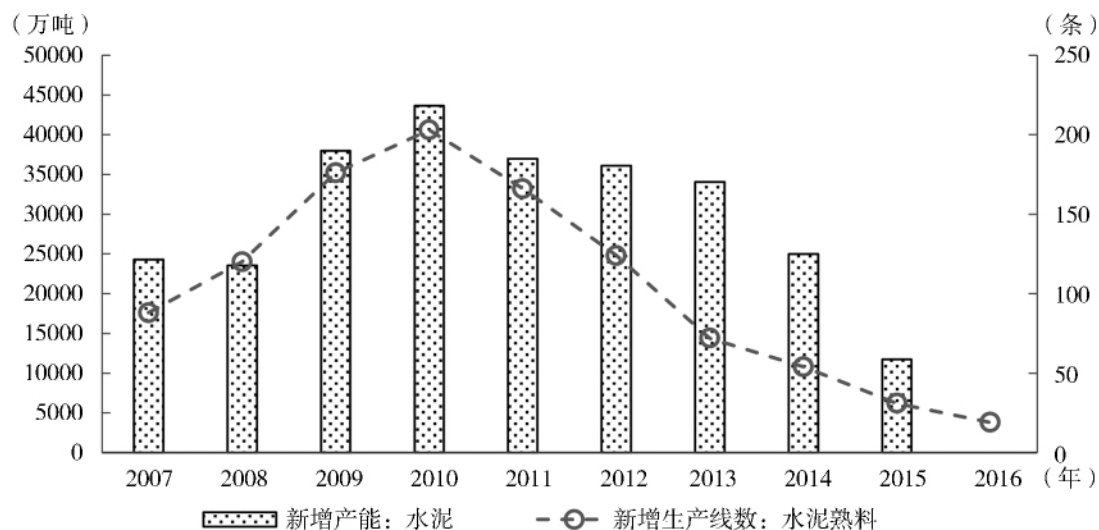


图4 水泥行业新增产能情况

资料来源：Wind数据库。

从水泥行业需求侧来看，房地产行业、基础设施建设与农村建设是水泥行业的消费主力，基本各占到1/3。其中，农村建设的水泥需求一直比较稳定，房地产和基础设施建设开始逐渐饱和，导致下游行业对水泥的需求呈下行趋势。从近年三个部门的固定资产投资完成情况来看，下游行业的投资波动起伏也较大（见图5），但2013年以后都显著下降。并且，我国当前经济增长收敛态势明朗，资本回报率逐渐

下降, 新增投资的产出回报较之前会有减少。^① 水泥下游行业投资速度的逐渐放缓, 在一定程度上降低了对水泥的需求。张勋和徐建国发现, 在剔除直接税和间接税后, 中国经济的整体资本回报率在 2009 年开始下降, 2010 年未有显著回升, 2012 年回报率仅为 4.20%。^② 白重恩和张琼的估算结果也表明, 尽管 2009 年我国资本回报率的大幅下降在 2010 年和 2011 年有所反弹, 但自 2012 年又开始持续下降。^③ 在高投资率的背景下, 我国资本回报率呈现缓慢下降的长期趋势。^④ 随着资本回报率的下降, 全社会投资将收紧, 经济发展速度逐渐减缓, 经济发展稳态出现, 进而高耗能行业这类依靠投资生存的行业发展速度开始放慢。加之政府去产能政策实施的不断深化, 我们预判高耗能产品生产增速将放缓, 高耗能产品产量会出现拐点, 或者出现增长平台期。^⑤

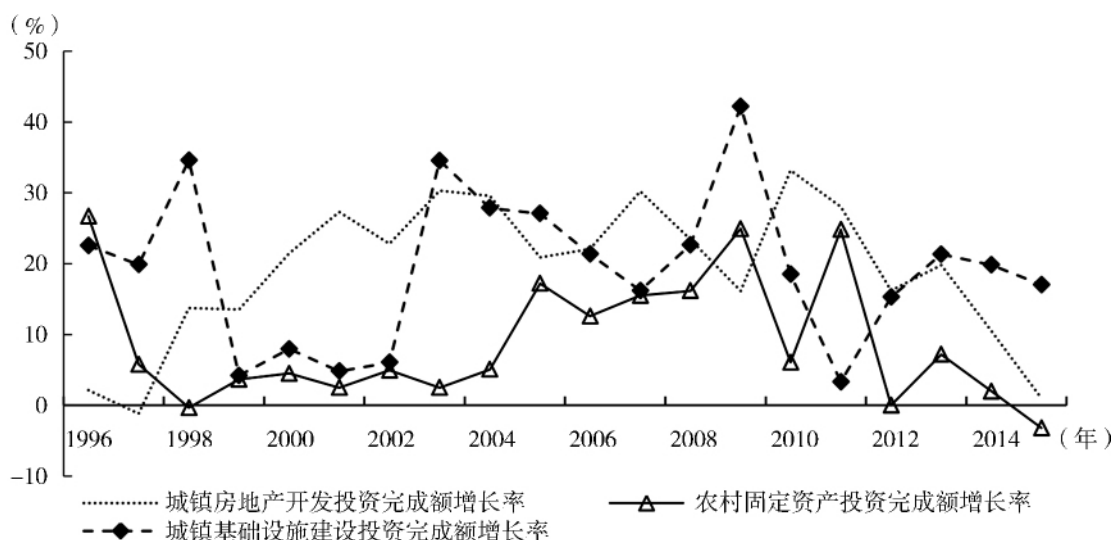


图 5 房地产、基础设施建设与农村固定资产投资情况

资料来源: 根据历年国家统计局固定资产投资统计司编《中国固定资产投资统计年鉴》(北京: 中国计划出版社) 整理。

当然, 在高耗能产品产量拐点过后, 也可能只是进入平台期, 并不一定会迅速出现下降趋势。从部分发达经济体的粗钢产量情况可以看出 (见图 6), 粗钢产量在

- ① 本文的资本回报率为广义的长期资本回报率, 在宏观层面上根据学者估计得到的资本存量为基础进行计算。该指标相对于微观层面的回报率, 更能涵盖整个经济体的变化, 具有更为综合全面的优势。尽管 2017 年工业企业利润和高耗能产品产量都有所增长, 但这种短期波动与本文所言长期资本回报率下降并不冲突, 短期波动也是客观存在的。
- ② 张勋、徐建国:《中国资本回报率的再测算》,《世界经济》2014 年第 8 期。
- ③ 白重恩、张琼:《中国的资本回报率及其影响因素分析》,《世界经济》2014 年第 10 期。
- ④ 参见方文全:《中国的资本回报率有多高》,《经济学(季刊)》2012 年第 11 期。
- ⑤ 尽管高耗能行业发展存在倒 U 型趋势, 但也应该认识到, “拐点”可能是经济周期影响的结果。趋势性变动与周期性变动可能并存, 两者并不冲突。

经济发展水平到达某一峰值后可能会出现一个平台期，大致在一定区间上下波动，而不会出现较大的起伏；另一些国家的产量则会在峰值出现后迅速下降。英法两国粗钢产量均在20世纪60—70年代间出现了峰值，之后开始下降；日本和德国则在出现峰值后保持一个相对稳定的产量状态。

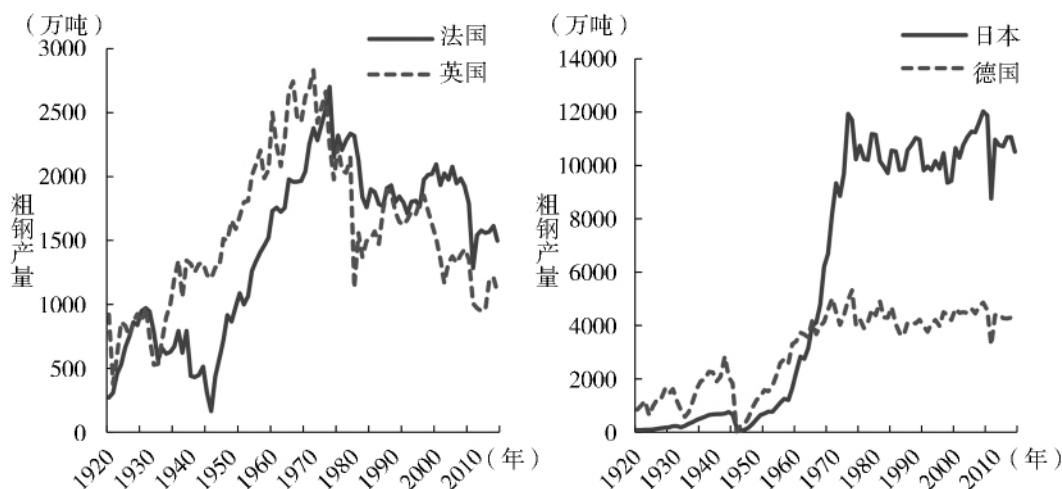


图6 部分发达经济体的粗钢产量变化情况

资料来源：根据世界钢铁协会历年世界钢铁统计年鉴整理 (<http://www.worldsteel.org/zh/>)。

从目前经济形势来看中国的粗钢产量，一方面，中国房地产行业日趋饱和，制造业面临产能过剩；另一方面，主要用钢行业结构调整取得进展，意味着钢铁行业不再是量的增长，而是结构性、替代性的需求调整。数据显示，我国粗钢表观消费量（粗钢当年产量加上净进口量）和粗钢产量分别于2013年和2014年相继出现拐点，而人均粗钢消费量也于2013年开始出现拐点（见图7）。我国全社会钢铁需求，将逐渐下降或者出现增长平台期。

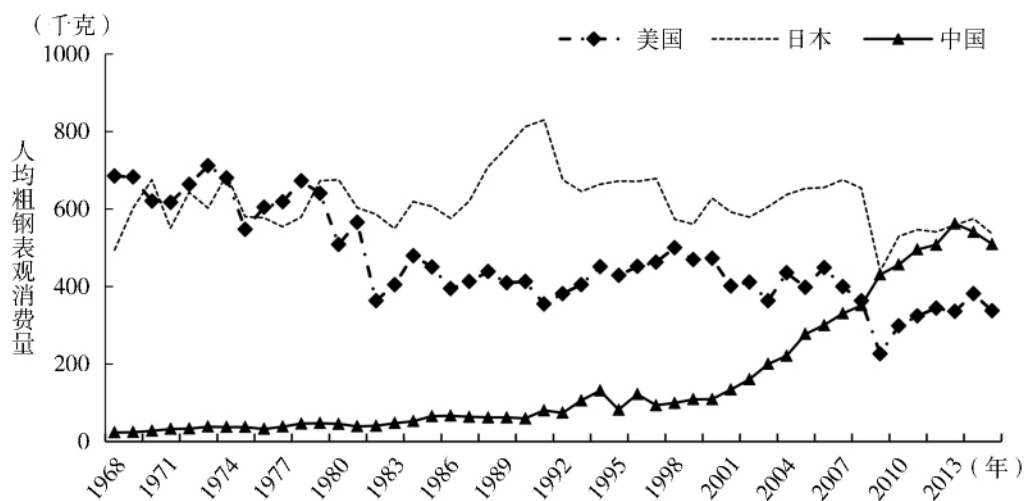


图7 中、日、美三国人均粗钢表观消费量比较

资料来源：Wind 数据库。

根据上述以粗钢为例进行的分析,我们认为,高耗能行业会随着人均 GDP 的增长出现先上升后下降(或者进入平台期)的趋势,这说明经济发展的水平,会直接影响高耗能行业的发展速度。就本文而言,能源需求会与经济总量脱钩,而且随着经济规模的不断扩大,高耗能行业份额演化过程会对未来能源需求走势产生影响。

三、实证分析

(一) 模型设定与数据来源

根据能源需求模型的一般设定,现构建关于人均能源消费与人均 GDP 的简化函数模型。^① 即有能源需求函数形式:

$$E_{it}^* = f(Y_{it}, p_{it}, \tau_{it})$$

其中,能源消费量 E_{it} 为人均产出 Y_{it} 和能源价格 p_{it} 以及技术 τ_{it} 的函数, E_{it}^* 为长期最优均衡。根据居民效用最大化的比较静态分析和厂商利润最大化的分析,预期能源需求与人均产出呈正相关关系,与能源价格和技术都呈负相关关系。

既然经济增长对能源需求的拉动的实质是高耗能行业的发展,下面对这一间接拉动效应进行量化分析。鉴于高耗能行业本身就是经济体的重要组成部分,为强调产业结构变化对能源消费的影响,并说明 GDP 衡量的经济总量指标不能完全解释中国能源消费的增长,现于模型中逐步加入各高耗能行业产品产量 $Z_{it,j}$ 。若在逐渐加入高耗能行业变量后,人均 GDP 的系数逐渐变小,则说明经济增长对能源消费的影响,确有一部分是通过高耗能行业的发展产生。^②

尽管高耗能行业的发展是影响中国能源消费需求的重要因素,但是不可忽视第三产业比重的逐年上升,相当一部分地区的第三产业比重已超过 50%,个别地区甚至接近 80%。为完整刻画中国能源消费需求的全貌,本文加入第三产业所占比重作为控制变量。此时,能源需求函数为 E_{it}^* , 实证估计方程如式(1):

$$E_{it}^* = f(Y_{it}, p_{it}, \tau_{it}, Z_{it,j}, \text{tertiary}_{it})$$

$$\ln E_{it} = \eta_i + \gamma_t + \alpha \ln \text{price}_{it} + \delta \ln Y_{it} + \kappa \text{tec}_{it} + \sum_{j=1}^J \rho_j \ln Z_{it,j} + \varphi \text{tertiary}_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

① 参见 K. B. Medlock III and R. Soligo, "Economic Development and End-Use Energy Demand," *The Energy Journal*, vol. 22, no. 2, 2001, pp. 77-105.

② 本文采用物理变量而非货币变量,出于以下原因:(1) 消除产品受能源价格波动的影响;(2) 各高耗能行业增加值数据的缺失,可得产值数据仅为 2001—2011 年。

考虑到数据的可得性，现基于中国 29 个省份 1995—2015 年面板数据进行分析。^① 所有数据均为公开数据。被解释变量为能源需求水平，以人均能源消费量 (E) 来衡量。主要解释变量为经济发展水平，以人均实际 GDP (Y) 来刻画。核心解释变量为六大高耗能行业代表性产品的人均产量 (Z)，包括粗钢产量 (steel)、水泥产量 (cement)、火力发电量 (power)、十种有色金属产量 (metal)、焦炭产量 (coke) 以及烧碱产量 (soda)。这六种产品均属于国家规定的 22 项高耗能产品。控制变量为第三产业所占比重 (tertiary)、能源价格水平 (price) 和技术变量 (tec)。由于本文对能源消费的测度采用的是能源总和变量，不同能源品各自的价格影响在实证分析中并不明确，故采用燃料、动力类购进价格指数来衡量能源价格，以 1995 年=100 计算；技术变量采用科研 (R&D) 经费投入强度指标。为减少异方差及离群点的影响，除第三产业比重和技术变量外，其余各变量在实证分析中均采用对数形式。

能源数据来自历年《中国能源统计年鉴》；人均 GDP 数据以 1995 年为基年进行平减，来自历年《中国统计年鉴》；其他高耗能数据来自各省统计年鉴和国家统计局社会科技和文化产业统计司、科学技术部创新发展司编《中国科技统计年鉴》（北京：中国统计出版社），少量变量存在缺失值，部分缺失值由缺失值前后年份的平均值填补，而如北京市近几年十种有色金属产量和焦炭产量等缺失的数据，以零值填补。表 2 为被解释变量与解释变量的描述性统计。

表 2 各变量描述性统计

变量名	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
人均能源消费量 (吨标准煤)	609	2.42	1.51	0.48	8.88
人均 GDP (元)	609	16283.63	13834.10	1826	81564.09
人均焦炭产量 (吨)	609	0.25	0.42	0.00	2.92
人均烧碱产量 (吨)	609	0.01	0.02	0.00	0.12
人均水泥产量 (吨)	609	0.92	0.65	0.02	3.20
人均粗钢产量 (吨)	609	0.32	0.40	0.00	2.57
人均十种有色金属产量 (吨)	609	0.02	0.05	0.00	0.39
人均火力发电量 (10 ⁴ kW/h)	609	0.21	0.21	0.02	1.64
燃料、动力购进价格指数 (1995 年=100)	609	192.20	96.32	90.98	817.77
R&D 经费投入强度 (%)	609	1.15	1.08	0.00	7.85
第三产业比重 (%)	609	39.91	7.72	27.70	79.65

① 本文实证研究的省份未包括西藏和海南，出于以下原因：(1) 西藏和海南两地的部分变量缺失值严重；(2) 两地能源需求占我国能源需求总量的比重微小。

（二）经济增长对能源消费的直接影响

众所周知，除了资本和劳动投入要素之外，能源已经成为生产函数中非常普遍的重要要素投入，能源投入影响经济增长的理念被现有研究普遍接受。从这个意义上来讲，人们不能忽视能源要素与经济增长之间的内生性。尽管多数学者均认为，经济增长与能源需求之间存在协整关系，但就中国各省份具体情况而言，经济增长与能源消费也并不呈现必然的双向因果关系。林伯强等认为，将 GDP 作为解释变量具有合理性。^①

尽管如此，为了避免这种反向因果关系导致的内生性对估计结果产生影响，参考 Vo 的做法，现采用解释变量的滞后项作为工具变量，进行两阶段最小二乘回归，人均 GDP 的工具变量采用人均 GDP 的滞后二期值。^② 一方面，人均 GDP 的滞后期与当期的人均 GDP 相关，而且是高度相关，因而相关性条件得以满足；另一方面，过去的人均 GDP 已经发生，所以从当期角度来看，人均 GDP 的滞后值可以视为“前定”，可能与当期的扰动项也不相关，因而外生性条件得以满足。^③ 同时，在对以人均 GDP 滞后二期值作为工具变量，进行不可识别检验和弱工具变量的检验中，发现两个检验均强烈拒绝原假设。也就是说，该工具变量与内生变量是相关的，同时不是弱工具变量。所有回归均控制了省级个体效应和时间固定效应。这主要基于以下三个方面。一是中国省份间资源储量、发展方式与消费习惯等存在较大差异。二是在 1995—2015 年的时间跨度内，宏观环境、国家政策、技术效率等变动较大。三是本文等式中的变量均会随时间发生变化。

估计结果见表 3。列（1）—（7）采用 2SLS 方法进行估计。采用双重固定效应估计量，常数项在差分过程中已被消除，不会影响其他估计系数。其中，列（1）为只考虑经济增长和控制变量对能源需求影响的模型，0.733 为人均能源消费的收入弹性，即人均 GDP 每增长 1%，能源需求将增加 0.733%。此时的能源价格、第三产业比重和技术水平，对能源需求的影响均为负，与预期相符。列（2）—（7）为逐渐加入六大高耗能行业代表性产品产量的估计结果。从七列结果可以看到，在逐步加入 Incoke、

① 林伯强、魏巍贤、李丕东：《中国长期煤炭需求：影响与政策选择》，《经济研究》2007 年第 2 期。

② 参见 X. Vo, “Net Private Capital Flows and Economic Growth: The Case of Emerging Asian Economies,” *Applied Economics*, vol. 42, no. 24, 2010, pp. 3135-3146.

③ 我们认为，选择人均 GDP 的滞后二期值作为工具变量，比采用滞后一期或更高滞后阶数作为工具变量更为合适。首先，从现实情况来看，投资是经济发展的重要源泉，但因投资周期或“趴账”等原因，其作用的发挥往往具有时滞性，这在一定程度上说明，人均 GDP 对能源消费的影响也会具有一定的时滞，意味着人均 GDP 滞后一期值会直接影响当期能源消费。其次，采用滞后二期值在一定程度上有助于减轻扰动相关问题。参见陈强编著：《高级计量经济学及 Stata 应用》，北京：高等教育出版社，2014 年。

lnmetal、lnsoda、lnsteel、lnpower 和 lncement 后, 人均 GDP 系数逐渐下降, 从 0.733 下降至 0.439。即考虑高耗能行业发展的影响, 人均 GDP 每增长 1%, 能源需求的增加幅度从 0.733% 下降到 0.439%。这说明经济增长对能源消费的影响, 确实有一部分是通过高耗能行业间接引致的。列 (7) 结果显示, 六类工业产品对能源消费的影响均为正, 但粗钢对能源需求的影响并不显著。这可能是由于模型中包含焦炭变量, 而焦炭是粗钢生产的重要原材料, 粗钢对能源需求的影响可能部分由焦炭来体现。此外, 我们分别采用混合面板 (列 (8)) 和双向固定效应模型 (列 (9)) 进行估计, 混合面板普通最小二乘估计 (Pooled OLS) 模型的人均 GDP 系数为 0.186, 双向固定效应模型的人均 GDP 系数为 0.489, 列 (7) 人均 GDP 系数处于两者之间。

表 3 高耗能行业对能源消费影响估计结果

	2SLS							OLS	FE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
lnY	0.733*** (0.096)	0.638*** (0.088)	0.578*** (0.076)	0.578*** (0.076)	0.563*** (0.077)	0.499*** (0.075)	0.439*** (0.089)	0.186*** (0.044)	0.489*** (0.106)
lncoke		0.083*** (0.017)	0.057*** (0.013)	0.046*** (0.011)	0.039*** (0.011)	0.035*** (0.008)	0.033*** (0.007)	0.073*** (0.019)	0.041*** (0.015)
lnmetal			0.065*** (0.008)	0.052*** (0.008)	0.052*** (0.008)	0.027*** (0.007)	0.029*** (0.007)	0.024** (0.010)	0.024** (0.012)
lnsoda				0.058*** (0.013)	0.061*** (0.013)	0.037*** (0.011)	0.036*** (0.010)	0.028* (0.017)	0.036* (0.021)
lnsteel					0.021 (0.013)	0.002 (0.010)	0.004 (0.010)	0.018 (0.016)	-0.008 (0.014)
lnpower						0.207*** (0.026)	0.190*** (0.026)	0.355*** (0.024)	0.233*** (0.052)
lncement							0.052** (0.025)	-0.027 (0.023)	0.027 (0.031)
lnprice	-0.121** (0.059)	-0.056 (0.052)	-0.082** (0.039)	-0.109*** (0.041)	-0.124*** (0.042)	-0.119*** (0.036)	-0.119*** (0.036)	0.184*** (0.046)	-0.118 (0.077)
tertiary	-0.013*** (0.002)	-0.008*** (0.002)	-0.004*** (0.002)	-0.003** (0.002)	-0.003** (0.002)	-0.004*** (0.002)	-0.004** (0.002)	0.014*** (0.002)	-0.004 (0.004)
tec	-0.053 (0.034)	-0.027 (0.022)	-0.056*** (0.017)	-0.045*** (0.016)	-0.043*** (0.016)	-0.019 (0.015)	-0.000 (0.016)	-0.035* (0.020)	0.001 (0.025)
常数项	—	—	—	—	—	—	—	-1.373*** (0.489)	-2.287* (1.226)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是

续表 3

	2SLS							OLS	FE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	否	是
观测值	551	546	540	540	540	540	540	598	598
R ²	0.938	0.950	0.960	0.962	0.963	0.968	0.968	0.869	0.965
省份数量	29	29	29	29	29	29	29	29	29

注：括号数值表示估计系数的稳健标准误差，***、**、*分别表示估计系数在 1%、5%和 10%水平显著。

(三) 高耗能行业的传导效应

如前文所述，高耗能行业作为上游行业，粗钢、水泥等通常构成其他产业的要素投入，产业链长，受经济波动影响较大。经济增长会通过影响高耗能行业的发展，间接影响能源需求。为量化经济增长通过高耗能行业对能源需求产生间接影响的程度，现考察人均 GDP 对高耗能行业的影响，即以高耗能行业作为被解释变量进行估计。式 (2) 仍采用人均 GDP 的二期滞后项作为工具变量进行估计，模型如下：

$$\ln Z_{it,j} = \xi_{ij} + \theta_{ij} + \beta_j \ln Y_{it} + \mu_{itj} \quad (2)$$

$j \in (\text{coke, soda, cement, steel, metal, power})$

估计结果见表 4。人均 GDP 对六种高耗能产品具有显著的正向影响，说明人均 GDP 的增加的确会促进高耗能行业的发展，但人均 GDP 对焦炭的影响并不显著。从结果来看，人均 GDP 对粗钢和水泥产量的影响最大，分别为 3.789 和 1.934；其次分别为十种有色金属 (1.367)、烧碱 (0.962)、火力发电量 (0.738) 和焦炭 (0.493)。可见，经济增长与高耗能行业产量呈正相关，经济增长对能源消费的影响，确实可以从高耗能行业的角度进行解释。

表 4 经济增长对高耗能产品产量的影响

	lncoke	lnmetal	lnsoda	lnsteel	lnpower	lncement
lnY	0.493 (0.373)	1.367** (0.578)	0.962** (0.420)	3.789*** (0.998)	0.738*** (0.177)	1.934*** (0.192)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	546	540	548	551	551	551
R ²	0.552	0.344	0.588	0.502	0.856	0.885
省份数量	29	29	29	29	29	29

注：括号数值表示估计系数的稳健标准误差，***、**、*分别表示估计系数在 1%、5%和 10%水平显著。

由于人均 GDP 对能源需求的影响可部分地由高耗能行业的产量来解释，因而可进一步估计经济发展作用于高耗能行业对能源需求产生的效应。表 5 为估计结果。可以看到，经济增长对能源消费产生的直接影响为 0.439，相对影响程度为 55.89%；六种高耗能产品产量对能源消费的间接影响为 0.346，相对影响达到 44.11%，尤其以发电量中介效应最高，相对影响接近 17.85%，其次为水泥，达到 12.80%。

表 5 高耗能行业的传导效应

	ρ	β	$\delta + \rho\beta$	相对影响程度 (%)
人均 GDP			0.439	55.89
焦炭	0.033	0.493	0.016	2.07
十种有色金属	0.029	1.367	0.040	5.05
烧碱	0.036	0.962	0.035	4.41
粗钢	0.004	3.789	0.015	1.93
火力发电量	0.19	0.738	0.140	17.85
水泥	0.052	1.934	0.101	12.80
总效应			0.785	100.00

四、高耗能行业份额演化与未来能源需求走势

经济发展对能源消费的直接影响，只是能源需求分析的一个维度。考虑到能源消费与经济发展速度的逐渐脱钩，利用经济总量对能源消费进行分析的局限日益显现。为对我国未来能源需求走势作出更为科学合理的判断，需要对高耗能行业份额的演化进行讨论。工信部《工业绿色发展规划（2016—2020 年）》明确指出，到 2020 年六大高耗能行业占工业增加值的比重要继续下降。鉴于高耗能行业发展受年度政策和经济形势影响较大，现利用 Li 等在 2011 年提出的面板固定效应模型下时变系数的非参数估计方法对未来能源需求走势进行考察。^① 与以往的自相关分析和弹性系数法等相比，面板固定效应模型考虑了各省之间的异质性，而其考虑时间趋势的变系数估计，又可更好地捕捉变量各期的变化，得到的估计结果是系数在每个时间点上的值。模型形式如下：

$$\begin{aligned}
 E_{it} &= f_t + \sum_{j=1}^d \beta_{t,j} X_{it,j} + \alpha_i + e_{it} \\
 &= f_t + X_{it}^T \beta_t + \alpha_i + e_{it}, \quad (i=1, \dots, N; t=1, \dots, T)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

① D. Li, J. Chen and J. Gao, “Non-Parametric Time-Varying Coefficient Panel Data Models with Fixed Effects,” *Econometrics Journal*, vol. 15, no. 3, 2011, pp. 387-408.

其中, $X_{it} = (X_{it,1}, \dots, X_{it,d})^T$, $\beta_t = (\beta_{t,1}, \dots, \beta_{t,d})^T$, X_{it} 为解释变量和控制变量的向量, 包括在式 (1) 中提到的所有解释变量和控制变量, 所有 β_t 和 f_t 为未知函数, α_i 表示不可观测的省份固定效应, α_i 与 X_{it} 相关; e_{it} 为平稳序列且弱依赖于 i , 并且不依赖于 α_i 和 X_{it} 。T 为年份长度, N 为省份数量。面板固定效应模型下时变系数的非参数估计方法 (以下简称“非参趋势法”) 的优势在于数据驱动, 能得到时变系数 β_t 与时间趋势 f_t 的一致性估计。Li 等提出, 局部平均线性估计方法可以通过取横截面均值消除固定效应。为了使模型可识别, 假定 $\sum_{i=1}^N \alpha_i = 0$ 。因篇幅受限, 省略该模型的估计结果。^①

现利用样本内数据, 对比时间序列方法、弹性系数法和非参估计法对中国能源需求的评估结果。时间序列预测采用 ARIMA 模型。先对能源消费总量进行单位根检验, 发现存在趋势, 对其取对数, 发现仍不平稳, 故将对数进行一阶差分。通过对自相关和偏自相关图进行分析, 分别选取 $p=3$ 、 $q=3$, 根据最小信息准则, 此时 AIC 的值最小, 且系数均十分显著。弹性系数法为未考虑高耗能行业变量仅采用人均 GDP 滞后二期作为工具变量的估计结果。需要注意的是, 自回归预测结果是与全国层面的能源需求实际值作比较, 而弹性系数法和非参估计法的预测值, 则是与各省能源需求加总的实际值作比较。图 8 为三种方法预测结果与实际值的比较, 可以发现, ARIMA 模型预测值与实际值的偏差最大, 弹性系数法和时变系数非参估计法的偏差较为接近。从预测误差的方差看, ARIMA 模型高达 2.6, 弹性系数法和非参估计法的方差均不到 1, 但弹性系数方法无法考虑经济结构变化对未来能源需求的影响。弹性系数法的均方误差值 (RMSE) 最低为 1946.4; 非参趋势法为 2917.8; ARIMA 法为 4595.9, 其 RMSE 最高, 说明 ARIMA 模型不适合用于对我

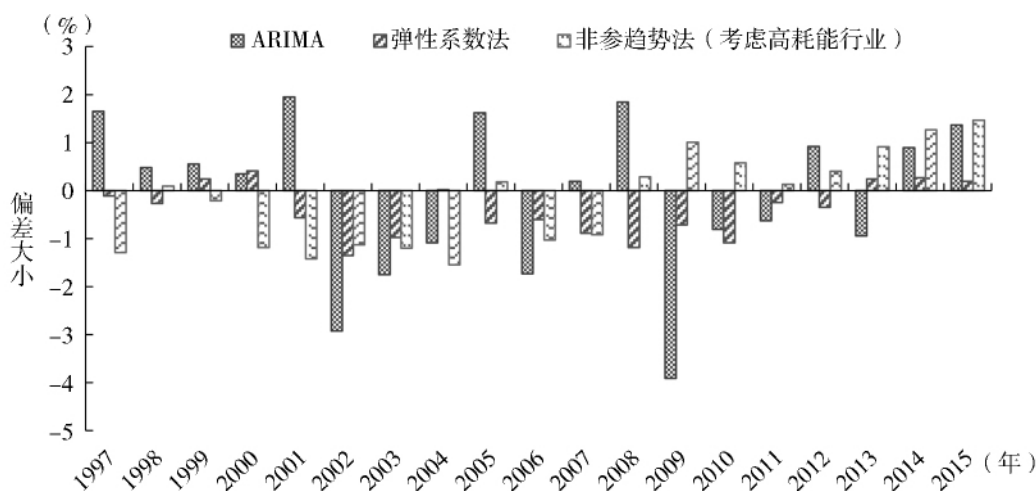


图 8 三种方法的样本内预测结果比较

① 读者如需要估计结果, 可向作者索取。

国未来能源需求走势进行评估。故对 2016—2035 年能源需求走势的评估，将采用未考虑高耗能行业变化的弹性系数方法，以及考虑高耗能行业发展变化的时变系数非参估计方法。

首先，对模型涉及的各项变量在 2016—2035 年的增速进行情景设定。其中，人口增长率来自 International Futures，该机构分别设定每年人口增长率，2016—2035 年的年均增长率约为 0.09%。^① 多个国际组织对我国 GDP 增长率进行了预测，但预测期间都较短，仅经合组织（OECD）长期预测数据库预测期至 2060 年。但该组织预测，中国 2016—2020 年的 GDP 增长率仅为 5.86%，远低于“十三五”规划 6.50% 的目标。本文设定 2016—2020 年 GDP 年均增速为 6.50%，2021—2035 年间年均增速为 5%。根据 GDP 增速与人口增速的关系，可以得到人均 GDP 的增速。

表 6 中国 GDP 增速预测

年份	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2025	2030	2035
世界银行	6.70	6.50	6.30	6.30						
经合组织（OECD）	6.70	6.64	6.39							
国际货币基金组织	6.70	6.77	6.50	6.30	6.20	6.00	5.75			
联合国	6.70	6.50	6.50							
经合组织（OECD） 长期预测	6.69	6.20	5.80	5.45	5.14	4.87	4.62	4.02	3.49	3.39

资料来源：“China GDP Growth Forecast 2018-2020 and up to 2060, Data and Charts,” <https://knoema.com/loqqwx/china-gdp-growth-forecast-2015-2020-and-up-to-2060-data-and-charts>.

其次，对未来高耗能行业的发展进行情景假设。随着经济结构的演进，经济发展各方面对高耗能行业物质支撑的需求开始减弱。同时随着供给侧结构性改革去产能政策的贯彻，高耗能行业发展趋势开始放慢。国际能源署（IEA）预测，中国化工行业及有色金属行业的增长将会持续到 2040 年，但中国钢铁和水泥产量会持续下降 30%—40%。^② 关于高耗能行业各产品产量的增长趋势见表 7。其中，烧碱和十种有色金属 2021—2035 年的增长率，将在 2016—2020 年区间增速的基础上降低 3%。鉴于中国的焦炭有 85% 用于炼钢，且中国的钢铁产能大部分是近十年投产的先进产能，单位能耗水平已接近世界先进水平，因此，焦炭消费应依从于钢铁消费，故设定焦炭增长率与粗钢增长率相等。对于技术变量、价格变量和第三产业比重变量，选取各省样本内年份的年均增长率进行情景分析。当然，在这种情况下的估计结果必然会存在一定的偏差，但不影响趋势分析。

① International Futures, “Population Forecast for China,” Version 7.37, http://www.ifs.du.edu/ifs/frm_CountryProfile.aspx?Country=CN, 4 April, 2017.

② IEA, *World Energy Outlook 2016*, Paris: International Energy Agency, 2016.

表 7 高耗能产品 2016—2035 年增长情形

	焦炭	烧碱	水泥	粗钢	十种有色金属	火力发电量
2016—2020	0.46%	4.50%	-1.42%	0.46%	4.10%	2.40%
2021—2035	-0.95%	1.50%	-1.36%	-0.95%	1.10%	2.40%

资料来源：工业和信息化部：《石化和化学工业发展规划（2016—2020年）》（工信部规〔2016〕318号）；A. Hasanbeigi, N. Khanna and L. Price, *Air Pollutant Emissions Projections for the Cement and Steel Industry in China and the Impact of Emissions Control Technologies*, Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2017；工业和信息化部：《有色金属工业发展规划（2016—2020年）》（工信部规〔2016〕316号）；IEA, *World Energy Outlook 2016*。

由于未来经济发展过程存在不确定性，需要对未来经济发展状态作出假设。现据估计所得的 2015 年时变系数，设定 2016—2035 年各变量的系数，对 2016—2035 年能源需求走势进行分析，结果见图 9。图 9 显示，考虑高耗能行业发展与否，对 2016—2035 年的能源需求走势影响十分明显，弹性系数法预测结果显著高于考虑高耗能行业发展的预测结果，两者差异最大时高达一倍以上。根据该结果，若考虑高耗能行业发展速度的减缓，我国未来能源需求将维持在一个相对稳定的水平。但不容忽视该论断的前提在于，部分高耗能行业在未来年份呈现负增长。图 9 给出的结果验证了本文的核心观点——控制高耗能行业发展将是抑制我国能源需求扩张的关键。林伯强等在对煤炭需求的分析中也得到类似的结论，认为工业结构的微调会对煤炭需求起到很大的抑制作用。^① 分析结果明确揭示，仅考虑经济增长单一维度对能源需求进行研究，会出现对未来能源需求走势的误判。

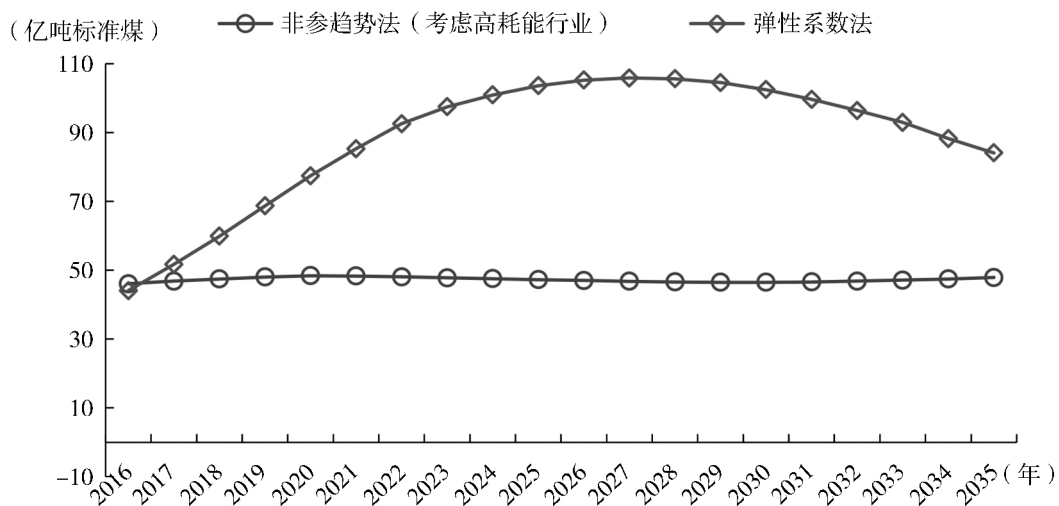


图 9 2016—2035 年能源需求预测值

^① 林伯强、魏巍贤、李丕东：《中国长期煤炭需求：影响与政策选择》，《经济研究》2007 年第 2 期。

结 论

本文从两个方面对能源需求进行了分析。首先,从工业内部结构的角度,分析经济增长影响能源消费的直接与间接途径,并对其影响程度进行量化。结果发现,经济增长对能源需求的直接影响程度为55.89%,另外44.11%的影响是通过高耗能行业的发展引致的。其次,基于上述分析,评估未来中国的能源需求走势,发现若不考虑产业结构优化(即高耗能行业所占比重不断下降),中国能源需求会被高估;若将高耗能行业的比重变化考虑到对能源需求走势的评估之中,我国能源需求在未来年份将维持在一个较为稳定的水平。

因此,控制产业结构内部的高耗能行业发展才是抑制能源需求扩张的关键。尽管当前中国高耗能行业对能源需求的比重十分巨大,但已进入发展的平稳期,增长空间不大。这说明随着经济结构的演进,高耗能行业拐点即将到来,中国高耗能产品继续大规模增长的基础将不复存在。

本文从产业子类别入手,研究经济总量对能源消费影响的传导机制,提出高耗能行业在能源消费研究中的重要性。目前尚未有文献利用面板数据,对该命题进行计量分析,本文是对能源消费、经济总量与经济结构三者关系研究的一次有益尝试,也是对现有研究的一个有益补充。但本文还存在一些不足,包括对高耗能行业发展的测度,如何准确选取高耗能行业的代表性产品;对未来能源需求走势的评估模型的选择以及高耗能行业发展的情景假设的探讨。这些都将是未来可能需要改进并开展进一步研究的方向。

〔责任编辑:梁 华〕

process, China will have advantages in terms of stage of development, market scale, commercial models, internet and digital technology applications, and degree of openness, all of which will give it greater competitive strength. An analysis of the cultural and sports industries indicates that the opening of the major powers' cultural markets will increase the international influence of cultural factors.

(4) Changes in the Economic Structure and Trends in China's Future Energy Demands

Zheng Xinye, Wu Shimei and Li Fanghua • 92 •

Evaluating trends in China's future energy demands is highly important. Using provincial-level panel data from 1995 to 2015, we studied the relationships between the economic aggregate, the development of the high-energy consumption industry, and energy demand. We find that the economic aggregate affects energy demand through the high-energy consumption industry and that changes in the economic structure are the main factor in changes to energy demand. This means that China's future energy demands will be much lower than those contained in forecasts that did not consider this factor. Comprehensively promoting green-tech development and strengthening regulation of the high-energy consumption industry will be key option for realizing China's objective of controlling total energy consumption.

(5) The Peaceful Non-Settlement of Disputes in the Construction of a Community of Shared Future for Mankind

Huang Yao • 113 •

Studying the scientific connotations and guiding significance of a community of shared future for mankind at the level of international law is an important issue, and integrating the rich thought contained in the concept of a community of shared future for mankind with the settlement of international disputes is of practical value. At present, the practice of solving international disputes has encountered many difficulties; we need to explore new models and new thinking in this area. The peaceful non-settlement of disputes is an important supplement to existing methods. Producing summaries and theories on the practice of peaceful non-settlement of disputes from a legal perspective and taking the concept of a community of shared future for mankind as a theoretical resource to support the peaceful non-settlement of disputes will be conducive to enriching and guiding practice. At the same time, the peaceful non-settlement of disputes will play a positive role in pushing forward the construction of a community of shared future for mankind.

• 206 •