

煤炭消费终端部门对煤炭需求的动态影响分析

林伯强, 毛东昕

摘要: 煤炭是我国经济发展的重要物质基础, 是中国的基础能源。我国经济发展和工业化、城市化进程离不开煤炭资源的支持, 同时工业化、城市化也带动着煤炭需求的快速增长。本文从产业链的角度出发追索煤炭的消费终端, 通过状态空间模型阐述了在宏观政策变化、经济环境变化、价格波动等因素的影响下, 房地产开发、基础设施建设、居民电力消费对煤炭需求的动态影响。结果表明在研究区间内, 房地产开发、基础设施建设、居民电力消费对煤炭需求的拉动作用非常明显, 其中居民电力消费对煤炭需求的拉动作用呈整体减弱的趋势, 基础设施建设的拉动作用呈整体上升的趋势, 而房地产业的拉动作用变化趋势不明显, 存在波动。

关键词: 煤炭需求; 房地产开发; 基础设施建设; 居民电力消费; 状态空间模型

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2014)06-0001-12

一、引言

中国经济在近几十年中不断快速发展, 尤其是近十年, GDP 保持 10% 左右的增长速度, 是世界经济发展最为快速的国家之一。经济的快速增长推动了城市化的进程, 而城市化进程中的工业化特征则是高耗能产业的快速发展。这一特征源于随着经济发展人口不断迁移进城市来居住和工作。为此中国大规模地进行城市基础设施建设和住房建设以满足人们的基本需求。如果中国在 2020 年成为中等收入国家, 大约将有 3 亿人口进入城市, 这意味着目前的基础设施建设和房地产开发的热潮并不会轻易平息, 这将耗费大量的水泥和钢铁, 而生产这些产品的行业都是高耗能产业。并且这一进程目前仍在加速, 2011 年中国 GDP 占世界总量的 10.5%, 但消耗了世界 46.2% 的煤、60% 的水泥、45% 的铝、45.4% 的钢、34% 的化肥。这些高耗能产业直接导致中国能源消费不断提高, 到 2011 年, 我国能源消费总量达到 348 002 万吨标准煤, 比 2010 年增长 6.6%。而我国煤炭资源极为丰富, 其他化石能源和非化石能源相对较为稀少, 逐渐形成了以煤炭为主体的能源消费结构, 2011 年我国煤炭消费达到 244 969 万吨标准煤, 煤炭消费比例占能源消费的 70%, 并且这种格局将在相当长的时期内持续。而以上提及的高耗能产业同时也是高耗煤产业。因此在避免城市化、工业化带来的资源耗减、环境负担、气候变化等诸多挑战中, 降低煤炭需求, 控制煤炭消费量对我国来说是非常重要的。综上所述, 在城市化、工业化进程不断加深的背景下, 分析我国煤炭消费终端对煤炭需求的动态变动影响, 对于我国相关部门和机构更好地把握现今我国煤炭消费特征和现状, 合理制定能源消费总量控制政策, 制定节能减排计划具有重要的现实意义。

本文遵循产业链的延续, 追索煤炭的消费终端, 发现房地产业、基础设施建设和居民生活电力消费是

基金项目: 新华都商学院能源经济与低碳发展研究院项目“中国低碳可持续发展”; 能源基金会中国可持续能源项目“An Optimum Design of Price, Tax and Finance System for China's Energy Sector”(G-1311-19436)、“现阶段经济转型和雾霾治理背景下的电力发展”(G-1404-20905); 教育部重大项目“中国能源发展报告”(10JBG013)

作者简介: 林伯强, 经济学博士, 长江学者, 厦门大学经济学院中国能源经济研究中心教授、博士生导师(福建 厦门 361005); 毛东昕, 厦门大学经济学院中国能源经济研究中心博士研究生

煤炭需求的三大消费终端。并通过状态空间模型阐述了在宏观政策变化、经济环境变化、价格波动等因素的影响下，以上三个部门对煤炭需求的动态影响。基于此，本文分为五个部分，第一部分是引言，第二部分是文献综述，第三部分是煤炭消费终端追索，第四部分是煤炭消费终端对煤炭需求的动态影响分析，第五部分是主要结论以及政策建议。

二、文献综述

对于能源和煤炭消费的变动及其影响因素，学者们进行了大量的实证研究。Bentzen 等^[1]对丹麦的长期和短期的能源需求弹性进行了研究。Kulshreshtha 等^[2]也对印度的煤炭长期需求弹性和短期动态调整行为进行了研究，但其并没有运用 Bentzen 等^[1]的协整方法和误差修正模型，而是采用了 VAR 模型，并进一步分析了经济冲击对煤炭需求的影响。Ma 等^[3]研究了中国的能源需求的价格弹性和替代弹性，结论认为中国的能源和煤炭都具有显著的可替代性。Chan 等^[4]利用三种不同的方法来拟合中国的煤炭需求数据，比较协整与其他不同计量模型在拟合中国煤炭需求上的绩效并做出预测。Prosser^[5]等人分析了影响能源需求的因素，并由此建立能源需求函数，达到能源需求预测的目的，这也是目前应用较多的、较广泛的模型形式之一。Crompton 等^[6]运用贝叶斯向量自回归模型对中国 2010 年的能源消费量进行了预测，研究结果认为中国经济的结构性转变促进了中国煤炭消费增长率的降低。Manera 等^[7]对中国工业行业的煤炭需求进行了预测，ADL 空间模型的预测结果表明，2010 年以前中国工业行业对煤炭的需求会以每年 2% 的比例增长。

林伯强^[8]采用协整和误差修正模型研究中国能源消费总量与主要经济变量之间的长期关系和短期波动行为。郭云涛^[9]对 2020 年全国煤炭供需进行了预测。张宏等^[10]以未来经济社会可持续发展为目标，研究了主要煤炭消费部门活动水平等因素对煤炭需求的影响，并对 2010 年和 2020 年的煤炭需求进行了情景分析及预测。叶国兴等^[11]采用联立方程模型估计了中国煤炭供需的各种弹性系数。林伯强等^[12]采用协整技术研究中国煤炭需求的长期均衡关系，估计出中国煤炭需求的长期收入弹性、价格弹性、结构弹性以及运输成本弹性，预测未来长期煤炭需求，认为中国高速经济增长是煤炭需求增长的主要原因，GDP 是引导煤炭需求的原因，但煤炭需求不是引导 GDP 增长的原因，煤炭出厂价格的变动对煤炭需求变动的影响不太大，但煤炭需求对运输成本相当敏感，因而煤炭的最终价格对煤炭需求影响很大。王妍等^[13]认为电力、钢铁、建材和化工是主要耗煤行业，并在对煤炭需求量的预测基础上提出，发电用煤仍是拉动煤炭消费增长的主要因素。

综上所述，已有的关于我国能源和煤炭消费变动特征及影响因素的研究虽然从不同角度对我国能源消费的影响因素进行了具体分析，但大多数研究只局限于分析我国煤炭消费与宏观影响因素之间的平均固定长期相关关系，而对短期时变相关关系进行研究的实证研究却不多见。然而，随着我国改革开放进程的不断推进，我国的政治经济体制、经济结构和科学技术水平发生了较大的变化，能源政策特别是煤炭政策也随着时间的推移变化明显，这必将使得我国能源消费特别是煤炭消费与相关影响因素之间的相关关系发生结构性的变化，应用时变模型对此进行研究十分重要。另外，大多数文献对煤炭需求的研究多是从经济增长、价格变动、产业结构等宏观影响因素方面入手，从行业的角度特别是消费终端角度研究其对煤炭需求的研究较少，因此本文选取时变模型，从煤炭的消费终端角度对煤炭需求进行研究。

三、煤炭消费终端追索

煤炭作为我国基础性能源，是我国工业生产中不可或缺的原料。我国经济发展，城市化、工业化进程都离不开煤炭的支持。同时，我国城市化、工业化进程也进一步拉动了煤炭需求的增长，促进了煤炭行业的发展。重工业中的煤耗产品产量快速增长，电力、热力的生产和供应业，石油加工、炼焦及核燃料加工业，黑色金属冶炼及压延加工业，非金属矿物制品业，化学原料及化学制品制造业等重工业产业是前 5 大耗煤大户（如图 1 所示），其消费量均占煤炭消费总量的 5% 以上，总值占煤炭总消费量的 80% 左右（如

图 2 所示)。煤炭凭借着产业链的延续影响力, 触角遍及各大耗能行业。本文遵循产业链, 向下游产业追索, 最终得到煤炭消费的最终端。

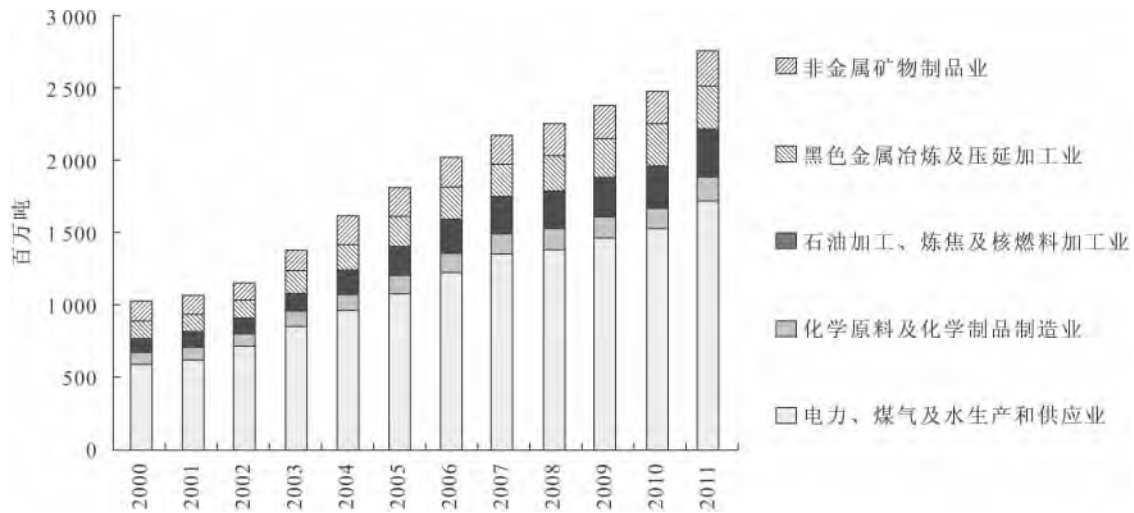


图 1 2000—2011 年 5 大耗煤行业煤炭消费量

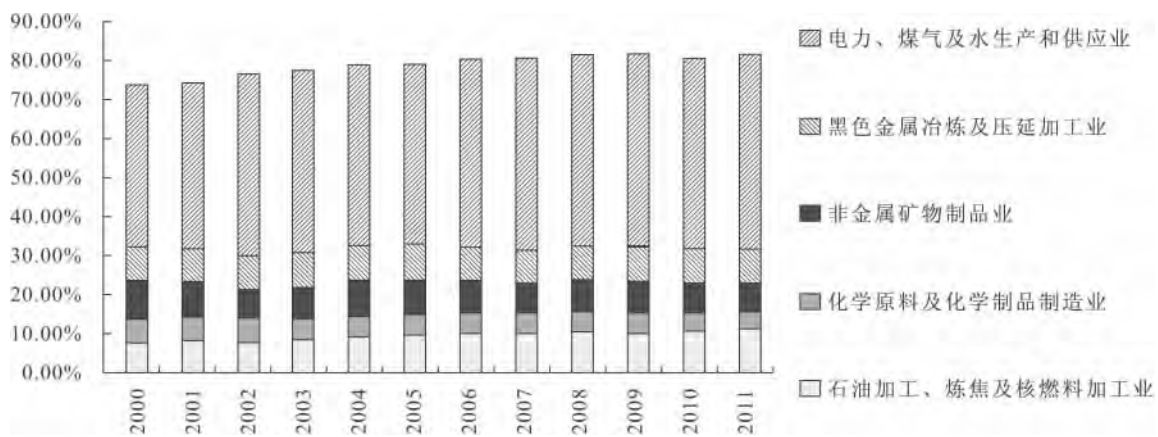


图 2 2000—2011 年 5 大耗煤行业煤炭消费量占总煤耗的比例

产业链是从一种或几种资源, 通过若干产业层次不断向下游产业转移直至到达消费者的路径, 是厂商内部和厂商之间为生产最终交易的产品或服务所经历的价值增值的活动过程, 涵盖了商品或服务在创造过程中所经历的从原材料到最终消费品的所有阶段。煤炭产业链中除了煤炭资源和最终的消费端, 中间层次的各行业既是煤炭行业的下游行业, 也是下一层次其他行业的上游行业, 例如, 由于黑色金属冶炼及压延加工业在生产过程中需要大量电力支持, 因此电力、热力的生产和供应业在黑色金属冶炼及压延加工业的上游行业, 而同时黑色金属冶炼及压延加工业又是房地产等其他行业的上游行业。所以上文提到的 5 个耗煤较大的行业只是煤炭产业链下的第一层次, 从此向下延伸, 对其进行再次分解和追踪, 才能得到最终的煤炭消费端。

首先, 非金属矿产制品业主要包括水泥制造业, 砖瓦、石灰和轻质建筑材料制造业, 玻璃及玻璃制品等。其中以水泥行业最为代表, 产成品按最终用途追溯, 其下游行业主要为基础设施建设业^① (35%)、

^① 为了便于分析和数据跟踪, 参照招商证券煤炭行业专题报告中的定义, 定义基础设施建设业包括电力、煤气及水生产和供应业, 交通运输、仓储和邮政业, 水利、环境和公共设施管理业三大行业。

房地产业（30%）、农业（20%）等^①（如图3所示）。

其次，黑色金属冶炼及压延加工业主要包括炼钢业、炼铁业、钢压延加工业、铁合金冶炼业，钢铁行业可以将其归纳在一起。而钢铁行业其下游行业主要为房地产业（40%）、基础设施建设业（22%）、机械工程设备制造业、汽车等其他^②（如图4所示）。

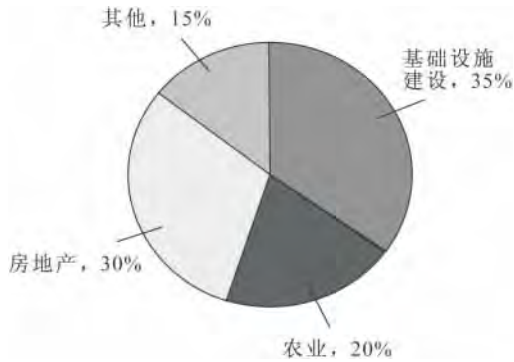


图3 2011年水泥产业下游需求结构

资料来源：招商证券煤炭行业专题报告《煤炭产业链深度分析》。

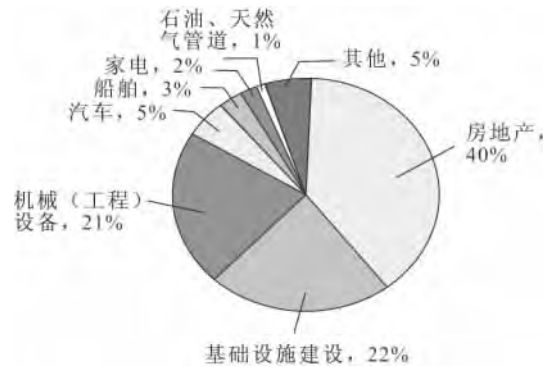


图4 2011年钢铁产业下游需求结构

资料来源：光大证券《当前实体经济强弱辨析》。

第三，石油加工、炼焦及核燃料加工业主要包括人造原油生产业、原油加工业、石油制品业、炼焦业。而化学原料及化学制品制造业主要包括基本化学原材料制造业、化学肥料制造业、有机化学产品制造业等。由于石油加工、炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业是化学工业中最为重要的行业，在此将这两个行业合并为化学工业来考虑^[14]。化学工业的产成品遍及我们生活的各个角落，涵盖吃穿住行各个行业。以化学工业中的典型行业——纯碱行业为例进行简单梳理，其产成品主要应用于建筑、冶金、化工、造纸、纺织等行业。由于建筑、冶金和化工行业下游需求都与房地产行业相关，这样纯碱的需求中有70%都间接与房地产相关。其次民爆行业主要影响基础设施建设行业，其余产成品应用于纺织行业和农业等^③。综合来看化学工业最终消费终端也应为房地产行业、基础设施行业、纺织行业、农业等。

第四，电力、热力的生产和供应业主要包括电力生产业，电力供应业、蒸汽、热水生产和供应业，其下游行业主要为非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、生活消费（如图5所示）。去除有色金属冶炼及压延加工业，其他几个产业已经进行了消费终端的推演。而有色金属冶炼及压延加工业中炼铜、电解铝是比较典型的行业。我国铜的消费结构以基础设施建设产业、房地产业

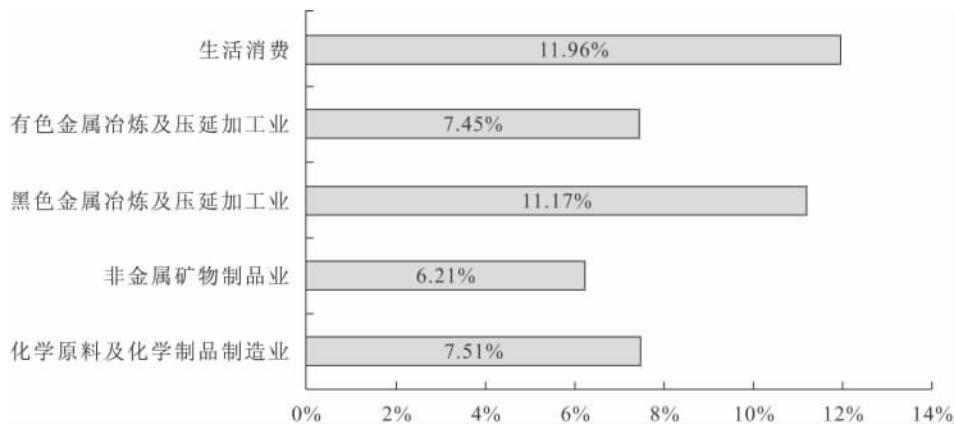


图5 2011年主要高耗电产业

① 下游行业分类方法参照中信建投证券行业数据库分类。

② 下游行业分类参照招商证券煤炭行业专题报告《煤炭产业链深度分析》。

③ 参照联合证券《化学原料及化学制品制造业行业研究深度报告》中的分类方法。

为主，约占 64%。铝材消费中基础设施建设产业、房地产业两者约占 25%，其他为建筑和机械设设备业^①。因此我国有色金属冶炼及压延加工业的下游终端消费行业以基础设施建设产业和房地产业为主。综合其他行业的结论可以看出电力、热力的生产和供应业的下游主要是基础设施建设产业（8%）、房地产业（9%）和最终生活消费（5%）三个部分。

通过以上分析，经过中间环节后，煤炭的最终消费行业集中在电力生活消费、基础设施建设产业和房地产业。经过计算，其中生活消费约占 5%，房地产业约占 10%，基础设施建设约占 8%，三者占煤炭消费比例接近 25%。如果将化学工业的消费结构考虑进去，那么房地产和基础设施建设煤耗份额还会加大（如图 6 所示）。这一结果符合我国城市化、工业化进程的事实，符合我国煤炭消费的现实，也与招商证券煤炭行业专题报告《煤炭产业链深度分析》的结论基本相同。在此基础上，下文将建立模型，分析这三者对我国煤炭需求的动态影响。

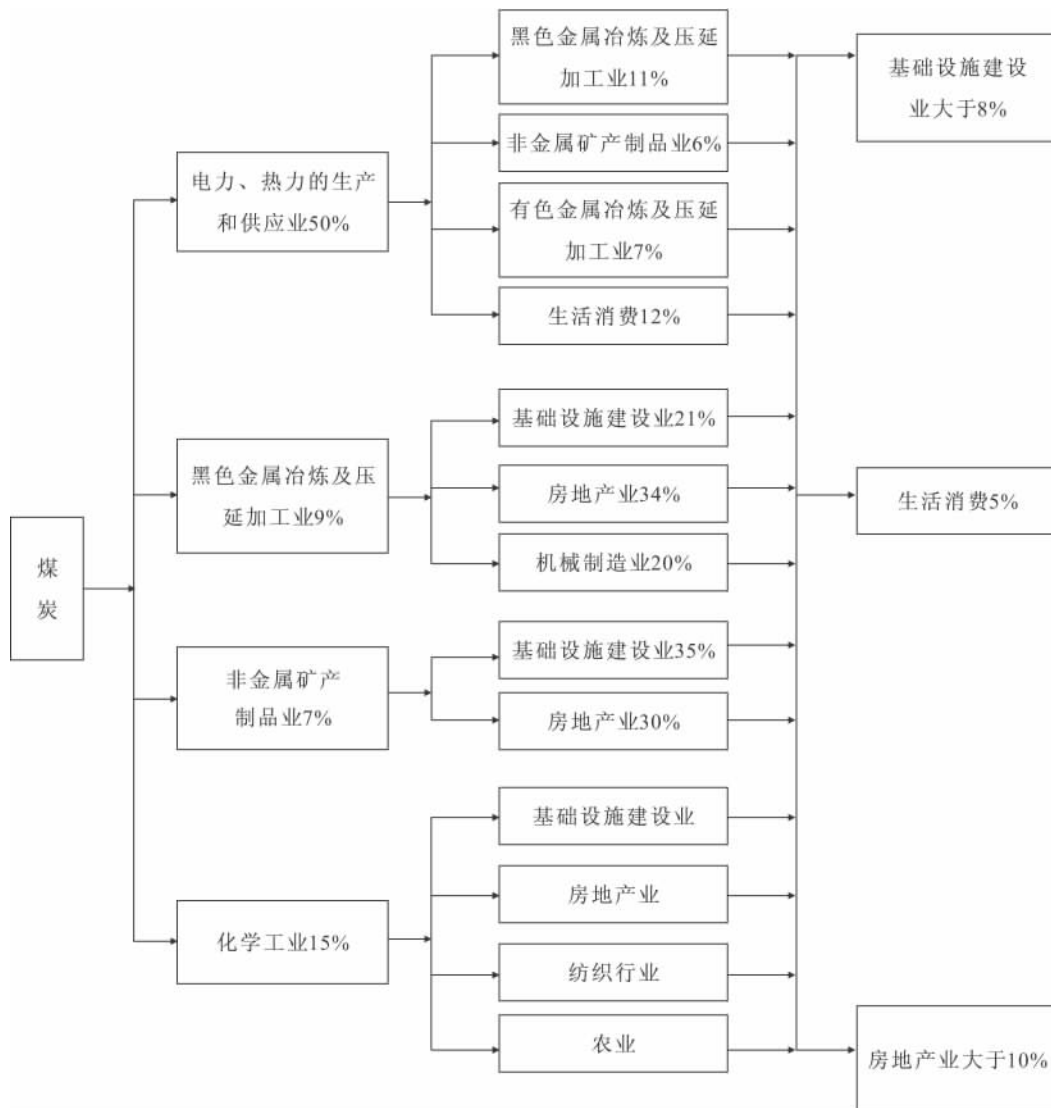


图 6 煤炭下游行业追索图

资料来源：招商证券煤炭行业专题报告《煤炭产业链深度分析》。

注：由于数据的缺乏，化学工业下游详细的需求结构比例很难获得，因此该图中化学工业下游行业只做了定性分析，在计算基础设施建设、房地产所占比例时，忽略了这一部分的比例。

^① 参照吉林金昌期货有限公司《2010—2011 年金属行业价格预测和企业采购套期保值》。

四、煤炭消费终端部门对煤炭需求的动态影响

(一) 模型构建

很多计量模型,估计出来的回归方程参数在样本期内是固定不变的,例如普通最小二乘法,但是随着时间的推移,现实中的经济系统会由于外界冲击、政策变动、理性预期、不可观测因素(趋势和循环要素)等因素的变化产生变化,因此回归方程参数在样本期内是变化的,需要用可变参数模型(Time-varying Parameter Model)进行分析研究。

空间状态模型(State Space Model)是一种典型的可变参数模型,是动态模型的一般形式,其特点是提出了“状态”的概念,用以分析经济系统中存在的一些不可观测的状态,这种反映了系统所具有的真实状态的变量被称为状态向量。状态空间模型建立了可观测变量和系统内部状态之间的关系,从而通过估计各种不同的状态向量达到分析和观测系统的目的。因此,状态空间模型由量测方程和状态方程构成。量测方程将系统在某时刻的系统状态和输出及输入变量联系在一起,而状态方程则反映系统在输入变量的作用下在某时刻所处的状态。状态空间模型针对所指定的时间序列数据,建立适当的状态空间模型,并通过模型来分析序列间是否存在同时、领先、滞后、回馈等关系。状态空间模型是扩大延伸的向量自回归(VAR)方法,主要的差异是状态空间模型加入了移动平均项(MA),成为Vector ARMA模型。在多变量时间序列分析中,状态空间模型考察的范围比VAR更周全,由状态空间模型所导出的最终模型具有弹性与效力,可以显示所选取变量间当期与滞后期的关系,从而可以找出变量间的互动关系、影响程度大小及影响的正负方向。而通过对模型中互动关系的分析,则可以看出某一个变量是被另一个变量的哪一期影响,及影响程度的大小等。使用状态空间形式表示动态系统主要有两个优点:第一,状态空间模型将不可观测的变量(状态变量)并入可观测模型并与其一起得到估计结果。第二,状态空间模型是利用强有力的迭代算法——卡尔曼滤波来估计的。状态空间模型的基本形式是:

$$\text{量测方程: } y_t = z_t' \alpha + x_t' \beta_t + u_t$$

$$\text{状态方程: } \beta_t = \varphi \times \beta_{t-1} + \eta_t$$

$$(u_t, \eta_t)' \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta^2 & 0 \\ 0 & R \end{pmatrix} \right], t = 1, \dots, T$$

其中, z_t 是具有固定系数 α 的解释变量的集合; x_t 是有随机系数的解释变量集合,随机系数向量是状态向量,称为可变参数; β_t 是不可观测变量,必须利用可观测变量 y_t 和 x_t 来估计。 u_t 和 η_t 是相互独立的,且服从均值为 0、方差为 δ^2 和协方差矩阵为 R 的正态分布。

随着我国改革开放进程的不断推进,我国的政治经济体制、经济结构和科学技术水平发生了较大的变化,各行各业的变化和发展都很显著。尤其是煤炭部门经历了市场化改革、国内供需状况变化等,对其终端行业的影响发生了巨大的变化,尤其是与发电部门紧密相关的生活用电对煤炭的需求。而其他煤炭消费终端行业在经济形势的变化下对煤炭需求也发生了不同程度的变化。经济危机、国内宏观经济形势等变化,导致我国政府对房地产行业 and 基础设施建设的政策不断变化,因此这两个煤炭消费终端部门对煤炭的需求发生了结构性的变化,对煤炭需求的拉动作用是不断变化的。然而这种拉动作用的变化是无法观测的。因此本文建立居民生活用电对煤炭的需求、房地产对煤炭的需求、基础设施建设对煤炭的需求为可变参数的状态空间模型。根据研究内容和需要,本文的状态空间模型具体表示为:

$$\text{量测方程: } \ln m_t = c(1) + \alpha_t \times \ln d_{t-4} + \beta_t \times \ln f_{t-9} + \gamma_t \ln j_{t-6} + u_t$$

$$\text{状态方程: } \alpha_t = \varphi_1 \times \alpha_{t-1} + \eta_{1t}, \beta_t = \varphi_2 \times \beta_{t-1} + \eta_{2t}, \gamma_t = \varphi_3 \times \gamma_{t-1} + \eta_{3t}$$

$$(u_t, \eta_t)' \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta^2 & 0 \\ 0 & R \end{pmatrix} \right], t = 1, \dots, T$$

其中, $\ln m$ 、 $\ln d$ 、 $\ln f$ 、 $\ln j$ 分别代表煤炭需求、居民生活用电对煤炭的需求、房地产对煤炭的需求、基础设施建设对煤炭的需求。其中各变量下角标 $t-n$ 中的 n 代表变量滞后阶数,参考 AIC 准则和对数似然函数的大小选定。而 α_t 、 β_t 、 γ_t 则为状态变量,反映各个时点上各变量的敏感程度,即各变量对煤炭的

需求弹性。 $c(1)$ 为常数，3 个状态方程描述了状态变量的生成过程， α_t 、 β_t 、 γ_t 均为不可观测变量，但可表示成一阶马尔科夫 (Markov) 过程，本文中状态方程都采取了递归形式进行定义，服从一阶自回归模型。 u_t 为扰动项，它服从均值为 0、方差为常数的正态分布。

(二) 数据处理与假设验证

1. 数据处理。本文选取煤炭开采和洗选业主营业务收入代表煤炭的需求 ($\ln m$)；居民生活电力支出作为生活用电对煤炭的需求 ($\ln d$)；以房地产开发投资代表房地产业对煤炭的需求 ($\ln f$)；用基础设施建设固定资产投资作为基础设施建设行业对煤炭的需求 ($\ln j$)。数据样本采用 2006 年 1 月到 2012 年 12 月的月度数据，数据均来源于 CEIC 数据库 (<http://webcdm.ceicdata.com>) 和国家统计局网站 (<http://www.stats.gov.cn>)。

由于所用数据具有明显的季节趋势，因此采用 X12 方法对数据进行了季节调整。其次，为了避免变量可能产生的异方差性，对所有变量取自然对数。最终得到的数据为 $\ln m$ 、 $\ln d$ 、 $\ln f$ 、 $\ln j$ 。

2. 单位根检验。在进行时间序列分析时，首先进行序列的平稳性检验，结果如表 1 所示。从表 1 可以看出 $\ln m$ 、 $\ln d$ 、 $\ln f$ 、 $\ln j$ 均为非平稳序列，而进行一阶差分后都变为平稳序列，因此可以进行协整检验。

3. Johansen 协整检验。采用 Johansen 协整检验对变量 $\ln m$ 、 $\ln d$ 、 $\ln f$ 、 $\ln j$ 进行协整检验来判断变量间是否存在协整关系，检验结果如表 2 所示。由表 2 可知，在 5% 显著性水平下，这 4 个变量之间存在协整关系，表明煤炭需求与居民电力支出、房地产投资、基础设施建设固定资本投资之间具有长期的均衡关系，可以进行状态空间模型的分析。

表 1 单位根检验结果

变量	ADF 统计量	5%显著水平下的临界值	Prob.	结论
$\ln d$	-1.058 197	-2.902 358	0.727 9	不平稳
$\Delta \ln d$	-8.319 243	-2.902 358	0.000 0	平稳
$\ln f$	-2.829 212	-3.473 447	0.192 0	不平稳
$\Delta \ln f$	-9.490 471	-2.902 358	0.000 0	平稳
$\ln j$	-1.060 264	-2.902 358	0.727 1	不平稳
$\Delta \ln j$	-7.678 570	-2.902 358	0.000 0	平稳
$\ln m$	-2.575 469	-3.163 967	0.292 5	不平稳
$\Delta \ln m$	-14.847 500	-2.902 358	0.000 1	平稳

注： $\Delta \ln(\#)$ 为 $\ln(\#)$ 的一阶差分后的结果。

(三) 模型结论和相关检验

根据以上一系列的数据处理和检验说明，运用卡尔曼滤波对前文构建的状态空间模型进行估计，结果如表 3 所示。由表 3 可知所有状态变量都是显著的。

然后，对状态空间模型的残差进行单位根检验，结果如表 4 所示。由表 4 可知，在 5% 的显著性水平下估计出来的状态空间模型的残差是平稳的。

表 4 状态空间模型卡尔曼滤波估计出的残差序列单位根检验结果

变量	ADF 统计量	5%显著水平下的临界值	Prob.	结论
$\ln d$	-4.753 930	-2.902 358	0.000 2	平稳

表 2 Johansen 协整检验结果

迹检验：				
原假设	特征值	迹统计量	5%临界值	P 值
0 个协整向量*	0.808 523	260.316 500	47.856 130	0.000 1
最多 1 个协整向量*	0.674 903	146.260 400	29.797 070	0.000 1
最多 2 个协整向量*	0.574 210	68.729 830	15.494 710	0.000 0
最多 3 个协整向量*	0.132 618	9.817 049	3.841 466	0.001 7
最大特征根检验：				
原假设	特征值	最大特征根统计量	5%临界值	P 值
0 个协整向量*	0.808 523	114.056 100	27.584 340	0.000 0
最多 1 个协整向量*	0.674 903	77.530 580	21.131 620	0.000 0
最多 2 个协整向量*	0.574 210	58.912 780	14.264 600	0.000 0
最多 3 个协整向量*	0.132 618	9.817 049	3.841 466	0.001 7

注：样本区间 2006 年 1 月到 2012 年 12 月；线性确定性趋势；时间序列 $\ln m$ 、 $\ln d$ 、 $\ln f$ 、 $\ln j$ 滞后阶数为 14；* 表示以 5% 的显著性水平拒绝原假设。

表 3 状态空间模型卡尔曼滤波估计出的一些统计量

参数	系数	标准差	Z 统计量	概率
C (1)	-2.321 342	0.940 578	-2.467 994	0.013 6
C (2)	-4.101 045	0.092 273	-44.444 460	0.000 0
	最终状态值	Root MSE	Z 统计量	概率
α	0.605 633	0.217 905	2.779 346	0.005 4
β	0.475 160	0.172 331	2.757 247	0.005 8
γ	0.620 057	0.156 672	3.957 681	0.000 1
对数似然估计值	17.715 180	AIC 信息准则		-0.419 071
SIC 信息准则	-0.357 272	Hannan-Quinn 信息准则		-0.394 395

最后计算出 R^2 和 DW 统计量。具体估计出来的方程为：

$$\ln m_t = -2.32 + \alpha_t \times \ln d_{t-4} + \beta_t \times \ln f_{t-9} + \gamma_t \times \ln j_{t-6} + u_t$$

$$R^2 = 0.86 \quad DW = 1.83$$

时变参数 α_t 、 β_t 、 γ_t 的估计结果分别如图 7、8、9 所示。

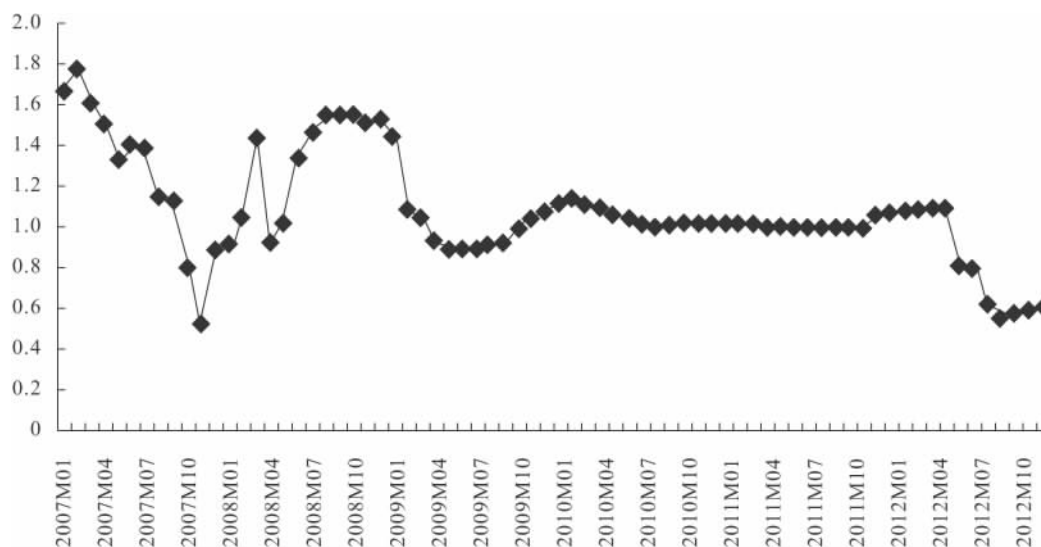


图 7 α_t 的估计值走势图

由图 7 所示， α_t 的估计值即煤炭需求的居民电力消费弹性，总体趋势是下降状态，这表明居民电力消费对煤炭行业的拉动作用明显，但是该作用在不断下降。其中 2007 年 1 月到 2009 年 1 月期间波动较大，在此期间由 2007 年 2 月的最高值 1.77 跌到 2007 年 11 月的 0.53，从 2007 年 11 月后弹性开始逐渐爬升，在 2008 年 6 月达到稳定并到 2009 年 1 月始终稳定在 1.5 左右，随后到 2012 年 5 月弹性逐渐稳步下降，期间波动较小为 0.89~1.10，但在 2012 年 5 月后弹性发生较大的下降，由 2012 年 5 月的 1.09 下降为 2012 年 09 月的 0.56，此后一直在低位徘徊。总体来看居民电力消费对煤炭需求具有非常明显的拉动作用，平均弹性达到 1.08。

分析以上变化主要是由于 2006 年 9 月后进入冬季，居民电力消费逐渐减小，对煤炭消费的拉动力较弱，此外 2006 年电煤价格涨幅较低，与市场煤价格有相当程度的差距，导致电煤市场持续低迷，对煤炭的总体需求拉动较弱。由于滞后作用，导致 2007 年煤炭的居民电力消费需求基本处于下降状态。

而 2007 年国家发改委放开了动力煤价格，只保留了对出口配额和争议性问题的干预，使得 2007 年电煤价格上涨，传统的计划电煤的车板价已经从一吨 265 元涨到 305 元，涨了 40 元^①，涨幅达到 15%。因此，价格因素使得煤炭的居民电力消费需求弹性在 2007 年年底和 2008 年都表现出了强有力的增长，拉动作用明显增大。另外市场煤价格在 2008 年也有较大幅度的上涨，煤炭需求旺盛。

但是由于 2008 年电煤价格上涨幅度较高，国家发改委为防止煤、电价格轮番上涨，从 2008 年 6 月 19 日至 2008 年 12 月 31 日，对全国发电用煤实施临时价格干预措施，导致 2008 年下半年电煤价格上涨受到抑制，煤炭价格开始回落，因此 2009 年前 4 个月煤炭的居民电力消费需求弹性一直在下降。此后煤炭价格和电煤价格都有比较稳定的上涨，使得 2009 年 4 月到 2012 年 5 月的弹性变化幅度较小，总体呈现微小的下降趋势。而 2012 年煤炭价格和电煤价格都呈现大幅度的下降态势，电煤采购价由 2011 年的 890 元左右（南通华能大同煤采购价）下降到 2012 年 750 元左右，煤炭市场需求低迷，供过于求。因此，2012 年 5 月后，煤炭的居民电力消费需求弹性有一定幅度的下降，对煤炭需求的拉动作用降低。

从总体来说，煤炭的居民电力消费需求弹性总体下降，这表明居民电力消费导致的电煤需求弹性在不

^① <http://news.qq.com/a/20070118/002631.htm>。

断下降, 电煤对煤炭需求的拉动力在不断下跌, 影响逐渐减小。这对解决煤电矛盾, 彻底放开煤炭价格有着重要意义。我国煤电矛盾由来已久, 电价的相对固定、电煤与市场煤价格的巨大差异, 使得煤电产业链无法理顺。一直被众人给予厚望的煤电联动也存在着一些隐忧, 例如一旦电价放开, 如果电煤需求弹性过高, 会引起煤炭价格进一步走高, 进一步推动电价提升, 导致煤、电价格的过速增长。因此, 实行煤电联动, 彻底放开煤炭价格的时机非常关键。根据图 7 所示, 近年来电煤的需求弹性趋于下降, 尤其是 2012 年年底, 弹性已经处于考察期的低谷状态, 因此国家发改委宣布在 2013 年彻底放开煤炭价格, 不再区分电煤价格和市场煤价格是最有利的时期, 也是非常适宜的政策选择。

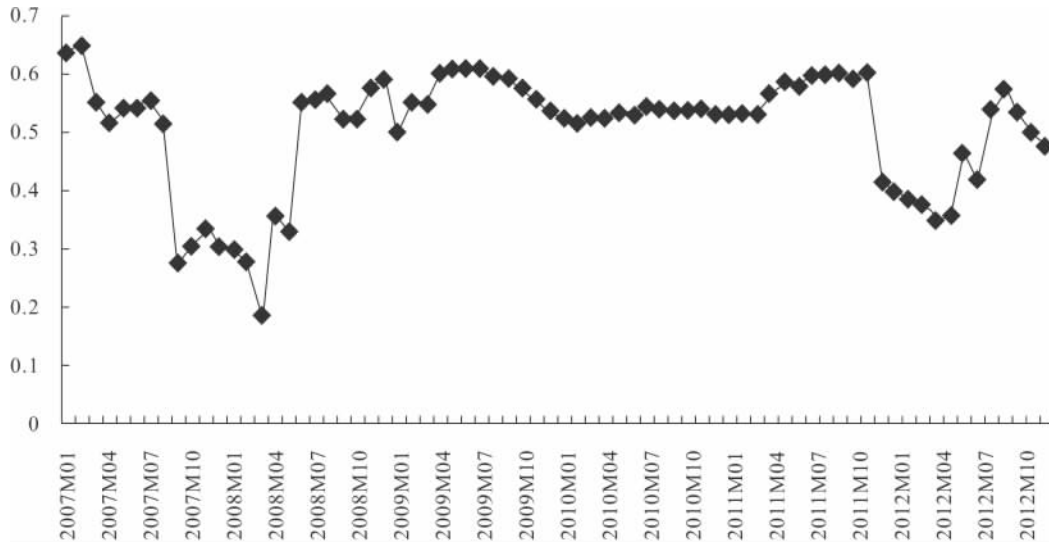


图 8 β_i 的估计值走势图

由图 8 所示, β_i 的估计值即煤炭需求的房地产开发投资弹性波动较大, 2007 年 1 月到 2008 年 3 月弹性发生大幅度下降, 在 2008 年 3 月出现了最低点 0.19, 此后不断上升, 在 2008 年 6 月达到 0.55, 此后一直到 2011 年 11 月基本保持平稳, 弹性在 0.50~0.61 间小幅度波动。但是从 2011 年 11 月开始, 弹性又经历了一个较大的波动, 从 2011 年 11 月的 0.60 下降到 2012 年 5 月的 0.35, 继而又逐渐上升到 2012 年 9 月的 0.58, 此后又有下降的趋势。总体来看房地产开发投资对煤炭需求具有非常明显的拉动作用, 平均弹性达到 0.51。

2006、2007 年国家加大对房地产业的调控力度, 2006 年 4 月再次加息, 5 月出台“国六条”, 2007 年 8 月国务院发布《关于解决城市低收入家庭住房困难的若干意见》, 2007 年 9 月央行、银监会发布第 359 号文, 要求提高第二套房首付比例, 2007 年 10 月国土资源部发布第 39 号令, 规定未缴清全部土地出让价款的不得分割发放土地证, 通过种种手段来抑制需求, 因此房地产行业及其主要上游行业钢铁业都受到了影响。2007 年房地产市场出现了土地价格迅猛上涨的现象, 导致土地成本在房地产开发投资中的结构比重大大提高, 钢铁等其他比重变小。另一方面, 钢铁行业在 2006 年的投资增速明显回落, 比上年下降 2.5%, 为 2000 年以来的首次负增长^①。2007 年钢铁行业销售收入增长率比上年下降 5%, 煤耗下降 4.6%。这些都导致了 2007 年房地产开发投资对煤炭的拉动作用大幅下降, 表现为图 8 中 2007 年煤炭需求的房地产开发投资弹性的大幅下降。

随着各大房地产开发商在 2007 年完成了大肆圈地和上市筹资, 房地产开发投资增速, 下半年房地产施工面积和新开工面积回升, 有力地拉动了上游行业的需求, 表现为 2008 年 3 月到 9 月弹性的反弹, 同时煤炭价格的波动也促进了这一轮的弹性回升。但是进入 2008 年后, 由于金融危机等原因, 房地产市场开始低迷, 土地市场降温, 中介倒闭, 2008 年施工面积和新开工面积降低, 使得钢铁需求降低。因此煤

^① <http://money.163.com/07/0330/12/3AR67NDE002526O4.html>.

炭需求的房地产开发投资弹性在 2008 年年末到 2009 年未能继续回升, 整体呈现下降的趋势。

为了应对 2008 年金融危机, 2008 年下半年国家的“救市”政策刺激了房地产业的发展, 带动了 2009 年和 2010 年钢铁、煤炭行业的需求, 表现为图 8 中 2010—2011 年煤炭需求的房地产开发投资弹性的总体上升, 但是由于 2009 年煤炭价格的低迷, 使得这种拉动作用的涨幅在 2010 年并不明显, 而 2010 年煤炭价格的上涨则使得 2011 年弹性的上升变得十分明显。

进入 2011 年, 国家对房地产的宏观调控力度加大, “新国八条”、2011 年 4 月 13 日温家宝总理的讲话和 18 号文件等都对房地产市场产生了深刻的影响, 2011 年房地产开发投资水平增幅明显回落, 较 2010 年增长率下降 5%。因此 2011 年 11 月到 2012 年 5 月煤炭需求的房地产开发投资弹性有大幅度的减小。2011 年 8 月后, 受煤炭价格上涨的因素影响, 2012 年 5 月到 2012 年 9 月煤炭需求的房地产开发投资弹性又产生了一定程度的回弹, 但是随着 2012 年煤炭价格的大幅下降, 2012 年 9 月以后煤炭需求的房地产开发投资弹性也产生了大幅下降的态势。

作为城市化进程中极其重要的促进性产业, 房地产业在我国城市化进程中起到重要的作用, 其对煤炭需求的拉动作用是十分明显的。如图 8 可知, 2007—2012 年煤炭需求的房地产开发投资弹性虽然存在波动, 但是并没有明显的下降趋势, 拉动作用显著, 平均弹性达到 0.51。可以预见, 随着我国城市化进程的深入, 房地产开发对煤炭需求的拉动作用仍然会十分巨大, 但是在国家宏观调控的作用下, 这种拉动作用会维持在一定范围内波动, 不会产生过大的提高。

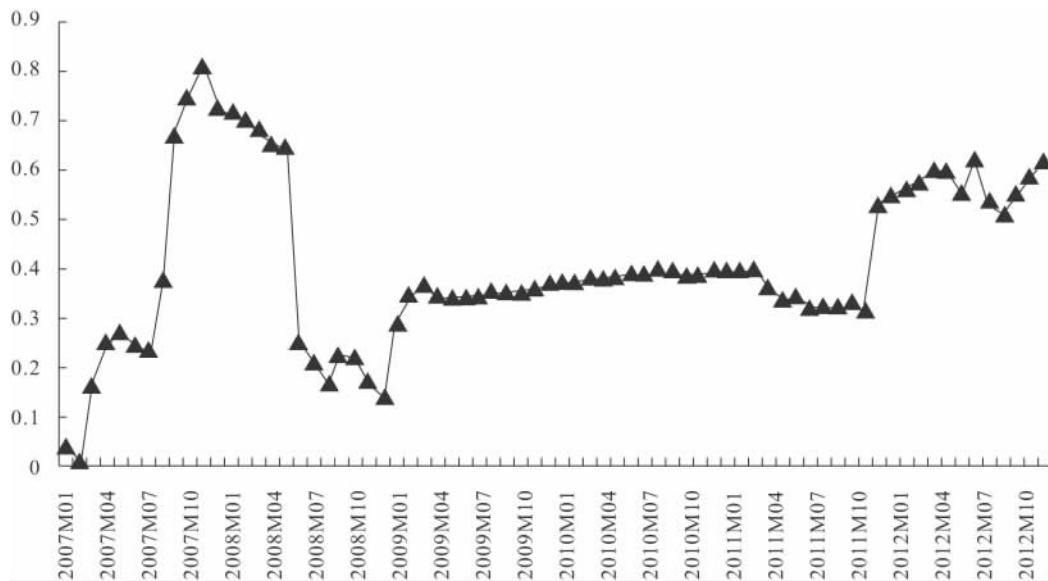


图 9 γ_i 的估计值走势图

由图 9 所示, γ_i 的估计值即煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性, 总体呈现上升的趋势, 煤炭需求的基础设施建设对煤炭需求的拉动作用明显。其中 2007 年 1 月到 2009 年 1 月波动较大, 2007 年 1 月之后弹性大幅度上升, 在 2007 年 11 月达到高点 0.81 后又大幅度下降, 2008 年 12 月达到低点 0.14。此后, 2009 年 1 月到 2011 年 11 月弹性基本保持平稳, 在 0.29~0.40 之间波动, 但是 2012 年弹性呈现了较高的状态, 2012 年弹性从 0.55 上升到 0.63。

2005、2006 年我国经济增长迅猛, 2006 年二季度经济增长率达到 11.3%, 基础设施建设固定资产投资增长速度达到 26% 以上, 增长快速。2006 年 10 月铁路投资额达到 1.25 万亿元, 相当于 2001 年 5 月的 4 倍^①, 公路等投资额也较高, 交通基建需求旺盛。这带动了钢铁、水泥等上游行业的需求, 最终引致 2007 年煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性迅速增长, 拉动效应极其明显。

① 瑞银证券, 从强劲的基础设施投资中受益。

随着 2006 年经济的快速增长, 国家为防止经济的过热增长, 2006 年 7 到 8 月份宏观调控措施密集出台, 逐项清理各地“亿元级”新开工项目、处理违规项目的地方政府负责人、再度上调存贷款基准利率和存款准备金率、《国务院关于加强土地调控有关问题的通知》收紧“地根”。这一轮的宏观调控措施促使 2007 年下半年弹性有所下降, 但是由于上半年的迅猛增长, 弹性仍处于高位。

随着宏观调控影响的逐渐加深和 2007 年新一轮宏观调控的影响, 2007 年基础设施建设的固定资产投资增长率仅为 17%, 较 2006 年的 23% 下降了 6%。同时 2008 年爆发的经济危机导致我国经济放缓, 作为基础设施建设的上游行业钢铁、水泥等行业也受到冲击, 钢铁、水泥需求疲软, 对煤炭需求的拉动作用较小, 表现为 2008 年煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性发生大幅度的下降。

为了应对金融危机, 保证经济增长, 我国政府于 2008 年年底推出了“4 万亿”计划, 这一计划有力地促进了我国基础设施建设的发展, 大量投资注入, 2009 年基础设施建设固定资产投资都有着较大的增长, 直接带动了钢铁、水泥、煤炭的需求, 表现为 2009、2010 年煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性恢复了较高的位置, 拉动作用明显, 并保持了总体稳步上升的态势。

2010 年, 随着政府主导的投资增长逐步下降, 基础设施建设固定资产投资增速也放缓, 仅较 2009 年增长 15%, 基础设施建设对上游行业的需求增速减小, 对煤炭需求的拉动作用下降, 表现为煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性在 2011 年出现了小幅度的下降。

在基础设施固定资产投资的刺激延续下, 2011、2012 年钢铁行业固定资产投资保持高速增长, 增长率达到 22% 以上, 而 2012 年基础设施建设投资业有所回升, 这都对煤炭需求产生一定的拉动作用, 表现为 2012 年煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性的升高。

从整体上看, 煤炭需求的基础设施建设固定资产投资弹性呈逐渐上升的态势, 拉动作用十分明显。基础设施建设对城市化、工业化进程的作用是很重要的, 同时也是城市化、工业化进程的重要表现, 基础设施建设对经济和能源的消费具有极其巨大的刺激作用。基于我国城市化、工业化进程不断深化, 基础设施建设对煤炭需求的拉动作用也将日益重要。

五、主要结论及政策建议

本文结果表明房地产开发、基础设施建设、居民电力消费对煤炭需求的拉动作用明显。居民电力消费对煤炭需求的拉动作用呈整体减弱的趋势, 基础设施建设的拉动作用呈整体上升的趋势, 而房地产业的拉动作用变化趋势不明显, 存在波动。国家作用在这三者的宏观调控措施在滞后一段时间后, 通过产业链的传导可以影响煤炭需求。

由于煤炭资源的不可再生性和化石能源污染物排放问题的日益严峻, 减少煤炭消费、降低排放是我国能源发展之路上不可避免的问题。针对本文的研究内容, 结合中国的实际现实, 提出以下几点政策建议:

第一, 理顺煤电产业链, 解决煤电矛盾。通过煤电联动和其他辅助措施, 使电价、煤价产生良性的联动, 借此机制使市场反映真实的“电—煤”关系, 反映真实的火力发电对煤炭的需求。这对我国宏观调控, 制定较为准确的能源需求总量控制十分重要。同时选择火电对煤炭需求较弱的关键时间点, 把握时机, 进行改革。

第二, 完善居民生活用电定价机制, 配合节能补贴政策。目前我国新实行的阶梯电价机制在理论上可以通过影响居民用电支出对煤炭需求产生影响, 同时也有益于居民提高用电效率, 减少浪费。但是由于该机制实行时间尚短, 作用并不明显, 电网公司也没有动力支持分布式能源, 因此配套的电价政策或补贴是目前分布式能源发展的关键。

第三, 逐渐减小我国火电的比例, 增加新能源和清洁能源的比例。由于我国资源禀赋的限制, 煤炭仍然是未来我国使用成本较低的资源, 因此我国发电结构在短期内不会发生重大的变化, 同时考虑到我国现阶段火电的设施规模, 火电比例的下降和火电装机的不断淘汰必须是逐渐且缓慢的。但是在近几年我国风电、水电等清洁能源的发展也生机勃勃, 用清洁能源逐渐代替煤炭是一种趋势。当然这也需要配套电网的支持和技术进步来降低成本。

第四，加大火电、房地产、基础设施建设以及钢铁、水泥等中间行业的节能投资，提高能源使用效率，充分、有效地发挥能源的作用，使同等数量的能源得到更有效的利用，创造出更高的GDP。对于火电部门，加大节能减排的投资，淘汰小火电，淘汰落后产能，进行技术创新和设备的更新改造，这不仅对火电部门的能效提高有益，同时也有利于实现电力部门脱硫脱硝与降低排放。房地产开发商应加大建筑节能方面的投入，推广绿色建筑，最大限度地节能减排。需要指出的一点是，追求利润最大化的房地产商为节约投资，可能不会遵守建筑节能标准，因此节能建筑的真正落实还需要严格的监管和能源审计。节能减排涉及处罚和奖励，如果没有公正有效的能源审计，就无法进行公正有效的处罚和奖励，将直接影响节能减排的效果。基础设施建设部门应更多地选择更为绿色的替代原料，加大节能减排的投入。这些措施都可以在一定程度上降低对煤炭的消费，减少排放。

第五，鉴于居民电力消费、房地产、基础设施建设是煤炭消费的终端，政府在制定影响煤炭需求的宏观调控政策时，可以考虑从终端出发，往往可以实现多重目的。例如，为防止房地产泡沫的产生，维护房地产业的健康发展，房地产业一直是近几年宏观调控的重点。这种从严的宏观调控政策不仅对房地产业产生抑制作用，也将对煤炭需求产生一定程度的抑制作用。而基础设施建设行业属于逆周期性的行业，当经济环境处于下行状况时，政府加大基础设施建设的投入不仅能促进我国基础设施建设的发展，也将带动煤炭需求，缓解由于经济形势恶化导致的煤炭需求下降，促进经济恢复增长。而当经济增长过快时，降低基础设施建设行业的投入将会拉低煤炭需求，缓解煤炭市场供需矛盾，抑制经济的过快增长。

参考文献

- [1] Bentzen, J., T. Engsted. Short and long run elasticities in energy demand: A cointegration approach[J]. *Energy Economics*, 1993, 15.
- [2] Kulshreshtha, M., J. K. Parikh. Modeling demand for coal in India: Vector autoregressive models with cointegrated variables [J]. *Energy*, 2000, 25.
- [3] Ma, H. Y., L. Oxley, J. Gibson, et al. China's energy economy: Technical change, factor demand and interfactor/interfuel substitution[J]. *Energy Economics*, 2008, 30.
- [4] Chan, H. L., S. K. Lee. Modeling and forecasting the demand for coal in China[J]. *Energy Economics*, 1997, 19.
- [5] Prosser, R. D. Demand elasticity in OECD: Dynamical aspects[J]. *Energy Economics*, 1985, (9).
- [6] Crompton, P., Y. R. Wu. Energy consumption in China: Past trends and future directions[J]. *Energy Economics*, 2005, 27.
- [7] Manera, M., C. Cattaneo, E. Scarpa. *Industrial Coal Demand in China: A Provincial Analysis*[Z]. Fondazione Eni Enrico Mattei Working Papers, 2010.
- [8] 林伯强. 中国能源需求的经济计量分析[J]. *统计研究*, 2001, (10).
- [9] 郭云涛. 中国煤炭中长期供需分析与预测[J]. *中国煤炭*, 2004, (10).
- [10] 张宏, 李仲学. 煤炭需求影响因素情景分析[J]. *煤炭学报*, 2007, (5).
- [11] 叶国兴, 李丕东, 陈帅. 中国煤炭需求: 模型比较与预测[J]. *统计与决策*, 2008, (4).
- [12] 林伯强, 魏巍贤, 李丕东. 中国长期煤炭需求: 影响与政策选择[J]. *经济研究*, 2007, (2).
- [13] 王妍, 李京文. 我国煤炭现状与未来煤炭需求预测[J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, (3).
- [14] 符臻臻. 河南优势产业的竞争优势分析及发展建议[J]. *经济师*, 2010, (6).

(责任编辑 朱 蓓)