



能源消费与经济发展的 多尺度分析和反演

—— 彭远新 © 著 ——



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

能源消费与经济发展的 多尺度分析和反演

—— 彭远新 ◎ 著 ——

常州大学图书馆
藏书章

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书主要采用经验模态分解法对能源消费与经济发展二者之间的波动周期进行研究,利用反演方法对二者之间的关系进行判断。本书针对能源消费与经济发展的关系进行分析研究,不仅可以对相关理论进行分析论证,还有利于制定科学的经济发展规划,有利于实施正确的能源发展战略,促进能源工业的可持续发展,保证能源消费和社会经济的协调发展,因而具有特别重要的意义。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

能源消费与经济发展的多尺度分析和反演 / 彭远新著. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 7

ISBN 978-7-5682-4519-7

I. ①能… II. ①彭… III. ①能源消费—关系—经济发展—研究—中国
IV. ①F426.2 ②F124

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第187159号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 10.5

字 数 / 195千字

版 次 / 2018年3月第1版 2018年3月第1次印刷

定 价 / 55.00元

责任编辑 / 李玉昌

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

序言 Preface

能源是人类活动的物质基础，是国民经济的命脉。人类社会的发展离不开优质能源和能源技术的使用。能源消费是指生产和生活所消耗的能源。2015年世界各国能源消费总量为13 147.33 Mtoe（百万吨油当量），比2014年的12 928.43 Mtoe增长了约1.7%。能源消费与经济发展状况密切相关，一次能源（如煤炭、石油、天然气）消费量和电力消费量，能够准确、直接地反映出经济运行状况。能源消费在促进社会发展的同时，会产生大量温室气体排放。在当今世界，能源与经济，能源和环境，是全世界所共同关注的问题，也是中国社会经济发展面临的重要问题。

中国虽然经济发展速度放缓，进入新常态，但是仍保持了作为世界上最大能源消费国、生产国和净进口国的角色。中国在2015年能源消费总量达到3 014 Mtoe，占全球能源消费量的23%。中国是煤炭资源丰富的国家，从能源消费的结构来看，煤炭依然在中国能源消费总量中占主导地位，占一次能源消费的63.7%。2015年全年能源消费总量比2014年增长了0.9%，煤炭消费量下降了3.7%，原油消费量增长了5.6%，天然气消费量增长了3.3%，电力消费量增长了0.5%。水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量仅占能源消费总量的17.9%。

在经济发展的现代化进程中，能源消费不断增加。根据相关统计数据可以看出，中国自改革开放以来，大体上呈现出经济高速增长、能源消费大幅攀升的局面。目前能源消费的增速在减慢，这与我国的经济结构和一次能源消费结构的转变有关。

对能源消费和经济增长关系的判断是制定与实施能源政策的重要依据，进而关系到宏观经济的平稳运行，因此具有十分重要的现实意义和理论价值。国内外许多学者对此进行了深入探讨，观点各异。第一种观点认为经济增长与能源消费

之间存在从经济增长到能源消费的单向因果关系，即经济增长是能源消费增长的原因；第二种观点认为经济增长与能源消费之间存在从能源消费到经济增长的单向因果关系，即能源消费是经济增长的原因；第三种观点认为能源消费和经济增长之间存在双向因果关系，即能源消费与经济增长互为因果，相互影响。

应用经验模态分解法和反演方法对能源消费与经济发展的关系进行论证，发现二者之间呈非线性关系。二者之间存在着既确定又随机的非线性规律。这为能源消费研究提供了一种新的思维方法。

本书由笔者根据南京师范大学读博期间撰写的论文修改而成，并受到枣庄学院学术出版基金资助。全书共分为7章，第1章对国内外研究现状和研究意义进行了分析；第2章涉及研究理论与研究方法；第3章对中国能源消费与经济发展的关系进行了论证；第4章对中国区域经济发展与能源消费关系进行了论证；第5章对世界不同发展水平的国家能源消费与经济发展关系进行了分析；第6章应用统计-动力建模方法对不同能源类型和不同国家进行了消费量预测和经济预测；第7章对全文进行了总结和展望。

本书针对能源消费与经济发展的关系进行分析研究，具有特别重要的意义。

著 者

目 录 Contents

第1章 引言	1
1.1 研究理由与意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.3 研究趋势	10
1.4 研究思路、结构、创新点	11
第2章 理论基础和研究方法	14
2.1 研究的理论基础	14
2.2 研究方法	17
第3章 中国经济发展与能源消费的多尺度 分析和反演	26
3.1 中国经济发展与能源消费的多尺度分析 和反演	26
3.2 中国不同产业发展与能源消费的多尺度分析 和反演	42
3.3 中国经济发展与能源消费影响要素因子 分析	56
3.4 小结	62

第7章 结论与展望	135
7.1 研究结论	135
7.2 展望	137
参考文献	138
后记	160

第 1 章 引言

1.1 研究理由与意义

能源是宏观经济增长的重要物质基础，能源利用对现代经济增长具有不可替代的作用^[1]。从经济学的角度分析能源消费与经济增长的关系，二者是互相关联、相互影响的，一方面，经济增长对能源存在依赖性，即大量的能源投入促进了经济的快速增长；另一方面，能源的可持续发展也要以经济增长为前提。对能源消费和经济增长关系的判断是制定和实施能源政策的重要依据，进而关系到宏观经济的平稳运行，因此具有十分重要的现实意义和理论价值^[2]，也是一个亟待解决的现实问题^[3]。有关能源消费与经济增长之间的关系在 20 世纪 70 年代即引起国际社会的关注^[4,5]，学者们对经济增长与能源消费之间的关系做了大量实证性研究工作^[6-10]。由于不同的文献利用的模型不同、国别和地区不同、样本数据不同、参数估计与假设检验方法不同、时间间隔不同，因此既没有得出一致性的结论^[11-13]，也没能给出令人信服的解释^[14]。正是基于此种原因，这一问题受到国际、国内学者的长期关注^[15-17]。

当前中国能源消费增长迅速，已成为世界上第二大能源消费国。能源消费对中国经济、社会实现可持续和谐发展起着重要作用，但理论上二者之间的关系并不明确。1978—2000 年，中国在保持经济持续增长的同时实现了能源强度不断下降，甚至能源消费总量也出现了下降的趋势^[18]。特别是 1998—2001 年，中国官方公布的实际 GDP 累计增长高达 30.2%，但同期的能源总消费下降了 4.2%（根据《中国统计年鉴（2002）》数据计算）。不仅全国出现这种状况，一些省份（如湖北省）在保持国内生产总值以年均增长率 10.1% 的速度持续快速增长的同时，能源消费却保持了连续低速增长，1990 年、1993 年和 1998 年三年甚至出现了负增长^[19]。

这种此消彼长的现象引起国内外学术界的关注。2001年年底,美国经济学家 Rawski 曾依据经济增长率与能源消耗数据之间的不一致性对中国经济增长率数据提出质疑^[20]。英国《经济学家》在 2002 年 3 月份撰文称,1998—2000 年三年间中国的 GDP 累计增长 24.7%,但与此同时,能源消费增长却下滑 12.8%,这意味着单位能耗下降了 30%,这是不可能的^[21]。

学者们对此从不同的角度进行分析,得出了两种截然相反的结论。一种是以 Rawski(2001)为代表的许多学者,从能源消费、交通运输等指标与 GDP 的不一致性角度,对中国官方公布的经济增长率提出质疑,认为中国的经济增长数据存在着弄虚作假和浮夸^[22]。另一种是以 Klein 和 Ozmucur(2002)为代表的学者,应用主成分回归法研究了中国 1980—2000 年的 GDP 与能源、粮食、牲畜、民航、就业、物价以及外贸等指标的年度数据的一致性,结论是一致的。Klein 和 Ozmucur 的结论得到了国内学者的普遍赞同。如史丹认为对外开放对提高能源利用效率具有显著作用,产业结构及工业内部结构调整提高了能源投入产出率,经济体制改革对能源低效率的改进,是能源消费呈现出负增长的重要因素^[23]。Zhang 认为能源强度下降是关键^[24]。

数年后争议再起,2009 年国际能源署(IEA)在发布全球石油市场报告时,认为中国第一季度 6.1%的 GDP 增速同当季石油需求下降 3.5%的情况不符,与异常疲软的电力需求也不相吻合,尤其是与电力消费和经济增长同向变化的一般规律显然不符,更与 2000 年以来中国电力消耗增长快于经济增长的经验相背离,由此认为中国的 GDP 数据可能并不准确。

因此,针对能源消费与经济发展的关系进行分析研究,不仅可以对相关理论进行分析论证,还有利于制定科学的经济发展规划,有利于实施正确的能源发展战略,促进能源工业的可持续发展^[25],保证能源和社会经济的协调发展,具有特别重要的意义。在此,本书拟对能源消费与经济发展的关系进行多尺度对比分析,而后进行反演分析,以确定能源消费和经济发展的关系^[26]。

1.2 国内外研究现状

近年来,随着能源需求的大幅度增加和可持续发展的要求,关于经济增长与能源消费关系的研究受到国内外学者的重视,他们采用不同的方法从不同的角度对各国经济增长与能源消费之间的关系进行分析,并产生了许多有价值的研究成果。

1.2.1 不同的研究方法

1.2.1.1 描述性分析法

一些学者采用简单的分析方法探讨能源与经济的关系。Yanrui Wu(2003)应用此方法分析了中国能源消费与经济增长的趋势^[27]。卢文忠等(2010)的研究表明,当前中国能源高消耗的主要经济原因在于工业化的发展阶段问题,即中国已基本进入工业化的重化工业化阶段,高能耗产业快速增长^[28]。韦福雷(2009)应用相关分析法,发现黑龙江省生产总值与能源消费之间具有高度的正向相关关系^[29]。张宗成、周猛(2004)通过简单数据分析证实了中国这几年的低能源消费带来了高经济增长并不是虚构的^[21]。史丹(2002)通过能源弹性数据和能源使用强度等数据分析,认为近年来能源消费负增长的具体影响因素主要是我国的能源消费总量中无效消费下降,石油、天然气等优质能源对煤炭的替代加快^[30]。陈书通等(1996)应用简单的相关性分析等统计工具,分析了20世纪90年代能源与经济增长的关系^[31]。

1.2.1.2 生产函数法

在经济增长的定量研究中,生产函数模型被广泛应用。Rasche 和 Tatom 首次将能源使用引入 Cobb-Douglas 生产函数,力图寻求能源利用与经济增长之间更符合实际过程的基本规律,定量地描述能源与经济发展的关系。曾胜、黄登仕(2009)利用 C-D 函数,揭示了能源消费与经济增长之间的内在比例关系^[32]。黄敏、赫英(2006)采用三因素 CES 生产函数建立了中国能源消费与经济增长关系的模型,得出能源消费增加在一定程度上能引起 GDP 增长的结论^[33]。张明慧、李永峰(2004)通过生产函数计算,发现中国能源供给增加1%将导致经济增长1.43%,说明我国在现阶段,发展能源对经济增长的促进作用还是非常明显的,能源在经济增长中的作用不容忽视^[34]。林伯强(2003)基于生产函数理论的新视角来实证分析中国电力消费和经济增长之间的关系^[35]。赵丽霞、魏巍贤(1998)使用三要素生产函数进行研究,揭示了中国能源与经济增长之间存在相关性,证明能源在中国经济增长过程中具有不可完全替代性^[3]。

1.2.1.3 回归分析法

部分学者采用回归分析法对能源消费与经济发展的关系进行分析。Ellene Kebede 等(2010)利用回归方法研究了撒哈拉以南非洲的20个国家,结果显示能源需求和石油价格、工业发展呈负相关,而和经济、人口增长率、农业发展等呈正相关,结果还显示,在能源需求方面各国是有差异的^[36]。国内学者王筱琼(2009)

对 1990—2008 年的全国能源消耗总量和 GDP 进行了线性回归分析^[37]。陈晓等(2008)利用线性回归分析了新疆能源消费与工业产值的关系^[38]。国涓、项吉宁(2006)采用多元线性回归模型对辽宁省能源消费与经济增长的关系进行分析,得到 GDP 的增长将会提高辽宁能源消费总量的结论^[39]。何永贵(2004)建立了 GDP 与用电量的回归分析模型,得出中国用电量增长 1%, GDP 增长 1% 的结论^[40]。

1.2.1.4 格兰杰因果关系检验法

格兰杰因果关系检验法最早由美国计量经济学家 Granger 于 1969 年提出^[41],之后不断得到推广和应用。基于此方法,不同学者对不同区域能源消费与经济发展之间的关系进行研究。J. Kraft 等(1978)研究发现,美国在 1947—1974 年,仅存在 GNP 到能源消费的单向因果关系^[4]。Yu 和 Choi(1985)使用美国、英国、波兰、韩国以及菲律宾 5 国的数据发现,GNP 和能源消费之间不存在因果关系的国家有美国、英国和波兰,存在 GNP 到能源消费方向的因果关系的国家是韩国,而存在相反方向因果关系的国家是菲律宾^[42]。Erol 和 Yu(1987)使用 6 个工业化国家的样本,发现了混合结果^[43]。Hwang 和 Gum(1992)发现中国台湾地区存在双向的因果关系^[44]。Benjamin S. Cheng 和 Tin Wei Lai(1997)发现在中国台湾地区存在经济发展带动能源消费的单向因果关系,而不是相反的结论^[45]。Altinay 和 Karagol(2004)利用土耳其 1950—2000 年的数据研究发现,土耳其经济发展与能源消费间没有因果关系^[46]。K. Fatai 等(2004)在研究中发现,澳大利亚、新西兰存在经济发展与能源消费总量及不同产业能源消费之间的单向因果关系,印度和印度尼西亚存在能源消费到经济增长的单向因果关系,而泰国、菲律宾能源消费和经济增长间存在双向因果关系^[47]。Lee 和 Chang(2007)利用面板数据研究发现发展中国家存在经济发展引起能源消费的单项因果关系,而发达国家存在双向因果关系^[48]。Thomas Jobert 和 Fatih Karanfil(2007)研究发现长期内土耳其能源消费和经济增长之间存在中性关系,工业部门能源消费与经济增长之间也是这种关系^[49]。Li Jinke 等(2008)对欧盟和非欧盟国家煤炭消费和 GDP 的格兰杰因果关系研究发现,中国和日本存在 GDP 对煤炭消费的单向因果关系,印度和韩国 GDP 和煤炭消费之间没有因果关系^[50]。James E. Payne(2009)利用美国 1949—2006 年可再生能源、非可再生能源数据研究能源消费与经济增长的关系,结果显示,可再生能源、非可再生能源与经济发展之间没有因果关系,它们之间存在中立关系^[51]。

1.2.1.5 协整方法与其他方法结合

协整分析被认为可能是 20 世纪 80 年代以来计量经济学中最具革命性意义的进展。简单地讲,协整就是指具有向上或向下趋势的非平稳时间序列随着时间的流逝而“共同漂移”(Drift Together),犹如人与其影子共同移动一样。不同变量的这

一共同漂移使得变量间可能存在长期线性关系,因而可以预测经济变量之间存在均衡关系^[52]。

Paresh Kumar Narayan 和 Russell Smyth(2008)检验了七国集团资本投入、能源消费与经济增长的关系,发现资本投入、能源消费与经济增长长期内存在协整关系,资本投入和能源消费有助于经济增长^[53]。Wietze Lise 和 Kees Van Montfort(2007)采用土耳其 1970—2003 年数据进行协整分析,分析显示能源消费和经济发展之间存在协整关系^[54]。Chien-Chiang Lee(2005)分析了 18 个发展中国家能源消费与经济发展的关系,结果表明二者之间存在长期协整关系^[55]。John(2000)应用协整和误差修正模型技术,估计了印度、印度尼西亚、泰国和菲律宾的能源消费与经济增长之间的关系,结果表明印度和印度尼西亚存在能源消费到 GDP 短期的单向因果关系;泰国和菲律宾存在双向因果关系,并且,泰国和菲律宾的能源、GDP 和能源价格互为因果。该研究表明,除印度和印度尼西亚外,其他国家的证据不支持能源和收入互为中性的观点^[56]。

国内学者谢松、刘庆和(2007)研究认为,贵州的能源消费与经济增长之间存在长期均衡关系,能源消费的短期波动对长期均衡的偏离需要 2 年以上才能得到完全调整;能源消费与经济增长之间只存在单向 Granger 因果关系^[57]。徐小斌等(2007)运用有关面板数据的理论和方法,对中国东西部能源与经济增长关系进行了比较研究,实证结果表明,中国东西部地区能源与经济增长之间的长期关系表现出显著的地区差异,东部地区能源与经济增长之间的关系较西部地区更为密切^[58]。杨冠琼(2006)运用协整分析和误差修正模型技术,探讨山东省经济增长与能源消费之间的关系,实证经济增长与能源消费之间的关系是非线性的,因而不能从能源消费的线性变化推测出经济增长率的变化^[59]。马超群等(2004)研究表明,GDP 分别与能源总消费、煤炭消费之间存在协整关系,而与石油、天然气和水电之间不存在协整关系,进而分别建立了 GDP 与能源总消费以及 GDP 与煤炭消费之间的误差修正模型^[60]。韩智勇等(2004)利用协整与因果关系分析方法,研究显示中国能源消费与经济增长之间存在双向的因果关系,但不具有长期的协整性^[18]。

自回归分布滞后方法(ARDL)是一种较新的协整检验方法,Nicholas M. Odhiambo(2010)采用自回归分布滞后方法对南非、肯尼亚、刚果(金)3 个国家能源消费与经济增长的关系进行分析,结果显示南非和肯尼亚存在能源消费有助于经济增长的单向因果关系,刚果(金)存在经济增长带动能源消费的因果关系^[61]。Ilhan Ozturk 和 Ali Acaravci(2010)采用自回归分布滞后方法对阿尔巴尼亚、保加利亚、匈牙利、罗马尼亚能源消费与经济发展的关系进行研究,结果显示,阿尔巴尼亚、保加利亚、罗马尼亚的能源消费与经济发展之间不存在长期单一的或均

衡关系,仅匈牙利存在长期双向因果关系^[62]。李国璋、霍宗杰(2010)采用自回归分布滞后方法对中国1978—2007年的样本数据进行分析,结果表明经济增长对能源消费在长期和短期内都有显著影响,未发现能源消费对经济增长的长期影响^[63]。

1.2.1.6 分解分析法

能源消费分解是研究能源消费变动影响因素的一种常用方法^[64]。分解模型一般将能源的消耗看作经济发展效应、技术进步效应和产业结构变化效应的共同作用^[65],并分析和测算这些效应对总能源消耗及各种能源消耗变动的影响方向 and 大小。指数分解分析的方法主要有 Laspeyres、Divisia、Paasche、Fisher、Marshall-Edgeworth 和投入产出(input-output)等10种^[66],其中最常用的是拉氏因素分解法(Laspeyres Decomposition)和迪氏因素分解法(Divisia Decomposition),各种方法又根据不同的需要和变形包括若干种不同的形式^[67]。

Clara Inés Pardo Martínez(2009)采用因素分解法(LMDI)分析了德国和哥伦比亚经济规模扩大对能源消费的影响^[68]。Fredrich Kahrl 和 David Roland-Holst(2009)采用投入产出法对中国经济和能源消费进行分析,结果显示,中国能源结构变化和经济、能源增长会对政策制定者产生重要作用^[69]。Se-Hark Park(1992)采用分解法分析了韩国1973—1989年工业能源消费增长的原因^[70]。

岳婷、龙如银(2010)采用 LMDI 模型研究了江苏省能源消费与生产效应之间的关系,结果表明,生产效应是促进能源消费增长的最主要因素^[71]。尚红云、蒋萍(2009)采用投入产出分解法对中国能源消费进行研究,发现中国能源强度的提高使直接或间接投入的能源产品比以前减少;而技术进步、最终需求的拉动使直接或间接投入的能源产品比以前增多^[72]。梁进社等(2009)采用投入产出分解法,经过分解分析后发现,规模增长效应是导致能源消费总量增长的主要因素,技术进步是能源消费减少的关键因素^[73]。向其凤、马晓兰(2009)利用 LMDI 方法对云南省1997—2006年的工业能源消费变动情况进行分解,结果显示云南工业能源消费的结构效应与效率效应两者正负相抵消,使得总效应和产出效应相当,结构效应几乎消耗了效率效应节约的全部能源^[74]。徐静等(2009)采用因素分析法,研究认为新疆的煤炭消费量的增加主要是由经济规模变动引起的^[75]。孙虎等(2006)通过分解分析研究了长春市电力消费与产业结构和技术进步的关系^[1]。

1.2.1.7 半参数模型和变参数模型

半参数模型可看作参数线性模型和非参数回归模型的混合模型^[76],半参数模型较参数线性模型有较强的适应性^[77]。半参数模型既含有参数分量又含有半参数分量,用它描述实际问题时,更接近真实,更能充分利用数据所提供的信息^[78],其应用范围比较广泛^[79]。

陈文静、何刚(2009)利用半参数模型和非参数模型研究了电力消费系统中各影响因素的线性以及非线性的影响效应,其结论表明:我国经济的快速增长、人口因素和经济结构都是影响我国电力消费的重要因素;电力价格指数对电力消费需求的影响效应并不是很大^[80]。陈文静、何刚(2009)通过建立半参数模型和非参数模型来考察石油消费系统中各线性和非线性影响因素的影响效应,结果表明,我国近年来的石油消费急剧增加主要是经济的快速增长和工业化进程加快以及汽车拥有量的急速增加所引致,石油价格的上升并不足以抵消经济快速增长等因素引致的石油消费的增加^[81]。于洁(2008)利用半参数模型和参数回归模型对比研究了中国能源消费与经济增长之间的关系,认为半参数模型效果较好^[82]。

在经典的线性计量经济学模型中,解释变量对被解释变量的影响经常不变,即参数是常数,但在实际状况中,参数经常发生变化。这种具有在一定范围内变化的参数模型就被称为变参数模型。

Phu Nguyen-Van(2010)采用变参数模型研究不同国家之间人均能源消费与人均收入的关系,结果显示,在大多数国家能源消费随收入增加而增加,然后在达到很高的收入水平时能源消费总量会稳定下来^[83]。陶磊(2009)基于变参数模型分析了能源消费和经济增长之间的动态关系或非均衡关系^[84]。孟岩、张屹山(2007)基于变参数模型,认为中国煤炭消费与经济增长之间存在一种随时间变化的长期均衡关系^[85]。王海鹏等(2006)基于变参数模型发现中国能源消费与经济增长之间存在一种随时间不断变化的长期均衡关系^[20]。

1.2.1.8 灰色系统理论

灰色关联度分析由我国学者邓聚龙于1985年创立。该理论主要通过对系统动态发展过程量化分析来考察系统诸因素之间的相关程度。其基本思想是根据曲线之间相似程度来判断因素之间的关联程度^[86]。

秦静等(2010)利用该方法分析了生活能源消费与经济增长的关系^[87]。谷国锋、王淑玲(2009)利用灰色关联度分析探讨了吉林省能源消费和经济发展的关系,发现电力对地区生产总值的影响最大,其次是石油和煤炭^[88]。李慧明等(2009)采用灰色关联度方法,分析了1996—2006年天津市高耗能行业能源消费与经济增长的互动作用机理,结果表明,天津市高耗能行业的能源消费对经济增长具有重要的推动作用^[89]。苏宣明等(2007)采用灰色关联度方法分析了我国能源消费、国内生产总值(GDP)的增长与各产业的相关关系^[90]。

1.2.1.9 向量误差修正模型

向量误差修正模型是20世纪80年代后期发展起来的一种多变量时间序列建模方法,它从分析时间序列的非平稳性入手,探求非平稳时间序列间的长期均衡关

系,避免了非平稳时间序列回归时可能产生伪回归的问题,可以把时间序列中的短期关系和长期关系结合起来,为非平稳时间序列建模提供了较好的工具,在经济管理等领域得到了广泛的应用^[91]。

B. S. Warr 和 R. U. Ayres(2010)采用此方法对美国能源消费与经济增长的短期和长期因果关系进行分析,结果显示,在长期或短期内能源投入增加都有利于经济增长^[92]。Valeria Costantini 和 Chiara Martini(2010)采用 1960—2005 年的数据,利用此方法对 26 个欧盟国家、45 个非欧盟国家能源消费与经济增长的关系进行面板分析,发现国家之间存在不同的因果关系^[93]。Nicholas Apergis 和 James E. Payne(2009)采用向量误差修正模型对独联体 11 个国家能源消费与经济的关系进行研究,结果显示,在短期内存在能源消费推动经济增长的单向因果关系,而长期内存在能源消费与经济增长的双向因果关系^[94]。Chien-Chiang Lee 和 Chun-Ping Chang(2008)应用该方法对亚洲 16 个国家能源消费与经济发展的关系进行分析,结果表明,当不同国家的差异被考虑到时,能源消费与经济发展之间存在正的协整关系,短期内经济发展与能源消费缺少因果关系,但长期内存在能源消费推动经济发展的单向因果关系^[95]。Theodoros Zachariadis 和 Nicoletta Pashourtidou(2007)应用向量误差修正模型,分析表明,从长期来看塞浦路斯电力使用与收入的弹性系数大于 1,而与价格的弹性系数为负向关系;短期内电力消费没有弹性,主要受气温波动影响^[96]。Wankeun Oh 和 Kihoon Lee(2004)采用 1970—1999 年的数据,分析显示,在长期内韩国能源消费和经济增长之间存在双向因果关系;短期内存在能源消费促进经济增长的单向因果关系^[97]。Soytas 和 Sari(2003)应用向量误差修正模型研究了 10 个新兴市场国家(不包括中国)和 7 国集团能源消费与经济的关系,阿根廷存在双向因果关系,意大利和韩国存在经济发展带动能源消费的单向因果关系,而土耳其、法国、日本存在能源消费推动经济发展的单向因果关系^[98]。Hondroyannis 等(2002)运用向量误差修正模型分析了希腊 1960—1996 年国内生产总值与能源消费之间的关系^[99]。Abul M. M. Masih 和 Rumi Masih(1996)应用向量误差修正模型对印度、巴基斯坦、马来西亚、新加坡、印度尼西亚、菲律宾 6 个国家经济增长和能源消费之间的关系进行了探讨^[100]。师博(2007)的研究表明,1952—2005 年能源消费与中国经济增长之间不存在长期均衡关系,但 1962—2005 年二者之间具有协整关系。在短期内能源消费内生于经济增长,长期内经济增长是能源消费变动的诱因^[2]。

1.2.1.10 向量自回归模型、脉冲响应函数和方差分解方法

向量自回归(VAR)模型是基于系统中每一个内生变量作为系统中所有内生变量滞后值函数构造的非结构化多方程模型,用于预测相关时间序列系统及分析随机扰动对变量系统的动态冲击^[101]。通过 VAR 模型分析,利用脉冲响应函数

(IRF)、方差分解,可以动态地观察各个变量之间的影响关系,以及不同时期这些变量对因变量的影响程度^[102]。

Xing-Ping Zhang 和 Xiao-Mei Cheng(2009)调查了中国 1960—2007 年 GDP 与能源消费等的关系,对于经济增长、能源消费、二氧化碳排放、资本、城市人口进行脉冲响应分析,结果显示除城市人口外其他因素都会对能源消费和经济发展产生影响^[103]。Ramazan Sari 和 Ugur Soytas(2007)采用向量自回归(VAR)模型的误差方差分解和脉冲响应分析方法对突尼斯、印度尼西亚、伊朗、马来西亚、巴基斯坦、新加坡 6 个国家经济增长与能源消费的关系进行研究,分析表明,能源消费在经济发展中具有比劳动力、资本更重要的作用,能源中性理论不能成立^[104]。

兰军芝(2010)的研究结果表明,广东省经济增长对能源消费具有较强的依赖性^[105]。李韧(2010)分析了 GDP 与综合能耗、全社会固定资产存量、全社会职工工资以及全要素生产率之间的比例关系,结果表明综合能耗对我国经济的影响比较显著^[106]。魏子清等(2009)基于向量自回归模型、脉冲响应函数和预测方差分解法,对 1980—2006 年中国经济增长与能源消费相互作用的动态特征进行系统分析,并进一步探讨了相互冲击时各自的贡献率和重要程度^[101]。段毅(2009)基于向量自回归(VAR)模型的广义预测误差方差分解和广义脉冲响应分析方法,研究认为重工业发展促使了我国煤炭消费量的增加^[107]。许秀川、罗倩文(2008)采用此方法考察了重庆市三次产业发展与三次产业能源消费之间的关系,分析结果表明,重庆市经济增长还没有摆脱粗放的高能耗增长模式,能源消费不断上升主要不是由第一产业和第三产业造成的,而是由第二产业的发展所造成的^[108]。周建(2007)使用向量自回归模型、脉冲响应函数、方差分解等分析各影响因素自身需求的变动对能源需求的影响,同时考察各影响因素变动对能源需求影响的贡献率,以及对能源市场长期需求和短期波动规律进行了深入探讨^[109]。刘凤朝等(2007)基于向量自回归(VAR)模型的广义预测误差方差分解和广义脉冲响应分析方法,研究显示,在短期内,经济增长对能源消费的影响不十分显著;而在长期内,除了资本增长外,经济增长是能源消费增长的重要因素^[110]。

1.2.2 研究要素

大多数学者是对总能源消费与经济发展的关系进行研究,也有部分学者对不同能源类型与经济发展的关系进行探讨。Nicholas Apergis 和 James E. Payne(2010)对 15 个新兴市场经济体煤炭消费与经济发展的关系进行分析,结果显示煤炭消费与经济发展之间存在长期均衡关系,煤炭消费对经济发展有负面影响^[111]。Nicholas Apergis 和 James E. Payne(2010)应用多变量面板数据对欧盟 25 国煤炭消