

21世纪经济管理精品教材·经济学系列

Energy Economics

能源经济学

(第2版)

魏一鸣
焦建玲 编著
廖 华



清华大学出版社

21世纪经济管理精品系列 经济学系列

Energy Economics

能源经济学

(第2版)

魏一鸣
焦建玲 编著
廖 华

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以能源经济与管理问题为主线,将能源战略与政策的研究纳入经济学研究框架,系统地介绍了能源需求、能源供给、能源市场、能源价格、能源效率、能源要素替代和国际能源贸易与能源金融等核心问题。在强调基础性和系统性的同时,本书注重把握现代能源经济与管理问题的发展趋势,吸收了最新发展与研究成果,并注重深入浅出和与中国实践的结合,使教材更适应当前高等院校经济与管理类人才培养的要求,特别是能源经济与管理领域高层次人才培养的要求。

本书既可以作为能源经济与管理类专业的本科生教材,也可以作为高等院校师生、科研人员、企业管理人员以及政府部门的公务人员的培训教材或自学参考材料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

能源经济学/魏一鸣,焦建玲,廖华编著.—2版.—北京:清华大学出版社,2013

(21世纪经济管理精品教材·经济学系列)

ISBN 978-7-302-33555-9

I. ①能… II. ①魏… ②焦… ③廖… III. ①能源经济学—高等学校—教材 IV. ①F407.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第204011号

责任编辑:高晓蔚

封面设计:汉风唐韵

责任校对:王荣静

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4903

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13 字 数:286千字

版 次:2011年2月第1版 2013年10月第2版 印 次:2013年10月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00元

产品编号:053346-01

前言



能源及其密切相关的气候变化问题已成为全球政策界、学术界、工商界和社会公众共同关注的焦点。无论是能源问题还是气候问题,归根结底都是发展问题。在当前和未来相当长时期内,经济发展仍将是中国的重要任务,能源问题在很大程度上是经济问题。

近年来,能源经济与管理方面的人才需求急剧上升,但这方面的人才培养相对滞后。长期以来,我国从事能源经济学研究或教学工作的人员大多是单一学科背景,要么是侧重经济学,要么是侧重能源工程,主要集中在地质、煤炭、石油、电力等高等院校,因此,在“石油经济”“煤炭经济”“电力经济”等方面有许多很好的研究成果,但大多属于工程经济分析或者财务分析,与经济学有一定区别。事实上,能源经济学是一个多学科交叉性的综合性学科。

解决能源经济复杂系统问题不仅需要自然科学、工程技术科学以及大量的实践经验,还需要现代经济学思想、理论和方法的指导。能源经济学是现代经济学在能源经济系统中的应用。一方面,能源经济学属于应用经济学的范畴,同时由于能源(特别是电网)问题的特殊性,也推动了经济学理论和方法的发展,例如,产业组织理论、非线性定价方法等。另一方面,能源经济学是一种典型的交叉科学,不仅需要依靠以能源工程为具体背景,也需要依靠经济学理论和方法。

北京理工大学能源与环境政策研究中心是2009年经学校批准成立的研究机构,挂靠在与经济学院。中心大部分研究人员来自于我在中科院创建的能源与环境政策研究中心。长期以来,我们面向国家能源与应对气候变化领域的重大需求,针对能源与环境战略、能源政策中的关键科学问题开展研究。近年来,与同行们一起在推动能源经济与管理学科的发展、能源经济与管理领域高水平专业人才培养方面也做了一些有益的探索。在“能源经济学”方面开展了一些有价值的研究,有较多研究成果发表在 *Energy Economics*, *Energy Policy* 等能源经济与政策领域的期刊上,并得到了广泛引用,其中部分论文已被麻省理工学院(MIT)等国外高校能源经济与政策类课程列为指定读物。

自2006年以来,《中国能源报告》以学术专著的形式,迄今已出版了四部,得到了国内外从事能源经济与管理研究的同仁、政府相关管理部门和能源企业的领导和同行许多积极的反响和鼓励。同时,已有部分高校研究生甚至本科生课程将该专著作为参考教材。

国内有不少高等院校将陆续开设“能源经济”专业或方向,并招收本科生和研究生。为顺应这一新的形势、满足新的要求,鉴于教材与学术专著无论是在写作内容还是风格方面均有较大差异。北京理工大学组织长期从事能源经济与管理研究和教学的专家编写了《能源经济学》和《高级能源经济学》两本教材,《能源经济学》(第2版)与《高级能源经济学》同时在清华大学出版社出版。

首先,本书以能源经济与管理问题为主线,把经济学中的相关理论贯穿到能源经济复杂系统中,从能源市场供需着手,探讨能源市场资源配置效率,能源价格与能源市场以及宏观经济之间的关系,强调教材的基础性和系统性;其次,本书突出能源资源的要素禀赋特性,注重能源与其他要素的替代性、各类能源之间的替代性、能源与技术的相互关系等;最后,本书注重在探讨经典的能源经济学问题的同时,力求引入国际、国内最新的研究方法和研究成果,并结合中国的实际问题给出研究案例。由于能源经济与管理问题的复杂性和综合性,为确保内容的可读性,在编写过程中,我们注重深入浅出,使教材能更适应当前高等院校经济与管理类人才培养的要求,特别是能源经济与管理领域高层次人才培养的要求。此次本书修订更新了部分数据,增加了部分拓展阅读材料,适当增添了对全球气候变化问题的介绍。

全书共8章,由魏一鸣负责组织和统稿。魏一鸣、焦建玲、廖华负责主笔,何凌云、从荣刚等人参与了部分章节的编写。本书适合具有高等数学基础的本科生使用。在编写过程中参考了我们团队之前出版的学术成果《中国能源报告》和论文,以及国内外的有关文献与资料,作者已尽可能地在参考文献中详细列出,在此,特别感谢引文中的所有作者!也有可能由于疏忽,引用了一些资料而没有注明出处,若有此类情况发生,在此深表歉意。

在本书的研究和编写过程中,得到了国家自然科学基金(71020107026, 70971034, 70733005, 70903066)及中国科学院战略性先导科技专项课题(XDA05150600)等项目的支持。先后得到了陈述彭院士、于景元、彭苏萍院士、何建坤、徐伟宣、汪寿阳、涂序彦、宋建国、黄晶、孙洪、沈建忠、李善同、陈晓田、周寄中、李一军、高自友、张维、黄海军、杨列勋、刘作仪、李若筠、葛正翔、方朝亮、戴彦德、许永发、刘克雨、郭日生、彭斯震、傅小锋、李景明、李之杰、张建民等专家和领导的鼓励、指导、支持和无私的帮助。国外同行 Tol R S J, Hofman B, Martinot E, Drennen T, Jacoby H, Parsons J, MacGill I, Edenhofer O, Burnard K, Nielsen C, Nguyen F, Okada N, Ang B, Yan J, Tatano H, Murty T, Erdmann G, Yang Z-L, Shen B, Tatsuto Yuki-hata, Khoo Chin Hean, Chou SK, Clare Lehan, Philip Andrews-Speed, Tad Murty, Ronald D. Ripple, Fukunari Kimura, Mitsuo Matsumoto, Shigeru Kimura 等人曾应邀访问了能源与环境政策研究中心并做学

术交流,他们曾以不同形式给予了我们支持和帮助。中国科学院副院长丁仲礼院士也曾为我们的研究工作给予了指导和支持。值此,向他们表示衷心的感谢和崇高的敬意!

限于我们知识修养和学术水平,本书难免存在缺陷和不足之处,甚至是错误,恳请各位同仁和读者批评指正。



2013年5月于北京



目 录

第 1 章 导论	1
1.1 能源经济学概述.....	1
1.1.1 能源经济问题的重要性.....	1
1.1.2 研究和应对能源挑战需要能源经济学.....	3
1.2 能源经济学的研究对象和方法.....	4
1.2.1 能源经济学的研究对象.....	4
1.2.2 能源经济学的研究方法.....	6
1.3 能源经济学的形成与发展.....	7
1.3.1 能源经济学的起源与兴起.....	7
1.3.2 能源经济学的发展.....	8
1.4 能源经济学科与其他相关学科的联系.....	9
本章小结.....	10
思考题.....	10
拓展阅读：应对气候挑战的国际协作.....	11
第 2 章 能源需求	13
2.1 能源需求的基本概念.....	13
2.1.1 能源需求含义.....	13
2.1.2 能源需求总量与能源需求结构.....	13
2.1.3 能源强度.....	15
2.1.4 能源需求弹性.....	15
2.2 能源需求的主要影响因素.....	21
2.2.1 经济增长.....	21
2.2.2 社会发展.....	23
2.2.3 产业结构及部门能源强度.....	24
2.2.4 能源价格.....	26
2.2.5 能源技术与管理.....	26
2.3 能源需求预测建模.....	28

2.3.1	能源需求预测概述	28
2.3.2	中长期能源需求预测建模	29
2.3.3	能源需求预测模型应用	35
	本章小结	39
	思考题	40
	拓展阅读: 从未来看, 中国绝不会对世界能源安全造成威胁	40
第3章	能源供给	43
3.1	能源供给的基本概念	43
3.1.1	能源供给含义与性质	43
3.1.2	能源供给总量与能源供给结构	44
3.1.3	能源供给价格弹性	47
3.2	能源供给的主要影响因素	49
3.2.1	资源禀赋	49
3.2.2	能源价格	52
3.2.3	能源投资	53
3.3	能源供给预测	54
3.3.1	能源供给的趋势预测法	54
3.3.2	能源供给的系统动力学预测法	57
3.3.3	基于能源储量的供给预测法	59
	本章小结	62
	思考题	63
	拓展阅读: 石油无机成因说的源起	63
第4章	能源市场	65
4.1	能源市场均衡分析	65
4.1.1	能源市场均衡的含义	65
4.1.2	单一品种能源市场均衡	65
4.1.3	多品种能源市场均衡	67
4.1.4	能源-经济-环境系统均衡	69
4.2	能源市场的非均衡分析	72
4.2.1	能源市场非均衡产生的原因	72
4.2.2	能源短缺危机	75
4.2.3	可持续性问题	77
4.3	财税政策与能源配置	78
4.3.1	财税政策与能源供给	79
4.3.2	财税政策与能源需求	80
4.3.3	财税政策对均衡的影响	82

4.4	能源市场规制	82
4.4.1	电力市场规制	83
4.4.2	天然气市场规制	86
	本章小结	91
	思考题	91
	拓展阅读：一个简化的垄断框架分析	92
第5章	能源价格	94
5.1	能源定价理论	94
5.2	石油输出国组织与国际石油价格	95
5.2.1	OPEC石油储量	95
5.2.2	OPEC产量政策及其市场份额	96
5.2.3	OPEC定价机制	97
5.2.4	OPEC原油产量与国际原油价格	98
5.2.5	OPEC对国际石油价格影响简评	101
5.3	能源价格对市场配置的调节	101
5.3.1	能源价格波动特征	101
5.3.2	能源价格波动对能源市场均衡的影响	104
5.4	能源价格与一般价格水平	105
5.4.1	能源价格波动的传导	106
5.4.2	能源价格上涨对一般价格水平影响的测算	106
5.5	能源价格与经济增长	109
5.5.1	能源价格对经济生产的直接影响	109
5.5.2	能源价格对经济生产的综合影响	110
5.5.3	能源价格对相关部门生产影响	121
	本章小结	124
	思考题	124
	拓展阅读：世界石油交易价格	125
第6章	能源效率	127
6.1	能源效率的内涵	127
6.2	能源效率的测度	128
6.3	能源效率的测度指标与方法	130
6.3.1	能源宏观效率	130
6.3.2	能源实物效率	133
6.3.3	能源物理效率	134
6.3.4	能源价值效率	134
6.4	能源强度的分解	135

本章小结·····	136
思考题·····	137
拓展阅读:日本的企业能源经理系统·····	137
第7章 能源要素替代 ·····	139
7.1 要素替代与能源需求·····	139
7.2 能源与其他要素的替代性·····	141
本章小结·····	143
思考题·····	144
拓展阅读:要素替代弹性实证研究及其争议·····	144
第8章 国际能源贸易与能源金融 ·····	146
8.1 国际能源贸易·····	146
8.1.1 国际能源贸易特征·····	146
8.1.2 国际能源贸易与经济发展·····	149
8.2 能源金融化与能源期货市场·····	150
8.2.1 能源金融化·····	150
8.2.2 能源期货市场的形成与发展·····	156
8.3 能源期货市场的有效性·····	158
8.3.1 有效市场假设·····	158
8.3.2 能源期货市场的价格发现·····	164
8.4 能源期货市场的价格风险管理功能·····	168
8.4.1 能源价格风险概念·····	168
8.4.2 能源价格风险的度量·····	168
8.4.3 能源价格风险的管理·····	173
本章小结·····	181
思考题·····	181
拓展阅读:“安然事件”简介·····	182
参考文献 ·····	185

能源问题已经演变成成为影响全球政治经济格局和人类社会发展全局的重大战略问题。在宏观的科学研究层面上,能源问题归根结底是发展问题,但在很大程度上是经济问题。本章简要介绍了能源经济学的学科特征,包括能源经济学的定义、研究对象、研究方法,能源经济学的形成和发展,能源经济学与其他相关学科的联系。

1.1 能源经济学概述

1.1.1 能源经济问题的重要性

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。纵观人类社会发展的历史,人类文明的每一次重大进步都伴随着能源的改进和更替。能源的开发利用极大地推进了世界经济和人类社会的发展。能源的大量开发和利用,是造成环境污染和气候变化的主要原因之一。正确处理好能源开发利用与环境保护和气候变化的关系,是世界各国迫切需要解决的问题(国务院新闻办,2007)。不论是能源问题还是气候问题,归根结底都是发展问题。发展问题涉及的范围相当广泛,既包括经济和社会发展,也包括文化、科技和环境发展等诸多内容。各项内容相互关联、错综复杂,但在当前和未来相当长一段时期内,对于中国,经济发展仍将居于主线地位。

当前人类所使用的能源主要是商品能源,贯穿于整个经济系统的各个环节。能源既是重要的生产要素,是不可能被其他要素完全替代的;同时,能源又是重要的生活资料,是不可能被其他消费品完全替代的。工业革命以来,世界经济和能源消耗均保持了较快增长态势。1980—2011年间,世界生产总值(GWP)与能源消耗量的相关系数为0.994;GWP和能源消费年均分别增长2.87%和2.01%;单位GWP能耗累计下降了2.30%。全球经济每增长1%,大约带动能源需求增长0.70%。未来世界能源需求增长仍然较快。据国际能源署(IEA,2010)预测,按照目前的政策,2008—2035年世界能源消费总量年均增长1.4%,达到180.5亿吨标准油。

当前,世界能源发展面临着重大变革(中国能源研究会,2010):(1)世界能源消费开始由发达国家与发展中国家共享市场;(2)世界化石能源的供需平衡,只能满足全球能源需求的低速增长,世界化石能源资源进一步趋紧;(3)对能源安全、温室气体排放以及新的国际竞争力的战略追求,将对传统的世界能源格局提出挑战,能源利用将进一步向节能、高效、清洁、低碳方向发展;(4)在今后几十年内,世界能源结构将发生重大变化,非化石能源将逐步成为主要能源;(5)世界各主要国家纷纷调整战略,能源新技术成为竞相争夺的新的战略制高点,以争取可持续发展的主动权。

不论是与其他国家相比还是与中国自身历史相比,当前中国的能源经济形势都显得

更为紧迫、能源发展挑战更为严峻。因此,加强能源经济学的研究、普及和应用,对于中国显得尤为迫切。

中国是当今世界上最大的发展中国家,在促进经济发展和社会进步的过程中,面临着更严峻的能源与气候挑战。受经济社会发展阶段、人口众多、经济发展方式惯性作用等因素的制约,未来中国能源需求增速仍将处于较高水平。中国正处于工业化、城市化的快速发展进程中。20世纪后20年,中国能源消费年均增长4.5%;21世纪前10年,年均增速超过了8%。即使2010—2030年中国能源消费年均增速为4.0%,到2030年能源消费总量将达到71亿吨标准煤(发电煤耗法);如果年均增速按照6%计算,则2030年能源需求将超过100亿吨标准煤。即使未来中国人均能源消费量与目前能源效率较高的日本的人均水平相当,按14.5亿人口计算,则中国每年能源需求总量将超过85亿吨标准煤;如果与目前的美国人均水平相当,则每年能源需求总量将超过160亿吨标准煤。巨大的能源需求前景给中国未来经济和社会发展带来了严峻挑战,不确定的能源需求情景也给中国改善能源效率带来了诸多机遇(廖华,2008)。

1952—2012年中国的能源消费总量和结构如图1-1所示。

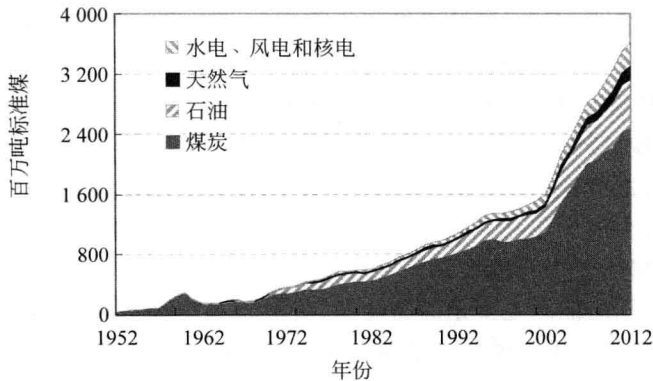


图 1-1 中国的能源消费总量和结构

尽管中国的能源资源总量比较丰富,但由于中国人口众多,人均能源资源拥有量在世界上处于较低水平。煤炭和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的50%,石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的1/15左右。耕地资源不足世界人均水平的30%,制约了生物质能源的开发(国务院新闻办,2007)。此外,中国能源资源分布极不均衡。如果没有出现重大的能源技术变革或者大规模资源储量发现,国内较低的人均能源资源特别是油气资源储量,将越来越难以满足未来经济社会发展需要。中国自1993年起再次成为石油净进口国,自1997年起能源自给率开始小于100%。近年来,能源对外依存度上升较快,特别是石油对外依存度从21世纪初的32%上升至2011年的57%。能源自给率逐渐下降,石油净进口量急剧增长,这还将影响中国的国家安全。

中国是世界上少有的几个以煤炭为主的能源消费大国,煤炭消费量约占全部能源消费量的70%(发电煤耗法)。大量煤炭开采和燃烧带来了严重的环境污染问题。中国已经是世界上最大的二氧化硫排放国,2009年二氧化硫排放总量为2214.4万吨,与2005年

相比下降了 13.14%。

全球温室气体排放量 68% 来自能源活动(主要是化石燃料燃烧导致的二氧化碳排放)。尽管有关气候变化的科学依据存在争议和不确定性(特别是关于大气温室气体浓度与增温的量化关系),但全球二氧化碳减排的舆论环境和政治生态已经形成(丁仲礼等, 2010)。随着全球气候变化及其谈判问题的日益严重以及中国温室气体排放总量继续增长,今后中国在减缓碳排放增速方面将继续做出巨大努力。工业革命以来,全球温室气体累计排放的最大部分源自发达国家。目前,温室气体减排成本较高昂,发达国家已经完成了工业化进程,当时几乎没有温室气体减排压力;而中国在推动经济发展、促进社会进步的同时,还需要应对全球气候变化带来的新挑战。

1.1.2 研究和应对能源挑战需要能源经济学

由于能源的至关重要性和特殊性,能源问题成为国际社会高度关注的问题,能源政策在世界各国的发展政策体系中都占据重要地位。如何制定或调整本国的能源政策,这吸引了来自各个学科的专家学者。

能源作为能量,在热力学中有第一定律、第二定律、第三定律、第零定律。这些定律对于认识能源的自然属性具有重要意义。在能源工程中,也有一些具体的能源技术方法。但是,仅有能源科学和能源工程的理论或方法,还不足以应对当前人类面临的能源挑战。

作为一门科学,能源经济学在不同文献中的定义有所不同,但大体上存在基本的共识。在《新帕尔格雷夫经济学大辞典》(第二版)(Durlauf 和 Blume, 2008)中,能源经济学研究能源资源问题和能源商品问题,包括企业和消费者供应、转换、运输和使用能源资源的行为或动机,市场及其规制结构,能源利用的经济效率,能源开发和利用导致的分配和环境问题等。在《麦克米伦能源百科全书》(Zumerchik, 2001)中,能源经济学定义为关于经济学在能源领域中应用的一门科学,重点关注能源利用领域内各类主要能源的供应和需求,各类能源之间的竞争性,公共政策的作用以及能源带来的环境影响。

能源问题与其他经济、社会问题交织在一起,互为关联,具有典型的系统性和动态性特征。单纯地依靠能源技术、能源工程,愈来愈难以应对能源经济系统问题。例如,世界各国都要不断地开展中长期能源需求预测。预测本身并不是目的,而是为了更好地未雨绸缪,更好地制定节能规划和能源供应规划。要做好中长期预测,需要对整个经济系统有比较全面的把握和认识,包括经济增长速度、经济结构和要素结构演变、人口结构和居民消费倾向变迁、技术进步、经济体制变化等。对这些因素的把握和认识都需要依靠现代经济学理论和方法。如图 1-2 所示,不同的国家,人均能源消费量的演变路径也不相同。如何去分析各国人均用能量的影响因素,区分哪些是客观因素、哪些是主观政策因素,这对于一国制定中长期能源发展战略具有重要的启示作用。

在我国,能源经济系统研究已有 30 多年的历史,取得了大量优秀成果。与目前国家能源战略、能源形势的发展相比,仍然需要进一步大力普及和推广能源经济学的教育。近年来,由于能源问题的紧迫性和重要性日益凸显,能源经济研究报告和论文大量涌现、从事能源经济学学习和研究的人员日益增多,这也迫切要求出版一本能源经济学教科书。目前,国内外有关能源经济类的教科书,大多以能源品种为脉络,分别介绍石油、天然气、

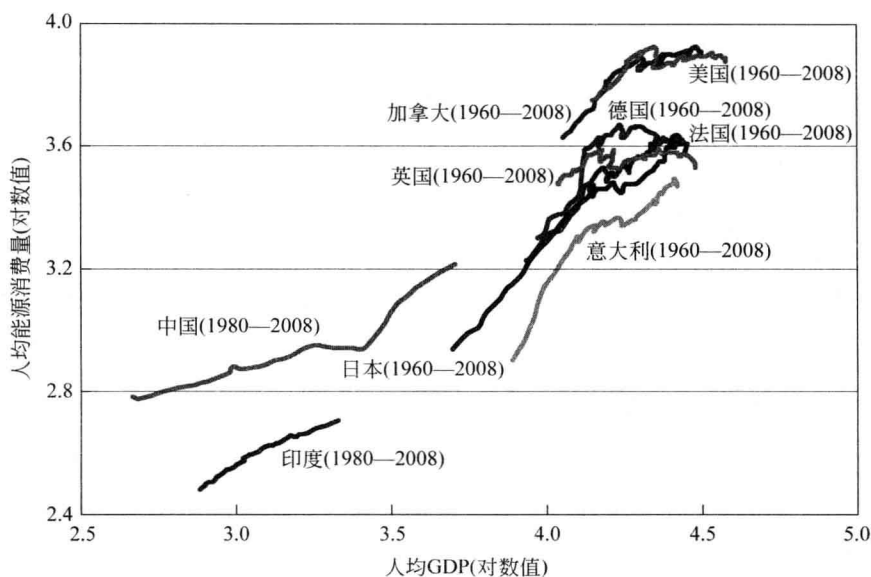


图 1-2 经济发展水平与人均能源消费量

资料来源：World Bank(2009)。

煤炭、水电、可再生能源、节能、能源管理等方面的知识。本书将以能源问题为脉络，把各类能源纳入整个经济社会系统框架综合考量，注重能源与其他要素的替代性、各类能源之间的替代性、能源与技术的相互关系等。

1.2 能源经济学的研究对象和方法

1.2.1 能源经济学的研究对象

能源经济学是以能源经济系统的运行规律为研究对象。能源经济系统不仅包括能源的勘探、生产、加工、贮运和利用各个环节，更包括各个环节的相互关系，及其与其他经济要素的关联关系。能源经济学包括以下主要研究对象或研究内容，各项研究内容相互关联。

1. 能源供给与需求

能源供需和可持续发展受经济发展速度、能源投融资状况、新技术的使用、消费模式以及能源政策等很多因素的影响。能源的供应与消费研究具体包括能源与经济发展、能源供需预测、能源消费模式、区域能源消费、能源可持续发展、能源技术政策等问题。

2. 能源效率与节能

改善能源效率是应对能源挑战的重要且有效途径。能源效率与节能研究具体包括能源效率测度方法与应用、能源效率与经济社会发展、节能政策设计与模拟、居民消费行为与节能、重点行业能源效率、区域能源效率等。

3. 能源市场与碳市场

能源市场与碳市场的金融特征日益突出，关系越来越密切。能源价格波动、能源价格

机制、能源市场风险监测和预警、碳市场机制已成为研究热点。当前,在能源市场与碳市场方面重点需要研究能源价格机制与价格预测、能源市场风险管理、能源金融与碳金融、碳市场配额分配机制、碳市场与低碳发展等。如何在保障能源供应的可靠性和提高能源供应的经济效率两个方面做好平衡,一直是全球各国政府的难题。能源市场研究,特别是电力市场和天然气市场研究在现代经济学理论研究中占重要的引领作用。

4. 气候变化与环境变化

全球气候变化和环境变化涉及不同层次范围和时间尺度,是典型的复杂科学问题。重点研究内容包括碳排放问题、气候变化情景分析、气候政策设计与模拟、碳捕获与封存、能源—环境—健康、气候变化与环境变化的影响及易损性、支撑气候谈判的博弈理论与方法、节能减碳的信息效率与激励机制设计、碳交易市场机制设计等。

5. 能源安全与预警

国际能源地缘政治纷繁复杂,国际原油价格剧烈波动,给石油贸易带来巨大风险,直接影响能源进口国的能源安全。该领域重点研究战略石油储备、能源进口风险评价、海外油气开发利用风险管理、海外油气运输风险评估、能源供应安全预警、国际能源安全政策等。

6. 能源建模与系统开发

目前,大多数能源模型是涵盖社会、经济、技术、资源、环境、气候的综合集成模型,这些模型大多以经济系统为核心。在构建能源系统模型时,根据研究目的、假设条件以及数据可获得性,在经济系统的基础上加载技术、资源、环境、气候等模块。在国际上,一些重要的国际组织或政府机构发布的能源报告大多数是以能源经济系统模型的模拟结果为基础。例如,国际能源署(IEA)每年发布的《世界能源展望》是基于1993年以来不断开发和升级的世界能源模型(WEM);美国能源部能源信息署(EIA)每年发布的《国际能源展望》是基于1993年以来开发的美国国家能源建模系统(NEMS)。WEM模型包括终端能源需求、电力生产、转换与运输、化石能源供应、二氧化碳排放、投资6个子模块,可用于预测全球主要国家和地区的需求量。NEMS模型包括10多个模块,主要用于美国的中长期能源需求预测和政策模拟。

7. 能源公平与能源贫困

能源属于生活必需品。世界各国的人均能源需求水平和需求结构极不平衡。发达国家和石油出口国的年人均用能量基本处在3~10吨标准油水平。大多数发展中国家的人均用能量远低于发达国家水平,美国的年人均用能量是世界人均水平的4倍多。在同一国家的不同社会群体间,能源需求也极不平衡。在广大发展中国家和地区,能源贫困问题依然相当严重。当前,世界能源贫困问题突出表现在3个方面:一是人均用能水平较低;二是无法获得电力服务;三是煤炭和传统固体生物质能使用比较广泛。能源贫困会对健康和教育导致很多不良后果,而且这些后果是深远的甚至是不可逆转的。如果广大农村居民无法获得电力,不能满足基本的照明和电器服务,则无法为学生提供更好的学校教育和家庭条件,即使是基本、简单的医疗设备也无法正常运转。大量使用煤炭和柴草等传统固体能源将导致严重的室内空气污染,造成严重呼吸道疾病,还会给产妇和新生儿健康造成威胁。在获取传统生物质能的过程中,劳动强度大、劳动时间多,而且往往是由儿童

或妇女来承担,同时影响健康和人力资本水平。另外,传统生物质能的利用效率相当低下,造成大量资源浪费。

在不同的历史时期,能源经济学的研究对象或者侧重点有所不同。在早期,能源经济学主要研究资源的可耗竭性、能源中长期需求预测、OPEC 行为等。近年来,全球气候变化问题的国际政治生态和舆论环境业已形成,全球和区域气候政策也成为能源经济学的重要研究对象。

1.2.2 能源经济学的研究方法

开展能源经济学研究,首先需要树立全局观、系统观、动态观。由于现实能源经济系统的复杂性,在开展能源经济研究中,需要依据具体的问题和数据的可获得性,确定系统的边界,确定外生因素和内生因素。例如,能源价格会影响能源需求,那么在开展能源中长期需求预测研究中,是把价格作为内生因素还是外生条件,对于选择具体的预测方法、得到的具体预测结论和政策启示均有重要影响。

能源经济学的研究方法应当以经济学理论、统计学理论等有关科学理论为基础,同时还需要大量的实践经验支撑。当前,能源经济学研究大多是经验研究(国内通常也称为实证研究)和实验研究(或称模拟研究),或者二者的结合;也有少量数理研究(特别是在电力市场研究方面)。在经验研究中,大多依据基本的经济学原理或者实践经验,通过收集相适应的数据,开展计量或者统计分析。在实验研究中(大多数能源系统建模研究属于这一类),一般首先依据有关经济学理论建立行为方程和平衡方程(方程的参数大多依据经验或者校准获得),然后改变外生变量(例如,税收政策、能源价格等),对模型系统进行运算(模拟),得到结果或结论。具体来讲,经验研究方法包括回归分析、投入产出分析、增长核算分析、统计分析、时间序列分析等方法;实验研究方法包括可计算一般均衡模拟、多主体模拟等。

能源经济模拟研究往往需要一个团队合作完成,一项出色的模拟研究往往是几年甚至数十年的积淀。例如,国际应用系统分析研究所(IIASA)和斯坦福大学联合开发的MERGE模型,主要用于全球气候政策模拟研究,包括宏观经济、能源供应、温室气体排放3个子模型。美国Brookhaven国家实验室开发的MARKAL-MACRO模型及其变形。麻省理工学院开发的IGSM模型,包括经济、大气化学变化、气候、陆地生态系统等模块,偏向于技术层面,该模型是早期经济合作与发展组织(OECD)开发的GREEN模型的延续版本。由马里兰大学和美国太平洋西北国家实验室联合成立的全球变化联合研究所开发的第二代能源经济系统模型SGM,它是由14个地区的一般均衡模型组成的模型集组成。McKibbin和Wilcoxon联合开发的多国多部门跨期动态一般均衡模型G-Cubed(含12个部门)。由于不同的能源系统模型模拟结果差异较大,为了使模型更易比较、更加透明化,推动能源经济科学发展,20世纪70年代,斯坦福大学Swneey和Weyant等教授创建了著名的能源建模论坛(EMF),为能源建模学者提供了一个良好的交流平台。

经验研究与模拟研究相结合的经典实例就是哈佛大学的Hudson和Jorgenson(1974)开创的基于计量的可计算一般均衡研究。他们在编制投入产出时间序列表等大量数据的基础上,采用Translog函数形式,建立了反映美国能源经济系统的一般均衡计量

经济模型,并用该模型模拟了不同税收政策对美国能源需求和碳排放的影响。与其他常见的 CGE 模拟研究所不同,该模型的一些参数采用计量方法内生获得,减少了对技术进步有偏性和模型参数的人为设定。因该模型需要编制投入产出时间序列表,数据量要求也较大。

1.3 能源经济学的形成与发展

1.3.1 能源经济学的起源与兴起

能源经济学的起源可以追溯到经济学界对自然资源的可耗竭性的关注。19 世纪,得益于以蒸汽机为代表的工业革命,英国成为世界制造中心,煤炭需求量急剧增长,从 1800 年的 0.13 亿吨标准煤增长到 1900 年的 1.66 亿吨标准煤,英国煤炭产量曾一度占全球产量的 80% 以上。煤炭需求量有没有顶峰、何时达到顶峰? 世界煤炭储量是否会耗竭? 这些问题在当时已经引起了一些从事经济研究学者的重视。1865 年,著名的边际学派代表人物、英国经济学家杰文斯(Jevons)发表了著名的《煤炭问题》(图 1-3),该书是最早应用经济学分析煤炭问题的著作。

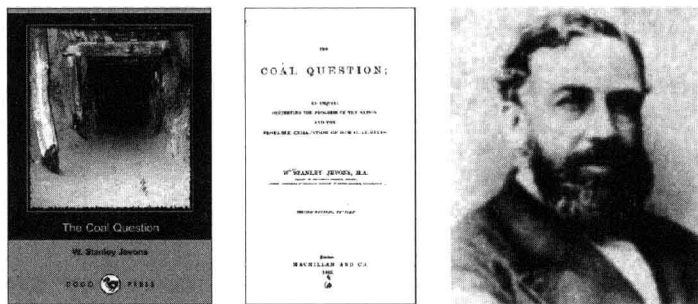


图 1-3 杰文斯和他出版的《煤炭问题》

尽管能源资源的可耗竭性在 19 世纪已经引起注意,但在当时的经济学界还未引起广泛关注。1931 年,美国经济和统计学家 Hotelling(1931)在《政治经济学》期刊上发表了著名的《可耗竭性资源的经济分析》一文,开创了资源经济学。但在当时,世界能源结构逐步转向以石油为主,化石能源资源的可耗竭性并不是很突出。后来由于“二战”及战后初期的重建工作,能源经济问题依然没有得到足够的重视。

1952 年,美国未来资源研究所成立。该机构成为美国第一个资源与环境领域的智库。1963 年,未来资源研究所的 Barnett 和 Morse 出版了著名的《稀缺性与增长:关于自然资源可获得性的经济学》,再次引起了全球经济学界对能源经济问题的重视。

1973 年,第一次石油危机爆发带动了能源经济学研究的兴起,大量曾经获得诺贝尔科学奖的经济学家对能源经济问题开展了系统深入的研究,例如,已获奖者 Kenneth J Arrow 和 Tjalling C Koopmans 等人,也包括后来的获奖者 Robert M Solow 和 Joseph E Stiglitz 等人。研究问题不仅仅包括资源开采和定价,还包括 OPEC 的定价能力、能源价格波动对宏观经济的影响、能源市场规制、节能政策设计等。自此,能源经济学成为经济