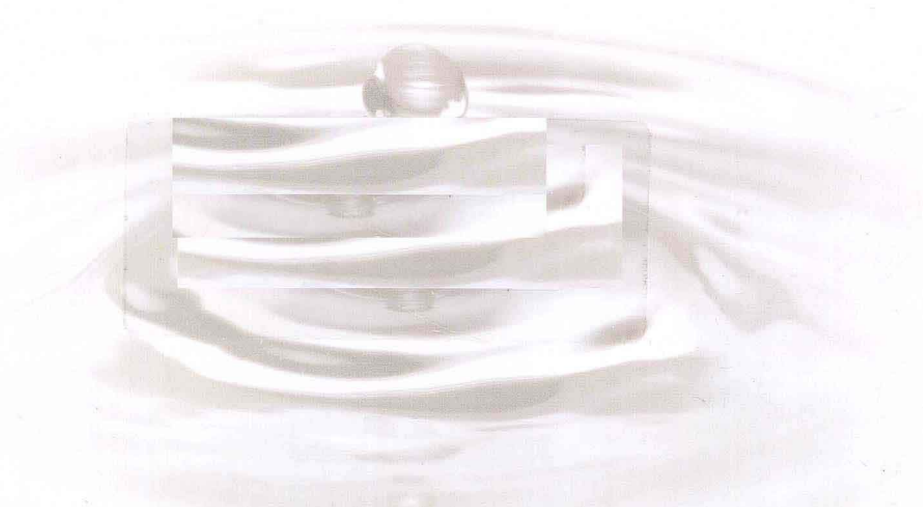


精·品·课·程·立·体·化·教·材·系·列

能源经济学

魏一鸣 焦建玲 廖 华 编著



科学出版社

精品课程立体化教材系列

能源经济学

魏一鸣 焦建玲 廖 华 编著

科学出版社

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与能源供给、能源市场、能源价格、能源效率、能源要素替代和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,使本书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、企业管理人员及政府部门的公务人员的培训教材或自学参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

能源经济学/魏一鸣,焦建玲,廖华编著. —北京:科学出版社,2011.2
(精品课程立体化教材系列)

ISBN 978-7-03-030288-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 022697 号

责任编辑:王伟娟/ 责任校对:张怡君
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

明辉印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年2月第一版 开本:B5(720×1000)

2011年2月第一次印刷 印张:13 1/2

印数:1—4 000 字数:270 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

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首要任务，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、电力等高校，因此，在“石油经济学”、“煤炭经济学”、“电力经济学”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，与经济学有较大区别。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。能源经济学属于应用经济学的范畴，同时由于能源问题的特殊性，也推动了经济学理论和方法的发展，如产业组织理论、非线性定价等。另一方面，能源经济学是一类典型的交叉科学，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本人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门人才培养方面也作了一些有益的探索。在“能源经济学”方面开展了一些有价值的研究，并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国际重要期刊上，其中部分论文已被麻省理工学院（MIT）等国外著名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》以学术专著的形式出版，迄今已出版三部，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

业的领导及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。

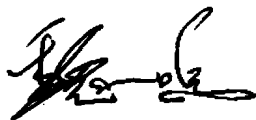
国内有不少高等院校将陆续开设“能源经济”课程并招收本科生和研究生。为顺应这一新的形势和要求，鉴于教材与学术专著无论是在写作内容还是风格方面均有较大差异，北京理工大学组织长期从事能源经济与管理研究和教学的专家编写了本书。在编写过程中，参考了我们团队之前出版的学术专著《中国能源报告》和论文及国内外的有关文献。本书以能源经济与管理问题为主线，把经济学中的相关理论贯穿到能源经济复杂系统中，从能源市场供需着手，探讨能源市场资源配置效率，能源价格与能源市场以及宏观经济之间的关系，强调教材的基础性和系统性；其次，本书突出能源资源的要素禀赋特性，注重能源与其他要素的替代性、各类能源之间的替代性、能源与技术的相互关系等；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，为确保本书的可读性，在本书编写过程中，我们注重深入浅出，使本书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。

本书共八章，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。本书在写作过程中，参考了大量资料，作者已尽可能地在参考文献中详细列出，在此，对引文中的所有作者表示诚挚的感谢！但是，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。并将在修订版本中予以补充。

本书的研究和编写过程中，得到了国家自然科学基金（71020107026、0971034、70733005、70903066）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、宋建国、马燕合、黄晶、孙洪、田保国、沈建忠、延吉生、李善同、陈晓田、李一军、汪寿阳、高自友、张维、黄海军、周寄中、黄季昆、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、涂序彦、计雷、蔡晨、李之杰、池宏、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. 等曾应邀访问能源与环境政策研究中心并作

学术交流，他们曾以不同形式给予我们支持和帮助。中国科学院副院长丁仲礼院士也曾对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！

由于作者的知识修养和学术水平有限，本书中难免存在缺陷和不足，甚至是错误，恳请各位同仁和读者批评指正。



2011年2月10日于北京

目 录

前言

第 1 章 导 论	1
1.1 能源经济学概述	1
1.2 能源经济学的研究对象和方法	5
1.3 能源经济学的形成与发展	8
1.4 能源经济学科与其他相关学科的联系	11
1.5 本章小结	12
第 2 章 能源需求	13
2.1 能源需求的基本概念	13
2.2 能源需求的主要影响因素	21
2.3 能源需求预测建模	28
2.4 本章小结	42
第 3 章 能源供给	44
3.1 能源供给的基本概念	44
3.2 能源供给的主要影响因素	51
3.3 能源供给预测	57
3.4 本章小结	67
第 4 章 能源市场	68
4.1 能源市场均衡分析	68
4.2 能源市场的非均衡分析	75
4.3 税收与能源配置	83
4.4 能源市场规制	89
4.5 本章小结	100
第 5 章 能源价格	103
5.1 能源定价理论	103
5.2 石油输出国组织与国际石油价格	104
5.3 能源价格对市场配置的调节	111
5.4 能源价格与一般价格水平	117
5.5 能源价格与经济增长	120

5.6	本章小结	137
第6章	能源效率	139
6.1	能源效率的内涵	139
6.2	能源效率的测度	140
6.3	能源效率的测度指标与方法	142
6.4	能源强度的分解	147
6.5	本章小结	149
第7章	能源要素替代	152
7.1	要素替代与能源需求	152
7.2	能源与其他要素的替代性	155
7.3	本章小结	157
第8章	国际能源贸易与能源金融	158
8.1	国际能源贸易	158
8.2	能源金融化与能源期货市场	163
8.3	能源期货市场的有效性	169
8.4	能源期货市场的价格风险管理功能	179
8.5	本章小结	191
参考文献	193

第 1 章 导 论

能源问题已经演变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。本章将简要介绍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，以及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。发展问题的涉及范围相当广泛，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内。能源既是重要的生产要素，不可能被其他要素完全替代；能源也是重要的生活资料，不可能被其他消费品完全替代。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。1980~2009年，世界生产总值（GWP）与能源消耗量的相关系数为0.995；GWP和能源消费年均分别增长2.8%和1.8%；单位GWP能耗累计下降了23%。全球经济每增长1%，大约带动能源需求增长0.64%（魏一鸣等 2010）。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战的新的战略制高点，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，能源发展挑战也更为严峻。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%，如图1-1所示。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，但是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。

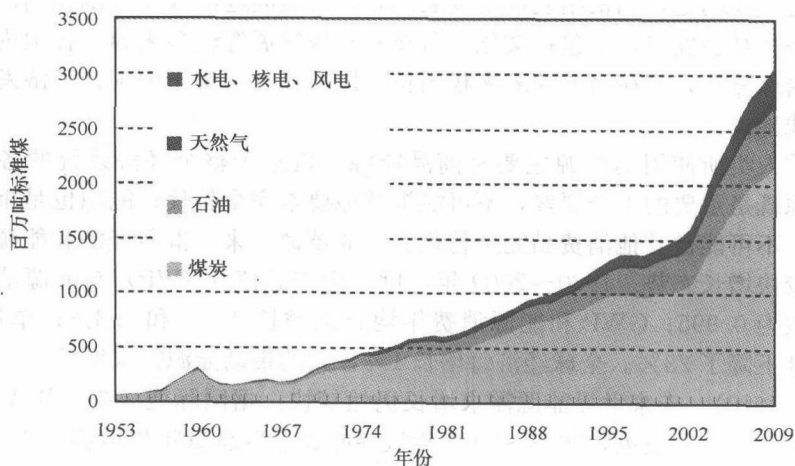


图 1-1 中国的能源消费总量和结构

资料来源：魏一鸣等，2010，中国能源报告 2010：能源效率研究，北京：科学出版社。

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的需要。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%;2000年以来,石油净进口量急剧增长,对外依存度迅速攀升,2009年净进口量达到2.11亿吨,对外依存度53%。能源自给率逐渐下降,石油净进口量急剧增长,这还将影响到中国的国家安全。

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2214.4万吨,与2005年相比下降13.14%。

中国还是二氧化碳排放大国,而且排放量增长较快。虽然目前没有具体的温室气体减排义务,但是随着全球气候变化问题的日益严重,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;而中国目前正处在工业化进程中,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,在热力学中有第零定律、第一定律、第二定律、第三定律。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。

应对复杂的能源经济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。能源经济学属于应用经济学的范畴,同时由于能源问题的特殊性,也推动了经济学理论和方法的发展,例如产业组织理论、非线性定价等。此外,能源经济学是一类典型的交叉科学,不仅需要依靠以能源工程

为具体背景，而且需要依靠经济学理论和方法。

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2版）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，能源利用的经济效益，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》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，而是为了更好的未雨绸缪，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。

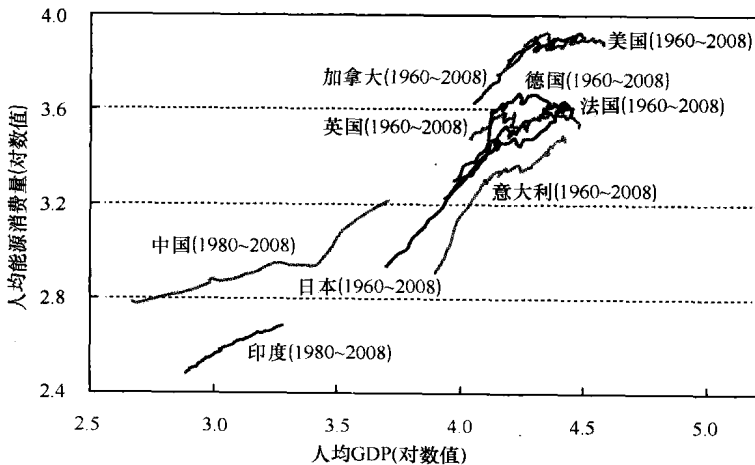


图 1-2 经济发展水平与人均能源消费量

在我国，能源经济系统研究已有 30 多年的历史，但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教育和研究。

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部能源经济学教科书。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、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普遍性和提高能源供应的经济效益两个方面做好平衡,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。其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、投资六个子模块，可用于预测全球主要国家和地区的需求量。NEMS模型包括十多个模块，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三个方面：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，还会给产妇和新生幼儿的健康造成威胁。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（或者模拟研究），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（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、温室气体排放三个子模型。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)出版了著名的《煤炭问题》,该书是最早应用经济学分析煤炭问题的著作(图1-3)。

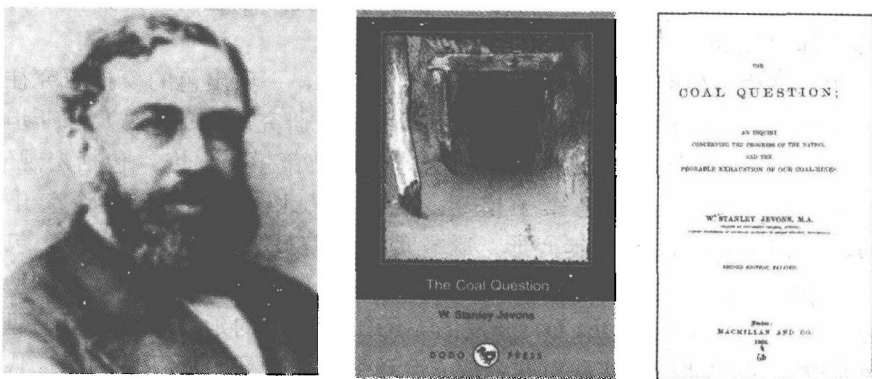


图 1-3 杰文斯及其出版的《煤炭问题》

尽管能源资源的可耗竭性在19世纪已经引起人们的注意,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。后来由于第二次世界大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,如已获奖者 Kenneth J. Arrow、Tjalling C. Koopmans 等,也包括后来的获奖者 Robert M. Solow、Joseph E. Stiglitz 等。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学的一个重要分支,大量的能源经济研究文献见诸于主流的经济学期刊中。

1.3.2 能源经济学的发展

1. 一批能源经济学期刊相继出版

第一次石油危机后,无论是在广度上还是在深度上,能源经济研究都有了较大的推进。为了适应当时能源经济学者交流的需要,一批能源经济学期刊相继出版。例如, *Energy Policy* (1973年创刊), *Energy Economics* (1979年创刊), *Energy Journal* (1980年创刊), *Annual Review of Energy* (1976年创刊,后更名为 *Annual Review of Environment and Resources*), *Resources and Energy* (1978年创刊,后更名为 *Resource and Energy Economics*)。

此期间,能源经济学文献大量涌现。Google Scholar 的文献计量显示,在 20 世纪 60 年代全球经济、金融与管理领域的英文文献中,以“Energy”为标题的仅有 295 篇(部),但到 70 年代则增长到 6760 篇(部),而且该数据还在持续增长中(图 1-4)。

2. 一批能源经济学研究机构、组织或学会相继成立

当前世界著名的能源经济学研究机构、组织或学会大多成立于 20 世纪 70 年代石油危机后,如国际能源经济学会(IAEE)、国际能源署经济研究部(IEA)、美国能源部能源信息署(EIA)、斯坦福大学能源建模论坛(EMF)、麻省理工学院能源与环境政策研究中心(CEEPR)、日本能源经济研究所(IEEJ)、剑桥能源研究会/咨询公司。一些著名的经济学研究机构成立了专门的能源经济部门或