

能源经济与管理论丛
NENG YUAN JING JI GUAN LI LUN CONG

主 编◎雷仲敏 宋焕才

副主编◎炭晓斌 傅经纬

能源技术 经济分析评价

NENG YUAN JI SHU
JING JI FEN XI
PING JIA



中国环境科学出版社

《能源经济管理论丛》之四

能源技术经济分析评价

主 编 雷仲敏 宋焕才
副主编 扈晓斌 傅经纬

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

能源技术经济分析评价/雷仲敏, 宋焕才编. —北京:
中国环境科学出版社, 2006.4
(能源经济管理论丛; 4/张根虎主编)
ISBN 7-80209-207-8

I. 能… II. ①雷…②宋… III. 能源工业—技术
经济—经济分析—中国 IV. F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 025429 号

责任编辑 苏金河

封面设计 杨 群 欧阳显根

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店经销
版 次 2006 年 6 月第 1 版
印 次 2006 年 6 月第一次印刷
开 本 850×1168 1/32
印 张 6.625
字 数 178 千字
定 价 98.00 元 (全)

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《能源经济理论丛》

编委会

主任 张根虎

副主任 武 强 雷仲敏 宋焕才 扈晓斌

编委 (按姓氏笔画为序)

王 麟 宋焕才 张根虎 武 强

扈晓斌 温 波 傅经纬 雷仲敏

前 言

能源是一个国家经济社会发展的重要物质基础，世界各国经济发展的历史实践表明，能源开发利用对一个国家和地区的经济社会发展有着至关重要的影响。能源也是多年来制约我国国民经济持续发展的一个薄弱环节，尽管我国的能源生产经过 50 多年的努力，已经取得了十分显著的成绩，能源紧张的矛盾明显缓解。然而与国民经济和社会发展的长远需要相比，仍存在着较大的差距，特别是洁净高效能源，其安全供给的缺口依然很大。正因为如此，能源被列为我国经济社会发展的战略重点。

本世纪头 20 年是我国经济社会发展的重要战略机遇期。按照党的十六大提出的全面建设小康社会的发展目标，到 2020 年，我国经济将实现新的翻两番。根据购买力平价（PPP）折算，届时我国的人均 GDP 将超过 1 万美元。国际经验表明，这一时期是一个国家或地区实现工业化的关键时期，也是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生明显变化的阶段。反映到能源领域，由于我国特殊的人口、资源、环境约束，在这一时期，也是我国能源发展面临调整和急剧变化的新时期。之所以得出这一结论，是基于我国未来经济社会发展所面临的特殊的能源发展环境和能源供需形势。我国

特殊的国情要求我们在实现全面小康社会的目标时,要善于正确处理人口、资源、环境的矛盾,实现经济增长方式的根本转变,有效解决和妥善处理好我国能源发展所面临的各方面问题。

由青岛科技大学城市可持续发展研究中心牵头主持,根据国家能源领域“十五”科技攻关计划的要求,在课题研究的基础上,组织国内各方面专家参加,共同编写出版的这套《能源经济理论丛丛》,从“煤炭运销管理体制变革”、“清洁能源示范区规划建设”、“能源开发与地区经济可持续发展”、“能源技术经济分析评价”、“中西部地区能源开发的战略与政策”等不同侧面,对上述问题进行了研究、探讨,就社会各方面所关注的我国能源经济与能源管理所存在的问题,提出了自己的见解和建议。这些研究成果有的已经被有关地区和部门在工作决策中采纳和应用,并对社会经济发展产生了一定的影响;有的已引起有关方面的关注,并在社会各界产生积极的反响。

当前,我国经济社会正处在一个十分关键的发展时期,全面、协调、可持续发展的科学发展观的提出,和谐社会的建设,都要求我们必须关注我国的能源发展与能源建设,《能源经济理论丛丛》的编写出版就是我们对这一问题的积极探讨。我们将继续关注我国现代化建设进程中能源领域所面临的各方面问题,为我国能源发展和全面小康社会的建设做出积极的贡献。

《能源经济理论丛丛》编委会

2006年5月

目 录

第一章 能源经济问题与能源经济学研究	1
1 能源经济问题的提出	1
2 能源经济学者如何思考解决问题	2
3 能源经济学的形成与发展	6
4 能源经济学研究的内容框架	9
4.1 能源经济理论研究	9
4.2 能源产品再生产过程研究	13
4.3 能源经济管理研究	14
4.4 能源项目经济分析研究	16
4.5 能源环境经济研究	17
4.6 全球能源经济问题研究	17
4.7 区域能源经济问题研究	17
4.8 部门能源经济问题研究	18
4.9 微观能源经济问题研究	18
5 能源经济学与能源科学技术	18
第二章 煤炭地下气化开采技术经济分析	20
1 国外煤炭地下气化开采技术发展评述	20
1.1 煤炭地下气化原理	20
1.2 发展历史和现状	21
1.3 技术进展	23

1.4 结论	26
2 国内煤炭地下气化开采技术发展述评	28
2.1 发展历程	28
2.2 技术特征	30
2.3 主要问题	31
3 煤炭地下气化开采工艺的技术评价	33
3.1 煤炭地下气化开采方法和工艺技术	33
3.2 煤层赋存结构和环境适应性	37
4 煤炭地下气化产品的技术经济分析	38
4.1 产品技术经济分析	39
4.2 环境效益分析	45
5 山西煤炭地下气化开采的条件和制约因素分析	47
5.1 煤炭资源的开发特征与形势	47
5.2 实施 UCG 开发的基础条件和限制因素	50
6 山西煤炭地下气化开发总体思路及对策选择	52
6.1 开发的意义与作用	52
6.2 整体开发思路	53
6.3 UCG 开发的技术选择	55
6.4 开发模式及其选择	60
7 山西发展煤炭地下气化开采的若干技术经济政策	63
7.1 统筹规划, 加强领导	64
7.2 市场引导, 企业运作	65
7.3 资源规划与安全政策	66
7.4 技术选择与产业重点	66
7.5 投资体制和政策优惠	67
第三章 煤炭开采对水资源的破坏影响及其评价	69
1 山西水资源特征及其评价	69
1.1 山西水资源特征	69

1.2 山西水资源总量及其评价	72
1.3 山西水环境分类及其评价	74
1.4 用水特征及其评价	81
2 山西煤炭开采对水环境造成的破坏影响	82
2.1 山西煤炭资源分布及其水文地质特征	82
2.2 煤炭开采对地下水资源破坏的原理	86
2.3 采煤对地表水的影响	90
2.4 煤炭开采对水资源破坏的调查分析	90
2.5 影响趋势及其预测分析	95
3 煤炭开采对水资源破坏影响的评价分析	96
3.1 煤炭开采对水资源破坏影响的经济评价	96
3.2 煤炭开采对水资源破坏的环境与生态影响及评价	99
3.3 水资源破坏影响的宏观经济评价	104
4 对策措施及若干政策建议	106
4.1 对煤炭及其所赋存的地下水资源实行保护性开发	106
4.2 做好全省水资源的综合开发与整治工作	106
4.3 整体规划, 统筹调配管理各类水资源	107
4.4 对山西煤炭开采制定特殊的水资源保护政策	109
 第四章 煤炭气化技术评价与决策选择方法	 111
1 煤炭气化技术国内外发展评述	111
1.1 洁净煤技术框架与煤炭气化技术	111
1.2 煤炭气化技术发展评价	116
1.3 煤炭气化产品生产消费预测分析	133
2 煤炭气化技术评价方法研究	143
2.1 评价方法综述	143
2.2 煤炭气化技术评价模型的开发	150
2.3 煤炭气化技术评价	160
2.4 基本结论与建议	175

3 政策建议	177
3.1 加大 R-D 成果转化投入力度	177
3.2 加强组织管理	178
3.3 税收政策	180
附表	181

第一章 能源经济问题与能源 经济学研究^①

1 能源经济问题的提出

能源是人类对客观世界的物质资源进行开发利用的最基本资源之一，是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。人类对能源的开发利用经历了一个由低级到高级，由简单到复杂，由自然状态到人工状态，由粗放到集约的过程。这一过程又是人类不断付出自己劳动，改变能源形态，转化其存在利用形式的过程。能源，尤其是矿物能源，就其生成过程及产品的生产周期相对消费需求的数量而言，是一种有限的资源。因此，便面临着如何与社会经济发展相衔接，如何在全社会合理高效配置，如何维持其自身开发利用的可持续均衡等一系列问题。

从能源与经济关系的相互关系来看，首先，社会经济的发展不仅要求能源在总量上保持供需的均衡，而且在品种、结构、质量上也要求与社会需求相适应。其次，能源的发展也同样离不开经济发展基础，经济发展所产生的市场需求是推动能源工业发展的动力，经济发展所引起的其他工业部门科技进步为能源工业发展提供了手段和物质基础，经济发展所积累的社会资金，为能源工业发展提供

^① 本报告是受中国能源研究会能源经济专业委员会委托为中国大百科全书撰写的能源经济学学科介绍专题词条。作者：雷仲敏、吴德春。

了财力上的保障。第三，能源发展是社会经济各要素综合制约作用的结果。如不同的社会经济发展阶段及相应形成的社会经济结构，对能源的需求是不相同的；不同的科技发展水平和技术进步状况，不同的资源禀赋特点，对能源产出率和能源的利用率都有着较大的影响；在市场供需关系基础上所形成的能源价格，对能源的发展也有着较大的抑制或促进作用；而国家宏观经济政策、国际政治经济关系变动，更对一个国家或地区的能源发展有着较大的影响。

从一个国家和地区的能源工业发展来看，不同种类的能源，其勘探、布局、生产、加工、转换、分配、输送、储存、消费、利用等再生产过程各环节的协调运行，相互之间的替代与互补作用及其与社会再生产之间的相互衔接与均衡等，均存在着发展战略、经济政策、配置方式、供需规划、环境、立法等一系列宏观能源经济问题。

从一个企业和一个能源建设项目来看，则存在着对能源投入产出的成本、价格、收益等因素的分析问题，存在着企业能源合理利用、能源价格制定、各环节最佳配置等管理问题，存在着各种投资建设项目和计划方案的财务收益及国民经济收益分析问题。

从一个能源工程技术系统来看，则存在着系统各环节能源运行变化和可用能在各环节上的高效合理配置等经济分析问题，存在着系统技术经济最优规划设计问题。

从人们的日常生活来看，能源生产供给的品种、结构、质量、数量都在一定程度上制约着人们的生活水平、生活质量和生活环境的改善，而能源的市场价格波动状况，对人们的能源消费观念、消费行为乃至投资意愿也都产生多方面的影响。

2 能源经济学者如何思考解决问题

能源经济学是研究分析能源在开发利用过程中的各种经济现象及其演变规律，并利用这些规律去指导人们实践的一门科学。

对能源经济学的研究对象和基本任务，各国学者有着各不相同的理解与表述。英国能源经济专家 M.G.韦布与 M.J.里基茨认为，能源经济学关注的是能源资源的配置问题和社会生产与消费过程中的能源转换问题。他们把能源经济学应完成的任务归纳为三个基本问题，即能源开发利用的外部影响，能源发展的不确定性，以及能源分配的公平问题。另外几位英国学者，R.艾登和 M.波森纳等人认为，能源经济学所关心的是能源资源的可利用性及其与经济活动的相关性。为此，他们把能源需求和经济增长之间的关系，以及潜在的或实在的能源短缺对经济活动的影响，作为研究的重要主题，把能源经济与能源技术之间的关系作为中心议题。另一位美国学者 P.G.莱伯则认为，能源经济学的主要任务是制定能源政策，能源政策的形成又取决于现实的技术基础，然而能源技术的应用除了需遵循其科学原则外，决定其使用方式的重要前提是能源价格。为此，他把能源经济学研究与能源技术研究结合起来，在对不同能源开发利用技术原理进行分析的基础上，对其相应的价格及确定原则进行了研究，并最终将问题的核心归结到能源政策的制定上。

中国学者对能源经济学的研究对象和基本任务也有着多种看法。一种看法认为，能源经济学是政治经济学、工程经济学的一个分支，它以与能源有关的经济问题为其研究对象，其目的在于促进经济发展，包括能源工业自身的健康发展，以寻求国民经济发展的全局最佳。另一种看法认为，能源经济学是用经济学办法研究能源平衡，分析能源使用效果，对能源开发、加工、节约进行可行性分析以及制定能源政策的一门科学，它以能源产品的生产、储运和利用作为其物质实体，以研究能源经济学的性质及其作用为立足点。朱亚杰等人则把能源经济学研究归纳为对经济系统用能方法的研究，其研究任务包括：回答能源开发、利用、转换、储存的投资政策，进出口政策，价格、税收、信贷政策，劳动工资政策，技术经济比较原则，能源管理与统计等，并且还涉及稀缺资源的合理利用与最佳分配，不同能源的经济替代性，以及能源开发利用中的外部

影响问题。其目的在于使能源的生产、流通、分配和消费趋于合理,使能源工业的发展能够满足国民经济的需要。还有的专家认为,替代的可能性是经济学的核心,因此,能源经济学是通过研究能源本身之间及其与其他资源之间的替代关系,来改变配置状况,从而实现合理利用能源资源,提高经济效益这样一个目的的实用性科学。台湾学者许志义等人认为,能源经济学是研究与能源有关经济问题的一门科学,其研究主题可分为三个层次,能源生产部门经济分析,各能源生产部门之间的经济关系,能源生产部门与其他产业部门的经济关系。

不同学者对能源经济学的研究任务和对象有着不同的理解,这种认识上存在的差异并非由于能源本身而造成,而是在很大程度上取决于人们对经济学的理解和认识水平,取决于经济学理论逻辑演绎的起点和核心,取决于经济学对能源问题进行考察、研究的出发点。

能源经济学者思考能源问题的基本思路之一,首先是基于这一社会经济现实,即人类可用资源的稀缺性。稀缺的存在是经济学研究能源问题的基本逻辑起点之一。由于稀缺,就不能不考虑如何更有效地使用它,使它产生尽可能高的效用,于是便出现所谓资源配置问题,即采用什么样的方式,应用哪些手段,借助什么样的载体,通过什么样的机制来实现能源资源在全社会的高效合理配置。其次,能源经济学者还注意到这一存在,即能源资源种类的多样性。于是便产生了经济学上的替代可能性问题,由这一点出发,便产生了不同能源种类在社会需求中的配置问题。可见,无论是从稀缺性,还是从替代性出发,都归结到一个配置问题。所不同的是,前者讲的是在有限的总量下,资源如何由低效部门流向高效部门,后者讲的是在多样性的前提下,不同资源是如何被择优排序的。前者讲的是同一品质资源在不同生产部门或行业的配置,是一种要素流动式配置,后者讲的是不同品质资源在同一生产领域的配置,是一种择优式配置。前者的动力源泉,是部门或行业产出效用的比较差异,

后者得以持续进行的是，不同品质能源使用效能的比较差异。可见，比较和选择是能源配置过程得以进行的两个基本阶段。就产出效用的比较而言，能源经济学者考虑的是，在确定的能源品质和价格下，单位数量的能源如何在不同部门和行业分配才能够为社会创造出更多的财富，由此而产生了计划与市场、价格机制、社会经济的组织管理等一系列经济问题。就使用效能的比较而言，能源经济学者考虑的是，不同品质的能源产品，在达到同样效能的前提下，如何更低成本地生产出这一能源，以及更有效、合理地使不同品质的能源在社会经济生活中实现最优配置，例如锅炉烧煤还是燃油，居民生活用能结构选择等，由此而产生了价格差异、市场形成等各种经济问题。

上述问题的讨论是能源经济学研究的宏观思路，这些研究最终是通过政府行为来实现的，即制定公共政策体系，借助国家机器的法律、行政和经济手段来实现其研究的目标社会资源的高效合理配置。

能源经济学者思考能源问题的另一个基本思路，首先是围绕经济学研究的基本目的，即经济性问题而展开的。经济性原则是经济研究的基本出发点，也是一切生产消费企业最为关心的问题，由经济性原则便导出了所谓效率问题。效率的解释有两层含义，一个是在确定的收益下，如何使消耗减至最少，另一个是在确定的能耗下如何获得最大的收益。效率的考核计算不仅对能源生产供给企业有着实质性意义，即这些企业要从供给的角度来研究市场问题，研究定价问题，研究同行竞争和其他产品替代可能问题等等；对能源需求者来讲，效率问题也同样十分重要，因为这些企业需从要素的投入上来考虑成本问题、市场选择及其波动问题、能源使用的技术开发问题以及能源在不同生产环节中的分配管理及贮运问题等等。效率的考核计算必然涉及核算体系问题，即不同会计体系所涉及到的指标及计算方法、能源经济体系所涉及的计量范围、方法以及如何使之价值化等一系列问题。

无论是对供方还是对需方，也无论是进行会计核算还是能源经济核算，价格问题都始终处于核心地位。而价格问题的讨论则又引出经济学研究的另一个基本目的，即公正性原则。公正性原则强调的是机会均等和公平问题，即社会财富的公平分配和资源共享。可以说，经济性原则体现的是企业利益，而公正性原则则反映了一种社会责任，经济学所谓经世济邦的社会责任感便正是由此而产生。就价格问题而言，用经济性原则来判定效率时，一般采用的是现行的市场价格，所考虑的也仅仅是企业自身的内部收益。但是用公正性原则来判定时，则需要应用所谓影子价格，并且需要把企业生产的外部影响环节和因素全部给予考虑，由此来判断一个社会经济行为的合理与否。

这里讨论的问题，实际上是能源经济学研究的微观思路，在这里，无论是从经济性原则出发，还是从公正性原则出发，能源经济学家的研究成果都是借助企业行为来实现的，即通过企业内部的投资决策和经营管理，来实现在公正前提下的微观单元效率最大。

能源经济学家必须考虑能源资源的可持续产出供给问题，为消费者提供综合有效利用能源资源的各种最经济方案，并审慎地考虑如何分配能源产品等一系列问题，而这些问题，无论是对国家、对企业还是对个人都是极为重要的事情。

3 能源经济学的形成与发展

直至工业革命之前，人类对能源开发利用的规模、数量、应用范围还都十分有限，生产过程所消费的能源比重在整个社会中还微不足道。据英国能源经济学家统计，到 1800 年，英国全部煤炭产量的 $\frac{2}{3}$ 仍然是由家庭居民生活所使用，炼铁工业尽管已成为最大的耗煤用户，但其消费量也仅仅占总产量的 10%~15%。19 世纪，随着蒸汽机的发明和广泛采用，能源需求急剧上升。随着能源开发利用的数量、规模、范围急剧增大，能源的生产供给问题也日益引

起人们的普遍关注。英国经济学家威廉·杰文斯 1865 年出版的《煤的问题》一书，是最早从经济学角度全面分析能源问题的一部专著。该书在详细论述了煤的情况和各种替代能源非对称性的特点之后认为，英国煤的储量有限，靠煤而繁荣起来的英国经济总有一天不得不停止发展。100 多年后，一位在英国活动多年的罗马尼亚籍经济学家乔治斯库·罗根在 1971 年出版了一部名为《熵的定律和经济过程》的著作。他指出：历来的经济学家们都认为，只要付出费用就能充分满足物质欲望，这是因为他们忘却了“所谓费用，在本质上并非是货币，而是由低熵形成的，它不能不受到自然规律的限制”，因此，“投入有价值的资源（低熵）与最终产出无价值的废物（高熵）之间的本质差别”，才是经济学对能源问题进行考察和研究的出发点。这种认识上的飞跃表明，社会经济实践的使人们对能源经济问题本质的认识已经大大深化。

从人们对能源经济学的认识过程及其演变规律来看，大体经历了下述三个阶段：一是对某一种具体能源产品开发利用及其有效供给研究的阶段。如 20 世纪 20 年代以前，人们侧重于对煤炭的开发利用研究，20 年代后，人们侧重于对石油开发输送利用的研究等。由此而形成了许多能源工业的部门经济学，如煤炭经济学、石油经济学等。二是对各类能源之间相互替代与互补关系，以及能源与经济发展相互关系研究的阶段。20 世纪 70 年代中期，能源危机的发生，使人们开始注意对不同能源替代性与互补性的研究，开始注意从各单元研究向系统的综合研究转化，开始注意对能源与经济发展相互关系的研究。这表明，人们对能源经济问题的研究已经从单一、狭小的具体研究走向更高层次。三是对能源开发利用外部影响给予关注研究的阶段。近些年来，人们在对经济增长的研究中注意到这样一个现实，即经济增长的结果为什么未能导致人类社会的全面进步，以资源大量耗竭所维持的增长为什么会带来生态失衡、环境恶化等种种弊端。于是，与能源开发利用相关联的外部影响问题开始引起人们的关注，并迅速成为能源经济学研究的热点。