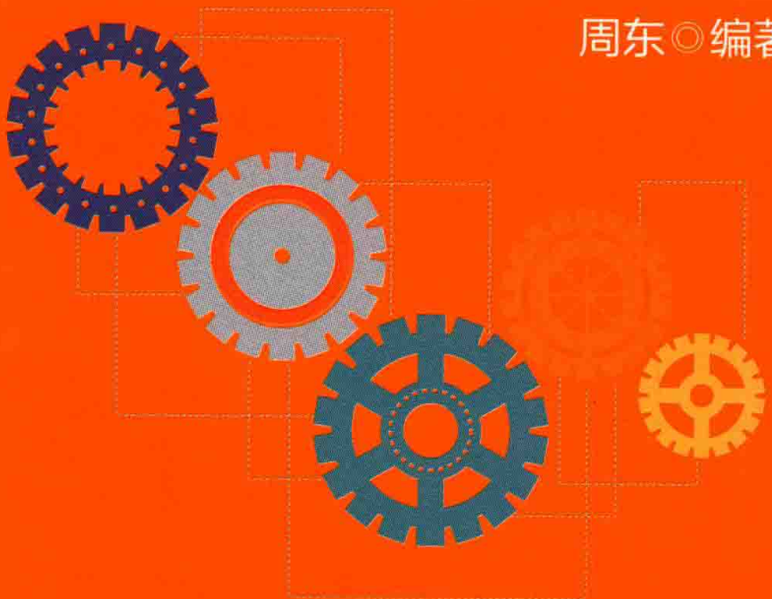
21世纪经济与管理精编教材 · 经济学系列

能源经济学

Energy Economics

周东◎编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

◎ 本书从经济学视角阐述能源的需求、供给和预测，并对能源定价理论及能源价格形成机制进行分析阐述，解释说明能源利用效率的相关理论。

◎ 本书将能源市场作为重点内容，一方面在分析中重点强调能源价格的形成机制，另一方面结合具体理论进行计量模型分析，以使学生更好地理解能源与经济的相关理论。

◎ 本书包含对循环经济与低碳经济、能源战略与能源安全等内容的论述，对石油市场及各国的能源政策也有介绍，同时也对新能源及可再生能源有所涉及。

◎ 本书可作为能源经济相关专业本科生教材使用，也可为从事能源经济工作的专业人员提供参考。

“北大经管书苑”
微信公众号

“北京大学出版社”
微信公众号

上架建议：能源 · 经济

ISBN 978-7-301-26064-7

9 787301 260647 >

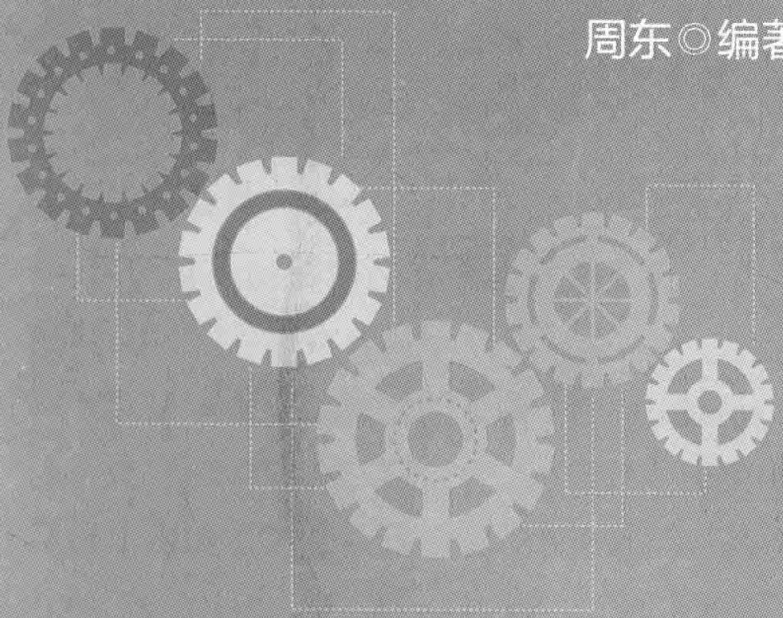
定价：39.00元

21世纪经济与管理精编教材·经济学系列

能源经济学

Energy Economics

周东◎编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

能源经济学/周东编著. —北京:北京大学出版社,2015.8
(21世纪经济与管理精编教材·经济学系列)
ISBN 978-7-301-26064-7

Ⅰ. ①能… Ⅱ. ①周… 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(2015)第154755号

书　　名	能源经济学
著作责任者	周　东　编著
责任编辑	马　霄
标准书号	ISBN 978-7-301-26064-7
出版发行	北京大学出版社
地　　址	北京市海淀区成府路205号　100871
网　　址	http://www.pup.cn
电子信箱	em@pup.cn　　QQ:552063295
新浪微博	@北京大学出版社　@北京大学出版社经管图书
电　　话	邮购部62752015　发行部62750672　编辑部62752926
印 刷 者	三河市北燕印装有限公司
经 销 者	新华书店
	787毫米×1092毫米　16开本　19.5印张　499千字
	2015年8月第1版　2015年8月第1次印刷
印　　数	0001—4000册
定　　价	39.00元

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究

举报电话：010-62752024　电子信箱：fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题，请与出版部联系，电话：010-62756370

前　言

随着社会经济的不断发展，经济、能源、环境问题日益凸显，人们越发认识到追求经济增长的同时，资源枯竭、环境污染以及全球气候变暖带来的生态恶化等一系列严峻问题不容忽视。如何科学合理地开发利用有限的能源资源，正确处理经济增长与能源资源的关系，提高人们节约能源、爱护环境的意识，最终实现经济可持续发展，是摆在我们面前亟须解决的现实问题。

能源经济学产生于20世纪70年代。在此之前，能源一直被当成原材料而非生产要素，因此没有受到经济学家的普遍关注。直到20世纪70年代的石油危机导致经济增长率大幅下降，经济学家们才开始认识到能源和劳动一样，也会对经济产生致命的影响，从而开始了对能源经济的研究，能源经济学由此诞生。

能源经济学作为一门新兴的边缘学科，是能源科学与经济科学交叉而形成的实用性很强的应用经济学分支。在中国经济飞速发展的今天，从事能源经济研究的专业人才相对匮乏，中国需要对能源问题有一个清晰的认识，需要大量的能源经济学人才，需要对能源经济学进行深入研究。同时，作者作为“能源经济学”课程的一线教师，深感目前适用于经管类本科生的能源经济学教材缺乏、不齐备，因此，本教材的编撰不仅是作者从事能源经济学教学工作的夙愿，同时也希望使学生们认识到学习能源经济学不仅是掌握一些基本概念、方法、理论，更重要的是应该充分认识到此课程是与社会、经济、政治、军事和环境密切相关的，学习者应该具有能源经济、资源经济、生态经济、环境经济的全局观念，以一个较高的视角，全方位地理解能源经济学，认识到任何能源决策的出台、执行都应该建立在相应的法律、法规以及政策措施的基础上，认识到全局性、连续性、科学性、前瞻性在处理能源与经济关系中的重要作用。

本教材共分11章。其中第1章“绪论”和第2章“能源的基础知识”主要以能

源经济学简介和基础知识为学习要点;第3章“可耗竭资源理论”介绍能源经济学的前身——资源经济学,有助于学生深刻理解、领会能源的稀缺性和资源配置的重要性;第4章“能源与经济发展”主要介绍能源与经济发展的关系及其测度指标,在使学生深刻理解能源与经济的关系的同时,也有助于测算能源效率水平;第5章“能源的需求与供给”将西方经济学的基本概念、理论和方法应用于能源经济学的实践,主要介绍能源市场中能源需求和能源供给的概念、影响因素与预测方法;第6章“能源价格及其传导机制”主要利用经济学的方法和理论,分析能源最优配置的基本目标、原则和约束条件价格,介绍能源定价理论和基本定价模型,分析能源价格传导机制和价格波动对宏观经济的影响以及对一般物价水平的传导路径;第7章“石油市场”和第8章“电力市场”实际上是第6章理论方法的实践,通过第7章和第8章的学习,学生可以具体、深入地了解不同市场的普遍规律,也可以把握各市场的特殊性;第9章“能源效率概述”阐述了能源效率的内涵,分析了能源效率测算方法,该部分内容是对能源经济学概念体系的补充和完善;第10章“能源战略、能源政策和能源安全”是从能源战略、政策和能源安全层面分析能源与经济、环境协调发展的指导思想及政策措施;第11章“循环经济与低碳经济”从循环经济、低碳经济的角度分析经济可持续发展问题,是对能源经济学内容体系发展的补充、完善与发展。全书围绕能源价格、能源市场、能源效率和能源政策展开分析与讨论,学习的重点在第4章、第5章、第6章、第9章和第10章,难点在第3章、第4章的4.2节“能源替代理论”、第6章以及第9章的9.2节“能源效率的测算方法”。

本书在写作的过程中,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。

本书的研究和编写过程中,得到了国家自然科学基金项目(项目批准号:71273088)的支持,在此表示感谢!由于作者水平有限,书中难免存在缺陷甚至错误,恳请各位同仁和读者批评指正。

周　东

2015年5月17日于华北电力大学

目 录

第 1 章 绪论 …… 1

1.1 什么是能源经济学 …… 1

1.2 能源经济学的形成与发展 …… 2

1.3 能源经济学的研究目的和主要内容 …… 5

1.4 能源经济学的主要问题 …… 8

1.5 能源经济学的理论基础 …… 10

1.6 主要能源机构及其网站 …… 12

本章小结 …… 13

第 2 章 能源的基础知识 …… 14

2.1 能源的概念与分类 …… 14

2.2 能源计量的含义和单位 …… 16

2.3 能源统计及变化趋势 …… 18

2.4 能源与现代经济社会的关系 …… 25

2.5 能源平衡表的使用方法 …… 30

2.6 能源平衡表和能源投入产出表 …… 34

本章小结 …… 36

第 3 章 可耗竭资源理论 …… 38

3.1 可耗竭资源简介 …… 38

3.2 霍特林法则 …… 43

3.3 霍特林法则的扩展 …… 48

3.4 一般均衡下的霍特林法则 …… 54

本章小结 …… 56

第 4 章 能源与经济发展 …… 57

4.1 能源与经济发展的关系 …… 57

4.2 能源替代理论 …… 60

4.3 能源—经济常用测度指标 …… 64

4.4 能源和电力消费弹性系数 …… 67

本章小结 …… 72

第 5 章　能源的需求与供给 …… 74
5.1　能源需求 …… 74
5.2　能源需求的主要影响因素 …… 76
5.3　能源需求预测方法 …… 83
5.4　能源供给 …… 87
5.5　能源供给的主要影响因素 …… 93
5.6　能源供给预测方法 …… 99
本章小结 …… 106

第 6 章　能源价格及其传导机制 …… 108
6.1　能源定价问题简介 …… 108
6.2　能源价格理论 …… 112
6.3　能源价格形成机制 …… 120
6.4　能源价格影响经济运行的机制 …… 130
6.5　能源价格对物价水平的影响 …… 136
6.6　能源价格对能源强度的影响及传导机制 …… 140
本章小结 …… 141

第 7 章　石油市场 …… 143
7.1　世界石油市场结构及价格的演变和发展趋势 …… 143
7.2　国际石油价格的影响因素及调控机制 …… 150
7.3　国际石油价格波动对宏观经济的影响 …… 156
7.4　对影响原油期货价格形成因素的实证分析 …… 162
本章小结 …… 175

第 8 章　电力市场 …… 176
8.1　电力市场的基本概念 …… 176
8.2　电力市场的机制和电价的市场功能 …… 182
8.3　电价形成机制 …… 185
8.4　影响电价的因素 …… 194
8.5　煤电价格的形成机制 …… 197
8.6　电力市场模式 …… 202
8.7　我国电价改革及政策措施 …… 208
本章小结 …… 216

第 9 章　能源效率概述 …… 217
9.1　能源效率的定义和测算指标 …… 217
9.2　能源效率的测算方法 …… 223
9.3　能源效率的影响因素 …… 229
9.4　中国能源效率分析 …… 231
本章小结 …… 235

第 10 章　能源战略、能源政策和能源安全 …… 237
10.1　能源战略和能源立法 …… 237
10.2　能源政策的定位和目标 …… 242
10.3　能源安全 …… 247
10.4　主要国家能源战略和能源政策 …… 252
10.5　能源经济政策 …… 260
10.6　可再生能源配额制及绿色证书交易机制 …… 269
本章小结 …… 272
第 11 章　循环经济与低碳经济 …… 274
11.1　循环经济的起源和基本理念 …… 274
11.2　循环经济的内涵和“5R”原则 …… 276
11.3　循环经济发展的主体、动力和特征 …… 280
11.4　低碳经济产生的背景及内涵 …… 282
11.5　碳税和碳排放交易市场 …… 285
11.6　循环经济理论的国外实践 …… 288
本章小结 …… 291
参考文献 …… 293

第1章 绪 论

【学习目标】

1. 掌握能源经济学的概念以及能源经济学涉及的特殊问题。
2. 理解能源经济学研究的主要问题。
3. 了解能源经济学的形成与发展。

能源是现代经济社会赖以生存发展的物质基础和重要制约因素。随着经济的发展,能源问题逐渐成为应用经济学研究的分支之一,能源对生产、消费以及环境和经济的发展具有全面影响。在本书的开头,有必要对什么是能源经济学加以说明。

1.1 什么是能源经济学

1.1.1 能源经济学的基础

从经济学的角度,说一件物品是经济物品就等于说该物品具有稀缺性。能源作为一种特殊的资源,作为生产的投入品,可以视为生产要素。自然资源就是来源于大自然的资源,它区别于人造资源。大自然孕育了人类,给人类提供了生存的保障。最初大自然为人类提供的自然存在的物品是无限供给的,不是经济物品,不具有稀缺性,也就不是资源。只有当人类发展到自然之物稀缺时,自然之物才是自然资源。因此作为自然资源的能源就属于这样一个经济学概念。而能源经济学就是伴随着经济学的发展而兴起的、以能源为研究对象的经济学分支。

经济学是研究人们如何分配有限的资源以满足需要的科学,其核心是稀缺性问题。随着人类社会经济的发展,作为生产、生活中必不可少的能源的稀缺性日益凸显,能源资源的有限性与人类能源需求的无限性的矛盾日益突出,这一矛盾正是人们研究能源经济的基础和动因。能源资源相对于人类现代化生活的重要性和总量上的不足,是人类社会与资源关系的核心问题,是能源经济学关注的主要问题之一。

能源经济学就是以经济学基本观点作为出发点,结合运用其他学科,探索人类如何面对有限的能源资源,并权衡取舍的科学。

1.1.2 能源经济学的定义

不同学者对能源经济学的研究对象和基本任务有着各不相同的理解与表述。

英国能源经济专家迈克尔·G.韦布和马丁·J.里基茨认为,能源经济学关注的是能源资源的配置问题,以及社会生产与消费过程中的能源转换问题。英国学者里查德·艾登和米查尔·波森那等人认为,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、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。

我国部分学者认为,能源经济学是政治经济学、工程经济学的一个分支,是以与能源有关的经济问题作为研究对象的,目的在于促进经济发展(包括能源工业自身的健康发展)和寻求国民经济发展的"全局最佳"的学科。还有学者认为,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学科。还有一种观点认为,能源经济学是研究能源在人类社会物质生产和生活中的作用方式及其规律的一门学科,是以能源产品的生产、贮藏和利用为其物质实体,以研究能源的经济性质及其作用为立足点的。

我们对能源经济学的定义如下:能源经济学是以经济学理论为基础,研究能源利用与经济关系、能源资源的配置、社会生产与消费过程中的能源转换、效率以及能源政策和能源安全的一门学科,是一门涉及政治、经济、社会、环境生态的交叉性应用学科。

随着时间的推移,能源经济学的定义在不断完善,侧重点也在不断深化,可以说能源经济学正处在一个不断发展与完善的过程中,人们正在不断探索和总结能源经济的运行规律。

1.2 能源经济学的形成与发展

1.2.1 早期的能源经济学思想

能源经济学的形成与发展离不开自然资源经济学。可以说,自然资源经济学是能源经济学的雏形和基础。

区分并精细刻画自然资源和人造资源之间的本质特征的研究是自然资源经济学成为一个独立的经济学分支的标志。自然资源经济学界公认的该学科的先驱是在19世纪中叶到20世纪初的M.福斯特曼、W.S.杰文斯、L.C.格雷、A.C.庇古、H.霍特林。

德国的林业经济学家M.福斯特曼(M. Faustmann)于1849年发表了《林地和未成熟林立木价值的计算》一文,提出了森林最优轮伐期的模型。该文被萨缪尔森称为森林经济学高水平研究的标志。英国经济学家W.S.杰文斯(W.S. Jevons)于1865年出版了《煤炭问题》一书,分析了英国的煤炭供给问题。他认为人口和经济的增长导致对煤炭需求的上升,这会使煤炭开采业开采品位更差的煤层,从而增加开采成本,进而威胁英国"世界工厂"的地位。《煤炭问题》被视为可耗竭资源经济学的早期作品。

L.C.格雷和H.霍特林(Hotelling)对于可耗竭自然资源的研究有重要贡献。L.C.格雷于1913年和1914年发表了《资源保护的经济可能性》和《可耗竭性假定下的租金》两篇文章,H.霍特林于1931年发表了《可耗竭资源的经济学》。他们对可耗竭资源的价格、最优耗竭速度等问题的研究做出了贡献。关于可耗竭资源理论,本书在第3章重点阐述,这里不再展开讨论。

A.C.庇古在其名著《福利经济学》一书中对于自然资源经济学的代际配置有详细阐述,认为为了扭转人类这种用于当代的自然资源过多而留给未来的自然资源过少的趋势,政府应该通过收税等手段进行干预。他的这些观点成为现代自然资源经济学中可持续性、代际公平和

最低安全标准等规范的学术渊源。



W. S. 杰文斯①(1835—1882)



A. C. 庇古②(1877—1959)

资料链接　　关于《能源经济学》

1975 年，H. A. Merklein 的《能源经济学》问世，标志着能源经济学作为经济学的一个新的分支正式兴起。其他相关的能源研究著作还有《只有一个地球》(1972)、《生存的蓝图》(1972)、《经济理论与耗竭性资源》(1978)，等等。其中，英国的能源经济学家迈克尔·G. 韦布和马丁·J. 里基茨于 1979 年合作出版的《能源经济学》、理查德·艾登于 1981 年出版的《能源经济学》对后来的能源经济学发展产生了较大影响。

1.2.2　能源经济学的演变

能源是一种可耗竭资源，了解自然资源经济学的起源对于理解能源经济学的发展十分有益。历史上对能源经济研究的认识、形成和发展大致经历了四个阶段：

1. 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

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，由此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。

从 18 世纪中叶第一次工业革命开始的经济迅速增长，是以大量利用和消耗自然资源(尤其是化石能源)为前提的。在此期间，西方经济学开始蓬勃发展，经历了从古典主义到新古典主义的发展，由此孕育了能源经济学的萌发和基本思想。古典主义着重经济总量研究，相关经济学著作中最受关注的两个问题是如何提高资源利用效率和保持经济长期增长。因此建立在“边际效用论”和“均衡价格论”基础上的以需求为核心的分析代替了古典经济学以供给为核心的分析。边际效用价值论、边际分析法和均衡分析法、均衡价格理论、资源优化配置和外部

① 英国著名经济学家和逻辑学家。主要著作有 1865 年的《煤炭问题》，警示英国煤炭逐渐枯竭；1871 年的《政治经济学理论》，提出边际效用理论；1882 年的《劳工问题介绍》。

② 英国著名经济学家，剑桥学派主要代表。他因《福利经济学》一书而被西方经济学界奉为“福利经济学之父”，成为福利经济学的创始人。

性理论是新古典主义对能源经济学的贡献。可以说,在能源经济学的孕育和认识阶段,经济学大师的诸多论著构成了能源(资源)经济学的基本思想和内容,为能源经济学的产生做了必要的基础理论和分析工具的准备。这一阶段,能源经济学的初步研究侧重于煤炭的开发利用。前面提到的 W. S. 杰文斯的《煤炭问题》一书,是最早从经济学角度全面分析能源问题的专著。该书在详细论述了煤炭的情况和各种替代能源非对称性的特点之后,认为英国的煤储量有限,靠煤炭而繁荣起来的英国经济总有一天不得不停止发展。

从第一次工业革命开始到 19 世纪 30 年代,世界人口猛增,经济迅速增长,导致对资源需求的大幅增长。结束于 20 世纪初的第二次工业革命,开辟了人类电气化的新纪元,全球生产力得到更迅速的发展,大规模开发利用偏远地区的自然资源尤其是地下矿物资源得以实现,从而大大促进了能源(资源)产业的形成和发展,也同时导致了资源短缺、环境污染和生态破坏等问题的加剧。于是,在经济学领域,从发展资源经济和解决世界性的资源问题及环境问题两个方面,提出了对建立资源经济学的需要,资源经济学也于 20 世纪二三十年代应运而生。一般认为,霍特林于 1931 年发表的《可耗竭资源的经济学》是资源经济学产生的标志,也为能源经济学研究奠定了基本的理论分析框架。

20 世纪 70 年代之前,世界范围内的能源生产和供给充裕,能源问题因此没有得到应有的重视,人们对生产要素投入的认识还停留在劳动力、资本和土地资源上。能源资源被视为原材料的一部分,是一种取之不尽、可有效保障供给的资源,低能源价格似乎表示能源资源没有稀缺性,这说明了经济学者对能源稀缺的不敏感和短视。因而,当时的能源经济学研究侧重于能源开发利用的政策研究。

从能源经济学研究的问题和任务来观察其形成与发展,则可以看到,这一阶段能源经济学主要研究的是如何充分和最大效率地开发利用能源来满足经济发展的需要,重点是单一的能源资源开发利用政策。主要研究内容是,这一时期,在能源生产供给相对充裕的阶段,对比较清洁的石油资源,如何有效地生产、加工、转换、输送能源产品,以满足经济发展的大量需求。

2. 对各类能源之间的相互替代与互补关系,以及能源与经济发展关系的研究阶段

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。

大规模的能源经济研究始于 1973 年中东战争引发的石油危击。此后,能源稀缺出现了,这一阶段的能源经济研究也经历了两个发展时期:从 20 世纪 70 年代到 80 年代初,研究重心是石油短缺和油价危机问题;80 年代中期以后,更加关注能源可持续性问题,特别是环境问题。石油危机之后的油价上涨,使商品能源消费增长大幅下降,继而引起经济增长大幅下降。能源资源的有限性和片面追求经济增长而导致的大量资源浪费等问题摆在人们面前,能源匮乏成为世界性问题。传统的经济学观点和经济发展模式已经远不能解决社会经济发展面临的能源矛盾。能源与经济的关系以及能源在经济增长中的作用,开始引起更多经济学家的重视,能源经济学研究由此步入一个新阶段。能源资源公平分配、能源资源有效配置、能源效率提高和能源经济协调发展等问题成为研究的中心,能源价格变动对经济增长率、通货膨胀率、资本市场、劳动力供给、环境污染以及真实工资的影响等,成为主要的研究内容。

3. 对能源开发利用的外部影响给予关注研究的阶段

近几十年来,人们在对经济增长的研究中注意到这样一个现实,即经济增长为什么不能与人类的进步同步,靠资源大量耗竭所维持的增长为什么会带来生态失衡、环境恶化等种种后果。于是与能源开发利用相关的外部影响开始引起人们的关注。

20 世纪 80 年代以后，由于人口、资源、环境和发展四大问题都与能源资源及其开发利用密切相关，因此如何实现能源的可持续利用及经济的可持续发展，逐渐成为现代经济学研究的热点与前沿问题，并促使越来越多的国家和国际组织开始对能源经济问题进行系统、深入和全面的研究，包括能源、环境与经济增长的关系，寻求持续协调的发展目标，特别是关于能源的公共政策问题。关于能源需求与供给、能源要素与其他生产要素之间的替代、能源与经济增长关系的经济计量模型和应用软件更多地被使用，特别是一些关于能源、环境与经济增长的大型宏观经济模型得以建立并被广泛采纳。

4. 可再生能源的大规模开发利用、低碳经济及节能减排的研究阶段

为了经济的可持续发展，这个阶段虽然仍以传统能源消费为主，但大力发展可再生能源、实现环境友好型低碳经济成为能源经济研究的主要任务。人类已经深刻意识到煤炭、石油等化石能源的可耗竭性及其使用对环境的负面影响，在可再生能源的大规模利用和产业化成为可能的情况下，如何更好地减少碳排放，使各产业更好地节能减排就成为目前能源经济学研究的主要方向。

2008 年金融危机以来，为了摆脱经济的低迷，大力发展可再生能源被视为经济的新增长点。发展可再生能源是现代化产业体系的重要组成部分，它的传导、扩散能推进相关产业结构调整和结构优化升级，不论是对先进制造业、现代服务业建设还是对传统产业的升级改造都能发挥重要作用，是解决环境危机、金融危机的一把钥匙。可再生能源替代技术、低碳排放、加强节能减排的国际合作成为目前能源经济学研究的重点。同时能源安全也是能源经济学关注的焦点。

能源经济学形成和发展的过程表明，人们对能源经济运行规律的认识经历了一个由浅入深、由局部到全局、由简单到复杂、由具体到抽象的过程，能源经济学正是在人们认识的不断深化中逐步成熟并发展起来的。

1.3 能源经济学的研究目的和主要内容

1.3.1 能源经济学的研究目的

随着经济增长与能源资源稀缺性的矛盾日益突出，能源经济学的研究对实践应用具有越来越重要的作用。能源经济学研究的目的主要包括：

（1）掌握能源经济学的基本概念、内容、基本理论和分析方法；能够深刻理解能源经济学与其他学科的联系。

（2）初步了解能源的资源性及商品性；关注能源市场供求变化及能源价格的形成机制，节能与循环经济；培养分析能源使用效率及合理、科学地制定能源政策的能力。

（3）理解能源、经济、环境三个系统之间存在相互影响、相互制约的关系，认识三者协调发展的重要性。

（4）能够运用数量经济学的方法进行简单的能源—经济计量分析。

1.3.2 能源经济学研究的主要内容

由能源经济学的概念和内涵，可以将能源经济学的主要研究内容大致划分为七个方面，这其中针对我国能源研究的现状，指出了我国未来的能源经济学研究的大致方向。

1. 能源和经济增长的关系

关于能源和经济增长的关系问题，国际学术界有两种不同的观点，一种认为经济增长与能源供应有着固定的联系。比如，在发展中国家，能源供给和经济增长存在正相关性。另一种观点则相反，认为可以通过采用节能技术和调整经济结构等手段控制对能源的需求，经济增长并不一定需要能源供给的同步增长，因此能源供给和经济增长不一定存在相关性。与第一种观点相一致，我国作为发展中国家，其能源需求的增长是由其经济增长导致的。目前我国正处于高速成长阶段，经济的高速增长，尤其是高耗能的粗放型经济增长方式，必然导致能源短缺。这种能源短缺反过来又会制约经济的增长。能源消费和经济增长的关系对于预测能源需求非常重要，同时也对我国的可持续发展起着十分重要的作用。

研究能源消费和经济增长的关系，一般是从以下几方面进行的：

（1）在拉姆齐模型的框架下，在生产函数中引入能源要素，然后根据历年的资本、劳动、能源、物质资源、社会生产总值的变动计算经济的均衡增长路径。或者建立计量模型，根据时间序列数据考察能源密度、劳动力密度与全要素生产率的相关关系，以及资本、劳动、物质和能源的替代弹性（包括中长期）的符号与大小。

（2）估计能源需求函数，建立能源需求的研究框架也是十分重要的。考察影响需求的各个因素（包括经济周期的影响），根据历年电力、石油等能源的产量变化得到各种能源品消费组合的变动。

（3）根据我国的能源定价体制，估计能源价格波动方程。1998 年，我国对原油、成品油价格形成机制进行了重大改革，改变了单一政府定价，开始推行市场化定价模式，与国际接轨。影响油价的经济因素和政治因素也更加复杂了，我们需要关注的有：石油需求、替代品的价格，石油资源的预测和可开采量、性能与储量，世界政治形势，石油资源的控制权，石油投资，各国政府及石油组织的垄断策略等，也可以研究我国能源价格与世界能源价格的相关性和滞后性。

（4）研究能源行业的产业组织结构和供给效率。例如，研究能源消耗密度与工业结构的演进趋势，生产结构是否随着时间的推移趋于更高的能源密度，以及对于国内石油、电力、煤炭等垄断性能源行业建立垄断竞争模型。

（5）分析能源冲击对宏观经济各变量的影响、价格波动导致的收益与损失。研究能源消费对环境的冲击所导致的社会福利变化，以及能源立法。

2. 能源与环境污染的关系

能源利用与环境污染和生态恶化有直接关系。在污染日益严重的今天，这一问题备受国际瞩目。在我国，能源开发利用对环境的污染体现得很充分，目前已成为我国环境的第一大污染源，涉及生态环境的所有方面，包括大气污染、水污染等。因此，研究能源开发利用对环境的影响是当前我国能源经济学研究的重要任务之一。主要研究内容包括：如何量化能源开发利用对环境的影响；如何在保护环境的前提下充分利用能源，如何在有效利用能源的前提下保护环境；政府的公共财政政策如何影响能源的消费、使用和利用效率的提高。具体的研究主要指建立包括能源在内的可计算一般均衡模型（CGE 模型），进行能源政策分析。目前国际上普遍采用的 CGE 模型主要涉及环境政策方面。我们可以在 CGE 模型中引入能源生产和能源消费，进而模拟分析能源政策对经济各部门的影响。

3. 能源的优化配置

能源作为重要的资源，其优化配置目标可从宏观、微观两个层面上来理解。资源的开发和利用本身不是目的，而是提高国民收入和人民生活水平的手段。因此，应该注意使资源开发速

度和国民收入增长速度相适应。宏观层面的目标是达到能源宏观需求和宏观供给大致平衡。能源的供求平衡不仅指国内能源平衡,还包括能源的进出口达到平衡。能源的供应量和需求量都是价格的函数,价格是调整供求、达到平衡的有效手段。微观层面的目标是实现能源的生产成本、消费成本最小化以及消费收益最大化。实现能源的优化配置目标,主要手段是能源价格及税收的控制,通过价格和税收两种手段的配合使用,调控能源需求,提高能源使用效率,引导能源生产投资和消费,以实现能源配置的最优化。能源资源的优化配置还涉及能源投资和筹资。能源的投资体制、筹资渠道都是能源经济学研究的重点问题。

4. 节能与循环经济

与其他自然资源相比,能源具有普遍使用、难以替代、不可再生等特殊属性。这是因为几乎所有的生产和服务都需要能源,能源被普遍使用;而除了在不同种类的能源之间实行替代以外,很难找到其他的替代品;同时,能源是不可重复使用也不可再生的。能源的这些特点对节能和循环经济提出了更高的要求。在我国,节能潜力很大,能源经济学研究应为降低单位产值能耗提供理论和实践的建议,从而制定合理可行的节能目标。

5. 能源价格和税收

能源价格应该成为最有活力的能源经济杠杆,而税收则是一种行政性的调节手段,两者是有区别的,不可相互替代,但可以相互补充。除了使价格和税收起到调节作用之外,还令其起到提高效率、引导投资、信息载体、分配手段的作用。

6. 能源的内部替代和外部替代

商品能源的最优内部结构、非商品能源的合理比重、电能与一次能源的合理比例、新能源与可再生能源的地位和发展前景等都属于能源的内部替代问题。能源与资金、能源与劳动力之间属于外部替代关系,需要研究这种替代的客观规律和在什么范围、什么程度上是合理的。

7. 能源的国际贸易和作为金融产品的石油

研究能源进口战略、替代战略与国家经济安全。利用石油期货市场等国际资本市场规避风险,保证国家石油安全。对外贸易一般应遵守比较优势原则,即出口具有比较优势的物品。这和国内产业结构的调整、农业劳动力向工业和服务业转移有着密切的联系。能源经济研究应根据能源和经济增长的关系、能源的供需和价格等来确定合理的产业结构及外贸规模,以及石油战略贮备。

能源的研究范畴很广,除上述主要内容,还包括能源的需求弹性、能源密度、能源与工业结构、能源与劳动力供给、能源消费的微观行为研究、能源的国际贸易等一系列问题。这些都是经济学家热衷研究的问题,也是经济现实需要解决的问题,有待国内经济学界的深入探讨。

我国能源经济学研究起步较晚。改革开放之前,我国对于能源问题的研究仅限于技术层面,即从技术角度看如何有效生产和消费能源。改革开放以后,我国能源经济学研究一方面延续了20世纪五六十年代对能源技术的探索,另一方面结合我国经济建设的需要,对能源与经济发展、能源管理、能源工程项目评价、能源规划等经济问题进行了探讨。20世纪80年代末90年代初以来,随着市场经济体制的逐步确立和经济的不断增长,我国能源经济学研究有了长足发展,其主要表现为:研究成果日益丰硕,研究范围日益拓宽,研究内容日益充实;能源经济学学科体系初步形成,与国外能源经济学研究在逐步接轨。但总体来看,学科发展仍然滞后,研究力量还不强,研究水平有待提高。

近年来,伴随着国际市场上能源价格的波动,以及由此带来的对各国经济的冲击,能源问题再次成为全世界瞩目的焦点。各国对能源的争夺愈演愈烈,能源安全直接关系到国家的安

全。从我国的情况看,经济的快速发展使得能源需求不断增长,能源短缺局面已然出现。能源供需的矛盾、高能耗和高增长的矛盾、能源消费和环境污染的矛盾已经成为经济发展的瓶颈。同时,我国能源经济学研究相对滞后,致使一些迫在眉睫的能源问题不能得到及时解决,从而导致经济受到影响,甚至产生重大的损失。在这种情况下,大力发展、研究能源经济学,并以此指导能源政策的制定和有效解决各种能源问题,无疑是件很有意义的事。

1.4 能源经济学的主要问题

能源对于人类生产、生存和发展的意义不言而喻。经济学与能源研究有何关系?在研究能源的供需时虽然经济学基本方法依然适用,但一般来说人们的兴趣不在于能源经济学研究中包含着什么不同的原理,而在于要解决能源生产和消费中的一些重要问题时,都需要使用哪些复杂的分析方法和手段。以下就与能源经济学密切相关的三个重要问题进行分析。

1.4.1 外部性问题

外部性理论揭示了经济活动中一些低效率资源配置问题的根源。在现实生活中能源的外部性十分普遍。从不同角度可对外部性进行分类:根据影响的结果,外部性可分为外部经济和外部不经济。对外界造成好的影响称为外部经济,如清洁能源的广泛使用、可再生能源的大规模开发利用都能够产生外部经济;对外界造成坏的影响称为外部不经济,如大气污染、废水排放、核泄漏等生产活动都会产生外部不经济。在现实生活中,外部不经济比外部经济更常见,能源开采利用的外部性主要体现为环境污染和资源耗竭。能源在生产、运输和消费的各阶段会不同程度地损害环境,产生外部环境费用,这些费用常常不会完全进入企业成本,当前人类面临的环境问题(环境污染和生态破坏)也是外部不经济的必然结果。污染和稀缺有很强的外部性,但它们的外部性影响往往被低估,污染制造者受到的惩罚与治理成本通常不成比例,资源耗竭的成本更是常常被忽略。因此,政府"修正外部性"的作用非常重要。与能源有关的环境污染和资源耗竭不仅减少当代人的福利,更会减少后代人的福利。必须正确认识到外部性源于市场在资源配置上的"失灵",修正外部性的关键在于政府如何协助解决"失灵"问题。因此,对于经济转型国家,确立市场为主、政府为辅的能源战略是解决外部性问题的关键。

【小案例】

洛杉矶光化学烟雾事件

美国西南海岸的洛杉矶市,早期由于金矿、石油和运河的开发,很快成为一个商业、旅游业都很发达的港口城市。城市的繁荣又使洛杉矶人口剧增。白天,纵横交错的城市高速公路上拥挤着数百万辆汽车,整个城市仿佛一个庞大的蚁穴。

从20世纪40年代初开始,人们就发现这座城市变得"疯狂"起来。每年从夏季至早秋,只要是晴朗的日子,城市上空就会出现一种弥漫天空的浅蓝色烟雾,使整座城市上空变得浑浊不清。这种烟雾使人眼睛发红、咽喉疼痛、呼吸不畅、头昏、头痛。1943年以后,烟雾更加肆虐,以至于远离城市100千米以外的海拔2000米的高山上的大片松林也因此枯死,柑橘减产。仅1950—1951年,美国因大气污染造成的损失就达15亿美元。1955年,因呼吸系统衰竭死亡的65岁以上老人达400多人;1970年,约有75%以上的市民患上了红眼病。这就是最早出现

的新型大气污染事件——光化学烟雾污染事件。

光化学烟雾是由汽车尾气和工业废气排放造成的，一般发生在湿度较低、气温在24—32℃的夏季晴天的中午或午后。汽车尾气中的烯烃类碳氢化合物和二氧化氮被排放到大气中后，在强烈的紫外线照射下，会吸收太阳光的能量。这些物质的分子在吸收了太阳光的能量后，会变得不稳定起来，原有的化学链遭到破坏，形成新的物质。这种化学反应被称为光化学反应，其产物为含剧毒的光化学烟雾。

洛杉矶在20世纪40年代就拥有250万辆汽车，每天大约消耗1 100吨汽油，排出1 000多吨碳氢化合物、300多吨氮氧化合物、700多吨一氧化碳。另外，还有炼油厂、供油站等其他石油燃烧排放来源，这些化合物被排放到阳光明媚的洛杉矶上空，不啻制造了一个毒烟雾工厂。光化学烟雾可以说是工业发达、汽车拥挤的大城市的一个隐患。光化学烟雾的形成机理十分复杂，其主要污染物来自汽车尾气。因此，目前人们主要在改善城市交通结构、改进汽车燃料、安装汽车排气系统催化装置等方面做着积极的努力，以防患于未然。

1.4.2 不确定性问题

不确定性指经济行为者在事先不能准确地知道自己的某种决策的结果。或者说，只要经济行为者的一种决策的可能结果不止一种，就会产生不确定性。不确定性在经济学中是关于风险管理的概念，指经济主体对于未来的经济状况（尤其是收益和损失）的分布范围和状态不能确知。不确定性问题在能源经济领域尤为突出。矿物燃料储量、未来价格和成本趋势、技术变革、发现新资源储量或新能源品种的机会等，都包含着极大的不确定性。例如，对于矿物燃料的储量情况，包括数量、类别和分布，很难做到完全掌握和精确估计，而与之相关的开采、投资活动和能源价格决定都是在信息不全的基础上做出的，种种不确定性都将影响到能源市场的供给和需求，甚至政治突发事件和天气都有可能对能源市场产生冲击。现代经济发展不可能回避能源环境不确定性问题，不同的理解会导致不同的能源战略与政策。如果冷静和动态地看待能源问题，无论是已知的还是猜测的能源来源以及期望的技术进步，都不足以消除对能否有供给充裕、价格合理的能源支持经济长期可持续发展的担忧。

1.4.3 公平性问题

能源的公平性问题是关系到经济可持续发展的重大问题。所谓的公平性是指机会选择的平等性。与能源相关的公平性问题至少存在于三个方面：国内、国际与代际。从技术意义上来讲，能源是一种“必需品”，其需求受制于收入的高低。能源价格的升高会抑制消费者对能源的消费。因此，政府需要决定如何将国有能源资源在个人之间进行分配，保证公众的基本能源消费。保障社会公平是政府的责任，企业和个人无法考虑社会公平分配的问题。解决这一问题的方式主要是能源价格政策和价格补贴。

能源公平的代际问题则更为复杂。实践说明，以中国的人口和经济增长为例，能源资源和环境的压力会很大。下一代人是否有足够的能源支撑现代化生活，是否有一个适合生存的自然环境，主动权掌握在当代人手中。现在的能源定价和投资决策将影响资源的耗损率及环境状况。因而，这些决策也会影响未来人们所承受的资源使用的成本负担，从而影响其生活质量。

在国际方面，经济发展水平的不均衡已经造成了能源分配和环境污染的不公平。发达国

家在经济发展进程中的大量耗能和环境污染，大大缩小了发展中国家的耗能和环境空间。发达国家应为能源价格和气候变化承担更多责任，因为发达国家人均耗能更高，大多数温室气体排放来源于发达国家的工业发展。环境经济学的排放权理论认为，环境容量是一种财富。经济活动主体拥有排放一定量污染物的权利（即人均排放权），这就等于对一定的环境容量资源拥有了产权（即环境产权）。这种环境资产产权与一般经济学意义上的产权（如土地所有权、资产所有权）类似，可以通过交易实现转移。我国的人均排放很低，如果从公平角度来确定人均排放权，则我国有权要求发达国家通过交易或援助承担更多的能源环境责任。但是，我国的低能源价格政策和现实的贸易结构却使得我国承担着较大的能源环境责任。

对于国内而言，政府的能源政策和战略原则应该是在支持能源公平的同时不丧失能源效率。就代际而言，战略决策中尽可能考虑后代人的利益是一个至关重要的问题，能源战略甚至应当考虑生活方式的问题。相关的解决方案会对能源资源利用和环境产生深远的影响。在国际上，争取能源和环境公平应当是政策与战略的要点。除了强调发达国家应承担起能源价格和环境污染的责任，还应当要求他们降低能源需求以缓解对环境的压力。

1.5 能源经济学的理论基础

任何一门学科的形成和发展，都是根据一定的理论基础，运用一定的研究方法实现的。能源经济学是以能源为研究对象，以经济学理论和方法为基础的一门学科，涉及政治、经济、社会、生态环境，有很强的应用性。根据能源经济学研究的内容和方法，其理论基础包括以下几个方面。

1.5.1 商品经济理论

能源是人类赖以生存和进行生产的重要物质基础，作为一种特殊的商品，能源资源的特点体现在资源有限性与需求无限性的矛盾中，正因为这种稀缺性，节约才成为必要，才产生了如何有效配置和利用能源资源这个问题。从政治经济学视角来看，能源商品不仅具有使用价值，而且具有使用价值的社会属性。在市场经济条件下，价值规律是经济发展的“第一推动力”，能源因其具有商品使用价值而对资源配置起到基础性作用，使人类能够在市场机制作用下协调价值、供求与价格的关系，使有限的能源资源得到最优配置，提高生产效率，减少不必要的浪费和低效率，充分体现商品使用价值的社会属性。

1.5.2 社会再生产理论

马克思的社会再生产理论强调总量均衡和结构均衡的重要性，指出在社会再生产条件下，市场经济中的各个部门都是相互制约、相互促进的，因此必须按照比例协调发展。马克思的社会再生产理论从社会总产品的实物构成入手，把社会产品分为生产资料和生活资料两大类，因而社会生产部门相应地也分为两大部类，即生产资料部类和生活资料部类；从社会总产品的价值构成入手，把社会产品分为三个部分，即不变资本、可变资本和剩余价值。能源商品生产和消费的总量均衡体现了社会总产品的实物替换与价值补偿的实现问题，即马克思的社会再生产理论所阐明的是宏观经济均衡问题。具体而言，就是要保证生产生产资料的部类和生产生

活资料的部类满足一定的比例关系，要求社会总供给必须等于社会总需求。能源平衡表和能源投入产出表就是马克思的再生产理论两大部类即实物平衡和价值平衡的具体体现。

1.5.3 经济增长理论

经济增长理论是研究经济增长规律和制约因素的理论。能源是经济的命脉，人类社会对能源的需求，首先表现为经济增长对能源的需求。经济增长在对能源总量需求增长的同时，也日益扩展到其对能源产品品种或结构的需求。高质量的能源产品是提高能源利用率及其经济效益的重要前提。在经济增长的不同阶段，能源消费的变化遵循某些规律，无论是工业化社会还是后工业化社会，经济总量增长持续依赖总能耗的增长，这是一个基本规律。

经济的增长受到能源的制约，主要体现在三个方面：一是能源资源环境的约束，即作为一国经济增长动力的能源资源所具有的承受能力和环境对由此产生的污染的承载能力；二是能源科技水平与管理能力的约束，即能源科技水平与管理能力直接制约能源的供给能力和能源使用效率的提高，也对污染物减排具有重要作用；三是观念的约束，即经济增长、能源优化使用、环境污染治理三者间如何协调发展，人类在观念上的转变受到社会发展状况、经济增长阶段、文化教育程度以及法制意识等诸多因素的制约。

1.5.4 循环经济理论

根据物质不灭定律，自然界的物质可以循环往复利用，能量可以梯级使用。因此，力求有效保护自然资源、维护生态平衡、减少环境污染，即作为循环经济基石的“资源节约”和“环境友好”对能源经济学研究视角的拓宽、研究内容的丰富和深化具有重要作用。“资源节约”表明在能源资源稀缺性越发突出的背景下能源资源有效利用的重要性，“环境友好”则体现出人类在传统工业化发展进程中，对于环境污染治理从“末端治理”到“管端防治”方式的转变，是人与自然和谐共处的新境界。循环经济理念使人类在生产活动中更加注重企业内部生产工艺和流程的循环体系，更加注重各产业链上能源资源消耗时的节能减排，循环经济运行模式是能源资源开发、加工转换与运输，能源投资，化石能源的清洁利用以及可再生能源开发的重要指导思想。

1.5.5 数量经济学理论

数量经济学的研究对象是经济数量关系及其变化规律。通过经济数学模型来研究经济数量关系，是数量经济学的特征。数量经济学在经济科学体系中的地位，相当于数学在所有科学中的地位，它以特有的经济数学模型方法专门研究经济数量关系，为其他经济学科的深化提供了一般的分析方法和方法论。在这个意义上，数量经济学作为一门方法论学科对于能源经济学研究具有重要意义。数量经济学中的经济数学模型方法，可以应用于能源经济系统分析（包括能源生产、交换和流通、分配、消费过程的经济子系统）、能源—经济计量分析、投入产出分析、费用效益分析、最优规划分析等。能源经济系统分析对制定能源政策具有参考作用，能源—经济计量分析、投入产出分析等其他经济数量分析方法对已制定的经济政策具有评价作用。

1.6 主要能源机构及其网站

了解、熟悉主要能源机构和网站，不仅有助于把握全球能源勘探开发、生产、消费的趋势，而且有助于理解能源现象背后深刻的政治、经济、军事较量。对世界经济发展趋势的研究以及各国能源政策的制定也离不开这些能源机构提供的大量翔实的数据的支持和指导。

1.6.1 石油输出国组织

石油输出国组织（Organization of Petroleum Exporting Countries，OPEC）简称“欧佩克”，总部设在维也纳，成立于1960年9月，1962年11月在联合国秘书处备案，成为正式的国际组织。欧佩克现在是亚洲、非洲和拉丁美洲一些主要石油生产国的国际性石油组织，现有12个成员国。该组织为使石油生产者与消费者的利益都得到保证，实行石油生产配额制。为防止石油价格飙升，欧佩克可依据市场形势增加其石油产量；为阻止石油价格下滑，则可依据市场形势减少其石油产量。欧佩克的宗旨是协调和统一成员国的石油政策，维护各自的和共同的利益。

欧佩克的主要出版物有：《石油输出国组织公报》（月刊），《石油输出国组织评论》（季刊），《年度报告》，《统计年报》。

欧佩克官方网站：http://www.opec.org

1.6.2 英国石油公司

1909年成立的英国石油阿莫科公司（BP Amoco）是世界上最大的石油和石化集团公司，总部设在英国伦敦。公司的主要业务是油气勘探开发、炼油、天然气销售和发电、油品零售和运输以及石油化工产品生产和销售。此外，公司在太阳能发电方面的业务也在不断壮大。BP公司2013年排名世界500强第六位，名列欧洲500强之首。

BP公司的主要出版物有：《世界能源统计》（年度）。

BP公司官方网站：http://www.bp.com

1.6.3 美国能源信息署

美国能源信息署（Energy Information Administration，EIA）是隶属于美国能源部的一个信息统计机构，创立于1977年。该机构的职能是发布周、月、年度报告，包括能源的生产、储备、需求、进出口和价格等各个方面。同时对上述各项内容提出分析意见并对当前关注的各种问题作专题报告，提供能源信息统计资料、信息预测和信息分析报告。EIA旨在提高制定政策的合理性和正确性、提升市场效率、增强社会公众对能源以及能源与经济和环境之间的相互作用。

EIA官方网站：http://www.eia.gov

1.6.4 国际能源机构

1973年10月，第四次中东战争爆发，阿拉伯国家利用石油武器对抗西方大国。欧佩克的阿拉伯成员国宣布收回石油标价权，国际油价大幅飙升，西方主要经济体遭受了第二次世界大战之后最严重的全球经济危机，而发动石油战争的阿拉伯国家却因此增强了经济实力。为了

应对可能出现的新的石油危机，经济合作与发展组织于1974年设立了国际能源机构（International Energy Agency，IEA），共有28个成员国（2011年统计），总部设在法国巴黎。其宗旨是协调成员的能源政策，发展石油供应方面的自给能力，共同采取节约石油需求的措施，加强长期合作以减少对石油进口的依赖，提供石油市场情报，拟订石油消费计划，在石油发生短缺时按计划分享石油，以及促进其与石油生产国和其他石油消费国的关系等。IEA成员国要求总石油库存保持在至少相当于前一年90天净进口量的水平。

IEA的主要出版物有：《石油市场月报》，《煤炭信息》（年报），《电力信息》（年报），《油气统计年报》，《世界能源展望》（每年出版）。

IEA官方网站：http://www.iea.org

本章小结

本章简要介绍了能源经济学的定义、能源经济学形成和发展的四个阶段，对能源经济学的主要研究内容及与之密切相关的三个方面进行了阐述，从五个层面分析了能源经济学的理论基础，最后介绍了一些主要能源机构及其网站。

通过本章的学习，学生应该认识到能源经济学无论在理论基础、体系构架还是研究方法等方面都是一门需要完善、发展的学科。随着经济增长进程中能源资源的稀缺性和环境的外部性越发突出，人类越来越重视能源与经济关系的研究。

思考题

1. 什么是能源经济学？
2. 能源经济学形成和发展的阶段是什么？
3. 能源经济学研究的目的和主要内容是什么？
4. 如何理解与能源经济学相关的三个重大问题？
5. 能源经济学的理论基础是什么？
6. 主要能源机构有哪些？

第2章 能源的基础知识

【学习目标】

1. 理解并掌握能源的基本概念、分类和计量方法。
2. 了解世界石油、煤炭、天然气的储量分布、生产量、消费量状态。
3. 理解能源对现代社会的重要意义。
4. 理解能源平衡表的用途。

了解主要能源在世界主要国家和地区的分布及供求现状有助于各国根据本国实际资源禀赋来制定合理科学的能源经济政策，对经济增长方式的改变有重要的指导意义。本章从能源的概念和分类入手，介绍能源的计量标准和主要测算指标，概括总结能源资源发展态势，说明能源平衡表的使用方法。

2.1 能源的概念与分类

2.1.1 能源的基本概念

能源是人类赖以生存的物质，是发展生产、改善人民生活的物质基础。人类文明的一切都离不开能源。人类在进入能源经济学领域之前，最先关注的是资源经济学，因此，在介绍能源的概念之前，有必要了解什么是资源，能源与资源有什么异同。

资源是指人类可以直接从自然界获得，并用于生产、生活的物质和能量。这种物质和能量必须满足两个条件：一是直接从自然界获得，二是能够用于生产和生活。而能源是能量的来源或源泉，是可以从自然界直接取得的具有能量的物质，如煤炭、石油、核燃料、水、风、生物体等，也可以是从这些物质中再加工制造出的新物质，如焦炭、煤气、液化气、煤油、汽油、柴油、电、沼气等。因此可以说，能源是能够提供某种形式的能量的物质，或是物质的运动。如煤、石油、天然气等通过燃烧，可以提供热能。有些物质只有在运动中才能提供能量，这些物质的运动也是能源。如空气和水只有在运动中才能提供动能，即风能和水能。能量与能源是不同的概念。所谓能量，是指物体做功的能力。能量的形式有很多，如热能、光能、电能、机械能、化学能、生物能等。能源物质中储存着各种形式的能量，并为人类提供各种形式的能量。如煤蕴藏着大量的化学能，可以通过燃烧释放出热能，即化学能转变成热能；如果通过内燃机、发电机等

装置，热能可以进一步转变为机械能或电能，就可以做功。

能源与资源的区别在于资源不都是能源，因为有的资源能够提供能量，而有的资源不能提供能量。如阳光是资源，也是能源，而耕地、铁矿石是自然资源，却不能直接提供能量，所以不是能源。

2.1.2 能源的分类

能源的分类方法很多，主要有以下几种：

1. 按能源的形成和再生性划分为不可再生能源和可再生能源

不可再生能源是指在自然界中经过亿万年漫长地质年代而形成，随着人类的不断开发利用而日益减少，最终要消耗殆尽，短期内无法恢复，且随着大规模开发利用，储量越来越少，终将枯竭的能源。不可再生能源主要包括煤、原油、天然气、油页岩、核能等，它们是不能再生的，用一点便少一点。可再生能源是指在生态循环中能重复产生的自然资源，它能够循环使用，不断得到补充，不会随人类的开发利用而日益减少，具有天然的自我再生功能，可以源源不断地从自然界中得到补充，是人类取之不尽用之不竭的能源。可再生能源主要包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能和海洋能等。

2. 按技术开发程度划分为常规能源和新能源

常规能源也称传统能源，是指以往利用多年，目前技术条件成熟，经济上比较合理，已被人类大规模生产和广泛使用的能源。主要包括煤炭、石油、天然气以及大中型水电等。新能源是指人类新近才开发利用或正在研究开发，今后可以广泛利用的能源。新能源主要包括太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能和核能等。广义新能源主要包含了以下几个方面：① 高效利用能源；② 资源综合利用；③ 可再生能源；④ 替代能源；⑤ 节能。所以可再生能源当然是没有争议的新能源，同时，替代能源也应该纳入广义新能源的范畴。替代能源有两种含义，狭义上指一切可代替石油的能源，广义上指可代替目前广泛使用的化石燃料（煤炭、石油和天然气）的能源，包括核能、太阳能、水能、地热能、风能、海洋能、氢能等。

3. 按能源对环境的污染程度划分为清洁能源和非清洁能源

清洁能源和非清洁能源的划分是相对的。清洁能源是指在使用中对环境无污染或污染小的能源，即大气污染物和温室气体零排放或排放很少的能源。清洁能源主要包括可再生能源（太阳能、风能、水能、海洋能）、气体燃料、氢能和先进核电等。非清洁能源是指在使用中对环境污染较大的能源，如各种固体能源、石油等。煤炭是最不清洁的能源，对环境的污染十分严重，石油对环境的污染比煤炭小，但使用时也会产生氧化硫、氧化氮等有害物质，对环境的污染也很严重。目前在人口众多的大城市和工业区，大量燃烧煤炭、石油等，产生二氧化硫、烟尘、氢氧化物等污染大气，危害人类的生存和健康。

4. 按能源的成因划分为一次能源和二次能源

一次能源（亦称天然能源）是指自然界中以现成的形式存在，不经任何改变或转换的天然能源资源，即从自然界直接取得并不改变其形态和品位的能源。一次能源主要包括原煤、原油、油页岩、天然气、核燃料、植物燃料、水能、风能、太阳能、地热能、海洋能、潮汐能等。二次能源（亦称人工能源）是指为了满足生产工艺和生活的特定需要以及合理利用能源，将一次能源直接或间接加工转换产生的其他种类和形式的人工能源。如由原煤加工产出的洗煤，由煤炭加工转换产出的焦炭、煤气，由原油加工产出的汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气，由煤炭、石油、天然气转换产出的电力。表 2-1 是对能源分类的总结。

表 2-1　能源的分类

能源种类	传统能源	新能源	可再生能源	清洁能源
煤炭	○			
石油	○			
天然气	○			○
核能(核裂变)	○			○
核能(核聚变)		○		○
太阳能		○	○	○
风能		○	○	○
生物质能		○	○	○
水电		○	○	○
地热能		○	○	○

资料链接　　核聚变和核裂变

核聚变和核裂变的典型应用就是氢弹及原子弹，其中，氢弹属于核聚变，原子弹属于核裂变。核聚变就是小质量的两个原子合成一个比较大的原子，核裂变就是一个大质量的原子分裂成两个比较小的原子，在这两个变化过程中都会释放出巨大的能量，其中，核聚变释放的能量更大。自然界存在非人为的热核反应，比如太阳。

理论上核电站既可以使用核聚变也可以使用核裂变，但是目前考虑到可控因素，商业使用的核电站均采用核裂变发电，使用的燃料一般是放射性重金属，如铀、钚。核电站的能量转换过程为核能→内能→机械能→电能。

2.2　能源计量的含义和单位

2.2.1　能源计量的含义、目的、意义及种类

能源计量是指以技术和法制手段，在能源流程中，对各环节的数量、质量、性能参数、相关特征的参数等进行检测、度量和计算。能源计量是能源统计的技术基础，能源统计建立在能源计量记录的基础之上，没有能源计量就没有能源统计，只有做好能源计量，才能做好能源原始记录、能源统计台账，进行统计汇总和统计分析。能源计量不仅要求对企业生产活动过程中消耗的能源进行准确计量，也要求对企业排放的污染物准确计量，在能源生产、存储、转化、利用、管理和研究中，实现单位统一、量值准确。

能源计量的目的在于有针对性地节能减排，合理、有效地利用能源、保护环境。

能源计量的意义和作用体现在以下几个方面：

1. 能源计量是企业节能工作的基础

能源计量是企业加强能源管理、提高能源管理水平的重要基础，是企业贯彻执行国家节能法规、政策、标准，合理用能，优化能源结构，提高能源利用效率，提高经济效益和市场竞争力的重要保证。

2. 能源计量是落实国家节能政策、法律和法规的要求

建立节能目标责任制和评价考核体系;建立固定资产投资项目节能评估和审查制度;强化重点耗能企业的节能管理。

3. 能源计量是国家实施节能监督管理,评价企业能源利用状况的重要依据

能源计量是节能监测、节能诊断、能源审计、能源统计、能源利用状况分析等能源管理活动的基础。没有准确可靠的能源计量,也就难以对企业的能源利用状况进行科学的分析和统计。

能源计量的种类是一次能源、二次能源和载能工质,涉及工农业生产、国防建设、科学试验、国内外贸易、人民生活等各方面。具体计量种类包括煤炭、原油、天然气、焦炭、煤气、热力、成品油、液化石油气、生物质能和其他直接或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源。

2.2.2 能源计量单位和能源当量单位

能源计量单位(unit of energy)是表示能源的量的计量单位。具有确切定义和当量值的能源(能量)单位主要有焦耳(J)、千瓦时(KWh)、千卡(Kcal)和英热单位(Btu),它们之间的相互换算见表2-2。

表2-2 能量单位换算表

能量单位	焦耳(J)	千瓦时(KWh)	千卡(Kcal)	英热单位(Btu)
焦耳(J)	1	2.778×10^{-7}	2.3885×10^{-4}	9.4781×10^{-4}
千瓦时(KWh)	3.6×10^{6}	1	8.5985×10^{2}	3.4121×10^{3}
千卡(Kcal)	4.1868×10^{3}	1.1630×10^{-3}	1	3.9683
英热单位(Btu)	1.0551×10^{3}	2.9307×10^{-4}	2.5200×10^{-1}	1

不同能源的实物量是不能直接进行比较的。由于各种能源都有一种共同的属性,即含有能量,且在一定条件下都可以转化为热,因此为了便于对各种能源进行计算、对比和分析,可以首先选定某种统一的标准燃料作为计算依据,然后通过各种能源的实际含热值与标准燃料热值之比,即能源折算系数,计算出各种能源折算成标准燃料的数量。所选标准燃料的计量单位即为当量单位(equivalent unit of energy)。国际上采用的标准燃料有三种:煤、油、气。以煤作为标准燃料来计量时称为煤当量,以油作为标准燃料来计量时称为油当量,以气作为标准燃料来计量时称为气当量。

1. 标准煤

标准煤指按一个规定的煤的热值计算各种能源量时所用的统一换算指标,又称煤当量。标准煤的热值迄今没有国际公认的统一规定值。我国采用煤当量作为能源计量当量,折算方法是:用1千克标准煤的热值29.3兆焦或7 000千卡的能源量去度量一切燃料、动力能源,即煤当量系数等于某种能源1千克实际热值除以1千克标准煤热值29.3兆焦。水电作为一次能源计量时,我国按照火电厂当年生产1千瓦时电能实际消耗的燃料的平均煤当量值来计算,联合国统计资料则是按电的热功当量计算,1千瓦时水电相当于3.6兆焦,换算成煤当量的系数是0.123。核电换算成煤当量的方法与水电相同,但这种方法不能反映核燃料的转换效率。

2. 标准油

标准油指按一个规定的油的热值计算各种能源量时所用的综合换算指标,又称油当量。发热量等于41.82兆焦或10 000千卡的能源量称为1千克标准油。折算的方法是:用1千克标准油的热值41.82兆焦或10 000千卡去度量一切燃料、动力能源,即油当量系数等于某种能

源 1 千克实际热值除以 1 千克标准油热值 41.82 兆焦。例如,1 千克 20.91 兆焦的原煤,换算成标准油的比率为 0.5;1 立方米 38.92 兆焦的天然气,换算成标准油的比率为 0.931;1 千瓦时(相当于 3.6 兆焦)电量等于 0.086 千克标准油。

世界能源消费以石油和天然气为主,通常采用吨油当量(TOE)作为能源的统一计量单位。我国等一些以煤炭消费为主的国家,则通常采用标准煤作为能源的统一计量单位。1 吨标准煤等于 0.7 吨标准油。

3. 标准气

标准气是指一个规定的气的热值计算各种能源量时所用的综合换算指标。发热量等于 41.82 兆焦(或 10 000 千卡)的气体燃料称 1 立方米标准气。它通常用于各种气体燃料之间的综合计算,以及与标准油、标准煤之间的换算。1 立方米标准气等于 1 千克标准油;1 立方米标准气等于 1.4286 千克标准煤。

计算能源生产(消费)量时,应遵循以下步骤:

(1) 首先将各种能源产品分别按实物量统计,实物量统计仅反映各能源品种的产量,而不是能源产品的生产总量。

(2) 为了综合反映能源生产总量,必须将各种能源产品按各自不同的发热量计算出共同的换算标准。

我国在合计能源总量时常以各种能源按实物量乘以折标煤系数,折合成标准煤的合计数,即:

$$\text{能源合计总量} = \sum(\text{各能源品种实物量} \times \text{折标煤系数})$$

需要注意的是,能源生产总量并不等于各种能源换算成标准煤之和,因为二次能源是由一次能源转换产生的,所以能源生产总量是各种一次能源生产量标准煤之和。我国常用能源计量单位及换算见本章附表 1。

2.3 能源统计及变化趋势

传统化石能源具有稀缺性和高度的不均衡性,因此,了解和掌握世界及我国能源资源发展态势,并以此作为能源政策制定的背景依据具有深远的意义。本节按照从地区到国别的先后顺序,依次介绍作为典型能源的石油、煤炭、天然气的储量分布、生产量、消费量及消费结构。

2.3.1 世界一次能源消费现状

当前全球各种能源统计机构重点统计的能源种类是石油、煤炭、天然气、核能、水电及可再生能源。世界各大洲自然资源分布的差异性以及处于不同社会、经济发展阶段等缘由,使一次能源的消费结构存在显著差异。例如,原油消费是以亚太、北美和欧洲为主,天然气与核能消费是以北美和欧洲为主,煤炭消费是以亚太为主,水力发电是以亚太和欧洲为主(见表 2-3)。[①] 从国别来看,美国和中国的能源消费量最大;排名前十的国家中,发达国家占六席,金砖国家占四席。这表明能源消费与一国经济规模关系密切。以下具体介绍能源消费占主导地位的石油、煤炭、天然气的态势。

① 本节所有表均为作者根据 *BP Statistical Review of World Energy* 资料整理得来。

表 2-3　世界各大洲一次能源消费量(2012 年)

单位:百万吨油当量/Mtoe

地区	原油	天然气	原煤	核能	水力发电	新能源	总计
中东	375.8	370.6	9.9	0.3	5.1	0.1	761.9
中南美	302.2	148.6	28.2	5.0	165.7	15.6	665.3
北美	1 016.8	820.0	468.5	206.9	156.3	57.0	2 725.4
欧洲	879.8	975.0	516.9	266.9	190.8	99.1	2 928.5
非洲	166.5	110.5	97.5	3.2	24.1	1.4	403.3
亚太	1 389.4	562.5	2 609.1	78.1	289.0	64.1	4 992.2
世界	4 130.5	2 987.1	3 730.1	560.4	831.1	237.4	12 476.6

表 2-4　世界主要国家一次能源消费结构(2012 年)

单位:百万吨油当量/Mtoe

国别	原油	天然气	原煤	核能	水力发电	可再生能源
美国	819.9	654.0	437.8	183.2	63.2	50.7
中国	483.7	129.5	1 873.3	22.0	194.8	31.9
俄罗斯	147.5	374.6	93.9	40.3	37.8	0.1
印度	171.6	49.1	298.3	7.5	26.2	10.9
日本	218.2	105.1	124.4	4.1	18.3	8.2
加拿大	104.3	90.6	21.9	21.7	86.0	4.3
德国	111.5	67.7	79.2	22.5	4.8	26.0
巴西	125.6	26.2	13.5	3.6	94.5	11.2
韩国	108.8	45.0	81.8	34.0	0.7	0.8
法国	80.9	38.2	11.4	96.3	13.2	5.4

2.3.2　世界石油储量分布、生产量和消费量

石油是经济和社会发展不可缺少的重要能源,也是影响全球政治格局、经济秩序和军事活动的最重要的物资,传统石油危机的出现最根本的原因是石油资源分布的地域性和不均衡性。

1. 石油储量

世界石油储量和分布是极不平衡的,根据 BP 石油公司 2013 年统计,中东探明储量占全世界的 48.4%,与 2006 年占比 61.5% 有显著下降,中南美由 2006 年占比 8.6% 大幅提高至 19.7%,这主要是由于委内瑞拉石油探明储量超过沙特阿拉伯,成为探明储量最多的国家(465 亿吨),占世界探明储量的 17.8%,其余依次为沙特阿拉伯(365 亿吨)、加拿大(280 亿吨)、伊朗(216 亿吨)。反映按当前生产水平尚可开采的年数的储采比,中东高居首位,为 78.1(见表 2-5 和表 2-6)。

表 2-5　世界各地区石油探明储量(2012 年)

地区	石油探明储量(10 亿吨)	占比(%)	储采比(R/P)
中东	109.3(101.2) *	48.4(61.5)	78.1
中南美	50.9(14.8)	19.7(8.6)	—
北美	33.8(7.8)	13.2(5.0)	38.7
欧洲	19.0(19.7)	8.4(12.0)	22.4
非洲	17.3(15.5)	7.8(9.7)	37.7
亚太	5.5(5.4)	2.5(3.4)	13.6
世界	235.8(164.5)	100.0	52.9

注：* 本节如无特殊注明，表中括号内数据为 2006 年对应能源数据，以下不再分别注明。

表 2-6　世界各国石油探明储量(2012 年)

排名	国别	石油探明储量(10 亿吨)	占比(%)	储采比(R/P)
1	委内瑞拉	46.5(11.5)	17.8(6.6)	—
2	沙特阿拉伯	36.5(36.3)	15.9(21.9)	63
3	加拿大	28.0(2.4)	10.4(1.4)	—
4	伊朗	21.6(18.9)	9.4(11.4)	—
5	伊拉克	20.2(15.5)	9.0(9.5)	—
6	科威特	14.0 (14.0)	6.1(8.4)	88.7
7	阿联酋	13.0 (13.0)	5.9(8.1)	79.1
8	俄罗斯	11.9(10.9)	5.2(6.6)	22.4
9	利比亚	6.3(5.4)	2.9(3.4)	86.9
10	尼日利亚	5.0(4.9)	2.2(3.0)	42.1

2. 石油生产量

世界石油生产量从 2006 年的 39.141 亿吨缓慢增加到 2012 年的 41.189 亿吨，2012 年世界前十位石油生产国的总产量约占石油产量的 63.7%，从各地区来看，中东和欧洲原油产量最大，从 2006 年到 2012 年，中东、中南美和北美产量占比有不同幅度的增加，而欧洲和非洲的占比下降。从国别看，沙特阿拉伯、俄罗斯和美国的原油产量居前三位，从 2006 年到 2012 年，美国原油产量占比增幅明显，而伊朗和墨西哥降幅显著。

表 2-7　世界各地区原油生产量(2012 年)

地区	原油(百万吨)	占比(%)
中东	1 336.8(1 221.9)	32.5(31.2)
中南美	378.0(345.8)	9.2(8.8)
北美	721.4(646.1)	17.5(16.5)
欧洲	836.4(846.7)	20.3(21.6)
非洲	449.0(473.7)	10.9(12.1)
亚太	397.3(379.8)	9.6(9.7)
世界	4 118.9(3 914.1)	100.0

表 2-8　世界各国原油生产量(2012 年)

国别	原油(百万吨)	占比(%)
沙特阿拉伯	547.0(514.6)	13.3(13.1)
俄罗斯	526.2(480.5)	12.8(12.3)
美国	394.9(311.8)	9.6(8.0)
中国	207.5(183.7)	5.0(4.7)
加拿大	182.6(151.3)	4.4(3.9)
伊朗	174.9(209.8)	4.2(5.4)
科威特	152.5(133.2)	3.7(3.4)
伊拉克	152.4(98.1)	3.7(2.5)
墨西哥	143.9(183.1)	3.5(4.7)
委内瑞拉	139.7(145.1)	3.4(3.7)

3. 石油消费量

世界石油消费量从2006年的38.898亿吨缓慢增加到2012年的41.305亿吨,2012年世界前十位石油消费大国的总消费量约占石油消费量的58.5%,亚太、北美、欧洲位居石油消费前三名,2006—2012年间,中东和中南美消费量占比显著增加,而北美和欧洲则大幅下降。从国别看,美国和中国依然是石油消费的前两位,但2012年美国原油消费量占比与2006年相比降幅明显,而金砖国家占比有不同幅度的增加。

表2-9 世界各地区石油消费量(2012年)

地区	石油(百万吨)	占比(%)
中东	375.8(280.1)	9.1(7.2)
中南美	302.2(236.5)	7.3(6.1)
北美	1 016.8(1 124.6)	24.6(28.9)
欧洲	879.8(970.1)	21.3(24.9)
非洲	166.5(130.5)	4.0(3.4)
亚太	1 389.4(1 148.0)	33.6(29.5)
世界	4 130.5(3 889.8)	100.0

表2-10 世界各国石油消费量(2012年)

国别	石油(百万吨)	占比(%)
美国	819.9(938.8)	19.8(24.1)
中国	483.7(349.8)	11.7(9.0)
日本	218.2(235.0)	5.3(6.0)
印度	171.6(120.3)	4.2(3.1)
俄罗斯	147.5(128.5)	3.6(3.3)
沙特阿拉伯	129.7(92.6)	3.1(2.4)
巴西	125.6(92.1)	3.0(2.4)
德国	111.5(123.5)	2.7(3.2)
韩国	108.8(105.3)	2.6(2.7)
加拿大	104.3(98.8)	2.5(2.5)

资料链接　　苏伊士运河与中东石油

如果你控制了石油,你就控制了所有国家;如果你控制了粮食,你就控制了所有的人;如果你控制了货币,你就控制了整个世界。

——基辛格

一般史论将1869年苏伊士运河的通航认定为近代中东形成的一个标志性事件。大航海时代所"发现"的东方,因为这一河道的开通,格局变得崭新——现代化先发区域的"西方",与遥远而资源丰富的"东方",其货运线路整整缩短了40%。即使146年后的今天,经苏伊士运河实现的货运量仍占欧亚两洲海运货物的80%。

苏伊士运河开通后,中东发现了储量达全世界总量2/3的石油——如果说现代化的西方全球征战史,无不以资源争夺为核心,而这种争夺又以石油为甚,那么,中东的价值,岂可能只是通道之便?如果深入探究两次世界大战,以及此后的中东各场战争,石油的争夺无不深藏其间,成为关键因素,各种权力也因此深刻介入中东。

2.3.3 世界煤炭储量分布、生产量和消费量

煤炭是地球上储量最丰富、分布地域最广的化石能源,是钢铁、电力等工业部门的重要原料或燃料。

1. 煤炭储量

世界煤炭资源地区分布广泛且具有不平衡性。从全球各地区来看,北半球三大洲均比较丰富,2012年探明储量中,欧洲为3046亿吨,约占世界的35.4%;亚太为2658亿吨,约占世界的30.9%。从各国煤炭资源储量看,美国为2373亿吨,约占世界的35.4%;俄罗斯为1570亿

吨，约占世界的18.2%；中国为1 145亿吨，约占世界的13.3%。反映按当前生产水平尚可开采的年数的储采比，欧洲和北美位居前两位。

表2-11　世界各地区煤炭探明储量(2012年)

地区	探明储量(百万吨)	占比(%)	储采比(R/P)
欧洲	304 604(287 095)	35.4(31.6)	238
亚太	265 843(296 889)	30.9(32.7)	51
北美	245 088(254 432)	28.5(28.0)	244
中东、非洲	32 895(50 755)	3.8(5.6)	124
中南美	12 508(19 893)	1.5(2.2)	129
世界	860 938(909 064)	100.0	109

表2-12　世界各国煤炭探明储量(2012年)

排名	国别	探明储量(百万吨)	占比(%)	储采比(R/P)
1	美国	237 295(246 643)	27.6(27.1)	257
2	俄罗斯	157 010(157 010)	18.2(17.3)	443
3	中国	114 500(114 500)	13.3(12.6)	31
4	澳大利亚	76 400(78 500)	8.9(8.6)	177
5	印度	60 600(92 445)	7.0(10.2)	100
6	德国	40 699(6 739)	4.7(0.7)	207
7	乌克兰	33 873(34 153)	3.9(3.8)	384
8	哈萨克斯坦	33 600(31 279)	3.9(3.4)	289

2. 煤炭生产量

世界煤炭生产量从2006年的30.797亿吨增加到2012年的38.453亿吨，从各地区看，增幅最明显的亚太地区煤炭生产量占比由2006年的58.5%上升到2012年的67.8%；而降幅最明显的北美则由2006年的20.5%下降到2012年的14.5%。

从世界前十位国家看，2012年中国煤炭产量几乎占到世界的一半(47.5%)，且与2006年相比大幅提高，而2006—2012年间美国则是煤炭产量降幅最大的国家。其余国家煤炭产量占比在此期间相对变化幅度不是很大。

表2-13　世界各洲煤炭生产量(2012年)

单位：百万吨油当量

各大洲	煤炭生产量	占比(%)
欧洲	469.0(445.7)	12.2(14.5)
亚太	2 606.8(1 801.5)	67.8(58.5)
北美	557.7(632.8)	14.5(20.5)
中东和非洲	150.0(148.4)	3.9(4.8)
中南美	61.8(51.4)	1.6(1.7)
世界	3 845.3 (3079.7)	100.0

表2-14　世界各国煤炭生产量(2012年)

单位：百万吨油当量

国别	煤炭	占比(%)
中国	1 825.0(1 212.3)	47.5(39.4)
美国	515.9(595.1)	13.4(19.3)
澳大利亚	241.1(203.1)	6.3(6.6)
印度尼西亚	237.4(119.9)	6.2(3.9)
印度	228.8(209.7)	6.0(6.8)
俄罗斯	168.1(144.5)	4.4(4.7)
南非	146.6(144.8)	3.8(4.7)
哈萨克斯坦	58.8(49.2)	1.5(1.6)

3. 煤炭消费量

世界煤炭消费量从2006年的30.901亿吨增加到2012年的37.301亿吨，从各大洲看，增幅最明显的依然是亚太地区，煤炭消费量占比由2006年的58.0%上升到2012年的69.9%；而降幅最明显的是北美，由2006年的19.8%下降到2012年的12.6%；欧洲由17.9%下降到13.9%。从世界排名前八位的国家来看，2006—2012年间中国煤炭消费量由世界占比的38.6%大幅提高到一半(50.2%)，而美国则是在此期间消费量降幅最大的国家。其余国家煤炭消费量占比在此期间相对变化幅度不大。

表2-15　世界各洲煤炭消费量(2012年)

各大洲	煤炭消费量 (百万吨油当量)	占比(%)
欧洲	516.9(552.9)	13.9(17.9)
亚太	2 609.1(1 792.1)	69.9(58.0)
北美	468.5(611.6)	12.6(19.8)
非洲	97.5(102.8)	2.6(3.3)
中东	9.9(8.9)	0.3(0.3)
中南美	28.2(21.8)	0.8(0.7)
世界	3 730.1 (3 090.1)	100.0

表2-16　世界各国煤炭消费量(2012年)

国别	煤炭消费量 (百万吨油当量)	占比(%)
中国	1 873.3(1 191.3)	50.2(38.6)
美国	437.8(567.3)	11.7(18.4)
印度	298.0(237.7)	8.0(7.7)
日本	124.4(119.1)	3.3(3.9)
俄罗斯	93.9(112.5)	2.5(3.6)
南非	89.8(93.8)	2.4(3.0)
韩国	81.8(54.8)	2.2(1.8)
德国	79.2(82.4)	2.1(2.7)

2.3.4　世界天然气储量分布、生产量和消费量

天然气通常被认为是一种清洁高效的能源，是工业界清洁能源替代的主要方向。天然气具有转换效率高、环境代价低、投资省和建设周期短等优势，因此积极开发利用天然气资源是当今世界能源工业发展的一个重要潮流。

1. 天然气储量

世界天然气资源主要集中在中东和欧洲。2012年世界探明储量为187.3万亿立方米，比2006年的181.46万亿立方米有所增加。从各地区来看，中东约占世界天然气储量的43.0%；欧洲以58.4万亿立方米位居第二，约占世界的31.2%。从各国天然气资源储量看，伊朗为33.6万亿立方米，约占世界的18.0%，位居首位；俄罗斯为32.9万亿立方米，约占世界的17.6%，位居第二。

表2-17　世界各地区天然气探明储量(2012年)

地区	天然气探明储量 (万亿立方米)	占比(%)	储采比(R/P)
中东	80.5(73.5)	43.0(40.5)	—
中南美	7.6(6.9)	4.1(3.8)	42.8
北美	10.8(8.0)	5.8(4.4)	12.1
欧洲	58.4(64.1)	31.2(35.3)	56.4
非洲	14.5(14.2)	7.7(7.8)	67.1
亚太	15.5(14.8)	8.2(8.2)	31.5
世界	187.3(181.5)	100.0	55.7

表 2-18　世界各国天然气探明储量(2012 年)

排名	国家	天然气探明储量 (万亿立方米)	占比(%)	储采比(R/P)
1	伊朗	33.6(28.1)	18.0(15.5)	—
2	俄罗斯	32.9(47.7)	17.6(26.3)	55.6
3	卡塔尔	25.1(25.4)	13.4(14.0)	—
4	土库曼斯坦	17.5(2.9)	9.3(1.6)	—
5	美国	8.5(5.9)	4.5(3.3)	12.5
6	沙特阿拉伯	8.2(7.1)	4.4(3.9)	80.1
7	阿联酋	6.1(6.1)	3.3(3.3)	—
8	委内瑞拉	5.6(4.3)	3.0(2.4)	—
9	尼日利亚	5.2(5.2)	2.8(2.9)	—
10	阿尔及利亚	4.5(4.5)	2.4(2.5)	55.3

2. 天然气生产量

世界天然气生产量从 2006 年的 28 653 亿立方米增加到 2012 年的 33 639 亿立方米,从各地区看,增幅最明显的中东天然气生产量占比由 2006 年的 11.7% 上升到 2012 年的 16.3%;而降幅最明显的欧洲则是由 2006 年的 37.3% 下降到 2012 年的 30.7%。从世界前十位国家看,美国和俄罗斯 2012 年天然气产量约占前十国的 40%,卡塔尔天然气生产量占比从 2006 年的 1.7% 上升到 2012 年的 4.7%,是增幅最快的国家,其余国家天然气产量占比相对变化幅度不是很大。

表 2-19　世界各地区天然气生产量(2012 年)

地区	天然气 (十亿立方米)	占比(%)
中东	548.4(335.9)	16.3(11.7)
中南美	177.3(144.5)	5.3(5.0)
北美	896.4(754.4)	26.8(26.5)
欧洲	1 035.4(1 072.9)	30.7(37.3)
非洲	216.2(180.5)	6.4(6.3)
亚太	490.2(377.1)	14.5(13.1)
世界	3 363.9 (2 865.3)	100.0

表 2-20　世界各国天然气生产量(2012 年)

国别	天然气 (十亿立方米)	占比(%)
美国	681.4(524.1)	20.4(18.5)
俄罗斯	592.3(612.1)	17.6(21.3)
伊朗	160.5(105.0)	4.8(3.7)
卡塔尔	157.0(49.5)	4.7(1.7)
加拿大	156.5(187.0)	4.6(6.5)
挪威	114.9(87.6)	3.4(3.0)
中国	107.2(58.8)	3.2(2.0)
沙特阿拉伯	102.8(73.7)	3.0(2.6)
阿尔及利亚	81.5(84.5)	2.4(2.9)
印度尼西亚	71.1(74.0)	2.1(2.6)

3. 天然气消费量

世界天然气消费量从 2006 年的 28 508 亿立方米增加到 2012 年的 33 144 亿立方米,从各地区看,增幅最明显的亚太天然气消费量占比由 2006 年的 15.3% 上升到 2012 年的 18.8%;而降幅最明显的欧洲则是由 2006 年的 40.1% 下降到 2012 年的 32.6%。从世界前十位国家看,美国和俄罗斯 2012 年天然气消费量居前两位,从变化幅度看,2012 年与 2006 年相比,俄罗斯天然气消费量下降 2.6%,而中国增幅显著(为 2.4%),其余国家天然气消费量占比相对变化幅度不是很大。

表 2-21　世界各地区天然气消费量(2012 年)

地区	天然气 (十亿立方米)	占比(%)
中东	411.8(289.3)	12.4(10.1)
中南美	165.1(130.6)	5.0(4.6)
北美	906.5(770.3)	27.5(27.3)
欧洲	1 083.3(1 146.3)	32.6(40.1)
非洲	122.8(75.8)	3.7(2.6)
亚太	625(438.5)	18.8(15.3)
世界	3 314.4(2 850.8)	100.0

表 2-22　世界各国天然气消费量(2012 年)

国别	天然气 (十亿立方米)	占比(%)
美国	722.1(619.7)	21.9(22.0)
俄罗斯	416.2(432.1)	12.5(15.1)
伊朗	156.1(105.1)	4.7(3.7)
中国	143.8(55.6)	4.3(1.9)
日本	116.7(84.6)	3.5(3.0)
沙特阿拉伯	102.8(73.7)	3.1(2.6)
加拿大	100.7(96.6)	3.0(3.4)
墨西哥	83.7(54.1)	2.5(1.9)
英国	78.3(90.8)	2.4(3.2)
德国	75.2(87.2)	2.3(3.0)

以上按照各地区和国别依次介绍了石油、煤炭、天然气的储量、生产及消费态势,对数据的正确解读,有利于对不同国家、地区能源现状的把握,有利于在以后的章节中加深理解各国(地区)能源、环境政策动向。

2.4　能源与现代经济社会的关系

2.4.1　能源问题的重要性

人类的能源利用经历了从薪柴时代到煤炭时代,再到油气时代的演变,在能源利用总量不断增长的同时,能源结构也在不断变化(见图 2-1、图 2-2)。每一次能源时代的变迁,都伴随着生产力的巨大飞跃,极大地推动了人类经济社会的发展。同时,随着人类使用能源特别是化石能源的数量越来越多,能源对人类经济社会发展的制约和对资源环境的影响也越来越明显。

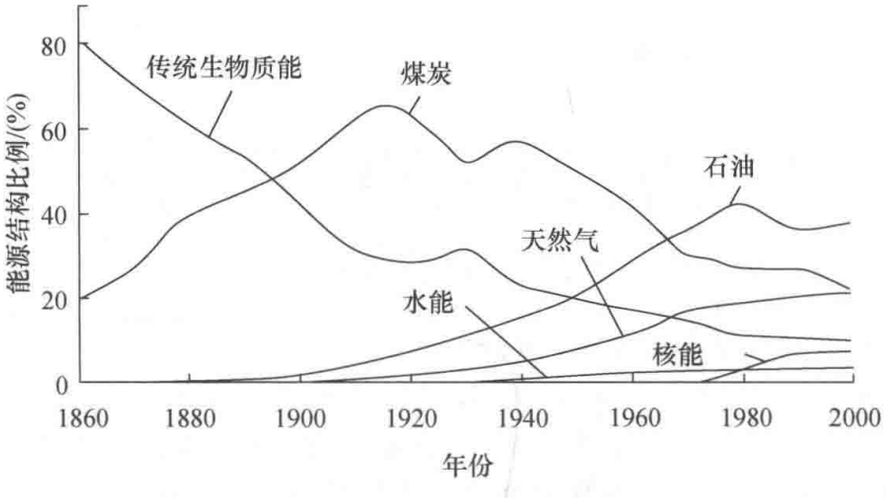


图 2-1　世界能源结构化演变趋势

资料来源:华泽澎. 能源经济学[M]. 山东:石油大学出版社,1991.

从现代经济社会发展来看,能源问题的重要性主要表现在以下四个方面:

1. 能源是现代经济社会发展的基础

现代经济社会发展建立在高度的物质文明和精神文明的基础上。要实现高度的物质文明,就需要社会生产力的极大发展,有现代化的农业、工业和交通物流系统,以及现代化的生活

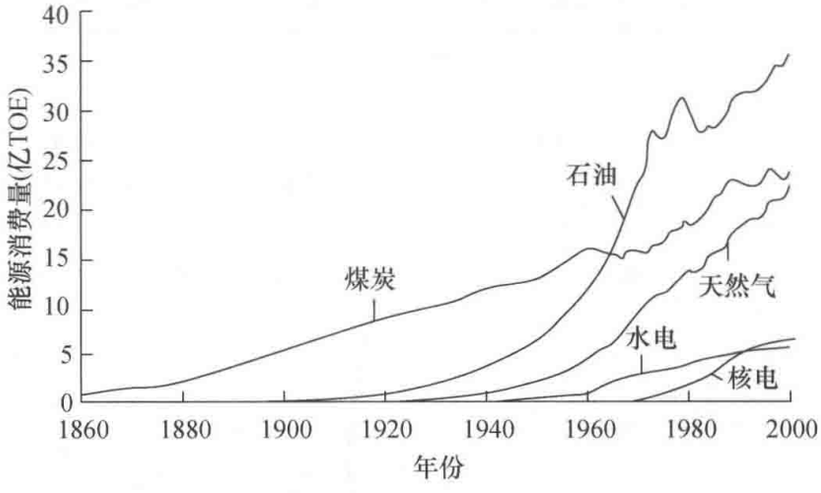


图 2-2　世界能源消费演变趋势

资料来源:华泽澎. 能源经济学[M]. 山东:石油大学出版社,1991.

设施和服务体系,这些都需要能源。在现代社会,人们维持生命的食物用能在总能耗中所占的比重显著下降,而生产、生活和交通服务已经成为耗能的主要领域。世界能源消费量增长较快,从 1973 年到 2002 年,世界能源消费量从 60.4 亿吨油当量增长到 94.05 亿吨油当量,增长 55.7%,年平均增长率达 1.86%。主要能源(例如石油、天然气)都有不同幅度的增加(见图 2-3、图 2-4)。历史数据表明,当一个国家或地区的人均 GDP 达到一定水平后,居民衣食住用行等方面的能源消费将处于上升阶段,人均生活用能会显著增长。可以说,没有能源作为支撑,就没有现代社会和现代文明。

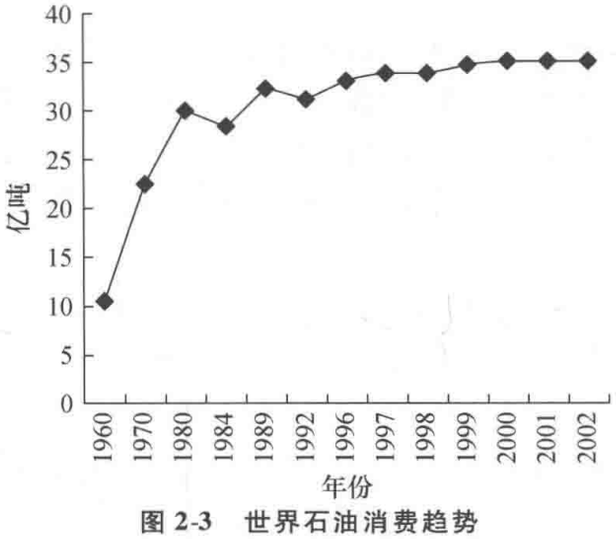


图 2-3　世界石油消费趋势

2. 能源是经济社会发展的重要制约因素

随着现代经济社会的发展,能源、资源、环境已经越来越成为影响未来发展的制约因素。形成能源资源约束的主要原因有两个方面:一是矿产资源以及化石资源具有不可再生性,泥炭、煤、石油、天然气、金属矿产、非金属矿产等的生长过程与人类社会的发展速度相比,非常缓慢,与其他资源相比,再生速度很慢或几乎不能再生,不可再生资源只会消耗而不可能保持其原有储量或再生。二是经济的粗犷式发展,无论是发达国家还是发展中国家,其经济发展初期都依赖于对能源和资源的过度消耗,以美国为例,第二次世界大战结束后至 20 世纪 70 年代,在家电、食品、汽车、建筑等初级消费的拉动下,经济得以快速增长。而这些初级消费对资源和能源的依赖性都很强。随着经济社会的持续发展和生活水平的不断提高,能源需求还会继续增长,供需矛盾和资源环境的制约将长期存在。

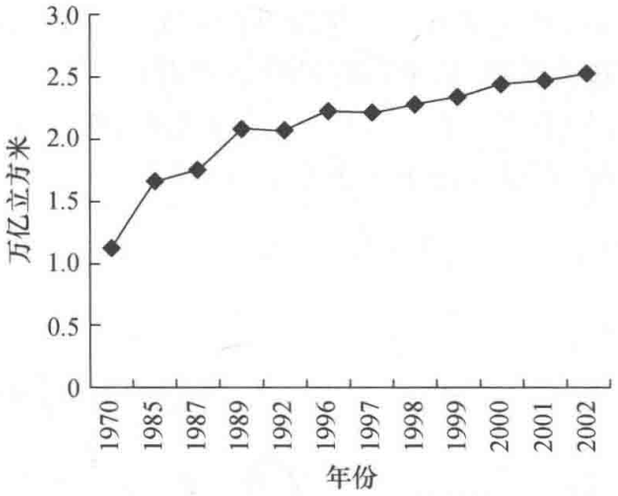


图 2-4　世界天然气消费趋势

3. 能源安全事关经济安全和国家安全

能源安全中最重要的是石油安全。20 世纪 70 年代发生的两次世界石油危机，导致主要发达国家经济减速和全球经济波动。21 世纪以来，石油价格不断攀升，2008 年年初原油期货价格超过 100 美元，油价上涨对全球经济特别是石油进口国经济产生较大影响，一些国家甚至因石油涨价引发社会动荡。从历史上看，发达国家在实现工业化的过程中，除开发利用本国能源资源外，还利用了大量国际资源。至今，许多发达国家依然高度依赖国际油气资源。在经济全球化不断发展的今天，能源资源的全球化配置是大势所趋。但是，不合理的国际政治经济秩序以及能源市场规则，给发展中国家利用国际资源设置了重重障碍，一些地区冲突和局部战争也有深刻的能源背景。由于国内资源制约等因素，我国保障能源供应特别是油气资源供应需要利用国际国内两个市场、两种资源。截止到 2014 年上半年，我国石油对外依存度已经接近 60%，今后可能还会提高。国际石油市场的稳定，对我国的能源安全、经济安全乃至国家安全的影响会越来越大。

4. 能源消耗对生态环境的影响日益突出

能源资源的开发利用促进了世界的发展，同时也带来了严重的生态环境问题。化石燃料的使用是二氧化碳等温室气体增加的主要来源。科学观测表明，地球大气中二氧化碳的浓度已从工业革命前的 280 ppmv 上升到了目前的 379 ppmv（见图 2-5）；全球平均气温也在近百年

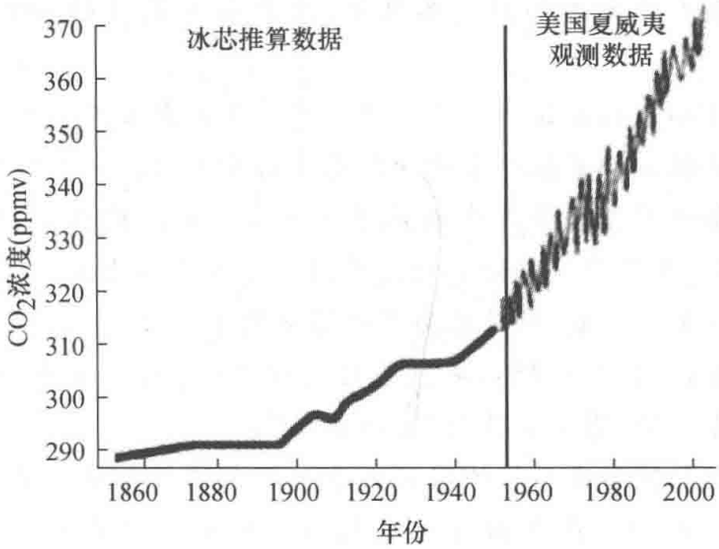


图 2-5　大气中二氧化碳浓度演变趋势

资料来源：华泽澎. 能源经济学[M]. 山东：石油大学出版社，1991.

内升高了0.74℃(见图2-6),特别是近三十年来升温明显。全球变暖对地球自然生态系统和人类赖以生存的环境带来负面影响,需要国际社会认真对待。从我国的情况看,能源结构长期以煤炭为主,煤炭生产和使用中产生的二氧化硫、二氧化碳、粉尘等是大气污染和温室气体的主要来源。解决好能源问题,不仅要注重供求平衡,也要关注由此带来的生态环境问题。

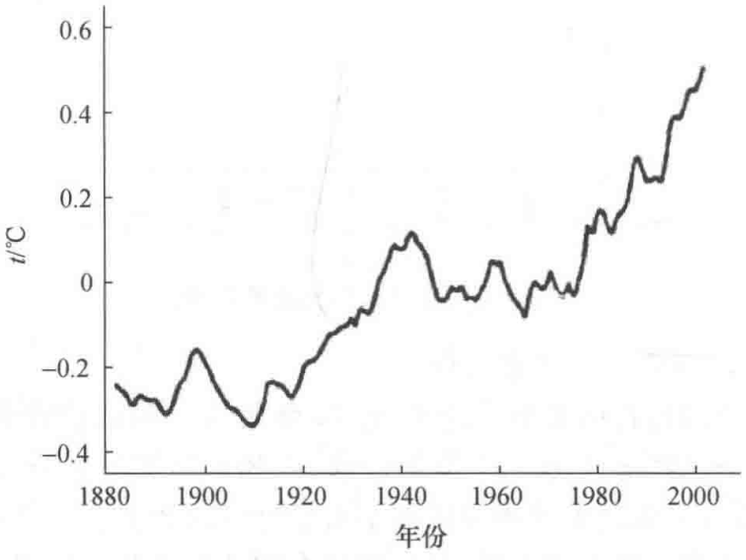


图2-6 全球平均气温演变趋势

资料来源:华泽澎.能源经济学[M].山东:石油大学出版社,1991.

【小案例】

资源诅咒

资源诅咒是一个经济学的理论,多指与矿业资源相关的经济社会问题。丰富的自然资源可能是经济发展的诅咒而不是祝福,大多数自然资源丰富的国家比那些资源稀缺的国家增长得更慢。国外大多数研究都支持这样一个命题:自然资源如果对其他要素产生挤出效应,就会间接地对经济增长产生负面影响。这就是常说的"资源诅咒",其常见的传导机制有荷兰病、资源寻租和腐败、轻视人力资本投资、可持续发展能力衰退。经济学家将原因归结为贸易条件的恶化,例如荷兰病或人力资本的投资不足等,主要由对某种相对丰富的资源的过分依赖导致。

"荷兰病"(Dutch Disease)是指自然资源的丰富反而拖累经济发展的一种经济现象。经济学家们常常以此来警示经济和发展对某种相对丰富的资源的过分依赖的危险性。

荷兰20世纪50年代因发现海岸线盛藏巨量天然气而迅速成为以出口天然气为主的国家,其他工业逐步萎缩。资源带来的财富使荷兰国内创新的动力萎缩,国内其他部门失去国际竞争力。至20世纪80年代初期,荷兰经历了一场前所未有的经济危机。此外,关于矿业对发展中国家经济发展的贡献,除了中短期矿业项目所带来的"新兴都市"效应外,更多的是与矿业资源相关的经济社会问题,通常被称为"资源诅咒"。

一些经济学家发现自然资源丰裕的国家经济其增长速度却令人失望,于是开始探求其中的原因。1993年,Auty在研究产矿国经济发展问题时第一次提出了"资源诅咒"(Resource Curse)这个概念,即丰裕的资源对一些国家的经济增长并不是充分的有利条件,反而是一种限制。

20世纪80年代以来，越来越多的资源丰裕国家陷入了增长陷阱，这一事实引起了经济学家们的深思。经验数据显示，从一个较长的时间范围来看，资源丰裕国家的经济增长速度是缓慢的，甚至是停滞的。1965—1998年全世界中低收入国家人均GNP以年均2.2%的速度递增，而欧佩克国家同期却下降了1.3%。在全球65个资源相对丰裕的国家中，只有四个国家（印度尼西亚、马来西亚、泰国、博茨瓦纳）人均GNP年增速达到4%（1970—1998年），而东亚一些资源稀缺的经济体（中国香港、新加坡、韩国、中国台湾）的经济增长却超过了发达国家的平均水平（世界银行，2000）。在中国国内的不同地区，我们也能发现非常相似的情况。

2.4.2 世界能源发展的特点及趋势

能源是人类生存与经济发展的物质基础，然而随着世界经济的持续、高速发展，能源短缺、环境污染、生态恶化等问题逐渐加深，能源供需矛盾日益突出。当前世界能源消费以化石资源为主，我国等少数国家是以煤炭为主，其他国家大部分则是以石油与天然气为主。随着时间的推移，常规能源的稀缺性终将导致人类面临严重的能源危机。

从国际能源发展态势看，全球能源资源总量丰富，中长期内世界能源供应仍能满足日益增长的能源需求。但受资源限制，世界能源消费与供应的地域失衡将进一步加剧。从消费格局看，增长中心加速向亚太地区转移，目前亚太地区已超过欧美，成为世界第一大能源消费区和第一大石油消费区。在供应层面上，尽管近期内能源多元化趋势明显，但从长远来看，对欧佩克的依赖将趋于加重。

发达国家能源消费增速低于发展中国家。过去三十多年的时间里，北美、中南美洲、欧洲、中东、非洲及亚太六大地区的能源消费总量均有所增加，但是经济、科技与社会比较发达的北美洲和欧洲两大地区的增长速度非常缓慢，其消费量占世界总消费量的比例也逐年下降。究其原因，一方面，发达国家的经济发展已步入后工业化阶段，经济向低能耗、高产出的产业结构转化，高能耗的制造业逐步转向发展中国家；另一方面，发达国家高度重视节能与提高能源使用效率。

终端能源消费呈现清洁化趋势。在能源供应中，煤炭所占比重较高，但在终端消费中，其比重明显较低。煤炭直接用于终端消费，不仅利用效率低，而且会造成严重的环境污染问题，为此各国都倾向于将煤炭转换成清洁、易传输的电力，再供终端用户使用。天然气作为一种相对清洁、低碳的优质能源，也受到越来越多的重视。在发展中国家，随着经济的增长和社会的进步，电力比重显著上升；而发达国家的工业化已基本完成，对电力的需求增长较低，因此电力在终端能源消费中的比重增长缓慢。

各国能源政策趋向灵活。2008年世界金融危机以来，世界经济低位徘徊，石油出口国为增加财政收入、振兴经济、灵活运用政策杠杆、随机调节关税，对石油等资源的控制有所松动，对石油资源的战略性勘探开发投资明显加速。能源消费国则在加快新能源政策出台的同时，通过立法等方式鼓励节能产品的发展，制定了更加明晰且具可操作性的新能源开发政策。国际能源合作也更加受到各国政府的重视。

2.5 能源平衡表的使用方法

2.5.1 能源平衡表及分类

能源平衡表(energy balance sheet)是在社会经济发展中,具体反映能源平衡的形式,从数量上较为直观地揭示能源的资源、转换和终端消费间的平衡关系。

能源平衡表是由各种能源品种的单项平衡表组成的,以矩阵形式将各种能源的资源供应、加工转换和终端消费等各种数据汇总记入若干张表格内,直观地描述报告期内全国或地区各种能源的供应与需求,以及它们之间的加工转换关系,反映资源供应结构和消费需求结构。

能源平衡表按统计范围可分为全国、地区、部门和企业能源平衡表;按品种可分为单项能源平衡表(如煤炭能源平衡表)和综合能源平衡表。能源综合平衡表有实物量能源综合平衡表和标准量能源综合平衡表两种形式。

全国(地区)能源平衡表不仅能直接并完整地反映地区间能源流通的联系、各种能源生产—终端消费的全部流程、一次能源与二次能源加工转换的投入产出关系、能源消费的品种结构和行业部门能源消费结构等,还可间接反映能源利用的经济效益、加工转换效率、消费弹性系数等,为制定能源发展战略提供科学依据。

在编制综合能源平衡表之前,必须先编制用实物量单位表示的单项能源平衡表,如煤炭平衡表、焦炭平衡表、电力平衡表等。然后根据每种能源具有的热值,换算成标准煤数量,编制全国(地区)的综合能源平衡表;还要避免重复计算,在供应量中不能包括二次能源生产量,二次能源生产量只能列为加工转换的产出量,不能计入终端用能量中。其主要目的是用统一的统计体系将各类能源(固体、液体、气体燃料,电力和热能)的供应、加工转换、终端使用综合在一起进行平衡,研究系统中能源数量与结构的变化、加工转换方式与各种能源的互相替代,分析能源利用效率,寻找节能方向,还可编制时间序列表,为改进能源规划与管理提供依据。

2.5.2 能源平衡表的组成

全国(地区)平衡表的表式,采用行列的矩阵形式(见表 2-23)。“行”的各项表示能源的流向,包括能源资源的形式和使用的方向,“列”的各栏表示能源的品种,包括各种一次能源和二次能源,如煤及各种煤制品、石油及各种石油制品,天然气、电力等,这种矩阵形式的平衡表可以把各种能源的单项平衡项目有机地结合起来,形成可以较为完整地反映各种能源的生产、进出口、储存、加工转换、消费等各项环节的综合平衡。以下具体介绍能源平衡表的构成与相互关系。

全国(地区)综合能源平衡表由三个最基本的能源平衡组成,即能源资源和使用平衡、能源加工转换平衡和能源终端消费平衡。此外还包括损失量、平衡差额和能源消费总量。

1. 能源资源和使用平衡

能源资源与使用平衡是综合能源平衡表中的第一个子矩阵,它揭示了能源的收支总平衡,是整个综合能源平衡表的基础。它包括资源和使用两大部分。资源部分的指标显示了全地区能源资源的来源,例如进口量;使用部分的指标分别指出了本地区能源的总去向,例如出口量。

表 2-23　能源平衡表(标准量)

指标名称	代码	一次能源		二次能源		合　计
甲	乙	1	2	3	4	
一、可供本地区消费的能源量	01					
1. 年初库存量	02					
2. 一次能源生产量	03					
3. 回收能	04					
4. 进口量	05					
5. 出口量(－)	06					
6. 年末库存量(－)	07					
二、加工转换投入(－)产出(＋)	08					
1. 火力发电	09					
2. 供热	10					
3. 煤炭洗选	11					
4. 炼焦	12					
5. 炼油	13					
6. 制气	14					
7. 煤制品加工	15					
三、损失量	16					
四、终端消费量	17					
第一产业	18					
第二产业	19					
第三产业	20					
生活消费	21					
五、平衡差额(＋、－)	22					
六、能源消费总量	23					

平衡关系 1:可供本地区消费的能源量 = (一次能源生产量 + 进口量 + 外省调入 + 年初库存量) - (出口量 + 调出省外 + 年末库存量)

2. 能源加工转换平衡

能源加工转换平衡是综合能源平衡表的第二个子矩阵,它反映了二次能源的生产部门(如发电厂、炼油厂、焦化厂、煤气厂等)在生产过程中投入的能源与产出的能源之间的平衡情况。

按照平衡要求,加工转换平衡应该包括三大部分,即投入量、产出量和加工转换损失量,但在第二子矩阵中却找不到这三个指标。这是因为在每种能源加工转换类别中,投入的能源绝不会与产出的能源相重合,即不会有哪个企业会用焦炭去生产焦炭,用汽油去生产汽油。因此可以采取在各种能源栏内,用负号表示投入量,用正号表示产出量的方法,来分别填报投入量和产出量。

平衡关系 2:加工转换损失量 = 投入量 - 产出量

可得出:－加工转换损失量 = －投入量 + 产出量

按照这一算式的要求,我们不必在表内单独设置投入量合计和产出量合计,再来计算损失量,而可以将各种能源数量直接相加,正、负相抵后的合计栏即是加工转换损失量(用负号表示)。

各种能源在第一子矩阵中，经过纵向平衡得到可供本地区消费的能源数量，进入第二子矩阵。能源通过加工转换，就使能量从投入能源扩散到产出的各种二次能源中，也就是一种能源在综合能源平衡表内直线下流，到第二子矩阵遇到了加工转换的分支，派生出若干个支流后才继续流向第三矩阵，如表 2-24 所示。

表 2-24　能源流转

子矩阵	项　目	原煤	洗精煤	其他洗煤	焦炭	燃料油	焦炉煤气	其他焦化产品	热力	电力
能源使用平衡	（一）可供本地区消费的能源量	O				O				
加工转换平衡	（二）加工转换投入产出量	↓				↓				
	1. 火力发电	↓				O	→	→	→	O
	2. 供热	↓		O	→	→	→	→	O	↓
	3. 洗煤	O→	→O→ ↓	↑ O					↓	↓
	4. 炼焦		O→	→	O	→	O→	O	↓	↓
	5. 炼油				↓		↓	↓	↓	↓
	6. 制气				↓		↓	↓	↓	↓
终端消费平衡	（三）终端消费量				O		O	O	O	O

从表 2-24 中可以看出，该地区用燃料油生产电力。将原煤进行洗选，得到的其他洗煤用来供热，得到的洗精煤用来炼焦。炼焦得到的焦炭、焦炉煤气和其他焦化产品连同热力、电力一起，供各单位终端消费。投入的只有原煤和燃料油，通过加工转换分化出五种二次能源，共同流向社会终端消费量。

【案例】

假定某地区可供消费的原煤达 1 000 吨，燃料油 400 吨，加工转换过程如表 2-25 所示。

表 2-25　综合能源平衡表（加工转换部分）　　单位：吨标准煤

子矩阵	项　目	原煤	洗精煤	其他洗煤	焦炭	燃料油	焦炉煤气	其他焦化产品	热力	电力	合计
能源使用平衡	（一）可供本地区消费的能源量	1 000				400					1 400
加工转换平衡	（二）加工转换投入产出量	-500			300	-400	50	20	80	140	-310
	1. 火力发电					-400				140	-260
	2. 供热			-100					80		-20
	3. 洗煤	-500	390	100							-10
	4. 炼焦		-390		300		50	20			-20
	5. 炼油										
	6. 制气										
终端消费平衡	（三）终端消费量	500			300		50	20	80	140	1 090

将每种加工转换类别中投入和产出的各种能源数量相加，求得每种加工转换的损失量填入各行的合计栏中，如火力发电的损失量为 -260，供热的损失量为 -20 等。然后再用同样的方法求出“加工转换投入产出量”行的加工转换损失量填入该行的合计栏中，在表内的数据为：

$$合计 = -500 + 300 - 400 + 50 + 20 + 80 + 140 = -310$$

这 -310 的损失量就是本地区全部加工转换类别的损失总量，它应该与表中所列各种加工转换损失量之和相等，即 $-260 - 20 - 10 - 20 = -310$。纵横数据相等，表示数据无误。

3. 能源终端消费平衡

能源终端消费平衡也称最终消费平衡，是地区综合能源平衡表的第三子矩阵，是指生产和生活中最终的直接消费平衡。终端消费是与中间消费相对而言的。中间消费是指加工转换过程中投入的能源消费，这部分能源经过加工转换出的二次能源，只是在品质上得到提高，它仍具有能源属性，仍可继续作为能源使用。终端消费也称最终消费，它是指能源通过消费释放了能量，转换成热能或动力，或者经过化学物理变化，生产出各种新的化工产品。这些热能、动能和化工产品，从根本上改变了能源原有的物理化学性能，不能作为能源重复投入使用。因此称这类能源消费为终端消费。

平衡关系 3：终端消费量 = 物质生产部门消费 + 非物质生产部门消费 + 生活消费

组成地区综合能源平衡表的除了三子矩阵外还有“损失量”“平衡差额”和“能源消费总量”三项。

4. 损失量

“损失量”是指能源在生产、输送、储存过程中发生的经营管理损失，以及由自然灾害等客观原因造成的损失，但不包括加工转换损失，因为加工转换损失已表现在第二子矩阵中。其中“运输和输配损失”的数量，是专指能源由生产地向消费地输送过程中发生的损失量，如电力的输变电损失、原油的管道输送损失等。

5. 平衡差额

“平衡差额”是指各种能源资源与消费平衡后的差额。资源大于消费为正差，资源小于消费为负差。

6. 能源消费总量

$$能源消费总量 = 终端消费量 + 加工转换损失量 + 损失量$$

$$能源消费总量 = 可供消费的能源量 + (-) 平衡差额$$

2.5.3 能源平衡表的作用

能源平衡表的作用有：

(1) 全面反映各种能源的生产、消费、分配与进出口的平衡关系，为了解各种能源的自给程度和对经济发展与提高人民生活的保证程度，以及编制能源规划提供依据。

(2) 考察能源系统加工转换过程，以及投入与产出的数量平衡关系，为分析能源加工转换效率提供基础数据。

(3) 反映能源消费结构，如一次能源与二次能源消费结构，分部门和分地区的能源消费结构，各种能源分部门、分行业的消费结构，用作燃料和用作原材料的比例等，为改善能源流向、产业结构、行业结构和产品结构提供依据。

(4) 反映能源与经济发展的关系，分析节能潜力，为进一步开展节能工作和进行能源供需预测提供基础数据。

2.6 能源平衡表和能源投入产出表

2.6.1 能源投入产出表的基本结构

能源投入产出表是以投入产出表为基础编制而成的，在此有必要先简单介绍一下投入产出表的构成和作用。

投入产出表又称部门联系平衡表，是反映一定时期各部门间相互联系和平衡比例关系的一种平衡表，是国民经济核算和投入产出分析的基本工具，是以一般均衡（computable general equilibrium，简称 CGE）理论为基础的。可以说投入产出表反映了国民经济各产业（行业）之间在某一时期的一种均衡状态。虽然这一均衡状态不一定是经济运行最好的结果，但在这一均衡的状态中，我们可以通过一定的数学分析方法来把握国民经济各产业（行业）之间的数量关系。表 2-26 反映了投入产出表的基本平衡关系：

（1）中间投入 + 最初投入（增加值）= 总投入

（2）中间使用 + 最终使用 = 总产出

（3）总投入 = 总产出

表 2-26 投入产出表的一般模式

产出→（使用价值的分配） 投入↓（价值的形成） $C+V+M$		中间使用				最终使用									进口	其他	总产出
		第一产业	第二产业	第三产业	中间使用合计	最终消费				资本形成总额			出口	最终使用合计			
						居民消费			政府消费	合计	固定资本形成	存货增加	合计				
						农村居民	城镇居民	小计									
中间投入	第一产业	第Ⅰ象限 X_{ij}				第Ⅱ象限 M_i											Y_i
	第二产业																
	第三产业																
	中间投入合计																
增加值	固定资产折旧	第Ⅲ象限 N_j															
	劳动者报酬																
	生产税净额																
	营业盈余																
	增加值合计																
	总投入	X_j															

表中第Ⅰ象限反映部门间的生产技术联系，是表的基本部分；第Ⅱ象限反映各部门产品的最终使用；第Ⅲ象限反映国民收入的初次分配；第Ⅳ象限反映国民收入的再分配，因其说明的再分配过程不完整，有时可以不列出。

按能源部门和非能源部门对投入产出表合并与整理，进行产业分类调整，可以形成如表 2-27所示的能源价值投入产出表简单示意形式。

表 2-27　能源价值型投入产出表

投入 / 产出	能源部门		非能源部门		最终需求	进口	总产出
	1 2 3 4 5 6		7 8 9 ……	合计			
能源部门	123…						
非能源部门	789…						
增加值							
总投入							

同一般产业投入产出表的作用一样，能源投入产出表可以全面系统地反映国民经济能源部门和非能源部门之间以及各自部门内部之间的投入产出关系，揭示生产过程中各部门之间相互依存和相互制约的经济技术联系。一方面它能表示出国民经济能源各部门和非能源各部门的产出情况，以及这些部门的产出是怎样分配给其他部门用于生产或怎样分配给居民和社会用于最终消费或出口到国外的；另一方面它也表明，各部门为了自身的生产又是怎样从其他部门取得中间投入产品及其最初投入的状况。投入产出核算的功能不仅仅在于反映能源各部门和非能源各部门在生产过程中直接的、较为明显的经济技术联系，更重要的是它揭示出各部门之间间接的、较为隐蔽的甚至被人忽视的经济技术联系。能源投入产出表为研究能源与非能源两大产业之间以及各自产业内部能源的协调均衡发展，研究能源使用效率，制定能源资源最优配置的政策选择，进行各种定量分析提供了依据。

2.6.2　能源平衡表和能源投入产出表的关系

利用能源投入产出表进行研究时，为了提高其精度，有必要利用投入产出分析的价格模型，用能源平衡表对投入产出表进行部门能源消费的校准。

能源平衡表可以系统地反映整个能源系统能源流的全貌，从能源的资源开发、加工转换、输送分配、储备、终端消费到最终用途各个环节，描述各运行过程的技术经济特征及其能源平衡关系，是能源经济模型模拟与政策研究的基准和依据。因此，和能源投入产出表一样，二者都能表征能源与非能源部门间的投入产出关系。但是，两者在共同表征的关系上总是无法做到一致，这主要是由于：① 编制原理与复杂程度不同。投入产出表的编制涉及所有部门，必须兼顾各种关系，复杂程度高于能源统计。② 统计口径与调查范围存在差异。投入产出表编制的调查范围仅限于重点企业，而能源平衡表的统计对象几乎涵盖了全部企业。③ 数据的可得性与数据质量不同。能源平衡表是以实物量或者热值当量为单位衡量能源的生产与消费，而常用的价值型投入产出表涉及产品的价格，价格的波动与多样性会使投入产出表的数据质量下降。由于两者存在差异，因此二者在进行比较与校准时，国际上主流的方法是比照能源平衡表，对投入产出表进行校准与调整，因为能源平衡表的编制以物理量为基础，准确程度较高。标准的具体思路是：利用基年的能源平衡表对投入产出表进行校准，使基年各个部门的能源消费与能源产品流向状况和能源平衡表严格一致，作为 CGE 模型迭代运算的基础。该校准方法的基本思路是构建能源量与价值量结合的混合型投入产出表，由此带来的投入产出表不平衡通过投入产出分析的价格模型来调整。

投入产出价格模型与校准过程是：在投入产出模型中，对于一个包含 n 个部门的投入产出表，行项的总产出必然等于列项的总投入。根据这一平衡关系，可以建立包含产品价格与数量

的方程组：

$$P_1X_1 = P_1X_{11} + P_2X_{21} + \cdots + P_nX_{n1} + C_1 + \mathrm{OVA}_1 + \mathrm{IBT}_1$$
$$P_2X_2 = P_1X_{12} + P_2X_{22} + \cdots + P_nX_{n2} + C_2 + \mathrm{OVA}_2 + \mathrm{IBT}_2$$
$$\cdots\cdots$$
$$P_jX_j = P_1X_{1j} + \cdots + P_iX_{ij} + \cdots + P_nX_{nj} + C_j + \mathrm{OVA}_j + \mathrm{IBT}_j$$
$$\cdots\cdots$$
$$P_nX_n = P_1X_{1n} + P_2X_{2n} + \cdots + P_nX_{nn} + C_n + \mathrm{OVA}_n + \mathrm{IBT}_n$$

其中，P_j 为第 j 类产品的价格；X_j 为第 j 类产品的总产出；X_{ij} 为 j 部门对 i 部门产品的中间使用；C_j 为 j 部门居民的劳动报酬；OVA_j 为包含折旧与利润的 j 部门企业的增加值；IBT_j 为 j 部门的生产税净额。

如果将这一方程组视为价格的函数，包含 n 个未知数与 n 个方程，则一般情况下可以求解。上述方程写成矩阵形式，即为：

$$\mathrm{Dia\,log}(X_1, X_2, \cdots, X_n)P = X^TP + C^T + \mathrm{OVA}^T + \mathrm{IBT}^T$$

其中，价格向量为列向量，最初投入向量为行向量。由上述式子便可得到：

$$P = [\mathrm{Dia\,log}(X_1, X_2, \cdots, X_n) - X^T]/C^T + \mathrm{OVA}^T + \mathrm{IBT}^T$$

求解这一方程组即可得到价格向量。它并不代表实际的产品价格，只是使投入产出表平衡的“等效价格”。

能源平衡表表征了能源部门的产出流向与消费关系。基于此，可以将能源平衡表转置，整理为投入产出表的形式，用物理量的能源平衡表代替相应的投入产出表的对应行，得到能源投入产出表，投入产出表中能源部门的单位是能源量，而非能源部门的单位仍然为价值量。这就是混合型投入产出表。

这一混合型的投入产出表定义了各种产品的价格。求出价格之后，在应用时可以重新定义非能源投入的价格为 1，即用原投入产出表的非能源投入乘以其价格得到新的等价投入。最后，得到供 CGE 模型使用的、与能源平衡表能源流严格一致的投入产出表。

本章小结

本章重点介绍了能源的基本概念及分类、能源计量的含义、能源计量单位和能源当量单位的区分，主要能源的储量分布、生产量、消费量及消费结构，能源与现代社会的关系，能源平衡表的概念、构成和作用，以及通过能源平衡表校准能源投入产出表的方法等内容。

对能源基础知识的学习，有利于澄清相关知识点的误区，也为以后章节的学习奠定基础，特别是对各地区能源统计资料趋势的把握，有利于研判各国经济、能源、环境政策脉络。

思考题

1. 如何区分一次能源与二次能源？
2. 计算能源生产（消费）量时，应遵循什么步骤？
3. 指出主要能源储量、生产和消费地区。
4. 能源对现代社会的影响是什么？
5. 能源平衡表由几部分组成？与能源投入产出表有何异同？

附录 1

中国常用能源计量单位及换算

tce　吨标准煤(煤当量)。是按煤的热当量值计算各种能源的计量单位。1 千克标准煤(1 kgce) =7 000 千卡 =29 307 千焦

Mtce　百万吨标准煤

toe　吨油当量。1 千克油当量(kgoe) =10 000 千卡 =41 816 千焦 =4 500 千瓦时发电量

GJ　吉焦,109 焦耳。1 吉焦 =2.389 ×106 千卡 =277.77 千瓦时

MBtu　百万英热单位。1 英热单位 =0.252 千卡 =1 055 焦耳 =36.02 $\times 10^{-9}$ 吨标准煤 =2.8 立方米天然气

Mt-C　百万吨碳

MW　兆瓦,千千瓦

GW　吉瓦,百万千瓦

TW　太瓦,10 亿千瓦

bbl,b　桶。1 桶原油(世界平均比重) =0.136 吨 =0.159 千升 =42 美制加伦

b/d　桶/日。1 桶/日 ×50 =1 吨/年(比重 0.85)

LPG(t)　1 吨液化石油气 =1.844 千升 =1 250 立方米天然气 =1.11 吨原油

LNG(t)　1 吨液化天然气 =1 380 立方米天然气 =1.23 吨油当量

各种能源标准折煤系数

煤　无统一标准,各国不同。

中国原煤平均低位热值 5 000 kcal/kg,折算系数 0.714;洗精煤分别为 6 300 kcal/kg 和 0.900。

原油　中国、联合国、国际能源机构(IEA)成员国热值均为 10 000 kcal/kg,折算系数为 1.429。

柴油　无统一标准。中国固定不变,热值为 10 200 kcal/kg,折算系数为 1.457;美国、德国、英国随时间变化,2005 年热值为 10 350 kcal/kg,折算系数为 1.479。

汽油　无统一标准。中国固定不变,热值为 10 300 kcal/kg,折算系数为 1.471;美国、德国、英国随时间变化,2005 年热值为 10 700 kcal/kg,折算系数为 1.529。

天然气　无统一标准。中国固定不变,热值为 9 300 kcal/m^3(低位热值),折算系数为 1.330; IEA 成员国采用高位热值,且随时间变化,2005 年美国热值为 9 139 kcal/m^3,折算系数为 1.306,日本分别为 9 800 kcal/m^3 和 1.400,德国、法国、英国的热值和折算系数都是 8 400 kcal/m^3 和 1.200。

电　无统一标准。中国能源平衡表中水电和核电折标准煤有两组数据,一是按当年火力发电标准煤耗计算,2005 年为 0.343 kgce/kWh;二是按电热当量(860 kcal/kWh)计算,折算系数为 0.123。IEA 水电和核电按火电厂转换效率 33% 折算热当量。电力消费量折算标准煤(包括单位产品电耗),中国按当年火力发电标准煤耗计算,日本也按火力发电标准煤耗计算,但由于发电效率变化趋于平稳,不取当年值,2000 年至今,折算标准煤的发电单耗定为 0.307 kgce/kWh。

第3章 可耗竭资源理论

【学习目标】

1. 理解可耗竭资源的概念、特点，领会资源配置对于稀缺性资源的重要性。
2. 学习并掌握霍特林法则。
3. 理解并掌握不同资源开采的边际成本和资源间替代情况下的霍特林法则的应用。

可耗竭资源是人类开发利用后，其存量逐渐减少直至枯竭的那一类资源。可耗竭资源是“有限资源”的一种，主要指储量有限、能被耗尽的资源，其形成的过程极其缓慢。例如，矿产资源是经过极其漫长的地质时期形成的，对于人类来说，可以把它的储量看成固定的，一旦被用尽就无法补充。矿产资源就是一种典型的可耗竭资源。

地球上的自然资源数量是有限的，而资源消耗又是世界经济增长不可缺少的要素，随着世界经济的增长，人类可利用的自然资源在加速耗竭。

3.1 可耗竭资源简介

3.1.1 问题的提出

20 世纪 70 年代初期爆发的能源危机，使人类开始重视能源资源的耗竭问题。人类社会在发展的过程中，关于能源资源的争论始终存在。争论的焦点一是能源资源是否会耗尽，二是如何阻止或者减缓耗尽。关于前者，人类基于自己生活的地球上只有有限的“非再生”能源资源的基本判断，一般认为随着能源资源的需求不断增加，终有一天地球资源会耗尽。按照经济学理论，对能源的消耗不仅直接取决于能源价格，也间接影响能源供给，可以说能源需求无限甚至加速增长不仅与价格调节作用有关，也与决定能源供给的因素诸如能源资源储量、技术状况和开发费用等因素密切相关。关于后者，主要有两种解决途径：一是资源替代，二是技术进步。

在有限的能源资源不能满足需求时，使用替代能源就可以在不依靠单一能源资源的情况下仍能维持经济运行并发挥效能。从 20 世纪到 21 世纪的发展历程看，主要演变轨迹就是以石油替代煤炭，以天然气替代煤炭甚至石油，以可再生能源替代传统能源。这种传统能源内部

的替代或者传统能源向新能源的替代，实质上是高污染、高成本、低热值能源向低污染、低成本、高热值甚至零污染、无成本、可再生能源的转变。如果把能源资源视为与劳动力、资本同等重要的生产要素，则有可能出现劳动力替代能源资源，或增加资本投入以节约能源的状况。在消费方面，出现低能源密度替代高能源密度的趋向。这种生产和消费方面的能源消费转变，反映的是能源价格的走高。这种替代演变进程与社会、经济的发展阶段密切相关，也与随之而来的人类生活方式、观念的转变有关。

生产、生活对于能源的需求导致能源资源技术革新的出现。技术革新不仅使人类拓展了能源的用途，有效创造了不存在的能源资源，而且对减少现有能源资源的开采费用起了重要作用，还会在获得既有产量的同时极大地减少资源的投入量。人类对于能源资源的替代和技术进步的关注，主要缘于对经济可持续发展的迫切要求。具体来说，就是能源消耗时的环境污染，以及技术革新的不确定性。

在一定时期和一定技术水平下，技术发展本身在一定程度上能够解决能源资源短缺问题，但并不能从根本上解决未来能源资源短缺问题，既然能源资源耗竭长期存在，政府应将能源耗竭作为一项政策性问题来对待。从严格意义上讲，能源资源耗竭除与上述替代能源、技术进步相关外，还与能源投资、人口规模变化以及能源消耗时的环境污染有关。

3.1.2 能源配置的有效性问题

“绿色”是指无污染，“绿色能源”也称清洁能源，可分为狭义和广义两种。狭义的绿色能源是指可再生能源，如水能、生物能、太阳能、风能、地热能和海洋能。广义的绿色能源则包括在能源的生产及其消费过程中，选用对生态环境低污染或无污染的能源，如天然气、清洁煤和核能等。

传统能源如煤炭、石油等稀缺资源都是可耗竭资源，随着时间的推移，可耗竭资源的开采一方面使得成本最终上升，另一方面带来环境的压力，这都为可替代能源的发展提供了机遇，那么在经济发展的过程中，传统能源与绿色可再生能源应如何替代？

资源配置是指为满足人们的需要，将有限的资源在各种可能的用途间进行分配和组合，并形成一定的资产结构、产业结构、技术结构、消费结构和地区结构。

传统能源具有稀缺性，绿色能源具有发展潜力，二者在配置时要从投入的资本、技术人才的培养、政策资源的平衡、产业结构的合理性以及社会的外部性等多方面考虑最优配置。

资源配置的根本目标是经济有效性和社会合理性。经济有效性是指资源配置最终应取得一定的经济收益，应有较少的投入和较大的产出；社会合理性是指资源配置要有利于经济的发展，有利于环境的改善，有利于循环经济的实现，有利于可持续发展。例如，化石燃料会产生环境污染，其外部溢出效应就不具备社会的合理性。传统能源与可再生能源之间的替代关系，可用图 3-1 解释说明。

传统稀缺能源由于技术水平的成熟，在初始阶段处于主导地位；随着技术水平的提高和环境压力的增加，可再生能源成为市场消费的一部分；随着时间的推移，传统稀缺能源可开采和消费的数量逐步降低，可再生能源随着技术水平的突破，成本逐步降低，利用率逐步增加，出现了两种不同类型的能源同时使用，达到完全替代的状况；最终由于传统能源开采成本的提高，消费量逐步减少，降为辅助地位，而可再生能源最终由于成本的降低，其消费逐步上升为主导地位。

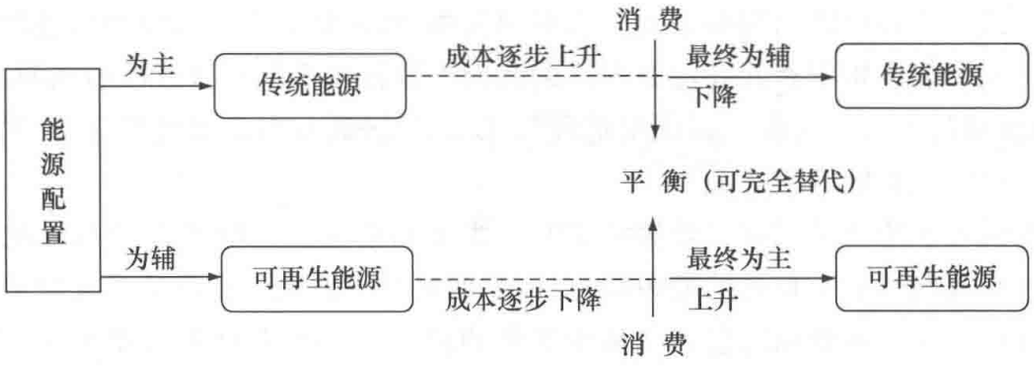


图 3-1　传统能源与可再生能源的配置关系

图 3-1 只是理想状况下的最佳能源配置图，实际情况中经常会出现能源配置不平衡的现象，在能源配置不平衡的背景下，能源配置的合理性不仅关系到能源本身的有效利用，而且对经济与社会的发展和稳定有重大影响。因此，尽可能合理配置这两种能源，以满足人类发展的需求就成为需要解决的现实问题。能源资源配置的两大目标是理想化的目标，现实中，两大目标常常是相互矛盾的，也就是说实现能源配置的经济有效性往往可能导致社会公平和机会均等遭到破坏，使各种利益关系发生逆变，进而威胁社会安全与稳定；但两者并不总是矛盾的，有时也是一致的。任何实现社会合理性的能源配置很难完全抛开或背离资源配置的有效性。因此，协调上述两大目标的关系，使经济活动和各种形式的能源配置既能满足经济有效性目标，又尽可能实现社会合理性目标，就成为能源配置的基本任务。

在能源配置的过程中，微观与宏观经济主体的目标是完全一致的。能源配置是由经济主体进行的，但在任何国家都同时存在两个层次的经济主体，即微观层次的经济主体——众多的企业和个人，以及宏观层次的经济主体——政府及政府机构。各微观经济主体之间在社会地位上是平等的，他们依据市场原则进行公平交换、公平竞争、自由决策与自由选择，以实现自身利益最大化为目标来配置能源。显然，这种能源配置方式的取向是低成本高盈利，从而实现能源配置的经济有效性。因此，仅从经济有效性考虑的话，企业投资者会偏向成本仍然较低、技术水平成熟的传统能源。若从社会合理性的角度来考察，绿色能源具有更明显的优势。

政府在主要运用经济手段的同时辅之以必要的行政干预手段，对社会资源进行配置，以实现社会合理性的目标。由此可见，在市场经济条件下，微观主体关注的重点是经济有效性，而宏观主体关注的重点则是社会合理性。两者往往不一致。

因此，以市场调节为主（看不见的手），以政府的某种形式的干预为辅（看得见的手）来实现能源合理有效配置，“两手”并用，政策性金融便应运而生。“两手”并用是现实理智的选择。

资料链接　　可再生能源与传统能源的比较

能源产业是资金密集型产业，能源产业的发展能够带动产业链上相关行业的发展，能源产业的经济支出乘数效应显著。与传统能源相比，可再生能源还具有属于高新技术行业的技术密集的特殊性。可再生能源产业的发展还能带动相关产业的技术创新，技术的扩散效应和产业的集聚效应使得可再生能源极具成为未来支柱产业的潜力。可再生能源除了在经济的集聚效应上优于传统能源外，在环境效益、社会效益方面也极为显著，发展可再生能源，可以大量减少甚至不产生污染，同时创造出极为显著的社会效益。如可再生能源的利用可以显著减少煤炭消耗及其所带来的生态破坏；可再生能源利用中的沼气工程、垃圾发电等还是清洁生产的重要措施，有利于环境的保护和经济的可持续发展；可再生能源利用中的生物质能的利用，可以促进农村经济发展、增加农民收入。由此可见，可再生能源相对于传统能源具有明显的外部性比较优势。综合考虑，如果在产出的成本和效益全部得到确认的情况下，风能、生物质能等可再生能源接近或已经具备了与传统能源竞争的能力。

可再生能源是应对气候变化和实现可持续发展的重要替代能源，其商业化开发利用的重点是发电技术，目前制约可再生能源发电大规模发展的主要因素之一是上网电价。可再生能源资源的间歇性和不连续性，决定了其作为电力产品的品质不如常规能源电力，在目前的可再生能源技术水平条件下，在不考虑化石能源环境成本的前提下，可再生能源发电成本一般都高于常规能源发电成本，如目前风电、生物质发电成本一般为0.4—0.6元/千瓦时，太阳能光伏发电则达到1—1.15元/千瓦时。我国燃煤电厂（含脱硫装置），因作为原料的煤炭成本不同，上网电价为0.25—0.46元/千瓦时。由于可再生能源上网电价逐步降低，其在能源资源替代中的优势越来越明显。

3.1.3　可耗竭资源的概念、特点及开采原则

可耗竭资源是指人类开发利用后，在相当长的时间内，不可能再生的自然资源。它主要指自然界的各种矿物、岩石和化石燃料，例如煤炭、石油、天然气、金属矿产、非金属矿产等。

可耗竭资源初始量给定，最终可能耗尽，其特点主要表现为以下几点：

- 不可再生性——形成非常缓慢，不能再生，可视为固定的存量。
- 分布的地域性——不同能源资源种类、数量分布具有规律性和地区不均衡性。
- 品质的差异性——同一能源资源具有不同特性。
- 相互伴生性——主矿种和较少的若干矿种在一起的伴生现象。

由于可耗竭资源具有不可再生性，了解和掌握地球内部各种能源资源的储藏量，对于制定能源政策是必不可少的。应如何理解储藏量呢？

在不强调储量级别的一般情况下，储藏量通常指探明储藏量，即经过详细勘探，按照现有的经济及技术条件预计在未来可经济开采的储藏量。这种储藏量是较高证实程度的剩余经济可采储量，简称探明可采储量。

在资源经济学意义上，一般将不可再生能源资源储藏量分为当前储藏量、潜在储藏量和总储藏量。当前储藏量是指在当前价格给定的条件下可开采并且能够取得利润的数量。潜在储藏量是指在各种可能价格下可开采的数量，这取决于人们为取得这些能源资源而愿意支付的

价格，是价格的函数。能源资源价格与开采量成正比，能源资源储藏量与开采成本成反比。总储藏量是指地球上某种能源资源的总量，价格对自然资源总储藏量没有作用，它代表可开采能源资源的上限。最终来看，可采储量或者说所推定的储量是指最终能产出多少能源资源的储量，包括新发现的资源量和技术改进后可增加的产量。

在地质和经济意义上，能源资源储量的性质是有差异的，前者表明能源资源的绝对稀缺性，后者表现为相对稀缺性，从耗竭年限来看，静态储藏指数是常用指标之一。静态储藏指数指当前储量同当前消费的比例。这里必须注意静态储藏指数与储采比这两个概念的差异。储采比（Reserves/Production ratio，R/P ratio）是年末剩余储量除以当年产量，得出的剩余储量按当前生产水平尚可开采的年数。国际上通用的计算公式为：R/P，其中 R 为上年年末能源资源储量，P 为上年生产量。需要注意的是，储采比是表示能源供给能力的一个近似指标，由于能源储量的探明是一个循序渐进的过程，真实储量是未知的，不确定的，以后的年产量也不可能保持恒定。基于上述原因，储采比只是反映能源供给的一个近似指标。静态储藏指数着眼于能源资源储量与消费间的关系，储采比着眼于能源资源储量与生产间的关系。

需要注意的是，计算能源资源储藏量时可能会出现以下常见错误：

（1）使用当前储藏量代表最大潜在储藏量。例如，用静态储藏指数来预测给定资源使用年限，该指标倾向于低估能源资源的使用年限。

（2）把整个资源的储藏量当成特定价格下的潜在储藏量，容易造成价格不能无限上涨的状态。

由于可耗竭资源具有不可再生性，开采时必须遵循以下原则：

（1）使用先进技术，提高资源利用效率，降低能耗。

（2）综合开发利用自然资源。由于可耗竭资源具有伴生性特点，因此在利用某种能源资源时，不能只开发利用主矿，还应特别注意伴生性能源资源的利用。

（3）对于可耗竭资源，应注意节约使用，尽最大可能延长这类能源资源的利用年限。

3.1.4 可耗竭资源供应体系及其构成

能源供应体系不仅是一个生产系统，而且是一个环境系统、经济系统和安全系统，其作用表现为：在提供能源产品服务的同时，消除、减轻由能源产品的生产和运输而对环境产生的负面影响；通过资源的合理配置，以合理的价格提供能源产品。能源供应体系的核心是能源与经济社会环境的协调。

能源供应体系包括以下几方面的协调关系：能源开发、加工转换、运输储备各环节能力的协调和匹配；能源品种结构供需的平衡及各品种的优先发展顺序；能源产、供、需各个环节的能源技术投入、能源环境保护、能源安全措施等统筹安排与有机联系；合理的能源价格及在上下游之间、能源品种之间具有合理的比例关系。

简言之，能源供应体系就是从数量充足、品质清洁、价格合理三个角度满足更高层次的能源需求，实现能源与经济、社会的协调发展。与能源供应相比，能源供应体系包含了更多的内容：第一，能源供应体系要统筹考虑能源供需总量及各能源品种的供需平衡。第二，能源供应体系要实现能源供需双方地理位置上的对接。第三，能源供应体系强调能源系统与社会经济系统、自然系统的协调。

能源供应体系由四部分组成：能源供应的生产运输体系、能源供应的安全保障体系、能源供应的清洁体系和能源供应的价格体系。

能源供应的生产运输体系是指与能源供应有关的生产运输形态，包括与能源生产有关的固定资产、基础设施等。其静态形式表现为能源资源及其生产能力、运输能力。从动态角度看，能源投资和能源技术进步会形成新的能源生产能力，对改善能源供应的基础设施、能源生产能力、运输能力等具有重要作用。

能源供应的安全保障体系是能源供应不可缺少的重要环节。能源安全风险可分为外部风险、内部风险和不可抗力风险。外部风险是指对进口能源的依赖而产生的风险，如进口中断导致国内能源短缺，国际能源价格异常波动对国内能源市场的冲击等。内部风险是指能源供应系统内部存在的风险，其中包括重大生产事故对能源供应和环境产生的负面影响。不可抗力风险主要是指自然灾害对能源供应的破坏性影响。

能源供应的清洁体系是指对能源供应的全过程中可能产生的环境污染、污染物排放进行预防控制和清洁化处理，为整个经济社会提供清洁能源。能源供应的清洁化实际上包括“事先处理”“过程处理”和“事后处理”三层含义。发展清洁可再生能源就是“事先处理”，从根本上消除污染物的排放。而在化石能源仍占主要地位的阶段，“过程处理”和“事后处理”对能源供应的清洁化具有重要作用。

能源供应的价格体系是指在充分发挥市场机制和价格机制的作用，在能源生产运输和销售、服务各个环节上形成合理的比价关系，促进能源的协调发展的同时，通过适当的价格干预，充分反映优先发展的能源行业和能源品种，加快发展清洁可再生能源，优化能源结构，正确引导能源消费和先进效能技术的应用与推广，以经济手段引导能源与经济、社会的协调发展。

3.2 霍特林法则

可耗竭资源理论的核心是如何可持续利用资源，即资源的最优耗竭或者说最优开采问题。出生于美国的哈罗德·霍特林，是统计学界、经济学界、数学界公认的大师，他于1931年发表的《可耗竭资源的经济学》，从理论上对可耗竭矿产资源最优开采问题做了深入探讨，该论文被认为是资源经济学产生的标志。

3.2.1 霍特林法则的推导



哈罗德·霍特林(1895—1973)

可耗竭资源具有稀缺性，对其进行配置的主要问题是如何在各个阶段合理分配储藏的资源量以及满足最终向可再生资源的转换。具体而言，可耗竭资源配置的原则是：① 假设社会的目标是使这些资源产生的净利润现值最大化。② 目标是通过最大化使用这些资源得到的净收益现值来平衡现在和将来对这些资源的使用。

可耗竭资源理论首先探讨某一企业的最优开采决策。假设该企业拥有资源储量 Q，按照每一单位的固定费用，即边际开采成本 MC 进行开采。

可耗竭资源理论首先探讨某一企业的最优开采决策。假设该企业拥有资源储量 Q，按照每一单位的固定费用，即边际开采成本 MC 进行开采。

在完全竞争市场中，该企业获得的利润为：

$$\pi_t = p_t q_t - \mathrm{MC} q_t \tag{3.1}$$

其中，p_t 为资源的市场价格；q_t 为 t 时期的产量；MC 为资源边际开采成本（假设固定）。于是企业在下式的约束条件下试图获得贴现后的利润极大值：

$$\sum_{t=0}^{T} q_t = \bar{q} \tag{3.2}$$

其中，$\bar{q}$ 是已确定的资源储量，T 是时期数，此处假设由外部决定。这样贴现后的利润极大值可写为：

$$\mathrm{Max} \sum_{t=0}^{T} \pi_t \mathrm{e}^{-rt} = \sum_{t=0}^{T} (p_t q_t - \mathrm{MC} q_t) \mathrm{e}^{-rt} \tag{3.3}$$

根据(3.2)式和(3.3)式，建立相应的拉格朗日表达式：

$$L = \sum_{t=0}^{T} (p_t q_t - \mathrm{MC} q_t) \mathrm{e}^{-rt} - \lambda \left[\sum_{t=0}^{T} (q_t - \bar{q}) \right] \tag{3.4}$$

其中，λ 是拉格朗日乘数，其经济含义是边际资源价值，即再增加一单位资源能带来的利润的增加值。

(3.4)式对 q_t 求导，获得利润极大化的一阶条件：

$$\frac{\partial L}{\partial q_t} = (p_t - \mathrm{MC}) \mathrm{e}^{-rt} = \lambda \quad (t = 0, 1 \cdots T)$$

改写为：

$$p_t = \mathrm{MC} + \lambda \mathrm{e}^{rt} \tag{3.5}$$

(3.5)式表明，在 t 时期的资源价格等于边际开采成本加边际使用成本。由于资源的稀缺性，资源开采的价格应该包括由于现在使用而放弃将来使用这些资源的可能性，这种机会成本即边际使用成本，其定义为在边际上失去的机会成本的现值，即由于现在使用而放弃将来使用的边际机会成本（净现值）。由(3.5)式可推知，资源价格的上涨速度取决于反映资源开采条件恶化程度的边际开采成本 MC 的上涨率和资本收益率（或市场利率），并且与二者成正比。

假设 $R_t = p_t - \mathrm{MC}$，由(3.5)式可以得出：

$$\frac{\dot{R}_t}{R_t} = \frac{\mathrm{d}(p - \mathrm{MC})/\mathrm{d}t}{p_t - \mathrm{MC}} = r \tag{3.6}$$

其中，R_t 为资源净价格（也称资源补偿费），有时也称为矿区使用费。

(3.6)式表明，在不考虑环境价值时，要实现可耗竭资源的合理配置，有效的资源开采项目要求资源净价格的增长率始终为市场利率。或者说资源市场价格减去开采费用后的收益增长率必然等于利率。此时，所有者才会对把资源保存在地下和开采出来这两种选择没有偏好。资源净价格 = 资源影子价格 = 利率。这就是霍特林法则（Hotelling Rule）。

上述霍特林法则从另一个角度来解释的话，就是在市场经济条件下，可耗竭资源的所有者应将持有资源视同于其他投资。无论这笔财富（或资本）投资于持有可耗竭资源，还是投入其他项目，都应争取获得同样的实际收益率。只有当有限的可耗竭资源的资源补偿费以 r 的速度上涨时，才能向“投资者”提供与其他项目相同的收益率。这种可耗竭资源的价格决定原理是经济学中的一个重要理论成果。

为了加深对霍特林法则的理解，现在假设资源市场价格减去开采费用后的收益增长率不等于利率，便会出现企业资源的“净价格”增长率大于利率或者小于利率两种情况。如果是前

者，企业就会尽量将资源保留在地下，因为保留这些资源实际上就代表对其他领域投入更多的资金而获得更多的利润。如果是后者，追求利润最大化的企业就会尽快开采和销售其全部资源储量，并将获得的资金投入到其他领域以获得市场利率，任何延迟开采都会减少企业利润的现值。因此，只有资源“净价格”按利率水平增长，才会使资产市场和产品市场达到均衡。也只有每一期企业都合理、科学地开采资源才会有与之相匹配的资源“净价格”。

资料链接　　资源的经济学分类

资源是个含义很广的经济学概念。从最基本的层次上，资源可分为人力资源和物质资源。物质资源又可分为自然资源和非自然资源。自然资源的一个重要特点就是自然赋予，未经或很少经过人类劳动。在资源价格理论方面，受未经人类劳动加工过的物质没有价值这一传统观念影响，现实经济中普遍存在“产品高价、原料低价、资源无价”的不合理现象。

由于历史的沿袭以及某些技术上的困难，经济学（尤其是资源经济学）一般把自然资源分为三大类。

第一类是环境资源（environmental resources），如太阳光和空气。一般说来，这类资源取之不尽、用之不竭，又具有“公用品”的特点，因此不必或者难以通过市场交易，也就没有价格。

第二类是可再生资源（renewable resource），如水源（河流、地下水、沿海水域）、森林和土地等。这类资源经人类使用之后还可以通过自身的生产繁殖再生出来，如能合理利用，可为人类永续利用。其特点是，如果开发利用的速度等于或小于其自然增长速度，那么这类资源是可再生的；但如果开发利用的速度大于其自然增长速度，则这类资源也会趋于枯竭。正是在这个意义上，这类资源又称为半耗竭资源（semi exhaustible resources），相对于人类而言，这类资源是稀缺的，又或多或少地可以通过市场进行交易，因此需要有合理的价格。

第三类是可耗竭资源，或称为不可再生资源（exhaustible/nonrenewable resources），如常规能源中的煤炭、石油和天然气。这类资源比半耗竭资源更加稀缺，因此研究这类资源的价格问题也就更有意义。

正因为可耗竭资源的这一特点，世界各国都非常重视对它们的利用和保护。甚至从某种意义上说，两次世界大战在一定程度上都与对能源特别是石油的开发和利用有关。海湾战争更能说明这个问题。1991 年美国出版的一本畅销书《石油，金钱，权力》中，对此进行了大篇幅的描述和分析。

3.2.2　资源最佳开采路径影响因素

资源所有者开采资源时，有必要对生产量和资源耗竭时间进行预判。如果价格上涨不受限制，需求受阻，有可能资源储量耗竭永远不会到来。假设已知资源储量，且资源属于同一类型，边际开采费用固定不变，在完全竞争市场中该企业需求曲线确定，当价格达到上限 P^* 时，需求量降为零，因为替代品会成为新的供给来源。在上述假设下，决定一段时期内产量轨迹和市场价格轨迹的主要因素有利率、开采费用、税收、有效资源储量和市场对资源需求的改变。

1. 利率

人们在做出是否持有一种资源的决策时，实际上是把资源视为持有其他形式的资本的一种替代方式。如果把矿产资源视为一种资本持有形式的话，利率的高低对资源的开采决策有重要影响。因为利率如果趋于下降的话，对企业而言，开采资源进而通过低利率获取收益是一种不明智的决策。图 3-2 表明利率对决定一段时期内的价格轨迹有重要作用。在利率 r_0 下，初始价格随时间的变动曲线为 ab，资源在时间 T 开采完，同时达到最高价格 K_0。当利率水平下降时，原来的供给曲线 ab 变为 $a'b'$，此时的利率为 r_1。根据霍特林法则，此时资源所有者会减少产量，从而导致价格上升，这样未开采的资源会保留下来而不被开采。因此，最佳开采路径的价格必须高于初始价格，但未来在资源被耗尽时达到最高价格，后期价格必须低于初始价格。这样新价格线与原价格线交叉，开采期延长，达到开采期 T'。由此得出结论：利率降低必然要提高初期矿产使用费和资源的市场价格，降低矿产资源使用费的增长率，资源开采的时间延迟，耗竭时间延长。如果利率向相反方向水平变动，那么对开采过程的影响将会呈现相反方向。需要注意的是，以降低利率减缓资源耗竭速度不包括由于利率变化引起成本变化这种情形。

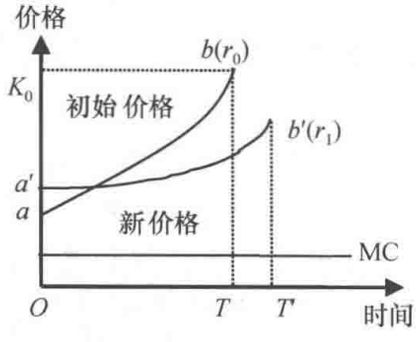


图 3-2　利率对资源配置的影响

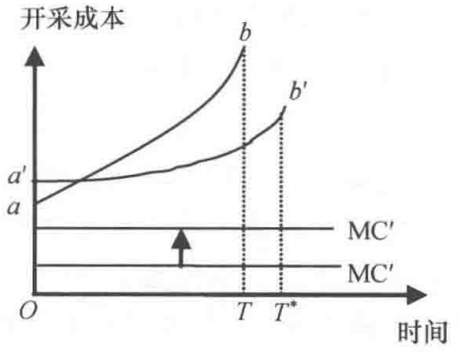


图 3-3　开采成本对资源配置的影响

2. 开采成本

矿产资源最优开采规模应由总边际开采成本和资源价格共同决定。资源的总边际开采成本至少应该包括两部分：边际开采成本（MC_t）和资源的边际使用成本（MU）。而影响能源边际开采成本变化的因素主要有两个：一是技术进步，这种因素往往会降低能源开采成本，在其他条件不变的情况下会使能源产品价格有所下降。二是资源条件（包括禀赋条件和质量品位条件），资源条件的总趋势是逐渐恶化，从而引发边际生产成本的上升，其他条件不变时，这会导致能源产品价格的上升。对于稀缺性资源而言，必须同时考虑稀缺性产生的额外边际成本，即边际使用成本，其含义是指在边际上失去的机会成本的现值。由于可耗竭资源的供给是有限且稀缺的，今天多使用一个单位，就意味着明天少使用一个单位，因此，今天决定使用一定数量的资源，就意味着放弃将来使用该资源的净效益。边际使用成本主要受贴现率的影响，贴现率的大小反映了人们对边际使用成本的评价。贴现率的大小影响边际使用成本和资源在不同时期之间的配置。贴现率越大，边际使用成本就越小。

对企业而言，人力资源的短缺、开发难度的加大都会导致边际开采成本上升。开采成本上升将导致开采水平下降、矿产使用费降低，此时提高初期资源价格，来减少初期阶段的需求量而增加未来的需求量，会使后期资源价格下降，资源耗竭的时间延迟。反之，在边际开采成本降低后，初期资源价格会下降，但以后会升高，资源耗竭时间会提前（见图 3-3）。

为了把握边际开采成本和资源价格、资源预期价格的关系，需要留意以下两点（见图 3-4）：

（1）在边际开采成本和边际使用成本不变的情况下，现时资源价格上升将会加速资源的开发。

（2）如果资源预期价格上涨（现时开采的使用成本提高），或者预期未来的技术进步将降低开采成本，资源所有者将可能缩减现有开采规模或推迟开采。

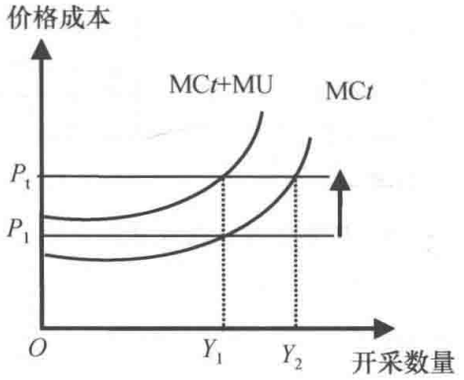


图 3-4　开采价格、成本与资源配置的关系

3. 税收

这里仅从资源税和矿产资源补偿费角度说明税收政策对资源耗竭速度的影响。对矿产资源征收资源税，既可以从量征税，也可以从价征税。从量征税是按每单位物质产量的一定比例征税，从价征税是按每单位产品价格的一定比例征税。无论是从量征税，还是从价征税，都会导致开采成本增加，在资源现有价格不变的前提下，资源净价格，或者说矿区使用费就会降低，为了保证一定的收益，生产者会提高初期资源价格，进而减少初期阶段的需求量而增加以后的需求量，从而减缓资源耗竭的速度。需要注意的是，从量征税对减缓资源耗竭速度的影响比从价征税更大。

矿产资源补偿费按照矿产品销售收入的一定比例（费率）计征，并与矿山储量消耗挂钩，由采矿权人缴纳。根据霍特林法则，在平衡状态下矿产资源价值在一段时期内会按照利率水平增长，这样资源所有者才有保留矿产资源的积极性。如果实行按年征收补偿费，就会极大地降低这种积极性，因为保留矿产资源的时间越长，付出的税费也会越多，最终必然会提高资源耗损率。

4. 资源储藏量

如果间断发现新的矿产资源，则资源价格会怎样变化？假设资源储藏量增加仍按原有时间轨迹而不开采这些增加的资源，依据对利率和开采费用的分析推知，资源储藏量的增加，会使得矿产使用费下降，最终结果是其价格轨迹必然处于原来的价格轨迹之下，在每一时点都将会使用更多的资源，但资源耗竭时间仍然会延后。

5. 市场需求

需求增加对资源开采和价格路径的影响，因需求增加的方式不同而不同。在图 3-5（a）中，横轴表示数量，需求曲线 D 表明，可耗竭能源的储量是一定的，当价格逐渐上升时，需求量逐渐减少，直到价格最大值 P^* 时该能源被开采耗尽，需求量为零。图 3-5（b）中，横轴为时间变量，一实一虚两条线相当于供给曲线。当需求从 D_1 增加到 D_2 后，如果按照初始价格线（实线Ⅰ）消耗资源，那么会在到达最高价格 P^* 之前把资源耗尽。因此，初始价格必须提高，并且此后每一时点都必须提高。新的价格线是Ⅱ。在时间 T_2 达到最高价格 P^*，比价格没有上涨的实线达到 P^* 所用的时间 T_1 缩短了（$T_1 - T_2$）这么多。

为保持可耗竭资源的持续利用，从政策设计角度来说，利率和税收是有效的政策工具。

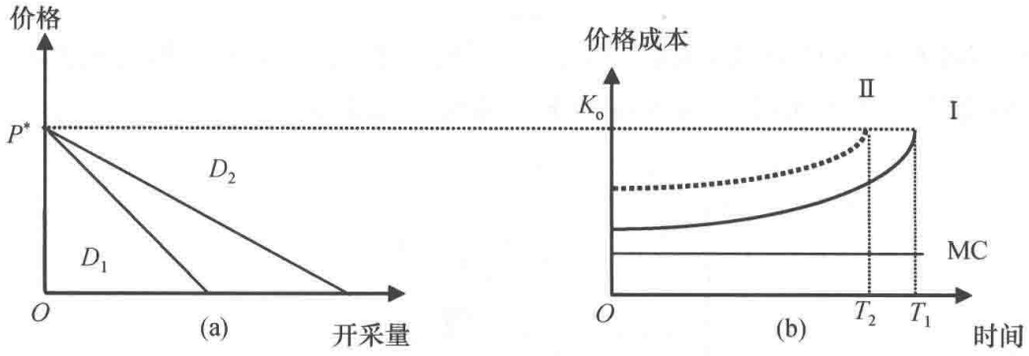


图 3-5　需求对资源配置的影响

3.3　霍特林法则的扩展

上一节的讨论中，假设之一就是边际开采成本固定不变，这有助于分析问题。但实际上矿产资源情况各异，即使相同矿产、相同能源资源的开采，在不同阶段也存在边际开采成本不同的客观现实。因此，对于情况更复杂的环境，假设条件变更后霍特林法则的适用性如何，以下从资源开采的边际成本和资源替代的角度，讨论以下五种情形：① 拥有相同品质矿产资源的开发；② 可耗竭资源间的替代；③ 可耗竭资源向可再生资源的转移；④ 边际开采成本不断增加；⑤ 垄断性企业的资源开发。

3.3.1　拥有相同品质矿产资源的开发

拥有相同品质矿产资源且边际生产成本不同的企业，应该如何开采？上述霍特林法则得出的结论又会发生怎样的变化？

假设相同的能源资源由于交通条件、地质情况、气候状况等的不同，在不同地点生产相同能源资源的成本就会不同。此时，应该首先开采生产成本低的资源还是成本高的资源呢？为了使分析简化，假设在每一地点的边际开采成本固定不变，容易开发的矿产资源Ⅰ的边际成本以 C_1 表示，不易开采的矿产资源Ⅱ的边际成本以 C_2 表示，显然 $C_2 > C_1$，矿产资源Ⅰ和矿产资源Ⅱ具有相同的价格 P_t，根据(3.6)式，矿产资源Ⅰ和矿产资源Ⅱ分别有：

$$\frac{\mathrm{d}(P_t - C_1)/\mathrm{d}t}{P_t - C_1} = \frac{\mathrm{d}\lambda e^{n}/\mathrm{d}t}{P_t - C_1} = r$$

$$\frac{\mathrm{d}(P_t - C_2)/\mathrm{d}t}{P_t - C_2} = r \tag{3.7}$$

但通过 $P_t - C_2 = \lambda \mathrm{e}^{\lambda t} + C_1 - C_2$ 推知：

$$\frac{\mathrm{d}(P_t - C_2)/\mathrm{d}t}{P_t - C_2} = \frac{r\lambda \mathrm{e}^{rt}}{\lambda \mathrm{e}^{rt} - (C_2 - C_1)} > r \tag{3.8}$$

(3.7)式和(3.8)式不可能同时成立，因为在完全竞争市场中，没有一种单一的价格增长率在相同品质且生产成本不同的资源情况下，能同时满足生产者和资源所有者，这就意味着生产成本不同的两座矿不可能同时开采。在此情形下，按照霍特林法则，首先对成本低的矿以净价格的增长率等于利率的水平进行开采，直到耗尽，然后开采成本高的矿。

如果出现高成本矿产资源的净价格按照利率增长的情况，则表明低成本矿产资源的净价

格会按照(3.9)式增长,增长率低于利率,因此矿产所有者便会尽快耗竭资源而不是获取低于利率的资产收益。

$$\frac{\mathrm{d}(P_t - C_1)/\mathrm{d}t}{P_t - C_1} = \frac{r\lambda e^{rt}}{\lambda e^{rt} + (C_2 - C_1)} < r \tag{3.9}$$

对以上两种情况的分析表明,在完全竞争市场的条件下,首先被开采的是低成本矿产资源。低成本矿产资源净价格增长率按照利率增长,而高成本矿产资源的所有者则会保留资源不去开采。在前者被开采耗尽后,后者在其净价格的增长率等于利率的情况下进行开采。通过图 3-6 可以看出,低成本矿产资源耗竭时间是 T_3,高成本矿产资源耗竭时间是与最高价 P^* 相对应的时间 T_4。在低成本生产轨迹线Ⅰ与高成本生产轨迹线Ⅱ的任何时期,都不会存在资源净价格按照相同利率增长的情形,只有在生产轨迹线Ⅰ时期与Ⅱ时期的相交点 A 处,确实存在资源的净价格按照利率增长的情形。①—③所标注的垂线为生产轨迹线Ⅰ时期①—③各阶段资源的"净价格",是针对低生产成本而言的;③—④所标注的垂线为生产轨迹线Ⅱ时期③—④各阶段资源的"净价格",是针对高生产成本而言的,其中③既为生产轨迹线Ⅰ时期第三阶段"净价格"的终点,也是生产轨迹线Ⅱ时期"净价格"的起点。

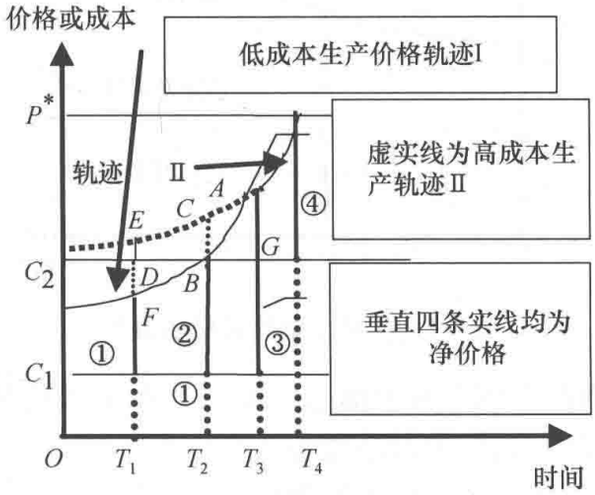


图 3-6　不同成本资源开发轨迹

在上述分析中,因为研究对象是品质相同而生产成本不同的矿产资源,所以无须特意区分资源净价格和矿产使用费,但是在考虑不同等级、不同品质的资源时,二者还是略有区别的。资源净价格是指其市场价格与开采费用的差额,而矿产使用费是指资产市场上的资源储量的价格。例如,在图 3-6 中,①阶段如果生产成本为 C_2,由于市场价格低于开采成本 C_2,此时净价格为负,即图中虚线 DF。但是不能认为在此阶段按这样的价格拥有此矿产资源也是负值,即不能认为矿产使用费为负,图中 DE 实线长度为正。矿产所有者知道在以后阶段开采必将获取收益,因此愿意付出等于未来利润的现值或者说矿产使用费。② 阶段如果在开采成本为 C_2 时,其净价格为零,而矿产使用费为正,即图中虚线 BC,大于①阶段矿产使用费 DE 的长度。这表明如果按照开采成本 C_2,从①到②阶段,资产市场上资源储量的价格是逐渐升高的,其中②阶段处于开采时间的临界点,而在③阶段,矿产使用费进一步升高,此时资源净价格与矿产使用费相同,即图中标注的实线 AG。

在以上分析过程中,一定需要留意矿产开采的两个适用条件,即完全竞争市场和生产成本固定,因为这对于开采过程中获取价格时间轨迹和产量轨迹很重要。显然上述假设对开采费用有变化的资源会有更大的影响。开采费用的上升可能把原本同质的资源区分成不同品质的资源。

3.3.2 可耗竭资源间的替代

可耗竭资源间的替代是假设有两种可替代的可耗竭资源(如煤炭和石油),它们有各自不变的边际开采成本,在一定条件下,边际开采成本低的可耗竭资源(资源1)可以被边际开采成本高的可耗竭资源(资源2)替代。

如图3-7所示,两种资源的总边际成本都随时间不断增加,如果资源1的边际使用成本增加的速率高于资源2,则其总成本会在某一点与资源2相等,继而超过资源2。在图中A点之前的时期只有总边际成本低的资源1才会被利用,在经过T^*之后,只有总边际成本低的资源2才会被利用。分析总边际成本曲线可以发现两个值得注意的特征:第一,两种资源的替代是平滑过渡的;第二,总边际成本的增长率在替代以后慢了下来。

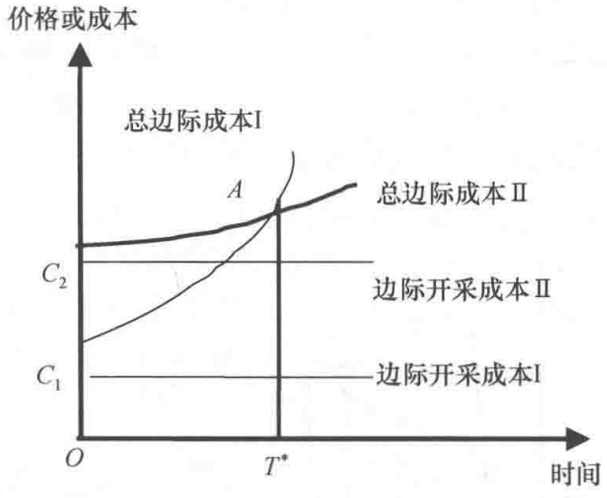


图3-7 不同成本资源间的替代

第一个特征比较容易理解。两种资源的总边际成本在替代的那一刻必然相等,如果不相等,成本低的资源会被使用以获取更多的净收益。

而第二个特征,总边际成本的增长率在替代以后慢了下来,是因为就边际使用成本占总边际成本的比例而言,资源2小于资源1。一种资源的总边际成本是由边际开采成本加上边际使用成本决定的。对两种资源而言,边际使用成本都是以比率r增加,而边际开采成本都是不变的。从图中可以看出,资源2的不变边际开采成本占总边际成本的比例要大于资源1,因此,资源2的总边际成本增加的速率要慢一些,至少在初始时是这样的。

3.3.3 可耗竭资源向可再生资源的转移

以上讨论了没有可再生资源时,如何配置可耗竭资源。如果存在可替代的可再生资源,并且可再生资源可以不变的边际成本供给,则应怎样考虑资源的有效配置呢?例如,当风能作为替代品出现时,如何有效配置石油和天然气?

图3-8(a)表明:随着时间的推移,正常情况下由于可耗竭资源的稀缺性,可开采量会沿着曲线①逐步递减到A点,然后沿着曲线③直至在时间T_1耗尽。然而由于在A点可再生资源的出现,可耗竭资源的开采量会沿着曲线①逐步递减到B点,显然资源耗竭的速率缓慢下降,最终有可能实现可耗竭资源在时间点T^*不再被开采。可见由于可再生资源的出现,完全有可能并最终实现对可耗竭资源的完全替代,可耗竭资源会被保留在地下不被开采或者耗竭时间延迟。而在B点之后的水平虚线②部分,正是由于可耗竭资源被完全替代而出现可再生资源的

消费不再随时间推移而发生变化的情形。这里需要留意的是，可再生资源的出现，也可能加速可耗竭资源的开采，结果是可耗竭资源比没有替代品的情况下耗竭得更快。

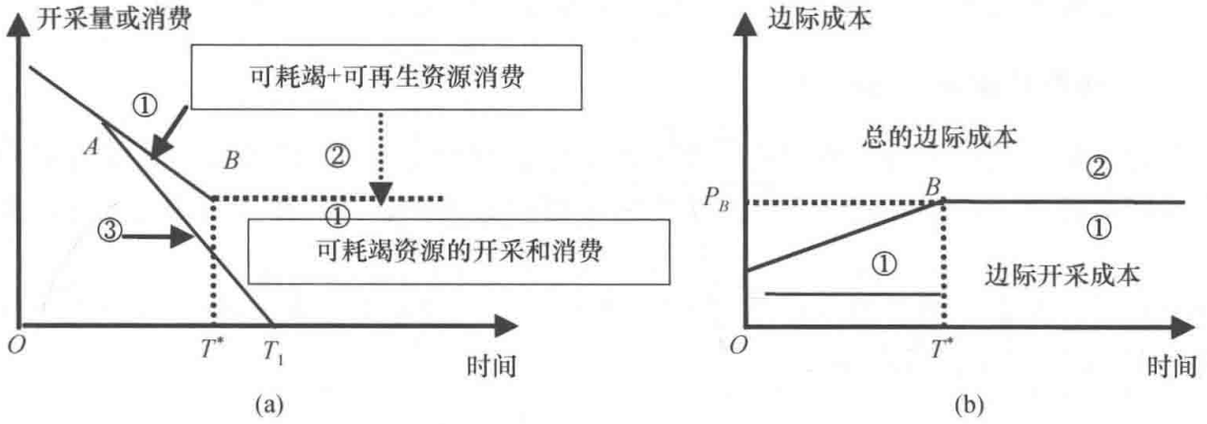


图 3-8　可耗竭资源向可再生资源的替代

图 3-8(b)表明，在可耗竭资源的边际开采成本不变的前提下，由于边际使用成本的升高，曲线①所代表的总边际成本自然随着时间的推移缓慢升高，直至时间 T^*。同样在 B 点，可耗竭资源被可再生资源完全替代，B 点之后不再有边际使用成本，因此曲线②呈现出随着时间的推移，总边际成本固定不变的特征。但此时的总边际成本保持在较高水平上，因为可再生资源的边际开采成本高于可耗竭资源。P_B 是可耗竭资源向可再生资源的交替价格，即交替节点只能在这一价格水平上完成交替过程。假如可耗竭资源价格低于交替价格 P_B，说明可耗竭资源耗尽时，可再生资源尚不能以可接受的价格平滑过渡，可耗竭资源的资源补偿费则会因资源短缺而以更高的初始水平或更快的速度上升，以保持价格水平的连续性。反之，可耗竭资源价格高于交替价格 P_B 也是不可能的。因为如果不等可耗竭资源消耗殆尽，可再生资源便以较低价格进入资源市场，那么可耗竭资源的资源补偿费会因资源不那么稀缺而自动降低，从而促使可耗竭资源价格下降。结果仍保证可耗竭资源价格等于交替价格。这同时也说明，如果由于技术进步或其他原因，可替代资源以较低价格提前交替的话，可耗竭资源就会出现两种可能：一是价格上涨速度减缓，二是不必等到开采完毕就会被接替。

综合图 3-8 可看出，在有效资源配置中，实现了可耗竭资源向可再生资源替代品的平滑过渡。可耗竭资源的开采量随着边际使用成本的增加而逐渐减少，直到替代品出现并最终被替代。

3.3.4　边际开采成本不断增加

在上述假设中，边际开采成本始终是固定的，然而在实际矿产资源开采中，有可能出现的情况是矿产资源品质存在差异，即使是同一座矿，也会随着开采量的增加而导致开采成本增加。应该说可耗竭资源的边际开采成本随着开采量的增加而增加，这在现实中是一种普遍现象，例如，矿物品质的降低会引起开采成本的上升。

在上述分析中，如果边际开采成本随开采量的增加而增加，边际使用成本就会随时间的推移而下降，直至过渡到可再生资源时降为零。边际使用成本反映的是放弃未来的边际净效益的机会成本。与边际开采成本不变的情况相反，当边际开采成本随时间的推移而增加时，未来因开采而发生的损失就会减少。边际开采成本越大，随着越来越多的资源被开发，未来因节省资源而获得的净效益也会越来越小。最后，如果边际开采成本足够高，相比之下起初的边际开

采成本就可以忽略不计。这时，边际使用成本降为零，总边际成本等于边际开采成本。

这里需要指出的是，在不变的边际开采成本下，可耗竭资源最后可能开采耗尽，而在不断增加边际开采成本的情况下，有些矿产资源会因为边际开采成本太高而不被开采。

3.3.5 垄断性企业的资源开发

以上讨论的均是在完全竞争市场条件下的资源配置情况，现在假设某企业拥有矿产资源的完全垄断经营权，在此情形下，霍特林法则的适用性如何？矿产资源价格增长率按照什么比率增长？

对于矿产资源完全垄断的企业，价格因销售量的不同而有所变化。因此，在不考虑开采费用的情况下，矿产资源的需求函数为：

$$p = f(q) \quad 且 \quad \frac{\partial p}{\partial q} < 0 \tag{3.10}$$

在(3.5)式 $p_t = \mathrm{MC} + \lambda e^{\lambda t}$ 中忽略 MC 的情况下，$p_t = \lambda e^{rt}$ 成立。

$$p + q\frac{\partial P}{\partial q} = \lambda e^{rt} \tag{3.11}$$

在假设需求价格弹性为 $\frac{1}{1-\alpha}$ 时，矿产资源的需求函数为：

$$p = f(q) = q^{\alpha-1} \quad 且 \quad 0 < \alpha < 1 \tag{3.12}$$

根据(3.11)式和(3.12)式可推得：

$$p = \frac{\lambda}{\alpha}e^{rt} \Rightarrow \frac{\dot{p}}{p} = r \tag{3.13}$$

(3.13)式说明霍特林法则依然适用于完全垄断企业，矿产资源配置价格的增长率依然按照 r 增长。

上述结论是在需求价格弹性不发生变化的前提下推导出来的。但是随着时间的推移，需求价格弹性有可能变化，因而也就不能保证上述结论的正确性。假设随着时间的推移，需求价格弹性增大，即 $\frac{\partial \alpha}{\partial t} > 0$。这种假设是完全有依据的，因为节约能源和开发替代能源的事实一般都是由可耗竭资源价格逐渐升高引发的。(3.13)式对时间 t 求导得：

$$\frac{\dot{p}}{p} = r - \frac{\alpha'}{\alpha} \quad 且 \quad \alpha' > 0 \tag{3.14}$$

由于(3.14)式右边随着需求价格弹性的增大而逐渐变小，表明在完全垄断的市场条件下价格增长率比完全竞争市场情形下更缓慢，这和一般对于完全垄断条件下价格增长率高的直观认识有所不同。但是此结论取决于假设条件，如果假设资源的需求价格弹性随着消费量的增加而趋于增加，就会出现相反的结论。从图 3-9 可以看出，在 A 点之前，完全垄断条件下的资源消费量低于完全竞争时的资源消费量，但是在 A 点之后，资源的需求价格弹性随着消费量的增加而趋于增加，在图形中表现为完全垄断时的资源消费量大于完全竞争时的消费量。

与一般资源拥有企业不同，垄断性企业对资源开发的影响体现在市场垄断力量控制或影响资源产品价格。垄断者的开采量要少于其他企业的开采量，但价格却较高，使得资源“净价格”的上升速度比社会最优和竞争性企业的最优情况更快，垄断者倾向于减少现在开采而增加未来开采，在短期内有助于资源的保护。

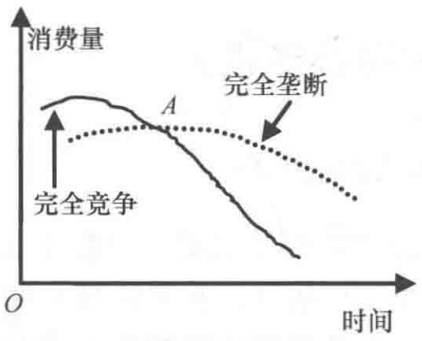


图 3-9　垄断市场下的资源消费(需求价格弹性增大时)

虽然垄断在一定程度上比完全竞争情况更能节约和保护资源,但与社会最优利用相比仍然存在过快开发利用的倾向。与其他企业相比,垄断企业的决策目标中也可能忽略了资源的环境价值,而使用高于社会贴现率的贴现率。

上述分析实际上是从三个不同层面对资源配置进行了探讨。一是边际开采成本不变和边际开采成本随开采量增加升高;二是资源的替代性,即一种可耗竭资源向另一种可耗竭资源的转变和向可再生资源的转变;三是拥有资源的企业处于完全竞争还是完全垄断状态。三个层面彼此交叉,又各有侧重,但现实中无论出现哪种情况,即使这些情况比上述分析中的假设更复杂,关于霍特林法则的基本结论也不会发生改变,即如果在一定的开采价格轨迹和开采成本下,资源"净价格"的增长速度快于利率,资源所有者就会保留资源不去开采,但在一定时期正在开采的资源"净价格"仍然按照利率水平增长。例如,在图 3-5 中低成本生产轨迹线 I 时期,①—③阶段的每一阶段确实都是按照利率水平增长。而且尚未开采的"矿产使用费"或者资产价值也将会按照利率水平增长。

综合以上分析,可以全面揭示可耗竭资源的有效配置过程。首先,当资源的边际开采成本不变,并且资源的数量有限时,如果出现了有效的替代品,就应该向替代品平稳过渡,如果没有替代品,则应该节约使用资源。而当边际开采成本不断升高时,情况则比较复杂,因为它改变了边际使用成本的时间轨迹。不过,正是由于边际开采成本的不断提高,才使得可耗竭资源能够得到持续利用而不被耗竭。

回顾历史可以发现,可耗竭资源的储量和消费量随着时间的推移,不是减少了,而是增加了。造成这一现象的主要原因是资源勘探投资的增加和技术的进步。

当地理位置优越和高品质的资源开采耗尽时,人们必须转向地理位置不好和低品质的资源,例如海底的可燃冰和岩石层深处的页岩气资源。勘探开发这些资源的成本会随着时间的推移而增加。当一种资源的总边际成本随着时间的推移而不断增加时,人们就会积极勘探新的资源。如果新发现资源储量的边际开采成本足够低,就会降低总边际成本的增长速度。

技术进步最显著的影响是使某一时期的边际开采成本持续降低。只有由于技术进步的作用,尽管对低品质资源的依赖增加了,但边际开采成本还是有所下降,这时资源的总边际开采成本才有可能真正降低。但是,由于可耗竭资源的数量是有限的,其总边际成本的下降只是暂时的,最终必然会上升,因此,技术进步只是延迟了可耗竭资源被替代的时间。

3.4 一般均衡下的霍特林法则

3.4.1 一般均衡下的霍特林法则的推导

到目前为止，关于资源开采决策的讨论主要集中在开采费用、利率、税收、有效资源储量和需求等因素对资源配置的影响上。但所有这些因素都是被当成外生变量进行分析的，即都是在局部均衡研究范围内的讨论。本节把这些因素放入整个经济循环体内运行，即将其作为内生变量，从一般均衡的角度研究可耗竭资源的最优利用问题。

假设经济体分为生产部门、资本部门和资源部门。各个部门在经济体中的作用如下：

1. 生产部门

假设生产部门的产量 $Y(t)$ 的多少取决于资本存量 $K(t)$ 和可耗竭资源 $q(t)$ 两个因素。齐次生产函数表示为 $F(K,q)$，那么有：

$$y = f(k), \quad k = K/q, \quad y = Y/q \tag{3.15}$$

(3.15)式表示每单位可耗竭资源的资本存量决定产量 y 的多少，因而整个可耗竭资源决定着整个产量的规模。

生产部门为了实现利润的最大化，假设在完全竞争市场中买入生产要素，进行生产经营活动，作为要素投入的 K 和 q 的价格可表示为：

$$\delta(t) = F_k = f'(k) \tag{3.16}$$

$$P(t) = F_q = f(k) - kf'(k) \tag{3.17}$$

在齐次生产函数和完全竞争市场的假定下，生产部门的利润为零。

2. 资本部门

假设拥有资产 $A(t)$ 的资本部门每单位资产收益 $\delta(t)$，为了使其效用最大化，将收益用于消费 $C_t(t)$ 和投资 $\dot{A}(t)$，因此投资部门有如下关系式：

$$\text{Max} \int_0^{\infty} u\{C_1(t)\} e^{-rt} dt \tag{3.18}$$

$$\text{s.t.} \quad \dot{A}(t) = \delta(t)A(t) - C_t(t) \tag{3.19}$$

其中，r 为贴现率，$A(t)$ 为资本部门拥有的资产，$A(0) = K_0$，$C_1(t)$ 为资本部门的消费。

3. 资源部门

资源部门拥有的资源 $S(t)$ 的一部分在竞争市场中以单价 $P(t)$ 销售，拥有资产 $B(t)$，每单位获取收益 $\delta(t)$，为了获取贴现后利润的最大化，所有资源和资产分别投向消费 $C_2(t)$ 和投资 $\dot{B}$（例如债券的买卖），因此资产部门有如下关系式：

$$\text{Max} \int_0^{\infty} u\{C_2(t)\} e^{-rt} dt \tag{3.20}$$

$$\text{s.t.} \quad \dot{S}(t) = -q(t) \tag{3.21}$$

$$\dot{B} = P(t)q(t) + \delta(t)B(t) - C_2(t) \tag{3.22}$$

$$B(0) = 0, \quad S(0) = S_0 > 0, \quad S(t) \geqslant 0, \quad \lim_{t \to 0} S(t) = 0$$

其中，$B(t)$ 为资源部门拥有的资产，$C_2(t)$ 为资源部门的消费，$S(t)$ 为可耗竭资源存量。

而全体经济的资本存量 $K(t)$ 指的是资本部门和资源部门拥有的资产总和。因此 $K(t)$ 可

以表示为：

$$K(t) = A(t) + B(t) \tag{3.23}$$

资本存量 $K(t)$ 是否大于 0，取决于 $A(t)$ 和 $B(t)$ 的相对大小。

假设效用函数和生产函数在满足各自条件的情况下①，可以推得结果②：

$$\frac{\dot{p}}{p} = \delta(t) \tag{3.24}$$

(3.24)式和(3.6)式形式相同。但是(3.6)式中的 r 是外生变量，而(3.24)式中的 r 是由整体经济在运行中动态决定的，是随着时间而变化的量，是由模型内部决定的内生变量。总之，最后推知霍特林法则在一般均衡的情况下依然适用。

那么如何求得价格 P 随时间的变化？由于 $\dot{k} > 0$③，资本与能源的比率 k 随时间的推移而升高。或者说，资本存量 K 和可耗竭资源 q 之间的替代在不断进行着。那么资源价格随时间如何变化呢？利用(3.16)式可推得 $\dot{\delta} = f''(k)\dot{k}$，由于 $\dot{k} > 0$，$\dot{\delta} = f''(k)\dot{k}$ 为负。根据(3.24)式推得 $\frac{\dot{p}}{p}$ 随时间的变化等于 δ，意味着能源价格的上涨率 $\frac{\dot{p}}{p}$ 是随着资本 K 和有限资源 q 之间的不断替代而逐渐下降的。需要留意的是这个结论与之前 r 作为外生变量局部均衡推得的结论不同。

3.4.2 资源最优开发的影响因素分析

在本章最后，简单补充一下在资源开发利用过程中最优决策需要考虑的因素，例如前文提到的影响资源开发的贴现率、税收、资源储量和技术进步等在现实中会受到一系列因素的影响。以下进行简要说明：

(1) 利率。市场利率变化对开采利用决策的影响并不如理论上所讲的那么大。因为加大资源开发或减少开发，都需要企业有相当多的可支配的生产能力，并且市场的利率变化瞬息万变，往往使得开发决策来不及反应。

(2) 税收。税收政策往往同样会面临很大的变化，税收政策的变化会导致企业开发利用决策不在最优决策上。

---

① 效用函数条件：$u'(0) = \infty$，$u' > 0$，$u'' < 0$

生产函数条件：$f(0) = 0$，$f'(0) = \infty$，$f' > 0$，$f'' < 0$，$\lim\limits_{k \to \infty} f(k) < \infty$

② 资本部门的汉密尔顿正则方程 i：$H_1 = u(c_1)e^{-rt} + \lambda_1 e^{-rt}(\delta A - C_1)$，知：$\frac{\partial H_1}{\partial C_1} = \{u'(C_1) - \lambda_1\}e^{-rt} = 0$ 和 $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(e^{-rt}\lambda_1) = -\frac{\partial H_1}{\partial A} = -\lambda_1 e^{-rt}\delta = 0$，进而分别得 ii：$u'(C_1) = \lambda_1$ 和 iii：$\dot{\lambda}_1 = \lambda_1(r - \delta)$

资源部门的汉密尔顿正则方程 iv：$H_2 = u(c_2)e^{-rt} - \lambda_1 e^{-rt}q + \lambda_2 e^{-rt}(Pq + \delta B - C_2)$，知：$\frac{\partial H_2}{\partial C_2} = u'(C_2) - \lambda_2 = 0$ 和 $\frac{\mathrm{d}H_2}{\mathrm{d}q} = -\lambda_1 e^{-rt} + \lambda_2 e^{-rt}P = 0$，进而分别得 v：$u'(C_2) = \lambda_2$ 和 vi：$\lambda_1 = \lambda_2 P$，而由 $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(-\lambda_1 e^{-rt}) = -\frac{\partial H}{\partial S} = 0$ 推知 vii：$\dot{\lambda}_1 = \lambda_1 r$，由 $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\lambda_2 e^{-rt}) = -\frac{\partial H}{\partial S} = 0$ 推知 viii：$\dot{\lambda}_2 = \lambda_2(r - \delta)$。vi 式对时间求导，并且利用 vii 和 viii 可推出：

$$-\dot{\lambda}_1 + \dot{\lambda}_2 P + \lambda_2 \dot{P} = -\lambda_1 r + \lambda_2(r - \delta)P + \lambda_2 \dot{P} = -\lambda_2 P r + \lambda_2(r - \delta)P + \lambda_2 \dot{P} = 0 \Rightarrow \frac{\dot{P}}{P} = \delta$$

③ 利用(3.16)式、(3.17)式和(3.24)式推知：

$$\frac{\dot{P}}{P} = \frac{f'(k)\dot{k} - \{kf'(k) + kf''(k)\dot{k}\}}{f(k) - kf'(k)} = \frac{-kf''(k)\dot{k}}{f(k) - kf'(k)} = \delta = f'(k) \Rightarrow \dot{k} = -\frac{f'(k)\{f(k) - kf'(k)\}}{kf''(k)} > 0$$

(3) 技术变化。明显的技术突破会对现有资源开发利用决策产生很大的影响,因此资源的持有者会担心技术突破将可能导致亏损,长期开发的资源将面临高风险。

除了上述影响资源开发的现实因素外,不能忽视的还有风险和不确定性以及资源跨世代配置的问题。

风险往往伴随着不确定性。资源在配置过程中存在社会风险和个体风险。社会风险既有市场层面的,也有社会层面的。由于失灵,市场不能提供充足的集中处理风险的机会,投资者因过高的市场利率而放弃项目的投资;由于制度设计缺乏保障,投资者信心也会受到影响;投资者由于自身决策的失误也会受损。当然,这种不确定性也可能是新的矿产资源被发现,使得可预见的供给量大幅增加;新的勘探、开发技术的应用,使得能源资源的替代越发成为可能;等等。

由于可耗竭资源的稀缺性,当代人多消费一点就有可能剥夺后代人同样享受资源的权利。因此在进行资源配置的过程中,如何把握好资源开发利用的时间节点,具有重要意义。

本章小结

本章围绕可耗竭资源在开发利用决策时如何进行最优配置问题进行了深入探讨。首先介绍了可耗竭资源的概念、特点及开采原则,分析了资源配置的有效性问题。其次按照可耗竭资源配置原则,在完全竞争市场和资源边际开采成本不变的假设条件下,推导出了霍特林法则,即在不考虑环境价值时,资源净价格的增长率始终为贴现率。再次对影响资源最优开采决策的因素(如利率、开采费用、税收、有效资源储量和市场对资源的需求等)进行了深入分析,进而在放宽了霍特林法则的适用条件后,从资源边际成本变化、资源间及向可再生资源的替代性转移、垄断市场等不同角度,深入讨论了资源最优配置的霍特林法则。最后把霍特林法则从上述局部均衡的分析转向一般均衡分析,得出了霍特林法则的一般适用性规律。

思考题

1. 决定能源资源会耗竭的因素有哪些?
2. 如何阻止能源资源耗竭?
3. 为什么说可耗竭资源配置原则是霍特林法则的理论依据?
4. 简述霍特林法则的使用条件和内容并进行推导。
5. 为保持可耗竭资源的持续利用,可以设计的政策工具有哪些?
6. 可耗竭资源间替代和向可再生资源替代时,开采量、成本、时间三者间有何关系?
7. 如何理解完全垄断市场条件下的价格增长率比完全竞争市场条件下低?

第4章 能源与经济发展

【学习目标】

1. 理解能源与经济增长的关系。
2. 理解要素替代系数的测算以及技术进步类型的划分方法。
3. 学习并掌握能源经济的常用测度指标

经济的发展与能源资源有着十分紧密的联系。能源是经济增长的“发动机”,经济的发展需要能源来“加油”。能源是经济社会可持续发展和人民生活水平提高的重要推动力,而经济的增长又为能源开发提供重要的物质保障。能源与经济增长是相辅相成的。

4.1 能源与经济发展的关系

4.1.1 经济增长与经济发展

经济增长和经济发展是两个既有联系又有区别的概念。投入要素的增加、产业分工、技术进步等都会引起经济总量的增加。经济发展不仅是指人均收入和福利水平的提高,而且是指经济结构优化、减少和消灭贫困。

经济增长是指一个经济中的生产总值和人均收入持续增加的过程。一个国家的生产总值和收入水平依赖于该国的自然资源(包括矿产、水、森林等)、劳动力的数量和质量(包括受教育程度、技能高低等)、资本资源(包括物质资本投入、基础设施建设、金融资本等)、企业管理、组织和技术进步等因素。

国内生产总值(GDP)这个概念没有考虑对环境的影响,而环境在很大程度上影响一个国家的国民幸福水平。现代经济活动,尤其是工业生产和大规模传统能源消费,常常伴随着对空气、河流、地表等的污染,由这些污染引起的酸雨和雾霾天气频繁出现,以及水生态的破坏等,是现代经济活动尤其是传统能源的大量消费造成的典型负外部性。因此有必要引入新的概念来涵盖国内生产总值中反映不出来的对外部环境的影响。

经济发展的一般定义为:通过提高生产力水平,实现国内生产总值可持续增长,人均收入和经济福利水平提高,社会、政治、经济制度和结构变化,减少和消灭贫困。

经济增长和经济发展密切相关。一方面,经济发展建立在经济增长的基础上,同时得到经

济增长的支持。但另一方面，国民收入的增长并不能保证经济的可持续发展，不能保证产业结构的优化，不能保证环境不受污染和破坏。可以说增长是发展的手段，发展是增长的目的，发展还是增长的评价标准。增长是发展的前提，要实现发展，首先必须满足增长这一条件。发展与经济增长之间存在本质区别，不能等同。

4.1.2 能源与经济发展的关系

在本书的第1章中介绍能源经济学研究内容时就曾强调，能源和经济增长、社会发展的关系是能源经济学重点研究的内容。回顾能源与经济增长的历史不难发现，其最突出的特点就是能源需求与经济增长日益密切的关系。

在以国内生产总值衡量社会富裕程度和以经济持续稳定增长作为发展目标的当今世界，能源长期稳定供给已经成为全球性的重要问题和各国制定经济发展战略的基点，能源对一国的经济安全起着基础性的作用，主要表现为经济增长对能源的需求关系。经济增长对能源需求的一般关系，具体来说主要有以下三个方面：

1. 经济增长对能源总量的需求

经济对能源的需求首先或最终体现为对能源总量需求的增长。主要有三种情况：第一，经济增长慢于其对能源总量需求的增长，即每增加一个单位国内生产总值所增加的能源需求量，大于原来生产每一个单位国内生产总值的平均耗能量；第二，经济增长与其对能源需求的增长是同步的，即每增加一个单位国内生产总值所增加的能源需求量，等于原来生产每一个单位国内生产总值的平均耗能量；第三，经济增长快于其对能源总量需求的增长，即每增加一个单位国内生产总值所增加的能源需求量，小于原来生产每一个单位国内生产总值的平均耗能量。这三种情况在不同历史阶段都曾出现过，在当今世界的不同国家中也同时并存。其结论是：经济增长与能源总量需求是按相同方向变化的，而且在大多数时期保持一定的比例关系。

2. 经济增长对能源结构的需求

经济增长在对能源总量需求增长的同时，也日益扩展其对能源产品结构的需求。首先，从占主体地位的一次能源品种来看，经济增长对一次能源的需求，经历了从薪柴到煤炭，又从煤炭到石油的发展，品种数量逐步扩大。可再生能源的兴起，也反映了经济增长对能源结构需求的多元化。其次，即使对同一能源产品，也有不同的品种需求。

3. 经济增长对能源质量的需求

质量需求的直接动力来自更高的效率追求，不同的一次能源，存在明显的质量差异；即使是同一类能源，也有很大的不同。因此，获得高质量的能源是提高能源利用率及其经济效益的重要前提条件。当前在环境保护的压力下，提高能源质量显得格外重要。在越来越多的国家和地区，能源质量符合环保要求已经成为其能源战略的重要内容之一。

综上所述，能源是经济发展的基础。能源与经济增长的关系，一方面表现为经济增长对能源有依赖性，即能源的使用促进了经济增长，能源消费量和社会、经济的发展程度正相关，社会经济发展程度越高，能源消费量也越大。另一方面表现为能源的发展以经济增长为前提，经济增长促进了能源的大规模开发和利用。能源消费与国民经济增长的密切关系通过图4-1可以看出。中国能源消费量与GDP的增长在1998—2012年具有很明显的正相关性。一般国家都有这样的规律。

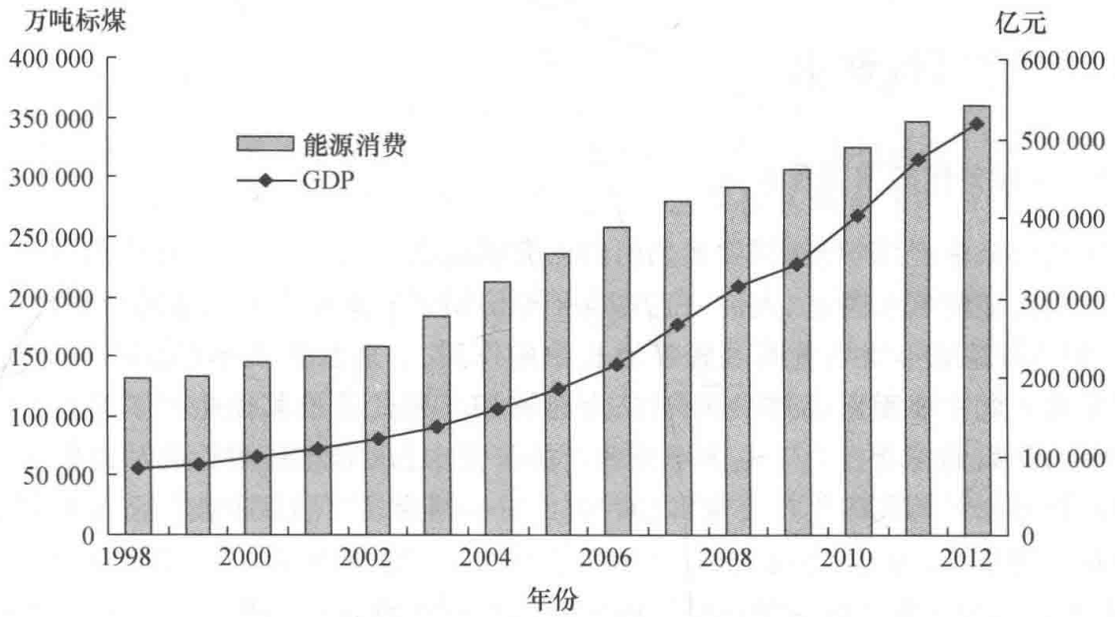


图 4-1　中国能源消费与 GDP 的关系

资料来源：相关年份《中国统计年鉴》。

一般认为能源消费与经济增长存在长期均衡关系，而众多经济学者在对不同国家能源消费与经济增长的关系研究中得出了不同的结论，存在一定的争议。这种争议主要体现在能源消费与经济增长之间是否存在因果关系，以及如果存在的话是单向因果关系还是双向因果关系。这种结论的差异主要是国家间自然条件禀赋差异、社会发展阶段和状况、经济结构等的不同造成的。当然，在研究的技术层面，样本数据和运用方法的差异性也可能造成不同的结论。例如，诸多学者在对中国的经济与能源消费进行研究后得出了二者具有长期均衡关系的结论，但这种关系是单向因果关系还是双向因果关系，学者们对此有很大争议。但可以肯定的是，和作为生产要素的劳动力、资本一样，能源在经济增长中具有不可忽视的重要作用。

资源约束对经济发展的作用同样不可忽视。资源约束是指在经济社会发展过程中，由资源供给数量减少、质量下降、开发利用难度提高以及资源禀赋差异所引起的资源供不应求和供给过剩对经济增长的约束。资源对经济增长的约束主要包括两个方面：一是资源短缺，即供不应求对经济增长的约束，这种约束属于数量控制约束；二是资源禀赋优越引起的对经济增长的约束，即所谓的“资源诅咒”，属于质量控制型约束。目前已有较多关于“资源诅咒”的研究文献，并基本形成了一致的观点，即认为自然资源与经济增长之间确实存在负相关关系。总之，能源的稀缺性和日益增长的能源需求，使得能源成为经济增长的制约因素。正确处理能源消费和经济发展的关系，对于社会经济的发展十分重要。

如果从经济发展的能源因素分析的话，能源消费、能源投资、能源利用效率的提高以及开发利用技术的进步都会对经济增长产生促进作用。而能源消费结构与产业结构的调整相互影响、相互制约，二者的协调健康发展对经济发展具有重要作用。经济可持续发展对能源资源的优化配置、能源利用效率以及能源利用技术提出了更高的要求，特别是对能源、经济、环境的协调发展具有重要的指导作用。而与经济发展最直接相关的能源需求、能源供给的变化又受到诸多因素的影响和制约，如发展阶段、能源价格、产业结构、能源开发利用的技术水平、能源政策等。

4.2 能源替代理论

4.2.1 能源替代的演变及内涵

经济增长历来是经济学最重要、最热门的研究领域之一，也是宏观经济学的研究核心。从古典经济学到新经济增长理论，人们一直热衷于经济增长要素和动力源泉的研究。20 世纪 70 年代以前，经济学家很少关注能源在经济增长中的作用，一般认为资本、劳动力以及技术进步是影响经济增长的主要因素，而能源则被认为能够相互替代或被其他生产要素替代。在以哈罗德—多马为代表的学者在关于经济增长理论的研究中，认为经济增长的动力源于资本和劳动这两种长期可相互替代的生产要素；以索洛(Solow)等为代表的新古典经济增长理论经济学家提出的技术进步论，为外生经济增长理论构造了比较完整的框架。20 世纪 80 年代中期，以罗默、卢卡斯等人为代表的内生增长理论的核心思想是经济能够不依赖外力推动实现持续增长，内生的生产要素外溢效应和人力资本的积累是保证经济持续增长的决定因素。而关于能源在经济增长中的作用问题的研究，1972 年米都斯(Meadows)发表了罗马俱乐部的第一份研究报告——《增长的极限》，报告认为，由于世界人口增长、粮食生产、工业发展、资源消耗和环境污染的指数增长，地球的支撑能力将会达到极限，避免因超越地球资源极限而导致世界崩溃的最好方式是限制增长，即“零增长”。虽然《增长的极限》的结论存在明显的缺陷，但是报告所反映的人类对自然资源的消耗及对环境的破坏，唤起了人类对经济可持续增长以及资源和环境对增长的制约的深刻反省。1973—1974 年第一次石油危机爆发，能源供应的紧张导致了世界能源价格的波动，对世界经济产生了强烈的冲击。这也使得众多经济学家转向能源与经济增长关系的研究上来。

众所周知，自然资源是经济增长过程中的重要因素之一，然而传统的经济学理论在探讨经济增长的动力时，一般把资源视为单纯的生产成本问题，自然资源的作用没有被充分重视。例如，20 世纪 70 年代以前占据经济主流的新古典经济学派一般认为能源在生产中相对不重要，它是资本、劳动和土地这些主要的生产要素所产生的一个中间变量，这个假设被当成计量经济分析的基本前提，并以劳动力和资本双变量应用于柯布—道格拉斯生产函数。过去人们分析能源对经济增长的影响，都是在这个框架内进行的。

随着 20 世纪 70 年代以后能源对经济发展的影响逐渐加深，能源作为生产要素在经济增长的研究中越来越受重视，最初的研究是将能源从资本中剥离出来作为一种单独的生产要素投入，进而是将能源作为一种资本投入以此考察能源利用和经济增长之间更符合现实情况的基本规律，以及能源与其他要素的关系。例如，20 世纪 70 年代初期 DaSgupta 和 Heal 将资源作为一种生产投入，考察资源消耗和经济增长的关系；RaSche 和 Tatom 首次将能源要素引入 C-D 函数，并假设实物资本与能源之间存在不变的替代弹性，寻求能源和经济增长之间的基本规律；随后 Pezzey 和 Withagen 将资源作为一种资本投入并引入技术外生的增长模型，这些研究都得出随着不可再生资源的耗竭，经济不能维持可持续发展的结论，能源作为经济增长动力的重要性不言而喻。最近的研究表明：能源只是经济增长的影响因素之一，而非决定性因素，在一定技术条件下可以被其他要素替代，如资本和劳动，因此，即便不可再生能源的存量有限，人均消费持续增长仍然是可能的。

一般认为能源替代包括两个层面：一是能源与其他投入要素，如资本、劳动之间的相互替

代;二是能源投入不变,但是能源投入结构发生变化,即不同能源投入之间的比例关系发生变化。

能源与劳动之间是可以相互替代的,研究表明其替代弹性范围一般为0.48—3.8,具体数值大小取决于所处行业和所在国家。能源与资本之间的替代关系比较复杂。现在一般认为能源和资本在短期内是互补关系,长期内则是替代关系。能源投入要素间的替代主要是指两方面:一是可耗竭能源间的替代,二是可耗竭能源与可再生能源间的替代。

在人类社会的发展历程中,能源的开发和利用不论在形态上还是在数量上都是不断发展变化的。在不同时期、不同物质生产方式下,人类开发和使用的主导能源也是不同的,随着人类对能源认识的深化和利用水平的提高,新的能源形式不断替代旧的能源形式。例如,两百多年前第一次工业革命的兴起,煤炭替代木柴;一百多年前第二次工业革命,煤炭向石油的过渡是化石能源从第一阶段向第二阶段的进步;目前可再生能源替代传统化石能源是经济发展的必然阶段。

可见,在不同历史阶段对可耗竭能源的使用和对可再生能源的使用存在差异,人类对能源的使用是沿着可再生能源—不可再生能源—可再生能源的轨迹在演化。研究能源对经济增长的影响应该将生物质能、太阳能、水电等新型、清洁的可再生能源置于更高、更重要的位置。

4.2.2 要素替代系数的测算

上一节从理论层面介绍了能源作为生产要素对经济增长的作用,以及能源替代理论的主要内容。本节利用柯布—道格拉斯生产函数,在一定的假设条件下,运用部门生产率核算方法具体测算各投入要素系数,分析产出增长率的决定因素,阐释技术进步率与各投入要素增长率之间的关系。

新古典派的代表性生产函数主要有柯布—道格拉斯(简称C-D)生产函数和不变替代弹性生产函数(constant elasticity of substitution,CES)生产函数。前者具有所有投入要素的产出弹性之和为1的特性①;后者一般也称不变替代弹性生产函数,其特点是生产函数中的所有投入要素弹性均为某一特定的不变数值。诸多实证研究表明,C-D生产函数中的要素替代参数具有更加稳定的测算数值。

假设国民经济中各产业部门在技术条件制约下的C-D生产函数表示为:

$$X_i = A_i e^{\gamma_{it}} \prod_{j=1}^{n} (X_{ji}^{\alpha_{ij}}) L_i^{\lambda_i} K_i^{\kappa_i} Z_i^{\zeta_i} E_i^{\ell_i}$$

其中,

$$E_i = f(e_{i1}, e_{i2}, \cdots, e_{is})$$

$e_{i1}, e_{i2}, \cdots e_{is}$ 代表1到 s 不同能源

上式取对数可改写为:

$$\ln X_i = \ln A_i + \gamma_{it} + \sum_{j=1}^{N} \alpha_{ji} \ln X_{ji} + \lambda_i \ln L_i + \zeta_i Z_i + \kappa_i \ln K_i + \ell_i \ln E_{ji} \tag{4.1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \alpha_{ji} + \lambda_i + \zeta_i + \kappa_i + \ell_i = 1 \quad (i = 1, 2, \cdots, N) \tag{4.2}$$

(4.1)式的符号说明如下:

X 为生产量;X_{ji} 为 i 产业中 j 产业的投入量;L 为劳动投入量;Z 为除能源以外的原材料投

① 和CES生产函数相比,C-D生产函数的参数之和最为接近1。

入；K 为资本投入量；E 为能源投入量；A 为常数；γ_i 为技术进步率（假设是希克斯中性技术进步）；i,j 代表不同产业；α_{ji} 为中间投入物的价值投入系数；ζ_i 为原材料投入系数（扣除能源投入）；λ_i 为劳动投入系数；k_i 为资本投入系数；e_i 为能源投入系数；t 为时间。

以下推导过程是在欧拉替代定律的假设下进行的。欧拉定律指出：① 在生产函数中投入要素的数目不受限制。② 企业无论是规模报酬递减还是规模报酬不变，都按照利润最大化原则行动。③ 其他条件（产量、价格）即使有变化，投入系数也不变。

企业在生产活动中的利润可以表示为：

$$\pi_i = P_i X_i - \sum_{j=1}^{N} P_j X_{ji} - w_i L_i - P_i^z Z_i - P_i^e E_i \tag{4.3}$$

即在短期内企业利润可表示为总收益扣除其他产业的投入价值、工资、原料费用和能源投入费用。

依据生产要素的边际产量之比等于其价格之比，以及边际技术替代率等于边际产量之比，在(4.1)式的约束下，由(4.3)式可求得各投入要素的系数：

$$\begin{aligned}
\alpha_{ji} &= P_j X_{ji} / P_i X_i \quad (i,j = 1,2,\cdots,N) \\
\lambda_i &= w_i L_i / P_i X_i \quad (i,j = 1,2,\cdots,N) \\
\zeta_i &= P_i^z Z_i / P_i X_i \quad (i,j = 1,2,\cdots,N) \\
\ell_i &= P_i^e E_i / P_i X_i \quad (i,j = 1,2,\cdots,N)
\end{aligned} \tag{4.4}$$

α_{ji}、λ_i、ζ_i、ℓ_i 分别代表中间投入系数、劳动投入系数、原材料投入系数、能源投入系数。不难看出，各投入系数实质上是各自成本与产出的比率。

以上讨论了具体产业部门技术进步（$\ln A$）的决定因素。产出的增长率 $\Delta \ln X_i$ 取决于能否尽可能提高全要素增长率 $\Delta \ln A_i$、劳动增长率 $\Delta \ln L_i$、原材料增长率 $\ln Z_i$ 和替代能源增长率 $\Delta \ln E_i$。这种替代的程度除了和该部门的技术约束（边际技术替代率）有关外，还取决于能源和其他要素的相对价格水平变化和替代弹性。如果能源价格相对于其他要素价格上涨，则有利于降低能耗、节约能源。

4.2.3 要素替代性质的划分

上一节中利用 C-D 生产函数，运用部门生产率核算方法，具体分析了以产业部门为研究对象的技术进步在生产函数中的表现。其中提到的技术进步为希克斯中性。

通常在分析一国经济增长方式的转变时，必然会涉及发展劳动密集型还是资本密集型等生产要素的投入问题。经济结构的调整必然伴随着技术进步。西方经济增长理论中的中性技术进步，可以分为哈罗德中性技术进步、希克斯中性技术进步和索洛中性技术进步。哈罗德和希克斯最早按“劳动节约型”“资本节约型”“中性”来划分技术进步类型。但他们的分类标准不同。哈罗德的技术进步分类使用了资本—产出比概念。希克斯对技术进步的分类采用了要素间的边际替代率概念，它是指在产出保持不变的条件下，一种要素被另一种要素替代的比率。边际替代率由要素的边际产量的比率来表示。假定劳动与资本的比率不变，凡是提高资本边际生产力对劳动边际生产力的比率的技术进步，是劳动节约型的技术进步，因为这时企业愿意用更多的资本来替代劳动，所以有劳动节约这个概念；同理，降低资本边际生产力对劳动边际生产力的比率的技术进步，是资本节约型的技术进步，因为企业更愿意用劳动去替代资本，于是就有了资本节约型技术进步；使资本边际生产力对劳动边际生产力的比率保持不变的技术进步，就是中性的技术进步。

希克斯研究三个以上生产要素时，采用了自然扩张型，即根据任意两个要素间的边际产量比例的相对变动来给技术进步分类。这就意味着在存在劳动、资本、能源三种生产要素的情况下，任意两个生产要素边际生产力的比例如果不变，就称之为中性技术进步，反之，比例增加或者减少都属于非中性技术进步。这种用生产要素间边际生产力的相对变化来衡量技术进步的方法，有利于确立某种生产投入要素在经济增长中扮演的角色。

根据另一种更为一般的划分方法，可以判断技术进步是资本节约型、劳动节约型还是能源节约型。此方法是根据 S_{it} 的符号来确定技术进步的分类。①

$$S_{it} = \frac{1}{v_i}\frac{\partial v_i}{\partial t} + \varphi_t \tag{4.5}$$

v_i 代表生产要素，φ 代表含有 n 个生产要素的生产函数，φ_t 代表 $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$，有如下关系：

$$\varphi_t = -\sum_i^n r_i\left(\frac{1}{v_i}\frac{\partial v_i}{\partial t}\right)$$

其中，定义 $r_i = \frac{P_i v_i}{\delta}$ 且 $\sum_1^n r_i = 1$。其中，$\delta = \sum_i^n P_i v_i$；$P_i$ 代表生产要素价格；δ 为单位产量下的单位成本；r_i 分别代表各生产要素的投入系数，即生产要素中劳动、资本、能源各自占总成本的比例。S_{it} 代表第 i 个生产要素关于 t 的替代项，生产技术的进步使产量增加时，为了维持原有生产水平，根据第 i 个生产要素的投入量数值的变化（与产量增加相比），来确定第 i 个要素是节约型、中立型还是使用型（t 是为了表示技术进步的时间变量），即：

$$\left.\begin{cases} i\text{— 节约型} \\ i\text{— 中立型} \\ i\text{— 使用型} \end{cases}\right\} \Leftarrow S_{Lt}\begin{cases} < 0 \\ = 0 \\ > 0 \end{cases}$$

(4.5)式成立的前提有两个：一是资本投入系数非负，二是投入的生产要素相对价格变化不是很大。

资料链接　　技术进步的分类

资本积累、劳动力积累和技术进步是经济增长的三要素。人们对于技术进步的兴趣最终根源于对经济增长的关注，因为技术进步是经济可持续增长的主要源泉。三类技术进步分别是：

1. 中性技术进步（neutral technical progress）：劳动和资本的生产效率同比例增加。因此发生中性技术进步后，资本/劳动的相对要素价格（利率/工资率）比率不变。也就是说，由于利率/工资率比率未变，生产过程中不会发生劳动替代资本（或相反）的情况，因而资本/劳动比率保持不变，所发生的只是生产原有的产量现在只需要较少的劳动和较少的资本。诸如劳动分工的简单创新，可以带来总产出水平的提高。中性技术变革，即产出的翻番来自所有生产要素的翻番。

2. 劳动节约型技术进步（labor-saving technical progress）：资本要素的生产效率的提高大于劳动的生产效率的提高。结果，由资本替代劳动，在利率/工资率比率不变的情况下，

① 限于篇幅，(4.5)式的推导过程省略。

资本/劳动比率上升，由于对每单位劳动来说，现在使用更多的资本，因而这种技术进步是劳动节约型的，这样，达到原有的产量现在可使用较少单位的劳动和资本，但资本/劳动比率上升了。计算机、网络、机械化耕作都属于这类技术进步。

3. 资本节约型技术进步(capital-saving technical progress)：劳动要素的生产效率提高大于资本的生产效率的提高，结果，在利率/工资率比率不变的情况下，发生了以劳动替代资本及劳动/资本比率上升(或资本/劳动比率下降)的情况。由于每单位资本使用更多的劳动，因此这种技术进步就被称为资本节约型的。这样，达到原有的产量现在只需较少的劳动和资本，但劳动/资本比率上升(资本/劳动比率下降)了。这类技术进步比较罕见，因为发达国家所要求的是节约劳动力，而并非资本。然而，在劳动密集型的发展中国家，资本节约型技术进步才是它们最迫切需要的。

4.3 能源—经济常用测度指标

一般而言，在能源与经济关系的研究中都会涉及能源的供给和需求，为了更好地分析影响能源供需的主要因素，如经济发展阶段、国民收入、产业结构、能源价格及替代价格、产业政策等，需要借助能源—经济测度指标进行评判，而分析某国家、某地区甚至某行业的能源利用效率的高低也需要运用能源—经济测度指标。因此，为了更好地研究能源与经济发展的关系，有必要介绍能源—经济常用测度指标。

4.3.1 能源强度

能源强度也称为单位 GDP 能耗，是指一段时间内，一国或地区每单位 GDP 所消耗的能源总量，通常以吨油当量(或煤当量)/美元来表示。GDP 是各国通用的指标，它是一个国家或地区在一定时期内所生产的最终产品和提供的劳务总量的货币表现，是综合反映社会经济活动成果的重要指标。能源消费总量是指物质生产部门、非物质生产部门和生活部门所消费的各种能源的能量总和。用综合能源消费量与 GDP 进行对比，可以综合反映单位 GDP 需要消耗的能源，以此来评价能源经济效益。计算公式为：

$$\text{能源强度(单位 GDP 能耗)} = \text{能源消费总量/GDP}$$

能源强度是反映经济对能源依赖程度的重要指标，也是反映能源利用效率高低的主要依据。能源强度的大小与社会发展阶段、资源禀赋、经济结构、技术水平、能源价格、政策导向等诸多因素有关。该指标的主要缺陷是不能测量潜在的能源技术效率，原因在于部门结构的变化、能源投入结构的变化、能源同劳动之间的替代都有可能改变能源强度的数值，但这些因素对于能源技术效率并没有什么影响。

需要注意的是，各国间的能源强度不能直接进行数值大小的比较分析，因为在该定义中分母 GDP 的大小因国与国间汇率的不同而不同，因此，在进行跨国能源强度比较时需要进行技术处理。通常可以通过汇率法和购买力平价法两种方法进行转换。

表 4-1 表明发达国家(地区)无论是按照汇率法还是购买力平价法换算，其能源强度均普遍低于发展中国家(地区)。原因就在于发达国家(地区)在工业化进程中也曾经出现过能源

强度处于高位的现象，这和各国（地区）经历的工业化阶段密切相关，而中国等发展中国家（地区）正处在经济增长阶段，在产业结构、能源结构、技术进步等诸多方面与发达国家（地区）尚有较大差距，能源强度较高也属正常。一般而言，发展中国家（地区）由于具有后发优势并能获得发达国家技术进步外溢的影响，能获得更多的改善、提高本国（地区）能源利用效率的机会。

表 4-1　世界主要国家（地区）的单位 GDP 能源消耗强度

地区	单位 GDP 一次能源消耗（汇率法）（t 吨油当量/美元）	单位 GDP 一次能源消耗（购买力平价法）（t 吨油当量/千国际元）
世界	0.32	0.21
OECD	0.2	0.19
亚洲	0.71	0.19
中国	0.94	0.23
法国	0.19	0.16
德国	0.18	0.16
伊朗	1.15	0.31
日本	0.11	0.16
俄罗斯	1.95	0.49
南非	0.87	0.28
英国	0.15	0.14
美国	0.22	0.22

资料来源：IEA，Energy Indicators for 2004，Key world Energy Statistic（2006 Edition）。

资料链接　　中国能源强度的“名义汇率法”与“购买力平价法”

能源强度的正确测算不仅可以准确、科学地反映一国能源利用效率，同时也对一国能源策略目标的顺利实现具有重要的指导作用。

计算能源强度的关键是 GDP 数据的核算，其争议也集中在对 GDP 的计算上。进行跨国比较时，要考虑 GDP 的跨国可比性，这就涉及名义汇率法与购买力平价法的问题。区别和理解名义汇率法与购买力平价法的关键是“可贸易品”的概念。经济产出可以分为贸易品与不可贸易品，不可贸易品主要是服务和不动产。名义汇率法只是根据可贸易品价格形成的比价关系，购买力平价法则把不可贸易品也考虑了进去。

不同国家的可贸易品和不可贸易品的相对价格差别很大，造成名义汇率法的跨国可比性较差，特别是处于不同发展阶段的国家。一般的共识是，名义汇率法可以反映国际贸易竞争力的强弱，却不能反映经济规模及国民的生活水平和福利，对发展中国家的实际收入水平存在明显的低估；而购买力平价法则较好地反映了经济规模及国民的生活水平和福利。

中国学者和世界银行对中国能源强度的测算结果表明：按名义汇率方法测算严重高估中国能源强度，而按购买力平价方法测算则严重低估中国能源强度。

对于能源强度，不但要从技术角度来理解，更要从经济的角度来理解，这样，才能得到全面深入的认识。中国能源强度较高，固然和物理能效较低有关，但从根本上讲，是粗放型的贸易和经济增长方式造成的，能源强度是经济增长模式的结果而不是原因。

4.3.2 能源宏观效率 e_m[①]

能源宏观效率 e_m(energy macro-efficiency)即能源强度指标的逆指标。它与能源强度是倒数关系。该指标是用 GDP 与综合能源消费量进行对比,综合反映能源消费所获得的经济成果。计算公式为:

能源宏观效率 = GDP/能源消费总量

该指标反映的是单位能源消费量实现的 GDP。单位增加值能耗越低,能源宏观效率就越高。

在有些文献中,有时把单位 GDP 能耗的倒数称为"能源生产率"。严格来讲,能源生产率和能源宏观效率的概念是有区别的。二者的区别在于对能源消费总量统计的口径不同。能源生产率概念中的能源消费总量不包含居民生活直接用能,所以能源生产率数值应该与能源宏观效率不相等。但在我国,由于居民生活直接用能所占能源消费比重较小,能源宏观效率和能源生产率的差别可以忽略不计。因为能源生产率是着眼于生产层面的效率指标,是对传统资本生产率和劳动生产率的分析的一种补充,对于考察能源在经济中的作用更有效。通过对能源生产率结合劳动生产率、资本生产率的考察,可以发现能源同其他投入要素之间是互补关系还是替代关系。同能源强度一样,能源生产率数值可能会由于能源同劳动之间的替代而下降,但实际上能源技术效率并无任何改变。为了解决这个问题,通常利用标准的计量模型来计算边际能源生产率,它测量了增加一单位能源投入所带来的边际产出影响(边际能源生产率比值等于边际能源生产,即额外使用一单位能源所获得的额外产出)。

能源宏观效率或者能源生产率的计算范围包括微观的生产以及宏观的部门或者国家,其应用范围较广,可用来与各国的相同指标进行对比,也可根据此项基期和报告期的指标计算全国或地区的节能量与节能率。

4.3.3 能源弹性系数

能源弹性系数亦称能源弹性。弹性可简单地理解为敏感性。它是衡量某一变量的变化所引起的另一变量的相对变化的指标。通常表示为在某一变量变化 1% 时,另一变量变化的相对程度。根据能源生产方式的不同就有不同的能源弹性系数。能源在生产或者消费过程中的弹性系数,一般称为能源生产弹性系数或者能源消费弹性系数;根据能源品种的不同也有不同的能源弹性系数,例如常用的有电力生产弹性系数或者电力消费弹性系数。

1. 能源生产弹性系数

亦称能源生产增长系数,是指一个国家或地区在一定时期内能源生产增长率与国民经济增长率的比值,是反映能源生产量的增长同国民经济增长之间关系的指标。计算公式为:

能源生产弹性系数 = 能源生产年平均增长率/GDP 年平均增长率

国民经济指标,可采用 GDP、工业总产值等指标。需要注意的是,能源生产总量是指一次能源生产总量,不包括二次能源产量,因为二次能源是由一次能源加工转换而来的,它只改变能量形态,并不增加能源的资源量。

---

① 此称谓见魏一鸣、焦建玲、廖华编著的《能源经济学》一书第 143 页。

2. 能源消费弹性系数

能源消费弹性系数是目前国内外评价能源消费与经济关联性的主要指标，反映能源消费增长速度与国民经济增长速度之间的比例关系。其定义是一个国家或地区某一年度一次能源消费量增长率与国民经济增长率之比。计算公式为：

能源消费弹性系数 = 能源消费年平均增长率/GDP 年平均增长率

由定义可知，能源消费弹性系数越大，表明经济发展对能源消耗的依存度越高。

根据上述概念，引申出行业的能源消费弹性系数，例如电力消费弹性系数，计算公式为：

电力消费弹性系数 = 电力消费年平均增长率/GDP 年平均增长率

能源弹性系数的特点是综合性强并能概括多种因素。能源弹性系数在一个国家的年度之间以及不同国家之间有很大的差异。它受各国或各时期的经济结构、管理体制、资源状况、技术水平、人口多寡、气候条件等多种因素的影响。

上文介绍了能源强度、能源宏观效率 e_m、能源弹性系数。在这里，我们一定要注意区别能源强度（单位 GDP 能耗）与能源消费弹性系数的区别。

如图 4-2 所示，E_0E^* 曲线表示的是能源消费与 GDP 的对应关系。E_0 表示即使收入为零也存在自发能源消费需求。A 点表示当 GDP 为 G_1 时能源消费为 E_1，那么根据定义，A 点的能源消费弹性系数可以用 A 点的切线表示，所对应的角度为 β，而 α_1 则是原点与 A 点连线的斜率，代表的是通过 A 点的能源强度。图中 B 点由于 α_2 小于 α_1，表明 B 点所代表的能源强度小于 A 点，同理，B 点的能源消费弹性系数也小于 A 点。之所以出现这样的结果是因为此图是以能源消费趋于饱和为假设前提的。一般而言，发展中国家在经济增长过程中对于能源需求处于极度不饱和状态，因此图 4-2 有助于理解为什么发展中国家的能源强度大于发达国家。但由于发展中国家存在能源自发（基础性）消费需求，因此不能单纯通过比较能源强度就得出发展中国家的能源利用效率恶化的结论。

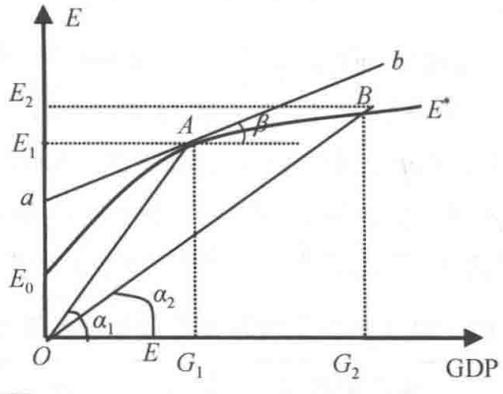


图 4-2　能源强度与能源消费弹性系数的区别

4.4　能源和电力消费弹性系数

上一节简要介绍了经济—能源中的常用测度指标。在能源经济领域的研究中讨论能源弹性系数时，如果没有特殊说明，一般是指能源消费弹性系数。本节着重分析能源消费弹性系数和电力行业的电力消费弹性系数。

4.4.1 能源消费弹性系数

相对于能源生产弹性系数，研究人员一般更关注能源消费弹性系数。而在各行业的弹性系数中，电力行业的弹性系数又是重点研究对象。

首先分析能源消费弹性系数。能源消费弹性系数反映一定时期一个国家或地区的能源消费与经济增长的关系，表示的是经济增长带动的能源消耗的增加。不同国家或地区在不同发展阶段的能源消费弹性系数是不同的。通常当一个国家处于工业化前期和中期时，能源消费要经历一段快速增长期，能源消费弹性系数一般大于1。到了工业化后期或后工业化阶段，能源消费进入低增长期，能源消费弹性系数一般小于1。表4.2显示，忽略个别极端数值，美国与日本的能源消耗弹性系数总体水平低于1，而巴西、印度、韩国的能源消费弹性系数与美、日相比整体偏高，在2000年以后韩国的能源消费弹性系数均小于1，说明该国已经进入后工业化阶段，能源消费进入低增长期。

表4.2 1996—2003年部分国家能源消费弹性系数

年份	美国	日本	巴西	印度	韩国
1996	0.55	0.77	2.69	1.54	1.25
1997	—	0.21	0.78	0.16	0.97
1998	0.30	—	34.81	0.64	1.57
1999	0.54	—	—	0.23	1.11
2000	0.72	1.06	1.78	1.75	0.82
2001	—	—	1.38	0.08	0.69
2002	1.09	—	0.63	1.07	0.68
2003	—	—	—	0.49	0.78

资料来源：经济合作与发展组织（OECD）统计年鉴，1995—2004年。

表4.3显示，中国能源消费增速除了2003年、2004年以外，都是低于GDP增速的。1980—2002年，中国能源消费弹性系数小于1，一般在0.4—0.7的区间波动，2003年以后，中国经济进入新一轮高速增长期，伴随着投资的大幅增长，2003—2005年能源消费增长快于GDP增长，能源消费弹性系数大于1，2006年该系数小于1。中国目前虽然工业化比较迅速，但是工业化水平与发达国家相比差距仍比较大，总体上仍处于中期阶段。

表4.3 1980—2012年中国能源消费增长率和消费弹性系数

年份	能源消费总量（万tce）	能源消费增长率（%）	GDP增长率（%）	消费弹性系数
1980	60 275	2.9	7.8	0.37
1985	76 682	8.1	13.5	0.61
1990	98 703	1.8	3.8	0.48
1995	131 176	6.9	10.9	0.63
2000	145 531	3.5	8.4	0.42
2001	150 406	3.3	8.3	0.40
2002	159 431	6.0	9.1	0.66
2003	183 792	15.3	10.0	1.53
2004	213 456	16.1	10.1	1.60

（续表）

年份	能源消费总量（万 tce）	能源消费增长率（%）	GDP 增长率（%）	消费弹性系数
2005	235 997	10.6	11.2	0.94
2006	258 676	9.6	12.7	0.76
2007	280 508	8.4	14.2	0.59
2008	291 448	3.9	9.6	0.41
2009	306 647	5.2	9.2	0.57
2010	324 939	6.0	10.4	0.57
2011	348 002	7.1	9.3	0.76
2012	361 732	3.9	7.7	0.51

注：tce 为吨标准煤的英文缩写。

资料来源：相关年份《中国统计年鉴》。

由于能源消费弹性系数主要反映的是能源消费增量与国民收入增量的对比关系，容易掩盖像中国一样的发展中国家单位 GDP 所需消费的能源量较高的事实，因此，能源弹性系数并不是万能的，且根据其数值得出的结论不一定十分完美，为了进一步说明能源消费量与经济增长的关系，下面介绍“绝对能源消费系数”的概念。

绝对能源消费系数的定义为：一个国家或地区，每增加一单位的能源消费，所能获得的经济增长量。计算公式为：

$$\text{绝对能源消费系数} = \text{国民经济年变化量} / \text{能源消费年变化量}$$

绝对能源消费系数的含义是，单位能源消费增加量所获得的经济增长量。用绝对能源消费系数可以粗略地衡量能源消费增加时带来的经济增长效益。这个系数越大，说明经济增长所消耗的能源越少，因此，对环境的破坏和资源的消耗越小，可持续发展的程度越高。

根据上述指标的定义不难得出：

$$\text{绝对能源消费系数} = \frac{\Delta Y}{\Delta E} = (1/\text{能源消费弹性系数}) \times (1/\text{能源强度})$$

或者：

$$1/\text{绝对能源消费系数} = \frac{\Delta E}{\Delta Y} = \text{能源消费弹性系数} \times \text{能源强度}$$

关于绝对能源消费系数，有三种情形需要注意：

（1）反映经济增长的 ΔY 为负值且绝对能源消费系数为负时，ΔE 为正值，即表示能源消耗增加，但经济没有增长，这是最不利的情况，应尽量避免。

（2）ΔE 可能减少或不变时，这时如果 GDP 变化量为正，上式分母趋于 0，则绝对能源消费系数趋于 ∞，这是最有利的情况，表明经济增长，没有多消耗能源，这是节能或调整产业结构、发展低能耗高产值产业带来的结果。

（3）如果 ΔY 变化量为负，ΔE 也为负，表示结果不确定。

4.4.2 电力消费弹性系数

1. 影响电力消费弹性系数的主要因素

电力弹性系数反映电力工业发展与国民经济发展之间的关系，是宏观经济学中说明发展总趋势的一种概括性指标，可以作为衡量电力发展是否适应国民经济发展的一个参数。电力

消费弹性系数是国民经济诸多数量关系中的一个重要变量，不同国家在不同的经济发展阶段，其电力弹性系数有不同数值。它的变动不仅与电力工业的发展水平直接相关，还与一定时期经济增长、结构变化、能源价格、供求关系、技术进步等相关因素有关。以下重点从六个方面分析电力消费弹性系数的影响因素：

（1）世界经济增长的变化。自2008年金融危机之后，世界经济全球化，国际经济形势复杂多变，其影响充满不确定性。

（2）产业结构的影响。产业结构直接影响用电结构，如重工业所占比重较大，而轻工业和第三产业所占比重较小，会使电力消费弹性系数增大。因此，一国国民经济从“ 重”向“轻”转变，大力发展第三产业，电力消费弹性系数可能下降。由于不同产业、不同产品具有不同的耗电量，即使GDP等比例增长，电力消费增长率也是不同的。因此，随着产业结构向第三产业演变，电力消费弹性系数将逐步降低。

（3）能源消费结构的影响。随着经济的发展，电能消费在一次能源总消费中所占的比重逐年加大，发达国家已达到35%—45%，我国也从1980年的20.6%增大为2000年的41.72%，接近2000年全世界44.3%的水平，终端能源消费将逐步向电力转移。用电量增加迅速，而GDP不能相应增加，必然引起电力消费弹性系数增大。

（4）人民生活用电水平的影响。随着人民生活水平的提高，家用电器种类繁多并逐步普及，使生活用电增长加快，人均电力消费量逐步走高，随着经济的进一步发展，我国居民（商业）用电仍将保持高速增长的态势。

（5）电价和替代能源价格的影响。根据微观经济学的消费理论，在完全竞争市场，均衡价格能够及时地调节商品的供求量，实现市场出清。电力价格高低会影响电力需求的大小，不仅会影响居民的生活用电需求，也会影响产业用电的需求。于是，在不加大电力投资的情况下，提高电力价格能够抑制市场对电力的过度需求，降低电价则会“推波助澜”，加剧电力短缺的现象。因此，解决电力市场需求紧张的有力手段是价格工具和扩大电力投资。电力与其他能源之间具有相互替代的特性。

（6）科学进步的速度。电力生产和电力消费科技的进步，一方面提高了能源利用效率，降低了电力损耗，使电力成本下降，电力和其他能源的比较效益会促使国民经济发展和人民生活电气化水平的提高；另一方面，在满足人们同等需求的条件下，可以节省电力。电力科技的进步，对电力需求的影响有正有负，但总的来说，科技的进步总是朝着电气化的方向发展，但这种发展的速度也具有不确定性。

2. 电力弹性系数需要注意的几点

首先要注意与电力需求的价格弹性的比较。电力弹性系数是电力需求与GDP的交叉弹性，它只是一个关于电力发展速度与国民经济增长速度的相对数量关系的比值，而电力和经济增长速度都是相对数量，存在变化的随机性，从而导致了电力弹性系数的随机性。电力需求与GDP的关系是间接的，不是必然的因果关系；而电力需求的价格弹性与电力需求量的关系是直接的，价格的波动直接影响着电力需求量，这正是市场法则使然，是市场经济规律直接作用于电力市场的必然结果。

其次要理解电力消费弹性系数的特性。电力消费弹性系数的随机性使电力弹性系数产生了不稳定性，特别是年与年之间变化较大，地区与地区之间各不相同。

最后要注意电力消费弹性系数与经济指标的关系。国外用来计算电力弹性系数的经济指标是GDP,由于各国货币比价不同,计算出的电力弹性系数也不具有可比性。相同的弹性系数并不表明两个国家的经济增长与电力需求关系也相同;经济结构与电力消费结构相似的地区,其电力弹性系数并不一定相同。

3. 电力弹性系数的变化规律

电力弹性系数的变化趋势大体可归纳成电力弹性系数等于1、大于1和小于1三种。

(1) 当经济发展过程中基本上保持原有结构和原有技术水平不变,其扩大再生产是以扩大外延方式为主时,GDP年平均增长率和电力总消费量年平均增长率将会同步增长,电力弹性系数保持等于1的趋势。

(2) 当经济发展过程中高电耗的重工业和基础工业的比重增大,特别是在发展中国家,使用电力来替代直接使用的一次能源和其他动力的范围不断扩大时,电力总消费量增长率会不断增大,电力弹性系数将呈现大于1的趋势。

(3) 当产业结构和产品结构向节能型方向调整,用电效率提高,节能工作加强,以及单位产值电耗降低时,电力弹性系数会呈现小于1的趋势。在实际经济发展过程中,这三种趋势是并存的,但在不同发展阶段通常有一种趋势占主导地位。

从世界各国长时期的电力工业发展与国民经济发展的关系中可以看出,由于各国在经济发展中都致力于不断提高电气化程度,充分利用电力所具有的方便、清洁、高效率等优点来促进经济发展和提高人民生活水平,在生产和生活领域中,用电范围不断扩大,用电数量迅速增加,电力工业的发展速度一直快于国民经济的发展速度。因此,电力弹性系数一般大于1。像中国这样的发展中国家正处于经济发展阶段,其电力弹性系数大于1是较为合理的,第(2)种趋势可能处于主导地位。至于中国的这一系数超过1多少更为合适,则要根据经济发展阶段、经济发展速度、电力工业状况,并参照工业化国家和发展中国家电力发展的经验等权衡确定。而许多西方发达国家的经济发展历史表明,工业化程度越高,则越容易使上述第(3)种趋势加强。

分析世界各主要工业发达国家1950—1986年电力消费弹性系数的变化情况可知,这些国家在相当一段时期的电力消费弹性系数都是大于1的。从20世纪80年代后期开始,一些工业化国家出现了电力消费弹性系数小于1的情况。可以看出,在不同的经济发展时期,产业结构、工业内部结构变动趋势以及居民生活用电水平不同,会导致不同时期的电力消费弹性系数各不相同。在重工业化时期,电力消费弹性系数一般大于1;高加工化时期该指数减小,但由于居民生活用电水平的迅速提高,该系数也会大于1;进入工业化后期,电力消费弹性系数一般小于1。

图4-1显示,1980—2012年间,中国出现了两次电力消费弹性系数大于1的情况,分别是1990—1992年和2000年之后的连续七年。其中,1980—1989年电力消费弹性系数为0.847,1990—1999年为0.811,两个10年的电力消费弹性系数相差不大。改革开放后,产业结构调整是造成1980—1990年电力弹性系数小于1的主要原因,而工业内部结构调整、高电耗工业比重的逐步减小是导致1990—2000年电力弹性系数继续小于1的主要原因。而2000—2012年间电力消费弹性系数平均为1.13,弹性系数大于1的原因在于2000年之后在国民经济保持平稳的态势下,电力需求的超前增长。

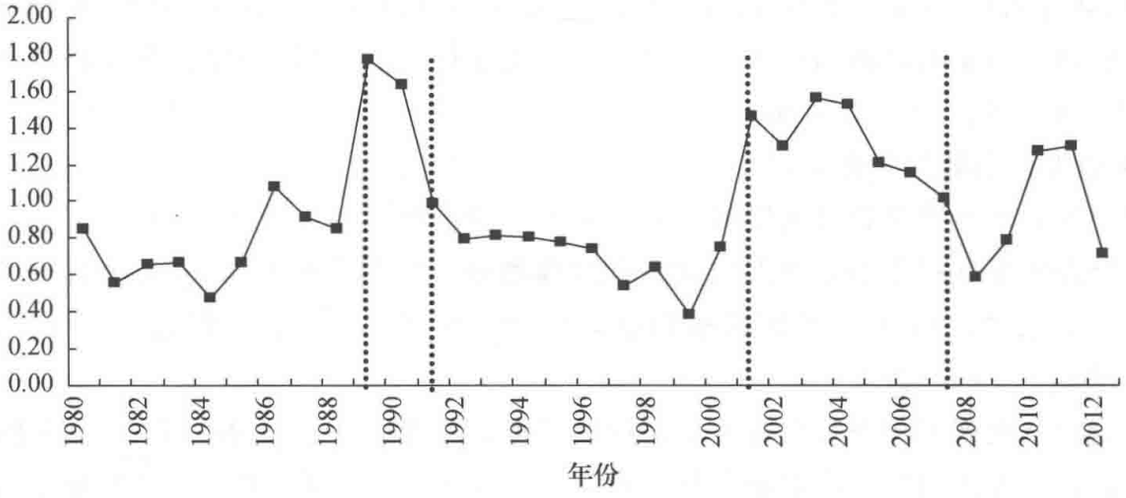


图 4-3　中国电力消费弹性系数(1980—2012)

资料来源:相关年份《中国统计年鉴》。

应当指出,电力弹性系数并不能揭示造成这种结果的许多相关因素互相影响的规律。原因在于,电力弹性系数依赖于电力消费和经济增长之比,用它表述过去,只能说明既定事实,用它预测未来,只能获得各种经济因素发展的预测结果之后的概括,不可能简单地事先用某一弹性系数来规定未来的电力发展规模。

本章小结

本章围绕能源与经济发展的关系进行了初步探讨。能源消费是经济增长的必要物质保证,经济增长则是能源消费的前提条件。能源与经济具有长期均衡关系,但二者间的因果关系受各国家、地区不同发展阶段的影响,二者间的相互关系存在三种可能,即能源消费导致经济增长;经济增长拉动能源消费;能源消费与经济增长互相推动。

能源替代主要包括劳动、资本、能源间的替代以及能源品种间的相互替代。能源与劳动之间一般是替代关系,而能源与资本之间的替代关系比较复杂,一般认为短期内二者是互补关系,长期内则是替代关系。在希克斯非中性技术进步的假设下,对三个以上生产要素根据任意两个要素间的边际产量比例的相对变动来对技术进步分类。其目的在于通过生产要素边际产出两两对比关系性质的不同,判断经济增长类型是资本节约型、劳动节约型还是能源节约型。需要注意代表各生产要素的投入系数定义的差异性,即 4.2.2 中劳动、资本、能源投入系数是指各自成本与总产出的比率,而 4.2.3 中则是各自成本占总成本的比例。

能源—经济的常用测度指标主要包括能源强度、能源宏观效率 e_m 和能源弹性系数。在实际研究中有时会根据对象的不同而选取不同的指标,因此需要留意各指标的内涵、特性、适用范围及影响这些测度指标的因素。

电力弹性系数的变化趋势大体可归纳成电力弹性系数等于 1、大于 1 和小于 1 三种类型,这三种趋势的形成和一个国家的整体发展阶段密切相关。

思考题

1. 如何理解能源与经济发展的关系？
2. 能源替代理论的主要内容是什么？
3. 如何理解希克斯中性技术进步条件下，资本节约型、劳动节约型及能源节约型？
4. 能源—经济的常用测度指标是什么？分别是如何定义的？
5. 能源宏观效率和能源生产率的区别在哪里？
6. 影响电力消费弹性系数的主要因素是什么？
7. 如何理解电力弹性系数的三种变化趋势和一国经济发展阶段的关系？

第5章 能源的需求与供给

【学习目标】

1. 学习并掌握能源供给与需求的概念。
2. 理解能源供给与需求的影响因素。
3. 了解能源供给与需求的预测方法。

在能源市场中,价格是经济参与者相互之间联系和传递经济信息的机制,价格机制也使资源得到有效配置。能源供求关系的相互作用形成了市场的均衡价格,任何商品的价格都是由需求和供给两方面的因素共同决定的。

能源作为一种特殊的产品,不仅具有商品的一般属性,还有作为生产要素推动经济增长的作用。为了更好地理解能源的需求和供给,本章学习的目的在于关注能源供求变化,以此来捕捉经济增长的动力和质量;分析影响能源需求与供给的因素,有助于全面了解和掌握一国经济发展水平、城市化进程、产业结构、技术管理水平及政府的能源政策导向等基本状况。

本章5.1节介绍能源需求的基本概念,5.2节和5.3节概述影响能源需求的基本因素以及能源需求的预测方法;5.4节介绍能源供给的概念及内涵,5.5节分析影响能源供给的因素,5.6节介绍能源供给的预测方法。

5.1 能源需求

5.1.1 能源需求的含义

按照经济学定义,能源需求是指消费者在一定时期内,在各种可能的价格水平下愿意并且能够购买该能源商品的数量。根据定义,如果消费者对该能源商品只有购买欲望而没有购买能力,就不能认为是经济学意义上的需求。消费者的需求一定同时包含两个层面才能构成有效需求,即必须有购买欲望和购买能力,二者缺一不可。

能源需求因研究侧重点不同,有时会分为不同的方面。比如,就使用方式而言,需求分为生产需求和生活需求;就城乡结构而言,需求分为农村需求和城市需求;就能源品种而言,分为石油需求、煤炭需求、电力需求等;就满足程度而言,需求分为直接需求和派生需求。能源的派生需求和能源作为生产要素在生产活动中扮演中间投入品的角色密不可分,可以说是由于人

们对最终产品和服务的需求才导致了对能源的派生需求，因此，能源需求水平会随着市场中最终产品需求的变动而变化。

能源需求是能源经济学的一个基本概念，在实际应用中需要注意它与能源消费量的区别。能源消费量是有效能源需求的反映，在能源供给充足，且不存在库存的前提下，能源需求在数量上等于能源消费。但由于能源需求一般很难测度，因此在实际分析中仍经常用能源消费代替能源需求。本书在没有特别提示的情况下一般也不严格区分两个概念的差异。

5.1.2 能源需求弹性

为了更好地理解能源需求与能源价格、能源替代价格、收入间的关系，以下分别介绍和能源需求相关的三个弹性：能源需求价格弹性、能源需求交叉价格弹性和能源需求收入弹性。这三个弹性的定义完全根据微观经济学对于一般商品的需求弹性的定义衍生而来。

1. 能源需求价格弹性

能源需求价格弹性是指在其他条件不变的情况下，能源价格的相对变动所引起的能源需求量的相对变动比率，即能源需求量的变化率与能源价格变化率之比。计算公式为：

$$E_d = -\frac{\Delta Q_d / Q_d}{\Delta P / P} = -\frac{\Delta Q_d}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q_d}$$

其中，Q_d 代表能源需求量，ΔQ_d 代表能源需求变动量，P 代表能源价格，ΔP 代表能源价格变动量。

这里需要指出的是，在通常情况下，由于需求量与市场价格成反方向变化，$\frac{\Delta Q_d}{\Delta P}$ 一般为负，所以，为了便于比较，在上式右边前加“-”号，以使能源需求价格弹性为正。

能源需求价格弹性的数值通常在0到∞之间，其大小主要受到所考察的消费者调节需求量的时间、收入水平和该能源产品对消费者的重要程度三个因素的影响。

一般说来，所考察的调节时间越长，能源需求价格弹性就越大。例如，当国际原油价格巨幅变动时，短期内所有消费者因为没有可替代的能源产品，只能接受高油价的现实，能源需求价格缺乏弹性，但随着时间的拉长，新的可替代能源的开发利用成为可能，消费者的选择余地加大，可以避免被动接受高油价，能源需求价格弹性就会增大。因此，人们对能源需求的价格弹性有长期与短期之分。长期的需求弹性大于短期弹性（指绝对值）。

收入水平较低时，消费者对能源的需求主要用来满足基本需求，因此对价格的敏感程度不高，能源需求价格弹性也较小；反之，收入较高时，消费者选择余地较大，对能源价格的敏感程度也较高，因而能源需求的价格弹性也较大。

能源需求的重要程度取决于在生产、生活中对能源依赖程度的高低。依赖程度越高的能源品种其弹性越小，反之则越大。

2. 能源需求交叉价格弹性

一种能源商品的需求量受多种因素的影响，相关替代品的价格就是其中之一。研究一种能源需求量的变化及其相关商品价格之间的关系，需要用到能源需求交叉价格弹性的概念。

能源需求交叉价格弹性表示在一定时期内一种能源商品需求量的变动对于它的相关商品价格变动的反应程度，即在一定时期内该能源商品价格变化1%时所引起的另一种能源商品需求量变化的百分比。其数学表达式为：

$$E_{12} = \frac{\Delta Q_1/Q_1}{\Delta P_2/P_2} = \frac{\Delta Q_1}{\Delta P_2} \cdot \frac{P_2}{Q_1}$$

其中，Q_1 代表第一种能源的需求量，ΔQ_1 代表第一种能源需求的变动量，P_2 代表第二种能源的价格，ΔP_2 代表第二种能源价格的变动量。

例如，当石油价格上升 1% 时，煤需求的变化百分数就为石油对煤的交叉价格弹性。对于替代商品，交叉价格弹性为正；对于互补商品（如煤与煤炉），交叉价格弹性为负。因为石油价格上升时，人们会更多地消费煤以替代石油；当煤炉价格上升时，人们将减少煤的消费。

3. 能源需求收入弹性

能源需求收入弹性表示在一定时期内一种能源商品需求量的变动对于消费者收入变动的反应程度，即在一定时期内消费者收入变化 1% 时所引起的该能源商品需求量变化的百分比。用 I 来表示收入，能源需求收入弹性 E_I 的数学表达式为：

$$E_I = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta I/I} = \frac{\Delta Q}{\Delta I} \cdot \frac{I}{Q}$$

对于大多数产品而言，当人们收入水平提高、购买力增强时，消费量也将上升，故收入弹性为正。但对于劣质商品，则收入弹性可为负。例如，作为家用燃料的煤炭，在收入达到一定水平时，人们将转而选用煤气或电力，于是煤炭用于家用的收入弹性为负。收入弹性原是指一个家庭作为消费单位，它的需求如何随收入变化的一个测度，因此它是一个微观指标，但现在一般将收入弹性的概念推广到了宏观，成了一个总量指标，即 GDP 每增加 1%，能源消费增加百分之几。这个指标仅当能源价格不变时才可称为收入弹性。如果以宏观经济指标定义能源需求收入弹性，那么 $E_I > 1$ 表明能源需求增长率快于国民经济增长率，经济增长方式为一种粗放型增长；$E_1 = 1$ 表明二者同步增长；$0 < E_I < 1$ 表明国民经济增长率快于能源需求增长率；$E_I < 0$ 表明经济增长的同时，能源需求增长率下降，这意味着节能效果显著，能源效率极大地提高了。此宏观指标虽然能明确给出能源消耗与国民经济增长的关系，但它有时会给人以错误的印象。例如，国民经济增加为零或很小时，能源消耗的任何变动都会得出正负值极大的弹性系数。

5.2 能源需求的主要影响因素

能源与社会经济发展的关系非常密切，这首先是因为能源是现代生产的主要动力来源，是经济可持续发展的物质基础，现代化的生产过程几乎都能与能源的消费同时进行。可见，能源需求是经济发展的重要物质基础，分析能源需求的主要影响因素不仅有助于更好地理解能源与相关因素之间的关系，也有利于通过能源需求曲线的变化更好地掌握经济增长的速度和质量。

根据西方经济学的消费需求理论，影响消费需求的因素有：商品的价格、消费者收入水平、相关商品的价格、商品供给、消费者偏好以及消费者对商品价格的预期等。能源作为一种特殊的商品，除了其金融属性外（暂不讨论），首先具备商品的一般属性，因此，能源需求的主要影响因素也应该满足西方经济学的消费需求理论。以下重点分析影响能源需求的主要因素。

能源需求量主要是由国民经济和社会发展状况、产业结构、能源强度、能源价格、技术、政策及管理水平的变化等经济因素决定的。当然，能源需求结构也会随着经济的发展而变化和发展。

5.2.1 经济增长

经济增长是影响能源消费的一个非常重要的因素。世界各国的能源消费量与经济发展水平有着密切的关系，经济总量越大，其能源需求量也越大。能源消费一般与经济增长具有很强的正相关性。图 5-1 至图 5-4 分别是美国、中国、日本和印度四国在 1988—2011 年间，能源消费与 GDP 关系示意图。四国的共同特点是能源消费与 GDP 增长具有较好的正相关性。从图 5-1 和图 5-3 可以看出，发达国家美国和日本均显示出缓慢的经济增速和与之相适应的能源消费增速，美国和日本这种经济增速与能源消费双重缓慢的正相关变化正是成熟发达国家的特点。图 5-2 和图 5-4 表明在 1988—2011 年间，发展中国家中国和印度均显示出较高的经济增速和与之相适应的能源消费增速，中国和印度这种经济增速与能源消费双重陡峭的正相关变化正是新兴经济体国家经济快速增长过程中能源消费也随之大幅增加的粗放型经济增长方式的体现。当然，不同国家以及同一国家的不同发展阶段，经济增长对能源需求的影响也是不同的，一般可以用能源需求的弹性系数定量反映经济增长对能源需求总量的影响程度。通常情况下，发达国家能源需求弹性系数较小，而发展中国家能源需求弹性系数相对较大。

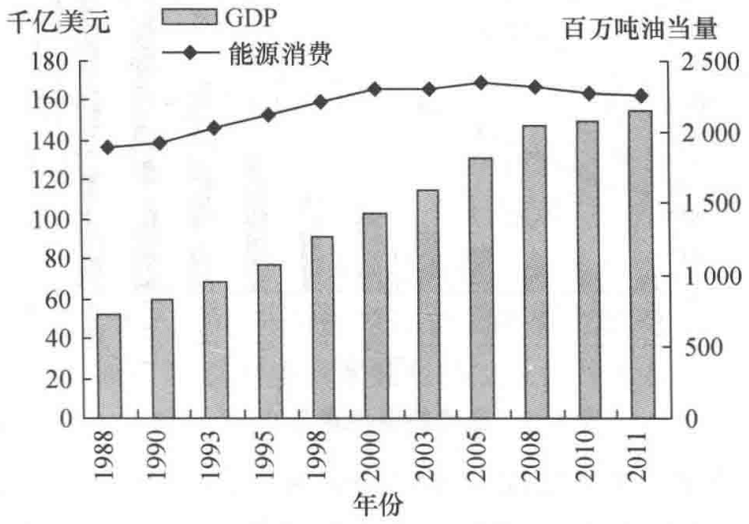


图 5-1 美国能源消费与 GDP 比较

资料来源：能源消费数据来自历年 *BP Statistical Review of World Energy*，下同。GDP 数据来自 http://data.worldbank.org，下同。

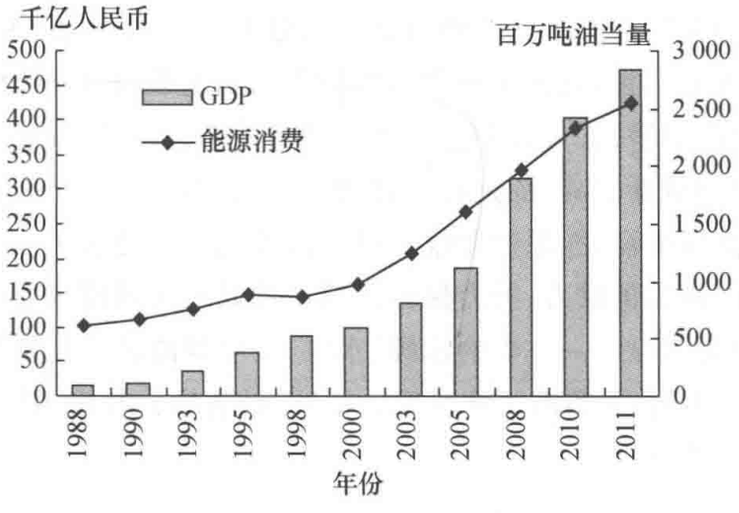


图 5-2 中国能源消费与 GDP 比较

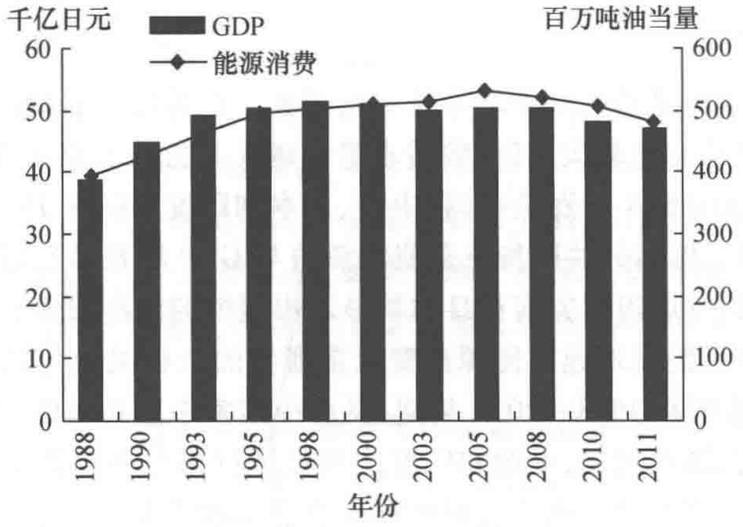


图 5-3　日本能源消费与 GDP 比较



图 5-4　印度能源消费与 GDP 比较

众所周知，能源工业是一个长期性、高投入的产业，其发展水平直接受制于经济发展水平。无论是发达国家还是发展中国家的经济增长都离不开能源这个必要的物质基础。经济增长一般会促进能源需求的增加。能源生产就如其他商品生产一样也受市场需求的制约。人类经济发展的几个主要转折都以主导能源的更替为标志，而能源消费和需求的不断增长以及能源资源的相对有限性，是主导能源形式转换的客观依据。蒸汽机在工业和交通领域的广泛采用，极大地刺激了煤炭工业的发展和汽车工业的发展和汽油发动机的运用；各工业部门纷纷采用石油相关产品做燃料的动力装置，刺激了石油的需求并极大地促进了石油工业的发展。改革开放以后，中国经济持续高速增长，大大刺激了能源消费增长，从历史发展看，能源产品不论是总量增加，还是品种扩大和质量提高，都是在经济增长所引起的需求拉动下实现的。毫无疑问，若没有经济增长为其提供市场，能源产业也不可能发展到今日的水平。

经济增长为能源消费提供财力、物力保证。从近代煤炭大规模开发起，能源工业就成为投资大、建设周期长的产业部门之一。矿物能源、水电、核电等能源的开发都是如此。例如，有学者在对中国能源消费与 GDP 关系的实证研究后证明，经济增长所提供的财力、物力状况，制约着能源开发利用的程度和水平。

5.2.2 社会发展状况

回顾人类社会发展的历程不难发现，不同社会发展阶段显示出不同的能源需求品种和需求量的变化。例如，从18世纪60年代到19世纪40年代的第一次工业革命，英国的煤炭消费量从1800年的1 000万吨猛增到1856年的6 000万吨。导致这一变化的主要原因正是蒸汽机作为动力机被广泛使用，促进了煤炭的开发和利用。英国领导第一次工业革命，成为工业最为发达和实力最为强盛的国家，带动了欧洲及世界各国的经济发展，促进了经济活动方式和社会整体变革。第一次工业革命推动了对煤炭能源的使用，是以一次能源为动力介质的科学技术革命。从19世纪六七十年代开始至20世纪初的第二次工业革命，以电力的广泛运用、内燃机的发明等为显著特点。内燃机的发明和使用推动了石油开采业的发展，加速了石油化工工业的产生。随着内燃机的广泛应用，对燃料油的需求猛增，人们开始大量开采和提炼石油，石油的产量迅速增长。1870年，全世界开采的石油只有80万吨，到1900年猛增至2 000万吨。煤炭比例下降，石油和电力消费比例增大，石油主导的能源消费结构取代了煤炭主导的能源消费结构。第二次工业革命对工业化和城市化发展，以及经济和社会变革起到了不可替代的作用，推动了对电力、石油能源的消费。

人口规模和增长速度也是影响能源消费的重要因素。世界人口从10亿增长到20亿用了一个多世纪，从20亿增长到30亿用了32年，而此后世界人口更是以每增长10亿只用约十几年的速度增长。自1900年以来，世界人口增长了4倍多，一次能源消费增长了22.5倍。图5-5、图5-6是世界人口和能源消费增长演变趋势图。从增长幅度上看，二者具有高度的正相关性，从时间节点上看，世界人口增长速度超过了世界能源消费，即大致从1930年前后，世界人口进入了快速增长期，而世界能源消费大致在第二次世界大战后进入了快速增长期，这充分表明世界人口增长是影响世界能源消费的重要因素。图5-7表明和预测了1970—2030年间无论是OECD国家还是非OECD国家，人口、一次能源消费和GDP三者间具有高度的正相关性。

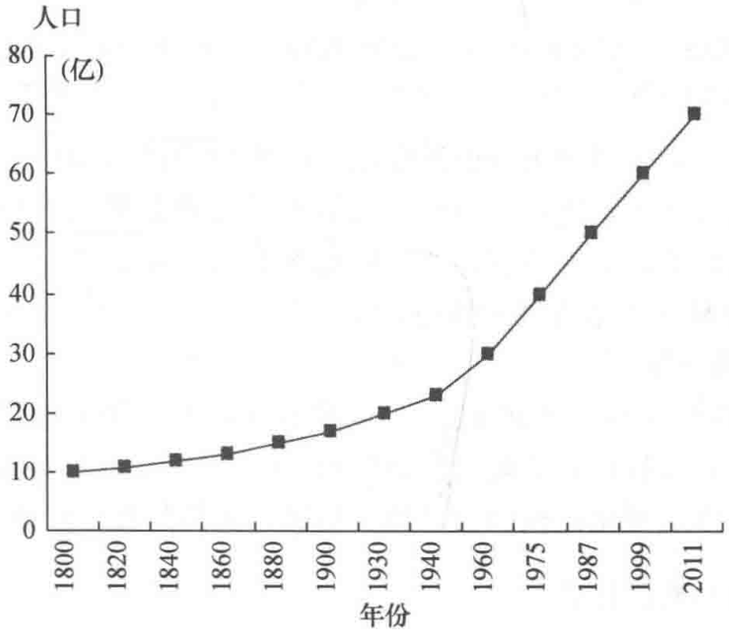


图5-5 世界人口演变趋势

资料来源：http://www.imf.org/external。

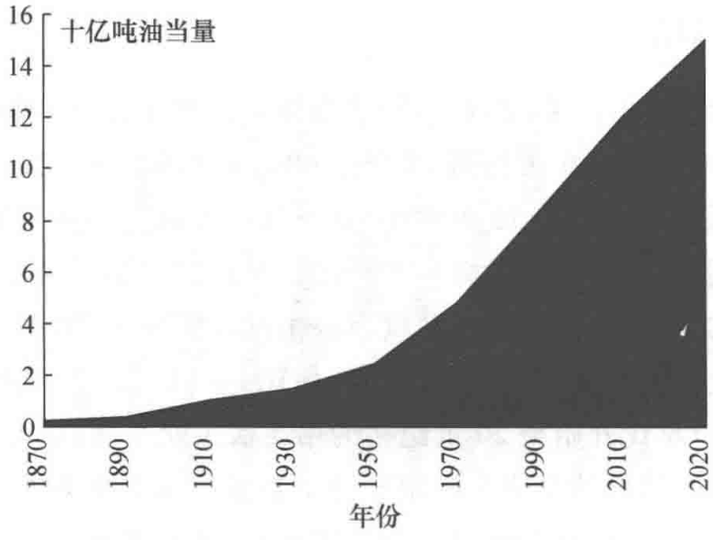


图 5-6　世界商业能源消费

资料来源：BP Energy Outlook 2030。

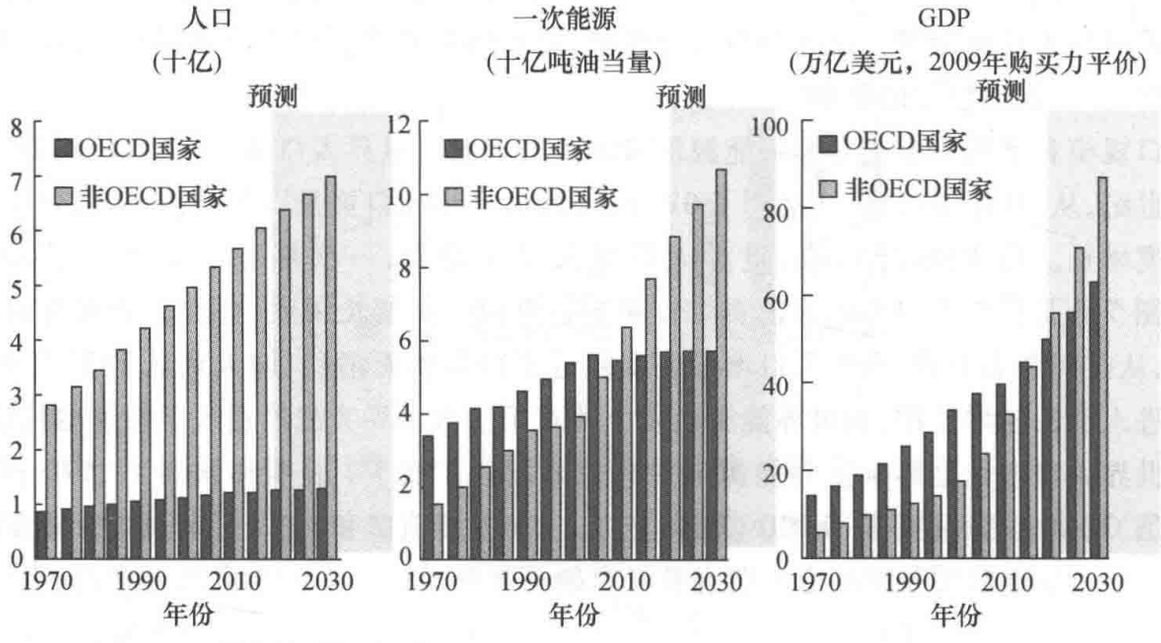


图 5-7　世界人口——一次能源消费——GDP 关系示意图

资料来源：BP Energy Outlook 2030。

同样，人口结构也是影响能源消费的因素之一。人口年龄结构作为人口结构的一个重要组成部分，其变化也会对能源消费产生影响。人口年龄结构是指把人口按年龄划分成不同部分，各部分人口占总人口的比重以及它们之间的比例关系。被抚养人口减少，劳动年龄人口增加的“人口红利”期，是经济加速发展的黄金时期，因而人口红利导致的经济超常规发展，也需要更多的能源消费作为支撑。

对于具有二元结构的发展中国家而言，人口的城乡结构对能源消费的影响也很重要。随着工业化的进程，城镇化进程也在不断加快，产业和人才的聚集效应导致工业以及服务业主要集中在城市，城乡居民收入变化进而引发以城市居民为主的能源生产性消费和生活性消费。

5.2.3　产业结构和能源强度

产业结构对能源消费具有重要影响，不同的产业结构会造成不同的能源消费。能源消费除了与三次产业之间的变动有关之外，还与各产业的内部结构有关。能耗水平高的产业比重

越大，整个国民经济的能源消费量就越大；反之，能源消费的水平下降。一般而言，三次产业中第二产业比重较大的，其能源消费总量也较大。根据中国国家统计局的数据，在2000—2011年间，一次、二次、三次产业能源消费占比分别约为2%、73%、25%。中国能源消费主要集中在工业部门，工业在中国最终能源消费量中的比重约为71%。而在工业部门内部，能源消费又明显集中在以制造业为中心的高耗能行业。根据《中国统计年鉴》提供的资料分析，自20世纪90年代中期以来，能耗排名前10位的产业依次为：黑色金属冶炼及压延加工业、非金属矿物制造、化学原料及制品制造、石油加工及炼焦、有色金属冶炼及压延加工业、电力蒸汽热水生产、煤炭采选、石油加工和天然气开采、纺织、造纸。自1995年以来，这10个行业的能源消费占能源消费总量的56.9%，从工业行业内部结构看，则占能源消费量的81.4%。例如2011年，黑色金属冶炼及压延加工业能源消费总量占工业消费总量的比重约为23.9%，化学原料及化学制品制造业占比约为14.1%，非金属矿物制品业占比约为12.2%，这些行业能源消费变动对总能耗变动起着决定性作用。

不同国家在不同发展阶段具有不同的经济增长方式，而经济增长方式的改变要求产业结构调整，进而改变能源消费总量。当经济处于粗放型增长方式，即产业结构的低级阶段时，随着生产规模的扩大，能源消耗增加，能源消耗速度的增长要快于经济增长；经济在由粗放型向集约型转变的过程中，产业结构演变的结果是能源强度逐渐下降，能源消耗总量趋于稳定。产业结构的变化依照主导产业从第一产业到第二产业再到第三产业转变的模式，工业内部则由重化工业的资本密集型转向技术密集型和管理密集型，而在三次产业中，工业化经济时代，第二产业能源消费比重较大，随着产业结构的不断优化，能源消费量最终会保持稳定。

以美国这样的发达国家为例，在工业化的演变过程中，能源消费强度变化与工业化进程密切相关。随着经济的增长，工业化阶段初期和中期能源消费一般呈缓慢上升趋势，当经济发展进入后工业化阶段后，经济增长方式发生重大改变，能源消费强度开始下降。从第二次世界大战后到现在，美国第一产业占GDP的比重从8%递减到1%以下；与第一产业类似，第二产业占GDP的比重由30%以上下降到20%左右。从美国第二产业内部结构变化的情况看，第二产业占GDP比重下降的决定性因素是制造业占比的大幅度下降。再从美国制造业内部构成看，主要制造行业除计算机及电子制造业占比持续上升、化工制造业占比相对平稳外，其他主要行业均呈持续下降态势。占GDP比重下降最大的是金属制品制造业，其次是交通运输设备制造业，接下来是机械制造业和食品制造业。由此可见，美国第二产业占GDP比重下降程度很高的行业主要是劳动密集型行业和资本密集型行业。同第一产业和第二产业形成鲜明对比的是美国的第三产业，其总量和GDP占比均呈显著上升态势。第二次世界大战后至今，美国第三产业产值由不到1 500亿美元增加到10万多亿美元，增长了近70倍。第三产业占GDP的比重由不到60%上升到80%左右。美国产业结构由“一、二、三”向“三、二、一”的转变趋势，以及主导产业依次更替为农业、轻纺工业、以基础工业为重心的重化工业、低度加工组装型工业、高度加工组装型工业、第三产业、信息产业，不仅导致能源消费总量长期趋于稳定，同时由于第二产业的能耗指数远高于第一产业和第三产业，因此随着产业结构的调整升级，能源强度也趋于减少。

5.2.4 能源价格与资本价格

与任何其他商品一样，能源价格也是影响能源需求的一个主要因素，且能源市场化程度越高，能源价格对能源需求的影响也越大。在市场经济条件下，能源价格不仅是能源稀缺性的重

要反映，也是能源资源进行配置的主要依据，与其他普通商品类似，能源价格与能源需求之间呈反向关系，即能源价格上涨，能源需求减少；反之，能源价格下跌，能源需求增加。能源价格短期波动对能源需求的影响有限，但长期内特别是能源价格的上涨，会促使投资者寻求可替代能源品种的开发，进而导致该能源需求量较大幅度的下降，最终使得能源价格下降。例如，2008 年国际油价创出 147 美元/桶的纪录后，美国作为世界上唯一实现页岩气大规模商业性开采的国家，加速了页岩气的大规模开发，导致美国国内天然气价格持续下降，这是由于同等热量单位原油的价格是天然气价格的 9 倍。美国选择了更廉价的天然气替代原油，同时美国对原油的需求量也逐年下降。2011 年美国原油需求量仅为 8.3 亿吨，相比 2005 年下滑了 1.1 亿吨，年均下滑接近 2%，并且 2012 年原油需求量继续下滑 2% 左右。原油供需的缓解使得一直高于北海布伦特(Brent)原油的西得克萨斯中质(WTI)原油价格越发走低，WTI 原油价格近几年低于国际原油平均价格 10 美元/桶以上。

另外，资本的价格也对能源需求有一定的影响。在资本市场上，投资者不会白白向企业供应资本，而必须就资本使用权的转让收取一定的报酬，即资本价格。利率是影响资本价格的主要因素。资本价格的提高对能源需求量的影响来自两个方面：一是资本价格提高，导致企业贷款成本增加，因而企业将使用相对便宜的机器设备替代劳动力，更多机器设备的投入使用必然增加能源需求，这种效应通常称为替代效应；二是资本价格提高，企业生产成本增加，将导致产品价格提高，产品需求量减少，企业对所有生产要素的需求均下降，这种效应通常称为规模效应。替代效应与规模效应同时发生，但作用方向相反。资本价格提高对能源需求的影响是两种效应综合作用的结果，如果替代效应大于规模效应，则资本价格提高，能源需求增加；如果替代效应小于规模效应，则资本价格降低，能源需求减少。

5.2.5 能源技术与管理水平

能源技术的创新对解决能源问题至关重要。从 20 世纪初至今，能源技术的创新极大地推动了世界经济和社会的发展。由石油、天然气的开采技术，汽轮机和电动机，核能的开发利用等构成的能源技术体系支撑着世界经济从工业化到信息化的发展。20 世纪 70 年代爆发的石油危机、20 世纪 80 年代环境问题的出现又促进了煤炭液化技术、清洁燃煤技术、燃气轮机技术的创新。随后 20 世纪 90 年代美国开始了页岩气的大规模开发和利用，美国天然气产量的比重从 1996 年的 1.6% 猛增至 2010 年的约 23%。可见，能源技术的创新与管理水平的提升不断改变着目前人类以传统化石能源为主要能源的现状，而且也有利于能源生产效率的提高。随着能源资源稀缺性的日益显现、以石油为主的能源价格的高涨、人类社会应对气候变化的进程以及环境保护意识的加强，人类有意识地削减对化石能源的需求，增加对新能源、可再生能源的开发、利用以及能源效率技术的提升，改变传统能源的使用模式已经成为能源技术变革最重要的特点。可以预期的是，对传统的不可再生能源的生产和消费空间将逐步被压缩，新能源和可再生能源将会占据更大的市场份额。

能源技术的创新与管理水平的提升可以在以下几方面发挥作用：第一，提高能源利用效率。提高能源利用效率的目的是在实现相同经济效果的前提下，减少能源使用量，降低产品或产值的能源单耗，也就是常说的节能。提高能源效率就等于增加能源供应。节能优先是中国能源发展的重要方针。近年来，中国能效水平不断提高，“十一五”期间，中国以能源消费年均 6.6% 的增速支撑了国民经济年均 11.2% 的增长，能源消费弹性系数由“十五”时期的 1.04 下降到 0.59，节约能源 6.3 亿吨标准煤。但与国际先进水平相比，中国能源利用效率总体偏

低,2012 年的万元 GDP 能耗为 0.697 吨标煤,是世界平均水平的 1.8 倍、美国的 2.2 倍、欧盟的3.1 倍、日本的 3.8 倍。第二,改善矿物燃料和生物燃料技术。矿物和生物燃料的开采、运输、加工、使用带来了破坏力最强的环境污染。特别是依赖煤炭的中国,应该改善从开采到燃烧的技术,重点研究提取和转化效率以及减少排放物。比如洁净的燃烧煤发电技术,此外,还有国外正在研发,并认为在未来 20 年有希望获得商业收益的燃料细胞技术,它可以从氢元素中提取能量,效率是目前以燃烧为基础的能源系统的 2 倍。第三,应用高效、低耗的光电系统。在过去 20 年里,光电、太阳能、风力发电系统的成本大幅度降低。目前,与矿物燃料发电相比,风力发电是以上能源中最具有竞争力的。就全世界风力发电潜力而言,可以与水力相提并论。尽管太阳能的竞争力不如风力发电,但具有更大的潜力。光电是潜力最大的一种能源,但要大规模发电还有很长的路要走。

在新能源和新的可再生能源市场的竞争中,发达国家在开发、利用及技术研发投入中均占据领先地位。如果发展中国家不采取积极的措施和大力的投入,抓住机遇,占据一席之地,在未来能源技术的转折时期,又将面临缺乏国际竞争力、经济发展后劲不足、大量技术引进的困境。能源利用技术的研究和开发在中国是一个薄弱环节,中国在研发方面的投入强度一直较低,所以无论是在基础研究还是技术开发方面的原创性都非常有限。

基于中国在未来中短期内能源结构仍将以煤炭为主的特征,能源创新应积极开发节能与煤炭清洁技术,寻求煤炭液化和清洁技术的突破。从能源结构和能源效率两方面来看,中国能源技术水平与国际平均水平有较大的差距,与发达国家的差距更大。中国有提高能源技术水平、优化能源结构、提高能源效率、减少能源(特别是不可再生能源)过度消耗、扩大能源供给来源、减少环境污染、承担国际气候变化压力的潜力和需求。

5.3 能源需求预测方法

5.3.1 能源需求预测的意义和内容

1. 能源需求预测的意义

在进行能源规划时首先遇到的一个问题是:为满足发展国民经济和提高人民生活水平的需要,究竟需要多少能源呢? 这就是说,必须对能源需求量进行预测,它是制定能源规划乃至整个国民经济规划的重要组成部分。

能源需求预测从研究一个国家或地区能源消费的历史和现状开始,分析影响能源消费的各种因素,找出能源消费需求量与这些因素的关系,并根据这些关系对未来能源需求发展趋势做出估计和评价。

能源需求预测与未来可供使用的能源预测相结合,即对未来的能源供求形势做出分析,从而制定优化的能源战略,安排能源建设和节能措施以及能源科研,以保证向新能源结构过渡。同时,在能源供需平衡的基础上,还必须对社会和经济发展、环境影响做出必要的反馈,以实现人类社会可持续发展的目标。

能源需求预测的作用主要是:是进行国民经济和科技发展规划、能源规划、节能规划等的重要依据;是推动技术和产品创新,提高竞争意识的手段;是制定经济、能源、环境领域的政策和决策的参考;是提高人民生活水平、组织社会生活、进行科学管理的重要组成部分。

2. 能源需求预测的特点

与能源规划工作一样，能源需求分析具有连续性、反复性和综合性的特点，并与各部门密切联系、综合平衡，且对分析本身的质量要求高。

能源规划工作是一个连续、反复进行的过程，因此作为其基础工作的能源需求分析也必须反复多次进行，才能使依此制定的能源战略具有适应外界变化的灵活性。

考虑能源供求平衡时常常涉及能源投资情况，注重研究各方面的资金情况和新投资金的限制和筹措、能源供应可能性变化的反馈信息，因此做需求分析时必须重视综合平衡（包括资金平衡、重要物资量平衡、部门和地区平衡），以便及时对需求加以调整，包括增强节能措施或增加对新增能源生产能力的各种备选方案。

人们越来越重视能源规划，因此也就更重视能源需求分析的效率和通盘考虑各方面的政策。能源规划和预测人员重视政策的拟制和备选方案的研究，要求在能源计划的解释方面增加灵活性和适应性，并具有评价风险和不确定性对能源部门决策影响的能力。

3. 能源需求预测的分类及内容

能源需求预测可以分为定性预测和定量预测两类。前者是估计能源需求随某些因素变化的定性关系，例如改变某一因素，其后果是增加还是减少需求量；后者是估计各种政策措施、技术进步或者其他因素对能源需求影响的大小，这就需要预测能源的具体数量，以便在制定政策和规划并确定今后的能源方向及能源科研战略时，起到指导和参考作用。

在一个国家、地区、部门或特定范围内进行能源需求预测时，主要是预测能源总量（包括终端能源消费量与一次能源需求量）及其构成，例如原煤、原油、天然气、核能、水电及其他一次能源需求量（可按实物量或折合标准燃料统一计算）。有时为了需要可专门预测某一种能源的需求量，如国民经济对电力的需求量、交通运输对燃料油的需求量、城市居民能源消费量，等等。

按预测时间的长短一般分为近期、中期及远期预测。

（1）近期能源需求预测。周期约为5—10年。由于时间较近，国民经济的可能发展及其变化比较清晰，能源结构也不可能发生很大变化，因此能源需求预测值比较准确，其结果对国民经济能起指导作用。

（2）中期能源预测。周期约为10—20年。影响能源需求的因素比较难以准确把握，因此预测总是带有各种假设条件。然而，这种预测可以表明在预测期内能源需求量是否能适应国民经济发展的需要，以利于确定近期内需要开始建设的能源工程的规模与种类，从而在能源方案的选择上具有一定的灵活性。

（3）远期能源预测。周期超过20年，甚至到50年。这种预测比较粗略，准确度也颇差，但能提出极其重要的战略性问题，直接影响到近期能源建设和能源科研的一系列政策及决策。能源工业开发周期长、投资大，10年内开发的大型能源基地与重大新技术，一般要在20年后才能充分显示出其威力，影响国民经济的布局与结构。这种预测在进行不同方案的选择时灵活性最大，值得研究的课题也最多。能源结构应如何改变或过渡，需要通过远期预测才能分析清楚。

近期的能源预测对国民经济具有直接的指导作用，然而，重要的能源基地建设、重大技术措施的研究与发展，需要中、远期的预测作为参考，以免陷入盲目性，影响国民经济的发展以及人民生活水平的提高。因此中、远期的能源需求预测与近期的预测一样，同样是不可缺少的重要任务。

5.3.2 能源需求预测方法简述

所谓能源需求预测是指确定能源需求在未来时刻上的可能值。能源需求预测的方法很多,这些方法有各自的特点和不足。能源需求分析方法的研究角度不同,大致可将其分为两类:第一类是能源需求的预测分析方法,主要基于能源系统本身对能源需求进行研究,其中包括传统时间序列趋势法、BP 人工神经网络模型法、灰色模型法和混沌时间序列法。第二类是能源需求的因素分析方法,主要基于整个社会经济系统对能源需求进行研究,其中包括部门分析法、能源消费弹性系数法、投入产出法、RRS 能源因素分析法和情景分析法。①

(1) 部门分析法。该方法是为了直接预测在一定经济发展速度以及一定技术进步条件下的能源需求量。根据实际情况把国民经济依部门划分,利用能源消费量与经济发展速度之间的关系,使用单位产值能源消费量来综合反映各部门能源消费的技术水平和管理水平。模型把国民经济现状作为分析和计算的出发点,直接应用基期年份的产值水平与能源消费量等参数,在假定了各部门的产值增长速度与单位产值能耗变化率后,就可预测出各部门能源消费需求量、总能源需求量和增长趋势。部门划分越细,预测的准确率就越高;反之,预测的准确率就越低。

(2) 传统时间序列趋势法。从能源消费量的过去和现在的统计数据中,按其发生时间的先后次序排成一个序列,找出能源消费量随时间变动的规律,以能源消费量作为时间的函数,使时间外延时,能源消费量的预测值可以从函数关系式解出。该方法的基本思想是能源消费量在将来随时间的变化规律同过去的能源消费量的变化规律是一致的。适用于国家、地区或企业从事短期或中期的能源消费预测。当遇到历史数据起伏较大,或者对未来趋势需要研究误差或探讨转折点时,就必须同其他预测方法相结合。

(3) 能源消费弹性系数法。一个国家和地区的能源消费弹性系数可以宏观地反映本国或本地区国民经济发展与能源消费的统计规律。在某一特定的历史发展阶段,能源消费弹性系数有一个大体上比较稳定的数值范围。根据历史上能源消费与经济增长的统计数据,计算出能源消费弹性系数,然后利用这个值来预测今后年份的能源需求量,该预测法的基本思想是假设一国或地区在未来预测年份的经济发展趋势与过去的经济发展趋势相比无明显的改变。

(4) 投入产出法。能源投入产出分析是研究能源部门与整个国民经济的联系。它从国民经济是一个有机整体出发,同时从能源生产消耗和分配使用两个侧面来全面反映能源产品在国民经济各部门间的运动过程。它不仅能反映能源产品的价值形成过程,也能反映能源产品的使用价值运动过程。

(5) RRS 能源因素分析法。是 20 世纪 80 年代初由欧洲的 Rhys 提出的一种简单实用的因素分析法,接着德国学者 Reitler、Rudolph 和 Schaefer 在其方法的基础上加以完善,把影响工业能源消费的因素分解为四个部分,即工业总产值增长因素、工业结构因素、能源利用效率因素以及其他因素。

(6) BP 人工神经网络模型法。神经网络是一种由若干互连处理单元组成的并行计算系统。而前馈神经网络则是神经网络体系结构中的一种,它是指一层中的所有权重直接指向下一个网络层的节点,权重不循环回来作为前一层的输入;前馈神经网络通常使用 BP (Back Propagation)算法作为训练方法。BP 算法是通过从输出层开始修改权重,然后反向移动到网

① 资料来源:韩君(2008)对这些方法进行了比较全面的介绍和归纳总结。

络的隐层，来进行反向学习。

（7）情景分析法。是从未来社会发展的目标情景设想出发，来构想未来的能源需求，这种构想可以不局限于目前已知的条件限制，允许人们首先考虑未来希望达成的目标，然后再来分析达成这一目标所要采取的措施和可行性。

（8）灰色模型法。在控制论中，将已知信息的系统称为白色系统，未知信息的系统称为黑色系统，而系统中既含有已知又含有未知或不完全信息的系统称为灰色系统。1982 年邓聚龙教授创立了灰色系统理论，开辟了控制论新的研究方法。概括来讲，灰色系统理论是以“部分信息已知，部分信息未知”的小样本、贫信息不确定性系统为研究对象，主要通过对“部分”已知信息的生成、开发，提取有价值的信息，对系统运行行为、演化规律进行正确描述和有效监控。灰色预测所用的模型一般为 GM(1,1)，它是一个关于变量数列的一阶微分方程的时间响应函数，由于可用于定量分析与预测而被视为灰色系统中的核心模型。能源系统是一个复杂的系统，其影响因素有些是已知的，有些是未知的，因此，可以把能源系统作为灰色系统进行处理，灰色预测模型在能源供求预测中得到了广泛的应用。关于该模型及其具体运用，在 5.6 节能源供给预测方法中讲解，这里不再赘述。

（9）混沌时间序列法。是由 Farmer D. J. 提出、Takens 用数学为之奠定坚实基础的相空间重构方法。混沌理论以系统中出现的内在随机现象为研究对象，分析随机现象形成的过程和内在机制，它是关于系统从有序间或变为无序状态的一种演化理论。简单来说，混沌就是事物发展过程中的不确定性或者说是一个确定性系统中产生的近似随机性，这种随机性不是外因加于系统的，而是系统的内部随机性。

以下详细介绍能源消费弹性系数模型。

5.3.3 弹性系数预测模型

这里所说的预测是指服务于全国、地区或行业规划的短、中或长期的能源预测，而不是服务于行业或企业运行的超短期预测。

弹性系数模型是最简单、最综合的模型，即

$$E = kG^e \quad 或 \quad \ln E = \ln k + e\ln G$$

其中，E 为内生变量——能源需求量；G 为外生变量——宏观经济指标，如 GNP、GDP、社会总产值或工农业总产值等；k 和 e 为宏观经济常数，e 即弹性系数，利用数值拟合技术很容易从历史样本数据中得到 k 和 e。

设 $\ln E = y$，$\ln G = x$，$\ln k = a$，则上式可写为：

$$y = a + ex$$

可选用相应历史年度的数据 y_i 和 x_i。按照最小二乘法，得到最好的直线方程中的参数 e 和 a 的估计值为：

$$e = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}, a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i - e \cdot \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

对回归方程进行检验，一个简单的检验方法是计算出 x 与 y 之间的相关系数：

$$r=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_iy_i-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i\sum_{i=1}^{n}y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}x_i^2-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)^2}\cdot\sqrt{\sum_{i=1}^{n}y_i^2-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)^2}}$$

若 r 接近于 1,则表示 x 与 y 之间确实存在线性关系。当然,严格来讲还必须进行许多项检验,但一般在计算能源弹性系数时,如果相关系数接近于 1,则可粗略地认为可以接受。

由于影响弹性系数的因素有很多,因此用历史的弹性系数预测未来能源需求量的可信度较差。但鉴于此法简单、快捷,人们往往用来快速粗略地估算,或用以校核其他方法所得的能源需求量。在进行粗略估算时,能源弹性系数的取值往往用于分析本国历史上弹性系数的变化情况及其影响因素,如节能率、产业结构等,再参考国际上相应的弹性系数值,通过专家想定加以估计。

从总体上来讲,发展中国家的弹性系数一般都大于发达国家,而且大于 1。这是因为发展中国家经济处于发展阶段,技术相对落后,虽然其节能潜力不小,但开展节能工作的能力与资金有限,且经济发展对能源的需求大幅度提高。而发达国家已处于后工业化阶段,经济发展缓慢,且自 1973 年石油危机后注意节能,故弹性系数都较小。

5.4 能源供给

5.4.1 能源供给的内涵

按照经济学定义,能源供给是指生产者在一定时期内在各种可能的价格水平下愿意并且能够提供出售的该能源商品的数量。根据定义,如果生产者对该能源商品只有出售的欲望而没有出售的能力,就不能认为是经济学意义上的供给。生产者的供给一定同时包含两个层面才能构成有效供给,即必须有提供出售的欲望和能力,二者缺一不可。

能源供给是能源经济学的一个基本概念,在实际应用中需要注意能源供给与能源生产的区别。能源供给量是有效能源供给的反映,当能源需求充足,且不存在库存的前提下,能源供给在量上等于能源生产,可以用关系式表示为:

$$\text{生产量}=\text{供应量}=\text{供给量}+\text{库存}$$

但由于能源供给一般很难测度,因此在实际分析中仍经常用能源生产代替能源供给。本书在没有特别提示的情况下一般也不严格区分两个概念的差异。

能源供给具有两个基本属性:能源资源的有限性和能源资源的区域性。前者是指能源资源的稀缺性,突显能源配置和高效率使用的重要性;后者是指能源资源分布的非均衡性,表明存在数量或质量上的显著地域差异及其特殊的分布规律。能源分布的地域不平衡性,要求不同国家或者地区在制定经济增长方式时必须充分考虑当地的能源资源禀赋,制定切实可行的能源政策和产业发展政策。

能源供给主要包括以下两方面的问题:

第一,能源生产运输能力和能源供给结构,即相互协调与匹配的能源生产、加工转换、运输储备等供给能力和结构布局。传统化石能源(煤炭、石油、天然气)和可再生能源(风能、太阳能、生物质能)生产的各环节均存在能源基础设施的建设、开发利用现状、生产技术水平、能源产业布局和产业组织结构等问题。能源产业是能源供应的主体,能源投资是建设和完善能源

供应体系的必要条件，能源供给结构不仅包括能源产业结构，也包括能源投资结构，是能源供应体系层次提升的关键。关于能源投资结构问题，我们将在5.5节能源供给的主要影响因素一节中具体讨论，这里仅分析能源产业结构问题。

能源产业结构是指传统能源和新能源各产业的构成及各产业之间的联系及比例关系。其中，传统能源行业包括煤炭（煤炭开采和洗选业、煤制品制造）、石油天然气（原油和天然气开采、精炼石油产品制造等）、电力（燃煤发电、燃油天然气发电、水电、输配电网等）。新能源产业包括太阳能发电（主要指光伏、光热发电）、风力发电、地热能、海洋能、生物质能等。

能源产业结构与产业结构的关系十分紧密。以我国为例，有研究结果表明，在产业结构中，工业对能源产业结构的影响最大，在能源产业结构中，煤炭对产业结构的影响最大，非工业部门则对电力较敏感；新技术的应用、新产业的出现、新能源的推广，推动了能源消费效率的提高，改变了能源产业结构与产业结构之间传统的内在联系。

不同的能源具有不同的利用效率，且能源多样化程度越高，能源系统的安全性越高。因此，能源供给结构的优化一般要考虑两方面的问题：一是提高优质能源比例，二是提高能源品种多样性。与能源供给结构一样，电源结构中，来自优质能源发电量所占的比例越大，电力系统效率越高，同时对环境产生的污染越小。另外，能源需求结构在很大程度上受制于能源供给结构，因此，要优化能源需求结构，还得从源头做起，从改善和优化能源供给结构做起。可以说提高优质能源的比例是能源供给结构优化的具体体现，其关键在于大力开发和生产新能源及可再生能源。从全球范围来看，世界能源供给正朝着多样、清洁、高效、全球化和市场化的方向发展。可持续发展、环境保护在很大程度上决定了全球能源多元化发展的格局。许多国家提出了明确的发展目标，制定了支持可再生能源发展的法规和政策，使可再生能源技术水平不断提高，成为促进能源多样化和实现可持续发展的关键。例如，为了促进可再生能源发展，许多国家制定了相应的发展战略和规划，明确了可再生能源发展目标。1997年，欧盟提出可再生能源在一次能源消费中的比例将从1996年的6%提高到2010年的12%，可再生能源发电量占总发电量的比例将从1997年的14%提高到2010年的22%。2007年年初，欧盟又提出了新的发展目标，要求到2020年，可再生能源消费占到全部能源消费的20%，可再生能源发电量占到全部发电量的30%。美国、日本、澳大利亚、印度、巴西等国也制定了明确的可再生能源发展目标，引导可再生能源的发展。中国于2007年通过的《可再生能源中长期发展规划》中明确提出，要把发展可再生能源作为一项重大战略举措，加快水电、太阳能、风能、生物质能发电、沼气的开发利用。其主要目标之一就是提高可再生能源比重，促进能源结构调整。加快推进风力发电、生物质能发电、太阳能发电的产业化发展，逐步提高优质清洁可再生能源在能源结构中的比例，力争到2010年使可再生能源消费量达到能源消费总量的10%左右，到2020年达到15%左右。表5-2表明在2001—2012年间，中国的煤炭生产比例稳定在76%—77%左右，原油生产占比逐年减少，而清洁能源的天然气、水电、核电、风电的生产占比在十余年间缓慢提升。这说明中国煤炭生产依然占主导地位，原油生产占一次能源的比例显著下降，而清洁能源生产在能源占比中的提高也说明中国产业政策的制定和引导起到了促进可再生能源生产的积极作用。

表 5-2　中国一次能源生产占比(2001—2012 年)　　单位:%

一次能源	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
原煤	76.5	77.8	76.6	77.3	76.8	77.7	77.8	77.6	77.1	76.2	73.5	73.0
原油	8.9	9.1	9.8	9.9	10.5	10.8	11.3	12.0	12.8	14.1	15.8	16.3
天然气	4.3	4.3	4.2	4.1	4.1	3.7	3.4	3.0	2.8	2.7	2.9	2.8
水电、核电、风电	10.3	8.8	9.4	8.7	8.6	7.8	7.5	7.4	7.3	7.0	7.8	7.9

资料来源:《中国统计年鉴》历年。

一次能源品种供给结构多样化程度可以用香农—维纳指数①(Shannon-Weiner index)来度量,计算公式为:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} S_i \ln S_i \quad (H' \geqslant 0)$$

其中,n 为一次能源供给系统中的能源品种数目,S_i 为一次能源品种 i 的供给量占一次能源总供给量的比例,H'反映一次能源供给系统的多样性程度。原因在于香农—维纳多样性指数中包含两个因素:能源品种数目,即丰富度;各能源品种供给占总体能源比例的平均性(equitability)或均匀性(evenness)。能源品种种类数目多,可增加多样性;同时,能源品种之间分配的均匀性提高,也可增加多样性。当一次能源供给的种类越多(即 n 越大),能源供给中的各种能源所占比例趋于均等时,一次能源供给多样性指数也越大。只有一种能源品种时,$S_i = 1$,$H' = 0$。H'指数越大,表示不确定性大,进而能源系统中未知的因素越多,也就是多样性越高。

中华人民共和国成立之初,一次能源供给结构多样化指数为 0.176,其中煤炭占 96.3%,水电占 3%,石油占 0.7%,煤炭占绝对主导地位,多样化指数偏低,一旦煤炭生产遭受重创,将严重危及中国能源供给。

2012 年,中国一次能源中煤炭比重为 76.5%,原油下降为 8.9%,水电上升为 9.2%②(含抽水蓄能),天然气从无到有,比重占到 4.3%,此时一次能源供给结构多样化指数增加为 0.775,说明能源结构有了较大改进。假设上述四种能源所占比例均等,那么多元化指数值将为 1.386,这意味着截止到 2012 年年末中国能源多样化还存在较大差距,原因是煤炭的比例仍然远远高于其他能源品种的比例。

第二,能源供给的保障安全。能源安全分为能源供给安全和能源使用安全,前者包括能源的开采、加工转换、运输储备等各环节,即具体的技术层面的生产保障安全问题;后者包括能源的贸易、效率与环境,具体体现在以下三个方面:一是通过贸易手段从他国获取充足、稳定、可用的能源供给。二是提高能源的利用效率,以较低的能源消费支持快速的经济增长。能源效率分为能源经济效率和能源技术效率,前者表现为以单位 GDP 能耗为指标的能源强度,后者表现为单位产品能耗。三是能源在生产和利用的不同阶段均有可能发生能源外泄等产生的破坏植被、土壤、水体、大气等环境污染问题。

能源供给安全和高效利用是保证国家经济可持续发展战略层面的安全问题。在大多数情

① 香农—维纳指数原本是用来描述生态系统中生物多样性的统计量,即用来估算群落多样性的高低。在经济学中可以用来描述一个地区中经济活动的分布。

② 截至 2012 年年底,全国发电装机容量达到 114 491 万千瓦,其中,水电 24 890 万千瓦(含抽水蓄能 2 031 万千瓦)。

况下，能源供给安全一般是指石油安全。探讨石油安全概念及其演变，分析发达国家中主要石油消费国的石油安全战略，对于目前日益倚重海外进口石油的中国来说，是十分必要的。这种对海外进口能源的依赖决定了能源安全需要重视两个方面：一是外部能源资源的可用性（accessibility），二是外部能源资源的可受性（affordability）。

针对上述能源供给存在的问题，应对思路一般是：推动高新技术产业和现代服务业的发展，实现产业结构的优化，倒逼能源供给结构的优化；节约能源，提高能源使用效率，大力发展新型清洁能源和可再生能源，这也是大多数国家应对能源紧缺、保障能源供应的重要发展方向；协调经济建设和能源建设、经济结构与能源消费结构、中国各区域经济和能源发展的关系。

专 栏

多样性指数

多样性指数是用来描述一个群落的多样性的统计量。在生态学中，它被用来描述生态系统中的生物多样性，在经济学中可以用来描述一个地区中经济活动的分布。多样性指数经常被用来估算任何一个群落，每个成员都属于一个独特的群体或物种。在很多情况下，多样性指数的估计量是有偏的，因此相似的值之间往往不能直接比较。这里重点介绍常用的香农多样性指数和辛普森多样性指数。

香农多样性指数

香农多样性指数（Shannon's diversity index）被用来估算群落多样性的高低，也叫香农—维纳（Shannon-Wiener）或香农—韦弗（Shannon-Weaver）指数。公式如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

其中，S 表示总的物种数，p_i 表示第 i 个物种占总数的比例。当群落中只有一个居群存在时，香农指数达到最小值 0；当群落中有两个以上的居群存在，且每个居群仅有一个成员时，香农指数达到最大值 $\ln k$。

辛普森多样性指数

辛普森在 1949 年提出过这样的问题：在无限大小的群落中，随机取样得到同样的两个标本，它们的概率是什么呢？

如在加拿大北部森林中，随机采取两株树标本，属同一个种的概率就很高。相反，如果在热带雨林中随机取样，两株树属同一种的概率就很低，他从这个想法出发，得出辛普森多样性指数（Simpson's diversity index）。用公式表示为：

辛普森多样性指数 = 随机取样的两个个体属于不同种的概率

= 1 - 随机取样的两个个体属于同种的概率

设物种 i 的个体数占群落中总个体数的比例为 P_i，那么，随机取到物种 i 两个个体的联合概率就为 P_i^2。

如果我们将群落中全部物种的概率合起来，就可得到辛普森多样性指数 D，即：

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

其中，S 为物种数目。

辛普森多样性指数的最小值是 0；最大值为 $D_m = 1 - 1/S$。

前一种情况出现在全部个体均属于同一种的时候，后一种情况出现在每个个体分别属于不同种的时候。

例如，甲群落中A、B两个种的个体数分别为99和1，而乙群落中A、B两个种的个体数均为50，按辛普森多样性指数计算，

甲群落的辛普森多样性指数：$D_1 = 1 - (0.99^2 + 0.01^2) = 0.0198$

乙群落的辛普森多样性指数：$D_2 = 1 - (0.5^2 + 0.5^2) = 0.5$

乙群落的多样性高于甲群落。造成这两个群落多样性差异的主要原因是种的不均匀性，从丰富度来看，两个群落是一样的，但均匀度不同。

5.4.2 能源供给弹性

能源弹性系数的特点是综合性强并能概括多种因素。能源弹性系数在一个国家的年度之间以及不同国家之间有很大的差异。它受各国或各时期的经济结构、管理体制、资源状况、技术水平、人口多寡、气候条件等多种因素的影响。

为了更好地理解能源供给与能源价格、能源生产量与国民经济增长之间的关系，本部分介绍能源供给价格弹性和能源生产弹性系数。

1. 能源供给价格弹性

能源供给价格弹性是指在其他条件不变的情况下，能源价格的相对变动所引起的能源供给量的相对变动比率，即能源供给量的变化率与能源价格变化率之比。计算公式为：

$$E_s = \frac{\Delta Q_s / Q_s}{\Delta P / P} = \frac{\Delta Q_s}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q_s}$$

其中，Q_s 代表能源供给量，ΔQ_s 代表能源供给变动量，P 代表能源价格，ΔP 代表能源价格变动量。

这里需要指出的是，在通常情况下，按照供给定律，供给量与市场价格同向变动，$\frac{\Delta Q_s}{\Delta P}$一般为正，因此，$E_s$ 为正值，即能源供给弹性与一般产品供给弹性一样，为正值，且能源供给价格弹性的数值通常在0到∞之间。

和能源需求价格弹性一样，能源供给价格弹性一般来说也是时间越长，其供给价格弹性也越大。在技术一定的前提下，由于能源产业属于资本密集型产业，投资大、周期长，能源供给无法随着市场价格的变化而同向变化，短期能源供给总量和结构也难以随价格的变化做出大的调整，能源供给价格弹性一般比较小。在长期，如果能源价格持续偏高，能源生产企业利润增加，就会增加投资，增加供给，能源消费企业则会增加研发投资，促进技术进步，提高能源使用效率，利用相对便宜的能源品种代替比较昂贵的能源品种，因此，长期能源供给总量和结构随价格调整的幅度会增加，长期能源供给价格弹性较大。

由于调整产量的难度极大，加上化石能源受到储量的限制，决定了能源供给价格弹性一般较小，且通常情况下，由于供给价格弹性小于需求价格弹性，供求缺口出现可能导致价格大幅波动。

2. 能源生产弹性系数

能源生产弹性系数亦称能源生产增长系数，是指能源产量增长速度相对于国民经济增长速度的比值，是反映能源生产量的增长同国民经济增长之间关系的指标。计算公式为：

$$\text{能源生产弹性系数} = \frac{\text{能源生产总量年平均增长速度}}{\text{国民经济年平均增长速度}}$$

能源生产弹性系数小于1,表明能源生产增速落后于经济增长的速度;大于1,表明能源生产增速快于经济增长的速度;等于1,表明两者同步。

我们可以根据上述概念,引申出行业的能源生产弹性系数,例如电力生产弹性系数的计算公式为:

$$\text{电力生产弹性系数} = \frac{\text{发电量年平均增长率}}{\text{GDP 年平均增长率}}$$

表5-3是世界主要国家能源生产弹性系数。表中美国、法国、中国和印度四国在2000—2005年、1990—2000年、2000—2008年三段不同时期的能源生产弹性系数均小于1,表明GDP增速快于能源生产增速;德国在1990—2008年各时期的弹性系数均为负,主要是由能源生产增速为负所导致(除1995—2000年GDP增速为负以外);日本在1990—2000年间弹性系数为大于1的正值,说明能源生产增速快于GDP增速,2000—2008年间为绝对值大于1的负值,说明能源生产增速快于GDP增速且GDP增速为负。

表5-3 世界主要国家能源生产弹性系数(1990—2008年)

国别	1990—1995	1995—2000	2000—2005	1990—2000	2000—2008
美国	0.06	0.04	-0.24	0.05	0.14
英国	2.61	0.34	-2.24	1.09	-2.31
法国	2.43	0.26	0.46	0.83	0.23
德国	-2.55	-0.48	-0.01	-1.51	-0.16
日本	3.66	1.23	-0.88	2.64	-1.89
韩国	-0.08	2.05	1.24	0.69	0.91
中国	0.34	0.02	0.95	0.2	0.8
印度	0.51	-0.19	0.41	0.14	0.4

资料来源:能源观察网(http://www.chinaero.com.cn/nysj/nyytj/06/29822.shtml)。

电力生产弹性系数具有阶段性特征,即电力生产弹性系数主要反映某一阶段电力与经济增长的关系,单独年份的弹性系数不具有代表性。电力生产弹性系数还具有不完全可比性的特征,即经济结构与电力消费结构相似的地区,其电力生产弹性系数并不一定相同。

从产业定量分析来看,影响电力生产弹性系数的因素主要有经济增长速度、单位GDP实现的居民生活用电量、产业增加值比重和产业产值单耗。若经济增长速度过慢,由于产业结构和产业产值单耗具有相对稳定性,电力生产弹性系数容易出现突增的情况。若单位GDP实现的居民生活用电量增加,将使电力生产弹性系数增大,反之,将使其减小。电力生产弹性系数的变化主要取决于以产业结构为权重的第三产业单耗的加权平均。经济结构变化引起用电弹性系数变化的幅度较大,当第二产业比重增加时,弹性系数向增大的方向变化。而产值单耗变化引起用电弹性系数变化的幅度相对较小。另外,居民生活用电的增加,将使用电弹性系数增大。

中国电力生产弹性系数变化的一般规律是:电力供需矛盾紧张时,电力生产弹性系数一般偏小。随着产业结构的逐步升级、工业化程度的不断提高,电力生产弹性系数经历了一个由大到小,再由小到大的过程。在一定的发展阶段,电力生产弹性系数基本围绕某一特定水平波动,这一数值反映了这一时期经济增长与电力需求增长相对稳定的关系。这期间经济增长与

电力需求增长自身的偶然波动性，会使电力生产弹性系数在短时间内偏离这一数值，但偏离时间不会很长。当发生产业结构调整、产品结构调整、就业结构调整等重大调整时，一般都会伴随电力生产弹性系数的较大幅度波动。表5-4中中国能源生产和电力生产弹性系数变化趋势正是这一时期中国经济增速与电力生产增速关系的具体体现。

表5-4　中国能源生产和电力生产弹性系数(2000—2013年)

年份	能源生产弹性系数	电力生产弹性系数	年份	能源生产弹性系数	电力生产弹性系数
2000	0.28	1.12	2007	0.46	1.02
2001	0.79	1.11	2008	0.56	0.58
2002	0.52	1.29	2009	0.59	0.77
2003	1.41	1.55	2010	0.78	1.28
2004	1.43	1.51	2011	0.76	1.29
2005	0.88	1.19	2012	0.57	0.75
2006	0.58	1.15	2013	0.31	0.97

资料来源：中华人民共和国国家统计局网站(http://www.stats.gov.cn/)。

5.5　能源供给的主要影响因素

能源作为一种稀缺资源，其供给的主要影响因素包括资源禀赋、能源价格、能源投资和偶发因素。

5.5.1　资源禀赋

资源禀赋又称为要素禀赋，指一国拥有各种生产要素，包括劳动力、资本、土地、技术、管理等的丰歉。能源资源禀赋是指一个国家或者地区各种能源资源的储藏量。一个国家能源供给总量和供给结构很大程度上是由该国的能源禀赋所决定的。能源禀赋是影响能源供给的最主要的因素。虽然地球上的能源资源禀赋是一定的，但由于受技术、资金、人力、地质等因素的制约，地球上的能源储藏量是一个逐步发现的过程，另外有些储量虽然已被发现，但受一定因素的制约，暂时不具备开采的条件或者开采的价值，因此，储藏量又分为已探明储藏量和已探明可开采储藏量[①]，通常已探明可开采储藏量更具有实际意义，因为可以在比较明确的经济、技术及时间条件下，形成实际的供给能力。

资源禀赋客观上为一国或者一地区的经济发展提供了重要的物质基础，但自然资源丰富的地区经济发展反而落后这一“资源悖论”现象，说明二者间没有必然的联系。图5-8是世界各大洲(区域)石油探明储量。其中，中东石油储量占比达60%，其次是中南美和北美，合计约占总量的16%，欧洲及亚欧大陆以11%位居第三位。显然，作为具有战略能源的石油，其分布区域与经济发达程度没有必然联系。

① 关于储藏量的概念可参考3.3.1“可耗竭资源概念、特点及开采原则”一节。

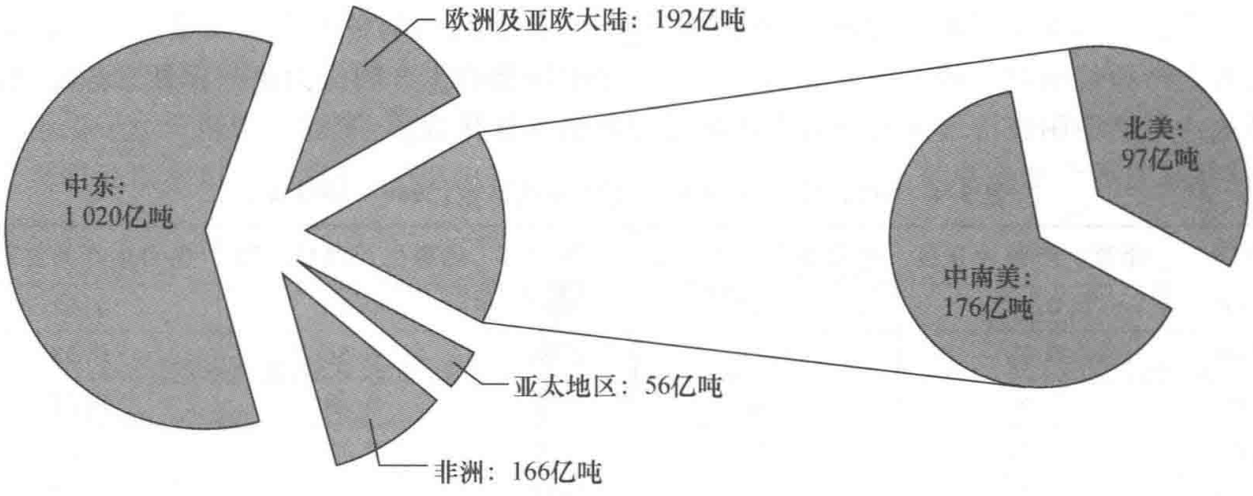


图 5-8　世界各大洲(区域)石油探明储量

资料来源：中国能源咨询网，有改动。

《2012 中国矿产资源报告》显示，截至 2011 年年底，中国石油可采储量 32.4 亿吨，天然气 4.02 万亿立方米，煤炭查明资源储量 1.38 万亿吨，铁矿 743.9 亿吨，铜矿 8 612 万吨，铝土矿 38.7 亿吨，金 7 419 吨。

中国矿产资源的特点是：第一，种类齐全，资源总量丰富。目前中国已发现矿种 172 种，其中探明储量的有 160 种。在已发现的矿产中，有能源矿产 10 种、金属矿产 54 种、非金属矿产 93 种、水气矿产 3 种。第二，人均资源量少，部分资源供需失衡。人口多、矿产资源人均量低是中国的基本国情。中国人均矿产资源拥有量在世界上处于较低水平。金刚石、铂、铬铁矿、钾盐等矿产资源供需缺口较大。第三，优劣矿并存。既有品质优良的矿石，又有低品位、组分复杂的矿石。钨、锡、稀土、钼、锑、滑石、菱镁矿、石墨等矿产资源品质较高，而铁、锰、铝、铜、磷等矿产资源贫矿多、共生与伴生矿多、难选冶矿多。第四，经济可利用性差或经济意义未确定的资源储量多，经济可利用的资源储量少；控制和推断的资源储量多，探明的资源储量少。

目前，中国 90% 以上的一次性能源来自煤炭、石油和天然气等主要矿产资源，其中，煤炭占 67%、石油占 23%、天然气占 2.8%。中国石油探明率不到 35%，天然气探明率也不到 13%。中国的能源生产和消费结构以煤为主，煤炭在能源资源储量和产量中的比重，决定了其仍将在相当长的时期内占据能源供给的主要地位。

表 5-5　2012 年世界各洲(区域)传统能源储采比(R/P)

能源种类	石油	煤炭	天然气
中东	78.1	—	—
中南美	—	129	42.8
北美	38.7	244	12.1
欧洲	22.4	238	56.4
非洲	37.7	124	67.1
亚太	13.6	51	31.5
世界	52.9	109	55.7

注：储采比又称为储量寿命，是反映化石能源供给的一个重要指标，它着眼于能源资源储量与生产量间的关系。储采比数值越高，意味着按目前的生产能力可开采的寿命越长。

资料来源：BP Statistical Review of World Energy(2012)。

5.5.2 能源价格

与任何其他商品一样，能源价格既是影响能源需求，也是影响能源供给的主要因素之一。在其他条件一定的情况下，能源价格提高，意味着企业利润增加，追逐利润最大化的企业会增加供给；反之，利润减少，企业就会减少能源的供给。

与一般产品不同的是，能源作为稀缺性资源，随着消费量的增加，长期来看除非有稳定且可大规模利用的可替代能源品种的出现，否则其价格趋于走高。但在短期内，能源生产或供给几乎不受价格的影响，原因在于：首先，能源产业作为资本密集型产业，其生产前期的要素投入比重非常大，而生产过程中要素投入所占比重相对较小，产量对生产过程中的要素投入是不敏感的，且要素投入对产出有一个明显的较长的时滞。其次，能源供给受到已探明可采储量的限制，在技术不发生变化的前提下，一定时期内可开采的数量是一定的，同时，能源投资期长，短期内调整产量的能力很有限，因此，能源价格对能源资源供给的影响较一般产品小。短期内，能源供给对价格的反应主要通过剩余产能来实现。例如，在国际石油市场上，石油供需一直比较紧张，非欧佩克国家基本上已开足马力，按最大生产能力进行生产，这意味着其短期能源供给曲线为一条垂直线，供给价格弹性为零，只有沙特阿拉伯这样的欧佩克成员大国才留有一定的剩余产能，当市场供不应求时，增加产出来平衡供需。

图 5-9 中欧佩克国家原油剩余产能与西得克萨斯（WTI）原油期货价格关系走势可分为三个阶段：第一，期货价格低位震荡徘徊期，反向对应原油剩余产能（2001 年至 2003 年年底）。这期间原油期货平均价格始终处于 40 美元以下，且期货价格最低点超前于原油剩余产能，二者呈现负相关关系。第二，期货价格震荡走高，逐渐达到最高值，反向对应原油剩余产能（2004 年第一季度至 2008 年第二季度）。原油期货价格在 2008 年第二季度达到 127.06 美元/桶，随后一个季度剩余产能达到相对最低点，即 100 万桶/每天。第三，期货价格跌落至谷底（2009 年第一季度）后的第三节季度反弹逐渐走高，对应剩余产能逐渐走高（2008 年第三季度至 2012 年第一季度）。总体结论是，出期货价格波动超前于剩余产能且二者表现出负相关的关系。这意味着当剩余产能减少时，原油期货市场提前表现出价格走高的趋势；反之亦然。

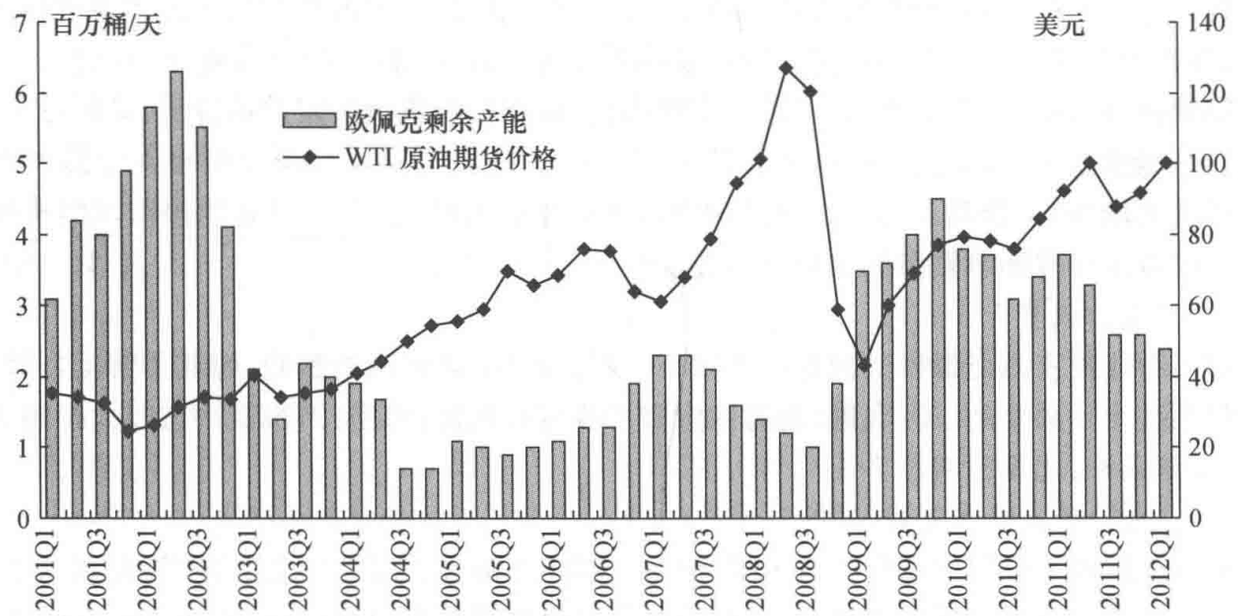


图 5-9 OPEC 国家原油剩余产能与 WTI 原油期货价格关系

资料来源：U. S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook, May 2012。

随着世界经济的发展，传统化石能源的稀缺性日益凸显，能源过度使用使得人类不得不考虑治理环境污染时必须付出的成本代价，因此，能源价格不仅应该是供需平衡时一般商品价格的体现，也应该反映资源稀缺性、负外部性以及能源资源耗竭后的退出成本等因素。

5.5.3 能源投资

（一）能源投资的概念及其内涵

面对能源资源的稀缺性，如何对有限的能源资源禀赋实现优化配置，是亟待解决的问题，有效的能源投资也就显得尤为重要。

能源投资是指投资主体在能源生产、流通和消费领域进行的固定资产投资活动。具体来说，能源投资活动包括以下三个方面的内容：

（1）在生产领域，能源投资是指投资主体从事能源勘探、开发、生产、加工和转换等活动中的固定资产投资。如企业在石油、天然气开采、原煤加工转化等活动中形成的固定资产投资。

（2）在流通领域，能源投资是指投资主体在从事能源输送和流转等活动中的固定资产投资。如企业在输送煤炭、石油、天然气等活动中对管道设施、运输工具等的建设和购置以及相关费用。

（3）在消费领域，能源投资是指投资主体为形成企业、事业、行政单位及居民对能源的使用而进行的固定资产投资，具体表现为用户端及附属设施的投资，如房地产开发投资中对于天然气管道、供热设施、供电设施等的投资。

能源投资对能源供给的影响主要体现在两个方面：

（1）能源投资是能源供给物质体系形成的基础，是能源可否稳定、经济、清洁地供给的根本保障。根据上述能源投资的内涵，能源投资不仅包括生产性固定资产，也包括非生产性固定资产；不仅包括能源产业，也包括非能源产业。

（2）能源研发投资是推动能源技术进步的主要因素。能源供给的增加和能源使用效率的提高，最现实和最有效的途径是能源技术的进步及创新。在能源和其他技术创新过程中，能源研发具有重要作用。因此，能源研发投资引发的技术进步是影响能源供给的主要因素之一。

稀缺性资源的合理、科学配置是经济学关注的焦点问题。能源投资决策的主要内容包括：第一，能源产业投资额的大小。其决定因素主要取决于经济增长、能源价格、投资利润率及产业政策导向等。第二，投资方向、领域及能源品种，即在投资数量一定的前提下，是投向基础设施建设还是技术研发，是投向传统化石能源产业（如石油）还是新能源及可再生能源产业（如风能或者太阳能）。合理的能源投资结构有助于改善供给结构，进而引导能源需求结构优化。结构的改善往往伴随着资源配置效率的提高。

（二）电力投资

电力行业投资是能源投资的重中之重，对国民经济有着很大的影响，因此了解电力投资的规划问题是十分必要的。在我国，电力固定资产投资在能源固定资产投资中占较大份额，特别是2000年以来，比重已超过2/3。

1. 电力投资的概念及其内涵

电力固定资产投资主要包含电力基础建设投资、更新改造投资、以大代小投资和城乡电网投资。对电力产业甚至国民经济而言，电力投资具有投资的双重效应：一方面为电力产业带来供给效应，直观上即为发电量的增加；另一方面为电力产业及电力相关的上下游产业带来需求效应，例如，电力投资项目投产后要新增电力装机容量，为经济增长提供必需的电力供给，其他

投资项目投产后，大部分要形成固定资产，这些固定资产无论是进入生产领域还是生活领域，都要产生大量的电力需求。一般而言，电力投资的增长略微滞后于电力消费的增长，这是由于发电机组从建设到投产运行需要2—3年的时间，大型的火电机组和水电机组的建设周期更长，而人们的投资行为一般是根据现货市场上的需求做出的。

从图5-10来看，电力固定资产投资和发电量在1978—2013年间增长的趋势大体相同，基本上均表现为由前期的缓慢增长逐渐加速，二者具有良好的趋同性。电力固定资产投资从1978年改革之初到2000年缓慢增长，1985年前后增长开始提速。2001—2008年，电力固定资产投资在2001年出现回落，接着从2002年开始快速增加到2009年的高点，截至2013年，电力固定资产投资出现徘徊不前的局面。整体来看，从改革开始到2013年这一时期，电力固定资产投资仍然表现为大幅增长。电力固定资产投资的快速增长，不仅为电力相关产业带来强劲的需求效应，而且极大地提高了我国的电力供应能力。

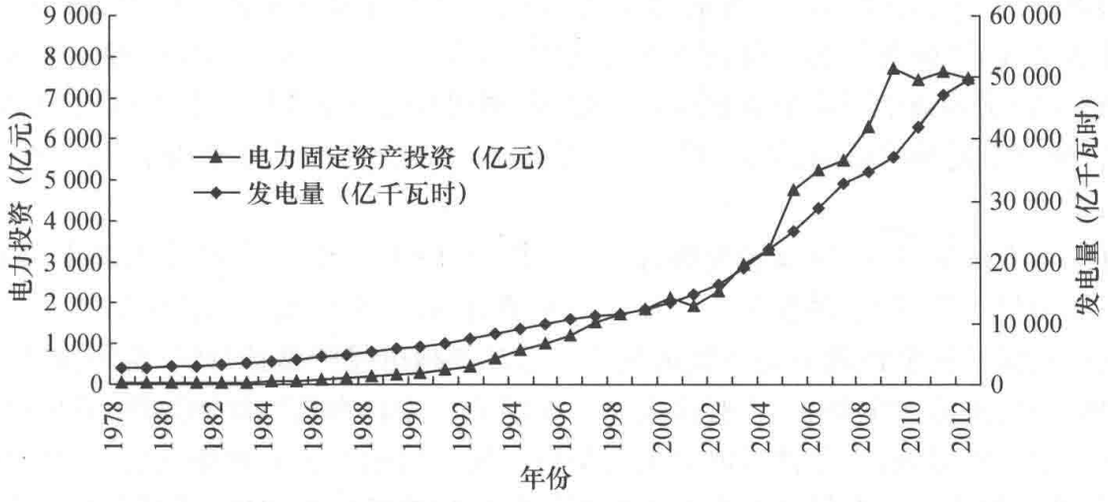


图5-10　中国电力固定资产投资和发电量变化趋势

资料来源：发电量来自《中国统计年鉴》（各期），电力固定资产投资来自《中国电力年鉴》（各期）与电监会《电力监管年度报告》（2006—2011年）。

2. 电力投资结构

电力投资结构包括三个方面：

（1）电力投资主体结构，主要是指电力行业投资经营的主体。对于具有垄断性质的电力市场，引入银行、外资等社会多元主体的融资模式具有重要意义。在我国，虽然电力企业可以更加方便地通过资本与证券市场进行融资，国家也允许民间资本进入电力市场，但国有及国有控股投资依然是电力投资的主体。电力投资主体主要有：五大发电集团公司（华能集团、大唐集团、华电集团、国电集团、中国电力投资集团），三峡总公司、国投电力公司和国华电力公司，地方国有企业，外资，民间资本。

（2）电力投资结构变动，主要是指提供能源生产性和非生产性固定资产投资以及研发投资。在我国，电力产业投资的主体是生产性质的电力工程建设投资，其中包括电网工程投资和电源工程投资。

（3）电源结构，即电源投资构成是化石能源还是非化石能源，以及各自内部的不同产业部门。从我国的电源结构看，我国能源资源以煤为主，因此，至少在2020年以前，燃煤发电仍处于稳定发展阶段。

3. 电力投资健康发展的建议

电力工业作为国民经济的重要基础工业，是国家经济发展的先行产业，对经济增长有很强

的推动作用。加大对电力产业的投资以使电力供应能够满足经济增长的需求，不仅是确保GDP稳定增长的必要途径，也是保障能源供给的重要手段。尤其是从长期来看，为了保证足够的能源投资，并通过能源投资方向来引导能源产业合理发展，通过改善能源供给结构来优化能源需求结构，保证经济持续、稳定、健康发展，我国在能源投资决策中应注意以下几点：

（1）保持电力投资平稳适度超前增长，电力各行业协调发展。在较短时期内，电力投资增长与全社会投资增长（或工业投资增长）可以不太吻合，但前者如果长期低于后者，并且增速差距逐渐扩大，则必然引发电力供需矛盾，对经济增长形成制约。因此，为保证经济增长所必需的电力供应，电力投资应该保持相对稳定/适度超前的增长速度，在全社会投资和工业投资中保持合理的比重。

保持火电投资的合理适度增长。发展可再生能源是我国能源发展的方向，但我国仍处在快速发展时期，工业特别是重工业发展对经济的带动作用没有减弱，在有些地区甚至在加强，对用电的需求仍然会持续增长。与此相适应，在提高技术标准和加强环保的前提下，应保持火电投资低速增长，以满足当前工业发展所需要的电力供应，但为减少煤炭运输不畅带来的不利影响，火电投资应多集中于煤炭资源丰富的地区，通过加强电网建设，提高电力的远程运输能力。当然，随着节能减排政策的真正落实，以及经济增长方式的不断转变，未来必然要限制火电投资增长。

水电作为清洁能源，应该鼓励发展，国家要在严格环评手续和做好移民工作的前提下，适当加快水电项目审批速度，尽快开工一些大中型项目，保持水电投资的稳定增长。

核电应在保证安全性的前提下快速发展。近几年核电投资增长较快，但因为基数较小，在整个电力生产中所占比重很小，尚有很大的发展潜力。受日本核事故的影响，我国核电投资的增速可能会受一些影响，安全性可能会更受重视。但在目前大力发展绿色能源、减少碳排放的大背景下，核电投资应该在保证安全性的前提下保持较快的增长速度，不断提高在电力供应中的比重。

适当降低风电投资的增长速度，加强风电建设规划和电网规划的协调性。近几年风电投资增长过快，远超可再生能源“十一五”规划中制定的风电发展目标，当然也远超电网建设速度，不能形成有效电力供应，而且风电发展太快，也暴露出许多问题。因此从安全性和可持续性的角度考虑，适当降低风电投资增速，提高风电设备质量，提高上网安全性，可以使风电行业更加健康发展。

保持电力供应投资与电力生产投资的协调发展。电网是电力的门户，如果电网建设滞后，电力供应能力就会受到制约。因此，要大力调整电网建设区域结构，加快电力供应投资项目的开工和建设速度，使电力供应投资增长快速回升，保证电网建设与电力生产投资的协调发展。特别是要加强风电投资地区的电网建设力度，保证快速发展的风电能够充分发挥其有效能力，使得全国电网能够有效调节电力的余缺，优化电力资源的配置，不断提高可再生能源在全国能源使用中的比重。

（2）加快电价改革步伐，引导电力资源合理配置。市场经济中，价格是反映商品供需关系最灵敏的信号。但由于电价受到管制，电力供需矛盾无法反映到价格上，火电厂为减少亏损，只能减少发电，造成电力供需紧张。短期来看，为缓解电力供应紧张局面，一方面应适当上调上网电价，扭转火电企业亏损局面，提高其发电积极性，增加电力供应；另一方面，应在终端上提高对高耗能企业的销售电价，这样既能增加电网企业的销售收入，又能抑制高耗能企业的用电需求。这在短期内有利于改善当前的电力供求紧张局面。长期来看，要推进电力市场化改

革，完善电力定价机制，理顺煤价、上网电价、销售电价的联动机制，使电价真正反映电力市场的供求关系，引导各类投资主体的投资导向和资源的合理配置，提高电力企业的持续发展能力，从根本上解决电力供求失衡问题。

（3）加快经济转型步伐，优化电力投资结构。调整产业结构，减少高耗能、高污染行业在经济中的比重，提高经济增长质量，是当前的紧迫任务，是解决电力供求失衡问题的根本之策，也是保持经济持续增长的必由之路。因此，要加快经济转型步伐，转变地方政府“唯 GDP”论的观念，把节能减排政策落到实处。只有这样，才能减少经济增长所需的能源消耗，保持电力需求稳定增长，才能不断优化电力投资结构，在保证电力充足供应的前提下提高清洁能源比重，才能真正保证电力供需的长期平衡。

5.5.4 偶发因素

除了资源禀赋、能源价格和能源投资外，生产者未来的预期也会影响能源供给。预期未来价格上涨，生产者会减少当前开采量，让它埋在地下增值；反之，则会加速当期开采。生产者预期经济增长态势向好，则同样会加快能源资源的开发投入；反之，则会减少开发投入。此外，能源供给还受到国际政治、经济、军事以及自然灾害、气候变化等事件的重大影响。

5.6 能源供给预测方法

能源供给预测即对未来的能源供应量进行推测和估计。1973—1974 年第一次石油危机和 1990 年的海湾战争都导致石油价格暴涨，人们开始认识到能源问题的重要性，世界各国能源经济学者开始普遍关注能源的现状和未来发展趋势。

由于能源的开发和供应存在许多不确定的因素，如一国能源资源禀赋、能源新工艺的开发、能源贸易以及能源工业的投资和生产能力、环境的约束等。这些因素对探索未来能源供应状况有重要的意义。在进行能源供给预测时应尽量考虑周全，尽可能多地让有关影响因素体现在预测过程之中。

能源供给预测包括能源生产效率、能源转换效率、能源供给数量三项指标的预测。其中，前两项反映技术进步等信息，而能源供给数量仅反映能源在供给数量上的信息。常见的能源供给预测主要是针对能源生产量进行预测，而且是在综合考虑上述因素后预测能源生产的最大产量。该指标也是一国能源生产水平、规模、构成和发展速度的总量指标。

能源供给预测有储量分析法、趋势法和系统分析法三种主要方法。

5.6.1 能源储量分析法

根据已经探明和未来可能发现的可供开发的能源储量，并考虑到能源生产的寿命和周期特点等来推测未来的一次能源的可能供应量的方法，就是能源储量分析法。

针对例如煤炭、石油、天然气或页岩气等矿产资源的储量，在矿产资源开发的不同阶段要运用不同的储量计算方法。一般在勘探的初级阶段主要用类比法和体积法计算资源储量；投入开发后，用产量递减曲线法或油气藏模拟法计算油气储量；投入开发的油气田每年或每两年至三年用产量递减曲线法计算油气储量的变化。

这里简单介绍一下开发初期的类比法和正常投产后的产量递减曲线法。具体来说，勘探初期使用的类比法主要用于新区、气田开发前和生产早期的资源评价。因为在资源勘探前期

和初期，地质资料相对较少，一般通过野外地质调查，借鉴参考常规油气勘探开发中的相关资料和数据来预测该区域资源的储量。产量递减曲线法适用于气田开发中后期，以大量的生产数据为基础，从生产历史曲线上建立生产下降的趋势，并设计出未来的生产趋势，直至气田的经济极限，从而估算出资源储量。

下面介绍运用能源储量分析法预测石油储量的代表理论：石油峰值理论。

美国著名的石油地质学家 M. K. 哈伯特（M. K. Hubbert）开创了石油峰值理论的模型研究。他运用多种数学方法、数学模型进行定量和半定量测算，并将其广泛应用在油气和能源发展战略的研究中。哈伯特根据 1956 年及以前的石油产量数据“直觉地”预期美国石油产量将在 1969—1971 年达到高峰，而后是与上升期同样速度值的持续递减。1970 年美国石油产量达到 5.3084×10^8 吨的峰值。至少在 1955—1976 年间美国石油产量曲线表现为近乎完美的“钟形”（见图 5-11）。这种现象与人口成长曲线十分相似。初始环境容量大、自然资源丰富、人口快速增长，人口数量上升至峰值以后，因为环境容量的限制，成长放缓，最后达到稳定的人口量。1962 年哈伯特利用实际资料拟合 logistic 曲线的方法，得到了可以用于预测累积产量和最终可采储量的模型。该模型在全世界得到了广泛应用，并被命名为哈伯特模型。

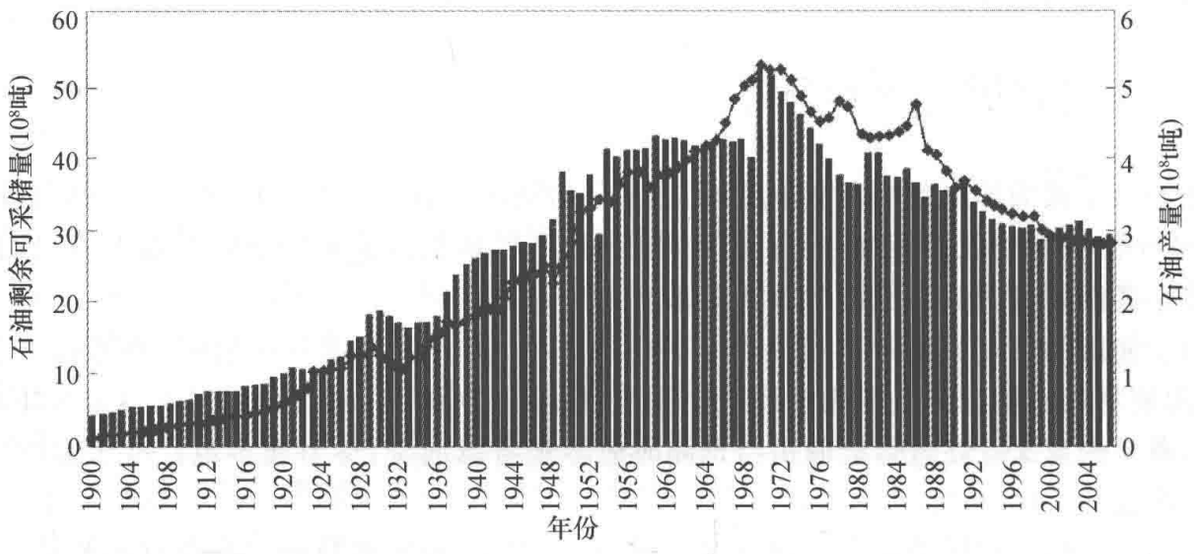


图 5-11　1900—2006 年美国石油储、产量变化

在石油峰值理论研究方面，中国著名地球物理学家、中国科学院院士翁文波先生做出了开创性的工作。他在 1984 年出版的专著《预测学基础》中提出：“任何事件都有‘兴起—成长—鼎盛—衰亡’的自然过程，油气的发现也有类似的规律。”基于此理论思想，他又提出了泊松旋回（Poisson Cycle）模型。该模型是中国建立的第一个预测油气田储量和中长期产量的预测模型，称为翁氏模型，可用于对某一油区、国家或组织全过程的产量进行预测。

以陈元千教授为代表的学者继承并发展了翁院士的预测理论，并将其广泛运用在油气田储量、产量预测及中长期规划方面。1996 年陈元千教授完成了翁氏模型的理论推导，并提出了求解非线性模型的线性试差法。

石油峰值理论是研究石油产量的长期估计和折耗的理论，既适用于一个单独油田，也适用于一个地区。石油峰值理论从一个全新的角度对储量、产量及各作业量进行定性和定量的研究，是确定国家石油安全战略的基石，是科学制定国家石油政策问题的基础理论之一。开展石油峰值理论的研究，对国家制定能源战略、现代石油战略，以及石油公司进行油田开发规划以及成本预测有着迫切的现实意义。

资料链接　　哈伯特与“峰值理论”

石油产量峰值预测方法的首创者美国人哈伯特，因为成功预测了美国石油产量在1996—1971年间将达到峰值，随后将快速下降这一事实而一举成名。但因这次成功预测而被推崇为“峰值理论”创造者的哈伯特却没能在第二次预测中走运。他在20世纪70年代预计“世界最迟将会在20世纪80年代中期达到石油生产高峰，接着石油产量会暴跌到2000年的$3\,400\times10^4$（桶/日）”。而事实上，2000年世界石油产量为$7\,491.6\times10^4$（桶/日），远超过哈伯特的预测值。

事实上，哈伯特在1956年对美国即将出现石油产量峰值的成功预测是有条件的。他当时面对的是美国本土陆上有限的几个油区，它们仅利用油藏本身的驱动能力进行“疯狂的”枯竭式的开采。在相当长的时期内，老油田的开采方式没有重大的改进，新油区的开拓（如阿拉斯拉、墨西哥湾）也未见成效。显然，他所预测的是一个较简单的对象，而又处于一个没有明显储产量补充的封闭条件下。这时以趋势外推产量变化，以油田地下压力和驱动能力的自然衰减去预测“钟形曲线”就容易成功。

5.6.2　趋势法

趋势法是根据各历史时期实际能源供应量的数据，进行数据处理和统计分析，再结合能源储量的可能性和能源外贸等因素进行调整，推测未来的能源供应量。为了在能源供给预测中得到科学有效的预测结果，不仅可以选择回归分析开展预测，而且还可以采用灰色预测方法中的GM(1,1)模型进行预测。虽然回归分析可以得到更为准确、更为直观的预测结果，但同时也对数据信息的规律性有着更高的要求，而作为灰色预测方法中应用最为广泛的GM(1,1)模型，却具有要求原始数据少、原理简单、运算方便、可检验等优点，因而在回归分析无法预测的情况下，将GM(1,1)模型作为能源供给预测的补充模型。

下面具体简述灰色GM(1,1)模型。

灰色GM(1,1)模型是将一规律性不甚明显的离散序列$\{X^{(0)}(i)\}$，$i=1,2,\cdots,n$，用累加变换成近似地按指数规律变化的生成系列：

$$\{X^{(1)}(i)\}=\sum_{k=1}^{i}X^{(0)}(\kappa),\quad i=1,2,\cdots,n \tag{5.1}$$

然后用生成系列构造灰色常微分方程：

$$\mathrm{d}P(X)+aP(X)=\mu \tag{5.2}$$

上式中$\mathrm{d}p(x)$是灰导数，$p(x)$是灰数，且

$$P[X(i)]=\frac{1}{2}[X^{(1)}(i)+X^{(1)}(i-1)]$$

$$\mathrm{d}P[X(i)]=X^{(1)}(i)-X^{(1)}(i-1)$$

分别表示第i点的灰数值和灰导数值，则(5.2)式可变成

$$X^{(1)}(i)-X^{(1)}(i-1)+\frac{1}{2}a[X^{(1)}(i)+X^{(1)}(i-1)]=\mu,\quad i=1,2,\cdots,n \tag{5.3}$$

由(5.1)式可知，

$$X^{(1)}(i)-X^{(1)}(i-1)=X^{(0)}(i) \tag{5.4}$$

于是有

$$X^{(0)}(i) + \frac{1}{2}a[X^{(1)}(i) + X^{(1)}(i-1)] = \mu \tag{5.5}$$

记

$$Y_n = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \cdots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(1)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(3) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n) + X^{(1)}(n-1)] & 1 \end{bmatrix}, \quad \alpha = \begin{bmatrix} a \\ \mu \end{bmatrix}$$

则(5.5)式可写为：

$$Y_n = B\alpha \tag{5.6}$$

故

$$\alpha = (B^{\mathrm{T}}B)^{-1}B^{\mathrm{T}}Y_n \tag{5.7}$$

灰色常微分方程的解为：

$$X^{(1)}(t) = \left[X^{(0)}(1) - \frac{\mu}{a}\right]e^{-a(t-1)} + \frac{\mu}{a} \tag{5.8}$$

对(5.8)式解得的 $X^{(1)}(t)$ 作累减生成可得原系列的平滑值 $X^{(0)}(t)$ $(t \leqslant n)$ 和预测值 $\hat{X}^{(0)}(t)$，$t > n$

$$\hat{X}^{(0)}(t) = X^{(1)}(t) - X^{(1)}(t-1) \tag{5.9}$$

其中，t 为正整数。

由于 $X^{(0)}(1)$ 作为灰色常微分方程的初始条件，方程中有两个待辨识参数 a 与 μ(由 α 求得)，由最小二乘法的要求可知原始数据个数 n 必须大于或等于4。

针对 GM(1,1)模型，用具体的计算案例来说明其运算过程。

现有1979—1983年我国能源国内消费总量(折标准燃料)资料如下表：

单位：亿吨

年份	1979	1980	1981	1982	1983
能源消费总量	5.85880	6.02750	5.94470	6.19370	6.56480

作累加生成如下表：

i	1	2	3	4	5
	5.8588	6.0275	5.9447	6.1937	6.5648
	5.8588	11.8863	17.8310	24.0247	30.5895

然后可得：

$$B = \begin{bmatrix} -8.87255 & 1 \\ -14.85865 & 1 \\ -20.92785 & 1 \\ -27.30710 & 1 \end{bmatrix}, \quad Y_5 = \begin{bmatrix} 6.0275 \\ 5.9447 \\ 6.1937 \\ 6.5648 \end{bmatrix}$$

则 $$(B^TB)^{-1}B^TY_5=\begin{bmatrix}-0.03045\\5.611392\end{bmatrix}$$

代入(5.8)式为

$$X^{(1)}(t)=190.30628e^{0.03054(t-1)}-184.44748 \tag{5.10}$$

由(5.10)式计算得出各点的预测值及误差、百分误差如下表:

t	2	3	4	5
$X^{(1)}(t)$	11.88630	17.83100	24.02470	30.58950
$\hat{X}(t)$	11.76041	17.84504	24.11836	30.58622
$X^{(1)}-\hat{X}^{(1)}$	0.01059	-0.00079	-0.0039	0.00011
$\frac{X^{(1)}-\hat{X}^{(1)}}{X^{(1)}}$	1.059%	-0.079%	-0.390%	0.011%

从本例看其精度还是相当高的,完全可以满足实际预测的需要。

除了 GM(1,1)模型外,有时为了校验比对预测结果的准确性,研究者也常常采用趋势预测法,就是把时间作为自变量,相应的序列观察值即能源供给量作为因变量的函数的模式。具体来说,如果需要预测的对象随着时间的变化而呈现某种上升或下降的趋势,并且这种变化不存在明显的季节波动,就可以用一条合适的函数曲线来反映这种变化趋势,因此可以用时间 t 作为自变量、时序数值 y 作为因变量来建立一个趋势预测模型:$y=f(t)$。

常用方法有趋势拟合法(线性拟合和非线性拟合)和平滑法。这两种方法使用 Eviews 6.0 软件可以很容易地完成简单的预测工作。

5.6.3 能源系统分析法

能源系统是一个大系统,部门和品种繁多,供应和需求相互交叉,很多环节都影响能源系统的运作,且各种能源在一定条件下具有相互替代性。能源系统分析法就是在能源规划中为了解决能源系统中的某一问题,在综合考虑能源资源、能源需求、能源运输、能源投资、生态环境等因素的条件下,提出若干个可行方案,然后按照给定的评价准则,通过系统分析,优选出在技术上可行、经济上合理和社会上可接受的能源供应方案,其优化方法一般采用线性规划或现代控制理论的方法建模,这就要建立能源系统的最优化模型,通过求解这个模型,就可以显示出系统在优化条件下的运行规律。

系统动力学方法是构建能源供给和能源消费动态分析模型的基础。国外学者认为系统动力学是一门以系统反馈控制理论为基础,以计算机仿真技术为主要手段,定量地研究系统发展动态行为的应用学科。国内的学者也给出了系统动力学的定义,认为系统动力学是一门分析研究信息反馈系统的学科,是一门探索如何认识和解决系统问题的学科,是一门交叉、综合性的学科。美国学者 Forrester 教授于 20 世纪 50 年代首创了复杂性研究的系统动力学(System Dynamic)。不过系统动力学方法分析过程复杂、工作量大,且对分析人员能力要求较高,所以不适用于短期预测。而对于长期预测,其优势十分明显。

构建系统模型的基本依据是系统动力学和系统思考的基本理论及方法,在构建模型时应基于一定的原则,包括明确所要解决的矛盾与问题;遵循系统的整体性、层次性、复杂性等;建

模时要提炼出系统的主导反馈结构。

建模步骤遵循由简到繁、由浅入深、由部分到整体的原则。具体步骤如下：

(1) 确定目标 (focus the effort)：主要是指在建立模型之前要对自己所要分析的问题设定一个简明的目标，如要解决什么问题、范围有多大等，分析变量之间的反馈关系，构建系统结构的反馈环路图。

(2) 构建高层结构图(mapping)：高层结构图是由子系统(或一些关键因素)组成的。这一步要求把所分析的系统划分为若干子系统，然后把每个子系统中的关键因素找出来。子系统的数量不宜太多。

(3) 构建系统详细结构图(modeling)：根据变量之间的反馈关系及系统结构，对模型进一步细化，其中包括连接子系统之间的各种关系，对变量进行定义和初始化，定义变量之间的关系等。在确定存量与流量之间的关系后，给出各变量之间的代数方程，然后给参数赋初值并对其进行初始化。

(4) 仿真运行(simulation)。系统仿真的基本方法是建立系统的结构模型和数学模型，并将其转换为适合在计算机上编程的仿真模型，然后对模型进行仿真实验。

(5) 扩展模型 (change)：主要是看模型到底在多大程度上能够解决实际问题。其中，深度扩展(intensive)是看模型中的流量的代表性是不是足够充分，有没有一些细节性的问题和变量没有考虑到。广度扩展(extensive)是看模型所包括的范围是不是足够全面，它所能解决的问题具有多大的普遍性。

系统动力学方法的具体应用：能源(energy)—经济(economics)—环境(environment)(3E)系统。

为了研究经济的可持续发展目标，构建能源—经济—环境(3E)系统(见图 5-12)，结构分为 9 个部分，分别是：人口子系统、能源子系统、政策子系统、福利子系统、经济子系统、二氧化碳排放子系统、气候影响和损害子系统、气候子系统、碳循环子系统。总体来说，能源子系统和经济子系统是整个系统中最重要的组成部分，是可持续发展的前提和基础，也是模型研究的重点。

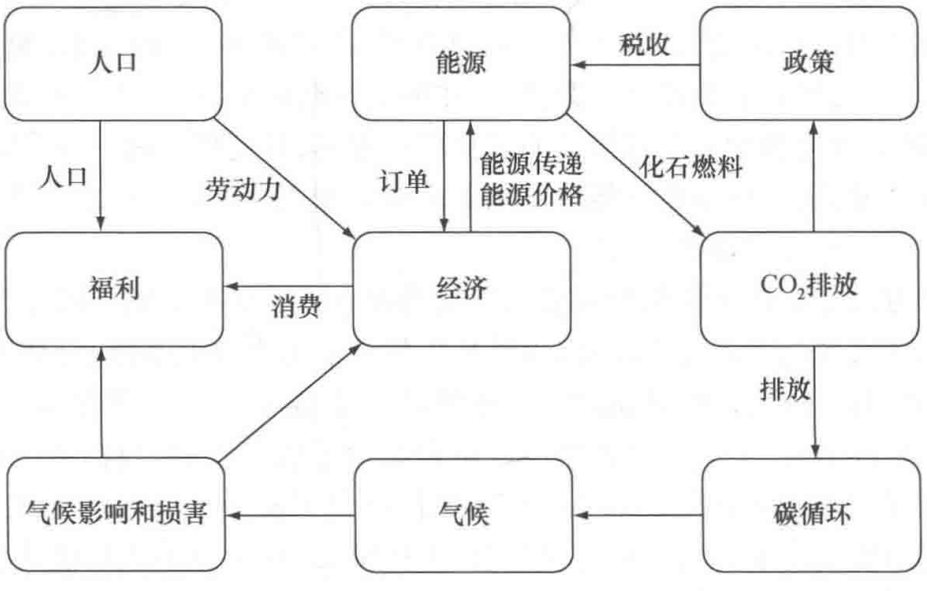


图 5-12　能源—经济—环境(3E)系统结构

人口子系统主要是外生变量，经济的变化不会影响到人口总数以及结构的变化，这也是分析的前提和假设。福利子系统没有反馈变量，它的作用是检验经济的运行、政策的制定是否能够满足人们的福利要求，是否以追求全民最大福利为目标。政策子系统通过制定一系列的能源相关税收来满足经济发展和控制能源产业的可持续发展，税收是调节能源结构的有力杠杆。二氧化碳排放子系统和碳循环子系统以及气候子系统组成了整个 3E 系统的环境部分，追求可持续发展的目标在这里得到体现。气候影响和损害子系统直接作用于产出，当环境变化引起的破坏足够大时可以完全抑制产出，使整个经济瘫痪，这也是一种惩罚措施。

经济子系统包括：利率、能源生产和分配。其中，能源生产和分配主要分为三个部分：能源生产、其他投资、消费。

能源生产及其结构是能源社会再生产过程的重要组成部分，是能源社会再生产过程的基本环节之一。没有能源的生产，就谈不上能源的分配和流通，也就更不用说能源的消费了。因此，在能源再生产的各个环节中，能源生产这一环节居于主导地位。主要反馈过程如图 5-13 所示。

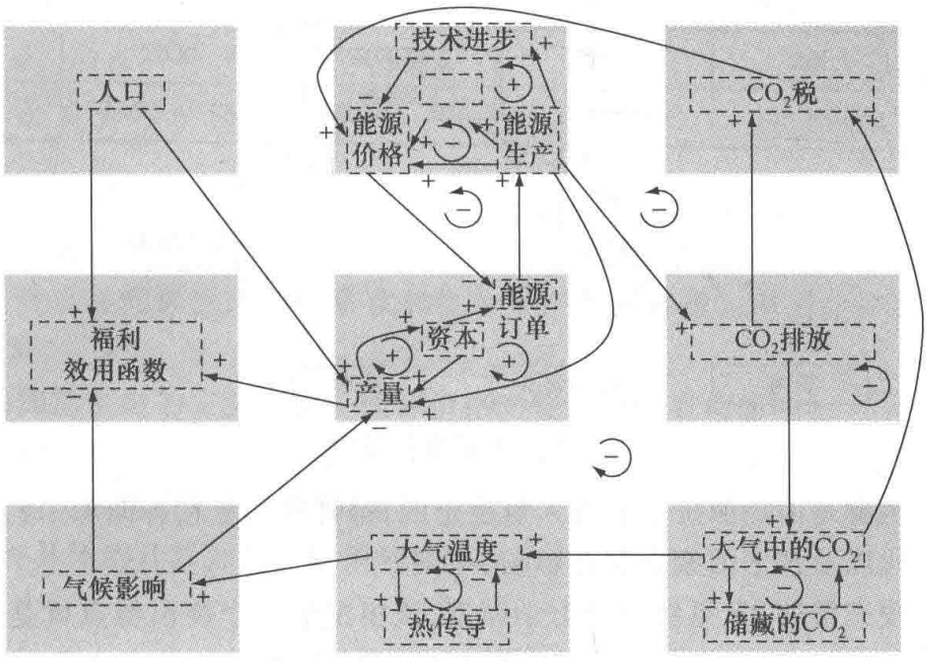


图 5-13　主要反馈过程

生产部分建模采用传统的 C-D 生产函数和 CES 生产函数，结构如图 5-14 所示。

产出由 C-D 生产函数得来，影响生产函数的主要因素有能源资本的投入、劳动力和技术，劳动力只受人口影响，而且不存在失业问题，因此气候变化和能源价格变化的影响会直接在工人的工资中体现出来，而不会影响到就业人口[参见(5.11)式]。能源被分为四类，分别是煤、石油/天然气、水电/核电、新可再生能源，为了反映现实情况，它们之间是可以替换的。

$$Y = Y_0 TD_m \left(\frac{L}{L_0}\right)^{\alpha} \left(\frac{\mathrm{KO}}{\mathrm{KO}_0}\right)^{1-\alpha} \tag{5.11}$$

其中，Y 为总产出，Y_0 为基本产出，T 为(要素)生产率，L 为劳动力，L_0 为初始劳动力，KO 为可用资本，KO_0 为正常可用资本。

能源子系统包括能源需求、能源生产、能源资本、技术。这里省略能源需求和生产的函数关系式，只简单看能源生产结构图(见图 5-15)。

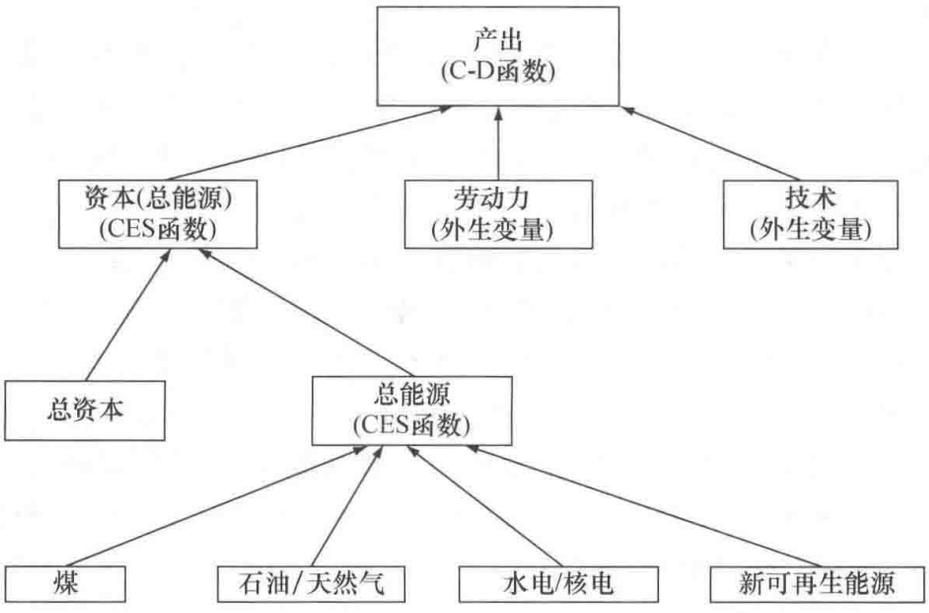


图 5-14　生产函数结构图

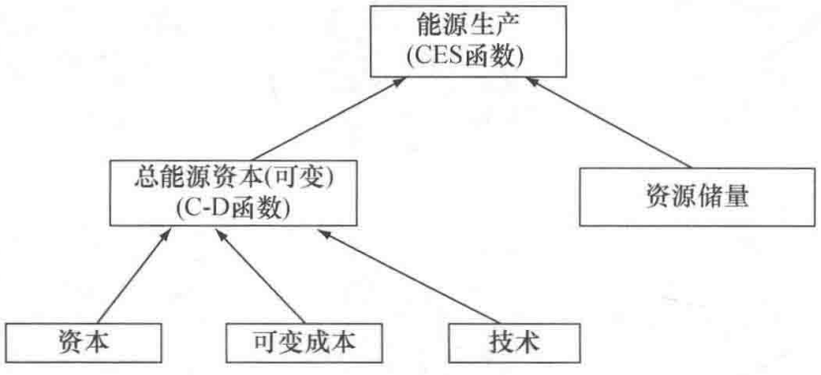


图 5-15　能源生产结构图

能源的产量主要是由能源资本的投入量决定的，另外投入量在各能源中的比重、能源资本的折旧及更新换代以及技术因素也都有影响。

作为一个比较完整的 3E 系统的动力学模型，该模型的一个突出特点就是：模型将绝大部分参数作为系统的内生变量，只有极少数参数（如人口）是系统的外生变量，力图让系统自己来调节各个子系统的平衡和优化，最终达到可持续发展的目的，这正是采用系统动力学方法的优势和特点。本模型中的 9 个子系统中有 4 个是与环境相关的，体现了可持续发展不仅是能源、经济的可持续发展，更是环境的可持续发展。

本章小结

本章围绕能源需求和能源供给两个方面阐述了基本概念、影响因素和预测方法。能源需求弹性包括能源需求价格弹性、能源需求交叉价格弹性和能源需求收入弹性；能源供给弹性包括能源供给价格弹性和能源生产弹性系数。特别对电力生产弹性系数的阶段性特征和一般变化规律进行了深入分析。

能源需求主要是由国民经济和社会发展状况、产业结构、能源强度、能源价格、技术、政策及管理水平的变化等经济因素决定的。

能源供给主要由资源禀赋、能源价格和能源投资等因素决定。能源供给需要注意两个方

面的问题:① 能源生产运输能力和能源供给结构,前者与能源投资密切相关,后者涉及能源供给结构的优化问题。能源结构优化是指提高优质能源比例和能源品种多样化。② 能源供给的保障安全。

能源需求的预测方法:① 部门分析法 ;② 传统时间序列趋势法;③ 能源消费弹性系数法;④ 投入产出法;⑤ RRS 能源因素分析法;⑥ BP 人工神经网络模型法;⑦ 情景分析法;⑧ 灰色模型法;⑨ 混沌时间序列法。本章重点介绍了能源消费弹性系数法。

能源供给预测主要有三种方法:① 能源储量分析法;② 趋势法;③ 能源系统分析法。

思考题

1. 如何理解能源需求与能源消费、能源供给与能源生产概念的异同?
2. 能源需求的三种弹性在描述能源需求时各有何侧重点?
3. 简述影响能源需求的主要因素。
4. 现有 2000—2004 年我国能源消费总量资料如下表:

单位:万吨标煤

年份	2000	2001	2002	2003	2004
能源消费总量	145 530.86	150 405.80	159 430.99	183 791.82	213 455.99

请利用灰色 GM(1,1)模型预测能源需求。

5. 如何实现能源供给结构优化?
6. 分别简述什么是能源生产弹性系数和电力生产弹性系数。电力生产弹性系数与经济发展阶段有何关系?
7. 简述影响能源供给的主要因素。能源价格对能源供给有何影响?
8. 能源投资对能源供给的影响主要体现在什么方面? 能源投资面临的主要决策是什么?
9. 如何理解电力固定资产投资的内涵?
10. 请用一种具体的计算方法实际预测能源供给。

第6章 能源价格及其传导机制

【学习目标】

1. 充分认识并理解能源资源优化配置的基本目标、原则和约束条件。

2. 理解供求理论和价值理论;学习并掌握边际机会成本模型和价格上限规制模型。

3. 理解能源价格形成机制的构成内容;学习并掌握能源价格变动对 AD-AS 的影响以及对经济运行的影响和传导路径。

4. 深刻理解能源价格对物价水平的作用机理和传导路径;理解能源价格对能源强度的影响及传导机制。

能源价格的波动不仅会影响能源自身的供求平衡,也会影响社会、经济、生活的方方面面,因此,能源定价问题十分重要。合理、科学的能源定价以能源价格理论为基础,是能源资源优化配置的具体体现。能源价格形成机制是解决能源商品定价问题的理论体系。本章所说的能源价格,主要是以煤炭、原油、成品油和电力价格为代表的传统能源价格。

6.1 能源定价问题简介

6.1.1 问题的提出

能源定价问题是能源经济学的核心问题之一,能源定价涉及一系列相关问题,这些问题能否得到正确的回答有助于从不同视角全面深刻理解和领会能源定价原则及其形成机制,能源价格在资源配置中的作用,对经济的影响以及能源定价如何反映能源效率和公平关系等。

这些问题包括:

(1) 能源定价的理论依据和基础是什么?

(2) 能源资源配置的目标与约束是什么?

(3) 能源定价是一种市场行为,还是政府计划管制的结果?这种定价差异取决于哪些因素?

(4) 影响能源价格的因素有哪些?

(5) 如何对能源进行定价?如何确定不同类型能源的价格?

(6) 能源价格是否具有分配作用?

(7) 如何运用能源定价实现公平目标?

(8) 能源价格波动如何传导至一般价格水平? 这种波动对经济有何影响?

上述一系列问题正是本章所需要解决的。本节将对其中一些问题进行解释和说明,另外一些问题将在以后各节中分析和阐述。

6.1.2 问题的分析

如何理解上述问题(2)——能源资源配置的目标与约束是什么?

为了回答这个问题,有必要弄清楚能源定价和资源配置目标、约束之间的关系。按照西方经济学中微观经济理论的解释,资源最优配置是指资源的稀缺性决定了任何一个社会都必须通过一定的方式把有限的资源合理分配到社会的各个领域中去,以实现资源的最佳利用,即有限的、不同形式的能源,用最少的资源耗费,在各用能对象之间进行的科学分配,生产出最适用的商品和劳务,获取最佳的效益。价格理论是资源配置的核心,价格机制又是价格理论的基本构成。在完全竞争市场中,能源需求因素与能源供给因素相互作用,供需均衡时达到市场出清,最终形成能源均衡价格。这种市场机制下的定价水平对能源消费者而言是效用最大化,对能源生产者而言是经济利润最大化,因而也就实现了帕累托最优状态的资源配置。根据帕累托最优原理,在现有资源配置方式外,没有其他的资源配置方式能在其他消费者不变穷的情况下使这个消费者更富有,那么现有的资源配置方式就是效率最高的资源配置方式。可见,能源资源配置的目标除了经济效益外,还有必要考虑能源使用者能够公平使用能源资源的权利问题。由于竞争性定价机制必然导致经济利润最大化下的能源消费量最小化,这有利于将能源消费对环境的负外部性降至最低。这样,能源资源优化配置的三个基本目标——① 提高能源利用效率,创造经济效益最大化;② 减少能源污染物排放,最大限度地改善生态环境;③ 公平使用能源——就得以实现。这三个目标分别着眼于经济效益、环境友好和社会公平,三方面协调有序发展,同时与能源优化配置的三原则——有效性、可持续性和公平性相辅相成。

实现能源优化配置的基础是完善的市场机制,换句话说,即最优资源配置在一定的约束条件下,不同的市场结构对资源配置的方式是不同的,如果具备有效的能源市场,而且能源价格包含了外部因素,竞争性定价机制将是资源优化配置的最有效途径。尽管帕累托最优资源配置只是一种理想状态,但它对于理解资源配置的约束条件具有借鉴意义。资源配置的约束条件是指制约影响资源最优配置的根本性、关键性、长期性因素。这就需要深刻理解领会资源配置的内在含义。能源的优化配置首先需要解决的关键问题包括:社会经济可持续发展问题(环境污染问题、公平使用能源的权利),供需平衡分析问题,能源需求问题,能源价格问题,能源管理问题等。这些关键问题的解决受到的直接制约即资源的稀缺性,它直接关系到社会经济发展和人类生存。其次是能源技术管理研发水平,它不仅决定能源供给水平和供给结构,而且影响能源利用效率的提升。市场结构也是资源配置的决定性制约因素,有效竞争市场定价,还是政府主导下的政策性定价,二者的差异体现出资源配置方式的不同,不同市场结构的定价模式不仅影响制约能源供求双方的力量对比,而且决定了不同的定价模型。在现实的能源定价体系中,能源定价的主要方式究竟是什么,这就涉及问题(3)。

问题(3)能源定价是一种市场行为还是政府计划管制的结果? 这种定价差异取决于哪些因素?

问题(3)涉及能源价格形成机制的基本内容,这一问题将在6.3节中详细分析和阐述,这里仅从微观经济学市场失灵理论的视角阐述能源定价为什么存在市场定价和政策定价两种不

同形式。市场失灵理论认为:完全竞争的市场结构是资源配置的最佳方式;但在现实经济中,完全竞争的市场结构只是一种理论上的假设,这种假设条件过于苛刻,现实中是不可能全部满足的。由于垄断、外部性、信息不完全和在公共物品领域,仅仅依靠价格机制来配置资源无法实现效率—帕累托最优,出现了市场失灵,换句话说,市场作为配置资源的一种手段,不能实现资源配置效率的最大化时,市场就失灵了,为了实现资源配置效率的最大化,就必须借助于政府的干预,即通过经济政策等制度安排对价格形成机制予以修正,以实现资源配置的帕累托改进。各国资源禀赋条件、能源结构、经济发展水平、国家体制、能源资源管理理念等方面的特定状况,以及制定能源价格的出发点和侧重点不同,都决定了能源定价的差异。

问题(6)是能源价格是否具有分配作用。为了回答这个问题,必须明白能源价格与分配作用之间具有怎样的内在联系。

能源价格在资源分配中发挥着重要作用,在宏观经济体系中,能源价格的波动一方面通过对供给侧和需求侧直接作用影响产出进而左右经济运行,另一方面通过对一般物价水平的传导效应,使得上游能源产业产品的价格波动通过后向关联向下游产业传导,最终影响生产者价格指数(PPI)和消费者价格指数(CPI)。能源价格波动的收入分配效应表现在以下几个方面:

(1) 外在能源价格的变动导致整个经济体系中的相对价格变动,并由此造成投入要素收入的调整,进而造成整个社会资源的再配置。

(2) 能源价格波动直接影响各行业企业的成本支出压力,但受各种能源价格影响的主要行业会由于产业关联度不同而明显不同。也就是说,能源价格波动将增加通货膨胀压力,同时会因为影响各行业企业的成本支出压力,而在短期内影响行业景气。

(3) 能源价格波动直接影响居民的生活成本支出,但不同能源价格波动对居民支出造成的压力不同。这与家庭的能源需求收入弹性大小有关。

能否运用能源定价实现公平目标?为了回答这些问题,首先需要弄清楚能源价格和分配、能源价格和公平目标之间的内在联系。

从福利经济学分析视角也可以解释能源价格对分配的重要作用。假设在完全竞争市场结构下,能源生产企业供给曲线上所对应的价格为不同产量下的供给价格,即能源生产企业的边际成本,消费者需求曲线上对应的价格为需求价格,即最大边际效用所决定的价格。

图 6-1 表明,在任何给定的能源商品数量下,需求曲线给出了带来最大消费者剩余的消费分配方案,即市场均衡把既定能源商品数量的需求分配给支付意愿最高的买者;同样,在任何给定的能源商品数量下,供给曲线给出了带来最大生产者剩余的生产分配方案,即市场均衡把既定能源商品数量的生产分配给以最低成本生产这些能源商品的卖者。生产者剩余经过收入分配后最终转化为消费者剩余,而总剩余即生产者剩余与消费者剩余之和并不依赖于市场供求的定义,因为企业的生产成本和消费者的支付意愿在任何经济中都存在,可见市场供求力量是影响剩余及其分配的重要力量。换句话说,能源均衡价格是影响剩余及其分配的重要力量。

在不完全市场上,由企业按照边际原则在利润最大化产量下根据市场需求曲线探寻市场均衡价格,企业是价格的完全(或部分)垄断者。企业通过定价策略获取更多的利润、提高企业的市场份额和竞争力。在不完全竞争市场条件下,市场机制的作用受到限制,政府进行干预的手段之一就是价格控制,能源价格调控过程就是利益再分配的过程,政府需要通过价格的控制在民生与利益集团之间做出平衡,虽然最终能源定价是政府、企业和居民三方博弈的结果,但政府在其中发挥着举足轻重的作用,政府是改变企业行为的关键因素,可以迫使能源垄断企

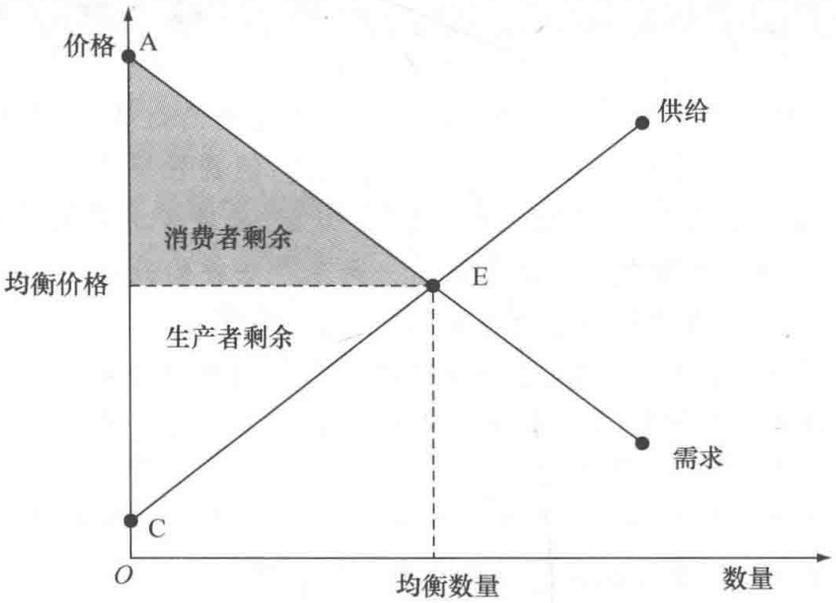


图 6-1　市场均衡时的消费者剩余和生产者剩余

业进行结构改革和促进技术进步，减少垄断利润。政府对能源定价的干预在一定程度上起到了居民收入再分配的作用。

如果说问题(6)强调的是能源定价具有分配作用的话，那么问题(7)讨论的就是如何运用能源定价实现能源资源公平的目标。

所谓公平主要指有同等的机会积累财富或分配资源、获取收入。能源资源的稀缺性和不可再生性促使人类认识到为了经济的可持续发展，一方面在发展经济的过程中当代人必须保持一定自然资源的质量和数量；另一方面当代人和后代人公平享有同样的资源基础、福利产出和发展机会。前者强调的是对当代人而言，能源资源是经济可持续发展的物质保证，第 3 章可耗竭资源理论中的霍特林法则清楚地表明，能源价格在一定程度上决定着可耗竭资源的消耗速度，合理的能源价格对可耗竭资源的最佳消耗路径具有重要作用。这意味着科学、合理的能源定价在保证了当代人平等享用能源资源的权利的同时，也平等获取了发展经济、积累财富的机会。后者强调代际间平等地拥有使用能源的权利，能源价格依然对后代人平等使用能源、促进经济可持续发展具有重要作用。那么能源价格确定在什么水平才能保证能源资源公平使用？这实质上涉及下一节能源定价理论的内容。

综上所述，能源定价是能源资源优化配置的核心内容，是能源资源优化配置基本目标得以实现的关键，是最优资源配置约束条件的具体反映。不同的市场结构特征决定了能源定价的决策主体和形式，在完全竞争市场中，能源价格是供求双方达到均衡时的市场出清价格，该能源均衡价格是影响消费者剩余、生产者剩余及其分配的重要力量。在不完全竞争市场中，政府的能源价格干预政策对能源生产企业和能源消费者均起到调节收入再分配的作用。科学、合理的能源定价对实现能源资源可持续利用和代际间公平享用能源权利具有重要作用。

上述 8 个问题的提出和对部分能源定价相关问题进行的分析及说明，仅仅是对随后章节学习的铺垫和启发，这些问题的理解不仅有助于从总体上把握本章内容的脉络，同时也是能源定价内容的补充和完善。

资料链接　　能源分配与能源配置

对有限的能源产品进行合理的分配，是保证再生产顺利进行的重要手段之一。能源产品的分配是社会总产品分配的重要组成部分。社会生产总过程，是生产、分配、交换、消费四个环节的统一。在这个过程中，生产表现为起点，消费表现为终点，分配与交换处于中介环节；生产决定着分配、交换与消费，反过来，分配、交换与消费又反作用于生产。

就分配而言，广义的分配包括三个层次：一是生产条件的分配，它表现为生产方式本身的性质；二是社会总产品的价值分配与实物分配，它体现为社会总产品按照价值补偿与实物更替的法则在全社会进行平衡；三是各物质生产部门按照社会平衡分配法则，将部门的产品分配供应到各个所需部门。能源产品的分配就属于第三层次的分配，即部门间的分配供应。

能源配置一般可以从时间、空间、部门三个方面来考虑。根据可持续发展理念，时间层面上的能源配置强调的是后代人与当代人拥有同样的资源基础、福利产出和发展机会，以及在资源和环境的限定下，强调在持续利用基础上的经济可持续发展。空间层面上的配置是能源在地理空间上重新分布，通过运输等方式改变能源资源的地理分布，减少能源闲置或短缺，物尽其用，从而提高社会整体福利。产业部门层面上的配置是指能源在国民经济各部门、行业、企业之间的调配组合，主要是依据国民经济发展的需要，发挥能源对经济的保障支撑作用，其配置的目标主要是经济效益最大化。

能源配置的方式主要有：① 行政机制。收入分配不公、垄断或不完全竞争、经济外部性等问题的出现需要由政府通过管制、法律和规则制度等手段来完成。② 市场机制。修正政府干预资源配置导致的市场功能扭曲的现象。

6.2　能源价格理论

6.2.1　能源定价理论

价格理论是微观经济学的核心内容，因为经济学探讨的是资源配置优化的问题，而这一问题是通过价格机制来实现的。供求理论和价值理论是两种主要的价值—价格理论体系。所谓供求理论就是根据供求状况确定价格理论，它是市场经济基础理论的有机组成部分；所谓价值理论是马克思主义政治经济学的核心，它是指通过考核商品的价值，来确定商品的价格。对于能源产品定价而言，同样有基于马克思主义的劳动价值论的定价模型和基于西方经济学价格理论的定价模型。前者以劳动价值论为出发点，研究资源价格。劳动价值理论认为能源资源的价格应当按劣等资源条件的生产平均成本，以包括开发、保护、恢复等费用在内的完全成本和综合利润率计价，并参考成本增减因素和营业外开支加以确定。以此为依据，参照有关价格理论，提出能源资源价格的计价公式：

$$\text{能源价格} = K + P + R$$

其中，K 为成本，P 为利润，R 为资源税。

根据价格理论确定能源资源价格，除了上述马克思主义的劳动价值论以外，还有一种就是基于西方经济学的能源价格理论，其核心是效用价值论，该理论认为决定市场价格的是供给和需求，任何商品的市场价格都是供给和需求相等时的价格，即均衡价格。本书主要介绍基于市

场价格理论的能源资源定价模型:边际机会成本模型。

以下首先分别从可耗竭能源资源和能源市场不同行为主体的角度研究定价问题,主要理论有可耗竭能源资源定价理论和能源价格规制理论。然后介绍具体的能源定价模型。

1. 可耗竭能源资源定价理论

能源定价理论主要沿用经济学的资源稀缺论和边际学说理论。哈罗德·霍特林于1931年发表的《可耗竭资源的经济学》,从理论上对可耗竭矿产资源最优开采问题做了深入探讨,系统地研究了可耗竭资源如何定价的问题。霍特林可耗竭资源价格模型理论要点概括如下:在完全竞争市场且资源储量一定且能源生产或边际开采的成本为常量 MC 的前提条件下,市场的可耗竭资源的净价格或资源补偿费(即价格与边际开采成本之差)将按市场利率的价格上升。如果市场是垄断性的,价格上升速度会更快,从而减少资源消耗量。如果资源所有者开采资源资本所得的收益增长率大于利率,他将选择让资源继续埋藏在地下;反之,收益增长率小于利率,所有者将在当期多开采资源,来得到更高的净现值。如果可耗竭资源的生产(或开采)成本为零(MC = 0)或可以忽略不计,资源的价格(资源补偿费)将以市场利率速度上升(参见第3章)。可以得到完全竞争条件下的可耗竭资源动态合理配置的两个重要性质如下:

(1) 可耗竭资源产品的价格随时间的推移而上涨,直到资源开采完毕为止,即资源生产(开采)成本可以忽略不计时,可耗竭资源的价格将按市场利率的速度上升;生产(开采)成本不可忽略不计时,可耗竭资源价格的上涨速度会低于(资源补偿费的正常上涨速度)市场利率。

(2) 可耗竭资源的稀缺性、耗竭性以及不确定性,决定了其价格与一般商品价格不同,不完全是按照其边际生产成本(包括正常利润在内)决定的。那么对于可耗竭资源产品,如何理解其边际机会成本的内涵? 这个问题将在随后的一节中讨论。

在垄断市场上,垄断厂商可以随意控制稀缺资源产品价格,选择一个最优的产出路径从而最大化其总收益的现值。而最优价格路径正是由最优产出路径内生决定的,如不同时期石油开采量的边际收益以利率的数值增长即为垄断市场中的均衡。

2. 能源价格规制理论

能源价格理论涉及很多方面,本部分主要介绍与能源价格形成机制密切相关的最优规制理论。能源价格规制的目的是在一定程度上恢复能源价格的本性,使其能够确实反映资源的稀缺程度。

最优规制理论实际上是研究规制者与被规制者在信息完全的假设下的最优规制方式。规制方式通常包括进入规制、价格规制、质量规制等,其中最重要的是价格规制,因此最优价格规制是最优规制理论研究的主体。对能源来说,价格规制包括价格水平规制和价格结构规制。价格水平规制涉及总成本和总收益的关系,在提供单一服务的产业中,价格水平是指每单位服务的价格,它是根据正常成本加合理报酬得出的总成本,包括边际成本定价、平均成本定价和价格上限规制等。价格结构规制涉及怎样规制单个价格,在提供单一服务的产业中,价格结构是指将成本结构和需求结构考虑进去的各种价格的组合。在提供多项服务的产业中,价格结构规制则是指每种服务的价格水平的构成和将成本结构、需求结构都考虑进去的价格体系,主要包括线性定价和两部定价、高峰负荷定价、差别定价等非线性定价。

传统价格规制理论认为价格规制起源于市场失灵。在微观经济学假设的完美市场下,价格通过竞争机制可以促使企业降低生产费用,使企业进一步谋求低成本和提供新的物品及服务,并为此努力进行生产方法的创新和新产品的开发。在能源价格形成的过程中,存在很多因

素使市场机制失效，其中最主要的几个因素就是自然垄断、外部性和信息不对称，这些因素会使市场活动偏离帕累托效率最优标准，所以需要政府实施规制。

6.2.2 主要能源定价模型

这里主要介绍西方经济学的市场价格理论体系下的成本定价模型和政府对能源价格规制下的价格上限规制模型。

（一）成本定价模型

成本定价模型包括三种方法：边际成本定价法、平均成本定价法和完全成本定价法。这里重点介绍边际成本定价法和平均成本定价法。

1. 边际成本定价模型

根据微观经济学的基本理论，在完全竞争市场条件下，由市场需求曲线和市场供给曲线形成的均衡价格会自动在边际上实现生产成本与收益的平衡。成本相对较高时，生产活动就会收缩；反之就会扩张。无论哪种情况出现，结果都会改进资源配置效率。实现了这种平衡，就等于实现了经济学意义上的边际成本定价，即 $P = \mathrm{MC}$，此时市场活动使市场价格恰好等于资源投入到这项经济活动中的边际成本。反过来说，一旦实现了边际成本定价，也就实现了资源的最优配置。

因此，努力实现市场价格与资源边际成本价格相等，就可以最大限度地发挥市场经济在资源配置中的主导作用。从长期来看，均衡价格也等于厂商的最低平均成本。这样，边际成本定价一方面保证了厂商获得最大收益，另一方面保证了消费者能够获得低价，从而获得最大效用。因此，在完全竞争市场上，边际成本定价是符合帕累托最优条件的一种定价方法。对于自然垄断行业，由图 6-2 可知，如果边际收益等于边际成本，能源产量为 Q_1、价格为 P_1，此时利润最大化为面积 P_1ABP_2；而如果能源生产企业按照长期平均成本 LAC 定价的话，即 $\mathrm{LAC} = P_2$ 时，能源生产企业既不盈利也不亏损；而如果能源生产企业按照长期边际成本 LMC 定价的话，即 $\mathrm{LMC} = P_3$ 时，能源生产企业亏损为面积 $P_2BE_1P_3$。因为根据长期边际成本下降拉动平均成本下降、边际成本上升促使平均成本上升的理论，此时，长期边际成本一定位于平均成本的下方。也就是说，按长期边际成本决定的价格一定小于平均成本，这样必然导致供给行业亏损。

边际成本定价模型是霍特林 1938 年提出的对可耗竭能源资源的定价方法，是最有影响的定价理论之一。但 $P = \mathrm{MC}$ 这种边际成本定价原理，不能简单地套用在从动态角度研究可耗竭资源的合理配置问题上。因为按照现代经济可持续发展理论，可耗竭资源的边际机会成本的内涵更加复杂化、多样化。

在经济学上，人们常使用边际的概念来分析资源配置规律以及衡量资源的稀缺性。当资源产品的边际成本等于边际收益时，资源的利用规模达到最优水平。但可耗竭能源资源具有的特点，决定了其边际成本的复杂性。可耗竭资源的边际机会成本（marginal opportunity cost，MOC）理论认为，自然资源的价值或价格应该相当于其边际机会成本，即相当于利用一单位某种自然资源的全部成本。可耗竭资源的边际机会成本由以下四部分组成：

（1）边际生产成本（marginal production cost，MPC）。指资源勘探和生产过程中所消耗的各种生产要素的成本。

（2）边际使用者成本（marginal user cost，MUC）。可耗竭能源由于当期使用而给未来使用者造成的净利益损失，这部分成本是能源资源的原始价值，可视为能源企业获得能源开发权的全部支出。

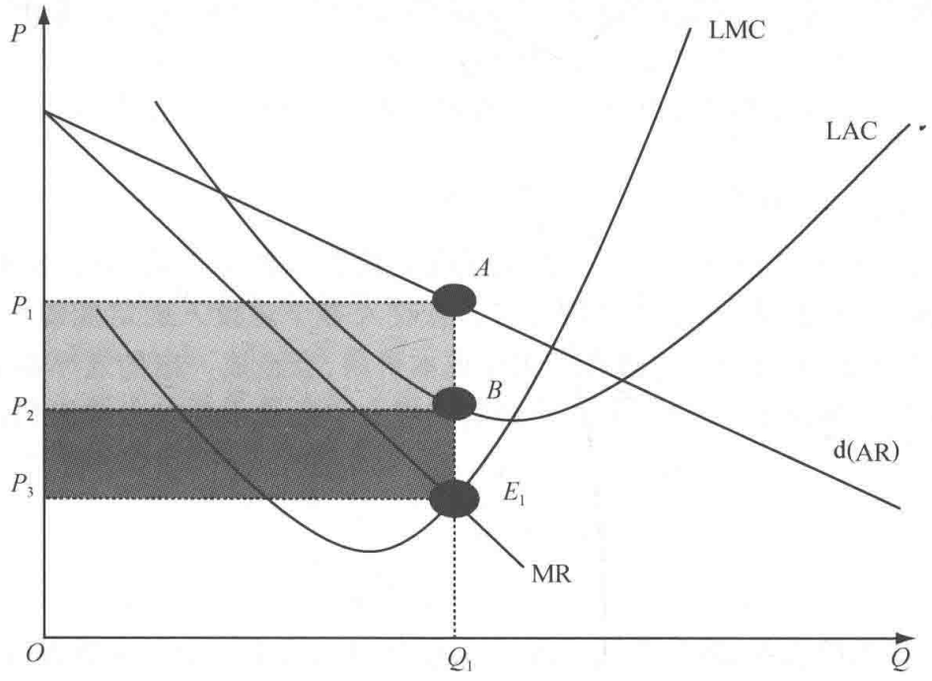


图 6-2　自然垄断厂商的长期均衡

(3) 边际外部成本(marginal external cost,MEC)。指能源开发过程中引起的对生态环境系统的损害以及对他人造成的不利影响。

(4) 市场退出成本(marginal exit cost,ME′C)。是基于能源行业资本密集度高、资产专用性强等特点,能源资源耗竭后的能源企业调整、关闭导致的资本沉设、人员重新安置等市场退出成本。

可耗竭的能源资源,其边际机会成本(MOC)由以下四部分组成:

$$MOC = MPC + MUC + MEC + ME'C$$

需要强调的是,可耗竭资源的机会成本中,只有边际生产成本一项是能源生产企业的意愿,这是构成能源资源最直接可见的边际生产成本,其余三项分别考虑的是能源稀缺性引发的代际间公平使用能源的权利的机会成本、能源资源使用造成的负外部性以及能源生产企业的沉没成本因素。这三项虽然也是构成能源资源总机会成本的一部分,但会增加能源生产企业的总机会成本,能源价格中加入后三项成本是企业生产经营者不情愿的,因此,政府有必要对能源资源定价进行干预,甚至通过能源政策、法规强行加入后三项。

可耗竭资源机会成本的组成中,特别需要留意引入边际使用者成本的深刻意义。对可耗竭自然资源而言,当代人多使用一点就意味着后代人少使用一点。后代人丧失的与当代人在同等条件下使用该资源的机会所需要付出的一种成本就是边际使用者成本。在自然资源的价值中考虑边际使用者成本就是对后代人为保持同样的生产机会而进行的一种补偿。这种补偿的大小取决于资源储量与开采率的关系、当代人与后代人对于该资源的需求状况、替代技术的可能性及替代成本、代际贴现率等。

从资源的可持续利用的角度看,可耗竭自然资源的边际使用成本主要取决于其可替代状况。有些自然资源在生产或消费过程中的作用可被其他自然资源或技术替代,只是因为其替代品和替代技术价格太高,因而现在不能使用。在这种情况下,可用这些将来在某一价格水平上可使用的替代品或替代技术的价格来计算该自然资源的边际使用成本。影响自然资源最优利用的替代有多种类型,其中包括:自然资源对自然资源的替代,其他生产要素对自然资源的

替代，节约资源的低质产品对浪费资源的高质产品的替代，不同产品之间的替代（作为生产产品的投入品之一，对自然资源的需求无疑受制于对产品的需求），以及技术对自然资源的替代。其中最常见的是自然资源对自然资源的替代和技术对自然资源的替代（具体参见第3章）。

2. 平均成本定价模型

平均成本定价法是从企业收支平衡的角度确定能源价格的方法，该方法将能源生产的所有投入作为成本，并考虑投入的时间因素，基于总收入等于总投入确定能源产品的供应价格。与边际成本定价相比，平均成本定价高于边际成本价格，会造成一定的效率损失。采用平均成本定价时，能源生产企业不再亏损，但此时利润为零。平均成本法可以表示为：

$$AC = \frac{\sum_{i=0}^{n}\left[\frac{C_i}{(1+r)^i}\right]}{\sum_{i=0}^{n} W_i}$$

其中，C_i 表示新增能源成本，既包含固定成本也包含可变成本；W_i 表示新增能源产品销售量；r 表示贴现率；n 表示规划时期。

平均成本定价法和边际成本定价法都是重点关注能源生产供应过程中发生的成本投入，而并未考虑能源生产的外部性影响。

3. 完全成本定价模型

完全成本定价方法是对能源资源开发利用全过程的考量，既考虑生产过程中发生的直接成本，同时也将能源生产过程中产生的外部性影响和环境治理投入内部化，反映到能源产品的成本之中。

（二）价格上限规制模型

价格上限规制模型是一种激励性价格规制方法，是传统的报酬率规制的替代方式，传统的报酬率规制在日、美应用得比较多，价格上限规制模型在英国应用得比较成熟，目前它已成为实践中最有影响力的激励性规制方案。

价格上限规制类似于在规制机构和被规制能源生产企业之间签订价格变动合同，规定价格上限，使价格原则上只能在这个限度内变动。价格上限规制采用 PRI-X 模型，PRI 表示价格指数，即通货膨胀率，X 是由规制者确定的，表示在一定时期内生产效率增长的百分比。这一模型意味着能源生产企业在任何一年中制定的名义价格取决于 RPI 与 X 的相对值。若 RPI-X 是一个负值，则能源生产企业就要降价，幅度为 RPI-X 的绝对值。这样，设能源生产企业本期的价格为 P_t，下期的价格为 P_{t+1}，P_{t+1} 的值由下式确定：

$$P_{t+1} = P_t[1 + (\text{RPI-}X)]$$

在这一模型当中，X 值的确定比较关键，而且 X 值并不是一成不变的，政府可以根据情况确定几年调整一次 X 值。不断变化的 X 值一方面使得能源生产企业提高生产效率的压力不断增加，消费者从中受益；另一方面也使价格规制政策的操作难度加大，政策的连贯性和稳定性有一定程度的降低。

价格上限规制模型不仅适用于单一产品或服务，也适用于多种产品或服务的价格规制。这种模型不仅能够处理能源生产企业生产的某种特定产品的最高限价，而且能处理能源生产企业所生产的多种被规制的产品的综合最高限价。

资料链接　　自然垄断

人们往往对市场条件下的垄断现象深恶痛绝，其实应该具体分析。垄断可分为人为垄断和自然垄断两大类。通常讨论的多是人为垄断，它包括控制性垄断、特许性垄断和专利性垄断。垄断既有消极作用也有积极作用。政府的作用是及时研究对策，尽量利用垄断的积极作用，同时限制垄断的消极作用。

对于自然垄断，正确的理解不应该认为它是由于自然因素阻碍了别的部门的竞争而形成的垄断，也不应该认为一种商品只限于一个特定的地区生产，或一种矿产总产量中的大部分集中于一个地区。现代经济学上所指的自然垄断是指一家企业能以最低的单位产品成本满足与此单位成本（已包括正常利润在内）定价相适应的全部市场需求。它的含义是：对于同样的产品产量，由单独一个企业来生产比分别由多个企业来生产效率更高，或成本更低。在能源行业中，电力和天然气供给是自然垄断的典型例子。

自然垄断不仅不排除竞争，反而是竞争的“自然”结果。正是在这个意义上，才将这种垄断称为“自然垄断”。关于自然垄断有这样两个结论：第一，如果说政府可以通过支持和鼓励竞争来消除或限制人为垄断的话，那么对于自然垄断，竞争并不能解决问题。第二，自然垄断具有二重性。一方面，如果政府采取措施强行打破自然垄断，比如同一城市建立两个以上的发电厂和输电设施，那么从社会角度来看就会降低效率，造成资源浪费；另一方面，如果政府不加干预，自然垄断企业就可能减产提价，谋取超额利润。一般认为，形成自然垄断的根本原因在于规模经济。

6.2.3　能源价格与资源配置效率

通过前文的分析，我们知道了如何对能源资源合理定价以实现资源的最优配置，但应如何准确理解价格的真实含义呢？价格的两个最基本的范畴就是绝对价格水平和相对价格体系（商品间的比价关系）。商品的绝对价格水平主要取决于货币发行量的多少，而与资源配置和经济效率无关。市场经济主要是通过价格信号配置资源的，而这种价格信号主要是指相对价格。判断能源价格是否合理也是就能源与其他商品和生产要素的比价或能源行业内部相对比价而言的。图 6-2 说明了能源的相对价格与能源资源的最优配置的关系，即生产活动中生产要素最优组合之间的关系。

在图 6-3 中，假定生产活动只需两种要素投入，即能源投入和非能源投入（劳动、原材料等）。Q 为等产量曲线，它表示为了实现一定的产量，在等产量曲线上可以找到能源投入与非能源投入的多种组合。但在投入品比价和总成本一定的前提下，最经济的投入组合只有 A 点，C_0 和 C_1 分别为不同生产要素比价时的等成本曲线，它表示投入总成本不变的情况下，能源投入与非能源投入的各种组合。在等成本曲线的左下方区域，投入要素有闲置，表明还有增加产量的潜力；在等成本曲线的右上方区域，超出预算总成本。如果设能源投入的价格（或单位成本）为 P_E，非能源投入的价格（或单位成本）为 P_R，则等成本函数可写为：

$$C = P_R R + P_E E$$

它可变形为：

$$R = \left(\frac{C}{P_R}\right) - \left(\frac{P_E}{P_R}\right) E$$

其中，C/P_R 为等成本曲线在纵轴上的截距；P_E/P_R 为等成本曲线的斜率。

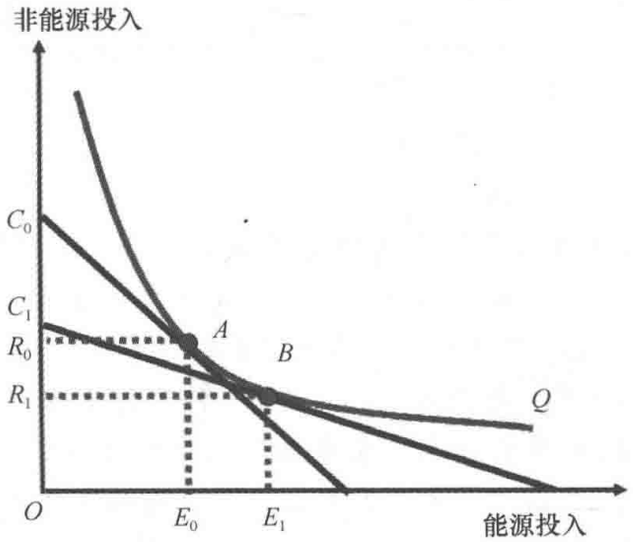


图 6-3　要素比价与最优投入组合

等成本曲线实质上是能源投入与非能源投入的比价。根据微观经济学生产者行为理论可以得出的结论是：在预算总成本和产量目标一定的条件下，投入要素比价（即等成本期限的斜率）就决定了投入要素的最优投入组合比例，这可视为资源的最优配置。如在等产量为 Q、预算总成本为 C_0 时，要素比价 P_{E0}/P_{R0}（即等成本曲线 C_0 的斜率）就决定了能源和非能源投入的最优组合点为 A，即能源的最优投入量为 E_0，非能源的最优投入量为 R_0。或者，当产量仍为 Q、预算总成本为 C_1 时，要素比价 P_{E1}/P_{R1}（等成本曲线 C_1 的斜率）就决定了能源和非能源投入的最优组合点为 B，即能源最优投入量为 E_1，非能源的最优投入量为 R_1。

因此，不能孤立地考察能源价格的绝对水平及其变化，重要的是考察能源与其他资源的比价。下面考察能源价格高于和低于均衡价格时，将对资源配置的公平和效率产生怎样的影响。首先分析能源价格偏高的情形。

从图 6-4 可以看出，当能源价格为 P_1、产量为 Q_1 时，总收益为 $OAaQ_1$ 的面积，总成本为 $OCbQ_1$ 的面积，净收益为 $CAab$ 的面积，即 $OAaQ_1$ 与 $OCbQ_1$ 面积之差。而当处于均衡状态时的价格为 P_0、产量为 Q_0 时，总收益为 $OAEQ_0$ 的面积，总成本为 $OCEQ_0$ 的面积，净收益为 CAE 的面积，即 $OAEQ_0$ 与 $OCEQ_0$ 之差。很显然，当能源价格 P_1 高于均衡价格 P_0 时，净收益有所损失，其数值相当于三角形 abE 的面积，即净收益 CAE 与 $CAab$ 之差。

从福利经济学角度考虑，较高的能源价格 P_1 使企业获取的超额生产者剩余是以牺牲消费者剩余为代价的，图 6-4 中矩形 P_0P_1aB 是消费者剩余向生产者剩余的转移。这部分收益转移并不构成社会净损失。因为政府可以通过税收政策调节转移企业的这部分收入，使其作为政府的公共支出转而受益于广大消费者，通过“政府的手”也能做到基本“公平合理”。但是这种公平的背后却是真正的社会净损失，即上述三角形 abE 的面积。它说明能源价格高于均衡价格引起的高价格、低效率会给社会带来净损失。整个三角形 abE 的面积还可以分为上、下两个小三角形，面积 C_1 相当于消费者剩余损失，面积 S_1 相当于生产者剩余损失，二者之和构成能源行业的净损失。从图 6-4 可以清楚地看出，价格偏高的程度越大，或者说价格扭曲的程度越大，效率损失也越大，在其他条件一定时，价格扭曲的程度与净损失的大小成正比。

其次分析能源价格偏低的情形。

在图 6-5 中，假定 P_0、Q_0 分别为均衡时的能源价格和产量。基于某些原因，政府压低能源

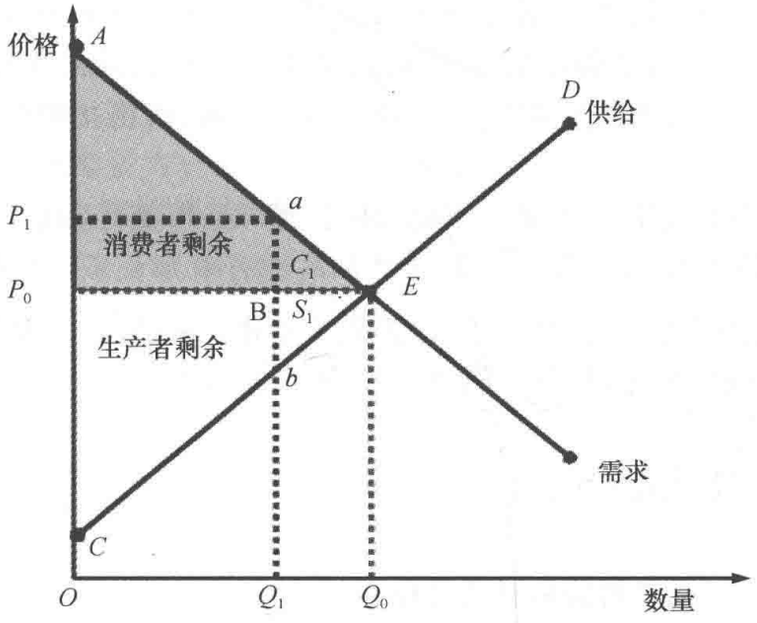


图 6-4　能源价格高于均衡价格的效率损失

价格，使能源行业（例如煤炭、石油采掘业）不仅无盈利，而且低于平均成本运营。当能源产品价格为 P_1 时，市场供给量仅有 Q_1，而需求量为 Q_1'，总缺口为 $Q_1' - Q_1$。假设在政府的调节下，能源供给增加为 Q_2，缺口缩小，如果此时能源价格仍被控制在 P_1 的情形下，能源行业必然出现亏损，这部分亏损属于政策性亏损，政府应该通过国家投资、税收减免等形式给予亏损补贴。以下进行具体分析。

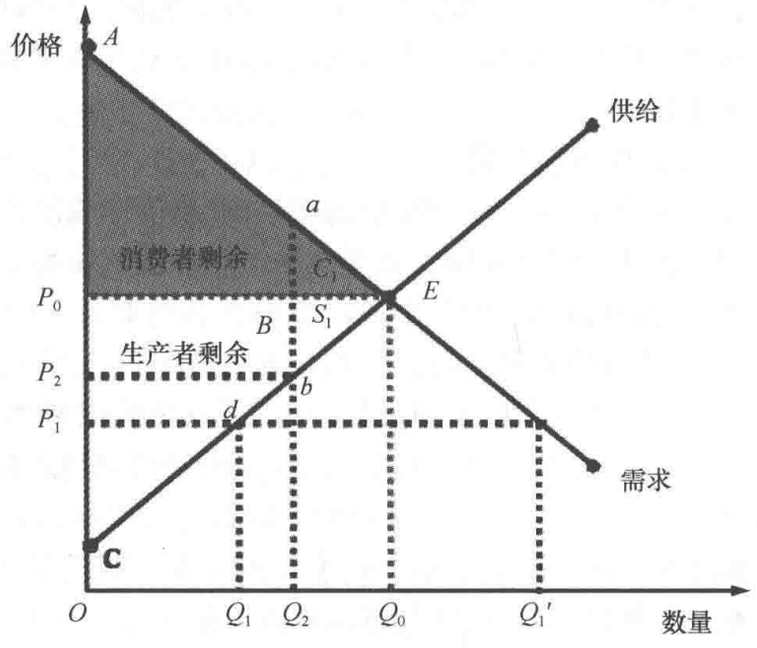


图 6-5　能源价格低于均衡价格的效率损失

从图 6-5 可以看出，当能源价格为 P_2、产量为 Q_2 时，总收益为 $OAaQ_2$ 的面积，总成本为 $OCbQ_2$ 的面积，净收益为 $CAab$ 的面积，即总收益 $OAaQ_2$ 与总成本 $OCbQ_2$ 的面积之差。当能源价格为 P_0、产量为 Q_0 时，总收益为 $OAEQ_0$ 的面积，总成本为 $OCEQ_0$ 的面积，净收益为 CAE 的面积，即总收益 $OAEQ_0$ 与总成本 $OCEQ_0$ 的面积之差。两种不同价格水平相比，净收益仍然有损失，其数值相当于三角形 abE 的面积，即净收益 CAE 与 $CAab$ 之差。

与图 6-4 相似，图 6-5 中的三角形 abE 也可分为上、下两个小三角形，面积 C_1 相当于消费

者剩余的损失，面积 S_1 相当于生产者剩余的损失，二者之和构成能源行业的净损失。而且从图 6-5也可以清楚地看出，价格偏低的程度越大，或者说价格扭曲的程度越大，效率的损失也越大。总之，不论是价格偏高还是偏低，在其他条件一定时，价格扭曲的程度与净损失的大小成正比。

此外，从图 6-5 还可看出，P_0BbdP_1 围成的面积属于生产者剩余向消费者剩余的转移。它本身又包括两部分，即 P_0BbP_2 的矩形面积和 P_2bdP_1 的小梯形面积。另外需要留意的是，假如政府希望通过提高能源产品价格来实现能源的供求平衡，那么在需求量缩减 $Q_1^{'}-Q_0$ 的同时，供给量只能增加 Q_0-Q_2，但此时能源价格却必须提高 P_0-P_1。

6.3 能源价格形成机制

6.3.1 能源价格形成机制的内涵及其理论

价格理论的研究核心是资源配置与资源利用，而价格形成机制又是价格理论的基本构成。价格形成是指商品生产和商品交换过程中价格的确定。价格形成机制是指在一定的价格管理体制下，价格形成与变动的内在过程。对价格形成机制更贴切的表述是：价格形成机制是指以市场配置资源为基础，以完善有效的政府宏观调控为目标，通过建立有利于产业结构优化、行业可持续发展的价格指数，以及完整的成本核算框架、完备的市场交易体制，来引导生产、流通和消费的价格制定与调整的制度安排。而能源价格形成机制是指能源价格形成的基础因素的构成、功能及运行方式，能源价格是否合理，从根本上来说是能源价格形成机制是否合理。

能源价格形成机制需要考察价值体系、供需机制、市场体系与制度组织安排等各因素对价格形成的相互作用与相互影响。

1. 能源价值与价格形成机制的关系

按照马克思主义劳动价值论，价值是价格形成的基础，价值形成的源泉是无差别的人类劳动，价格是价值的货币表现，价格围绕着价值上下波动。能源价值体系是能源价格形成机制的基础。在市场经济条件下，商品价值量的大小取决于该物品的效用和稀缺性。能源满足具有效用和稀缺性这两个条件，是有价值的商品。产权作为一种财产权利是能源在开发利用过程中必然建立的一种权属关系。从资源配置的角度来看，产权主要包括四种权利：所有权、使用权、收益权和处置权。所有权是资源归谁所有的问题；使用权决定能否使用资源，以何种方式使用资源的权利；收益权就是通过使用资源而有权获取收益；处置权就是处置资源的权利。资源价值的一个重要方面是其产权的体现。如果一个没有资源产权的地区，任何人可以以任何一种方式使用资源而不支付任何成本，这样只有在资源无限的情况下才不会稀缺，那么资源也就没有价值。

2. 市场供需与价格形成机制的关系分析

西方经济学的市场均衡理论强调供需机制对价格形成的决定。在完全竞争市场中，供需均衡时得到市场均衡价格与均衡数量；在不完全市场上，由企业按照边际原则在利润最大化产量下根据市场需求曲线探寻市场均衡价格，企业是价格的完全（或部分）垄断者。企业通过定价策略获取更多的利润，提高企业的市场份额和竞争力。

3. 市场体系与价格形成机制的关系

完善的市场体系为有效价格的形成提供了市场基础。从经济上的投入产出关系来看，市

场分为要素市场与产品市场。要素市场为投入要素构建了与最终产品和服务的产出关系，也为最终产品与服务提供了相关配套服务，提高了其产出效率。因此，在产品价格形成机制中蕴含着要素价格。要素价格决定（或要素报酬分配）能力，受限于要素市场结构与产品市场结构，以及要素供需双方的垄断势力对比。因此，能源市场体系（包括能源产品市场与能源要素市场，即金融、技术与劳动力市场）与能源价格的关系非常密切，其特征将对能源价格的实现带来深远影响。主要体现在以下几个方面：

（1）能源要素市场的价格通过投入产出关系可以传导到能源产品价格上，形成能源价格。

（2）能源市场结构对能源价格的形成有很大的影响。能源企业在能源要素市场中的垄断地位，影响了其对要素价格的控制力，间接影响了能源终端价格。能源用户与能源企业在能源市场中的势力对比，直接影响了能源终端价格。

（3）能源金融衍生品价格对能源现货价格的影响逐渐加强。

4. 制度安排与价格形成机制的关系分析

由于现实经济中一方面存在垄断、公共物品、外部性与信息不对称等市场失灵现象，另一方面能源产品在国家经济安全中具有特殊性，以及能源市场结构不完善等特点，需要通过经济政策等制度安排对价格形成机制给予修正，需要扮演公共服务角色的政府与规制主体通过能源激励政策和管制制度对其价格机制进行修正，如通过能源产业政策、财政与货币政策、国际贸易政策与市场准入政策间接影响价格，或者对能源价格给予不同程度的规制，以实现资源配置的帕累托改善。一般而言，垄断是通过价格管制或绩效管制来提高其经济效率；公共物品则依托财政税收或补贴政策由政府或第三方提供；外部性采取庇古税或补贴、内部化与产权明晰来解决；信息不对称则通过管制政策、信息传递机制的完善以及法律来纠偏。

综合以上四方面影响能源价格形成机制的因素，可以得到一些基本认识：从表面上看，能源价格由供求关系决定，实际上同其他商品一样，能源市场价值是其市场价格的基础，价格是价值的货币表现。从本质上看，能源价格是由能源价值决定的，价格的上下波动正是价值规律发生作用的表现。由于供求关系的变化，价格有时高于价值，有时低于价值。从长期来看，价格的上下波动可以相互抵消，基本上同价值保持一致，供求对于市场价格的作用就等于零。

但是，由于能源不同于普通商品，其价格形成除了反映一般商品价格形成的共性外，还反映能源资源的稀缺性和垄断性特征。这种稀缺性体现在能源要素市场和能源产品市场中；而能源市场结构不完善导致的垄断性，使得政府的能源政策干预成为必然。可以说在决定能源价格形成的众多因素中，能源成本与垄断利润成为关键因素。

既然能源价格的形成就是讲能源价格是如何决定的，那么影响其价格形成的关键因素有哪些？在市场经济条件下，能源价格直接反映能源市场供给与需求的变化，并调节着供需双方的资源配置和生产经营活动，它是国家宏观调控和企业进行资源配置及经济决策的重要依据。影响能源价格的因素，归纳起来主要有以下几点：

（1）需求与供给。由经济理论对需求与价格关系的一般解释可知，能源需求增加或减少，会引起能源价格水平的提高或下降；能源价格水平的提高或下降，会减少或增加能源消费需求。能源需求与价格两者之间哪一个是主动产生影响，哪一个是被动接受影响，需要进行综合考虑。供给与需求的相互作用，在完全竞争条件下，会产生均衡市场价格和均衡供需数量，即达到市场均衡。因此，在具体分析能源价格波动时，应对价格变化的原因、特点、趋势进行全面分析，以便对价格变化进行准确判断。

（2）成本因素。在市场经济中，成本因素是影响商品价格运行的基本因素，能源生产和运输成本构成能源产品的内涵价值。从能源价格结构来看，能源价格主要由资源取得成本、生产成本、运输成本、转产成本、安全成本以及单位产品利润等构成。一般而言，成本与能源价格的关系为：生产成本上升，能源价格相应提高，价格上升到一定程度，由于供求关系和市场竞争作用机制，价格反过来抑制需求，需求量减少，价格上升速度减慢。在考察能源成本与其价格的关系时需要重点关注以下几点：第一，区分能源成本变化是暂时性上升还是长期上升过程；第二，确定能源成本大小与能源对价格变化产生实际影响的临界值；第三，区分市场竞争条件下与垄断条件下的能源价格成本；第四，区分影响成本变化的时间、空间及其相关因素；第五，确定能源成本在能源价格中所占的比例，以及能源价格对能源成本变动的敏感度。上述分析有利于研究成本在能源价格波动中的贡献率，以便考虑是否从加强成本控制的角度来降低能源价格。

（3）国际市场价格。随着市场的进一步开放，能源产品国际贸易量扩大，国际市场能源价格对国内市场的影响正在日益加剧，两个市场价格的联动性正通过能源产品的进出口影响着石油、煤炭、天然气价格，即能源产品进出口量的多少直接影响能源市场的供求状况，进而影响到能源产品的市场价格。例如，当中国国内供应不变，进口量增加，也就是相当于需求量增加时，国内能源价格的变化就取决于进口产品的国际市场价格，同时其影响也向非贸易品传递。

（4）金融因素。20 世纪 70 年代的石油危机在给世界石油市场带来巨大冲击的同时，也为世界金融市场的发展提供了机遇——石油期货随之出现。除石油期货之外，国际能源金融衍生品市场上还有电力和天然气等产品，但与石油期货相比，这些金融衍生品的交易规模还较小。能源期货市场的出现使能源商品的战略物资特性和金融特性融合在一起，国际油价往往在石油期货交易中形成，石油市场与金融市场高度整合，金融因素的影响成为石油价格波动的一个重要推动力，并扩散到其他能源产品上。

6.3.2 供求关系与能源价格形成

由于能源市场供给与需求的变化是决定能源价格最主要、最直接的因素，同时市场竞争机制也对能源价格形成有重要影响，因此有必要分析供求关系及市场竞争对能源价格形成的作用（见图 6-6）。

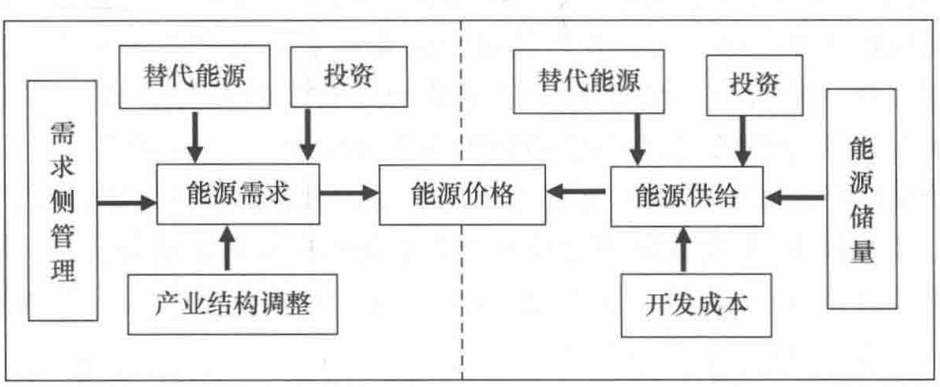


图 6-6 影响能源价格的综合因素

1. 需求关系与价格形成

能源需求是能源市场的主导因素，也是决定能源交易价格的中心环节。能源需求变化表现在以下几方面：

（1）能源价格是影响能源需求的主要因素之一。

（2）能源投资对能源的需求也会产生影响。假设能源需求价格弹性不等于零时，不同的

价格会影响到能源需求预测、不同的最佳投资计划、不同的成本估算以及不同的价格估算。

(3) 产业结构的调整与升级,居民生活质量的改善等生产、生活因素会直接导致对能源需求的变化。

(4) 替代能源的出现在改变能源供给结构的同时,也对能源的需求产生间接影响。

(5) 需求侧管理(demand side management,DSM)对能源需求的影响。由于能源利用过程中各种外部性凸现,促使能源开发企业提高能源使用效率,减少对能源开发领域的直接投资,促使终端能源资源得以有效利用。

2. 供给关系与价格形成

能源供给也是决定能源交易价格的因素。表现为:

(1) 能源价格越高,供给越多。

(2) 能源的开发成本升高,企业利润减少,会抑制能源供给的增加。

(3) 能源投资改变能源潜在供给能力。

(4) 替代能源及其价格对能源供给有影响。

(5) 能源资源本身的存量。

3. 竞争与价格形成

(1) 能源行业虽然带有一定的自然垄断特征,但不能完全排除竞争。市场有效竞争(或可操作的竞争)的结果将使得价格趋于合理化,使得能源行业的利润率趋向于社会平均利润率。

(2) 竞争主要是指能源供给方与能源需求方之间的竞争及其各自内部的竞争状况。从供给方看,表现为不同能源品种之间的竞争,同一能源品种生产企业之间的竞争;从需求方看,表现为不同需求群体之间的竞争,如电力企业用能与非能源企业用能之间的竞争,工业用能与商业、民用能之间的竞争等。

6.3.3 能源价格形成机制的基本内容

能源价格形成机制是解决能源产品定价问题的理论体系,也就是价格的管理体系,主要有三方面的内容:一是价格管理权限,即确定价格的决策主体;二是价格形式,包括价格形成的方式、途径和机理;三是价格调控方式,包括价格调控的对象、目标和措施。完整的能源价格形成机制应包括能源价格构成、定价主体、定价原则、定价模式、能源价格调控机制等内容。

1. 能源价格构成

6.3.1 部分对能源价格进行了一定程度的阐述,这里进一步补充、完善、总结能源价格的构成。在市场经济中,能源价值决定其价格,能源价值最终表现为价格,价格围绕价值上下波动。能源价格取决于供需平衡:第一是供给价格,应反映三方面的价值,即所有者的产权价值、生产者的劳动价值和针对外部性影响的补偿价值;第二是需求价格,按照边际效用论的解释,能源资源使用者愿意支付的价格由最后一个商品的效用(使用价值),即边际效用来决定,但由于能源资源的稀缺性,边际效用还处于较高的水平时就会达到供需平衡,导致较高的交易价格。根据 6.2.2 边际成本定价模型可知,能源定价中应该包括边际生产成本、边际使用成本、边际外部成本、市场退出成本。但由于难以精确定量稀缺性价值、外部成本和资源有用性价值,在实际能源定价操作中存在困难。一般而言,虽然各国能源资源状况、市场条件、管理体制和技术水平存在差异,但是能源资源价格基本上都包括生产成本、企业利润、税金、能源资源费这几项。

2. 价格决策主体

能源价格对资源配置与资源利用有重要作用,能源价格的确定不仅与参与市场的各能源

企业的博弈有关，也和政府对能源定价的干预密不可分。能源定价的基本方式有两种。一是市场定价方式，即由供给与需求这两个市场中最基本的因素决定。在能源产业中，市场供需在能源定价中起着至关重要的作用。价格市场化才能打破垄断，促进能源资源合理、优化配置和社会公平，实现可持续利用能源的目的。因此，充分发挥市场机制是能源定价的主要方式。二是政策性定价方式。垄断或不完全竞争、公共物品、外部不经济导致的市场失灵、资源错配，以及能源作为一国经济发展命脉的特殊性，都使得任何一个国家或地区政府都会直接或间接地干预能源市场。政府对市场实施必要和适度的行政干预机制反映了市场经济发展的内在要求。从理论上说，政府干预的范畴包括所有影响经济主体行为的政府行为。在市场经济条件下，规范经济主体的行为，矫正、补充和改善市场缺陷的活动，主要由政府通过管制、法律和规则制度等手段来完成。但政府干预不当或过多会造成政策性的市场功能障碍，出现政府失灵的现象。因此政府要为价格的形成培育竞争的市场环境，在政府和市场的共同作用下，形成相对公平和真实的能源价格。

需要注意的是，能源价格的决策主体和具体的不同领域的能源价格形成机制的特点有关，能源品种不同和同一能源品种不同环节的定价机制存在不同特征。如表 6-1 所示，以中国能源行业为例，石油行业中无论是在原油开采、成品油炼制还是批发零售环节，引入竞争机制都会出现多个供给者和消费者，在供需竞争的基础上形成最有利于资源配置的市场价格。

天然气如果没有液化，则需经专门的管道运输才能流通，因此该行业的技术、经济特性与电力行业（有专门输电的电网）较为相似。就天然气行业各环节的价格形成来看，在“井、网、售”分离的基础上，天然气井口价格和终端用户价格应该市场化，而管道运输价格则需要在政府监管下形成。

在电力行业，发电环节完全可以实行竞价上网，发电企业与用户（包括配电公司）在合理的市场交易规则下竞争形成价格，可以促进发电企业降低成本、提高效率、优化资源配置；售电环节同样不具有自然垄断性，通过引入竞争性零售商制度，让用户对供电方享有充分的选择权，在销售电价与上网联动的机制下，实行竞争性可中断电价；由于电网经营具有自然垄断特性，不适合引进竞争机制，需要政府对输配电环节的价格进行管制，按照成本加利润的方式形成有利于电网健康发展的输配电价格。

表 6-1　能源各行业价格形成的目标模式

	上游	中游	下游
石油	勘探、开采	成品油	批发零售
	市场主导定价	市场主导定价	市场主导定价
天然气	勘探、开采	管道运输	批发零售
	市场主导定价	政府调控	市场主导定价
电力	发电	输电、配电	售电
	市场主导定价	政府调控	市场主导定价
煤炭	勘探、开采	运输	批发零售
	市场主导定价	市场主导定价	市场主导定价

中国的煤炭勘探和开采领域已经实现了市场定价，但由于煤炭产地和煤炭消费区在地理位置上的不一致，煤炭必须经长途运输才能进入消费领域，煤炭的运输费用构成了煤炭价格的重要组成部分。此外，中国煤炭大部分用于发电，而电力价格的管制和电力产业的高度集中使得电力企业有较强的市场势力，因此电煤价格仍没有实现彻底的市场化。

3. 定价原则

能源是一种特殊的商品，具有稀缺性、不可再生性和外部性等特点，能源产品在定价过程中不能仅仅作为一般商品来处理，除了考虑能源企业的成本和利润外，还要考虑能源分配的公平性、用户的承受能力、能源的外部性影响；既要考虑价格在能源资源配置中的作用，以促进能源利用效率的提高，还要综合考虑能源、环境和社会经济系统，实现能源资源的可持续利用。各国因能源资源禀赋条件、能源结构、经济发展水平、国家体制、能源管理理念等方面的特定状况，对能源定价的出发点和侧重点有所不同，这些都决定了能源定价原则的差异。

能源定价从大原则上来说，需要注意两点：一是能源定价应在包含环境和其他外部因素的全成本原则下进行，确保中长期的能源需求，提高能源效益，保证经济持续增长；二是边际成本和机会成本定价是制定合理的价格水平与价格结构的基本原则。

能源定价原则具体化时，从各国实际情况看，合理的能源制定原则应包括：补偿成本原则、补偿利润原则、用户参与原则、考虑用户承受能力及能源价格补贴原则、适时调整原则和提高资源配置效率原则。

（1）补偿成本原则。合理的价格是保障能源生产供应企业正常生产、维护能源设施正常运转的重要收入来源，因此能源价格必须能够补偿生产企业的生产投入。

（2）补偿利润原则。能源作为一种战略资源，能源产业的高投入特点使得规模经济形成自然垄断特征，加之能源例如电力、天然气等的供应具有较强的公益性特点，世界各国普遍对能源价格实行政府监管，既允许企业有适度的盈利，严格限制其利润水平。

（3）用户参与原则。能源价格直接影响到经济社会的各类生产和生活部门，尤其对于收入较低的弱势群体来说，过高的价格将影响其支出，对其造成负担。因此，许多国家都比较重视用户参与在能源价格制定中的作用。

（4）考虑用户承受能力及能源价格补贴原则。由于电力、天然气等能源具有公益性，且一般实行政府监管，因此必须考虑用户的承受能力，即在考虑能源开发利用可持续发展的基础上，将能源的综合成本和用户的支付能力与意愿综合考虑，实现供给方与使用方的合理协调。对于特定用户或出于政府的特殊政策方针，适度补贴也是世界各国普遍采用的措施。

（5）适时调整原则。由于能源市场价格波动、国内通货膨胀以及劳动力价格等因素，能源生产企业的生产成本也在变化，为了保障成本回收及合理利润，必须根据相关因素适时调整能源价格。

（6）提高资源配置效率原则。合理的能源定价，不仅有利于优化资源配置，减缓能源资源供需矛盾，而且对提高能源资源的开发利用率、减少污染和抑制能源浪费具有重要作用。

4. 定价模型

6.2.2 部分从价格水平层面较为详细地介绍了边际成本定价模型和平均成本定价模型以及价格上限规制等。但从能源价格结构层面考虑的话，主要包括线性定价和两部定价、高峰负荷定价、差别定价等非线性定价。这些定价方法将在第 8 章电力市场中分析说明。

5. 能源价格调控机制

国家进行能源价格调控的根本目的就是通过政府调控各种能源商品价格，使其尽可能反映能源供求关系、资源稀缺程度、能源资源价值、能源商品之间的比价关系，创造、维护市场价格机制正常运行的有利环境和弥补市场价格机制的缺陷，达到稳定物价水平、促进经济增长、提高资源有效配置、保障能源安全和促进生态环境友好协调发展等目标。

能源价格调控是一个长期动态的过程，由于能源价格的不确定性以及能源价格调控主体自身的变化，能源价格调控模式在选择时有较大的难度。虽然时间和外部环境的变化给价格

调控模式的确立带来困难，但能源价格调控模式的选择也存在一些基本原则，包括宏观效益原则、市场化原则、适时适度原则、可持续发展原则。

采取什么样的能源价格调控模式，主要取决于政府与市场在价格调控中的地位，政府与市场的不同组合构成了能源价格调控的不同模式。一般来说，能源价格调控的基本模式需要经历由政府主导向市场主导的三个转换阶段：第一阶段，即近期为政府主导的市场调控模式，即能源价格调控应当采取政府主导的市场调控模式，对能源垄断企业和垄断环节加强政府力量，规范市场价格行为，形成合理的能源价格机制，降低能源价格波动对经济发展带来的负面影响。第二阶段，即中期为政府引导的调控模式，即能源价格市场化必须以市场配置资源为主导方式，政府逐步退出商品定价环节和定价领域，能源价格调控主体必然要由政府向市场转变，市场逐步成为价格调控主体。第三阶段，即远期为自由调控模式，即由于能源资源关系到一个国家的经济安全，这种属性决定了政府主要转向对能源价格的引导和监管，最终确立对能源价格进行政府引导的市场调控模式。

6.3.4 中国的能源定价

以上介绍的能源定价及其价格形成机制为中国能源价格机制改革提供了一定的经济学依据。本节将对中国能源价格机制改革的进程以及现有的能源定价机制在能源价格传导过程中的作用进行介绍。

（一）中国能源定价的特点

“煤、电、油、气”是中国的基础能源，也是中国能源消费和生产的主要部分。改革开放以来，中国能源产品的价格改革基本上是沿着计划制→双轨制→市场制的方向进行的，尽管各种能源产品价格改革的过程不一致，但是价格所反映的内容也基本实现了由不完全成本向完全成本方向的转变。

目前中国政府仍然对石油、天然气、电力等重要能源产品实行比较严格的价格管制，只有煤炭价格基本实现了市场化，但也不是真正意义上的市场化。

根据中国《价格法》等相关法规规定：计划内电煤采用政府指导价实行煤炭联动，其他煤炭价格已市场化；电力方面目前基本上还是政府定价。竞价上网后的容量电价由政府制定，电量电价由市场竞争形成；原油定价由国家发展和改革委员会（简称发改委）根据国际同类原油上月平均价制定国内基准价，由买卖双方根据品质和运距确定升贴水；天然气定价则根据用户的不同，由发改委制定出厂价格和管道运输价格，城市终端用户价格由地方政府制定。

（二）中国的能源目标和能源价格体系的缺陷

中国作为发展中国家，基于现阶段的社会经济状况，政府的能源目标大致包括：为快速增长的能源需求提供稳定充足的能源和优质的能源服务；提高能源利用效率和节能；降低能源的污染物排放以及其他危害人类和经济发展的环境影响。中国的能源改革必须平衡这三大目标。对中国而言，一个合理透明的定价机制应当考虑到定价在资源分配中的重要性、能源定价程序对市场竞争性和规范性的影响、供应成本及能源效率等众多因素。

中国能源产品的价格体系存在种种制约能源市场发展的弊端。首先，中国能源定价体系中还大量存在“政府定价方式”或“政府指导价”。这种非市场化的定价模式，一般只反映资源开发成本，并没有核算环境破坏成本和安全生产成本等“完全成本”，能源价格普遍偏低，能源价格未实现完全的市场化，能源价格的波动因此不能真实地反映市场供求关系和资源的稀缺程度，导致全社会能源资源过度开发和浪费，以及能源类工业企业过度排放，严重污染环境等局面，不利于能源利用的优化配置。其次，能源价格的构成不合理，能源价格体系还不完善，缺

乏科学的能源定价方法。最后，能源商品之间的比价关系不合理，不利于产业结构优化调整，也不利于能源产业链的健康发展。

能源价格制度建设存在两大问题：

（1）能源行业价格监管缺失。在中国，与能源有关的行业大多是垄断行业，或多或少地存在自然垄断或行政垄断。加强和完善垄断行业的价格监管是能源价格改革的重要环节。目前，中国能源价格监管机制缺失主要表现为：一是法律法规不健全，监管缺乏可操作性，缺少专门针对垄断行业经营行为和控制标准的法律。二是成本约束机制有待完善。现阶段中国还没有形成一个明确的垄断行业定价成本概念和审核标准。价格主管部门很难准确掌握各个行业的社会平均成本。目前，垄断行业价格监管中普遍采用的是成本加成定价法。但这种定价法会忽视当前的需求弹性和现行的价格弹性，而需求弹性是处在不断变化之中的。三是监管方式不完善，监管程序守旧固化。目前，国家虽大力倡导垄断行业实施价格听证制度，但中国现行的听证制度多流于过程，听证制度的执行性不足。

（2）能源税制的缺失。从理论上讲，能源资源的生产价值可以通过市场的自发调节来实现，但能源资源既是一种经济资源，也是一种公共资源，其公共产权价值、资源的代内与代际补偿价值和外部生态环境补偿价值很难在市场作用下实现，而这些却可以在有效的资源税费制度下实现。中国目前实行的资源税是1994年税制改革时制定的。以“普遍征收，级差调节”为原则的资源税夸大了政策目标，限制了税收应有的作用。现行资源税虽然保障了各资源开采企业在同等条件下的公平竞争，却无法反映资源开采对生态和后代人资源拥有量造成的影响，更不能将资源开采的社会成本和可持续成本内部化。

此外，中国可再生能源价格支持体系尚未形成，对石油等需求不断增加的初级能源产品缺乏国际市场定价的话语权，能源价格的政府监管体系不健全等也是现有能源市场的能源定价弊端重重的表现。

资料链接　　中国现行的资源税

中国现行的资源税制既不是对各种自然资源都征税，也不是对所有具有商品属性的资源都征税，而是采取选择法，从众多资源中选择级差收入差异比较大、资源较为普遍的部分矿产品及盐等资源列入征税范围。资源税征收范围包括原油、天然气、煤炭、其他非金属矿原矿、黑色金属矿原矿、有色金属矿原矿、盐等7类。

资源税在1994年税制改革后，在很长时间内保持了稳定。但从2004年起，国家开始陆续调整煤炭、原油、天然气、锰矿石的税额标准。2006年取消了对有色金属矿产资源税减征30%的优惠政策，恢复全额征收，并调整了铁矿石资源税的减征政策，暂按规定税额标准的60%征收，同时提高了岩金矿资源税税额标准，统一了全国钒矿资源税的使用税额标准。2006年还开征了石油“暴利税”特别收益金。2007年2月起，又调高了焦煤资源税税额，并对盐资源税税额进行了调整；2007年8月起，大幅上调铅锌矿石、铜矿石和钨矿石资源税适用税额标准。三种矿石产品资源税税率涨幅达3—16倍。这是1994年开征资源税以来最大幅度的调整。

资源税制度的调控不仅促进了国有资源的合理开发、节约使用、有效配置，而且对资源课税，有利于充分发挥整体税制的经济杠杆作用，在提高财政收入的稳定性的同时，也有利于解决收入向资源优势地区转移等问题。当然也存在征税范围小、资源税收入少、不能充分起到保护资源环境的作用等问题。

以下具体分析中国各主要能源品种的定价机制。

（三）中国主要能源品种定价机制

1. 煤炭定价机制

中国煤炭价格市场化改革是在由计划经济向市场经济转变的背景下进行的。中华人民共和国成立至今，中国煤炭价格体制改革经历了以下三个阶段：

（1）中华人民共和国成立到20世纪80年代初，煤炭实行统一调拨和分配，煤炭价格由国家统一制定。这一时期的煤炭价格比较低，对于支持当时的经济发展起到了重大的作用。20世纪80年代到90年代中期，随着计划经济体制向市场经济体制转变，煤炭价格的市场化改革也在悄然进行。1985年，国家规定，计划外煤炭企业可以按照市场价格自产自销。自此出现了煤炭价格双轨制。1992年政府部门不再管制煤炭价格，但是对煤炭价格进行指导，所以煤炭价格并没有完全放开，价格也保持在较低水平。在此之后，国家对煤炭价格实行“双轨”制度，并在2002年取消了电煤指导价政策，采取煤炭订货会的形式，利用电力企业集中采购的优势，争取较低的煤炭价格，全面放开煤炭价格。即使这样，煤炭市场价格和合同价格的差价仍然存在，如2002年全国煤炭市场价格比煤炭均价高了40—70元。

（2）2004年国家取消了计划定价制度，并规定煤炭价格不再区分合同类别，电煤价格由供需双方协商确定，加紧推进电煤价格市场化改革。但是由于存在电价管制、规模企业的采购优势以及历史的原因，并没有建立通过买卖双方通过协商来决定煤炭价格的制度，所以省内外和计划内外的价格仍存在很大的价格差异，电煤市场化改革遭遇障碍。短期内电价放开管制是不可能实现的，在这种情况下放开电煤价格将使电力企业面临亏损，为了协调煤炭企业和电力企业的利益关系，政府推出煤电联动机制，并于2005年开始正式实行。煤电联动原则上以六个月为一个联动周期，在联动周期内煤价波动幅度在5%以上则相应调整电价。但是煤电联动仍然要求电力企业自行承担成本上升的30%，不能从根本上解决电煤市场化与电价管制之间的矛盾，这也正是煤炭价格市场化改革的根本障碍。短期内煤电联动最终将促进电价市场化还是会被电价管制逼退，是个博弈的过程。

（3）2006年年末，维持近五十年的煤炭双轨制废除，并且放开煤炭价格，实现实际的市场交易，但保留对出口配额和争议性问题的干预。煤炭价格放开后，煤炭价格上涨，造成生产成本上升，与此同时，对煤炭的需求也不断上涨，这些因素又造成煤炭价格的进一步上涨。2007年，政府不再组织煤炭资源的生产和运输，进一步引入竞争机制，将煤炭资源、运力配置与国家产业政策相结合，不再区分隶属关系和所有制，企业可以在衔接框架内自主参加衔接。在供给和需求决定价格的基础上，建立了按照能源质量决定煤炭价格的制度。2008年，政府相关部门对煤炭价格进行改革，并继续对煤炭市场进行改革，最终形成了反映能源供给和需求关系、稀缺性和环境污染成本的价格机制。

煤炭供需矛盾长期存在，价格也会出现不断的涨跌。在短期内煤炭在中国国民经济中的地位是不可替代的，中国经济要保持平稳、快速的发展，实现企业的转化、升级，需要建立稳定的能源价格环境，但是由于煤炭产业建设时间长、退出代价高、资产专用性强等特性，必须尽快建立、完善与社会主义条件下市场经济体制相适应的价格稳定机制，政府不能用行政命令直接干预市场的供求关系，所以只能制定经济政策，来调控煤炭价格。

2. 石油（包括成品油）定价机制

根据促使石油价格形成过程中的主导力量，可以把石油定价机制划分为：一是政府主导机制，二是市场主导型机制。石油作为一种战略资源，政府一般倾向于实行严格管制，但是纵观世

界各国，市场化是不可逆转的趋势。根据中国石油市场的发展历史，石油价格的形成过程经历了以下四个阶段：

第一阶段是1982年以前，政府控制了石油价格，此时处在计划价格机制阶段，政府通过高价格和低价格油价相结合的石油政策来扶持石油产业，此时石油价格完全背离了国际石油市场，没有体现其真实的价值。

第二阶段是1982—1994年的双轨制阶段，实行石油产量和加工量包干制度，其超出产量按照国际油价出售，售价超出部分作为石油开发费用。以这种定价机制为基础，出现了多种价格形式。

第三阶段是1994—1998年的并轨阶段，政府对石油的流通机制进行改革，石油价格不再区分计划内外，而是由政府部门统一定价。

第四阶段是1998年至今，在这一阶段，石油价格逐步与国际石油市场价格接轨，石油价格根据市场的供给和需求关系，以市场为导向，结合政府的宏观调控政策，逐步与国际油价接轨，并规定原油价格包括基准价和贴水，石油基准价由国际市场上石油的平均价格来确定，而贴水部分则由购买方和销售方协商决定。

2007年，新的成品油价格形成机制采用“原油加成本”的方式，新机制改盯住原油价格为“原油加成本”的成品油定价体系。2009年发改案规定中国的石油价格应根据国际石油价格，再结合中国石油平均加工费用、适当的流通费用、税收和合理的利润，来制定国内成品油的价格。而国内柴油和汽油的价格并不经常调整，只有国际油价变化幅度超过4%，且连续变化22个工作日，才会做出相应的调整措施。2013年新的成品油价格形成机制缩短了调价周期，将成品油计价和调价周期由22个工作日缩短至10个工作日，并取消上下4%的幅度限制。新的成品油价格机制由原来参照新加坡、鹿特丹、纽约三地市场成品油价的加权平均值确定国内成品油价格，改为以布伦特（Brent）、迪拜（Dubai）和米纳斯（Mi-nas）三地原油价格为基准平均值，再加上炼油成本和适当的利润空间以及国内关税、成品油流通费等，共同形成国内成品油零售基准价。并将成品油零售基准价格允许上下浮动的定价机制，改为实行最高零售价格并适当缩小流通环节差价。而最高零售价格是以出厂价格为基础，加上流通环节差价来确定的。同时，允许企业根据政府指导价格上下浮动8%降为4%左右。实现了以原油价格来定成品油价格的想法。

中国的原油价格和国际油价已经接轨，这种定价机制虽然会受到其他一些因素的影响，但是在一定程度上反映了市场的供求关系。发改委根据国际石油价格的变动，对中国的石油价格进行调整，但是国内外的价格仍然存在一定的差距，且这种调整存在一定的滞后性。

3. 天然气定价机制

中华人民共和国成立后，对天然气实行单一气价的价格管理方法，1957年国家首次对天然气价格进行规定，每立方米为0.07元，1984年增加到每立方米0.13元，并规定调价部分的收入全部用于气田开发。

1987年国家开始对天然气定价实行双轨制，将天然气价格分为计划内和计划外两种价格。计划内的天然气价格是指政府对天然气出厂价格进行定价，并按照不同的用途区分用户，对工业用气、化肥用气、居民用气、商业用气和其他不同类型用户实行分类定价。计划外的天然气价格是指实行政府指导价。对于一些新建的项目，如西气东输项目，则不再区分天然气类别，也不会根据天然气的用途分别进行定价，而是由政府统一实行指导价格。

发改委在2005年开始对天然气的出厂价格进行改革，新的定价制度对天然气价格实行两

档制。一档气价格的基准价由国家统一规定,市场价格可以在这一基准价基础上上下浮动,浮动范围为10%,具体价格由供给方和需求方通过协商来确定。对二档气价格的上浮限度是基准价格的10%,但是没有规定下浮的限度。政府对天然气的基准价格每年都会进行调整。根据统计部门的统计,全国约有85%的天然气按照一档气价格进行定价,并规定在3—5年之内,不会调整一档天然气的价格。对于二档天然气价格则逐步进行调整,以与一档气价格靠拢,最终实现统一定价。2007年,发改委出台了天然气价格改革方案,计划在未来的几年内,实现石油和天然气价格联合制度,并在5%—8%的幅度内,上调天然气价格,最终实现两者价格统一。

2013年6月,国家出台天然气价格调整方案,调整非居民用气价格,同时将天然气分为存量气、增量气两个部分。存量气是2012年实际使用的天然气数量,为1 120亿立方米,增量气指新增加的天然气。增量气门站价格一步调整到与可替代能源价格保持合理比价关系的水平。存量气价格调整则分三步实施,计划2015年实现与增量气并轨。发改委决定自2014年9月1日起调整非居民用存量天然气门站价格,居民用气价格不做调整。同时明确全面放开进口液化天然气和非常规天然气价格。

6.4 能源价格影响经济运行的机制

在能源市场中,当需求等于供给时,市场达到均衡,若外界因素发生变化,则原有的均衡状态被打破,价格在这个过程中发挥着重要的资源配置的作用。本节讨论在宏观经济体系中,能源价格通过什么路径,如何对能源需求和供给产生作用,进而影响一般物价水平和经济增长。

6.4.1 能源价格变动对宏观经济影响的供求分析

能源商品具有稀缺性、不可再生性和外部性,是一种特殊的商品。对能源商品价值规律的研究既要从经济学的基本理论出发,又要考虑到能源商品的特殊性。这里通过供求理论就能源价格对宏观经济的影响进行理论分析。

1. 能源价格变动对总需求的影响

消费者对能源的需求,实质上是由消费者对所需能源以及对能源转换设备所产生的商品和服务的需求引致的。随着经济的发展,能源的需求量日益增大,能源价格的波动会在很大程度上影响消费主体对能源的需求决策,这种价格波动机制主要通过三个渠道发生作用:一是能源价格冲击会直接导致经济总产出的变化,影响能源需求,进而影响经济增长的速度;二是当能源的价格处于高价波动时,经济主体会自觉提高技术水平和采取节能措施,减少能源使用量;三是能源价格上涨会改变居民的生活习惯,促使其寻求能源要素的替代物,从而实现新的均衡消费组合。

由于资源的特殊性,能源替代和节能技术需要大量的人力及资本投入,所需周期较长,因而能源价格变动对经济运行的短期和长期影响也不尽相同。

在能源价格波动的短期内,现有资本设备的能耗水平难以改变,工业特别是重工业部门的能源需求价格弹性小,价格的上涨会单纯地增加生产投入成本,造成成本推动型的通货膨胀。同时,能源价格的上涨还使得工人实际工资下降,并直接通过产品市场,增加居民对水、电、煤、天然气等能源产品的消费成本,影响他们的未来预期;出于理性决策,消费者也会相应减少对

能源资源及其相关产品的需求，对经济运行产生不利影响。而且当能源与非能源要素的替代弹性较小时，还会影响相关产品的价格水平，抑制新的消费需求的形成，并阻碍原有消费需求的扩大。比如石油价格的高位运行，使私家车消费趋势开始改变，许多人担心买得起车但养不起车，因而选择持币观望，这就导致汽车制造部门有效需求不足，总产出下降。

在能源价格波动的长期内，随着技术的进步和经济的发展，能源与非能源要素的替代弹性逐渐加大，进而会促进产业结构调整，转变经济增长方式。能源价格的预期值会对相应设备的折旧处理和设备更新产生重要影响，进而影响到社会平均技术水平和能源强度。能源价格高企，一部分企业会因不能承受成本上涨而退出高能耗行业，另一部分企业会努力提高能源效率和开发替代能源以降低成本上涨的压力，高能耗产业在国民经济中的比重会逐渐降低，同时低能耗、高技术含量产业会加速发展，信息化程度逐渐加深。比如 1973 年的石油危机，促使日本经济开始致力于节能型产业的发展，使得其工业化发展方式从重化工业向高加工度方向转变，经济增长对能源的依赖程度降低。

2. 能源价格变动对社会总供给的影响

传统的化石能源是可耗竭的，能源资源供给受制于资源禀赋和开采技术的发展。当市场需求量小、供应充足时，能源价格不会体现资源的稀缺性，但当能源耗竭到一定程度的时候，能源资源约束经济发展的制约作用就会显现出来。能源价格波动影响宏观经济运行最直接的传导渠道就是供给冲击效应。从数量上看，厂商根据利润最大化的原则来决定资源开采的时间和数量，其供给是有限的。从能源消耗的整个过程来看，消费者会在当前消费和未来消费之间进行权衡，而能源价格是权衡的重要因素。能源价格上涨会提高以能源为要素投入的产业成本的上升，部门产出增长率放缓，并会相应地降低部门的劳动生产率，最终降低社会总供给，影响宏观经济的总量。该过程可以通过图 6-7 的需求和供给曲线的移动来表示：在需求曲线固定时，如果成本上升，生产要素供给下降，则供给曲线将会向左上方移动，总供给曲线由 S_1 上移至 S_2，均衡点由 E_1 上移至 E_2，均衡产量由 Y_1 下降至 Y_2，在产能过剩的情况下，下游企业无法把能源价格带来的成本增加转嫁到消费者身上。在这种情况下，下游企业只能通过缩减产量来压缩规模，从而导致社会商品和服务供给的减少，社会总供给的减少又导致消费物价水平的上涨，价格水平由 P_1 上升至 P_2，这种状况即为滞涨。反之，当成本下降时，供给曲线就会向右下方移动，这时就会提高产出，降低价格水平。如果从劳动力市场考虑供给冲击效应的话，当能源价格波动时，厂商会自发调整生产规模，选择合适的产品生产量和雇用的工人数量，进

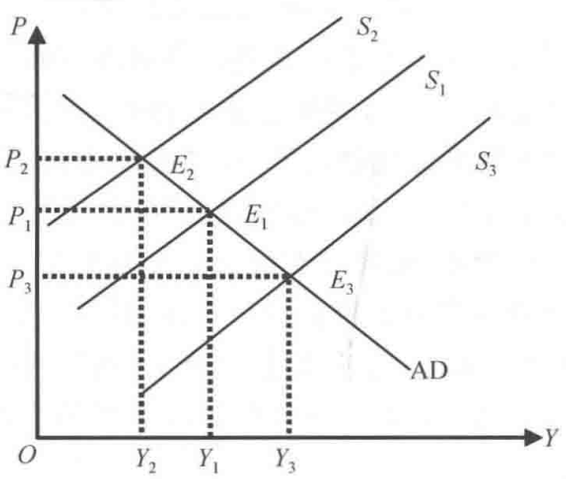


图 6-7　能源价格变动对总供给曲线的影响

而导致劳动市场的均衡状态发生改变，实际工资水平和就业率也随之变化。例如，作为重要的生产要素的能源价格如果上升，则会导致生产成本的提高，在其他条件不变的情况下，就会导致产量的降低，产出减少，生产企业缩减规模，劳动需求数量会相应减少，失业率也会随之增加。

短期内，下游生产企业只能通过提高商品价格来维持正常利润，而商品价格的上涨会导致有效需求的减少，使得企业必须降低资本投入和劳动力需求来缩减生产规模，单位产品的生产成本又会增加，企业为了经济效益只能加价，就业人数和实际工资水平逐渐减少，这就造成了投资和消费逐渐缩小的恶性循环。同时，其他非能源密集型产业部门，如耐用品、建筑等行业对能源的需求也会相继减少，钢铁、有色金属行业等关联产业的需求会大幅下降，进而导致整个社会经济总产出进一步下降。

从需求的角度看，随着经济规模的扩大，能源需求会加速增长，在经济增长的特定阶段，能源需求也具有刚性。在没有替代品的情况下，能源供给和需求之间的相互作用会逐步推高能源价格。所以能源不会被用尽，只会越来越用不起，为此所付出的代价将是经济的停滞和社会生活水平的下降。在这个过程中，不合理的能源定价将会强化这种效应。

6.4.2 能源价格变动对经济运行的影响和传导路径

（一）能源价格影响经济运行的动态过程

价格传导机制主要有三个方面的内容：一是价格变动对其他物品价格变动的传导途径；二是价格传导会通过成本或比价关系来影响其他物品价格；三是价格传导会受到多种因素的作用而呈现出复杂多变的特征。能源作为一种重要的生产要素，其价格上涨将直接导致消费成本上升，需求量下降，社会总产出下降，进而供给减少，价格水平上升，最终影响经济的稳定运行。

能源价格上涨对经济的传导过程通常可以划分为两个阶段。

第一阶段：能源价格的上升导致生产要素的投入成本上升，进而引发通货膨胀。而且能源价格变化的冲击会通过经济结构（工资和价格）产生更为广泛的影响。

第二阶段：能源资源的高价运行抑制经济活动，在长期内会对通货膨胀产生一个向下的压力。水、电、煤、天然气等能源产品价格的上涨减少了居民的实际收入，消费者就会减少开支，减少不必要的消费产品需求。伴随着消费需求的下降，能源价格上涨不仅增加了成本，而且降低了生产企业的利润水平。公司为了改善经营状况，会通过裁员、缩减投资等手段来缓解经济压力，从而造成社会投资的不断下降。基于产业链的价格传导机制，能源价格的第二阶段效应还会对下游（诸如交通运输业、制造业等）能源密集型行业产生影响，影响相关产业部门的产品价格水平。此外，在劳动力市场紧缩的情况下，劳动者会要求提高名义工资以维持实际工资水平不变，这又会相应增加企业的生产成本，压缩企业利润空间。

但是，在能源价格变动的长期内，随着技术进步和经济发展，企业和消费者会根据价格消费水平的变化，适时改变自己的能源需求和消费决策，降低对于高能耗企业的投资和需求，转而投资能源密集程度较低的产业部门，调整、优化产业结构和消费结构。同时在这一系列的经济变化过程中，政府会根据经济运行状况和经济目标来选择适当的利率政策，相机而动，调整能源价格对经济增长的影响。

（二）能源价格影响经济运行的传导路径

能源价格变动是如何传导到经济的各个领域的呢？这里仅从能源价格上涨方面考察能源

价格变动对经济影响的传导机制。能源作为重要的原材料投入量，其价格的上涨将直接导致相关产业产品的成本上升，供给减少，需求下降，最终导致社会总产出的下降。

能源价格对经济影响的传导路径有以下几种：

（1）供给冲击理论。供给冲击（supply shock）指的是特定能源品种的商品价格与其他品种相比发生的变化，即相对价格的变化。由于能源价格与生产成本反方向变动，改变了生产成本，影响了厂商所要求的价格水平，造成产能降低。

（2）收入转移理论。石油价格上升后，石油净出口国收入增加，对能源的消费需求增加，而石油净进口国对能源的消费则会降低，收入从石油净进口国向石油净出口国转移。

（3）总量与配置渠道理论。能源价格上涨会直接提升高耗能产业的成本，导致该产业发展速度慢于低能耗产业，资源再配置得以发挥作用。

（4）劳动力市场理论。能源价格上涨，物价水平升高，进而导致劳动力成本（工资水平）的提高，形成物价水平提高→工资水平提高→产出水平下降的恶性循环。

（5）利率渠道理论。在名义货币供给量一定的前提下，能源价格上涨使物价水平上升，进而使得货币需求增加，利率上升。利率上升使投资水平下降，最终总产出水平和收入水平下降。

（三）能源价格影响经济运行的宏微观分析

能源价格上涨的影响是全局性的，它可以通过多渠道影响宏观经济行为。以下从宏观层面和微观层面分析能源价格对经济的影响传导渠道。

1. 宏观层面

从宏观经济的三个因素即消费、出口和投资看，能源价格上升将使消费和投资减少，出口下降，因而使宏观经济受到不利影响。

（1）能源价格上涨会降低消费支出。一方面，能源价格上涨会直接带动能源消费支出上升，能源在总消费支出中的比重不断增加，在收入一定的条件下，公众用于其他方面的消费支出必然下降；另一方面，能源价格的上涨会导致相关行业产品和服务价格的上涨，带动社会整体物价的提高，这意味着人们实际收入的下降，从而缩减日常消费支出，导致需求减少，抑制经济的发展。

（2）能源价格上涨会降低净出口。能源价格上涨会直接引起能源净进口国支出的上升，拉动国内进口总额的增加；而出口行业由于能源价格上涨，产品成本提高，竞争力相对下降，与此同时世界经济增长放慢，国外居民需求也下降，这导致社会总出口下降。一方面是进口的上升，另一方面是出口的下降，能源价格上涨最终引起国家净出口的下降，贸易收支恶化。

（3）能源价格上涨导致利率上升。能源价格上涨会相应增大货币的需求量，如果在短时间内政府不能增加货币的供给量，会由于货币供不应求而导致实际利率的上升，进而使得消费和投资减少，经济增长下降。也可以理解为能源价格上涨会导致总体物价的上涨，为了防止通货膨胀，货币当局一般会采取紧缩性的货币政策，实际产出下降。

（4）能源价格上涨导致企业缩小生产规模。能源是很多产业的基础要素投入，与其相关的行业众多。能源价格变化会引起下游行业成本的变化，进而影响预期收益，最终导致企业改变生产规模和投资数额，这将带来社会总产出的变动。

（5）能源价格上涨改变投资者预期。投资者当期的投资取决于其对未来的预期。能源价格变动可能会改变投资者对于未来投资收益的预期。如果近期能源价格上涨，投资者可能会取消或者推迟投资，因此当期的总投资需求水平会下降，最终对产出产生影响。

总体来说，能源价格上涨导致消费下降、净出口下降、利率升高、企业投资减少、投资预期改变，这些都会使经济增长受到不利影响。

2. 微观层面

能源价格对经济的影响是从经济的微观层面开始的。能源价格变动是通过微观机制的调整，从而导致经济变化的。在微观层面上，能源价格的变化主要通过以下几个方面进行传导：

（1）要素成本。能源是工业企业的基本原材料，与其直接相关的行业众多。能源价格的上升导致生产要素价格上升，企业的生产成本上升，供给减少，企业短期利润率下降，生产企业缩小生产规模，降低产出。

（2）资本利用率。对于资本密集型企业而言，能源是必不可少的投入。当能源价格上涨时，企业会降低能源的投入，导致产出和劳动边际产出的下降，劳动边际产出的下降又会降低投资水平，但这种情况发生时，工人会选择用更多的闲暇替代劳动，因此劳动的总供给会下降，此时资本的边际产出会下降，因此企业会进一步降低投资量，资本存量也会相应减少。

（3）调整生产结构和成本。能源价格变化会导致企业在短期内调整生产结构，因此而产生调整成本，如果多数厂商都采取这一措施，则会影响整个经济产出，阻碍经济的增长。因为每一次生产结构的调整都需要时间成本和其他人力物力成本。当能源价格上涨时，能源密集型产业和能源低效行业的规模就会收缩，而能源使用量较低和能源高效行业就会扩张，因此生产要素会在生产部门间重新分配，并由此引起调整成本。生产者为实现利润最大化，就会根据竞争者采取的策略来调整自己的产量和价格。如果能源价格上涨，所有厂商都了解能源价格冲击对自身产品的影响，但无法知道其他厂商对能源价格冲击的反应，也很难根据竞争者的行为来调整自身的决策。因此，能源价格冲击导致市场主体不得不面对一次低效率的调整，从而对经济产生不利影响。

（4）收入转移。能源价格上涨会使得能源出口国收入增加，能源进口国收入降低，其消费需求也就降低了。但是总价格水平存在一定的刚性，当消费下降时，价格并不会有相应程度的下降，此时社会总产出将供过于求，造成资源浪费及有效产出下降。

6.4.3 能源价格变动对产业运行的影响

能源作为基础性产业，涉及的产业链很长，能源价格波动对其下游产业产生广泛影响，既有作为深加工原材料对产业链各环节的影响，又有作为燃料动力对所有行业生产和人民生活的影响。并且不同能源品种对一、二、三次产业及其内部不同行业产生的影响也各异。

能源价格上涨对工业企业的影响主要表现为：第一，原材料价格上涨进一步增加了工业企业的生产成本压力。第二，能源价格上涨会导致相关产业价格上调，可能引起连锁反应。主要能源（油电）价格上调带动相关原材料上涨；生产链中，下游产业成本上涨而停减产，导致上游企业订单减少。第三，原材料价格持续上涨，制约企业发展空间。而对第三产业的影响主要表现在运输服务业上。

能源价格上涨对不同行业的影响有利有弊。煤炭价格上涨使得煤炭企业利润增加，石油天然气开采业自然会随油价飙升而盈利丰厚；石油加工业成本压力较大；化工等行业成本虽然大幅上升，但行业景气使得大部分成本可以转嫁出去而减轻所受的冲击；农业、交通运输以及生活消费等方面则深受其苦。一般而言，受原油价格波动影响较大的行业主要是直接以原油为原材料的石化工业、交通运输业、冶金工业和采掘工业。受成品油价格波动影响较大的行业主要是直接消耗成品油的交通运输业，以及以成品油为原材料的化学工业、冶金工业、采掘工

业和建材工业。

1. 对农业产生较大的负面影响

一是能源价格上涨推动农业生产资料价格上扬，影响粮农种粮积极性。煤炭、石油、天然气等能源价格上涨直接影响到农用化肥、农药、塑料薄膜等农资的价格以及灌溉、耕田、运输等农机具用油的成本。石油价格的上涨给农业带来了较大的负面影响，加重了农民的生产和生活负担。二是燃油涨价增加农产品的物流成本。在汽油、柴油价格上涨较快的情况下，燃油成本成为农产品物流成本的大头，挤占了利润空间。

2. 交通运输业受到的冲击最大

交通运输业是石油消费的主要行业之一，也是石油需求增长最快的行业之一，其石油消费量仅次于工业，而且交通运输业石油消费占石油消费总量的比重在稳步上升，这一比重由1980年的10.4%上升至1990年的14.7%、2000年的24.6%，近年来保持在25%左右。其中，交通运输业汽、柴油消费占汽、柴油总消费量的40%和38%左右。20世纪90年代以来，交通运输业石油消费明显快于其他行业，1991—2002年石油消费年均增长10.5%，大大超出整个石油消费总量年均4.7%的增速。石油是交通运输业最主要的原料，油价的大幅上涨，导致交通运输业单位运输成本大幅增加，严重影响了企业的经营效益。

油价的大幅上涨，直接导致民航业费用大幅增加，故民航业受油价上升影响最大，且由于该行业竞争异常激烈，上升的成本很难转嫁出去。另外，油价上涨对公路运输业的影响也很明显。例如，目前我国运输汽车总量已超过1 000万辆，因长途货运、客运对汽、柴油依赖性较大，石油价格连续多次上调明显加大了运输公司的营运成本。目前我国物流业发展缓慢，运营车辆空载率较高，地区分割导致路桥等各种收费过高。因此尽管运费有所上升，但仍面临较大的油价上涨压力。对于公共交通而言，由于公交票价执行的是政府指令性价格，因此汽、柴油的涨价不会很快体现到公交票价上面，自行消化一部分运营成本在所难免，油价的上升使原本已比较困难的城市公交企业负担进一步加重。总之，对于整个运输行业来说，油价持续上涨，运输企业最终将通过提高运输价格来弥补损失，将油价上涨的成本转嫁给消费者，短时间内对运输需求有一定的抑制作用，同时，也使运输方式发生了一定程度的改变，如公路、民航运输的货源分流到铁路、水运等其他运输方式上。

3. 高油价冲击汽车产业发展格局

汽车制造业本身的石油需求量并不大，但是，使用汽车将大量消耗石油。目前，我国汽车消费呈现出快速上升的趋势。随着汽车大量进入家庭，石油供需矛盾将更加突出，沿用高油耗模式将造成我国石油供应难以为继，我国必须推广使用节油型汽车。同时，高油价必然影响消费者的购车选择，进而对汽车制造业产生较大的影响，节油型汽车将成为未来汽车市场上的新宠。

4. 化工行业具有较强的转移成本能力

目前我国正进入重化工业化阶段，而重化工产业的发展对于原油价格的波动非常敏感。原油作为化学原料及制品制造业、化学纤维制造业等石化行业的重要原材料，其价格上升将直接带来石化行业成本的上升。但是，由于化工行业的景气度同油价具有高度正相关性，高油价并未给化学原料及制品制造业带来多大的冲击。当然，相当一部分化工产品仍是中间产品，这就意味着以化工产品为原料的下游行业面临高成本压力。化学纤维制造业比较接近产业链末端，受原油价格波动的影响较为显著，原油价格的上涨在一定程度上压缩了该行业的利润空间。

油价上涨的传导作用，使得石油化工的较下游行业——建材行业也受到一定程度的影响。建筑、建材，特别是化学建材、玻璃等，由于处于石油化工行业的较下游，受原油价格变化的影

响程度相对较小，但油价的上涨也将直接引发建材行业生产成本的上升，行业利润也将在一定程度上被压缩。

5. 石油和天然气开采业受益于油价高涨

原油价格上涨总体来说是上游受益、下游受累，石油开采业作为石油化工行业的最上游，成为油价上涨的直接受益者。有着丰富石油储备的企业更是享受着产品需求和价格大幅度提高的收益，同时，石油价格的高涨也将促进石油开发的加快。但原油价格上涨影响的程度仍然需要从多方面加以考量，这主要取决于行业消化油价上涨的能力，具体包括：原油及原油上涨引致的其他成本占该行业生产成本的比重、行业向下游转嫁价格的能力、提高技术水平以改善成本结构的潜力。石油和天然气开采业与原油的关联最为密切，因而从油价的上涨中受益最为直接。我国经济快速增长对石油需求非常旺盛，油价上涨将使石油开采类企业在生产经营过程中处于较为主动的地位，行业盈利能力及资金收益达到较高水平。

6. 石油加工及炼焦业成本压力较大

与石油开采的景气不同，炼油业属于最典型的原油下游产业，因而受国际油价上涨的拖累最大。原油成本通常占炼油企业主营业务成本的 80% 以上，该行业消耗了原油消费总量的 72% 左右，原油价格上涨，将直接增加炼油企业的成本；而且根据目前我国的石油定价机制，成品油价格涨幅滞后并小于原油价格涨幅，因此石油加工及炼焦业的利润空间应该明显缩小。该行业资金回报率均处于较低水平。但是，我国石油行业主要由少数几家企业垄断经营，企业内部上下游之间结算价格低于市场原油价格。因此，石油加工及炼焦业利润总额保持了快速增长。但对于那些单纯经营炼油业务且并非上下游一体化的公司而言，在国内市场上所面临的不只是原油高成本压力，还存在没油可炼的风险。

总之，能源价格（如煤炭、成品油和电力价格）上涨时，受损最大的是价格受政府管制无法进行传导的行业和成本转嫁能力弱的行业；而煤炭开采业、石油和天然气开采业、电力生产供应业等则是能源价格上涨的直接受益行业；铁路运输设备制造业、可再生能源开发、节能材料（建筑节能与汽车节能）则是间接受益行业。

6.5 能源价格对物价水平的影响

6.5.1 能源价格对物价水平的作用机理和传导路径

各类能源消费的价格通常既被计算在衡量宏观经济通货膨胀的重要指标——消费者物价指数（CPI）中，也被计算在生产者价格指数（PPI）中。能源价格对经济体系的诸多方面产生影响。在宏观经济经典理论中，能源价格上涨会引发成本推动型通货膨胀。能源价格上涨，不但会通过生活资料的渠道直接反映到 CPI 上，而且会以原材料和生产要素价格上涨的形式，从工业产业链的上游传导到下游，间接地反映到 PPI 上。

在市场经济条件下，各种商品价格之间会构成统一的、有机联系的价格体系，具有价格链条的系列衔接性。在价格链条上，任何一个环节产品价格的变动，都会通过成本推动或需求拉动向其他环节传导，传导效应的大小由该产品在产业链中的地位和作用决定。能源部门作为国民经济的基础产业，涉及的行业范围广泛、产业链条长，传导作用强烈。生产领域的原材料、燃料和动力行业的价格波动，会影响工业品生产行业的价格水平，而工业品生产行业中的生活资料行业与居民消费行业直接关联，生产资料行业通过生活资料行业与居民消费产业间接关

联。因此，上游产业产品的价格波动通过后向关联向下游产业传导，能够一直传递到最终消费品。可见，位于产业链上游的能源产品价格上升到一定程度，会导致企业生产成本大幅度上升，间接地引发商品和劳务一系列价格水平的提高，在整个市场需求不变的情况下，企业减少其产品的供给，产品价格水平上升，从而引发通货膨胀。能源价格上涨也可直接通过生活渠道反映到 CPI 上，对通货膨胀产生影响。

具体而言，能源价格波动对总体价格水平的影响途径主要有：

（1）能源价格（石油、煤炭、电力、油气）→原材料、燃料和动力价格→批发物价指数（WPI）→交通运输业价格、服务业价格、能源直接投入的工业品价格（电厂、钢铁等生产性能源产品）→PPI→CPI，同时煤炭、电力、天然气等能源价格还会直接影响居民消费决策，进而影响消费价格指数。在这一传导过程中，价格影响主要是通过能源相关产品来传递，对 CPI 的影响是直接的。

（2）能源价格→化工类中间产品价格→WPI→基础化工类加工企业产品价格（生产工农业生产资料、生活资料等）→PPI→原材料、燃料和动力价格及 CPI。这一传导途径主要通过工农业生产、生活资料来传导，对 CPI 的影响是间接的。

这两条传导途径都是能源价格→PPI→CPI，即原料成本的价格变化传递到产品价格上，进而通过销售环节导致消费环节的价格发生变动。在成熟市场环境下，能源生产企业会以产品成本为基础定价，寻求利润最大化，均衡市场中产品的生产成本变动必然导致其价格变动，这种传导是不受限制的；在市场化程度不高的环境下，传导过程容易受到政府价格调控和行业竞争程度的影响，能源价格的影响只能部分传导。例如在我国，处于传导途径下游的诸如竞争激烈的航运、海运等交通运输服务业，产品加工等生产资料行业价格影响很难传递到消费品价格上。同时，对关系国际民生和社会经济稳定发展的重要产品如电力、煤炭、油气等能源资源，国家大多进行价格控制，总体上这些企业只能通过压缩利润来消化上涨的成本。

（3）随着产业链条的价格传导，能源价格上涨会带动社会总体物价水平提高，工人的真实工资水平降低。遭受真实收入下降损失的消费者希望提高工资，而工资增长会同时拉动利率、租金等上涨，这又将增加企业的生产成本，产品价格再次提高，从而在“工资—价格螺旋”的作用下，社会总体物价水平提高，通货膨胀压力增加。

CPI 的上涨如何向一般价格水平传导，即 CPI 如何导致整体物价水平的上升？首先，在消费领域，CPI 普遍的上涨会引起全社会的通货膨胀，这样的通货膨胀最直接的表现是消费领域各项商品和服务价格的上升，这会在一定程度上导致在一定领域的工业半成品价格上涨，因此工业产品价格随之上涨。根据供求定理可知，产品价格上涨将会拉动相应产品的供给，因此工业产品供给因产品价格上涨而被放大，原材料将变得更加紧缺，原材料、成本市场的供应因产品的需求拉动而被抬高成本价格，能源作为成本市场中最重要的因素，其价格自然也随着上涨。这个过程即“CPI→PPI→P”的过程，即消费领域的价格水平的普遍上涨会向生产领域传导，进而推动了成本价格的上涨。

上面这条传导路径与之前的不同之处在于，前者是能源价格→PPI→CPI→整体物价水平（P）；而后者是能源价格→CPI→PPI→整体物价水平（P）。

可见，价格传递关系大致分为两个方向：PPI→ CPI 或者 CPI →PPI。CPI 作为消费价格指数，更多地反映了消费需求市场方面的情况，其变动主要由需求拉动。PPI 作为生产价格指数，更多地反映了生产领域中间商品供给方面的情况，其变动主要由供给推动。因此，也可以说价格传递大致分为供给变动到需求变动的传递以及需求变动到供给变动的传递。理论上，

传递关系既可以是从供给到需求方向，也可以是相反的，即从工业品出厂价格指数到消费价格指数的传递或相反的传递都是可以实现的，这样的价格传递关系是双向的。

另外，能源价格上升，如果一般价格水平上涨得更快，企业会倾向于追加投资，设备开工比例和运行概率都将增大。但如果一般物价水平没有随能源价格而上升得更快，即 PPI 不能顺利转嫁到 CPI，将会导致产能闲置，伴随而来的是企业开工不足。

6.5.2 外部性对能源价格传导的影响

以上从宏观、微观层面分析了能源价格上涨对实体经济和一般价格水平的影响。能源价格传导的复杂性决定了能源价格对宏观经济影响的复杂性，能源价格上涨对宏观经济的影响除了市场供求因素、市场成熟度和一国现行的定价机制等因素外，能源使用的外部性特征也对能源价格传导具有重要影响。

根据微观经济学理论，经济外部性是经济主体（包括厂商或个人）的经济活动对他人和社会造成的非市场化的影响，分为正外部性和负外部性。正外部性是某个经济行为个体的活动使他人或社会受益，而受益者无须花费代价；负外部性是某个经济行为个体的活动使他人或社会受损，而造成外部不经济的人却没有为此支付成本。

在市场经济条件下，价格是进行资源优化配置的手段。然而由于存在自然垄断、外部性和公共物品等问题，传统经济学以个人利益最大化为目标的市场运行动力出现了失灵，货币不再是效用的最优评价。这就意味着传统经济学对生产、消费和决策的成本效益分析方法在衡量能源价格对宏观经济的影响时存在不足。在能源领域，外部性主要表现为资源和环境外部性（资源的可耗竭性与环境污染）、经济外部性（能源安全外部成本）和社会外部性（征地、移民、事故等）。对于能源使用产生的外部性，存在两方面的难题：

（1）外部性可以量化，但难以运用市场的方法给予定价。譬如，空气污染问题，由居民共同治理共同享受，其价值的评价更多的是通过政治方式而不是经济方法来确定的，因为居民会选择承受污染而不是出钱治理，特别是当一些产生污染的企业会给当地带来就业福利时，人们的选择动机将会更为复杂。

（2）有些外部性难以量化，更无法定价。譬如国际油价的大幅变动，给经济正常运行带来巨大的风险或损失；因建设水库而征地、淹没当地森林植被、文化景观，破坏了生态环境，等等。

外部性的存在对于研究能源价格对宏观经济的影响具有重要的作用，但是由于能源使用的外部性难以量化，尤其是在我国大部分能源由政府定价，能源行业由国企垄断的情况下，能源定价不考虑外部性或对外部性考虑不足，都导致了能源价格在优化资源配置方面的低效率。在能源价格不反映外部性或者对外部性反映不足的情况下，任何经济学模型的量化结果都不能如实反映市场条件下能源价格波动对于经济的影响程度，从而对基于模型计算结果所提出的政策建议产生一定的影响，影响的程度根据各个国家的能源市场情况和定价机制而各不相同。外部性的存在也导致能源价格在对经济影响的过程中出现更大的不确定性。

6.5.3 国际能源价格传导的路径

国际能源价格波动对一国经济和物价水平的影响程度，不仅取决于该国能源的对外依存度，还和该进口能源品种的替代产品的比价关系相关。国际能源产品价格波动对一国经济影响的传导机制表现为：国际能源市场价格变化→进口能源产品价格变化→国内开放经济部门的成本和价格变化→国内非开放经济部门的成本和价格变化→国内一般物价水平的变化。能

源作为工业运行的“血液”，是基础性产业，对其他产业的影响非常广泛，涉及的产业链很长。一般来讲，国际能源价格变动对一国国内物价影响的途径包括：一是直接传导途径。国际能源价格通过进口影响该国国内能源价格（包括成品油、电力、液化气等），进而影响到国内生产成本。例如，我国1998年以来国内原油价格开始与国际接轨，国际原油价格的上涨或下跌将直接影响我国国内原油价格水平。国际原油价格上涨将使我国原油进口价格上涨，增加能源加工企业的生产成本，使下游企业面临比较大的涨价压力。二是原油涨价将带动其替代产品例如煤炭等价格的上涨，从而带动更大范围的物价上涨。

当然，由于在产业链中所处的位置不同，各行业受原油价格涨跌的影响程度不同，其大小取决于两个方面：一是对能源的直接和间接依赖程度，二是价格传导是否畅通。在价格传导机制畅通的情况下，能源价格波动影响将通过产业链从上游传导到下游，从生产领域传导到消费领域。有些环节因为价格管制、市场垄断等原因可能会存在传导阻滞。例如，我国成品油基准价格是由国家发改委确定的，政府的管制对石油价格波动会产生一定的抑制效应。

资料链接　　输入型通货膨胀

输入型通货膨胀是指由于国外商品或生产要素价格的上涨，引起国内物价持续上涨的现象（汇率所致）。输入型通货膨胀与开放经济有密切的关系，开放的程度越大，其发生的概率越大。

输入型通货膨胀主要在三种情况下发生：① 如果本国经济发展对某种进口原料（如石油）具有较大的依赖性，则当进口原材料用本币标明的价格大幅度上涨时，用该进口原材料生产的本国产品价格将上升，并通过投入—产出关系，推进本国物价总水平上涨。② 当一国经济对外开放处于初始阶段时，国内各地区的开放程度存在明显的梯度差别。由于开放度较高地区的外资、合资企业工资水平相对较高，并对该地区本国企业产生示范效应，因此该地区的工资成本会普遍提高，进而导致物价上涨，随后，物价上涨压力又会向开放度较低的地区传递，从而导致全国性的物价水平上涨。上述现象在发展中的大国表现得较为典型。③ 输入型通货膨胀也可能来自需求方面。经济相对落后的国家其初级产品价格通常低于国际市场价格，实行对外开放后，一般都会出现外国对本国产品需求猛增的现象，从而拉动本国初级产品价格上涨，通过各种渠道，初级产品价格上涨会引致制成品价格上涨，从而诱发全面的通货膨胀。在本国各类商品价格向国际价格靠齐的过程中，本国价格上涨幅度可能会高于国际平均水平。这种类型的通货膨胀也是从国外输入的。

输入型通货膨胀对国内经济影响的严重程度取决于下列三个因素：① 国际市场价格与国内市场价格的差距；② 国内参与国际交换的部门在整个国民经济体系中的比重；③ 国内经济政策调整的速度和成本。

通常，输入型通货膨胀的传导途径主要有三个：

1. 国外商品的价格传导途径

该途径的传导机制是：当国外出现通货膨胀、价格上涨时，在价格机制的作用下，一方面，国外商品的价格上涨，会导致该国对外商品出口的增加，从而增加该国的对外贸易出口需求；另一方面，国外商品的价格上涨，又会减少本国居民对国外进口商品的消费，而转为增加对本国商品的消费，由此，一增一减，最终引起整个社会总需求的增加。

2. 货币供给途径

该途径的传导机制是:当国外存在通货膨胀和价格上涨时,由于国外商品的价格上涨,该国的对外贸易将出现大量顺差,而大量贸易顺差的存在,又会使该国的外汇储备大量增加。在固定汇率制下,大量的外汇储备将导致国内货币供给大大增加,从而引起国内利率降低、投资增加,并最终导致需求拉动型通货膨胀。

3. 成本传导途径

该途径的传导机制是:国际市场上石油、原材料等价格的上涨,导致国内这些基础产品的输入价格上涨,从而引起国内的价格上涨,并最终引发成本推动型通货膨胀。

6.6 能源价格对能源强度的影响及传导机制

6.6.1 能源价格对能源强度的影响

能源强度是反映能源利用效率水平的一个综合性指标。能源价格对能源强度的影响,一般是通过经济手段提高能源价格、改善能源效率并降低能源强度得以实现的。

能源价格对能源强度的影响,一般是通过生产和最终使用两个途径完成的。从生产角度看,首先,能源价格的适当提高可以促使能源作为一种生产要素与劳动、资本等要素进行替换,减少企业对能源的使用,从而降低能源强度。其次,能源价格对于能源强度的调节表现在对能源消费结构的调节效应上,能够促使大部分行业进行由低效率能源向高效率能源的消费结构的转变,促进能源消费结构升级,不同的能源之间可能存在替代或互补效应。最后,能源价格的适当调整对技术进步存在引致效应,能源价格的上升会使生产成本提高,从而促使企业增加研发投入、提高全要素生产率,研究、使用更节能的设备和技术来提高能源利用效率,减少同等产出的能源需求,在保持产量水平不变的基础上降低能耗。从产品最终需求的角度看,能源价格的提高导致必然能源衍生品和下游产品成本上升,产品价格的上涨会促进最终需求结构的转换。

能源价格提高对宏观经济可能带来负面影响。从短期看,能源价格上涨可能推动出口价格上升,从而导致出口水平有所下降;从长期看,使国内需求(尤其是投资)下降。能源价格的提高对 GDP 有负面影响,使能源强度的分母变小,能源强度加大。

从总体上来说,能源价格对能源强度存在负效应,即在其他要素价格保持相对稳定的条件下,能源价格的上涨可以提高能源的使用效率,降低能耗,从而降低能源强度。换句话说,能源价格的上涨会使企业生产成本提高,进而推进国民经济各个产业进行技术改造,提高能源的使用效率,减少同等产出的能源需求,从而降低生产成本,在一定程度上降低了能源强度。同时,能源价格的上涨又可以优化最终需求结构,通过能源价格调节社会对各种能源和非能源产品的需求,降低能源的中间消费,从而降低能耗。

6.6.2 能源价格对能源强度影响的传导机制

能源价格作为一种降低能源强度的有效手段往往不是单独起作用的,价格可以通过作用于别的因素来调节能源强度的水平。技术进步和最终需求结构的优化对降低能源强度有积极的影响,但也受到能源价格高低的制约。如果能源价格相对较高,则从生产角度来看,以能源

作为生产要素的企业会选择加快技术创新，提高能源利用效率，扩大能源要素的边际生产力，节约能源，从而也就降低了能源强度；从使用角度来看，最终需求结构会发生转变，人们会选择转向消费低能耗产品，同时高能耗产品不再具有竞争力，出口也会有所降低，能源强度也会随之降低；反之，如果能源价格相对较低，则较低的能源价格无法反映真实的能源供求关系，造成企业和居民对能源无止境的浪费，增加能源消耗强度。所以，技术进步和最终需求转换对能源强度的影响受到能源价格变动的影响，也就是说，能源价格对它们的影响具有调节效应（参见图 6-8）。

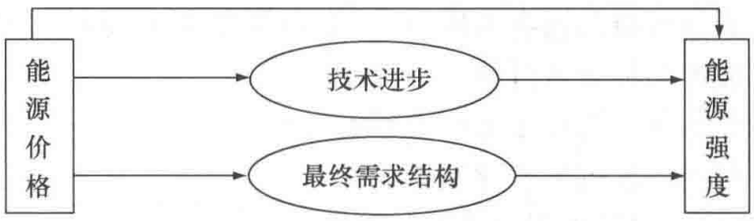


图 6-8　能源价格对能源强度影响的传导机制

本节我们仅仅分析了能源价格对能源强度单方面的影响因素，那么影响能源强度的因素有哪些呢？我们将在第 9 章中以能源强度的视角，重点讨论包括能源价格在内的影响能源强度的因素。

本章小结

本章主要内容归纳如下：

1. 资源的稀缺性决定了公平、合理、有效的能源定价机制对于资源最优配置具有重要作用。能源资源优化配置的三个基本目标：① 能源利用效率提高；② 能源污染物排放减少；③ 公平使用能源。但能源资源配置受到的约束条件除了资源的稀缺性和能源技术研发水平外，市场结构因素也不容忽视。

2. 供求理论和价值理论是两种主要的价值—价格理论体系。供求理论决定的均衡价格反映的是资源配置的公平性和效率性。而对于不完全竞争市场而言，能源价格规制理论十分必要。

3. 边际机会成本模型中重点介绍边际成本定价法和平均成本定价法，两种定价方法仅考虑能源生产供应过程中发生的成本投入，而并未考虑能源生产的外部性影响。价格上限规制模型是一种激励性价格规制方法。

4. 能源价格形成机制主要考察价值体系、供需机制、市场体系与制度组织安排等各因素对价格形成的相互作用与相互影响。在决定能源价格形成的众多因素中，能源成本与垄断利润是关键因素。

5. 完整的能源价格形成机制应包括能源价格构成、定价主体、定价原则、定价模式、能源价格调控机制等内容。能源价格变动通过不同路径对总需求和总供给产生影响。

6. 能源价格上涨通过生产者价格指数（PPI）、居民消费价格指数（CPI），最终导致通货膨胀的发生。

7. 总体来说，能源价格对能源强度存在负效应，即能源价格的上涨可以提高能源的使用效率，降低能耗，从而降低能源强度。能源价格对能源强度影响的传导机制主要通过技术进步

和最终需求转换起作用，能源价格对二者具有调节效应。

思考题

1. 如何理解能源价格在资源配置中的重要性？
2. 能源如何定价才能实现公平和效率？
3. 如何理解能源定价理论及其主要模型？
4. 影响能源价格的因素有哪些？
5. 我国的能源目标是什么？能源价格体系的缺陷是什么？
6. 如何理解国际石油价格的内在动因、长期影响因素、短期波动因素？
7. 简述我国主要能源品种定价机制。
8. 能源价格变动是如何对宏观经济产生影响的？
9. 简述能源价格对经济影响的传导路径。
10. 简述能源价格波动对我国不同产业的影响。
11. 能源价格波动对总体价格水平的影响途径是什么？
12. 外部性的存在对于能源定价有何影响？
13. 简述能源价格对能源强度的影响及传导机制。

第7章 石油市场

【学习目标】

1. 了解世界石油市场结构及价格的演变发展趋势。
2. 学习并掌握国际石油价格的影响因素。
3. 理解国际石油价格波动对宏观经济的影响。

石油不仅是世界消费量最大的基础经济资源、维系国家安全的重要能源物资，也是资本市场投资的重要品种。在现代资本市场中，石油不仅具有商品的一般属性，还具有资本品的金融属性。国际石油价格的频繁波动，给经济的平稳运行造成压力。

本章7.1节介绍石油市场结构及价格的演变、发展趋势和主要的国际石油现货、期货市场及其定价机制；7.2节详细分析影响石油价格的各种因素及调控机制；7.3节重点分析国际石油价格波动对世界经济的影响和国际油价波动影响中国经济增长的传导机制；7.4节通过案例分析影响原油期货价格形成的因素，深入理解原油价格形成的复杂性。

7.1 世界石油市场结构及价格的演变和发展趋势

7.1.1 石油市场结构及价格体系的演变

根据微观经济学可知，在经济分析中，根据不同的市场结构的特征，可以将市场划分为完全竞争市场、垄断竞争市场、寡头垄断市场和完全垄断市场四种类型。不同的石油市场类型决定了不同的石油价格体系。

世界石油工业诞生已经有150多年的历史，国际石油市场价格体系的演变先后经历了跨国石油公司的殖民定价体系、欧佩克官方定价体系、以市场供需为基础的多元定价体系、期货市场为主导的定价体系四个阶段。按照市场结构的特征划分，国际石油市场结构则经历了寡头垄断市场和垄断竞争市场相互交替的五个阶段。石油市场结构的演变决定了石油价格体系的变化趋势，以下五个阶段正体现了这一变化趋势。

1. 1960 年以前的寡头垄断市场结构

1960 年以前，西方七大跨国石油公司[①]几乎独占了整个国际石油市场。20 世纪 20—40 年代，美国在国际石油市场上占统治地位；第二次世界大战后初期，由于中东原油生产和出口的迅速增长，供给来源逐渐从美国移到阿拉伯海；20 世纪 50 年代，跨国石油公司与产油国政府关系逐步变化。

可以说 1960 年以前世界石油市场价格是长期合同下的相对固定价格和标价（posted price）并存的局面，跨国石油公司凭借带有殖民主义色彩的“租让协议”控制了中东地区的绝大部分石油资源，同时将由跨国石油公司单方面决定的石油价格强加给中东产油国，因此第二次世界大战以前 3 美元/桶的油价水平在某种程度上是一个殖民价格，这种跨国石油公司的殖民定价体系决定了石油价格的实际控制权在石油寡头手中。西方七大跨国石油公司实际上是利益共同体——一个事实上的卡特尔。

2. 1960—1973 年的垄断性竞争市场结构

20 世纪 60 年代初期，OPEC 的成立逐渐打破了跨国石油公司的垄断地位。OPEC 通过不断的斗争，逐步实现了石油资源的主权和国有化，取得了定价权和生产控制权。OPEC 成立了自己的石油公司，在与西方大国石油公司的谈判中逐步取得主动，市场中生产者数量增加。国际石油市场价格仍是长期合同下的相对固定价格和标价并存的局面，标价的控制权逐步从石油公司手中转到了 OPEC 手中。

3. 1974—1986 年的寡头垄断市场结构

20 世纪 70 年代，OPEC 继续扩展其对国际石油体系的控制，与此同时，跨国石油公司的权力逐渐衰落。可以说，在第一次石油危机前，国际石油市场由 OPEC 操纵和控制。国际石油市场价是官价（official price）和现货价并存的局面，官价的控制权在 OPEC 手中。1979 年伊朗革命触发第二次石油危机，跨国公司长期合同之外超产的石油进入短期现货市场交易，现货价格不再完全随长期合同价格而变化，逐渐成为石油公司和石油消费国政府制定石油政策的重要依据。

4. 1987—1999 年年初的垄断性竞争市场结构

OPEC 实行以净回值为基础的原油定方法，企图夺取市场销售份额，但结果是 OPEC 的市场份额增加有限，到 1986 年年底，OPEC 的市场份额只增长了 10% 左右。OPEC 内部竞争激烈，对国际石油市场的控制能力下降。特别是 1980 年以后，非 OPEC 国家产量逐渐上升，OPEC 国家在其市场份额不断减少的情况下，为了摆脱死板定价的束缚，开始让长期合同价格与现货市场价格挂钩。这种方式成为世界石油市场广泛采用的合同模式。国际石油市场价格呈现出多元化的格局，现货价、期货价、各种官价及 OPEC 的一揽子价格并存。国际石油价格在 1980 年以后进入了市场供需为基础的多元定价体系，随后进入了期货市场为主导的石油定价体系。这是由于 20 世纪 70 年代后期，英国推出了布伦特（Brent）远期合约，1988 年英国国际石油交易所（IPE）推出了以该远期合约为清算基础的布伦特期货合约（2001 年，IPE 为洲际交易所 ICE 收购）。1983 年，美国纽约商业交易所（NYMEX）推出了西得克萨斯中质原油（WTI）期货合约。目前，期货价格已经成为国际石油市场最重要的基准价格，WTI 原油期货和 Brent 原油期货是全球石油市场最重要的两个定价基准。

---

① 西方七大石油公司：埃克森石油公司、美孚石油公司、雪佛龙石油公司、德士古石油公司、海湾石油公司、壳牌石油公司和英国石油公司。

5. 1999 年以来的寡头垄断市场结构

欧佩克利用其掌握的边际生产能力,夺回了对石油市场的操纵和控制地位。国际石油市场价格仍然呈现出多元化的格局,现货价、期货价、各种官价及欧佩克的一揽子价格并存,但欧佩克的 22—28 美元的价格调节机制发挥着主要作用并影响其他价格。在石油生产与供应方面,欧佩克石油产量持续增加,占世界总产量的比例从 1985 年的 29%(约为 8.1 亿吨)上升为 2001 年的 40.8%(约为 14.64 亿吨),其石油出口量超过世界出口总量的 60%。

7.1.2 世界石油价格波动的演变趋势

1970 年以来世界经历了三次比较明显的石油价格上涨,除了 1973 年和 1979 年两次石油危机,最新一轮石油价格上涨自 2002 年开始启动,一直延续至 2004 年。图 7-1、表 7-1 分别是 1970—2005 年国际原油市场的走势图和世界重大事件与石油价格的关系。图 7-1 中不仅标注了国际原油价格与相关时点的历史事件,而且也标注了国际原油期货上市的时点,通过该图可清晰地看出石油价格的趋势演变。

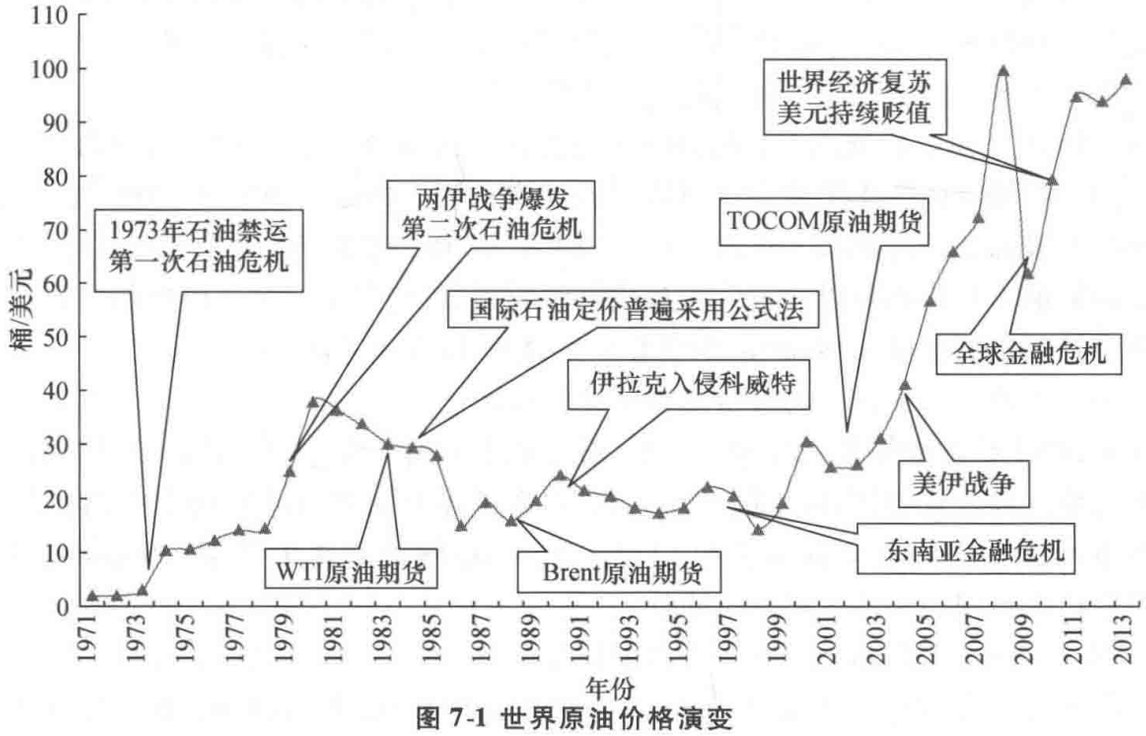


图 7-1 世界原油价格演变

资料来源:Bloomberg。

表 7-1 世界重大事件与石油价格的关系(1973—2009 年)

时间	驱动因素	价格变化(美元/桶)
1973 年 10 月—1974 年 1 月	第四次中东战争	3.11—11.65(增长 2.74 倍)
1978 年 12 月—1980 年 12 月	伊朗革命和两伊战争	13.34—43(增长 2.22 倍)
1985 年 12 月—1986 年 10 月	两次危机后需求大增,非欧佩克国家石油产量大增	28—6.8(下降 75%)
1990 年 8 月—1991 年 1 月	海湾战争	16.22—31.12(增长 0.92 倍)
1996 年 10 月—1998 年 12 月	东南亚金融危机	23.5—10.6(下降 54.9%)
1998 年 12 月—2000 年 10 月	经济危机结束后经济提速	10.6—35(增长 2.3 倍)
2004 年—2008 年 7 月	伊拉克战争、欧佩克产能有限、炼油能力瓶颈、基金借地缘政治和天气因素炒作	50—147(增长 200%)

资料来源:环亚经济数据有限公司(CEIC)。

1. 1973 年以前的低油价阶段

1960 年欧佩克成立以前,石油的生产和需求受西方国家控制,油价处于 1.5—1.8 美元/桶的垄断低水平。1960 年 9 月,欧佩克在伊拉克首都巴格达成立,成立后围绕着石油的生产权和定价权不断与西方跨国公司进行斗争。从欧佩克成立到 1970 年,原油价格一直保持在 1.8—2 美元/桶的水平上,可见在整个 20 世纪 60 年代欧佩克在国际石油市场上控制油价的能力微不足道。1970—1973 年,随着欧佩克在一系列谈判中的胜利,原油价格的决定权主体开始发生变化,原油标价出现上升迹象,到 1973 年 10 月油价接近 3 美元/桶。

2. 1973 年 10 月—1978 年,油价上升与第一次石油危机

这一时期,欧佩克国家在实现石油资源国有化的基础上,联合起来夺取了国际石油定价权,并以石油为武器打击欧美发达国家,维护民族利益。1973 年 10 月,爆发了第四次中东战争,油价急剧上涨,从 10 月的接近 3 美元/桶涨到 1974 年 1 月的 11.65 美元/桶,造成西方国家的第一次能源危机。1974 年 2 月,当时的美国总统尼克松建议召开了第一次石油消费国会议,成立了国际能源机构(IEA),能源问题成为国际政治外交中的重要议题,欧佩克的国际地位迅速上升。1974—1978 年,原油价格稳定,维持在 10—12 美元/桶的水平。

3. 1979—1986 年,第二次石油危机及其消化阶段

1979—1981 年第二次能源危机时,Brent 油价狂涨到 36.83 美元/桶。借助两次石油危机,欧佩克从国际石油垄断资本手中完全夺回了石油定价权。1981—1986 年,为欧佩克实行原油产量配额制的较高油价时期,Brent 油价从 36.83 美元/桶缓慢降到 27.51 美元/桶。随着非欧佩克产油国原油产量的增长以及节能和替代能源的发展,欧佩克对油价的控制能力不断下降,原油价格也开始不断回落。1986 年,油价急剧下跌到 13 美元/桶左右。

4. 1986—1997 年,实现市场定价的较低油价时期

此时期,由于石油勘探开发技术的进步,石油成本不断下降,产量增加,国际油价的决定主体从欧佩克单方面决定,转向由欧佩克、石油需求和国际石油资本共同决定的局面,国际油价基本实现市场定价。Brent 原油均价在 14.3—20 美元/桶的水平上徘徊(1990—1991 年的海湾战争时期油价出现短期的大幅涨落除外)。

5. 1997 年以来,国际油价短暂下跌后大幅度上升,直至 2008 年急剧跌落

受亚洲金融危机、需求下降以及欧佩克不适时宜的增产的影响,Brent 原油价格从 1997 年 1 月的 24.53 美元/桶下降到 1998 年 12 月的 9.25 美元/桶的最低价。然后从 1999 年 3 月开始反弹并一路攀升,2000 年 8 月突破 30 美元/桶,2000 年 9 月 7 日最高时达到 37.81 美元/桶,短短 18 个月涨幅达 3 倍之多,创海湾战争以来的油价新高。2003 年之后,油价更是一路持续上涨,终于在 2008 年 7 月创下接近 150 美元/桶的历史最高纪录,并在 5 个月之后的年底戏剧性地下挫到 40 美元以下。

6. 2009 年至今,快速回升高位震荡阶段

油价在 2008 年触底之后,伴随着世界经济的回暖,油价也相应进入了回升阶段。并于 2011 年达到 115 美元之后在高位宽幅震荡。

7.1.3 世界石油现货市场和期货市场及其定价机制

目前全球石油共有五大现货市场和三大期货市场。其中主要的石油现货市场有西北欧市场、地中海市场、加勒比海市场、新加坡市场、美国市场。

（一）现货市场

1. 西北欧市场

西北欧市场分布在阿姆斯特丹—鹿特丹—安特卫普（Amsterdam-Rotterdam-Antwerp，ARA）地区，是欧洲两个现货市场中较大的一个（另一个是伦敦市场），主要为欧洲五个大国中的德国、英国、荷兰、法国服务。这一地区集中了西欧重要的油港和大量的炼油厂，原油及油品主要来源于俄罗斯，来自俄罗斯的粗柴油占总供应量的50%，另外还有北海油田的原油和ARA地区的独立炼油厂的油品。鹿特丹是西北欧市场的核心。

2. 地中海市场

分布在意大利的地中海沿岸，供应来源是意大利沿海岸岛屿的独立炼油厂，另外还有一部分经黑海来自俄罗斯。地中海市场比较平稳，是这一地区重要的油品集散地。

3. 加勒比海市场

该市场是一个较小的现货市场。但它对美国与欧洲的供需平衡起了很重要的调节作用。该市场的原油及油品主要流入美国市场，但如果欧美两地差价大，该地区的油品及原油，特别是柴油和燃料油就会流入欧洲市场。

4. 新加坡市场

这是发展最为迅速的一个市场。尽管只有十多年的时间，但它已成为南亚和东南亚的石油交易中心，主要供应来自阿拉伯海湾和当地新发展的炼油厂所生产的油品。石脑油和燃料油在该市场中占有很大份额。石脑油之所以成为该市场的主要商品，是因为日本是石脑油的消费大户，由于地处波斯湾到日本的航线中间，该市场在原油贸易中也十分重要。

5. 美国市场

美国是世界石油的消费大户，美国年消费石油9亿吨左右，约占全球总量的1/4，尽管美国的石油产量在世界上排名第三，但它每年仍然要进口6亿吨左右的原油，于是在美国濒临墨西哥湾的休斯敦及大西洋的波特兰港和纽约港形成了一个庞大的市场。中国的成品油零售中准价就是参照鹿特丹、纽约、新加坡三地价格制定的。

（二）期货市场

全球主要的三大原油期货市场有纽约商业交易所（NYMEX）、伦敦国际石油交易所（IPE）以及东京工业品交易所（TOCOM）。其分别交易的WTI原油、Brent原油和中东原油被称为全球三大基准原油，其价格的波动可以影响世界石油市场的油品价格。

2003年，NYMEX能源期货和期权交易量超过1亿手，占到三大能源交易所总量的60%，其上市交易的西得克萨斯中质原油（WTI）是全球交易量最大的商品期货，也是全球石油市场最重要的定价基准之一。伦敦国际石油交易所交易的北海Brent原油也是全球最重要的定价基准之一，全球原油贸易的50%左右都参照Brent原油定价。日本的石油期货市场虽然历史很短，但交易量增长很快，在本地区的影响力也不断增强（见表7-2）。

表 7-2　世界主要石油期货市场

期货市场	上市合约	2003 年交易量
纽约商业交易所	1978 年 11 月上市取暖油期货合约	能源期货期权 108 294 674 手
	1982 年上市含铅汽油期货合约，1986 年被无铅汽油期货合约取代	
	1986 年上市西得克萨斯中质原油（WTI）期货合约	
	1990 年上市天然气期货合约	
伦敦国际石油交易所	1981 年上市轻柴油期货合约	能源期货期权 33 341 244 手
	1988 年上市 Brent 原油期货合约	
	1997 年上市天然气期货合约	
东京工业品交易所	1999 年 7 月上市汽油、煤油期货合约	石油期货 40 695 140 手
	2001 年 9 月上市原油期货合约	
新加坡交易所	1989 年 SIMEX 上市高硫燃料油期货合约	
	2002 年 4 月与 TOCOM 签署合作协议，交易中东原油期货合约	
上海期货交易所（原上海石油交易所）	1993 年推出大庆原油、90#汽油、0#柴油和 250#燃料油四个期货合约	1993—1994 年总交易量 5 000 万吨

（三）国际石油定价机制

石油作为当今世界的主要能源，是对各个国家都具有战略意义的商品。世界石油贸易市场经过几十年的发展，游戏规则已相当完善。世界石油市场的格局决定了其定价机制。所谓石油的定价机制，是指石油价格是以什么样的方式和规律来确定的，并随时间按什么样的规律波动。市场化是全球成品油定价的主流模式和趋势。全球各国无论最终采取什么样的方法，都坚持与国际市场价格接轨的方向和原则，建立起既反映国际市场油价变化，又考虑国内市场供求、生产成本和社会各方面承受能力等因素的成品油定价机制。

随着世界石油市场的发展和演变，与现货市场价格挂钩的长期供油合同已经成为世界石油市场广泛采用的合同模式。现在许多原油的长期贸易合同均采用公式计算法，即以一种或几种参照原油的价格为基础，再加升贴水，其基本公式为：$P = A + D$。其中，P 为原油结算价格，A 为基准价，D 为升贴水。其中，升贴水是指浮动的差价，包括品质差价、运费差价以及市场供求状况变化产生的差价。

参照价格并不是某种原油某个具体时间的具体成交价，而是与成交前后一段时间的现货价格、期货价格或某报价机构的报价相联系而计算出来的价格。有些原油使用某个报价体系中对该种原油的报价，经公式处理后作为基准价；有些没有报价的原油就挂靠其他原油的报价。

石油定价参照的油种叫基准油。基准油的选取具有地域性，和交割库的选址紧密相关。国际石油市场常用的价格主要有七种：

1. 欧佩克组织的官方价格

20 世纪 60 年代，为了与西方石油公司争夺油价控制权，欧佩克在历次部长级会议上制定标准原油价格，最初是以沙特 API 度为 34 的轻油作为基准，在 80 年代后期，受高油价的刺激，非欧佩克国家原油产量迅速增长，1986 年年底，欧佩克发现其官方价格难以发挥作用，又改为以世界上七种原油的平均价格作为官方价格。

2. 非欧佩克组织的官方价格

是非欧佩克成员的产油国根据自身的情况来制定的油价体系，一般参照欧佩克油价体系，并结合本国实际情况进行相应调整。

3. 现货市场价格

世界上有几个最重要的石油现货市场，分别是美国的纽约、英国的伦敦、荷兰的鹿特丹和亚洲的新加坡，以及中南美洲地区的加勒比海市场。现货价格是石油公司和石油进口国政府制定石油政策的依据，目前，现货市场有两种价格，一种是实际的现货交易价格，另一种是一些研究机构利用信息优势，对一些市场价格所作的估价。

4. 期货交易价格

世界上最重要的石油期货市场有三个，分别是纽约商业交易所、伦敦国际石油交易所和最近几年兴起的日本东京工业品交易所。三大交易所具有不同的特点，其中，纽约商业交易所期货与期权交易占三大交易市场总量的60%，伦敦国际石油交易所交易的北海 Brent 原油价格是全球最重要的定价基准之一，日本东京工业品交易所交易的石油期货交易量增长很快，在亚洲的影响力不断增强。

5. 以货易货价格

以货易货价格，是指欧佩克成员国之间，或者欧佩克成员国和其他国家之间，一些国家为了快速补充物资，需要开采更多的石油，但又要遵守欧佩克的产量配额，为此，一些国家就采用以货易货的方式交换急需的物资。

6. 净回值价格

净回值价格，又称为倒算净价格，是指以消费市场上成品油的现货价格乘以各自的收益率为基础，扣除运输费用、炼油厂的加工成本和炼油厂利润后，计算得到的原油离岸价格。

7. 价格指数

价格指数，是指一些著名的咨询公司利用自己的优势，采集各地的原油成交价格，形成自己对于某种油品的报价。

其中，现货市场价格和期货市场价格在整个国际石油定价中扮演了主要角色。出口到欧洲或从欧洲出口的基准油是 Brent 原油；北美地区则主要选 WTI；中东地区出口欧洲参照 Brent 原油、出口北美参照 WTI 原油；远东市场参照的油品主要是马来西亚塔皮斯轻质原油(TAPIS)和印度尼西亚的米纳斯原油(MINAS)。中国大庆出口的原油就是以印度尼西亚的米纳斯原油作为定价基准的；中东产油国生产或从中东销往亚洲的原油价格主要参考阿曼和迪拜原油价格，而且中东和亚太地区经常把“基准油”和“价格指数”相结合定价，并都很重视升贴水。

具体按四个主要地域划分，主要有以下五种作价方式：

(1) 美国西得克萨斯中质原油(WTI)。所有在美国生产或销往美国的原油都以 WTI 为基准油作价。其主要交易方式为纽约商业交易所交易，价格每时每刻都在变化，成交非常活跃；此外，还有场外交易。纽约商业交易所的轻质低硫原油期货是目前世界上商品期货中成交量最大的一种。由于该合约良好的流动性以及很高的价格透明度，NYMEX 的轻质低硫原油期货价格被视为世界石油市场上的基准价之一。该期货交割地位于俄克拉荷马州的库欣，这里也是美国石油现货市场的交割地。

(2) 英国北海轻质原油(Brent)。世界原油贸易中约有 80% 的原油以 Brent 为基准油作价，主要包括的地区有：西北欧、北海、地中海、非洲以及部分中东国家如也门等。

(3) 阿曼和迪拜原油(Dubai)。从中东产油国生产或从中东销往亚洲的原油都以它为基准油作价。其主要交易方式是场外交易或与其他标准油的价差交易。

(4) 远东市场分两种方式:① 马来西亚轻质原油(TAPIS)。它是在东南亚代表轻质原油价格的典型原油,东南亚的轻质原油大部分以它为基准油作价,其主要交易方式是与其他标准油的价差交易。② 印度尼西亚官方价(ICP)。以这种方式作价的主要有印度尼西亚原油以及远东地区部分国家的部分原油,如越南的白虎、中国的大庆等。

这样的定价体系决定了各个地区进口石油成本的差异。据专家统计,从 1993 年到 2001 年,沙特轻质原油销往东北亚地区的价格比销往欧洲的价格平均高 1.01 美元/桶,与销往美国市场的相比,差距更大,有时达 3 美元/桶以上,甚至出现过直接从沙特购油运回中国,还不如按沙特给美国的价格先从沙特运到美国,再从美国转运到中国的价格便宜,这种现象在国际上称为"亚洲升水"(asia premium)。

以上提及的中东和亚太地区经常把"基准油"和"价格指数"相结合定价,具体来说就是中东产油国的石油定价方式分为两类:一类是与基准油挂钩的定价方式,另一类是出口国自己公布价格指数,称为"官方销售价格指数"。其中前者分为两种情况:大多数中东国家是按不同的市场来定价的,出口北美地区的原油,参照 WTI 定价,出口欧洲的原油参照 Brent 定价,出口远东地区的原油则参照 Dubai 定价;也有一些国家在参照原油的选择上,所有市场只用一种参照原油,同时对不同市场选用不同的升贴水。后者"官方销售价格指数"主要有阿曼石油矿产部公布的原油价格指数 MPM,卡塔尔国家石油公司公布的价格指数 QGPC(包括卡塔尔陆上和海上原油价格),阿布扎比国家石油公司价格指数 ADNOC,这些价格指数每月公布一次,均为追溯性价格。目前,亚洲市场的许多石油现货交易都与官方销售价格指数挂钩。

7.2 国际石油价格的影响因素及调控机制

7.2.1 国际石油价格的影响因素

根据现代经济学的理论,石油价格是石油需求和供给两方面相互博弈的结果,价格是供需双方达成一致后,市场"出清"的结果。但现实中的石油市场更加复杂,影响因素也更多,虽然供需关系是最基本的决定因素,但在很大程度上受国际经济、政治、外交和军事的影响,特别是随着原油期货市场的迅速发展,石油的金融衍生品属性进一步凸显,进而加大了石油价格的波动幅度。本节主要从内在动因、长期影响因素、短期波动原因三个方面展开。

1. 内在动因

(1) 稀缺性。石油作为可耗竭资源产品,绝对数量短缺,不足以满足人类相当长时期的使用,具有物质稀缺性。不同于一般商品,石油价格构成中不仅包括边际开采成本、边际社会成本,还包括边际使用成本,三种成本的增加或减少导致石油价格出现波动性。

(2) 金融属性。投机性交易对石油价格的重要影响凸显了石油的金融属性。目前,一般认为国际石油市场价格一直被两股主要势力操纵着:其一是控制着世界上大部分石油开采资源的国际大型跨国石油公司,这些跨国石油公司经常利用其强大的资本实力通过石油期货市场人为地抬高或压低计价期内的期货价格;其二是投机性资金,其对石油价格的影响也是举足轻重的,从近年的情况来看,国际原油期货已经越来越成为一种金融投机工具,投机性资金对国际石油市场的影响越来越大。

（3）战略属性。石油作为一种战略商品，与国家战略、全球政治、国际关系和国家实力等方面紧密交织在一起。各国纷纷将石油提升到战略高度后，采取各种措施，通过政治、经济、军事等各种手段争夺石油资源、争取石油价格控制权、建立大规模的石油战略储备，而这进一步证实了石油所蕴涵的巨大的战略属性。

2. 长期影响因素

（1）供给因素。在石油供应中，欧佩克扮演着重要角色，截止到2012年，其石油储量占全球已探明储量的72.05%，产量占全球总产量的43.18%（图7-2），由此可见，欧佩克的石油供应对调控国际油价有举足轻重的作用。

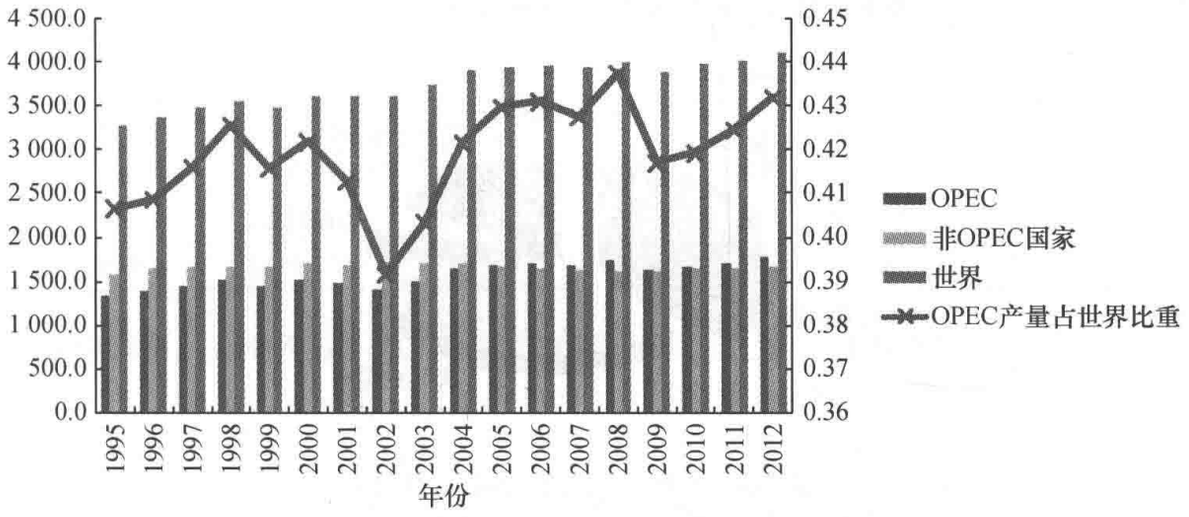


图7-2　世界石油产量

由表7-3可看出：① 1995—2012年间，世界石油产量缓慢增长，从1995年时的年产量32.72亿吨标准油，增长到2012年时的41.19亿吨标准油，涨幅为25.96%。② 1995—2012年间，欧佩克成员国石油产量增长速度快于世界产量增速，涨幅达到33.68%。2012年欧佩克成员国的石油产量占到全世界的约43.18%。

由图7-3可看出：欧佩克成员国的石油产量在世界上的地位举足轻重，其储量更是占到全世界的72.05%，意味着欧佩克是世界上最具有提高产量潜力的地区。图7-4说明欧佩克 对世界石油价格的影响力。在石油供应中，欧佩克扮演着重要的角色。2012年年末 欧佩克成员国储采比接近88.5，不仅远高于其他国家，也高于世界平均水平的52.9和非欧佩克国家的25.8，作为近年来崛起的产油国俄罗斯，其储采比仅有22.4，中国的储采比已经下降到11.4。正是这样一种石油供应格局决定了欧佩克在国际石油市场中占有举足轻重的地位。欧佩克国家凭借其独有的垄断地位，按照利润最大化的原则进行生产，较大的产量对应较小的边际收益，较小的产量对应较大的边际收益，这一特点促使欧佩克单个国家的实际产量经常小于组织统一制定的配额。2007年11月，欧佩克组织对生产协议做出进一步调整，协议只规定总体生产目标，而对生产配额不做明确规定，这一改变加剧了欧佩克国家的减产行为，也给国际原油供给造成巨大冲击，2007年石油需求强劲增长，欧佩克减产推动石油价格迅速上涨；2008年9月以来欧佩克的三次减产则是在石油需求和价格双双回落时做出的，它对石油价格的回升起到了直接作用。

目前，全球已经进入后石油时代，易开采、低成本的石油资源越来越少，难开采、高成本的石油资源越来越多。全球石油资源的压力一直在持续，原油储采比持续下降。下降的储采比意味着原油开采量的增加速度快于探明储量的增长速度，此时原油价格会上升，生产者降低产

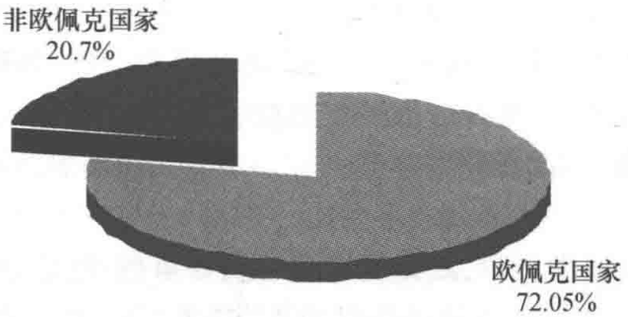


图 7-3　欧佩克国家和非欧佩克国家占总已探明储量比

资料来源：BP statistical review of world energy 2013。

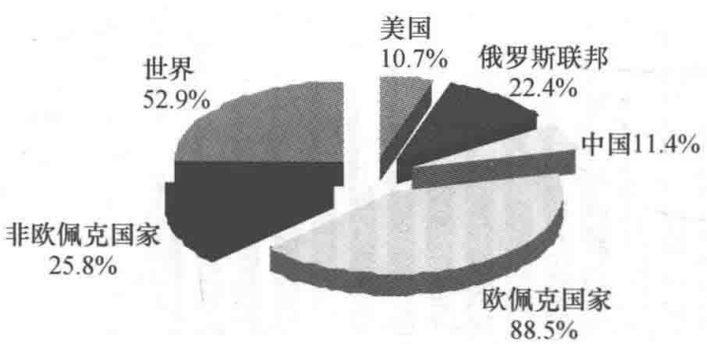


图 7-4　世界不同国家/组织储采比

资料来源：BP statistical review of world energy 2013。

量的同时会加大勘探力度，随着储采比逐渐上升，原油价格得以回落；反之亦然。因此，储采比决定原油价格的长期走势。

（2）需求因素。目前全球经济加速发展，促使对石油的需求加大，尤其是新兴市场经济国家石油需求量迅速增加，使经济增长对石油的依赖性加大。尤其是 2003 年以来，欧洲和美国等也保持较快的经济增长率，使得石油需求增长强劲。由表 7-3 可以看出，亚太地区石油需求增长最为突出，呈现逐年递增趋势，由 1995 年的 85 450 万吨增至 2012 年的 138 940 万吨，年均增长率达 3.08%，其中中国石油需求由 1995 年的 16 070 万吨增至 2012 年的 48 370 万吨，年均增长率达 7.13%，印度 1995—2012 年年均增速达 5.29%；欧洲、美国、日本等发达国家和地区石油需求增速虽然停滞，但绝对需求量仍然很大。全球石油需求的大幅增长使需求弹性减弱，因此当油价大幅上涨时，石油需求量并没有明显回落。由于技术水平和投资沉淀的限制，短期之内不同能源产品之间缺乏替代性，这也是石油需求价格弹性较小的原因之一。而在需求价格弹性较小的情况下，强劲的需求增长会带动石油价格大幅上涨。

表 7-3　世界主要石油消费体　　单位：百万吨

年份	欧洲、欧亚大陆	美国	中国	日本	印度	俄罗斯	亚太	世界
1995	940.3	807.7	160.7	267.6	75.2	146.1	854.5	3 246.3
1996	930.9	836.5	174.4	268.8	81.1	130.1	895.2	3 322.7
1997	936.2	848.0	185.6	265.0	86.5	129.1	942.6	3 398.0
1998	942.7	863.8	190.3	253.6	92.5	123.7	918.7	3 416.9
1999	937.4	888.9	207.2	257.3	100.3	126.2	961.7	3 485.1

（续表）

年份	欧洲、欧亚大陆	美国	中国	日本	印度	俄罗斯	亚太	世界
2000	929.4	897.6	230.1	255.5	106.1	123.5	989.9	3 526.1
2001	934.9	896.1	232.2	247.5	107.0	122.3	992.2	3 538.2
2002	936.1	884.9	247.5	246.4	113.2	122.3	1 031.3	3 640.2
2003	948.7	900.7	271.7	252.1	116.5	127.3	1 068.7	3 719.0
2004	958.3	936.5	318.9	245.5	119.5	126.2	1 130.8	3 865.2
2005	962.0	939.8	327.8	248.8	121.9	126.1	1 146.9	3 911.6
2006	972.1	930.7	351.2	239.6	128.3	130.3	1 173.6	3 950.1
2007	956.4	928.8	369.3	232.6	138.1	130.0	1 213.3	4 009.7
2008	956.7	875.4	376.0	226.3	144.7	133.9	1 210.5	3 994.8
2009	910.6	833.0	388.2	202.2	152.6	128.2	1 219.3	3 921.6
2010	904.7	847.4	437.7	204.1	155.4	134.3	1 290.5	4 038.2
2011	900.3	837.0	459.4	204.7	163.0	143.5	1 336.6	4 081.4
2012	879.8	819.9	483.7	218.2	171.6	147.5	1 389.4	4 130.5

（3）库存因素。石油库存一般由商业库存和国家的石油战略储备构成。商业库存的主要目的在于保证在石油需求出现季节性波动的情况下企业能够高效运行，同时防止潜在的原油供应不足；国家战略储备的主要目的是应对石油危机。石油库存能够在一定程度上反映石油供需状况。库存降低，说明石油需求旺盛、供给紧张，油价走高；反之亦然。石油公司的商业库存水平的调整主要是根据期货价格，当期货价格远高于现货价格时，石油公司就会增加石油的商业库存，持货待涨，从而刺激现货价格上涨，期、现货价差减小。当期货价格远低于现货价格时，石油公司通常会减少商业库存，从而使现货价格下降，期、现货价差减少。石油库存对油价的影响比较复杂。长期来看，库存是供给和需求之间的一个缓冲，对稳定油价有积极作用。低油价时增加石油库存，推动油价上升；高油价时抛售库存石油，引起油价下跌。美国作为世界能源消费大国，其石油需求对世界石油价格未来的走向有一定的影响作用，而美国石油库存的变动会在一定程度上对国际石油价格产生影响。图 7-5 说明了美国商业原油库存与 WTI 原油价格之间一定程度上的反向关系。

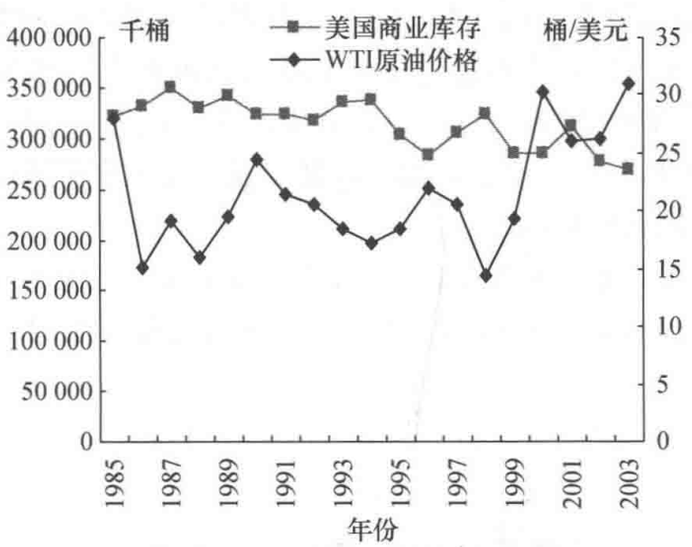


图 7-5　美国石油库存与 WTI 原油价格关系

(4) 美元汇率因素。石油是用美元计价的,石油价格与美元币值(主要体现为汇率)息息相关。美国联邦储备委员会连续调低短期利率、资源型国家提息、国际投机者减持美元资产等因素都会使美元持续贬值,从而造成石油实际收入不断下降,为了弥补损失,石油生产国会不断抬高石油价格、降低产量。同时,美元贬值也会给国际金融业带来巨大恐慌,为了规避风险,投机商会纷纷将美元兑换成石油期货合约,进一步影响石油市场的供求平衡,加剧石油价格波动。图 7-6 说明了美元指数与 WTI 原油价格之间一定程度上的反向关系。



图 7-6　美元指数与 WTI 原油价格关系

3. 短期波动原因

(1) 投机因素。国际石油公司控制了全球大部分石油资源的国际垄断资本,操纵价格愈演愈烈。同时,国际投机资本也在兴风作浪,它们从传统领域转向原油期货,在国际石油市场供求平衡比较脆弱的背景下,投机者充分利用利好和利空消息,买入卖出,从中获利,加剧了市场波动。

近年来,以原油、黄金为代表的大宗商品市场获得了众多机构投资者的青睐,大量的国际对冲基金纷纷介入国际石油市场。全球对冲基金是石油市场上一股重要的炒作力量。近年来国际石油价格的急剧波动既是投资背景发生深刻变化的必然产物,也是国际对冲基金大肆炒作的结果,石油价格走势的波动和国际基金持仓水平的动态变化有着密切关系。

目前国际石油市场流通的现货石油价格并不是由供求双方直接决定的,供求双方在签订供货合同时,通常只确定某种计价公式,计价公式中的基准价格一般与石油期货市场中的价格直接相连。因此,期货价格很大程度上影响了现货价格。油价的这种特殊形成机制不可避免地会受到期货市场投机因素的影响。

(2) 突发事件及政治因素。在短期内,突发事件对石油价格会起到推波助澜的作用。世界主要产油国位于海湾地区,中东政治局势不稳,短期内经常给世界石油价格造成很大的冲击。

【案例分析】

最昂贵的飓风"卡特里娜"

五级飓风"卡特里娜"2005 年 8 月底登陆美国南部路易斯安那州和密西西比州,对美国在

墨西哥湾沿岸的石油生产造成严重打击。受飓风的影响,美国墨西哥湾地区目前92%的原油生产和83%的天然气生产已经暂停,墨西哥湾附近三分之一以上的油田被迫关闭。七座炼油厂和一座美国重要原油出口设施也不得不暂时停工。纽约商业交易所原油价格8月29日开盘时每桶飙升4.67美元,达70.8美元。在亚特兰大,加油站的价格更要高5美元/加仑。8月31日,小布什政府同意动用战略石油储备,帮助严重破坏的原油加工厂恢复生产。国际能源机构9月2日宣布,所有26个成员国一致同意每天将战略储备的200万桶原油投放市场,为期30天,以帮助解决因"卡特里娜"飓风造成的市场紧张局面。纽约市场原油期货价格当天应声大幅下跌。

除了油价大幅上涨之外,"卡特里娜"的肆虐还导致保险公司支付多达260亿美元的损失赔偿。对保险公司来说,"卡特里娜"可能是"9·11"事件以来最昂贵的单起事件。

资料来源:新华网,2005年8月30日。

7.2.2 国际石油价格调控机制

与其他价格调控机制一样,国际石油价格调控机制也离不开一定的组织结构、一定的调控手段和一定的动力系统。当组织结构、调控手段、动力系统确定之后,油价调控机制也必然通过一定的调节方式在国际经济贸易往来中反映出来。所谓国际油价调控的组织结构是指影响油价形成的各个主体以及它们之间力量的对比状况,和其他调控机制所不同的是,在国际油价调控机制中,欧佩克成员国、非欧佩克国家和主要石油进口国组成的国际能源机构(IEA)是三个主要的有调控能力的主体,除此之外,一些国家的能源政策导向和微观组织(如企业)都是价格形成及变动的主体。所谓价格调控机制的调控手段主要是指影响油价的供给和需求的调控、石油库存的调控、美元货币政策的调整、石油投机行为的约束等。引起国际油价波动的动力大致来自宏观与微观两方。从宏观角度看,主要是世界经济增长状况和国际社会安定程度,从微观角度看,主要是市场活动主体的物质利益。

以上三个机构在兼顾相关方利益的同时,为了实现自身利益的最大化,通过国际期货市场和现货市场调控国际油价的走势。

1. 欧佩克的产量调控机制

欧佩克从成立之初,就始终企图通过该组织所拥有的石油储量和产量来操纵油价,从而保证其石油出口收入的最大化,进而保证其国内经济发展所需的投资来源。欧佩克油价调控的原则是:成员国应当研究和形成一种体系来确保价格的稳定。采取的手段包括控制产量、适当考虑生产者和消费者的利益、保证石油工业投资者的一个公平合理的资本收入等。欧佩克最常用的也是最为有效的油价调节手段是调控产量。1961年,欧佩克开始讨论如何按国际卡特尔方式,通过限制产量达到推动价格上涨的目的。特别是20世纪80年代以后,发达国家经济衰退致使国际石油需求趋弱,国际油价持续下跌。1982年,欧佩克实施产量配额制度,将总产量上限定为1 800万桶/天,各成员国都分配了具体的产量配额。此后,欧佩克一般每年上、下半年分别召开一次大会,根据市场变化重新审议确定下个半年的总产量上限和各成员国的产量配额。如遇到紧急情况,则召开特别会议提前确定。该制度一直延续至今。

由于短期内石油需求基本稳定,欧佩克产油国通常会根据世界经济的增长状况、世界石油需求状况、非欧佩克产油国的石油产量以及油价未来的走势等因素综合制定出欧佩克成员国所共同接受的油价限制范围,一旦高于或低于欧佩克所设定的油价调控区间,欧佩克产油国就会启动产量调控机制,通过增产或限产来使油价维持在一个相对稳定的区间内。

2. 非欧佩克的产量调控机制

非欧佩克国家并不受产油配额的限制，基本上属于多有多产。在目前国际油价不断攀高的情况下，此时提高产量对非欧佩克国家而言更有利可图。从历史上看，非欧佩克产油国在世界石油市场上的作用有限，但对石油市场仍有一定的影响。20 世纪 80 年代初，由于非欧佩克国家石油产量增长过快，造成了世界石油市场供过于求的局面。而正是由于非欧佩克国家对欧佩克限产倡议的不合作态度，最终导致 1986 年的油价暴跌。1999 年年初以来，欧佩克采取的限产政策，多次得到一些非欧佩克产油国如俄罗斯、墨西哥、挪威等国家的配合和支持，从而使油价上涨。

3. IEA 的消费调控机制

国际能源机构（IEA）是一个主要由石油进口国组成的国际组织，它是工业国针对欧佩克而建立的，成立的目的是缓和石油供应中断的影响和避免油价暴涨。其成立后制定了一系列的具体措施，包括：要求成员国建立一定数量的战略石油储备，大致相当于前一年 90 天净石油进口量，在石油供应中断时成员国能够分享这些储备；限制需求量，即在发生石油供应危机期间，可以采用减少短期石油消费的措施，措施的实施主要有三个级别，即劝告和公众信息、行政和强制性措施、分配和配给计划；实行节能措施，通过一系列措施的实施，IEA 将石油消费量削减了 7%—10%。

IEA 的主要贡献在于提出了战略石油储备的概念，此后各国不同程度地建立了本国的石油储备，这对于切断欧佩克国家石油供应的企图具有威慑力。遇到国际石油市场上的供应危机或是油价过大幅度的波动，IEA 就会采取使其成员国降低库存储备的方式，来稳定国际石油价格。目前 IEA 中最大的两个石油储备体系为美国和日本，约占全部 IEA 公共储备的 80%。作为世界上最大的石油消费国，美国最大限度地影响着世界石油市场。美国对世界石油市场的影响是比较间接的，具体表现为：美国拥有世界上最发达的石油现货市场和期货市场，其市场形势对世界石油市场有很大的影响；近年来，美国政府注意加强与非欧佩克产油国的合作，开辟新的海外石油供应地，以削弱欧佩克国家对市场的影响；加强对欧佩克国家的分化瓦解；运用石油储备，影响石油市场；鼓励和支持国内油田开发。

7.3 国际石油价格波动对宏观经济的影响

7.3.1 国际油价波动影响世界经济

20 世纪七八十年代发生了两次大的石油危机，主要石油消费国都出现了严重的经济萧条现象。人们普遍认为，由于石油是工业生产最基本的原材料，油价的持续上涨将导致成本推动的通货膨胀，进而抑制消费需求，降低和减缓经济增长的速度，最终导致经济萧条。油价波动会对宏观经济活动产生影响。

国际石油价格波动主要通过以下渠道影响宏观经济：

收入转移理论认为，石油价格上升导致石油进口国的收入向石油出口国转移，因此石油进口国的消费需求将下降，并且由于进口国的下降幅度大于出口国的上升幅度，整个世界的消费需求也将下降，而消费的下降会降低经济的增长，导致衰退。高油价通常导致世界财富在各国重新分配，财富更多流向发达国家和欧佩克国家，使得富国越富，穷国越穷。如油价上涨以后，美国等西方国家受到的影响较小，随着原油期货价格的不断上涨，美国的对冲基金获利丰厚，

欧佩克国家本身是油价上涨的直接受益者;而广大发展中国家和新兴市场经济国家是国际油价的接受者,他们无法对冲油价上涨的风险,只能支付更多的外汇购买石油。

供给冲击学说认为,石油价格上升会导致能源投入的减少,从而产出下降、劳动的边际产品下降,并可能带来投资减少、利率上升和通货膨胀。在不完全竞争市场中,由于寡头垄断厂商拥有串谋能力,能获得比完全竞争市场下更多的加价。因此,石油价格冲击会诱使厂商进一步加价,减少资本、能源和劳动的投入,导致产出下降。

部门转移学说认为,石油价格的变化会导致不同部门之间资源的重新配置,且都会对就业和产出产生负的效应,不论石油价格的变化方向如何。石油价格上升将导致能源高效部门的扩张和能源密集部门的收缩,而石油价格下降将导致能源高效部门的收缩和能源密集部门的扩张,这都将带来资本、劳动和能源等主要要素的重新配置。所以,石油价格的变化,无论是上升还是下降,都会产生部门间的不平衡,改变部门间的均衡关系。

货币政策学说认为,政府在面临油价上升可能带来的通货膨胀时,采取了反通货膨胀的紧缩货币政策,这可能引起经济衰退,引起产出的进一步下降。

总量与配置渠道学说认为,石油价格冲击导致经济衰退的主要原因是,石油价格冲击增加了经济运行的不确定性,从而使得家庭减少了对收入的预期,致使家庭推迟或减少购买耐用品,家庭需求的降低导致了厂商投资的降低,进而导致经济衰退。

依据以上学说,石油价格波动对宏观经济的影响主要表现在以下几个方面:

1. 减缓经济增长速度

石油价格波动对宏观经济的影响是多方面的,从成本到价格,从生产到消费,从贸易到投资,都会因石油价格上涨而受到不利影响,这些因素最终将导致经济增长速度放缓。按照国际货币基金组织的预测,国际油价每升高 10%,全球经济增长率就会削减 0.1%—0.5%,石油每桶涨价 10 美元,亚洲经济增长速度将下降 0.8%。根据国际能源署(IEA)"能源—经济发展模型"的测算,对 OECD 国家而言,在其他条件不变的情况下,油价每桶上涨 10 美元并保持一年,GDP 增长受影响 0.4%—0.5%;而对非 OECD 国家的影响取决于这些国家的经济增长对能源的依赖程度。一般而言,随着国际石油价格上涨,对石油消费国而言,推动经济发展的三驾马车——投资、消费和出口出现下降趋势,从而减缓经济增长速度,影响的程度如何则取决于国际石油价格上涨的幅度及持续的时间。另外,国际油价上涨的冲击具有不对称性,对发展中国家的影响较大,对发达国家的影响较小。

2. 增加通货膨胀压力

石油作为重要的基础能源和工业原料,其价格的上涨往往伴随着其他初级产品价格的上涨,进而推动整个物价水平的提升。例如,从中国的情况来看,油价上涨带来的成本增加、物价上涨表现在三个方面:一是直接带动了中下游产品和相关消费价格的上涨;二是带动替代品和生产资料价格的相应上涨;三是导致国际市场商品和生产资料价格的普遍上涨,通过进口传导到中国。这样就会导致生产者价格指数上涨,进而传导到消费者价格指数的上涨。如果油价的上涨导致其他方面商品的价格上涨,那么结构性的通货膨胀演化为全面通货膨胀的可能性就会增加。

3. 增加企业生产成本

作为一种最基本的工业原料,石油价格波动不仅会影响下游所有产业的利润,同时还会带动各种产品价格的波动,对其他行业的成本产生重要影响。以中国为例,2001 年国际原油期货平均价格为 23.12 美元/桶,到 2013 年为 110.93 美元/桶,从总供给和总需求平衡的角度来

说，石油价格上涨必然导致炼油加工、运输、汽车、冶金、渔业、轻工、石化和农业的成本增加，从而影响工业、农业、交通运输以及人民生活的各个方面，石化、化工、化纤制造业相关企业效益可能下滑，甚至出现亏损，严重打击企业的生产积极性，造成国民经济整体运行成本增加。由于中国在世界贸易中对多数产品没有议价权利，因此国内企业只能被动承受石油价格上涨带来的成本上涨，而没有能力将石油价格上涨增加的相关成本转嫁给产品的最终消费者。

4. 导致石油进口国外贸环境趋紧

石油价格的暴涨不利于石油依存度高的国家的进出口贸易，主要体现为外汇支出增加，贸易顺差缩小。国际油价及其相关商品价格上涨，会导致企业投资增速回落。对进口国而言，进口石油所支付的外汇金额随油价的高位运行而快速增长，这不但增加了进口成本，也减少了该国的经济利益，财富转移效应非常明显。

石油价格上涨短期内有利于石油生产国经济的提升，降低石油消费国的经济增长，同时导致其失业率的上升；如果较长时间内石油价格持续高涨，不但不利于石油消费国，对石油生产国也具有抑制、降低和减缓经济增长的作用。但应该看到，石油价格的上涨，也会促使世界各国生产企业进行产业结构升级、提高能源使用效率、加大开发和使用替代能源的力度。

7.3.2 国际油价波动影响中国经济增长的传导机制

本部分重点分析国际石油价格波动是通过怎样的传导机制来影响中国经济增长的。根据7.2节可知，影响国际石油价格的主要因素是石油需求和供给，其他因素包括投机因素等。虽然国际石油价格的波动是多重因素共同作用的结果，但是其中长期主要影响因素还是供给和需求。

首先在经济学供求模型框架下分析油价波动和中国经济增长之间的相互影响，讨论和分析国际油价波动影响中国经济增长的机制问题；其次阐述三种具体传导机制，包括成本推动型、消费拉动型和供求共同作用型；最后通过对产业链的展开分析，可知国际油价波动沿着石油石化产业链传导至整个工业化进程，最终体现在PPI和CPI中。

（一）国际石油价格波动的AS—AD曲线

假设国际石油市场是一个竞争型的市场结构，油价主要由市场中的供求双方作用决定，从石油供需平衡角度对石油价格传导机制进行分析。

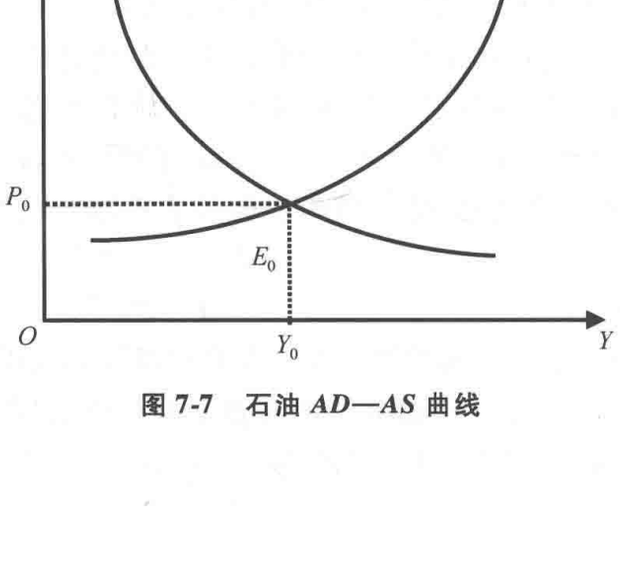


图7-7 石油*AD—AS*曲线

如图 7-7 所示，E_0 是石油供需平衡点，在这个点上，石油市场供给等于需求，石油市场处于一种均衡状态。但是中国石油供需一直处于不平衡状态，国内石油消费总量日益增长，消费需求潜力巨大，并受价格变动的影响较小，消费需求具有一定的刚性。在供给方面，中国石油、天然气受资源禀赋、环境压力及资源勘探程度较低的影响，供给往往不足。根据中国石油供需市场的具体情况，总结出石油石化产业链中相关价格的形成及其波动通常有三种传导类型。

1. 需求拉动型传导机制

在石油市场中，影响需求的市场因素有石油价格、消费者收入、消费者偏好、石油替代品的价格、人们对油价的预期以及经济政策。根据经济学需求规律，在影响石油需求量的其他因素给定不变的条件下，石油的需求量与其价格之间存在负相关关系，也就是说石油价格越高，需求量越少，石油价格越低，需求量越多。石油虽是稀缺资源，但也遵循需求规律。石油需求量的变动表现为在同一条需求曲线上的移动。当由于价格之外的因素引起的消费者在每一可能价格下所有需求量的变动时，在图形上表现为石油需求曲线的移动。

如图 7-8，在石油供给不变的情况下，石油消费品需求增加会使得需求曲线向右平移，从而使得均衡价格和均衡数量都增加。既定的供给曲线 AS 和最初的需求曲线 AD 相交于 E_0 点。在均衡点 E_0，均衡价格为 P_0，均衡数量为 Y_0。若需求增加使得需求曲线向右平移至 AD_1，AD_1 与 AS 曲线相交于 E_1 点。在均衡点 E_1，均衡价格上升，均衡数量增加，体现为 GDP 上升。

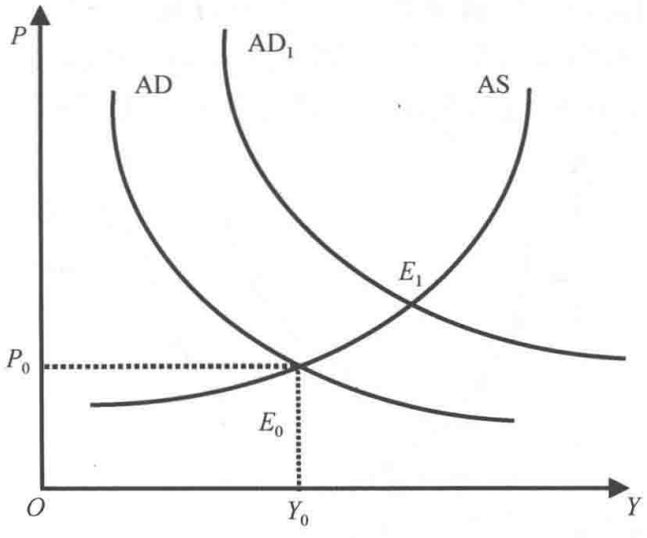


图 7-8　需求拉动型的石油 AD—AS 曲线

需求拉动型传导机制意味着石油石化产业链中的“反推”机制，即消费拉动使得下游需求增长，进而产生供不应求，使得最终环节的价格开始上涨，因此使各加工环节的边际利润也随之增长，加工环节的边际利润增长，进而刺激并拉动了原材料价格的上涨，直至传导至产业链的源头——石油。

从第一条传导途径来看，消费者对油气产品需求增加时，石油消费曲线向右移动，达到均衡点 E_1，这意味着 GDP 增长，需求增长，因此拉动了交通运输业价格、用油工业品价格和居民燃气价格上升，进而拉动了原材料购进价格，最终通过国内油气产品价格影响到国际原油价格。

从第二条传导途径来看，GDP 增长，对各种消费品的需求增长，因此拉动大宗石化产品价格的上升，而大宗石化产品价格的上升将直接影响橡胶、化纤、塑料、包装等相关产业。如前所述，橡胶、化纤、塑料等石化行业的经济效益更多地取决于其产品的价格传导能力，即通过产品

价格传导能力向行业的上游转嫁的能力。如果这种传导机制不顺畅，即不利于向上游转嫁，那么这些石化行业就要面临供不应求的局面。由于中国的石化企业大多数是微利企业，因此这种价格传导机制一般是顺畅的，下游需求的增长会带动石油价格的同步增长。

2. 成本推动型传导机制

一般来说，在其他条件不变的情况下，商品的价格越高，生产者的供给量就越大；商品的价格越低，供给量就越小，这就是供给规律。石油也不例外，但石油是不可再生资源，供给量随着时间会越来越少，也就导致了石油的价格越来越高。

石油化工业受油价上涨的影响，一般是上游原材料价格上涨的幅度远远大于塑料制品、化学纤维以及橡胶等下游产业的价格上涨幅度，所以产业链上的企业的业绩容易受到严重的冲击，中国很多企业基本处于微利状态，因此成本推动型的传导一般是直接而迅速的。

影响石油供给的因素有：石油的属性、石油的价格、生产的技术水平、生产成本、相关商品的价格、对未来的价格预期、政府的经济政策、自然条件等。在石油本身的价格保持不变的条件下，由其他因素变动而引起的石油价格与供给量之间对应关系的变动称为石油供给的变动。表现为石油供给曲线向左上方或右下方的移动。

在需求不变的情况下，石油供给减少会使石油供给曲线向左上方平移，从而使得均衡价格上升，均衡数量减少。在图 7-9 中，既定的需求曲线 AD 和最初的供给曲线 AS 相交于 E_0。在均衡点 E_0 的均衡价格、均衡数量分别为 P_0 和 Y_0。石油是不可再生资源，随着原材料价格上涨，石油供给减少，使得供给曲线向左平移至 AS_1，且与 AD 曲线相交于 E_2 点，在均衡点 E_2，石油均衡价格上升，均衡数量减少，这种供给冲击最终导致 GDP 下降。

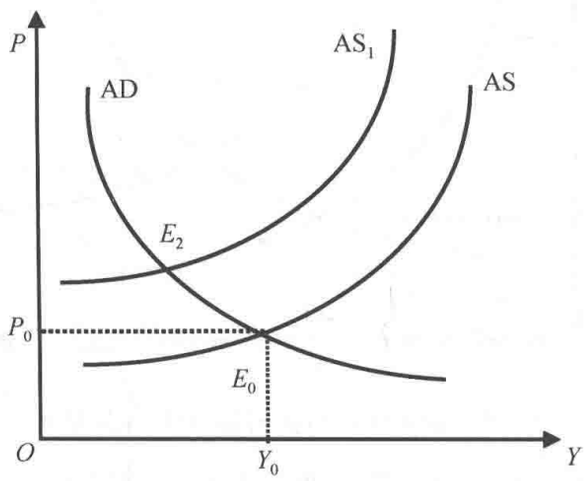


图 7-9　成本推动型的石油 AS—AD 曲线

如果石油石化产业链的上游某一源头环节作为原材料价格首先上涨，其结果是增加的原材料成本会转嫁到该加工环节的产品价格之中，直至传导至产业链末端的终端产品乃至整个国家的各个经济部门。

原油价格和成品油价格一直是世界石油市场上最关键的商品价格，其中原油价格既包含油气资源本身所具有的原始价值，也涵盖勘探开采这一环节的价值增值内容，不过由于勘探开采环节的利润率相对稳定，石油石化产业链中资源环节分布价值的变化主要反映原油价格的波动。成品油价格则是原油成本和炼制、销售环节价值增值的加总，更多地反映了分配给石油传统产业链的价值。

上述分析是在假设国际石油市场是一个竞争型的市场结构下得出的结论，从目前阶段的

国际动向来看，由于产油国加强了对国内油气资源的保护政策，导致产油国国家石油公司在资源环节的绝对垄断地位。多方主体竞争博弈下的石油市场结构将持续下去，可以说产油国的政策将在很大程度上决定世界石油市场结构的调整，市场结构中垄断势力强的一方具有更强的议价能力，迫使价格朝着有利于自己的方向调整，从而影响产业链中各环节的价值分布情况。

3. 供求共同作用型传导机制

实际上，在整个石油石化产业链条中，石油的传导同时受需求拉动和成本推动的影响。当石油的需求和供给同时发生变动时，石油的均衡价格和均衡数量的变化要视具体情况而定。石油消费需求增加，使得需求曲线由 AD 向右平移至 AD_1，同时，由于石油是不可再生资源，随着原料成本价格上升，石油供给减少，供给曲线 AS 向左平移至 AS_1。AD_1 和 AS_1 曲线相交于 E_3 点，在这两种因素同时作用下的石油均衡价格，将取决于石油需求和供给各自增长的幅度。从图 7-10 中可看出，由于石油需求增长的幅度大于石油供给的幅度，最终的石油均衡价格是上升的。

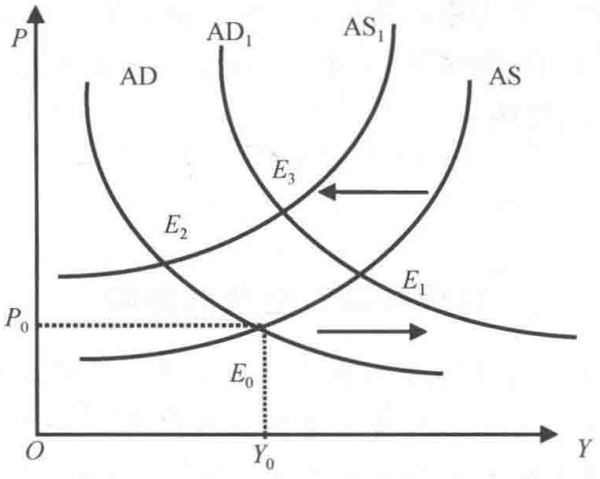


图 7-10　供求共同作用型的石油 AS—AD 曲线

（二）石油石化产业链的油价波动传导机制

价格传导机制是市场中的产品价格受多种因素影响而发生变化，并通过一定的渠道或途径与其价格相互作用的过程。这一过程一方面包括了上游产品价格向下游产品价格的传导过程，另一方面包括了下游产品价格反作用于上游产品价格的传导过程，这种上下游之间价格的传导过程就是价格的传导机制。价格传导机制主要包含三方面的内容：一是相关商品价格互动的过程，即“商品生产商品，价格产生价格”的过程，也就是说，通过产品的成本来传导一种价格的变动对其他价格的影响。二是价格传导的途径，即一种产品的价格变动通过什么样的渠道或途径来影响其他产品的价格。三是价格传导是受多种因素作用的结果。市场经济条件下的价格传导机制基本上可以被概括为：价格传导机制是市场中产品的价格受多种因素影响而发生变化，并通过一定的渠道或途径与相关价格相互作用的过程。

石油产业链很长，国际石油价格的波动是如何通过产业链一步步传导，渗透到工业化进程的各个方面，进而影响到 PPI 和 CPI 并最终影响整个国民经济增长的，一直是关注的焦点。中国工业体系中各个产业链的各个环节对价格波动的传导和转嫁能力各不相同，因而各产业最终受到的影响程度也不同。国际油价波动对一国经济产生的影响具体表现为先后两个层面的问题：首先是石油石化产业受到影响，然后通过石油石化产业链逐渐传递到整个国民经济的各

个产业。

中国目前有三种代表性的物价指数，一是代表上游产品价格映射量的原材料、燃料、动力购进价格指数，二是代表下游产品价格映射量的CPI指数，三是代表介于上游产品和下游产品之间的产品价格映射量的PPI指数。根据微观经济学和流通经济学的理论，产业链上下游的价格之间存在相互影响，并表现为成本推进和需求拉动这两种价格传导形式。一般情况下，价格波动首先出现在生产领域，随后通过产业间的关联从上游的生产领域向下游产业扩散，一直传递到最终消费品，即价格通过以下的链条传导：原材料、燃料、动力购进价格传导到工业品出厂价格，最终传导到消费品价格，这是一种成本推进型的价格传导形式。

根据上述价格传导形式的一般规律，国际石油价格对中国国内价格的传导途径一般可以分为以下两条：第一条传导途径为“国际原油价格→国内油气产品价格→原材料购进价格→交通运输业价格、用油工业品价格、居民燃气价格→PPI、CPI”。这一传导过程主要是通过油气产品来传导的，对PPI、CPI具有直接的影响。

第二条传导途径为“国际原油价格→国内有机化工产品价格→塑料、橡胶、化纤等工业中间品价格→以塑料、橡胶、化纤等为原料的加工企业产品价格→原材料购进价格→PPI、CPI ”。在这一条传导途径中，国际石油价格的波动主要是通过化工产品来传导的，因此对PPI的影响是直接的，对CPI的影响是间接的。

【案例分析】

油价涨跌对生活的影响

2014年11月底，中国国家发展与改革委员会再次宣布下调成品油价格，国内油价实现罕见的“九连跌”。油价涨跌对我们的生活究竟有怎样的影响？

油价的下跌直接利好于私家车主和出租车运营商，可以减少出行成本。同时对于运输行业和快递公司运营成本的降低也是显而易见的。

油价下跌将会直接拉低汽油、柴油、化肥、农药、农膜、除草剂等的价格，这将降低农产品的生产和农用机械的生产、运输等成本，带动农产品价格回落。而部分农产品价格走低还会带动其他农产品价格回落，从而导致农产品整体维持低位运行。另外，运输成本是影响蔬菜批发成本的一个因素，不过菜价和油价的关系是“看涨不看跌”。液化气是石油炼油的附属产品，成品油价降低，一定程度上会直接反映到液化气价格上。

黄金与原油均由美元计价，均属于稀缺性的产品，且都是一个国家的战略储备，与全球经济形势变化有着密切的关系，因此二者在大部分时候呈现同涨同跌的现象。

总之，油价持续下降，能够降低下游众多用油行业的生产成本，减少流通费用。对交通运输、化工化纤等行业形成利好，农业、汽车销售等也可以间接受益。而对处于上游其业绩对油价有较高依赖程度的上市公司将产生不利影响，比如中石油和中石化。

7.4 对影响原油期货价格形成因素的实证分析

近年来国际原油期货价格波动性较大，对中国能源供给的经济安全带来一定的负面影响。对影响原油期货价格形成的因素进行计量模型分析，发现其波动的主要原因，从而实施有效监

控,对中国确保能源安全、规避能源价格风险具有重要的现实意义。本节对影响国际原油期货价格形成的供给、需求、金融衍生品属性及其他因素等进行了计量分析,分别解释了以上因素对油价波动的作用机制,并建立了世界原油期货价格的实证计量模型。

近年来国际油价频繁大幅波动,从2003年的30美元飙升至2008年的147美元,然后一直跌至2009年的40美元左右,目前徘徊在90—110美元区间。石油作为重要的能源战略资源,其价格剧烈波动给中国以及世界宏观经济增长带来负面影响。目前对于期货市场波动性的研究主要集中于以下问题:一是对期货市场和现货市场之间的价格波动性进行研究。主要分析信息在两个联动市场之间的传导和影响问题。一般是对中国发展较为成熟的金属和农产品期货品种进行研究,如刘晓星(2006),刘凤军(2006)等,张金清、刘庆富(2006)。二是对单纯的期货市场的价格波动性进行研究,如华仁海、仲伟俊(2003),田新民、沈小刚(2005)等对金属期货和农产品期货等的价格波动性进行研究。结论基本一致:中国的金属期货、农产品期货的价格收益率波动均存在明显的集聚性和持续性,具有显著的尖峰厚尾特征。刘宏(2009)对上海、纽约和伦敦原油期货价格波动性进行了比较研究,通过ARCH 、GARCH 等计量模型的检验发现,成交量(或绝对成交量)与价格波动之间存在正相关的关系,且未预期成交量对价格波动的影响比预期成交量大。在对石油期货价格影响因素进行分析的基础上,赵选民(2007)利用偏最小二乘PLS回归方法,选取美元汇率、世界石油需求量与供应量、石油现货价格以及美国GDP增长率;刘晓棠等(2010)则是利用Granger检验和协整理论,选取琼斯指数、上证综指、替代品价格、欧佩克 产量以及美元汇率进行了分析。

国外对原油期货价格的研究主要集中在原油期货价格变化与交易量之间的因果关系及现货市场与期货价格关系的研究上。ImadA Moosa 和 Param Silvapulle(2002)发现石油期货市场量价关系中从量到价的因果性。Stelios D. Bekiros, Cees G. H. Diks(2008)研究了1991—2007年WTI原油期货1—4月合约价格与现货的线性及非线性因果关系,发现现货与期货收益存在非对称性。Sjur Westgaard 等(2011)研究了1994—2009年Brent原油期货价格与柴油的协整关系,发现原油期货1月和2月的远期合约与柴油存在协整关系。

以下通过研究原油期货价格形成的因素及其作用机制,发现价格波动的主要原因,从而对原油价格实施有效监控,合理规避能源价格风险,不仅详细阐述了单因素对原油价格影响机制的比较分析,而且通过计量建模,从原油的商品属性如供给、需求,金融属性如投机性交易,以及政治社会属性等多角度对原油期货价格形成的影响因素给出实证分析,并对新兴经济体能源需求以及原油期货金融属性对油价的作用机制和影响程度给出重点分析。

7.4.1 影响原油期货价格形成的主要因素分析

对于原油这一大宗能源商品而言,其期货价格形成的因素比较复杂,以下从原油的商品市场属性,如供给面与需求面因素,原油的金融市场属性,以及原油的政治社会属性三个角度分层次逐一进行分析。

(一) 原油期货价格形成的商品市场属性

1. 供给面因素

石油供给具有重要生产性和资源的绝对稀缺性,主要包括以下三个子因素:

(1) 全球原油储采比。原油产量必须以原油储量为基础。储采比是反映石油工业可持续发展的重要指标。原油储采比代表着原油“不可再生性”与“不可代替性”的比值关系,代表了原油生产潜力,但由于勘探技术的不断提升使原有油田的储量不断上升,石油储量越来越不成

为石油市场发展的障碍，实际的石油可开采年限不断延长。从长期来看，储采比反映了原油的稀缺程度和油价的长期走势，储采比越高，原油生产潜力就越大，对油价上升有抑制作用。

图 7-11 显示了世界原油期货价格波动与储采比变化的关系。油价与储采比在 1971—1985 年和 1998—2010 年两个区间呈现较强的负相关性，1986—1997 年间两者之间的关系则不明显。1979 年当储采比达到阶段性历史低位 43% 时，次年油价创历史新高，达 38 美元/桶，此后油价逐步走低并且在 1984 年跌破 30 美元/桶。而储采比从 1980 年开始缓慢持续走高，到达 1985 年的阶段高点 52.5%，说明在 1971—1985 年的 10 年间，储采比和油价有较好的负相关性。1998—2010 年间原油期货价格逐渐走高，2008 年达到年均值 100 美元/桶后回落到 2010 年的 78 美元/桶。与之相对应的是，储采比在 1998—2008 年间一直缓慢下降，随后增加到 2010 年的 40%。

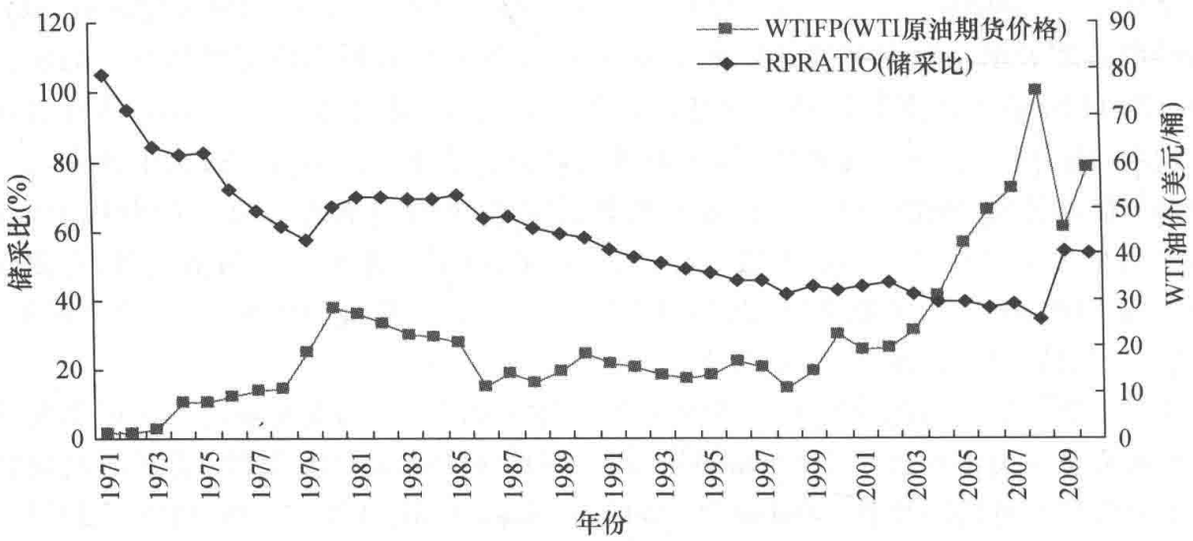


图 7-11　世界油价波动与储采比变化(1971—2010)

1986—2008 年间储采比持续显著回落，但原油期货价格在 1986—1999 年间低位徘徊在 20 美元/桶左右，储采比虽然走低，但世界经济增速的回落使得油价在低位徘徊。这种现象背后深层次的原因是 20 世纪 90 年代中后期，东南亚金融危机导致新兴经济体经济增速减缓，美国削减财政赤字政策提升了美元币值，给依赖美元债的拉美国家带来经济停滞和恶性通货膨胀，从而导致世界经济增速整体放缓。总之，储采比与油价有较好的长期负相关性，计量数据分析也验证了该结论。

$$\underset{}{\text{WTIFP}} = \underset{}{19.76} - \underset{(-2.03)}{0.32} \times \text{RPRATIO} + \underset{(9.78)}{0.85} \times \text{WTIFP}(-1) \qquad (7.1)$$

$$R^2 = 0.8045, \quad \text{D. W.} = 2.3645$$

(2) 世界原油产量。世界原油供给主要来自欧佩克和非欧佩克国家(NON-OPEC)。图 7-12 所示的原油期货价格与产量之间的关系走势呈现三个特点：一是 1977 年非欧佩克原油产量首次超越欧佩克后至 2009 年其产量仍居于首位；二是欧佩克产油国在 1985 年产量创历史新低 1 537万桶后产量逐渐走高，而非欧佩克国家产量自 1971 年至 2009 年间整体始终呈增加趋势；三是 WTI 原油期货价格(WTIFP)与欧佩克及非欧佩克产油量呈正相关。这种关系用数据实证分析方法同样得到验证。

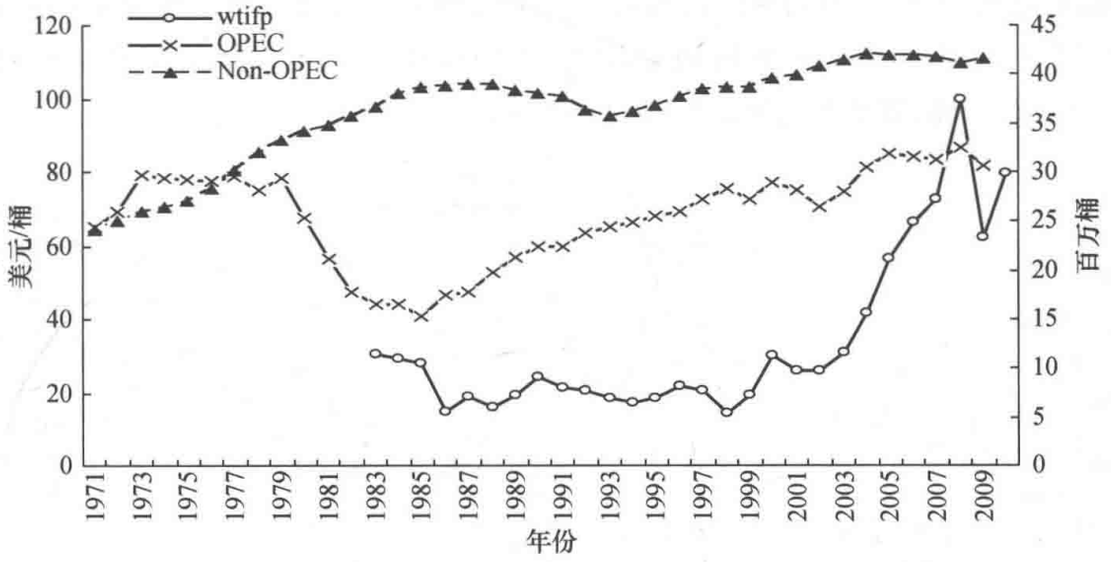


图 7-12　原油期货价格和欧佩克及非欧佩克产量

$$\underset{(6.60)}{\text{WTIFP} = -18.84 + 0.77 \times \text{WTIFP}(-1)} + \underset{(2.26)}{1.08 \times \text{OPEC}} \tag{7.2}$$

$$R^2 = 0.79, \quad \text{D.W.} = 1.90$$

$$\underset{(5.47)}{\text{WTIFP} = -109.52 + 0.72 \times \text{WTIFP}(-1)} + \underset{(2.6)}{3.05 \times \text{Non-OPEC}} \tag{7.3}$$

$$R^2 = 0.79, \quad \text{D.W.} = 2.01$$

(7.2)式和(7.3)式都表明原油期货价格与原油供给正相关,即国际油价高时,产油量也高。

这种现象可理解为国际原油期货价高时,产油国倾向于增加产量,反之则减少产量。(7.2)式和(7.3)式表明:原油期货价格每上涨1%,欧佩克原油产量上涨1.08%,而非欧佩克原油产量上涨3.05%。这说明欧佩克组织对原油期货价格的敏感度显然高于非欧佩克组织。

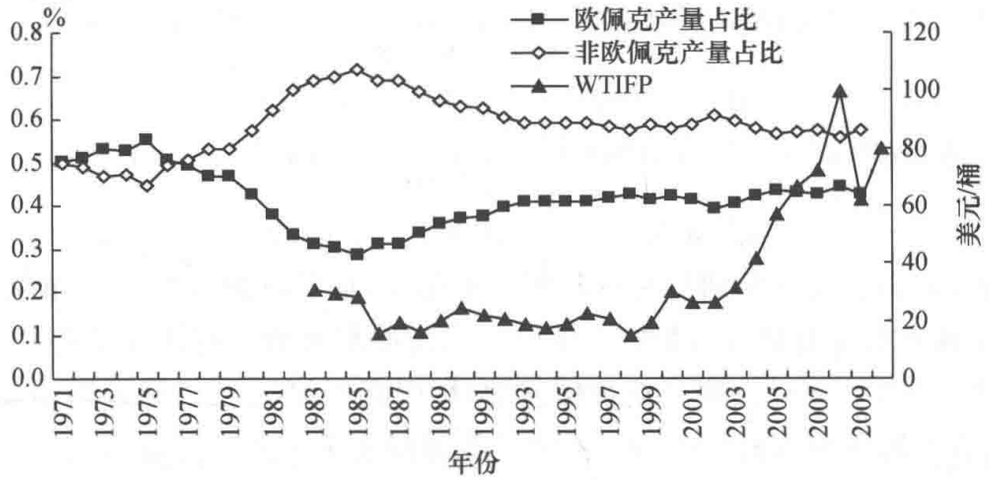


图 7-13　欧佩克组织、非欧佩克组织原油产量占比和 WTI 原油期货价格的变化

图7-13表明自1977年非欧佩克原油产量首次超过欧佩克原油产量,占比达到50.5%后,逐步走高并于1985年达到占比最高的71.5%后逐渐回落,但占比稳定维持在56%—60%,并始终保持着高于欧佩克原油产量占比的状态。虽然非欧佩克原油产量占比始终高于欧佩克组织,但由于其自身存在松散性(非垄断性),其对原油期货价格的影响明显弱于欧佩克组织。

(3) 世界石油库存。石油储备包括战略石油储备和商业石油储备,前者主要是为了应对石油供应中断导致的能源安全问题,是一种抵御风险的机制,不以干预石油价格波动为目的;

后者则是应对市场变化、调节和平衡市场供求与价格的主要力量。石油库存采用的变量是欧佩克组织库存(OPECstocks)和美国商业库存(USAstocks)。数据分别来自国际能源机构(IEA),单位是百万桶,以及美国能源信息署(EIA),单位是千桶。

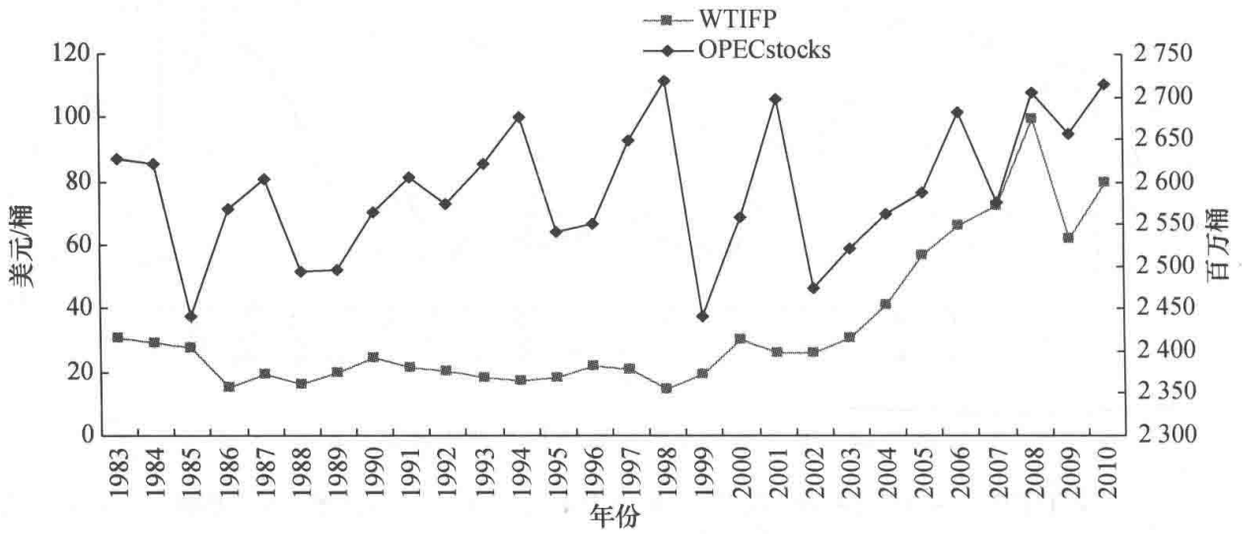


图 7-14　WTI 原油期货价格与欧佩克组织石油库存

图 7-14 表明 20 世纪 80 年代前期石油库存同原油期货价格同向波动,1983—1985 年油价下跌,库存减少;1985—1999 年油价窄幅上下波动,欧佩克库存基本负向波动;1999—2011 年油价一路上扬,欧佩克库存基本同向波动。利用 1983—2011 年美国商业原油库存月度数据检验,发现期货油价与库存的波动关系同上述完全一致。具体见(7.4)式、(7.5)式和(7.6)式。

$$\underset{(2.28)}{\text{WTIFP} = 6.13 + 6.82e - 0.5 \times \text{USAstocks}} \quad (1983.4—1985.4) \tag{7.4}$$

$$R^2 = 0.1842, \quad \text{D.W.} = 0.5652$$

$$\underset{(-1.83)}{\text{WTIFP} = 30.86 - 3.45e - 0.5 \times \text{USAstocks}} \quad (1985.4—1999.4) \tag{7.5}$$

$$R^2 = 0.0197, \quad \text{D.W.} = 0.1719$$

$$\underset{(5.10)}{\text{WTIFP} = -74.77 + 0.0004 \times \text{USAstocks}} \quad (1999.4—2011.4) \tag{7.6}$$

$$R^2 = 0.1541, \quad \text{D.W.} = 0.08670$$

(7.4)式和(7.6)式均表明期货油价与库存正相关,这可以解释为:当原油期货价格存在趋势性上涨(下跌)时,库存增加(减少)。(7.5)式表明期货油价与库存负相关,这可以解释为:当原油期货价格在一定范围内长期窄幅波动时,库存增加(减少)导致原油期货价格下跌(上涨)。二者在不同时段的正、负相关,揭示了美国商业库存的作用是:既平抑价格(负相关时)也获取超额利润(正相关时)。

利用美国商业库存年度数据实证分析后,发现商业原油库存与 WTI 原油期货价格无明显的相关性,这证明了美国商业库存年度数据对原油期货价格的非敏感性,即美国商业库存对原油期货价格短期的解释力优于长期。出现此种结论的原因一方面可能在于库存应对的主要是季节性波动,对年度间的价格波动无能为力,换言之,库存对原油期货价格短期波动有显著影响,从较长周期看影响力逐渐衰减;另一方面,库存确实对平抑价格波动作用有限,可能其存量相对于石油供应量而言很小。

但使用欧佩克国家石油库存年度数据(1983—2010)发现其与 WTI 原油期货价格明显长期正相关。具体见(7.7)式。

$$\underset{(2.31)}{\text{WTIFP} = -267.28 + 0.12 \times \text{OPECstocks}} \quad (1983—2010) \qquad (7.7)$$

$$R^2 = 0.1701, \quad \text{D.W.} = 0.5624$$

这说明作为生产原油的欧佩克组织,其商业库存的目的是在高油价预期下,为了获得超额利润而自主增加库存,反之则减少库存。

(二)需求面因素

需求是影响价格的相对稀缺性与竞争性因素之一。原油需求因素主要表现为发达经济体与新兴经济体的原油需求量,快速增长的石油需求必然导致石油的相对稀缺性增强,导致石油期货价格上涨。

1. OECD、非 OECD 国家特别是新兴经济体国家原油消费与原油期货价格的关系

图 7-15 显示,OECD 国家原油消费高于非 OECD 国家,且原油需求在 1990—2005 年间整体呈缓慢升高趋势,从 2006 年起回落,至 2010 年仍低位徘徊,且二者均与原油期货价格具有良好的相关性。而非 OECD 国家、金砖五国[①]原油消费在 1990—2010 年间整体呈上升趋势,与 WTI 原油期货价格同向变化,在 2008 年的金融危机爆发之后这些国家仍保持强劲的增长势头,这与 WTI 原油期货价格在 2008 年的较大幅度回落形成鲜明对比,说明新兴经济体经济增长强劲,对原油需求的刚性较大。这说明 2004 年后原油期货价格快速走高的主要推动力是非 OECD 国家,特别是金砖五国经济的快速增长造成的。

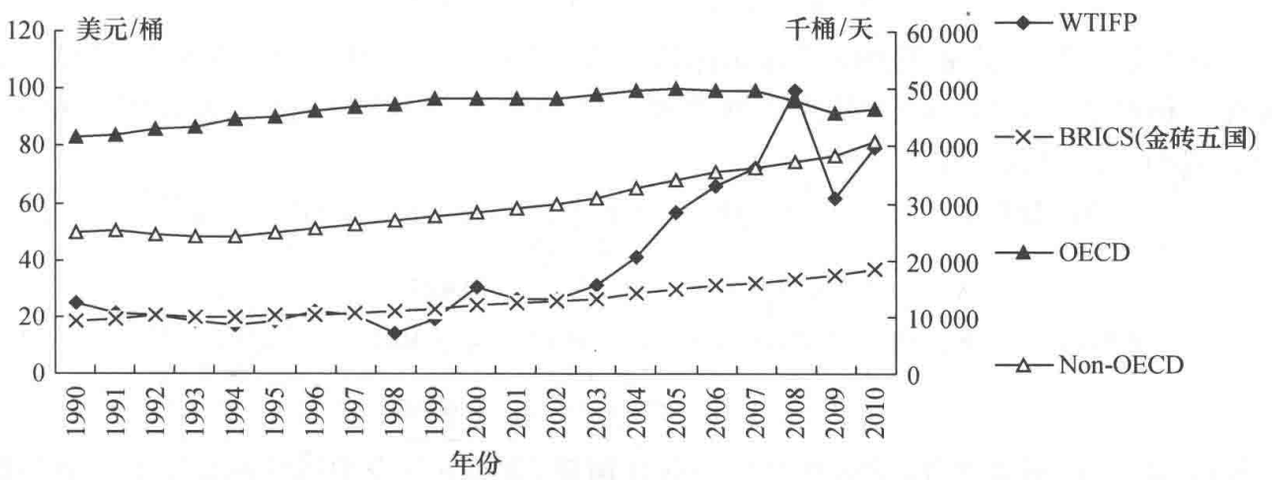


图 7-15 OECD、非 OECD 国家、金砖五国与 WTI 原油期货价格波动

图 7-16 显示有代表性的国家及组织的 GDP 增长与原油期货价格有很好的正相关性;但 2008 年金融危机后,伴随原油期货的大幅回落,中国 GDP 虽增速减缓,但并无下降趋势;OECD 国家的 GDP 约是非 OECD 国家的两倍;中国 GDP 规模与金砖四国[②] GDP 大体相当。以下利用 1990—2010 年的数据实证分析各经济体原油消费量与 WTI 原油期货的相关性。

① 金砖五国指巴西、俄罗斯、印度、中国和南非。

② 这里的金砖四国指金砖五国中除中国的其余四国。

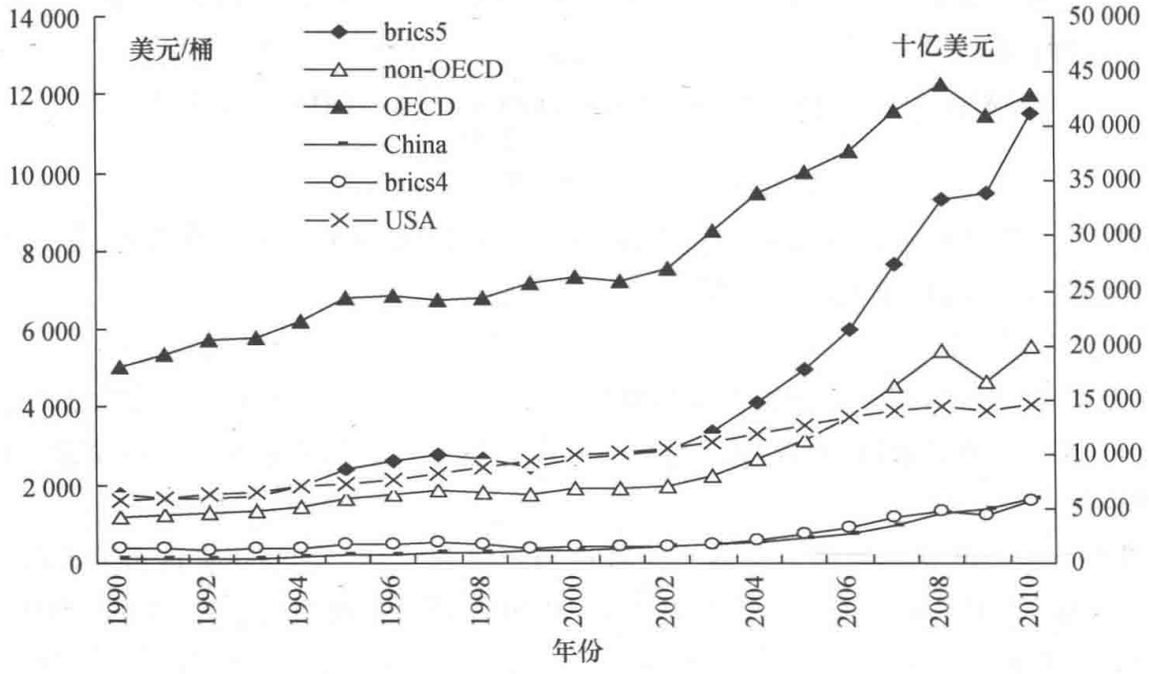


图 7-16　有代表性的国家及组织的 GDP 与 WTI 原油期货价格

$$WTIFP = -104.037 + 0.0024 \times OECD + 0.8753 \times WTIFP(-1) \quad (7.8)$$
$$(1.98) \qquad (7.22)$$
$$R^2 = 0.7981, \quad D.W. = 2.7887$$

$$WTIFP = -62.73 + 2.64 \times OECDGDP + 0.57 \times WTIFP(-1) \quad (7.9)$$
$$(2.95) \qquad (3.45)$$
$$R^2 = 0.8357, \quad D.W. = 2.4153$$

(7.8)式和(7.9)式表明 OECD 国家原油需求、GDP 均与 WTI 原油期货价格有很好的正相关性。利用美国 GDP、原油消费数据发现二者均与原油期货价格有很好的正相关，见(7.10)式和(7.11)式。

$$WTIFP = -45.34 + 0.0056 \times USAGDP + 0.61 \times WTIFP(-1) \quad (7.10)$$
$$(2.72) \qquad (3.82)$$
$$R^2 = 0.8272, \quad D.W. = 2.4827$$

$$WTIFP = -82.38 + 0.0048 \times USADEMAND + 0.8440 \times WTIFP(-1) \quad (7.11)$$
$$(2.10) \qquad (6.82)$$
$$R^2 = 0.8029, \quad D.W. = 2.8274$$

7.12 式、7.13 式和 7.14 式依次是非 OECD 国家、金砖五国及中国的原油消费与原油期货关系式，且均显示了油费量与原油期货价格良好的正相关性。

$$WTIFP = -71.70 + 0.0033 \times NONOECD + 0.2756 \times WTIFP(-1) \quad (7.12)$$
$$(3.68) \qquad (1.35)$$
$$R^2 = 0.8618, \quad D.W. = 2.1431$$

$$WTIFP = 4.038 + 0.0067 \times BRICS5 + 0.1563 \times WTIFP(-1) \quad (7.13)$$
$$(3.64) \qquad (0.67)$$
$$R^2 = 0.8605, \quad D.W. = 1.4968$$

$$WTIFP = -13.77 + 0.0073 \times CHINADEMAND + 0.3945 \times WTIFP(-1) \quad (7.14)$$
$$(3.22) \qquad (2.00)$$
$$R^2 = 0.8458, \quad D.W. = 2.2870$$

从(7.8)式和方程(7.11)—(7.14)可以看出，OECD 国家原油需求每增加 100 万桶，原油期货价格上涨 2.4 美元，美国使原油期货价格上涨 4.8 美元，金砖五国为 6.7 美元，而中国原

油消费增加同样的数量使期货价格上涨 7.3 美元，可见包括中国在内的新兴经济体对原油的巨大需求是推高国际原油期货价格的重要力量。

2. 替代能源的价格波动是影响原油期货价格的因素之一

原油的替代能源主要是天然气和煤炭。以下选取 2001 年 1 月至 2010 年 12 月的月度数据进行研究，其中被解释变量为美国原油消费量，解释变量为 WTI 原油期货价格及替代能源价格。由于水电、核电等可再生能源在能源消费中的比重很小，替代能源主要是煤炭和天然气。由于两者的价格无直接可比性，将它们的价格按照燃烧等值的原则先折算为桶油当量的价格，天然气的折算比为 1 000 立方英尺 =0.18 桶油，煤的折算比为 1 吨 =4.89 桶油。利用加权之后所得的替代性能源价格同美国石油消费量做回归，结果如下：

$$\begin{aligned} USSUMPTION &= 4.61 - 0.01 \times WTIFP + 0.02 \times ALTERPRICE \\ &\qquad (-2.59) \qquad\quad (1.53) \\ &\quad + 0.78 * USSUMPTION(-1) \qquad\quad (7.15) \\ &\qquad (14.24) \\ R^2 &= 0.7478, \quad D.W. = 2.4156 \end{aligned}$$

(7.15)式表明替代能源价格每上涨 1 美元，美国原油消费增加 2%；而原油期货价格同样上涨 1 美元，原油消费下降 1%。可见替代性能源价格波动率对于美国原油消费量的影响较为显著。

图 7-17 显示替代能源价格波动与原油期货价格变动有较好的正相关性。这种正相关性表明各种能源之间的高度替代性。

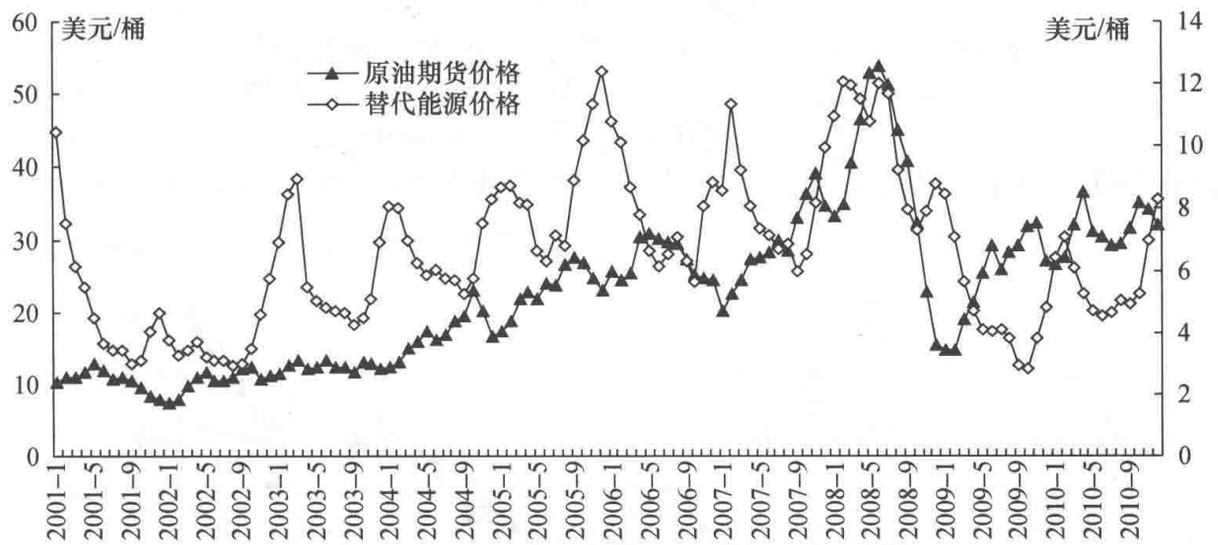


图 7-17　美国替代能源价格与 WTI 原油期货价格变动

（三）金融属性因素

最近几年国际原油价格的暴涨暴跌仅用供求关系难以解释。2011 年 3 月开始交易的 WTI 和 BRENT 原油期货之间的套利价差合约（简称 CFD）再次证明国际油价的金融属性已经远远超过其商品属性。石油市场与货币市场、外汇市场、期货市场、衍生品市场的联动成为复合的金融体系，形成了石油等大宗商品的“金融化”趋势。油价的过度上涨及下跌意味着原油的商品属性在逐渐减弱，由资本和货币所决定的原油金融属性在逐渐加强。以下从基金的投机活动和美元指数两个方面进行分析。

1. 基金的投机活动

原油市场中投机活动的主题为两大类：商业类和非商业类，前者即以生产商、贸易商、消费

商为主的套期保值者,后者为金融机构的投机性持仓。非商业持仓即通常所说的基金持仓。美国商品期货交易委员会(U. S. Commodity Future Trading Commission, CFTC)公布的期货交易头寸数据显示,自 2003 年以来日趋活跃的金融机构投机交易行为是推动油价上涨的系统性因素。

纽约期货交易所商业类和非商业类机构的各类头寸及 WTI 原油期货价格选取 1990—2011 年每年 3 月最后一个交易日的数据整理得到。

图 7-18 有两个特征:第一,无论是商业类还是非商业类机构,其多头和空头头寸自 2003 年年初开始日趋活跃,且都与原油期货价格有很好的相关性。第二,非商业类差价交易头寸自 2006 年起,超越非商业类多空头寸,显示了其与 WTI 原油期货价格更好的相关性。

实证数据也证明了原油期货价格无论与商业、非商业的交易头寸总量或者非商业类差价交易头寸都有着很好的正相关关系。限于篇幅,仅展示期货价格与非商业类差价交易的关系,如(7.16)式所示。

$$\underset{(15.02)}{\text{WTIFP1} = 15.84 + 0.22 \times \text{NCSPRE}} \quad (1990.3—2011.3) \tag{7.16}$$

$$R^2 = 0.9185, \quad \text{D.W.} = 2.0036$$

其中,NCSPRE 指非商业类差价交易合约头寸。同时利用数据实证分析发现,原油期货价格与非商业类净头寸有较好的正相关性,而与在商业类净头寸持仓负相关。

$$\underset{(2.68)\quad(4.00)}{\text{WTIFP} = 9.14 + 0.18 \times \text{NETNCL} + 0.67 \times \text{WTIFP}(-1)} \tag{7.17}$$

$$R^2 = 0.6829, \quad \text{D.W.} = 2.8455$$

$$\underset{(-2.24)\quad(4.18)}{\text{WTIFP} = 8.36 - 0.13 \times \text{NETCL} + 0.72 \times \text{WTIFP}(-1)} \tag{7.18}$$

$$R^2 = 0.6530, \quad \text{D.W.} = 2.8007$$

其中,NETNCL 指非商业类净头寸持仓,NETCL 指商业类净头寸持仓。

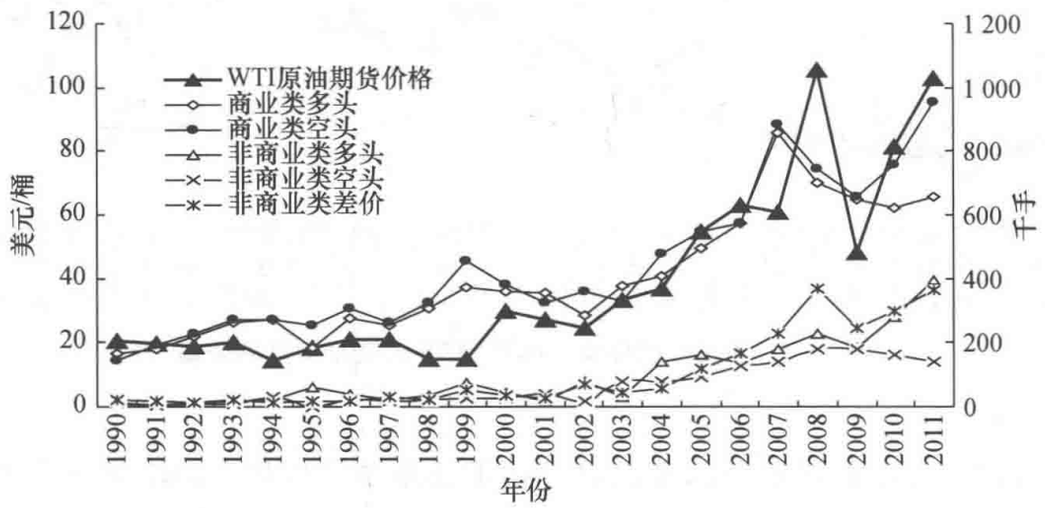


图 7-18 NYMEX 中商业类和非商业类机构的石油衍生品头寸与 WTI 原油期货价格

图 7-19 显示从 1994 年起,两类机构的净头寸呈现明显的负相关,特别是从 2003 年开始,非商业类机构的净头寸完全变成了净多头,换言之,以投机性为主的非商业类金融机构从 2003 年开始坚定地看涨油价。这种非商业类净持仓多头与原油期货价格走势基本一致,说明左右国际原油期货价格的主要力量来自投机性金融机构。

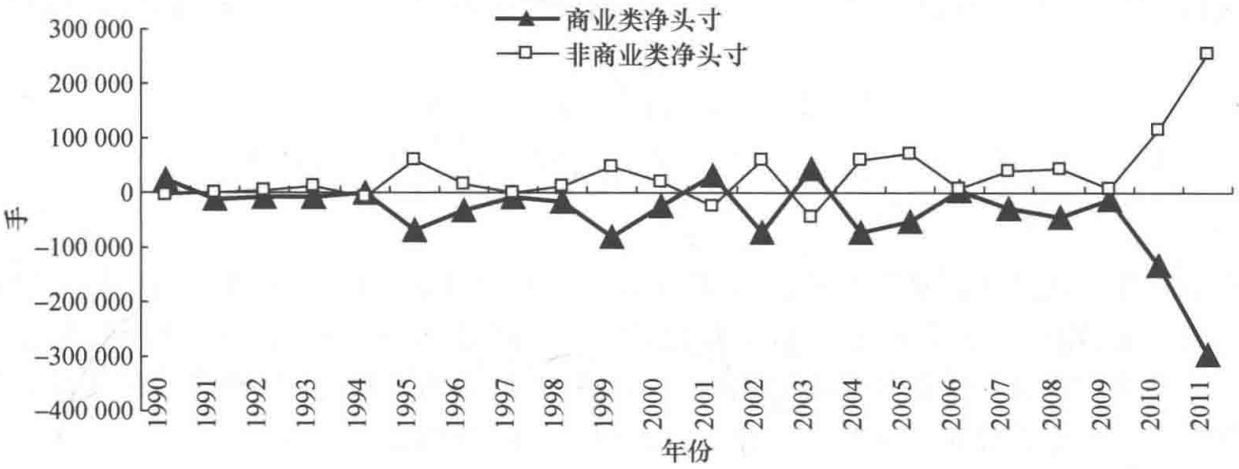


图 7-19　商业类及非商业类机构净头寸的变动

综合以上分析，发现商业类、非商业类持仓、非商业类差价交易持仓三者都与原油期货价格有明显的相关性。说明代表投机活跃性的成交量是决定原油期货价格的重要因素。

2. 美元外汇指数

国际油价是以美元标价而且大多也是以美元结算的，所以作为计价货币的美元汇率的变动与国际石油价格具有反向关系。美元贬值本身以及对贬值的预期推动了石油期货价格的上涨。

图 7-19 是选取 1990 年 1 月至 2011 年 4 月每月平均美元指数及 WTI 原油期货。USDX 代表美元指数。图中显示，1990—1991 年间，美元指数下跌时，原油期货价格出现冲高回落；1991—1996 年间，二者保持相对稳定；1997—1998 年，美元指数上涨时，原油期货价格出现下跌，最低跌至 11 美元/桶左右。1999—2001 年，原油期货价格随着美元指数的上升而上涨，存在一段时间的正相关关系；2002 年之后，美元指数开始走弱，原油价格出现显著的上涨，二者的负相关在 2008 年达到极致；之后受金融危机的影响油价出现快速下跌，而美元指数则出现新一轮上涨，这种负相关关系持续至 2010 年。

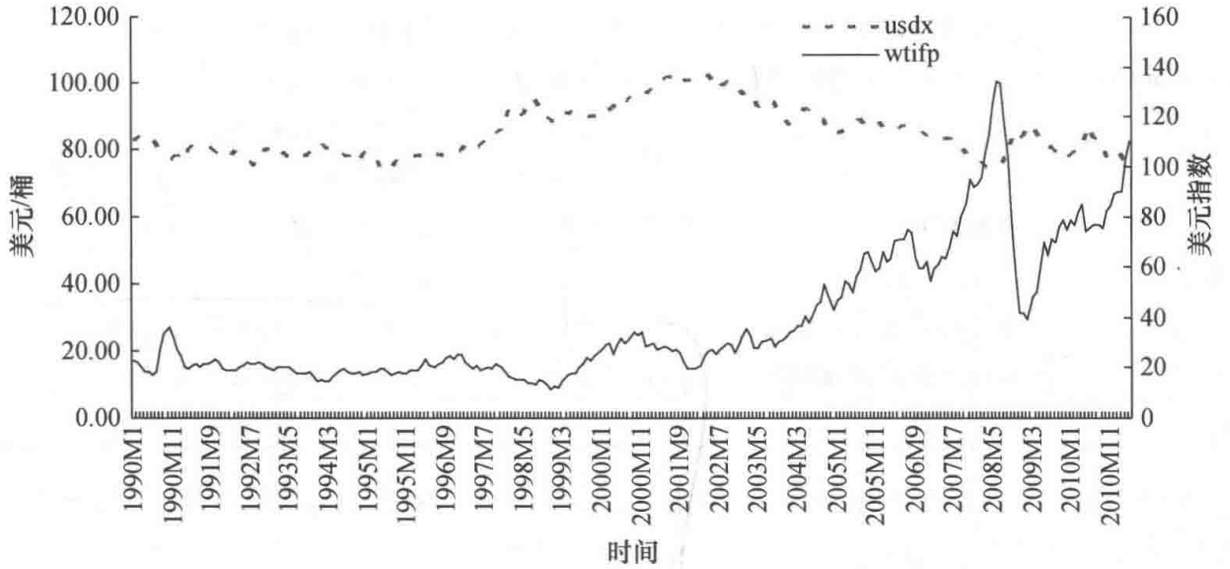


图 7-20　美元指数与原油期货价格波动

图 7-19 说明：① 美元指数与原油期货价格在短期（1—2 年）、长期（5 年）均存在一定程度的相关性，整体而言，负相关出现的次数明显多于正相关。② 二者短期的相关性明显高于长期，说明美元指数在短期对原油期货价格具有较强的解释力。

选取1990年1月至2011年4月的实证数据同样说明二者整体上具有较好的负相关性，见(7.19)式。

$$\begin{aligned} WTIFP &= 112.28 - 0.78 \times USDX \\ &\quad\quad\quad\quad\quad\quad (-3.64) \\ R^2 &= 0.0497, \quad D.W. = 0.0249 \end{aligned} \tag{7.19}$$

(四) 其他因素

石油除受上述经济因素影响外，还受地缘性政治和世界政治局势、极端天气等偶发因素的影响。近年来，随着政治多极化、经济全球化、生产国际化的发展，争夺石油资源和控制石油市场已成为油市动荡及油价飙升的重要原因。由此带来的政治不稳定、恐怖活动频繁发生及冲突对原油期货价格具有短期的影响。在随后的利用实际数据建立计量模型分析中，这一类因素选用虚拟变量(dummy)进行解释。

7.4.2 原油期货价格的计量模型

1. 变量选取与数据预处理

基于以上分析，影响原油期货价格波动的因素包括：全球原油储采比、欧佩克原油产量、石油库存(OECD国家库存和美国商业库存)、世界原油需求、GDP(OECD国家GDP和美国GDP)、投机活动(非商业类净头寸和非商业类差价交易头寸)、美元指数与偶发因素。以上因素是建立计量模型时的备选变量。现将模型中用到的数据及其对应的符号列在表7-4。

表7-4 影响原油期货价格的主要备选变量

符号	名称	单位	数据来源
WTIFP	WTI原油期货价格	美元/桶	美国能源署
RPR	原油储采比	年	BP
AS	欧佩克原油产量	百万桶	国际能源机构
OPST	欧佩克原油库存	百万桶	国际能源机构
USCS	美国商业原油库存	千桶	美国能源情报署
AD	世界原油消费	百万桶/天	国际能源机构
OECDDEMAND	OECD国家原油消费	百万桶/天	国际能源机构
BRICS	金砖五国原油消费	百万桶/天	国际能源机构
OEGDP	OECD国家GDP	万亿美元	国际能源机构
USGDP	美国GDP	亿美元	美国商务部
USDX	美元外汇指数	—	汇通网
NETNCL	非商业类净头寸持仓	千手	美国商品期货交易委员会
NCSPRE	非商业类差价合约头寸	千手	美国商品期货交易委员会
DUM	虚拟变量	—	

建立模型时，按照月度数据和年度数据分别建立模型。首先选取2002年12月至2011年4月的数据进行计量分析如下：

$$\begin{aligned} WTIFP &= -248.34 + 1.37 \times AS - 1.25 \times USDX - 0.0002 \times USCS \\ &\quad\quad\quad\quad\quad\quad (3.41) \quad\quad (-3.82) \quad\quad (-3.17) \\ &\quad + 1.37 \times RPR + 0.045 \times NCSPRE + 3.05 \times DUM \\ &\quad\quad\quad (1.47) \quad\quad (1.80) \quad\quad (1.85) \\ R^2 &= 0.9693, \quad D.W. = 1.7302 \end{aligned} \tag{7.20}$$

这里的 WTIFP 选取的是 1 个月远期合约 WTI 每月末原油期货价格。DUM 虚拟变量选取时把有地缘冲突、恶劣天气等月份选为 1，其余按 0 处理。

结果显示，各变量基本符合预期。原油期货价格和原油产量正相关，与美元指数、美国商业原油库存也有较好的负相关关系，和非商业类差价合约头寸也显示了良好的正相关。这些解释变量与原油期货的关系都和前述单项因素分析的结果一致，显示了模型的可靠性。

其次选取 1990—2010 年数据，从需求和供给两个层面分析与原油期货价格的关系。

需求方程：

$$\underset{}{\text{WTIFP}} = \underset{}{100.72} + \underset{(3.32)}{1.086} \times \text{AD} + \underset{(7.69)}{0.1800} \times \text{NCSPRE} - \underset{(-3.68)}{0.0486} \times \text{OPST} - \underset{(-2.19)}{0.4139} \times \text{USDX} \tag{7.21}$$

$$R^2 = 0.9762, \quad \text{D.W.} = 0.7305$$

$$\underset{}{\text{WTIFP}} = \underset{}{114.68} + \underset{(1.40)}{1.7668} \times \text{BRICS} + \underset{(1.69)}{1.0354} \times \text{OECDDEMAND} + \underset{(5.65)}{0.1791} \times \text{NCSPRE} - \underset{(-3.66)}{0.0509} \times \text{OPST} - \underset{(-1.89)}{0.3713} \times \text{USDX} \tag{7.22}$$

$$R^2 = 0.9748, \quad \text{D.W.} = 0.7350$$

供给方程：

$$\underset{}{\text{WTIFP}} = \underset{}{79.19} + \underset{(3.05)}{1.2320} \times \text{AS} + \underset{(9.35)}{0.1853} \times \text{NCSPRE} - \underset{(-3.05)}{0.0433} \times \text{OPST} - \underset{(-1.83)}{0.3357} \times \text{USDX} \tag{7.23}$$

$$R^2 = 0.9746, \quad \text{D.W.} = 0.7626$$

(7.21)式说明原油消费、基金净持仓和原油期货价格具有正相关性，欧佩克原油库存、美元指数与原油期货价格具有负相关性；从各解释变量的系数看，每百万桶/天的原油增量推高原油期货价格的贡献从强到弱依次为：供给、美元指数、基金净持仓和欧佩克原油库存。

(7.22)式除了得到同样的结论之外，还显示了金砖五国原油消费每百万桶/天增量推高原油期货价格 1.77 美元，高于 OECD 发达国家的 1.04 美元。

(7.23)式说明原油供给、基金净持仓和原油期货价格具有正相关性，这和前面单因素分析的结论吻合，欧佩克原油库存、美元指数与原油期货价格具有负相关性。(7.21)式和(7.23)式相比，原油供给对期货价格的敏感度略高于原油消费，需求层面的美元指数对原油价格的敏感度略高于供给层面的美元指数对原油期货价格的敏感度。

需要说明的是，原油需求与其期货价格呈正相关，尽管这不符合需求定律。以下变量一阶差分 ADF 检验后均具有平稳性，因此进行 Granger 因果检验。发现非 OECD 国家及其中的金砖五国均存在原油消费到原油期货价格的单向因果关系(见表 7-5 和表 7-6)，即消费的增长导致了原油期货价格的上涨，说明新兴经济体原油消费对价格具有较强的刚性。而 OECD 国家存在原油消费到原油期货价格的双向因果关系(见表 7-7)。从一个侧面说明原油期货价格对发达经济体原油消费富有弹性。表 7-8 表明存在原油期货价格到非商业类差价合约头寸的单向因果关系，同时依据前述原油期货金融性因素分析已知，原油期货价格与非商业类净头寸有较好的正相关性，由此可以得出两点结论：原油期货价格的涨跌是导致投机的原因，投机因素有助涨助跌的作用。

表 7-5　新兴经济体与原油期货价格的格兰杰检验结果

原假设	Obs	*F*-Statistic	Prob.
NONOECDDEMAND 不是 WTIFP 的 Granger 原因	19	4.14317	0.0386
WTIFP 不是 NONOECDDEMAND 的 Granger 原因		2.58667	0.1107

表 7-6　金砖五国与原油期货价格的格兰杰检验结果

原假设	Obs	*F*-Statistic	Prob.
WTIFP 不是 BRICS 的 Granger 原因	19	1.03438	0.3811
BRICS 不是 WTIFP 的 Granger 原因		3.96253	0.0433

表 7-7　OECD 国家与原油期货价的格兰杰检验结果

原假设	Obs	*F*-Statistic	Prob.
WTIFP 不是 OECDDEMAND 的 Granger 原因	19	9.68309	0.0023
OECDDEMAND 不是 WTIFP 的 Granger 原因		11.6452	0.0011

表 7-8　非商业类差价合约头寸与原油期货价格的格兰杰检验结果

原假设	Obs	*F*-Statistic	Prob.
NCSPRE 不是 WTIFP 的 Granger 原因	19	2.00549	0.1714
WTIFP 不是 NCSPRE 的 Granger 原因		7.62385	0.0058

最后需要补充说明的是(7.21)式至(7.23)式在选取解释变量时,试图增加替代能源价格、各国 GDP 及储采比对原油期货价格进行解释,均未取得满意的统计学意义上的预期结果。

本节对影响原油期货价格单因素分析和计量模型的分析,得出以下结论:

(1) 主导原油期货价格形成的因素一方面来自供求关系。从供给侧看:原油期货价格与储采比具有长期负相关性,但并不排除阶段性非相关性;非欧佩克组织的石油供给对原油期货价格具有低敏感性,与欧佩克组织相比,其原油定价缺乏市场垄断性;商业库存变化与原油期货价格变动短期内具有负相关性,长期内则具有正相关性。从需求侧看:新兴经济体,包括金砖五国在内的非 OECD 国家原油的刚性需求是推升原油期货价格波动的重要力量,原油期货价格对 OECD 发达经济体原油消费有着较好的市场调节作用;替代能源的价格波动与原油期货价格变动有较好的正相关性。

(2) 近年来原油的金融属性对期货价格形成机制的影响逐渐加强。表现为投机性交易的增强对原油期货价格起到助长助跌的作用;原油期货价格与美元指数的负相关性显著。

严密监控原油期货价格的变化,防止其波动给经济发展带来高昂的经济成本,需要对原油期货价格形成的供需影响因素进行深入分析,尤其要密切关注期货投机性交易的动态,并进行科学预测。应对原油期货价格波动的具体举措,包括:提高国内企业在国际原油期货交易中的交易水平和风险规避能力;加快和规范发展国内石油期货交易,以获取更多的石油定价权,提高市场监管水平;加快石油储备体系尤其是商业石油储备体系的建立和完善;积极推进国内石油探测与开发,构建稳定的国外石油供应链;大力进行对清洁型替代能源,尤其是可再生能源的战略开发,减少对石油的过度依赖;等等。

本章小结

本章主要围绕以下几点展开说明和分析：

1. 介绍了世界石油定价体系的四个阶段，包括跨国石油公司的殖民定价体系、欧佩克官方定价体系、以市场供需为基础的多元定价体系、以期货市场为主导的定价体系；五大现货市场和三大期货市场。

2. 讨论了国际石油定价机制的基本原则和石油价格影响因素；国际油价传导机制和对宏观经济的影响基本遵循能源的一般规律。

3. 国际油价波动通过直接或间接路径影响中国的 PPI 和 CPI。

思考题

1. 如何理解世界石油市场结构和定价体系演变趋势的相互关系？
2. 原油现货、期货市场各自的作用是什么？
3. 石油定价机制的基本原则是什么？国际石油市场常用的石油价格主要哪几种？
4. 如何理解国际石油价格的内在动因、长期影响因素、短期波动因素？
5. 国际石油价格调控机制的常用手段是什么？
6. 国际油价波动传导机制的基本理论是什么？对宏观经济产生怎样的影响？
7. 国际油价波动影响中国经济增长时，如何从经济学角度理解价格波动的传导机制？

第8章 电力市场

【学习目标】

1. 学习并掌握电力市场的基本概念和内涵。
2. 理解电力市场机制、电价形成机制、煤电价格形成机制和电价的市场功能。
3. 掌握影响电价的因素。

电力是重要的基础设施，在社会、经济发展中具有重要的战略作用。对于具有自然垄断和外部性特征的电力工业而言，如何对电力这种特殊能源进行科学、合理的定价，建立更加有效的电力市场，促进公平竞争、提高资源利用效率、降低电力生产成本、提高服务水平等具有重大的意义。本章共分七节，依次为电力市场的基本概念，电力市场机制和电价的市场功能，电价形成机制，影响电价的因素，煤电价格形成机制，电力市场模式以及我国电价改革及政策措施。

8.1 电力市场的基本概念

8.1.1 电力市场的内涵、特征与基本原则

（一）电力市场的内涵

电力市场的概念体系是在20世纪80年代被提出的。电力市场属于商品市场的范畴，它是以电力这一能源的特殊物质形态作为市场客体来定义和界定市场内涵的。电力经济学者基于不同视角，对电力市场的概念给出不同的定义。但基于电力市场的特殊性和电价在电力市场实现过程中的核心地位，一般把电力市场定义为：电力市场是电力的买方和卖方相互作用以决定电价及电量的过程，是采用经济、法律等手段，本着公平竞争、自愿互利的原则，对电力系统中发电、输电、配电，用户等各成员组织协调运行的机制及其执行系统的总和。也有学者把电力市场定义为：电力市场是应用计算机、现代化的测量和通信等设备，以电价为控制电力交易的杠杆，进行负荷管理、电力系统运行，在电力生产者、电力消费者、输配电管理者之间实行平等、公正的等价交换的系统的总称。

以上两个定义相互补充完善，二者均强调电价是电力市场中最为关键的经济变量；电力市场是一种管理机制，这种机制与传统的行政命令机制不同，它不采用行政手段，而是采用经济和法律的手段进行管理；电力市场不仅涉及管理层面，而且离不开技术的支持，是管理与技术

的综合体，体现在管理机制的执行系统，包括贸易场所、计算系统和通信系统等上；电力市场的基本原则是公平竞争、自愿互利。

（二）电力市场的基本特征

1. 电力的一般商品特征

电力作为商品，既有一般商品属性，又有特殊性和公用性。作为一般商品，电力在市场交易中，必然与其他商品一样，要服从价值规律，按照等价交换的原则，公平、公正地进行。商品价值是商品的社会属性，是商品生产的特有经济关系的反映。商品价值实体，即凝结在商品上的必须在交换中取得补偿的人类的抽象劳动，并不能用自然科学的方法在商品上找到，而只能通过市场规律，在交换中由商品的价格表现出来。电力属于关系国计民生的公益性基础产业，电力产品是现代社会中企业和家庭必需的、共同使用的产品，是生活中不可缺少的要素。电力产品的这种共同必需性，与一般的公共产品具有非排他性和非竞争性两大基本特征不同。因为电力产品虽然具有共同必需性，即电力企业在向用户提供电力时，必须满足用户供给的公平性和无差别要求，但相对每一个具体用户来说，其使用量又是可以简单计量的，可以排除用户使用电力却不支付合理费用的可能。因此，电力是一种可以形成价格的产品。电力的这种共同必需性和价格形成的可能性使其成为一种准公共产品。

2. 电力的特殊性

电力作为一种特殊的产品，其生产和消费与一般产品相比有其特点。

（1）电力产品的生产特点。从价格形成的角度看，电力产品的生产具有如下特点：

第一，电力企业规模大、资金密集、投资期长。判断一个产业资本密集程度的主要指标，是人均使用资本量。以我国目前为例，电力工业人均使用固定资产净值160多万元，数十倍于各产业的平均水平。电力工业的企业规模，在各产业中也名列前茅。在我国建设一座中型的发电厂所需建设资金就高达数十亿甚至百亿元，有的水电厂甚至达到数百亿元。火电厂建设期一般为3—5年，水电厂需5—10年。火电的生产运行期为20年左右，水电为50年左右，由此可见电力企业投资周期之长。

第二，电力产品结构单一，资本存量调整困难。电力工业的设备和厂房都具有很强的资产专用性，除了发、供电外，无法转作其他用途，所以有形资产一旦形成，基本上很难对产品结构进行调整。

第三，电力产品不能贮存，因而电力产品的发、供、用瞬间同时完成，这意味着电力产品的生产与消费必须时刻保持平衡，或者说必须同时完成。电力系统中任何瞬间生产的电力产品，必须等于同一瞬间消费的电力产品。发电、输电与用电瞬时平衡要求电力需求随用户用电季节、时间的不同而变动。由于电力供给又必须及时、稳定地满足任何时段的负荷需求，电力产业需配备能满足用电高峰负荷所需的供电设备，这样一来，在用电低峰时，又会出现设备闲置的情况。

（2）电力产品的消费特点。与其他产品相比，电力产品的消费也有其特点。

第一，消费时间集中，季节、白昼、峰谷分布不均匀。电力产品的基本用途是动力和照明。动力用电白天生产的效率优于夜晚，照明用电则正好相反。而且电力消费随季节、峰谷时段更替而变化，通常表现为消费的阶跃和尖峰特性。

第二，电力的消费需求存在多层次性。在同一时间、同一市场上，不同的消费者群体由于社会地位、收入水平、文化程度等方面的不同，必然表现出多层次的需求。

第三，消费范围广泛，可替代性差，缺乏需求弹性。电力产品具有清洁、方便、价廉的优点，

技术成熟，用途广泛。电力产品不仅可用于光能、热能、机械能、化学能等能量转换，还可广泛用于广播、通信和电子技术等方面，其他用途则几乎不可能用其他能源替代。用户短期内对电价几乎无弹性，长期对电价的弹性也是有限的。由于电力必须即时平衡，电力消费又几乎没有弹性，这就使电力成为价格高度易变的商品。

电力产品的生产与消费具有对立统一关系：

第一，电力产品不能储存，发、供、用是同时完成的，因而不管供需差额为多少，生产和消费必须每时每刻保持平衡。若电力产品的即期消费量大于即期生产量，则意味着供电质量下降，严重时可能出现系统瓦解、大面积停电等恶性事故。

第二，二者互为条件，互相影响。从电力消费者方面来看，供电电压、周波等质量指标是否符合标准，对用电设备的使用寿命和产品质量有直接的影响，供电价格的变动则直接决定生产的成本升降。从电力生产者方面来看，消费如果大于供给，则直接威胁供电设备的安全，而且，消费结构及消费时段的安排，也决定了供电设备负荷率的高低，进而影响供电成本。

3. 电力市场基本特征

（1）与传统的电力系统相比，电力市场具有开放性和竞争性。由于电力市场的发电环节和供电环节具有不同的技术经济特性，因此供电环节虽然具有自然垄断性，但发电环节却不具有自然垄断性。一些发达国家在发电环节中引入竞争机制、开放发电环节的成功经验已经证明了这一点。我国电力工业实行厂、网分开，在同网、同质、同价的原则下，发电竞争上网的趋势已不可逆转，这也有力地说明了发电环节具有开放性和竞争性。

（2）与普通的商品市场相比，电力市场具有计划性和协调性。一方面，电力系统的各个环节是相互联系的，电能的生产、输送和使用要求瞬时性，任何一个环节都会对电力系统产生影响，因此，要求电力市场中电力的生产、使用和交换具有计划性。另一方面，电力系统要求随时做到供需平衡，这就要求电力市场中的电力供应者之间、电力供应者和电力使用者之间相互协调、保持平衡。可见电力市场具有计划性和协调性。

（3）电价作为经济杠杆是电力市场的重要内容。电力市场主要采用经济手段对电力系统的各个环节进行管理，因此制定电价原则、计算贸易电价、采用电价作为经济杠杆进行调节是电力市场的主要内容。

（4）转供是电力市场开放的主要标志。随着高压和超高压输电网络的发展，电力系统日益成为多个地区电网互联的大电网，甚至形成国家电网和跨国电网。各地区的资源构成不同，劳动力价格和负荷水平有差异，造成各地区电网的发电成本不同，在各地区电网之间出现了经济功率交换，由发电成本低的电网向发电成本高的电网售电。当售电、购电双方的电网不相邻时，需要售电电网和购电电网之间的电网承担转供任务。电力市场公平竞争的原则是发电者和用户能自由选择贸易对象，因此，转供就成为电力市场开放的主要标志。

（5）电力市场的客户具有能动性。在传统的电力市场中，一般称电力使用者为用户，这种用户是被动的。在电力市场中，电力使用者的主动性提高了，能自由地选择贸易对象，一般称为客户。因此，电力市场的客户具有能动性。

（6）电力市场的经济特征和垄断特征。电力产业一直被认为具有以下几方面的经济特征：

公共品属性——电力作为一种基本的生产原料和生活必需品，具有普遍的消费性，一直被认为属于公共商品范畴。

规模经济与自然垄断性——电力产业是典型的自然垄断产业，电力企业规模经济、范围经

济效应以及关联经济效应显著。

高沉淀成本——电力产业发、输、配电环节都属于资本密集型产业，因此进入该产业有很高的资本要求，即资本投入大。

电力产业属于政府规制产业——由于电力产业是基础产业，因此世界各国都对电力企业的进退行为、定价等进行较严格的规制或监管。

电力用户的多样性、电力需求的不确定性——电力用户包括工业用户、普通居民以及商业、机关等诸多电力用户，其对电力的需求不同，导致了电力需求的多样性与电力需求的不确定性。

由此可见，电力行业的规模经济特征决定其平均成本随着产量的增加而递减，从而决定了由一家企业来垄断生产经营是最有效率的。电力市场其实是一个既有垄断又有竞争的市场结构，电力市场各环节不同的经济特征决定了政府对其规制政策的不同。

电力市场垄断特征主要表现在两个方面：一是电力行业与其他垄断行业服务的对象不同。电力是对社会全方位的覆盖，又是全社会生活需要的公共产品，这是其他垄断行业无法比拟的。二是电力产品的生产和消费特点决定了电力市场垄断的必然性。

（三）电力市场的基本原则

建立电力市场的目的是在电力系统中引入竞争机制。在一个充满竞争的电力市场中，参与者之间都是平等的，所以电力市场最基本的原则是公平。

一是要保证发电企业之间的平等，统一上网电价结算有利于发电企业在平等的环境中相互竞争，激励各发电企业提高生产效率、降低成本、增加活力。

二是要保证电力客户之间的平等，对客户按真实的供电成本收费，尽量减少客户补贴是保证客户之间平等的根本。

三是电力市场要具有公开性。电力市场的公开性主要包括成本、定价、计量、计划等的公开，以便监督。

电价是电力市场中各主体最关心的问题，因此发电企业的上网电价和电力客户的用电电价必须公开。发电企业根据上网电价，随时了解电厂的经济运行状况，电力客户依据用电电价制订最优用电计划和调整用电结构。电力输送网络的收费也是电力市场中各电力市场主体关心的问题，必须明确收费标准并向公众公布，以便在选择不同贸易方式时作为经济比较的依据，必要时还可以采取价格听证制度。电力市场必须使参与者了解电力市场的管理、运行方式。

四是电力市场的参与者要具有自由选择的权利，保证电网的公开性。单纯从市场角度来看，市场应能满足参与者自由选择的权利，即供应方有自由选择客户的权利，客户也有自由选择供应方的权利。但电力市场有其特殊性，在垂直一体化的电力体制下，市场的参与者不具有自由选择的权利。随着电力市场的逐步开放，市场参与者选择的自由度越来越大。一般是先开放发电市场，然后逐步开放输电市场（此时大客户具有选择权），最后开放配电市场（此时大、小客户都具有选择权）。

五是电力市场运行应有法律、法规的保障，以便使竞争规范化。由于电力商品的特殊性，电力市场在进行供需匹配时，还要负责电网的安全和稳定运行，因此电力市场运行必须有法律保障。另外，在进行贸易时，有关价格、赔偿等也应做到有法可依。

8.1.2 电力市场的基本要素和形式

电力市场的基本要素包括电力市场主体、电力市场客体、电力市场载体、电力市场的价格、电力市场的规则和电力市场监管。

1. 电力市场主体

所谓电力市场主体是指进入电力市场的有独立经济利益和经营财产，享有民事权利和承担民事责任的法人和自然人。包括能够自主经营、自负盈亏的电力工商企业、社会集团和有独立经济能力的广大电力消费者个人或群体，通称电力客户。

电力市场主体有四部分：电力生产者；电力经营者；电力用户；市场管理者。电力市场中最重要的主体是进入各级电力市场进行售电和购电的发电公司、输电公司（电网公司）、供电公司等电力企业。

电力生产者和电力经营者具体指发电企业，电网企业，供电、配电企业，它们是电力商品的生产者、供应者，为电力市场客户提供各类电力和服务。电力用户是指电力市场主体的买方，即广大的电力用户，他们是电力商品的购买者、消费者，构成市场的需求方。市场管理者是指电力市场中的特殊主体——政府监管机构，其主要职责是起草、制定市场的法律、法规，通报、公布市场运行信息，调解、处理交易纠纷，调度、调整潮流分布，紧急处理事故情况等。其总的目标是确保电力市场的公正、公平、公开、有序运营，确保电力系统安全可靠运行。

电力市场的主体必须具有如下特征：

（1）合法性。电力生产者必须是经政府有关部门批准，在工商行政管理部门依法注册，有一定的生产或输送能力，有相当的资本，能承担经营和民事责任的独立法人。

（2）独立性。企业自主经营、自负盈亏、独立核算。

（3）营利性。为还本付息和扩大再生产，企业应该营利。但必须遵守市场规则，必须守法经营。

（4）平等性。无论企业的性质有何差异，生产规模、经营能力的大小有多悬殊，在参与电力市场经济活动的过程中，各企业一律平等，公平竞争、公平交易。

2. 电力市场客体

所谓市场客体是指在市场中买、卖双方交易的对象，或者说是市场上各种待售的商品。一般意义上的电力市场中的客体就是电力商品，即电力容量和电量。有的人把在电力行业中所有相关联的商品都视为电力市场的客体，这是一种误解。

3. 电力市场载体

市场载体是市场交易活动的物质基础，是市场主、客体借以进行交易活动的物质条件。电力市场的载体就是输配电网络。

4. 电力市场的价格

价格机制是市场机制的核心，在经济调节中起着非常重要的作用。要建立一个完善的电力市场，就要确定合理的电力商品价格形成机制、价格水平、价格结构和价格监管机制。电价是电力商品的货币表现。在完善的市场条件下，电价与电费在数量上应该是一致的，但在电力市场机制不完善且管理上存在缺陷的情况下，电价与电费则是两个不同的量。电价是由政府政策确认规定的电度价格，或称目录电价；电费是指终端用户实际负担的电度费用。

5. 电力市场的规则

市场规则可分为体制性规则和运行性规则。体制性规则包含在承认和维护财产所有权的

有关法律之中，主要保证运行主体的财产所有权及其合法利益不受侵犯。运行性规则属于政府和市场运作者制定的有关市场活动的法规及条例，是维持市场正常运作的约束条件，也是市场运作的先决条件和保证。包括进入市场的各种主体的行为规范以及处理各种主体之间相互关系的准则。这些规范和准则规定了市场上所不允许的行为，要求任何市场主体只能在不损害公众利益的前提下追求和实现自己的利益。运行性规则包括市场进入规则、市场交易规则和市场竞争规则。

（1）市场进入规则。市场进入规则主要是对市场主体的规定，市场主体是指符合《公司法》规定的法人资格条件的电力公司，各类电力企业进入电力市场都要按国家规定和市场规则操作。

（2）市场交易规则。市场交易规则是指电力企业之间的交易行为都应按《台同法》的规定，在自愿、等价、互惠的基础上签订经济合同，规范责任、权利和义务。

（3）市场竞争规则。市场竞争规则主要指从事市场活动的各种市场主体之间开展竞争时所应遵守的准则，包括反对垄断、反对协议价格、反对诋毁竞争对手的信誉、反对不正当的诱导和虚假宣传、反对区别性对待等内容。

6. 电力市场监管

市场监管通常是指依靠经济组织、行政组织和司法组织，按照市场管理规则和市场运行规则，对从事交易活动的市场主体行为以及市场运行过程进行监督的活动。

市场监管在市场管理中起着重要作用，不仅有助于克服市场经济自身的盲目性，及时调整各经济成分之间的利益分配，而且有助于市场管理机构执法的严明公正。

各级电力市场都必须有专门的监督机制，其主要职能是监管电力市场的交易行为和竞争行为，处理不公平竞争和违反法律、法规的行为，并对电力市场运行中发生的纠纷、争议、投诉进行调节和仲裁。

电力市场的基本形式主要包括以下几部分：

（1）国家级电力市场。国家级电力市场主要具有两项职能：一是国家级电力市场，主要负责全国电力市场的研究与监督，如制定法规、仲裁纠纷等。二是负责国家电力市场的操作和网间的能量调度。操作内容包括：各网级负荷预测；各大水系水文预报；全国燃料平衡计划与监视；各大水库调度与监视；各网级电价预报；各网级电力交易计划与监视；各网级交易结算等。

（2）网级电力市场。网级电力市场具有以下职能：一是监督各省级电力市场，二是负责网级电力市场的操作。操作内容包括：网间交换（售电、购电）、网级电厂购电、向各省售电、省间交换（售电、购电）；网、省级负荷预测；网级发电计划（包括水火电计划、检修计划、备用计划）；网级电价预报（包括售电价、购电价、转运电价）；网、省级电力交易计划；网级交易结算等。

（3）省级电力市场。省级电力市场具有以下职能：一是监督地区级电力市场；二是负责省级电力市场操作。操作内容包括：从网级电力市场购电、省间交换（售电、购电）、省级电厂购电、向地区售电；省、地区负荷预测；省级发电计划（包括水火电计划、检修计划、备用计划）；省级电价预报（售电价、购电价、转运电价）；省级电力交易计划；省级交易结算。

（4）地区级电力市场。地区级电力市场具有以下职能：一是监督县级电力市场，二是负责地区级电力市场操作。操作内容包括：从省级电力市场、自备电厂、小水电购电，向县级电力市场、大客户售电；地、县级负荷预测；小水电预报；地区级电价预报；地区级电力交易计划；地区级交易结算。

（5）县市级电力市场。县市级电力市场具有以下职能：负责县市级电力市场的操作。操

作内容包括:从地区级电力市场购电、从小水电购电、向客户售电;县级负荷预测;小水电预测;县级负荷管理;县级电价预报;县级电力交易计划;县级交易结算。

8.2 电力市场的机制和电价的市场功能

电力市场的实质是通过建立一个完善健全的电力系统运营环境来提高整个电力工业的经济效益。电力市场实施中,各种市场机制相互配合以保持电力市场正常运转,并实现经营目标。这些机制主要包括供求机制、价格机制、竞争机制、约束机制等。其中,价格机制是市场机制的核心,电价在电力市场中占据着核心地位。

8.2.1 电力市场功能的实现机制

市场经济是资源配置的形式。在市场经济中生产什么、如何生产和为谁生产的问题,主要是由市场决定的。市场功能最终体现为三个方面:一是增强经济活力,二是调节经济结构,三是优化资源配置。

市场经济功能的实现,以价值规律为基础,主要通过供求机制、价格机制和竞争机制来实现,这三种机制构成了市场机制的总体。

电力市场机制是以电力商品的价值规律为基础,由电力商品供求机制、电力商品价格机制和电力商品竞争机制共同组成的一个系统,它们相互制约并相互影响。

电力市场机制,即通过市场交易和电力价格的确定,使每个经营者都可以分享分散发生在整个经济一切角落的供求信息,从而解决社会化大生产中信息广泛发生和集中处理的矛盾,以合理配置电力生产和经营活动中所需要的一切资源。在电力市场运作中,企业中的各种资源配置的决策不再是仅仅依靠行政权力量由上而下地贯彻,而是主要由追求利润最大化的经济当事人根据已经含有社会调节因素的市场信号,通过对自身利益的策划,自主地做出并自愿执行的决策,从而使局部利益和社会利益协调起来。

电力供求机制体现了电力作为商品在市场上的供应与需求之间的关系。电力供求关系总是按照从不平衡到平衡,到新的不平衡,再到新的平衡的规律运动着,平衡是短暂的,不平衡是长期的。电力供求关系的变化往往通过电价的变化表现出来。

电力市场上的供求机制有如下特点:

(1) 对于相当多的电力用户来说,电力商品的需求弹性较小,因此,电价的变化对需求的影响不太大。

(2) 电力行业资金密集、技术密集的特点,决定了在市场进入方面存在壁垒,在市场退出方面存在较大的障碍。

(3) 在供求机制的实现形式以及供求总量的增长方面,电力工业也不可能像其他工业部门那样,在短期内靠追加生产要素来提高生产供应能力,以解决供应不足的问题,也不可能用转移资产的形式实现供应能力的下降。只能是通过前期工程科学、准确、有效的市场需求预测,人为地在投资上做到适度超前和规模上的适度扩大,将产品的储备转化为生产能力的适当储备。

(4) 电力市场供求的另一个特点,是严格以销定产,即生产者只能跟着用户转。因为电能无法大量储存。同时,用户在消费电能的时间、方式、用电类别上的差异,都直接制约着电力的生产和供应。供求在时间上、总量上要严格地保持平衡,否则会对生产者带来全局性的风险。

价格机制是价格及其对生产、消费、供求关系等经济活动的自发调节的过程和方式，它是市场机制的主体内容。在市场价格存在的情况下，社会供给表现为一定的价值量的商品，社会需求表现为有支付能力的需要并且反映出资源稀缺的程度。当供求关系发生变化时，各市场主体就能从其引起的价格变化中得到信息，自发调节自身的经济行为。电价机制体现为电价在市场运行中所发挥的杠杆作用，是电力市场机制的核心。

竞争机制是指各市场主体在市场经济条件下争夺自身经济利益的方式。在市场经济中企业是独立的经济利益主体。它们为了实现利润最大化和自身的生存发展，必然在行业内部和部门之间展开各种各样的竞争，包括产品、价格、服务、营销等诸方面的竞争。行业内部的竞争是生产同类商品的企业为争夺有利的销售额和价格条件而展开的竞争，目的是获取超额利润。这种竞争能刺激企业不断地提高劳动生产率，对生产力的发展有重要的促进作用。竞争应该是电力市场经济中占主导地位的最重要的调节器，是电力市场经济最基本的运行机制。电力市场竞争机制，反映的是电力市场运行的动力，它的作用在于激励企业不断进取。电力市场机制有效运作的基本条件是一种自由的、合理的、公平的市场竞争环境。如果竞争环境不具备，竞争机制产生的社会经济效益也就难以达到理想的程度。

电力市场的竞争机制必须符合电力工业的技术经济特点，发电和售电是可以引入竞争的环节。而输电和配电是自然垄断环节，这主要是由输电网的网络特性和建设的高成本决定的。因此，发电侧和售电量的竞争确立了电力市场两个层面的竞争格局。

8.2.2 电价在市场中的核心地位与功能

电价在电力市场实现过程中占据着核心地位。电力市场的理论问题集中在电价上，具体表现为将电力从生产到消费的一切行为都用价格（费用）表示出来。例如峰谷电价的计算、水电电价的确定、检修费用的计算、接网费用的计算等。利用电价在市场环境中的经济信号作用，指导、调节、控制电力生产与消费，从而达到优化资源配置、合理组织生产、提高社会经济效益的目的。

电价在电力市场中的核心地位是与其功能分不开的：

首先，电价不论是在一个政府定价的完全垄断的环境中，还是在一个充分竞争的市场环境中，财务核算都是其最基本的功能。一方面，电力生产服务部门依据电价获取收益，维持生产与再生产；另一方面，用户根据电价决定用电，核算其用电成本。

其次，电价在市场环境中起着促进生产、引导消费的经济信号作用。这里需要突出强调的是电价引导消费的负荷管理功能，正是电价的负荷管理功能将用户与电力系统更紧密地联系起来，使电力供需双方在一个平等的地位上，针对电价做出相应的反应，同时也影响电价的变化，最终达到供需平衡。

再次，电价通过市场机制完成从资源配置、组织生产到产品分配等一系列工作。合理的电价体系在满足市场参与者追求自身效益最大化的同时，也实现了社会效益的最大化。

最后，电价作为国家能源政策等一系列经济、政治政策的实现手段，在国民经济生活中起着重要作用。即使在自由的市场环境中也不排斥政府运用信贷、税收、许可证等手段干涉价格从而达到更高的政治目的。

8.2.3 制定电价的原则

电力价格的合理制定是一个十分重要的问题。因为过高的电价不仅会增加市场的成本，影响一国对外竞争的能力，同时也会抑制消费需求，降低社会福利水平。而电价偏低则会引起电力企业出现财务困难，影响电力事业的持续稳定发展，并且造成资源浪费，妨碍产业结构的调整与升级。

制定的电价在原则上应该满足下列要求：

（1）正确反映资源价值，实现资源有效配置。电价的制定应符合经济效率原则，促使电力资源有效利用。但电力产业由于具有自然垄断属性，一般多以垄断或区域性垄断的方式经营。因此，防止垄断企业通过制定垄断价格等方式滥用市场支配力，以便实现资源的有效配置，就成为电价制定的首要原则。在理论上，为了在资源配置中实现帕累托最优，价格必须确定在边际成本水平，这时作为消费者剩余和生产者剩余总和的社会福利最大，资源实现最优配置。然而由于电力产业通常是平均成本递减型的具有规模经济性的产业，因此按边际成本定价会使电力企业发生亏损。对于这种成本递减型产业的定价应如何修正，以尽可能提高资源的配置效率，我们将在以后予以讨论。

（2）满足公平、公正原则，避免收入再分配。应公正地按用户边际成本分配费用，维护电价的相对稳定，向低收入者提供最基本的服务。这主要是因为：第一，如果电力企业支配性地确定价格，不仅会损害资源的配置效率，还会使消费者剩余的一部分成为企业利润而发生收入转移。因此，从公平分配的角度看，就必须限制垄断价格的制定，保护消费者利益。第二，电力垄断企业在向不同的消费者提供同一服务时，有可能无根据地、任意地制定差别价格，将消费者剩余的一部分甚至全部作为企业利润夺走。因此从公平分配的角度出发，就有必要尽可能地限制某些不合理的差别价格。第三，电力垄断企业也可能通过对一部分消费者制定高价获得超额利润来弥补对另一部分消费者实行低价所遭受的损失，即进行所谓内部相互补助。这种交叉补贴扭曲了成本，对用户发出了错误信号。这是在消费者之间进行收入再分配，因此也应从公正分配的角度出发对此加以避免。

（3）使电力系统得到合理收益，实现企业财务的稳定以满足电力再生产的需要。电力产业需要巨大的设备投资。如果企业不能从长期出发，进行必要的投资，则不仅不能保障稳定的电力供给增长，而且也会影响产业的长期稳定发展。因此，电力产业必须获得一个适当的投资报酬率，使电力企业财务结构趋于健全，有能力筹措长期从事电力开发建设所需的资金，以便其能够实现适当投资，确保充足的比例供应，满足用户需求。

（4）确保企业内部效率。垄断性的市场结构条件下，由于企业竞争压力不足，企业提高内部效率的积极性有可能衰退。因此，电价制定的第四项原则就是电价制定应有利于提高企业内部效率，包括在现有可利用技术条件下实现燃料、劳动力和设备的最佳组合，优化发电规模，实现尽可能高的送配电效率和设备利用率等。

除以上四点之外，体系简洁易懂和其他一些经济政治约束也是制定电价需要考虑的原则。

基于电价应实现的功能，我们归纳出以下制定电价时应遵循的基本原则：成本与合理收益原则；公平、公正原则；提供合理的经济信号原则；实现国民经济政策原则。

由于电力工业天然具有的垄断性与公益性，因此成本与合理收益原则一直是制定电价的主要原则。如我国《电力法》第三十六条关于电价的定价原则规定："制定电价，应当合理补偿成本，合理确定收益，依法计入税金，坚持公平负担，促进电力建设。"从中可以看出我国电价

是以成本为基础的电价，电价中包括了三部分，即合理成本、合理收益及法定税金。《电力法》第三十七条对上网电价规定了“同网同质同价”的定价原则。这一条可以看成维护公平、公正原则。在市场中公平、公正不但指生产者之间的公平、公正，还包括用户之间及供需双方之间的公平、公正。实现的手段主要依靠引入竞争机制。

8.3 电价形成机制

8.3.1 电价的形成

电价理论是电力市场的核心理论之一，其对电力市场的形成与发展有重大的影响，电价作为一个强有力的信号对调节和优化电力系统运行的经济性与可靠性有重要作用。电价理论研究分为两部分，即电力市场电价形成机制和电能成本分析（电价预测）。电能成本分析是电价预测的基础，对于电力市场的宏观控制、电力资源的优化配置有决定性的影响。但电价最终要通过市场机制形成。从理想市场运行看，电力市场出清电价应与电力系统电能边际成本相对应。

（一）电价形成过程

电价在实践中不是一个独立的价格，而是一个价格体系。合理、完善的体系有利于电价各项功能的实现。从技术和经济的角度来说，电力市场的组成与运营是一个由发电、输配电、供电、用电环节组成的系统。发电公司生产的电能经过电网公司的输配系统到达零售商，零售商将电供应于用户（图 8-1）。

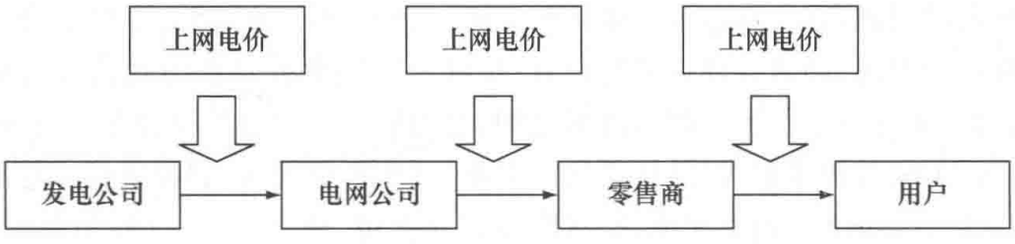


图 8-1 发电、输配电、供电、用电系统

电力供应的流程也就构成了电价的形成过程，先后形成了上网电价、输配电价及最终的用户电价。上网电价又称为发电价格，即发电厂所发电能的出厂价格，体现了发电资源稀缺程度及成本差异，可以通过对它的调节使电源结构合理化。发电价格由发电成本、发电利润和价内税构成。输配电价格也称电网电价，是指高压或超高压输电或电路的拥有者，向配电企业售电的价格，它与一般商品发售给零售商、批发商的价格类似，因此也可以称为批发电价，体现输电与发电资源耗费，用以调节输电网络建设，并解决电力资源富裕地区与贫乏地区的调配，输配电价主要由购电成本、输配电成本和输配电利、税构成。销售电价格则是配电企业向终端用户的售电价格，它与一般商品的零售价格的内涵接近，一般也称为用户电价或零售电价，体现用户对供电成本的影响，最终销售电价由从电网购电成本、输配电成本和销售电利、税构成。

综上所述，电价是一个体系，是各种对象电价的集合体。从流通过程来考察，电价可以分为上网电价、输配电电价和终端销售电价。

（二）电价形成的特殊性

1. 电价构成的复杂性

电价是由发电价格、输配电价格、销售电价格构成的体系，它们都有各自的特性，因此应分

别对其定价。发电价格、输配电价格和销售电价格构成一个电价链，电价链各环节的电价是互联的。从电力供给角度看，电价链是以电力供给者为出发点的上游向下游供电的供应链；从电力需求角度看，电价链是以用户为核心的下游向上游需求的需求链。无论从哪个角度出发，电价链中的各环节电价必须遵循互联机制，即上下游环节相互影响、相互制约。

2. 电能成本形成的特殊性

电能成本形成的特殊性，主要体现在消费特性不同的用户有不同的个别成本。一方面，电能固定成本的发生方式与众不同：对一般商品而言，单位商品包含同量的固定费用，但在电能的生产和销售中，同一计量单位有所不同，有时固定费用含量会有很大差别，这是由用户不同的负荷率、供电电压对系统的结构和运行的影响产生的。负荷率即发、供电设备的利用率。各类用户在各时段具有不同的负荷需求，因此具有不同的负荷率，如三班倒的大工业用户，负荷曲线平稳，负荷率高，随着负荷率的增高，用户用电量增大，固定成本分摊到每度电的费用下降；而居民和商业用户，由于负荷曲线峰谷差较大，负荷率低，其承担的平均单位固定成本高。处于同一负荷中心的两个用户，虽然与电源的距离是一样的，但由于供电电压不同，供电系统为之配备的运送设备因此而不同，比如低压用户就比高压用户使用更多的变电设备，供电线路也会相应增长，从而增加了供电成本。

另一方面，电能生产中的边际成本居支配地位。这是因为在不同负荷水平上发电，在经济上和技术上会有适宜不同负荷水平的不同机组结构安排，而不同的机组发电的固定费用和变动费用的比例完全不同，一般来说，核能的建设成本极高而变动成本很低，燃油机组的建设成本很低但变动成本很高，燃煤机组居中。因此，会出现不同负荷水平上发电的边际固定成本和变动成本差别很大的现象。

供电成本因时因地不同，这也就是电价体系中出现供电种类差价、容量电价、峰谷分时电价的根源之所在。因此，必须合理区分与核算，反映出不同电能消费方式造成的成本差异，才能正确制定电价，实现公平负担。我国地域辽阔，电力资源和电力负荷分布不均衡的问题非常突出：西部煤炭、水能资源丰富，但经济发展水平低，而东部负荷大，却离电源点较远，电价水平就比较高；丰水时大发水电，成本较低，枯水时主要靠火电，成本较高；高峰负荷时为了保证供电质量和系统安全，边际成本显著提高，低谷负荷时成本则大幅度下降，这种成本差异必须由电价反映出来，并以此来引导用户合理分配用电时间，调剂峰谷用电量；低压用电线路损耗比较大，电价应高，高压用电线路损耗小，电价应低。因此，电力企业必须在成本核算形成的基础上合理确定电价水平和电价体系，以满足用户对供给的公平性要求。

3. 电价的构成

按照组成，电价可分为固定部分（容量电价）和可变部分（电量电价）：

$$R = \rho_r s + \rho_d d + F$$

其中，R 为用户电费；ρ_r 为容量价格；s 为用户容量；ρ_d 为电量价格；d 为用电量；F 为用户成本。$\rho_r s$ 构成电价的固定部分。

电价的固定部分是考虑到电能无法存储的特点，无论电力用户当时用电多少，系统都必须按最大用电方式准备发供电设备，所以电价的固定部分对于电网收支平衡及扩建发展具有重要作用，特别是在缺电或快速发展的电网中。

8.3.2 电价形成方式

电价形成方式主要有政府和市场两种机制，但不管哪种方式，成本都是制定电价的基础。

当前各国利用成本制定电价的理论基础主要有两类，即会计成本法和边际成本法。前者是以电价作为补偿已投入资金的手段，并对未来资源的经济价值和过去一样看待，而后者则是基于未来资源的经济价值，主要着眼于未来的发展。

在完全竞争的市场中，企业无力影响其产品的价格。而在自然垄断部门，若没有政府规制的话，电力企业都有可能透过产量价格的自主性，来追求本身特定的经营目标，在理论上，电力企业有以下四种最基本的定价方式。

（一）会计成本定价法

传统的会计成本定价理论中，电价的确定方法是会计成本加上预算利润，即由发电成本、发电利润和发电税金构成。主要包括固定资产折旧、各类固定开支、税收及利润。折旧费是固定资产在合理运营年限内回收的费用。固定开支包括电厂的燃料费、设备维修费、工资、各类营运费用等。税收包括各级政府规定的各类税收。利润是企业扩大再生产的来源，一般情况下由政府确定。

1. 会计成本定价构成

以下从电能的成本和电力企业的税金及利润两方面具体分析。

（1）电能的成本。成本是定价的基础。在正常情况下，定价首先必须弥补总成本。从电力的供应过程可知，最终电力价格形成涉及发电、输配电和售电三个环节，因此电能的成本是由生产成本和流通成本构成的。

电力的生产成本是指电能在生产过程中发生的成本，即发电成本。发电成本包括可变成本和固定成本两部分。固定成本是表示为用户随时用电而提供电能所做的各项准备时耗费的成本，主要指设备折旧、维修费用、工人工资及管理费等，与电力企业设备容量的大小成正比，而与发电量的大小无关。可变成本表示实际提供电能的成本，主要指燃料费支出。发电成本等于固定费用加可变费用，其中固定费用占很大的比重。

电力流通成本主要包括输配电成本和用户及销售成本，即电能高压传输、低压配送与供给终端用户的销售成本，是输配电价、销售电价核算的基础。目前我国输电网没有独立市场运营，输配供均属于电网公司的经营范围，所以输电电价基本没有独立核算，都包括在终端的用户电价中。目前，电力流通成本主要包括输配电设施的容量造价成本与维护成本，电能传输成本，折旧、劳动力工资、资本利息率与销售成本等。输电费用主要包括电网使用费和辅助服务费用。电网使用费主要由电网使用成本、机会成本、管理成本、合理利润空间和税金等构成。其中电网使用成本是输电费用的主要组成部分，包括输电的有功、无功损耗费，输电网络、设施的折旧费，网络的运行维护费等；电量的机会成本，指当某输电服务引起运行条件越限时，输电公司不得不放弃其他一些明显可以获利的交易，由此引发的利润损失；电量的合理利润空间，可由电网公司根据供求情况自主决定，但必须在给定的上限之内。

配电成本是指各营业处为配电业务所发生的一切成本，主要由配电线路和设备的建设与维护、配电线损和变损以及用户成本如抄表等费用组成。

（2）电力企业的税金和利润。税金是价格中不可缺少的组成部分，相当于企业的生产成本，具有强制性、固定性、无偿性等特点。根据目前的税收政策，发电厂发电上网，要征收电力产品增值税，当进入销售环节时，也要征收电力产品增值税，还包括其他税种。

企业的利润总额是企业在一定时期进行生产经营活动所取得的以货币表现的最终财务成果，是衡量企业经济活动效果的重要指标。

2. 会计成本定价法

会计成本定价法主要有以下三种模式。

(1) 资金利润率模式:以法律的形式明确电力企业法定资金利润率标准,由政府严格控制电力企业的成本支出,每年都由主管部门对其支出进行审查。这种定价模式使电力企业经营具有相对稳定的收入和足够的自我发展能力,主要为日本等国家和中国香港等地区所采用。

(2) 财务收支平衡模式:要求电价收入满足补偿燃料、运行费用等简单再生产费用的支出,偿还投资本息,交纳一定资本金利润和筹集新建电力项目的自筹资金额,政府控制电力成本支出和审批电力发展规划。

(3) 还本付息模式:保证电力建设项目偿还投资本息,但对办电项目投资、利率标准、还贷期限、电力成本等缺乏约束力,主要为我国独立发电厂商定价所采用。

会计成本定价法着眼于账面的年度平衡,反映了过去沉淀成本的复置,它是根据过去已发生的各项开支和成本来制定电价,能较好地满足企业财务指标。但其是以现行价格来制定电价,受未来通货膨胀和环境改善等要求的影响,易使现行价格受到扭曲,使电价严重偏离价值。另外,会计成本定价方法关心的是回收沉淀成本,无法产生分时电价结构。因为它是基于年平均总成本的概念,用户并不知道增加用电会对社会造成多大的负担,即使勉强产生分时电价结构,往往也是采用经验的估算方法。

(二) 最大利润定价法

根据一般的经济理论,如果电力垄断企业自由定价,那么垄断厂商会根据 MR = MC 的原则来确定其价格和产出量。如图 8-2 所示,需求曲线是由左上方向右下方倾斜的直线 DB,需求曲线上任意一点的价格 P = AR(平均收益),边际成本曲线 MC 与边际收入曲线 MR 相交于 G 点,它所对应的价格为 P_1,产出量为 Q_1。垄断价格 P_1 高于平均成本价格 Pc,这时企业会获得超额的垄断利润 P_1JKS,消费者剩余只有 DJP_1。由于价格 P_1 是能给企业带来最大限度利润的价格,因此这一定价方法也被称为最大利润定价法(P = AR)。这表明,在自然垄断部门,如果没有政府的价格规制,垄断企业就有可能通过抑制产出、制定高价以获得超额利润,使整个社会的福利产生净损失,造成资源配置效率的低下。

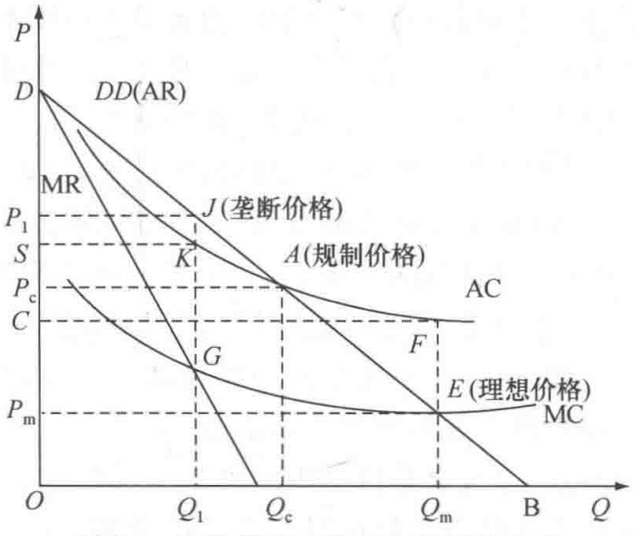


图 8-2　三种基本电价水平的定价方式

(三) 边际成本定价法

虽然最大利润定价法对垄断价格的获取最为有利,但其不能获得最大的社会福利。若要在资源分配中实现帕累托效率,就必须把价格定在边际成本的水平上。这时的价格为 P_m,产

出量为 Q_m。这就是边际成本定价法($P = MC$)。从图 8-2 中可以看出,与最大利润定价法相比,采用边际成本定价法的电价要低 $P_1 - P_m$,产出量要增加 $Q_m - Q_1$。由于 $P = MC$ 是完全竞争市场的均衡条件,它符合实现帕累托效率的资源配置要求,即可使社会资源达到最优配置,满足追求最大的社会福利的目标,所以从规范的角度看,这是一种最优的定价方式。

但是电力产业具有自然垄断性,由于规模经济的作用,其平均成本一般随产出量的增大而递减,致使边际成本 MC 低于平均成本 AC。所以在电力产业这样的自然垄断部门,如果采用边际成本定价法,企业就将发生亏损(图 8-2 中相当于 $CFEP_m$ 部分),从而威胁到企业财务的稳定性。霍特林(Hotelling,1938)对这个问题做出了系统的阐述,并提出了一种补救办法,即政府以边际成本制定规制价格,同时以税收补贴企业的亏损,并使企业有一定的利润。但是如果政府为了实现资源最优配置,容许对电力产业给予税收补贴,那就势必要大规模削减其他财政支出或大量增征新税,从而造成新的收入再分配问题,以及为争取税收补助而产生纠纷。更何况如果企业亏损经常能够以税补助,那么企业提高内部效率的积极性就会减弱。因此,用税收的办法来解决亏损在现实中很难处理。

最大利润定价法使得垄断厂商获得超额的垄断利润,整个社会的福利有净损失,破坏了资源配置的效率,这有悖于政府规制的初衷。

(四) 平均成本定价法

尽管从资源配置效率的角度看,边际成本定价法是最优的价格形成方式,但由于这种定价法可能使企业出现财务上的赤字,因此现实中我们会采用一种次优的平均成本定价法($P = AC$)。在平均成本定价法中电价 P_c 是按平均成本水准来确定的,而平均成本中包含了"正常利润",这是一种既可以不让电力企业出现亏损,又可以不让企业获得超额利润的收支平衡的价格形成方式($P_m < P_c < P_1$),因此在满足企业财务的稳定化和确保企业内部效率以及避免收入再分配这三项电价制定的原则方面,要优于最大利润定价法和边际成本定价法。但如果从资源配置效率角度看,采用平均成本定价法,经济福利会比边际成本定价法要小,因此在具体运用过程中,在确定电价体系和投资决策时要尽可能采用能提高资源配置效率的政策措施。但是在具体运用中如何决定企业的平均成本,难度很大,需要规制者花费很大的信息费用,如果信息租金很高,规制本身可能就是无效率的。

8.3.3 价格管制的基本定价模型

政府的价格管制是市场价格形成的基础,因此对电力市场定价的研究必须从价格管制的基本定价模型开始,只有这样才能真正了解电价形成制度方面的原因。电力作为传统的强自然垄断行业,在价格的管制理论与管理实践中主要采用以下三类定价模型:拉姆齐定价、线性定价与非线性定价。

1. 拉姆齐定价

这一模型的理论依据是在厂商收支平衡条件下实现社会福利的最大化。其一般表达式为:

$$\frac{P(Q_i) - MC}{P(Q_i)} = \frac{R}{\varepsilon_i}$$

其中,

$$\varepsilon_i = -\frac{\partial Q_i / Q_i}{\partial P / P}$$

式中,$P(Q_i)$ 为第 i 种产品(市场)的逆需求函数,R 为拉姆齐值,ε_i 为需求的价格弹性,MC 为

边际成本。这种定价模型考虑了不同产品(市场)的需求弹性,因此对不同需求弹性的用户其定价是不同的。

拉姆齐价格理论指出,在固定成本很高的行业,边际定价会使厂商得到负的收益水平,发生亏损,厂商为了实现收支平衡,就有必要将价格定在比边际成本略高的水平上。在满足预算约束的前提下,可根据价格的提高与需求弹性成反比的原则提高产品价格,同时又可在高于边际成本的价格条件下使福利损失最小。这种定价理论引致的是对价格的管制,而管制的不确定性将导致福利损失和效率下降。

但拉姆齐定价是在厂商收支平衡的前提下实现社会福利的最大化,因而它只是一种次优的定价方式。拉姆齐定价法实际上使每种支出成本都可以在尽可能大的范围内回收。这既能保证厂商的收支平衡,又能增加社会经济福利。拉姆齐定价模式与传统单一垄断定价模式相比,可以减少福利损失,增加社会福利剩余;与竞争定价相比,减少了消费者福利,增加了生产者剩余。实际上这是一种社会福利的转移。

这种定价模式对用户按需求弹性进行区别定价,需求弹性大的用户价格低,需求弹性小的用户价格高,形成的歧视性价格损害了需求弹性小的用户利益,即以一种在消费者内部进行转移支付的形式造成了新的不公平。同时,在定价模型中用户的边际成本信息也不易获得,也使得这一方法不具有实用性。但由于其经济含义简洁明了,通常是评价其他方法的基准,因而拉姆齐定价模型具有重要的理论意义,被称为理论定价。

在对自然垄断企业产品的实际定价中,通常根据成本价格关系分为两大类:线性定价与非线性定价。其中,线性定价模式中常用的主要有成本加成定价和完全成本分摊定价两种。非线性定价模式中常用的主要有最高限价模型和收入上限模型两种。

2. 成本加成定价

(1) 成本加成定价的一般原理。扣除规费和税金以后的价格就是纯电价,它采取成本加成定价,即以平均成本(AC)为基础,追加一个按加成率(s)计算的利润确定价格。作为成本基础的平均成本既包括平均可变成本,也包括按单位产品分摊的固定成本,是一种“完全成本”。成本加成定价法用公式可以表示为:

$$P = \mathrm{AC} + \mathrm{AC} \times s$$

其中,P 表示电价,单位通常采取每千瓦时元。加成率 s 是指电量销售中单位成本的附加利润。如果按照销售利润率(d)定价的话,即:

$$d = \frac{P - \mathrm{AC}}{P}$$

可以转化为成本加成定价的形式,因为从上式解出 P 就有关系式:

$$P = \frac{\mathrm{AC}}{1 - d} = \mathrm{AC} \times \left(1 + \frac{d}{1 - d}\right)$$

括号中的第二项就相当于加成率(在政府的价格管制下不可能存在暴利,因而通常 $d < 1$)。成本加成定价法不仅逻辑关系清晰、应用简便,而且价格通过线性关系直接反映成本变化。因而这一定价方法受到供电企业和政府管理部门的普遍认同。

(2) 成本加成定价与企业利润最大化。设供电企业总收益、总成本(产量 Q 的函数)分别为 TR、TC,边际成本、边际收益分别为 MC、MR,那么企业利润(π)可以表为:$\pi = \mathrm{TR} - \mathrm{TC}$,利润最大化就是:

$$\frac{\partial \pi}{\partial Q} = 0$$

可以推出:MR = MC

由于 TR = PQ,其中 P 是 Q 的函数,因而有:

$$\mathrm{MR}(Q) = \frac{\mathrm{dTR}(Q)}{\mathrm{d}Q} = P + Q \cdot \frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}Q} = P\left(1 + \frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}Q} \cdot \frac{Q}{P}\right)$$

这样由利润最大化,就有:

$$\mathrm{MC} = P\left(1 + \frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}Q} \cdot \frac{Q}{P}\right)$$

可以推出:

$$\mathrm{MC} = P\left(1 + \frac{\partial p/p}{\partial Q/Q}\right) = p \times \left(1 - \frac{1}{|\varepsilon|}\right)$$

其中,ε 表示电力需求价格弹性系数。所以:

$$P = \frac{\mathrm{MC}}{1 - \dfrac{1}{|\varepsilon|}} = \mathrm{MC} \times \left(1 + \frac{1}{|\varepsilon| - 1}\right)$$

上式说明了电价可以被视为边际成本的加成。由于电网经营的规模性特征,长期边际成本与平均成本差距很小,因此成本加成定价被认为是供电企业谋求利润最大化的一种有效途径。这也从一个侧面反映了政府进行价格管制的必要性,即合理的利润率应该由政府来制定。

3. 完全成本分摊定价

这一定价方法的基本思路是将厂商全部的生产费用和公正报酬公平地分摊给用户。这种方法可表述为:设厂商为一个多产品自然垄断生产者,其生产 n 种不同的产品,用户对这些产品的需求是独立的,厂商生产第 i 种产品的收益为 $R_i(Q_i) = P_i(Q_i)Q_i$。假设厂商生产第 i 种产品的成本为 $C_i(Q_i)$,CC 为生产 n 种产品的共同成本,那么要求厂商生产每一种产品都要能产生足够的收益以弥补其生产费用,因此必须有

$$R_i(Q_i) \geqslant f_i \times \mathrm{CC} + C_i(Q_i), \quad i = 1, \cdots, n$$

其中,f_i 为分摊在第 i 种产品上的共同成本权数。于是就有定价模型:

$$P(Q_i) \geqslant f_i \times \frac{\mathrm{CC}}{Q_i} + \frac{C(Q_i)}{Q_i}$$

完全成本分摊定价法的特点是模型中平均成本构成了产品价格的基础,即产品价格只和平均成本构成线性关系,不涉及边际成本。这种定价方法在实践中被大量采用。但由于在共同成本分摊的权数安排上存在很大的随意性,如既可以按产量占比来计算,也可以按资产、收益占比来确定,因而在理论上还存在较大的争议。这种定价模型只考虑补偿成本,不考虑提高效率,会引起产量的扭曲,无法达到社会福利的最大化。

4. 最高限价模型

在价格管制中,政府用于对自然垄断企业进行综合管理的非线性定价模型之一就是指数修正模型。指数修正模型是指政府对垄断企业在垄断业务中的价格以收益率定价为基础进行指数修正,例如对垄断企业各种产品的综合价格进行指数修正的最高限价模型、确定垄断企业在垄断业务中最大允许收入的收入上限模型等。这类定价方法对厂商存在竞争激励,是一种具有弹性的管制定价模型,由厂商自行承担成本上升的风险与成本下降的收益。最高限价模型是指数修正模型的主要形式之一。在这种定价模型中,厂商的产品价格与成本没有直接的线性关系。

英国教授蒂芬·李特查尔德在 20 世纪 80 年代初为公用事业设计了一个最高限价亦即

RPI-X 定价模型，该模型把定价和零售价格指数与生产效率挂钩。RPI 表示零售价格指数，即通货膨胀率，X 表示由政府确定的一定时期的生产效率增长，P_t 为当期价格，那么下一期价格 P_{t+1} 的最高限价可以表示为：

$$P_{t+1} \leqslant P_t \times \text{RPI-}X$$

这里的 RPI 也可以用其他指数替代，如消费价格指数 CPI 等。RPI-X 定价模型意味着，企业每年价格调整的幅度取决于 RPI 和 X 的相对值。这种定价模型的长处在于在一定时期内固定了电价的上涨幅度。这就刺激企业使其明白只有通过优化要素组合、技术创新等手段降低成本，才能获得更多的利润，而不至于出现在成本加成定价下存在的过多使用资本的倾向。显然，与成本加成定价相比，RPI-X 定价模型会对企业产生提高生产效率的更大刺激。

5. 收入上限模型

收入上限模型也是指数修正模型的主要形式之一。由于 RPI-X 模型需要每期调整，计算工作量大，且该模型对企业投资行为没有引导作用，因此在实践中也产生了一些问题。为此，澳大利亚、欧洲大陆的一些国家引入了收入上限法。收入上限法实际是由规制部门确定的垄断企业垄断业务的最大允许收入。最大允许收入由资金回报、资产回收、年度运行维护费、税收等构成。资金回报的依据是事业资产，它是一个不断调整的、计算报酬的基数。在运用中，考虑了加权平均资金成本和资本资产定价模型。

收入上限模型正是建立在资本资产定价模型基础上的定价管制方法，即先按资本资产定价模型算出垄断业务权益资产的收益率 R_e，并结合负债资产成本 R_d，计算出加权平均资本成本(WACC)，再由资本收益确定垄断业务的收入上限和价格，最后价格还要用 RPI-X 等指数对 MAR 进行调整。

收入上限法更科学合理，有利于促进企业降低成本，提高效率，也有利于企业的长远发展。当然，计算方法对基础数据的要求较高。

收入上限模型以线性定价为基础，只是把成本加成率与企业的市场风险相联系，再用指数来修正最终的价格。

实际上，在电力市场的价格管制实践中，非线性定价更多地体现为在线性定价基础上的改进。同时，线性定价反过来也可以被视为非线性定价中价格上限模式的一种特例。其他的非线性定价模型还有峰谷定价、区间定价、季节性定价、容量制定价等。

线性定价和非线性定价方法主要是将厂商的全部成本按结构特性分类，在用户之间进行合理分摊。这种方法在电力定价的具体实践中已经形成了极为丰富的内容。围绕电力容量成本和电量成本的补偿形式与补偿效果的区分情况主要形成了两种基本电价制度：一部制电价、两部制电价。

8.3.4 主要电价制度

电力生产不仅提供电量，还要提供电力，而且后者更重要。因此，电价既要包含电量因素，更要体现电力价值。也就是说，电价不仅要能补偿电量成本，还要能够补偿电力成本，这样才能激励电力的容量投资，维持电力的连续供给和系统安全。随着电力市场的产生与发展，对容量成本和电量成本补偿的形式也随定价模式及定价方法而变化。

1. 一部制电价

一部制电价是按长期边际成本法计算出发电厂商的平均电价，并以此电价为基础，允许企业根据市场需求和自身成本状况在一定范围内浮动所提供电量的价格，即以单一纯电量作为计价标的，而不对容量电价和电量电价作区分。一部制电价既有优点也有缺点，但因其操作容易、结算直观而在实践中广泛应用。

一部制电价的优点主要体现在以下几个方面。首先，一部制电价符合市场竞争的客观规律。在市场机制条件下，同质商品，价格优先，这就是经济学中的一般原理。电价也是一样的道理，在电能富余的情况下，买方对发电厂商的容量投资并不很感兴趣，只有价低的电能才会有市场和竞争力。一部制电价正好符合价格优先这一市场竞争规律，所以在实践中得到各方的普遍认同。其次，一部制电价有利于降低成本、增加效益。发电厂商的成本包括固定成本和可变成本，其收益等于电量乘以电价减去固定成本和可变成本之和。在可变成本和电量相同的情况下，固定成本越高，发电厂商的最低电价也就要求越高。在一部制电价中，高成本的电价是缺乏竞争力的，为了确保企业的竞争优势，市场竞争机制会自然迫使发电厂商在开工兴建时就尽可能降低造价，有效控制投资成本，增加竞争力，提高效益。另外，一部制电价操作方便，结算简单，既没有难以理解的复杂计算程序，也不需要高深的理论基础，因而广为使用。

然而一部制电价也存在一些缺点。一部制电价反映不出峰荷电源、基荷电源的成本结构和效益结构，也就难以实现合理补偿成本、合理确定收益，不利于电网电源优化和资源优化配置。峰荷电源容量效益高，电量效益低，而基荷电源电量效益高，容量效益低。在实行竞价上网时，仅仅以电量电价为依据实行竞争，反映不出公平的利益机制。在同一市场内，峰荷电源和基荷电源就不可能开展平等竞争，这在一定程度上导致发电厂商会不顾电力系统的整体利益，只顾抢发电量，不愿承担电网的调峰、调频、调相和负荷备用任务，使电网的最优经济调度难以实施。另外，一部制电价反映不出新老电源成本结构的差异，在实施竞价上网的过程中，新老电源难以做到公平竞争。

2. 两部制电价

两部制电价是结合容量电价和从量电价的优点而设计的电价体系，是一种最常用的电价体系。两部制电价的电价由两部分组成：一是与用电量无关而与用电容量有关的基本电费，二是按用电量支付的从量电费。电力产业的固定成本比重很高，如果全部固定成本都靠基本电费收回，尽管用户总数相当大，基本电费还是太高。

因此在实际操作中有两种折中方式：一种方式是基本电费的确定以收回全部固定成本为目标，而初期只收回其中的一部分，剩余部分则通过从量电费来收取。另一种方式是对一定需求量以下的用户采用单一从量电价，而对大量需求的用户采用两部制电价。

两部制电价的主要优点是由于包括了容量电费和电量电费两部分，更容易实现合理补偿成本、合理确定收益的原则，同时也在一定程度上限制了发电厂商获得超额收益，从而有利于保护投资者和消费者的利益，促进电力工业的健康发展。两部制上网电价可以按不同类型、不同质量（如按丰枯、峰谷、事故支援等因素）发电厂商的固定成本来确定容量电价，并根据不同季节，高峰、平常和低谷各时段在电网中运行成本最高的发电厂商的变动成本来确定电量电价，使发电厂商自觉地运行在电力系统中最适合于它们的工作位置上，促进电力系统的优化调度。可见，两部制上网电价能较好地体现同网同质同价的原则，有利于电网的经济调度、电力市场的健康发展和资源的优化配置，并能以最低的成本满足电力用户的需求，减轻用户负担。

由于能获得稳定的投资回报，两部制电价常常受到投资方的欢迎和理论界的推崇，然而在

市场化运作过程中，它却存在明显的缺点。

两部制电价中的容量电价可变性大，容量成本的可比性较差。两部制电价计量、结算系统复杂，不仅需要计量电度和容量的分时计量表，而且其他合同有关的发电机特性，也需用专用的计量系统计量，同样结算系统也必须分时、分类计算和结算。再者，两部制电价要求电网公司在发电厂商建厂前就有必要的监督，因为两部制电价要求电厂在建成前进行竞争。这种电价体系要求，当电厂并入电网后，若电厂自身运行良好，电网公司必须支付容量电费，所以电网经营公司也应该要求发电厂商在建设之前竞争入网。但在目前的电力建设管理和制度下，电网公司还不能完全控制电厂的建设，难以要求电厂在建设前竞争，也不一定能阻止“高价”电厂并网。另外，在电力竞价上网的系统边际成本统一出清机制下，非边际中标机组的成本与作为系统统一出清价的边际机组的成本之差，事实上已经是对中标非边际机组的容量成本的补偿，至少是部分补偿。因而在该种竞价机制下的电量电价之外，政府额外追加容量补偿，可能存在重复补偿问题。并且用简单追加和放大边际成本的办法来解决容量成本回报不充分问题，而不是通过交易市场实现容量投资的回报，违背了投资市场自担风险的基本原则，严重扭曲了市场经济信号。

总之，这两种电价制度各有优劣。从目前的实践来看，各国根据本国电力供求状况和电力市场发展阶段灵活采用一部制电价或两部制电价。当本国电力容量充足或过剩，容量投资已不是问题时，可能一部制电价更合适；相反，当本国电力容量紧张或不足，容量投资激励问题突出时，可能两部制电价更合适。然而，两部制电价机制下，由于容量电价一般由政府制定，仅仅从量电价参与竞争，所以从电力市场发展的长远趋势来看，两部制电价应该说仅仅是一个过渡形式，最终要发展到一部制电价上来。

8.4 影响电价的因素

电价是由经济成本及其电力产品的供求关系决定的，因而研究电价的运行规律，就要分析决定经济成本及供求关系的因素是什么，分析它们都和电价有怎样的联系。影响电价的因素概括起来有两大类：一是宏观因素，包括政府政策、科技发展与管理水平、国民经济增长速度和电能需求水平、税收、利率和汇率、产业结构；二是微观因素，包括燃料价格、容量造价及折旧率、系统负荷率（见图 8-3）。电价是一个多变量函数，最终电价的形成受多种因素的影响和制约，主要包括供求状况、市场结构、交易成本、交易方式、政府管制、环境保护等。

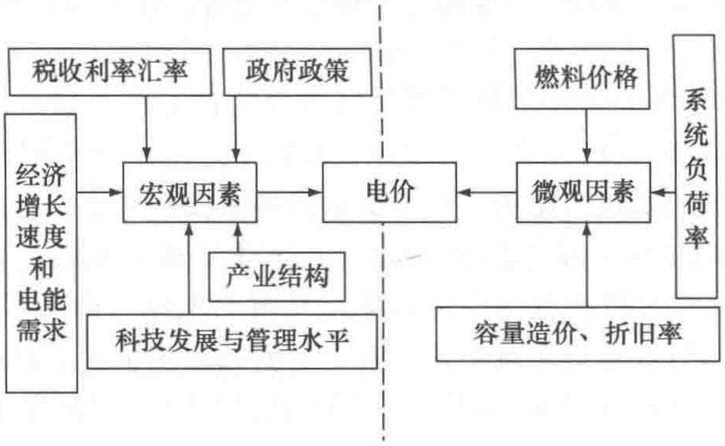


图 8-3 影响电价的因素

（一）宏观因素

1. 经济政策

电力是一个具有一定垄断性的行业，因此电力企业向用户提供电力产品的电价通常受到政府的规制和政策的影响。电力产品与国民经济发展和人民生活密切相关，是各行各业生产必不可少的能源和动力。电力行业既是重要的基础产业，又是重要的公用事业，电价制定的合理与否、电价的适当调整都会涉及和影响到社会的各个部门，因为电价对其他行业产品价格的影响具有拉动效应。如果电价太高，势必导致其他行业产品的价格上扬，或使用户承受不起。因此电价不可能像一般竞争性产品的价格那样可以完全由市场调节。所以，政府往往要从宏观经济调控的角度对电价实施监管，其目的是更好地贯彻国家的产业政策和能源政策，既保证电力企业的正常经营和生存发展，又保证整个国民经济健康有序发展。政府税收、补贴与经济立法，各种财政、货币政策等经济政策的运用会对电价的形成产生直接或间接的影响，并在不同程度上制约电价水平。对电价影响最大的政策形式是价格的直接干预，如对于上网电价采用最高限价、对销售电价采用政府定价。

2. 科技发展与管理水平

科技发展与管理水平是决定电力工业经营效率的主要因素，因而也是导致电价变动的重要原因。根据世界各国的实践经验，随着电力工业新技术的采用和管理水平的提高，除了靠法律的约束和政府的干预外，依次在发电、输配电和售电环节适当引入竞争机制，也已成为一种可供选择的促进手段。

3. 国民经济增长速度和电能需求水平

经济增长速度越快，对电力产品的需求量也就越大，而需求决定了电力资源开发的成本由低到高的限度。在开发技术没有重大进步的情况下，电力产品资源开发的总规模越大，边际成本就越高。需求水平高，则可承受的开发成本就高，总开发规模就应随之扩大，电价就高一些；反之，需求水平低，可承受的开发成本也低，总开发规模也必须限定在相应范围内，电价就低一些。这就是经济增长速度影响电价的机理所在。影响国民经济增长速度的因素则比较复杂，它是劳动生产率、人口、资源等多方面因素综合作用的结果。而决定电能需求水平的因素主要是电费在总销售收入中的比重（即电能附加值的大小）和居民的收入水平。

4. 产业结构的变化

一国（地区）的产业结构和产业内部结构决定了其电力市场规模与电力消费结构。从各产业的用电结构看，工业（尤其是重工业）是用电大户，第三产业的用电量也呈上升趋势，家庭用户为小用户。因此，一般来说，一国的工业化程度会在很大程度上影响该国对电力的需求。

5. 税收、利率和汇率水平

无论是发电厂商的上网电价还是供电企业的供电电价均有税收问题。根据目前的税收政策，发电厂商发电上网，要征收电力产品增值税，进入销售环节时，也要征收电力产品增值税，还包括其他税种。利率是企业财务费用的主体，其高低主要受通货膨胀率、国民的富裕程度、经济增长速度的影响。在其他条件不变的情况下，利率提高后，电价必须上升；反之，利率下调，电价也应随之下降。在经济开放的国家和地区，大都存在燃料的进、出口和国际资本的流入与流出。对燃料净进口国，汇率的变动直接影响火电的运行成本；对于燃料净出口国，汇率的变动则通过改变国内市场供求关系而导致火电运营成本的升降。使用外国资本建设电站或供电网络，汇率变动会影响造价及还本付息的金额。后一种情况对处于经济快速增长中的发展中国家的影响尤为明显。

6. 投资风险以及国有资本比重

由于电力工业投资大多是在有市场保障的前提下进行的，因而投资风险在资本费用支出中所占的比重较小，但其条件是国家政局的稳定和法制的健全。如果政局前景不明朗，或相应的法律及执法方面有较多缺陷，投资风险就会增大，投资者也就会相应地索要更高的资本报酬率。由于国家投资带有政策导向作用，且资金来源于公共财产，要求的资本报酬率通常会低于民间资本，所以，在电力投资中，使用国有资本较多的，资本费用支出相对较少；使用国有资本较少的，资本费用支出相对较多。

（二）微观因素

1. 燃料价格

燃料费用是火力发电成本的主体。就中国而言，燃料费用过去曾占火电厂发电成本的70%左右，现在也达50%左右。因而如果燃料购进价格有较大变化，则电价必然要与之做出同方向的调整。燃料价格除受通货膨胀的影响外，还常受燃料市场本身的供需变化及交通运输状况的制约。

2. 容量造价及折旧率

容量造价包括电站造价和供电网络造价。在折旧率一定的情况下，容量造价越高，折旧费越高。同样，在容量造价不变的情况下，折旧费的变动也与折旧率成正比。容量造价的升降主要受宏观经济运行状况的影响，投资需求上升，容量造价也会相应提高，反之，则下降。折旧率的变动则主要取决于国家的产业政策。很显然，电价与容量造价和折旧率的变动是同方向的。

3. 系统负荷率

所谓系统负荷率，即发、供电设备利用率。它是决定单位发、供电固定费用水平的又一重要因素。系统负荷率越高，则发、供电单位成本就越低；反之，如果系统负荷率下降，则发、供电单位成本就随之上升。在其他条件不变的情况下，电价的平均水平应与系统负荷率呈反方向变动。决定系统负荷率高低的主要因素是用电高峰与低谷的差额。由于电能无法储存，而消费又具有明显的分时性，装机容量需按尖峰负荷量安排，这样便降低了发电设备的利用率。用电峰谷差越大，发电设备的利用率就越低。此外，用户受电设备的负荷率也对发、供电系统负荷率有一定的影响。

（三）电价运动规律

综上所述，关于电价运动规律，可归纳如表8-1所示。

表8-1　电价影响因素汇总

与电价关系	直接因素	间接因素
正相关	容量造价	投资需求
	折旧率	产业政策
	燃料价格	通货膨胀、燃料供求、交通
	投资风险	政策与法制状况
	利率	经济增长速度
	需求	电能附加值、收入水平
负相关	汇率	通货膨胀、进口需求
	科技发展与管理水平	法律约束、政府干预、竞争状况
	系统负荷率	用电峰谷差、发电设备负荷率
	国有资本比重	产业政策

电价运动规律事实上就是电能总供给费用的运动规律。在其他条件不变的情况下，电价与燃料价格、容量造价、折旧率、经济增长速度、投资风险以及利率等因素呈正相关关系，与科技发展与管理水平、汇率、系统负荷率以及国有资本比重等因素呈负相关关系。当然还与环保标准的要求、电网改造的资本投入等同方向变动，与竞价上网的竞争激烈程度、各类电力加价的取消等反方向变动。

电价是一个多变量函数，除了上述因素外，最终电价的形成还受到市场结构、交易成本、交易方式、政府管制、环境保护等因素的影响和制约。

市场结构是反映市场竞争与垄断的关系。不同的电力市场结构会产生不同的电价形成机制，电价随电力市场引入竞争和开放程度的变化而变化，电价形成与电力市场的发育程度有密切的关系。完全竞争市场下，电力企业没有市场价格控制权，均衡价格的形成完全靠买卖双方竞价形成；垄断竞争市场下，电力企业可以凭借电能的用户差异形成一定的定价权限，但是由于竞争者过多，最终的市场均衡价格依然由市场竞价形成；寡头市场结构下的电价形成则复杂得多，但寡头对电价的操作权以及可能形成的电价联盟是该市场结构下的主要特征；完全垄断市场下，电力企业垄断定价会导致消费者福利减少，所以政府会进行严格的电价管制。

电力交易成本对电价的影响主要是通过总成本的变动对电力供给、需求与管制等的影响来间接传递的。

电力产业具有一定的外部性，其中最为明显的就是电力产业污染物的排放会污染环境，发电企业为了保护环境购买的污染物净化设备或者开发新技术而产生的费用及治理成本及环境使用的损害费用，都应该计入电力的成本当中，因此环境治理成本也会对电价水平产生影响。

电力交易模式的设计会影响电力的市场结构。这在下一节中会进行分析讨论。

8.5 煤电价格的形成机制

煤电价格是煤炭、电力市场运行机制的核心，是联系供求双方和引导消费的桥梁。理顺煤电价格机制是改善煤电供求关系、协调煤电行业关系的根本。

8.5.1 我国煤电价格联动

1. 政策出台的背景

为发挥市场价格机制配置资源的作用，提高煤炭产业运行效率，1992 年我国开始推进煤炭产业市场化改革，从 1993 年开始，我国煤炭价格逐步放开，1995 年煤炭产业开始企业化改制试点，1996 年起除电煤外的煤炭价格完全放开，2002 年后煤炭价格完全放开。在国家放开煤炭价格、取消补贴之外，政府为了确保电价稳定，还设定了国有大型电厂的电煤重点合同价格。形成了“市场煤”与“计划煤”的横向价格“双轨制”。“煤货会”成为唯一保留下来的计划经济条件下的订货模式，每年全国煤炭总量的 70% 以上都要在订货会期间确定。

但是作为煤炭产业下游的电力产业在 2002 年才开始以“厂网分开、竞价上网”为标志的市场化改革，比煤炭产业市场化改革晚了整整 10 年，形成了煤炭、电力上下游产业改革的不同步和倒置，特别是由此导致的“市场煤”与“计划电”的冲突和对撞严重影响了煤、电两个行业的协调发展，严重影响了国家的经济发展和社会稳定。

由于煤炭产业横向价格“双轨制”，两种价格的同时存在致使煤炭企业的利益受到损失，“市场煤、计划电”，导致火电厂盈利大幅下滑。煤电双方博弈愈演愈烈，一方面煤炭企业提价

欲望强烈，另一方面发电企业则认为在煤价不断上涨的情况下，发电越多亏损越多，因此宁可停止发电也不肯从市场上采购电煤。

为理顺煤电价格关系，防止煤价、电价大幅波动，同时给煤炭企业、发电企业一定的价格上涨空间，以促进煤炭、电力行业全面、协调、可持续发展，2005 年起国家推出了“煤电价格联动机制”，让电力价格可以随市场有所调整，从而减轻发电企业在原料成本上的压力。

2. 煤电价格联动政策的主要内容

（1）从长远看，要在坚持放开煤价的基础上，按照国务院颁布的《电价改革方案》的规定，对电力价格实行竞价上网，建立市场化的煤电价格联动机制。

（2）上网电价与煤炭价格联动。根据煤炭价格与电力价格的传导机制，建立上网电价与煤炭价格联动的公式。以电煤综合出矿价格为基础，实行煤电价格联动。为促进电力企业降低成本、提高效率，电力企业要消化 30% 的煤价上涨因素。

（3）上网电价调整后，相应调整电网企业对用户的销售电价。居民电价、农业电价 、中小化肥电价一年最多调整一次，其他用户电价随上网电价变化相应调整。

（4）确定电价联动周期。原则上以不少于 6 个月为一个煤电价格联动周期。若周期内平均煤价比前一周期变化幅度达到或超过 5%，相应调整电价；如变化幅度不到 5%，则下一周期累计计算。

（5）按电网区域分价区实行煤电价格联动。由国家发改委根据煤炭平均价格变化情况，按区域电网或在区域电网内分价区实施煤电价格联动，并将具体实施情况报国务院备案。

（6）政府依法对煤炭价格进行适当调控。为避免煤炭价格发生剧烈波动，依据《价格法》的规定，由国务院授权国家发改委在煤炭价格出现大幅度波动时，在全国或部分地区采取价格干预措施。

3. 煤电价格联动政策出台的意义

在煤炭价格已基本实现市场化，而电力市场化改革未完全到位，尤其是电价未实现市场化之前，电力企业很难通过内部消化来解决发电成本上升的难题，由于市场自发的煤电价格联动无法实现，在综合考虑煤炭企业、电力企业以及社会各方面利益的基础上，出台带有行政性质的煤电价格联动措施有其必然性和迫切性。煤电价格联动成为煤电市场由政府主导向政府宏观调控、市场主导迈进的标志，充分显示了政府要把电煤交易推向市场，建立电价形成机制的信号和信心。

煤电价格联动遵循了市场规律，同时又对市场有着明显的导向，特别是在缓解煤电矛盾、优化资源配置，以及在对引导电力投资等方面起到了积极作用。

首先，煤电联动是缩小煤电矛盾的一个过渡办法，煤电价格联动的实施有利于缓解当前煤电价格矛盾，有利于维护社会稳定，保证国民经济健康稳定运行。对于煤炭行业而言，煤电价格联动有助于推动计划内外煤价并轨，使电煤价格趋于合理水平，以保证煤炭有效供给。对于电力行业来说，煤电价格联动机制初步建立，为电力行业提供了一个相对确定的商业运行环境，价格联动在一定程度上可以缓解发电企业成本增支，改善发电企业生产经营状况，促进发电企业健康发展，并为经济发展提供安全、有效的电力供应。

其次，有利于电力市场化改革的进一步深化，在过渡期间煤电价格联动将积极稳妥地推进电力市场化改革，尤其是电价改革。煤电价格联动可以看成电力市场在市场化过渡中定价机制的一个新的阶段，其创新之处在于由原先的单一制向两部制转变。通俗地说就是将电价分为统一电价和浮动电价。煤电价格联动按照“市场导向、机制协调、价格联动、综合调控”的思

路，建立灵活的、能够及时反映煤价变化的煤电价格调整机制，在竞价上网前合理补偿发电成本，也就为竞价上网后实现完全按照电力市场供需和煤炭市场化报价奠定了基础。

最后，有利于引导电力投资、提高能源利用效率。在资源紧张的情况下，电价上升是不可避免的；从我国当前的情况来看，也是不可避免的。煤电价格联动反映了煤炭资源的稀缺性，作为资源性产品的电价上浮把能源市场的供求关系传导给下游的生产者和消费者，提高了效率，节约了能源。

4. 煤电价格联动存在的问题

从本质上讲，煤电价格联动只能作为按照市场经济的原则，适度缓解电力企业成本压力，适度缓解煤电矛盾，保证电力供应的一个过渡性办法，仅仅是制度演化历程中的一个中间环节，是权宜之计。煤电价格联动机制本质上是一种行政干预和市场化互相协商的混合型定价机制，经济学的观点认为干预和自由机制是不可能良好地协调在一起的。

煤电价格联动政策暴露的问题主要表现在以下几方面：

（1）价格联动缺乏市场化的竞争机制。煤电价格联动存在的天然缺陷就是缺乏市场化竞争机制。电价的制定主要靠行政的力量，由相关部门通过对各方利益的权衡做出决定：在申报成本的基础上加上一个人为确定的平均利润，这种定价机制将市场的竞争作用排挤在外，最终导致竞争有限。

（2）测算和计价方法缺乏科学合理性。煤电价格联动基础数据的采集及参数的核定，一直在业内广受争议。尽管发改委及相关部门对电煤价格指数及其他相关参数进行了编制和完善，但更新后的煤电价格联动参数的可行性仍有待实践检验。

（3）价格上涨模式与电改方向相背离。从宏观和机制层面看，煤电价格联动仍是典型的成本推进型价格上涨模式，与电力市场化改革的方向相去甚远。

首先，历次煤电联动方案，都是按“成本定价”的原则进行，即根据成本上涨的幅度，测算出上网电价上涨的幅度，再测算出终端销售电价上涨的幅度。煤电价格问题是我国价格体系中最重要、最复杂的问题之一，过去长期实行严格的政府定价，定价方法基本上以平均成本加税金和一定的利润来确定。煤电联动之后，将迫使发电企业上网电价，只能采用成本法来计算，这样，电力定价并没有遵循当初设想的市场规律的路径，而是沿袭了旧有体制下传统的行政调控手段，进一步强调了成本定价。在这种情况下，原先设计好的电力体制改革方案恐怕就会无限期搁置。

其次，煤电价格联动政策的出台，与电监会推进的区域电力市场存在冲突。一方给了上网电价固定值，一方要求上网电价按照市场供需进行浮动，实行竞价上网，最终导致发电企业无所适从。在区域电力市场中，同一个电网公司、不同发电企业的上网电价必须依据竞价原则来确定，竞价的结果可能高于或者低于煤电价格联动之后的价格，这样，竞价上网机制与煤电价格联动的规定就产生了冲突。

8.5.2 我国煤电价格的影响因素

影响煤电价格的因素很多，有共性也有各自不同的因素。一般说来，煤电价格主要受其成本及供给因素的影响，其他因素再通过影响成本或供给进而影响价格。

煤炭价格的变动是多种因素共同作用的结果，最基本的因素是煤炭成本及其供求关系，其他因素通过影响煤炭成本及供需变化进而影响煤炭价格（见图 8-4）。

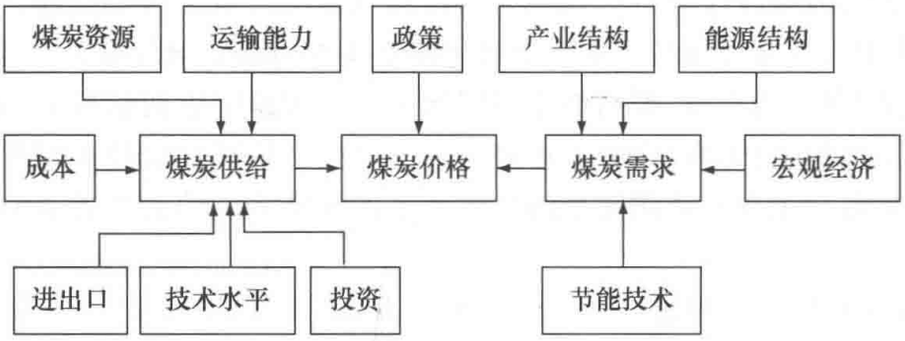


图 8-4　煤炭价格的影响因素

1. 成本

煤炭成本是影响煤炭价格的重要因素，而煤炭成本由煤炭生产成本、煤炭运输成本及煤炭外部成本等构成。在煤炭价格机制中，只反映煤炭的开采成本，资源成本、安全成本以及环境成本没有计算在内。

2. 供需关系

煤炭供需关系的变化直接影响煤炭价格的变动，煤价调节煤炭供需双方的资源配置和生产经营活动。

影响电煤供给的主要因素有：一是资源约束。目前我国的国情是煤炭资源总量丰富，但煤炭开采受外部生态环境制约而我国的生态环境又很脆弱，因此有效供给不足。二是开采技术水平与生产效率。我国煤炭行业集中度较低，综合开采技术不高，煤炭回采率低，供给效率低下。三是煤企的投资建设和生产能力。基于国有煤炭企业在行业中所占的比重，国家和政府的投资将在一定程度上影响煤炭市场的供给，前期计划煤价的低下导致大量重点煤矿亏损，进而导致煤炭企业投资激励不足，并最终影响产能。

影响电煤供给的主要因素中，进出口是影响煤炭库存的重要因素之一。煤炭库存是指消费者根据煤炭价格预测及自身库存能力来调整煤炭库存，消费者的库存量或港口库存量的变化直接影响煤炭供求关系，进而影响煤炭价格。煤炭进出口量直接影响煤炭市场的供求，进而影响煤炭价格。进口量的增加会提高供给量，出口会减少国内供给。进出口量在一定程度上调节着国内煤炭市场，并通过煤炭价格来体现。

影响电煤需求的主要因素有：一是经济增长，经济的发展和增长以能源的增长为前提条件，因而能源是经济增长的必要因素，反过来，经济体的高速增长，特别是重化工业和高耗能行业的扩张将对能源产生直接的需求。二是替代品的产量和数量。虽然目前煤炭在我国能源消费中占据相当大的比重，但依然是可替代的能源产品，随着新能源技术的进步和新能源的开发，会将原来对煤炭需求的一部分转移到其他领域，也会对煤炭的需求产生一定的影响，并且长期影响更大。三是电煤利用效率，电煤的利用（火电）效率的提高会直接降低电煤的需求。

影响电煤需求的主要因素中，能源结构因素是指煤电与煤炭和电力两个产业相关，两者各成体系又紧密联系，并且存在上下游的供应链关系，既合作又竞争，竞争主要集中在中间产品即电煤的价格上。中间产品市场是一个特殊的市场，它夹在煤炭市场和电力市场中间，受各种因素的影响和制约。在煤、电纵向产业链中，煤炭和电力产业处在链条的不同位置，煤炭的产品是电力的投入品，在中间起到连接作用的就是电煤，并且关键因素在于电煤的价格。因此产业链能否实现均衡，就在于产业链的结构及其通过这个结构作用的各个外部因素对电煤价格的合理形成。

除了上述影响因素外，国际市场的煤炭价格和相关产业产品价格也是不可忽视的重要因素。我国国内煤炭市场对国际煤炭市场的依赖程度不大，我国煤炭需求主要依靠国内供给来满足，国内外煤价的联动性不是很强，但国际煤价很大程度上影响着国内煤炭进出口，进而体现在国内煤价上。随着市场的进一步开放，国际市场煤炭价格走势对国内市场煤价的影响将日益加剧。相关产业产品价格主要是通过上游产品价格的变动直接影响煤炭的生产成本，进而影响煤炭价格传导的。下游行业尤其是电力、钢铁、冶金、化工等重点耗煤行业的生产、经营状况都将直接影响煤炭供需，是影响煤炭价格的重要因素。

3. 规制因素

我国电煤的价格形成机制经历多次的反复，政府对形成合意的电煤价格要采取何种规制举棋不定，究其原因，主要是规制受经济实际因素的影响，使得建立合理的市场化电煤价格的目标服从了诸如工业化发展、物价稳定等被认为是更重要的宏观经济指标。毋庸置疑，从宏观经济学的角度讲，保持经济的持续快速增长和物价总水平基本稳定是两个最重要的宏观经济指标，电煤价格作为资源领域要素价格的一部分，在宏观经济环境和国内总体市场化水平有待提高的情况下，做出适当控制是非常有必要的。中国式渐进增量改革要求在经济的初期，在市场化的大背景下实行“双轨制”，然后再逐步将计划轨并入市场轨。计划经济时代，政府对煤炭价格采取完全管制的政策，然后逐步放开，直到 2006 年电煤价格彻底结束双轨制，基本由市场调节定价，规制因素始终对我国电煤价格的形成产生重大影响。

8.5.3 煤电价格传导影响分析

解决煤电行业矛盾，协调煤电价格，不能只考虑煤电行业本身，而要将煤电行业放在整个国民经济系统中考虑，考虑其对其他行业乃至整个国民经济的影响，这样才能真正实现二者的协调。煤电价格对经济的影响表现为煤电价格通过不同的产业链条的传导过程。煤电价格传导机制指煤炭价格、电力价格受多种因素影响而发生变动并通过一定的途径或渠道与相关价格相互作用的过程，煤电价格发生变动会引起其他行业的连锁反应，形成传导影响。煤炭价格、电力价格或者二者同时发生价格变动会直接或间接导致相关行业产品的价格变动，这些行业进一步影响其他相关行业，循环往复，形成一连串的连锁反应。

煤电价格传导是基于成本的价格传导，同时也受到下游产业利润率和供求状况的调节。以煤炭价格上涨为例，第一步，煤炭价格的上涨以成本形式导致发电价格上涨，上涨程度同时受电力市场供求及发电行业利润水平的影响，市场越供不应求、行业利润越低则涨价传导越完全；第二步，发电价格的上涨导致输、配电价格上涨，进一步导致销售电价上涨；第三步，销售电价的上涨传导至其他产业及终端消费领域，引发 CPI 的上涨。

煤电价格主要沿以下几条路径传导：

（1）煤炭价格的主要传导路径。煤炭作为重要的原料，其价格变动引起电力、冶金、化工、建筑等下游工业生产成本的变动，成为推动电价、钢材、化工等价格波动的重要因素，进而又会波及这些产业的相关商品价格，影响 PPI。如煤炭价格会直接影响电力、燃气、冶金、非金属矿物制品等行业的价格变化。而电力对水、金属、石油、非金属矿采选及制品业影响较大。

（2）电力价格的主要传导路径。由于电力行业的公用事业特性，电力价格多年来一直受国家管控，价格不能自由调整，行业对经济的敏感度相对不高。随着电力行业市场体制化改革的进程，对经济的敏感度已经不容忽视。电力行业作为关系国计民生的基础性产业，是国民经济发展和社会进步的重要前提条件。电力价格的波动将直接影响到国民经济的各行各业，以

及居民的日常生活。按照电力直接和间接消耗程度，电力影响最大的行业依次是水的生产和供应业、金属矿采选业、金属冶炼及压延加工业、金属制品业、非金属矿物制品业、化学工业、非金属矿及其他矿采选业、煤炭开采和洗选业等。电力价格的变动将直接对这些行业产生重大影响，而这些行业的变动又会将此价格的影响继续传递给其下游企业。

（3）煤电价格的主要传导路径。我国一次能源以煤为主，煤炭处于煤能源结构中的主导地位，而且短期内不会发生改变，而电力结构又以煤电为主，因此煤炭与电力的协同关系是不可回避的。煤电价格同时变动时总体上来说对非金属矿物制品业、燃气生产和供应业、石油、金属业、水生产与供应业、化学工业、建筑业等行业影响较大，然后再通过这些行业将影响传导至其他相关行业，产生连锁影响。

煤炭作为不可再生资源又是我国目前占主导地位的一次能源，燃煤火电短期内占据电力结构的主体，煤炭价格是影响电力成本的主要因素，电力价格制定除考虑其成本外又必须考虑社会承受力，故煤电矛盾又集中于电力行业，电价是其核心问题。电力结构的调整及电价机制是协调煤电价格的根本所在。

8.6 电力市场模式

8.6.1 电力市场的四种模式

电力市场模式是电力工业改革所建立的一种电力市场的体制形式。具体地说，是指电力工业发、输、配、供电各环节以及市场交易机构和监管机构之间形成的关系形式。

世界上很多国家都根据其电力系统自身的特点，建立不同类型的电力市场模式。一般来说，一个电力市场模式是否适合该国国情可从三个方面来衡量：

（1）是否满足一般商品市场的要求。比如，是否确保电力市场的有效监管，是否有利于促进市场公平竞争，是否维护消费者的利益。

（2）是否充分考虑到电力商品的特殊性与电力市场的复杂性。比如，是否有利于电力系统安全、可靠地运行。

（3）是否有利于电力工业和国民经济持续、稳定发展。比如，是否按电力市场改革的既定目标实现电力市场化改革，资源是否合理利用，是否鼓励绿色电力的发展，是否有足够的适应能力且留有足够的发展余地。

电力市场的实质是通过建立一个充满竞争和选择的电力系统运营环境来提高整个电力工业的经济效益，竞争和选择是市场机制互相依存的两个方面。根据竞争和选择的不同程度，可将电力市场分成四种模式：垄断型模式、单一购电者模式、批发竞争型模式、零售竞争型模式。

1. 垄断型模式

垄断型运营模式在发、输、配、供电四个领域均是垄断的，即电力公司对其服务区域内的电力生产和销售实行垄断专营，其他公司不能在本地区售电。它的基本特点是整个电力工业是一个垂直的（发、输、配、售电环节）高度集中的管理系统。政府公用事业管制机构有权对运营区域、电价等进行管制。这种模式如图 8-5 所示。



图 8-5 垄断型模式

垄断型模式的形成，与电力产业资金密集、建设周期长有关。由于在电力产业发展中，大系统的规模效益鼓励了一定区域内电力公司的合并，形成发、输、配电一体化，从而提高了生产率。另外，经营者在投资、管理电力产业时，要求风险较低。在垄断型运营模式下，电力公司拥有并经营发电厂。电厂和电网的建设费用通过电费转嫁给客户，降低了投资的风险，在这种模式下，可以做到发、输、配电的整体规划和运行，从而获得较大的规模效益和供电可靠性。同时，也带来了相应的负面效应：不利于激励发电厂降低发电成本，发电领域没有竞争，客户也没有选择市场的机会，只能接受本区域电力公司的电价和服务。

2. 单一购电者模式

这是将竞争引入电力工业的最初级模式。这种模式下，为了避免垄断型模式下没有竞争的弊端，也为了在发电领域引入竞争，采取的一个策略就是在电力市场中创建一个单一购电者（single buyer）机构，由单一购电者向所有发电商购电，再将电卖给供电公司。各个发电公司相互竞争，但不允许通过输电网将电直接卖给最终用户。这种模式如图 8-6 所示。

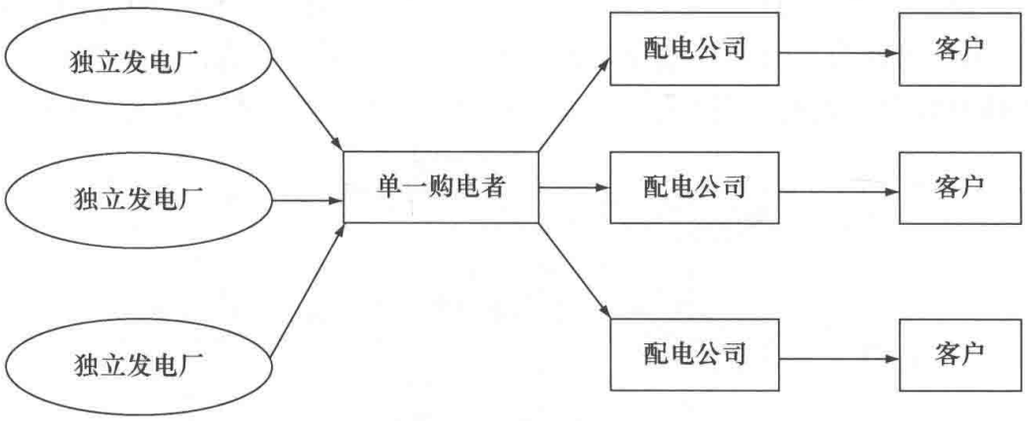


图 8-6　单一购电者模式

这样，在发电领域独立电厂的基建和运行两个环节引入竞争机制，由发电厂独立承担建设和运行的大部分风险。在单一购电模式下，允许建设多种经济成分、多种所有制形式的独立发电厂，从而促进电力企业的运营模式从垄断走向竞争。

引入竞争机制之后，单一购买者一方面可以从许多不同的发电商中选择，以鼓励发电阶段的竞争；另一方面，发电商不能直接进入输电网络把电卖给最终用户，这样，就造成购买中介在输电网和与最终用户的交易上有垄断权。在这种模式下，电力系统各发电厂与电网分开，成为独立的法人；发电市场存在唯一的买电机构，各个发电公司相互竞争，向这个机构提供电力，电网经营机构向发电公司买电并向配电公司或用户供电；输电网、配电网仍然垄断经营。这种模式的主要特点是：

（1）在发电领域（例如电厂基建和运行）引入竞争机制，允许多种经济成分、多种所有制形式的电厂存在，电力生产成本方面具备自我约束机制。

（2）电网运营管理机构成为电网运行中枢，负责整个电能买卖的经营和操作，以及整个电网的安全可靠运行，对电网的建设和电网的优化具有激励机制，同时承担了电网建设、买卖电力的风险。

（3）输电和配电仍垄断经营，为保证各独立发电公司（或发电集团）平等参与竞争，电网公司对买卖双方的运行操作须坚持公平、公开、公正的原则，电力交易过程始终要在法律和政府的有效监督之下。

(4) 电力用户没有选择供电的权利。

(5) 各电网之间通过电网运营管理机构进行电力交易,配电公司不能同相邻的电网进行电力交易。

由于在占电能主要成本的发电领域引入竞争机制,这一模式对控制电厂基建成本、减少生产运行费用具有重要作用。另外,从传统的垄断经营模式过渡到发电市场竞争模式比较容易,对于市场机制不甚完善的发展中国家来说,这一点是十分重要的。但由于这一模式只是在发电领域引入了部分竞争,使得竞争有限,单一购电机构的电力买卖仍然是一种垄断行为,电网不开放。

3. 批发竞争型模式

批发竞争模式就是发电公司以竞争形式向零售公司和配电公司售电,配电公司和零售公司也可在市场上购电。但是,终端客户不能直接进入,从市场购电。配电/零售公司对最终用户仍然有垄断权。在发电与电网分离后,输电与配电分开经营,发电竞争,输电网开放,并提供有偿服务;配电公司仍然对用户垄断经营(专营区),但售电公司获得了购电的选择权;大的电力用户获得了购电选择权。与单一购电者模式相比,此模式的主要特点是在发电领域继续引入竞争机制的同时,允许配电/零售公司选择供电伙伴,批发竞争模式如图 8-7 所示。

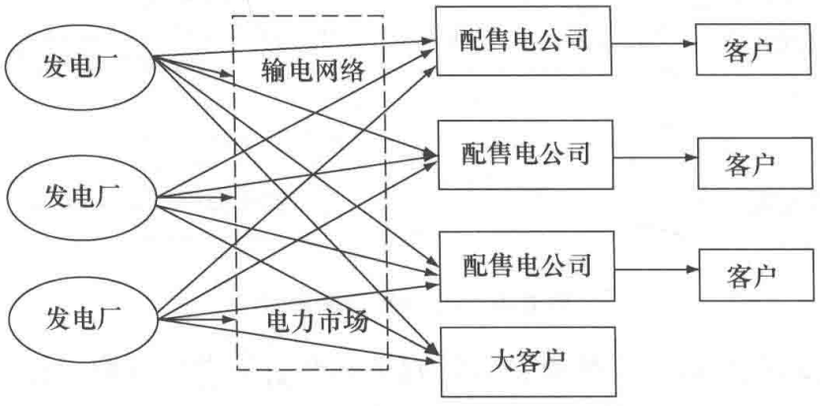


图 8-7 批发竞争型模式

批发竞争型模式具有如下特征:

(1) 发电领域引入竞争机制体现在发电厂建设和运行两方面,但此时,发电厂所发电力不必全部卖给电网运营机构(如电力库),可以通过与配电/售电公司直接签订合同或者进入实时电力市场把电直接卖给配电/售电公司和大用户。

(2) 输电网向客户开放并提供输电服务。尽管独立发电厂所发电能可以直接卖给配电/零售公司和大用户,但仍然必须通过输电网传送,这时,要求输电网必须向客户开放,并有偿地提供输电服务。电网运营机构(电网公司)负责电网的运行、控制和实时电力市场管理,组织输电辅助服务,电网公司风险降低。

(3) 配电/售电公司获得选择权。在这种模式下,配电/售电公司有选择供应商的权利,既可以从电力市场也可以从发电公司购电,承担了买卖电力的风险。一般是通过签订合同或者在实时电力市场上进行,但对其运营区域的供电仍实行专营,即配电网仍不开放。

(4) 买卖双方共同承担市场风险。电价不再由电网运营管理机构(如电力库)统一确定,而由买卖双方根据电能供求变化情况协商确定。因此,市场风险不再由电网运营管理机构承担,而由独立发电厂和配电公司共同承担。

(5) 政府管制作用更加重要。在市场竞争范围不断扩大的同时并不能削弱管制的作用，反而需要进一步加强。因为电网运营管理机构对电网的运行管理仍然是垄断的，为了确保电网安全经济地运行更需要加强统一调度，而且在这种运营模式下，更需要对市场竞争主体加强监控。总之，在该阶段，市场更多地允许发电商与售电公司通过合同方式实现交易。大的电力用户获得了购电选择权也是这一模式的特征之一。

批发竞争型模式被认为是一种过渡模式，对于拥有复杂电力系统的发达国家，在采用零售竞争模式之前，往往会采用批发竞争模式，待时机比较成熟后，再向零售竞争模式过渡。

4. 零售竞争型模式

随着电力市场的发展，电力供应商和客户的选择权进一步扩大，当所有终端客户都具有选择供电方的权利时，零售竞争型模式就应运而生。批发竞争型模式只允许一部分大用户有选择供电商的权利，其他用户没有选择权，在市场经济中就出现了不公平问题。随着市场的发育和完善，应使所有用户都获得购电选择权，如图 8-8 所示。

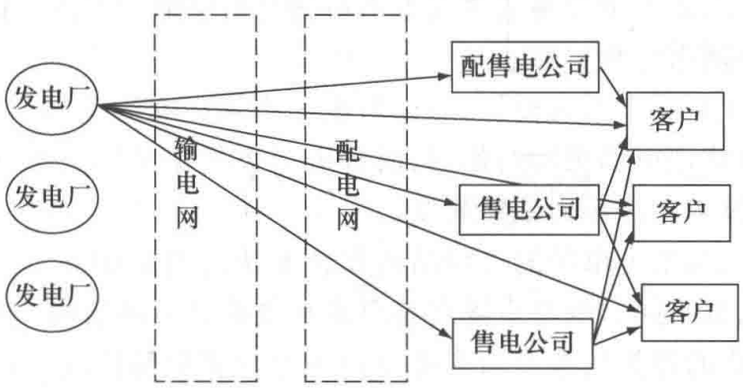


图 8-8　零售竞争模式

在该模式中用户获得了选择权，发电环节和零售环节都展开较完全的竞争。零售竞争模式的主要特点有：

(1) 配电网与输电网一样，都向用户开放零售竞争模式，提供配电服务，收取服务费。

(2) 售电公司不再对中小用户垄断经营。

(3) 发电厂直接受用户选择，同时也获得选择用户的权利。

(4) 所有用户都可以直接从发电厂买电，获得了选择权。

这种经营模式，选择和竞争范围加大，市场竞争更为激烈，竞争各方承担风险，因而更注重效益的发挥，对采用新技术、降低生产成本形成良好的激励机制。这种模式的运作，需要建立十分完备的法律法规和功能完善的技术支持系统。这个阶段是各级电力市场的成熟阶段。

零售竞争模式被普遍认为是一种很先进的模式，是拥有复杂电力系统的发达国家的明智选择。该模式适用于具有完善市场结构、政策和法律的国家。

以上四种目标模式实际上主要回答了两个问题：独立的发电公司可以把电卖给谁？谁获得了选择权？可以说这四种目标模式都是指导型的粗线条模式，对于很多问题尚难以回答。比如：各模式应采用什么样的贸易合同？在输电服务中如何考虑发电厂的不同位置和调度方式？如何理顺电网运营管理机构与其他利益主体的关系？对于电力市场监管的具体要求，采用什么样的管制模式？要解决在批发和零售竞争模式中出现的利益冲突、内部交易和市场垄断等问题，如何打破电力公司现有的组织和运行机制？

以上四种目标模式主张，为了提高输电网的经济效益和维护电力市场交易的公平、公正和

公开性，输电网应该统一规划、建设、管理和调度，并成立全国统一的输电网络。这样，对处于垄断地位的输电网络进行管制自然是必要的，这将引导输电和配电公司实现资源的优化配置，尽可能使社会福利最大化。但具体采用何种管制模式还有待研究。

该目标模式是一种静态模式，其实施前提是电力供大于求或电力供求至少基本平衡。在某些特定情况下，如国际、国内经济形势的变化，有可能导致电力供求急剧波动，市场模式如何应对外部环境的变化，以避免可能发生的电力危机，仍需进一步探讨。

综上所述，从垄断型模式到零售竞争型模式的过渡是电力市场走向成熟的标志，但此过程应该由监管机构监控。电力市场的四个目标模式指出了电力工业改革与发展的大方向和一种趋势，具有积极意义。但对于具体采用某一模式的电力系统来讲，如何处理和完善相关问题也是不容忽视的。

8.6.2 电力交易模式

电力市场交易模式，即由于交易主体在电力市场交易中的参与方式以及交易地位、交易自由度的不同，构成的不同市场交易形态。

电力交易模式往往是基于人为设计，通过对电力市场中交易主体、交易方式、交易内容与交易关系进行设计，以体现市场机制的作用，而且电力市场交易模式往往随着改革者的目标、改革的深入以及交易技术的进步而不断演变。

电力市场交易模式与电力市场的市场结构和技术状况密切相关，市场结构和技术状况不同，电力市场交易模式也不同。电力市场交易模式必须满足市场结构和技术状况的要求。

电力市场交易模式的种类按市场结构可分为双边合同交易模式、转供交易模式和电力交易中心模式。

1. 双边合同交易模式

双边合同交易模式是一个大用户或者售电批发商以商用合同的方式定向向一个或者多个发电商购电，这种合同是实物合同。双边交易有不同的期限，从几个月（短期双边合同）到几年（长期双边合同）。合同中应包含交易的电力和电量、交易时间和交易价格。购电量及电价是确定的，不随市场条件的变化而变化，此时，发电侧和售电侧均已放开竞争，可能是全部放开竞争，也可能是部分放开竞争。

双边交易和双边交易合同可以规避电力市场价格波动的风险。但是，如果合同价格固定，市场价下降对客户不利；反之，对电力供应商不利。双边交易和双边交易合同在各种电力市场模式中都存在。

2. 转供交易模式

电力市场中的转供交易，就是参与交易的电力供应商通过第三方的输电网络将电能转供给客户（客户可以是电力公司也可以是电力终端消费者），负责转供电力的输电网络收取转供服务费。这要求提供转供的输电网络的拥有者必须与电力供、用方在经济上相互独立，而供方与用方可以是相互独立的，也可以是统一的经济实体。

需要转供服务的电力系统成员即电量的供、用方，大致有三种：电力公司、独立发电厂、客户。根据它们的组合，转供可分为以下四种类型：

（1）批发转供，即供、用方均为电力公司时，中间电网提供的转供业务。批发转供的交易方均是电力公司，所以不涉及电力公司的内部体制，如电厂的管理、客户的供电、营业区域等，对现有管理体制的影响较小。

(2) 发电转供,即独立发电厂向非本地区电网的电力公司售电时,有关电网提供的转供业务。发电转供将在供电方引入竞争,但不涉及客户市场。

(3) 客户转供,即客户从非本地区的电力公司购电时,有关电网提供的转供业务。客户转供扩大了客户购电的选择范围,增加了客户市场的竞争。客户转供彻底取消了营业区域的专营概念,打破了电力公司对客户的垄断。

(4) 发电—客户转供,即独立发电厂向客户售电时,有关电网提供的转供业务。发电—客户转供使得客户除了从电力公司购电外,还可以从独立发电厂、自备发电厂等供电商处购电,最大限度地体现了电力市场中发电厂和客户的自由选择,进一步增加了供方和客户市场的竞争。

3. 电力交易中心模式

电力交易中心模式是当今世界比较盛行的一种电力经营方式。它类似电力联营公司,但不是一个全功能的独立经营单位,各个成员的关系比联营公司要松散得多,它只是组织各成员之间的联合活动。电力交易中心模式是发电商向电力交易中心报价销售电力,售电商向电力交易中心报价购买电力,成交的发电电价和售电电价之间的差价即为过网费,此时,发电侧和售电侧已经全部放开竞争,如图 8-9 所示。

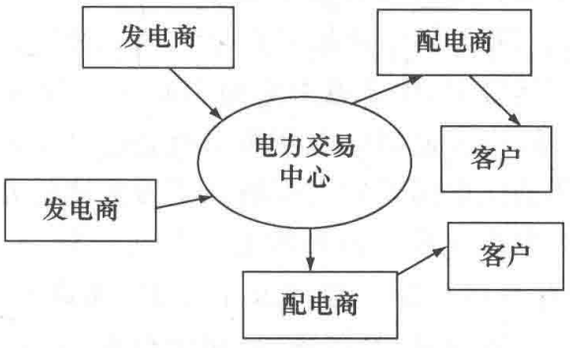


图 8-9　电力交易中心模式构成

电力交易中心的主要功能是组织联合投资计划,组织联合经营活动,组织电力交易中心的招标、投标活动。电力交易中心的作用主要包括:

(1) 优化资源配置。

(2) 提高投资效果。组织实施电力交易中心内各个电力公司的共同发展任务,可以建设较大的技术先进的发电厂,来满足用电要求;可以联合建设输变配电工程,加强网架和提高技术装备水平,实现电力交易中心的统一规划效益;可减少备用容量;可分散发展风险和经营风险。

(3) 提高运行效果。在电力交易中心范围内,可以取得最节省的调度成本,可以取得最小的运行维护费。

(4) 提高可靠性。可以取得最好的质量效益,较好地解决电压、周波质量和减少停电次数。

电力市场交易模式按交易时间和内容分类又可划分为中长期合约交易市场、期货与期权交易市场、日前交易市场、辅助服务交易市场、实时交易市场几种。实时交易市场是在 15 分钟(或者 30 分钟)以内的交易,组织实时不平衡市场,通过竞争发现实时市场价格,对于确保电力系统的安全和电力瞬时平衡不可缺少。日前市场发挥的作用是,落实中长期合同电量,组织日前竞价,通过竞争发现日前市场价格,制定满足电网安全和经济的机组开停计划。中长期合

约市场中交易的中长期合约是中长期实物交货合同，它可以通过竞价产生，也可以双边签订。期货与期权交易市场是进行电力期货和期权合约的交易，起到规避风险、稳定价格的作用。辅助服务市场则是为了电网的安全稳定，通过竞争发现保证电力商品质量的有偿辅助服务的市场。

8.7 我国电价改革及政策措施

8.7.1 我国电力市场化改革进程与行业规制分析

1. 我国电力市场化改革进程

我国电力工业的发展是从国有电力企业垄断经营、政府高度统一集中管理的模式下起步的。1949—1985 年间，受计划经济体制影响，电力行业体制的基本特征是政企合一，国有电力企业实行纵向垄断经营，电力工业的投资和运营费用由中央政府拨款，营业利润全部上交国家。计划体制制约了多元化投资的可能性，电力系统的进入壁垒森严、准入限制较多，长期缺电的状况使得电力成为国民经济发展的“瓶颈”。1985 年，为了缓解全国电力严重短缺的局面，国家出台了集资办电和还本付息的电价改革政策，电力投资体制发生了重大变化，出现了多元投资和多家竞争的格局。1997 年后开始了以电力政企分开和引入竞争为核心的市场化改革，明确提出要彻底实行厂网分开，建立电力交易机制和监管机制，在发电环节上实行公平竞争、竞价上网。1998 年 3 月，中央撤销电力部和水利部电力管理局，成立国家电力公司并脱离政府序列，将以政府为主体的供电模式向以市场经济为主体的办电模式转型。1998 年启动上海、浙江、山东、辽宁、吉林、黑龙江等六省市的电力公司进行“厂网分开，竞价上网”的改革试点。2002 年，国家发展计划委员会提出新的改革方案，确定了电力体制改革的总体目标。电力体制改革的基本思路是：厂网分开、产权重组、输配分离、完善法律、强化结构、配套实施、稳步推进。2003 年 7 月，国务院发布了《电价改革方案》，相继开展了上网电价、输配电价和销售电价改革试点。2005 年国家发改委同时出台了《上网电价管理暂行办法》《输配电价管理暂行办法》和《销售电价管理暂行办法》，对 2003 年国务院出台的《电价改革方案》进行了细化，这是电力市场改革迈出的重要一步，新的电价管理办法确定了上网电价和销售电价的市场竞争机制，明确了输配电价格的成本决定机制，标志着作为电力体制改革核心问题的电价改革已经从政策层面上开始破题。

2. 我国电力市场规制现状

我国的电力工业是在计划经济体制下发展起来的，电力行业的制度演进受到制度初始条件和现有制度环境的影响，其行业规制体制特征主要表现在：

（1）在市场化的进程中电力行业的垄断呈现多样化。表现在：第一，电力行业垄断，也就是在传统意义的行业管理上，政府把电力工业视为具有自然垄断性质的行业，承认电力市场中的垄断公司，允许其独掌垄断市场，并给其垄断经营者特许经营权，同时对电价进行监察；第二，电力行政垄断，中国电力产业规制体制的制度初始条件是计划经济体制下“条块分割”“层层分权”的体制，从电厂兴建的立项、审批、建设，到发电计划的下达，电力销售的统一调配，电价“成本加利润”的确定方式，都打上了政府意志的烙印，这种层叠式的行政垄断，很容易造成主管部门职能膨胀，形成部门垄断；第三，电力企业垄断和电网垄断局面依然没有改变。

(2) 国有制为主的电力企业所有权结构。从国有电力企业垄断经营、政府高度统一集中管理模式下起步的我国电力工业,在计划经济体制下,政企合一,缺乏竞争,电力系统的进入壁垒森严,制约了其多元投资的可能性,致使电力产业发展严重滞后于整个国民经济的发展。国有产权缺陷带来效率激励明显不足,比如预算软约束、经营者追求自身利益最大化、企业效率低下等国有企业病在电力行业普遍存在,在国有的背景下,企业目标往往是政治目标和利润目标的混合。在此情况下,国有电力垄断企业提高总利润的唯一途径就是进行固定资产的扩张。因此,国有垄断企业具有过度使用资本的倾向。

(3) 电力市场结构不合理,电网建设落后。在电源结构上,水、火、核电比例结构不合理,大容量、高参数发电机组比重较低。目前,我国火电约占全部电力装机容量的 77.3%,而核电不到 1%,我国水电资源丰富,但水电开发程度极低;在电力企业结构上,高耗能、高污染的小机组大量存在,中小火电比例过高,很难达到规模经济。经济发达国家的发电、输电、配电投资比例一般为 1∶0.5∶0.1,而我国近 10 年来的投资比例为 1∶0.25∶0.5,极不合理。这就造成我国电网建设长期落后于电源建设,电网技术标准低,结构不强,调峰能力不足。输变电网现状已成为电力产业发展的瓶颈。

(4) 不完善的电价形成机制。我国的电价形成基本上是个别成本基础上的成本加成推进型,对成本、造价没有明确的规定和约束,导致企业缺乏降低运营成本的激励。企业运营的低效率,造成了电力成本和电价不断上升。此外,电力公司内部没有对电厂、电网成本分开核算,定价透明度不高。在电价体系上,没有形成科学合理的地区差价,电力资源不能很好地由富裕地区向贫困地区流动,消费电价不合理且结构扭曲,表现在:居民生活电价远低于商业和工业用电价;城镇居民用电价与农村居民用电价不一,农村用电价普遍高于城镇用电价。

8.7.2 我国电价存在的问题

电价是电力改革的核心问题,是电力供需双方利益矛盾的交汇点,没有良好的电价形成机制,电力市场就无从谈起。目前,我国现行电价形成机制还存在一些问题与弊端,有的问题是电力体制改革后出现的新情况和新问题;有的则是长期积累形成的,在电力全行业垄断的条件下被掩盖了,现在随着电力体制改革,形成了不同的市场主体,这些问题得以充分暴露。

1. 上网电价形成机制不合理

上网电价形成机制不合理造成电价管理秩序混乱,致使发电企业出现亏损。上网电价是指独立经营的电力生产企业即发电企业向下游输电企业输送电力产品的售电价格,是销售电价的重要组成部分,然而,上网电价不能从根本上反映价值规律,还涉及其他因素,如承受能力、产业政策甚至扶贫这样的财政转移支付职能。对于上网电价,政府的定价原则是“还本付息”,即上网电价能够保证发电企业偿还贷款本息,同时保证上缴税收并有一定的利润,发电企业的上网电价往往是由政府与企业一对一谈判达成的,因此,上网电价不仅是一地一价,甚至是一厂一价、一机一价,造成电力项目价格种类繁多,层层加价,电价管制秩序混乱。

2. 输配电价无独立价值表现,不利于电网企业的发展

我国输配电价比重不合理,输配电价占销售电价比重偏低。2000 年以来,我国按终端销售电价扣除购电价和线损后的输配电价水平为 0.100—0.178 元/千瓦时,占销售电价的比重为 24.1%—28.8%。根据美国能源信息署的统计资料计算,2000 年以来美国输配电价水平为 3.0—3.5 美分/千瓦时,占销售电价的比重为 32.1%—48.6%,比我国高 8.0—19.8 个百分点。另外,我国电网企业电力销售利润率很低,而美国公用事业公司电力销售利润率高达

10.1%—13.9%，这也是导致电网环节价格水平偏低的原因之一，我国现有电价结构值得考究。如果上网电价不断攀升、销售电价又得到严格控制，则电网经营的合理收益无疑将得不到保证，这会使得电网企业无力新建电网项目，输配电网薄弱的状况难以改善，从而不利于电网的正常发展。如果成本和电价又存在较大差距，其可能利用的空间只能在上下游：一是降低上网电价，二是提高销售电价。但是一方面，目前在电力紧缺的情况下，地方政府高度重视电源建设，而上网电价上涨则不利于吸收投资；另一方面，销售电价上涨会影响地方耗能企业的竞争力，而社会舆论敏感的居民用电和农电价格更是难以上调。因此，输配电价实际操作非常尴尬。究竟是我国的输配电环节成本控制优于国外，还是我国的发电成本太高？这都需要明确的输配电价。输配电价的独立价值表现，有利于电网企业自身的成本控制，更有利于电力市场的发展。

从我国现行电价形成机制分析，我国实行包括上网电价和销售电价的两端定价，在输配电环节，除个别跨网联络线核定了输电价格外，电网输配环节基本无独立价值表现，输配电价只是由销售电价减去上网电价的倒算法估计而得，现有的定价机制既没有上网定价和销售电价的联动，也没有按照购电成本和用户对系统容量的实际占用进行价格核算，所以直到目前为止，我国不同分类用户的销售电价也是不合理的。一方面，销售电价受到政府的严格管制，发电环节的投资和经营管理不善所造成的上网电价上升会使得电网经营的合理收益得不到保证，从而会影响电网企业的正常运作；另一方面，电网企业自身的成本控制也缺乏依据，无法区分输电环节和销售环节的成本，也就无法进一步合理提升企业经营效益。

3. 销售电价结构不合理，违背价值规律

我国目前的销售电价结构是一种多轨制的价格体系，对用户的待遇不平等，除对计划内、计划外和超定额用电实行不同的价格外，还在目录电价的基础上乱加价、乱收费，使电价进一步复杂化。对用户的分类也不够科学，各类用户间的交叉补贴现象严重。

为了减轻居民电费负担，在实现各种加价和收费时，均照顾了居民生活用电，致使目前居民生活电价比商业和工业电价要低很多。工业用电则因承担了居民生活用电的优惠负担而造成工业电价偏高，加大了生产成本，降低了企业赖以生存的产品竞争优势，不利于整个国民经济的发展。此外，对特殊行业如农业生产和部分高耗能行业的政策扶持不是通过行业补贴，而是通过低电价来完成的。国家既然把电网企业作为市场竞争的主体，要求企业追求合理收益，就不该把理应共同承担的社会责任全部转嫁给电网公司来承担。

在电力产业中，进行分时定价有利于削峰填谷，管理电力需求，提高电力资源的利用效率，从而降低平均供电成本及提高系统的可靠性。由于峰谷电价和季节性电价是建立在两部制电价基础上的，基本电价不变，只是在电度电价上实行峰谷电价和季节性电价，峰谷差价和季节性差价拉不开差距，因而不能很好地发挥作用，严重影响使用峰谷分时电价的积极性。用户将高峰用电转移到低谷是要付出代价的，如果差价不大，节省的电费不足以弥补其代价，用户就没有利用低谷电的动力。

我国商业用电的总体价格水平高于工业用电将近一倍，这是计划经济条件下优先保证生产、抑制消费需求思路的产物，与我国当前发展第三产业的政策不相适应。近几年，我国商品市场发展迅猛，商业设施大为改善。随着照明、空调、电梯等电器的大量使用，商业企业耗电量剧增。然而，由于过高的电费使商业企业不敢多用电，许多电力服务设施限制使用，这种状况对于商业企业的成长是不利的。

4. 煤电联动实际运作困难

2004 年 12 月国家发改委明确了我国实行煤电价格联动的机制措施。煤电价格联动机制有利于把能源市场的供求关系准确地传导给下游的生产者和消费者,从而节约能源,提高效率,在一定程度上能够缓解煤电价格突出的矛盾,保证国民经济的正常运行,为电力市场进一步改革创造条件。但是在实际操作中,仍然存在问题。

一是煤电联动机制实施不规范。电力成本的传递机制尚未形成,终端销售电价与电力生产成本变化没有形成联动机制。

二是有可能引起价格的轮番上涨,最终导致成本推动型的通货膨胀。煤电价格联动机制意味着如果煤炭价格上涨,电力价格也将上涨,将使占我国电力消费量 75% 以上的工业部门承受大部分新增的经济负担,最终这种负担将通过提高工业品价格转嫁给消费者,引发社会物价上涨,如果控制不好,可能引起通货膨胀。

三是不利于电力体制改革。煤电价格联动之后,电厂只能采用成本法来核定上网电价。否则,煤电价格联动将无法实施。而在同一个电网公司、不同电厂的上网电价必须依据竞价原则来确定,竞价的结果可能高于或者低于煤电价格联动之后的价格,这样,竞价上网机制与煤电价格联动的规定就产生了冲突。而在竞价上网的前提下,控制煤炭价格涨幅也会在很大程度上导致市场的价格信号失灵。这种情况下,电价市场化改革与成本法计算将难以协调电力体制市场化改革的框架。煤炭价格的形成靠市场,而电价受国家控制,电力价格根本不可能随着煤炭价格的增长而无限制地涨下去,如果不将电价的形成机制和电煤价的形成机制统一起来,只是严格控制电力这个“出口”却不管电煤这个“进口”,煤电联动可能将难有作为。

5. 发电侧寡头垄断的市场结构不利于竞争性电价的形成

目前我国电力市场是垄断远大于竞争。即使是在发电企业被分拆的今天,由于少数发电集团控制了大部分的电力生产,虽然这少数企业之间仍处于竞争之中,但它们所具有的地位和力量能够通过合谋、领导价格制甚至是建立默认的报价同盟等手段来控制电价,达到占有垄断利润的目的,从而形成垄断价格。由于市场机制不健全,企业间平等竞争的条件还不完善,有形成新的企业性垄断的危险。事实证明,这种双重机制下形成的行政性和企业性的双重垄断交织状况将比任何单一性质的垄断危害更大,它只会使价格更加扭曲,企业更加没有竞争活力,使那些资源慢性过剩的发电企业继续生存,掩盖电力产业结构不合理的现象。

6. 电价监管不规范

在政府管制电价的市场经济国家,新建电站可行性分析的核心内容之一,就是运营后的电价能否为消费者接受。因而项目的批准前提是政府与电力企业在未来的电价安排上达成一致。也就是说,先定价,后建厂。而我国电力项目基本上都是建成后才向物价部门报批电价,顺序正好倒过来,是先建厂,后定价,价格监管主、客体关系倒置。另外,对价格管制机构的监督体系尚未建立。价格管制机构作为行使公共权力的公众代理人,必须同时兼顾消费者与被管制企业双方的利益。但在行使公共权力的实际过程中,具体的掌权者未必都能克服个人的感情倾向。此外,相对于被管制的企业而言,价格管理机构很难做到始终拥有相应水平和数量的技术、经济专家,受蒙蔽的可能性也是存在的。显然,一个抑制价格管制机构滥用权力和减少决策失误的监督体系极为必要。

7. 电价没有反映环境资源的利用成本

我国现行的电价没有反映出环境资源的利用成本。我国电源结构不合理,火电机组所占比例较大,而且由于缺电和投资者资金约束等原因,在火电机组中存在相当数量低效率、高污

染的小火电，从而加剧了环境的恶化。

8.7.3 我国电价改革政策措施

我国电力体制和电价机制存在的缺陷与问题，已经严重制约国民经济的发展。我国电价改革的总体思路应该是从国情出发，逐步引入竞争机制，尽可能打破垄断，重塑科学、合理、规范的电价形成机制和电价规制体制，建立竞争性电力市场，充分发挥电价在电力资源配置中的基础性作用，满足全社会不断增长的电力需求，推动我国电力产业走上可持续的良性发展道路。具体来说，就是在进一步改革电力体制的基础上，把电力产业划分成发、输、配、售电四个独立环节，并具有各自价格的表现，即将电价划分为上网电价、输电价格、配电价格和终端销售电价，建立与发电环节适度竞争相适应的上网竞价机制；建立有利于促进电网健康发展的输配电价格，实现销售电价与上网电价联动，使电价改革与整个电力体制改革协调发展，与电力市场模式和企业重组等改革更好地衔接。

1. 完善上网电价机制，提高价格管理的科学性和透明度

上网电价方面，改变以个别机组成本为基础的定价模式。按照社会平均先进水平确定新建机组的上网电价，加速淘汰落后产能，有利于促进电力企业降低成本，提高效率。

理论上说，两部制电价既可以实现发电厂建设成本的竞争，又可以实现发电可变成本的竞争，在一定程度上限制了发电企业获得超额收益，从而有利于保护投资者和消费者的利益。由于两部制电价中的容量电价由政府制定，政府可以通过根据电力市场中发电侧的特点制定不同标准的容量电价，来协调解决各种问题与矛盾。同时，从量电价则完全由市场竞争形成。另外，两部制电价有利于实现“同网同质同价”的原则，将现行的个别成本定价方法改为按社会成本定价，把现行在建项目投产后的事后定价改为事前定价，把现行一厂一价、一机一价的做法改为一网一价、同网同质同价。上网电价的核定，要以各电网满足边际电力需求所耗费的社会必要成本为基础，核定各电网的统一上网电价标准。在此水平范围内，推行上网电价的有限竞争，以保证投资者供电的积极性，实现国家对电价的调控。两部制竞价模式既解决了当前存在的问题，又引入了竞争机制，体现了公平竞争的原则。但是现行的容量电价还存在许多不足之处，并不能解决以上的问题、体现公平竞争的原则，因而应从以下两方面进行改进：

（1）对不同电力质量的电厂，按其在电网中的作用确定其分类，并且按机组的容量、投入运行的年限、是否还贷、不同运行方式进行分类，同类机组容量电价水平相同。集资新厂的容量年金不应用还贷年限和还贷利率来计算，而应以统一的经济寿命和社会贴现率计算，使得集资新电厂的容量价值不致过高，而国有老电厂的容量价值不致过低。电网统调电厂的容量电价由省级物价部门提出测算意见，报国家发改委核定，非统调电厂由省级物价部门核定，报国家发改委备案。电厂容量电价每年核定一次，必要时可以随时调整。

（2）对拟建电厂容量电价的制定尤为重要。因为容量电价中很大比重是由固定资本投资决定的。而电力工业是资金密集型产业，投资成本巨大。如果一座电厂建好之前就把造价搞得很高，财务包袱很重，甚至质量存在较大问题，那么它建好后，无论多么努力都没有竞争力，因为它先天不足，所以等到这个时候才搞市场化，只是亡羊补牢。因而，对于新开工建设的电厂的容量电价，应该采取市场竞争的方式形成。应该从招标选择业主开始，贯穿于招标选择业主、筹集资金、工程设计、设备采购、施工建设到燃料采购、生产运行的全过程。其具体步骤是，当政府部门或电网企业预测出市场用电需求增加，现有电厂难以满足用户的用电需求时，向电厂投资者公布用电需求情况以及需要增加的装机容量和机组类型，由投资商指出自己拟建电

厂的容量电价，电网公司将与容量电价较低的电厂经营商签订购电台同。签订购电合同后，电厂经营商开始建设电站。通过这种方式，可以规范和制约电厂投资，有效降低电厂造价。

同时，在煤电联动问题上，电力企业内控也很重要。两种措施可以疏理煤电联动：一是与上游煤炭企业协商电煤价格；二是调整发电企业内部机制，以缩减成本并提升效率。电力企业内控是更为重要的一步，因为煤价上涨不是发电企业亏损的唯一原因。五大发电集团不但没有实现当初市场化的竞争预期，而且机构庞杂、人员众多、市场化程度低。更为重要的是，五大发电集团近年来一直在盲目投资和扩大规模。尤其是山西、陕西等产煤较多的地区，电厂遍地开花，同时，为了扩充自己的发电能力，各发电企业盲目上马大型机组，发电企业每年新增机组远远大于用电需求的增长。大机组发电水平提高，虽然可以降低能耗、节约人力成本，但是并不一定带来相应的效益。因此，借理顺煤电联动之机，可以进一步限制发电企业上马大型机组，并对各地重复建设的电厂资源进行整合，之后，再考虑上网电价的调节。

煤电价格联动只是考虑了单一的煤炭电力价格上下游的联动影响因素，并不是完善的电价调整模式，建议参考国际管理先进经验，逐步实行季度电力价格调整方式，即根据电力企业的季度利润调整电价管理模式，核定全部电力企业的市场平均利润率为10%—20%。在超出核定区间时进行调整，即按季度进行考核并及时对上网电价进行调整：当利润率超出20%时，下调电价让利于用户；低于10%时，上调电价保护企业维持生产。可能有人认为涉及公益事业的电价不宜频繁变动，而事实上，这种电价变动是合理的。如实行一天三变的峰谷电价，在核定基本电价后，在高峰和低谷之间上下调整相同的幅度，在发电侧和用电侧同时推行峰谷电价，鼓励削峰填谷节能环保的发电、用电方式。又如实行多用即变的阶梯电价，对超过规定用电量和单位产品标准电能消耗指标的电量进行加价，推动低碳经济，落实节能节电工作。还有，实行煤电联动的浮动电价可以调节煤炭、电力市场的供应和需求，防止由于能源供应短缺而出现的缺电局面。实行差别电价还可以进一步促进节能和限制高耗能产业，保证国民经济正常运行的必备条件。

2. 建立合理规范的输配电价，加强企业财物管理

加快建立合理规范的输配电价形成机制，逐步提高输配电价，遵循市场的价值规律，留给电网企业一定的利润空间，使输配电价在销售电价中的占比接近合理水平，使输配电价真正能够反映输配电的真实成本，电网投资者能够得到合理回报，优化资源配置，使电网的投资步入良性循环。

根据输配电网络经营具有的垄断特性，输配电价应在政府规范、有效的监管中形成，并遵循“补偿合理成本、获得合理收益、有利规范监管”的原则，而输配电成本有两个构成部分：回收固定成本的固定费用，主要是基建和行政管理成本；回收与输配系统有关的可变成本的电量费，主要是维护线损成本。同时，政府监管输配电价，应当遵循市场经济规律和电力行业的基本规律，要模拟市场定价的方法。具体定价方法上，采取了成本加收益的办法，即在确定电网经营企业成本的基础上，加上合理收益。合理收益要能够保证电网建设贷款的还本付息和投资的合理回报，加快电网建设和改造。

输配电价改革的第一步是厂网分开时输配电价按平均售电价格扣减平均购电价格确定。第二步是随着电网的发展，逐步过渡到“成本加成”方式核定输配电价格。监管机构将制定成本规则，电网运营成本按社会平均水平确定。投资收益以电网企业有效资产和市场筹资成本为基础确定。第三步是当电网发展比较成熟时，选择“价格上限制”或“收入上限制”等基于业绩的监管方式。最终的目的是开放电力市场，优化资源配置，允许非国有资本进入输配电市

场、供电市场和零售终端市场。

针对目前我国电网较为薄弱，电网的主网架、输电网和配电网都比较滞后，电网企业很难通过盈利来筹集电网建设资金的现状，国家应该对电网公司进行一定的政策补贴，适当提高输配电价格在整体电价中的比重，这样才能确保电网公司既有更大的投资能力，又能促进电力系统的稳定运行。

3. 电价形成要充分考虑供电可靠性这一重要指标

高质量的商品其价格自然要比低质量的同类商品高，这是市场经济的观点。目前，电力部门对重要负荷基本上是无偿提供服务，这是违反市场经济规律的。电能的不可存贮性决定了电力生产必须与系统负荷实时匹配。而系统负荷变化的随机性和发、输、配设备故障的随机性，不可能绝对保证连续不断地供电。电力企业在向用户供电时出现紧急停电、有计划拉闸限电在所难免，尤其是在电力供不应求的时候更是如此。我国《电力法》明确规定："因供电设施检修，依法限电或者用户违法用电等原因，需要中断供电时，供电企业应当按照国家有关规定事先通知用户。用户对供电企业中断供电有异议的，可以向电力管理部门投诉，受理投诉的电力管理部门应当依法处理。"《居民用户家用电器损坏处理办法》也规定了供电企业给居民户造成损失的赔偿责任。因此，在我国电价形成机制中，反映供电可靠性的电价是十分必要的，这样用户可以选择支付较高的电费，获取供电可靠性较高的电能，让供电企业来承担停电给用户造成的损失，也可以选择可靠性较低的供电，少支出电费，自己承担中断供电的损失。

4. 优化销售电价结构，调整两部制电价比价关系

由于电力商品的特殊性，对不同的终端用户来说，电力产品的价值并不一致，他们消耗单位电力所占用的电力成本是不同的，其具体表现在：不同类别用户由于用电负荷特性不同，占用电力成本不同；同类用户由于受电压等级不同，用电时间不同，占用电力成本不同。所以，让用户合理地分摊电力成本显得非常重要。因此，在电力市场中，销售电价不应该是单一的，应该根据不同的消费者制定不同的销售电价。销售电价改革的基本方向是在用户能自由选择供电商的基础上，价格由市场决定。首先要改变目前各类电价与其用电成本之间严重偏离的状况，使各类电价能基本反映其成本，优化电价结构，科学划分用户类别，改变当前各类用户电价与供电成本严重偏离的现象。用户分摊费用的多少，与用户的用电电压、用电时间、用户所在地点及功率等因素有关。

合理调整两部制电价中基本电价与从量电价的比价关系，按照用电特性公平负担成本的原则，适当拉大电度电价在不同电压等级间的差价，同时拉大峰谷电价差距，争取改变以变压器容量计算基本电费的方式，统一以最大需求量计算基本电费，并且制定一些优惠政策，即凡是低谷时比高峰时多用的容量，可以大幅度降低基本电价，从而起到削峰填谷的作用。

销售电价结构应繁简适当且具有选择权。世界各国都对用电量较少的用户采用简单的电价结构，而对那些用电大户一般都设计了较复杂的电价；小用户从简，大用户从繁。电价的繁简程度主要是从技术经济方面进行分析，并且与整个电力系统的电源结构、调峰能力相关，同时，选择性电价是发达国家电价结构中的一大特色。与其设计一种包罗万象的复杂电价，还不如让用户在多种较简单的电价中进行选择。选择性电价设计的原则是使用户单位费用支出与供电成本的降低趋于一致。

销售电价的最终改革方向是在允许全部用户在自由选择供电商的基础上，由市场定价，建立科学合理的专营电价形成机制，减弱政府对电价的干预行为。

电价在调整电力结构中的主要手段是通过特定的电价机制，确定合理的电价水平和结构，

用价格信号调整电网和电源建设结构，调整水电、火电、核电及其他新能源的结构，以及各种电源、电网服务组合内容；在开拓电力市场中发挥作用，主要是为电力用户提供质优价廉的电力服务，结合电力公司信用政策，在电费结算中给予折让，以及提供多种可由用户自由选择的价格等，通过价格优势帮助电力营销者争夺替代品市场，扩大电力规模经济，并利用电价水平和结构引导用户，尽可能多地消费各种电力服务，并且按有利于电源电网资源优化配置的要求消费各种电力服务。

无论是结构调整，还是开拓电力市场，都是为了提高效率、降低公用事业的成本，以减轻居民用户和其他工农业用户的电费负担，降低社会成本，增强企业的商品竞争力，从而增强国家的竞争力。

5. 转变政府职能，理顺电价管理关系

理顺电价管理关系，首先要理顺中央层面的关系。要借鉴国外电力监管机构对电价监管的做法和经验，尽快实现电价监管职能由政府综合部门向行业监管部门的转移，形成独立、集中、高效的电价监管。转变政府职能，进一步明确电力行政主管部门和政府各部门之间在电价管理中的职责分工，以立法形式明确电价管理部门的机构设置、工作职责，出台规范的电价形成机制原则、计算方法和审批程序，建立市场竞争规则，设计市场结构，防止市场垄断和不公平竞争，提高政府管理的透明度。其次要理顺中央层面与地方层面的关系，合理分配电价管理权限，鉴于电网的自然垄断及网络特性，以及电网企业大都是中央企业的特点，建议电价的管理权限应适当集中在中央，不宜过多下发地方。只有这样，才能更好地促进区域电力市场的建立，促进电力资源的优化配置，维护电力市场的公平交易，保证国家电价政策得到贯彻执行，保障电力工业的健康、协调发展。

6. 完善电价监管制度，建立健全法律法规

从国外通行的做法看，对电价制定要实行的监管方式主要有成本加成法和最高限价法。成本加成法是指政府在一定期间严格审核成本，并按社会正常的资本报酬率核定利润；最高限价法是指政府不再核定成本和利润，而是在上年价格的基础上，规定一个上浮的幅度，这个幅度主要由预期通货膨胀率与政府规定的企业效率提高率构成。结合我国电网的实际情况，建议国家在初期采取成本加成法进行监管，其中电网成本分不同电压等级，按标准成本计算，电网的利润以资产为基数，而在电力市场的全面竞争阶段，可采用最高限价法进行价格监管。

电价监管是动态的电价管理，由于电力产品的特殊性，加上电价涉及面广、矛盾集中、政策性强，电价监管应以经济手段为主，但也必须遵循统一领导，结合一定的行政手段，通过现代化技术提高电价监管的水平和效率，使之更系统化和现代化。

电价形成决策过程要法制化。电价既关系到所有国民的切身利益，也是电力产业赖以生存和发展的基本条件，为保持电价政策的连续性和电价审批的公正性，必须使法律法规贯穿于电价形成的全过程。一方面，电价管理主体要由法律确定，即电价管理机构的设置、名称、职能须通过立法予以确定，法律未赋予电价管理职能的其他任何政府机构或社会团体，都不得从事与电价管理有关的活动；另一方面，电价形成行为法律化，电价形成、管理原则、调价公式、有关决策程序都要由法律确认，如电网何时提出调价申请、须提供哪些证明材料、政府审批时间、何时生效等。

本章小结

本章要点归纳如下：

1. 目前电力市场没有一个公认的、严格的定义，其内容也依赖于不同形式的电力市场的制度框架、组织结构，其形式和内容仍在发展中。尽管国内外学者对电力市场内涵有不同的定义，本章还是选取了有代表性的电力市场概念进行解释和说明。

2. 电力作为一种特殊的产品，决定了电力市场的基本特征。电力市场具有经济特征和垄断特征。电力市场最重要的基本原则是参与者之间的平等性和成本、定价的公开性。

3. 电力市场的基本要素是电力市场主体、电力市场客体、电力市场载体、电力市场的价格、电力市场的规则和电力市场监管。电力市场的基本形式主要包括：国家级电力市场、网级电力市场、省级电力市场、地区级电力市场和县市级电力市场。

4. 电力市场机制主要包括供求机制、价格机制、竞争机制、约束机制等。其中，价格机制是电力市场机制的核心，电价在电力市场中占据着核心地位。

5. 电价定价方式主要有：会计成本定价方法；最大利润定价法；边际成本定价法；平均成本定价法。

6. 电价管制下的三类定价模型：拉姆齐定价、线性定价与非线性定价。

7. 主要电价制度有一部制电价和两部制电价。前者是以发电企业长期边际成本作为电价的基础，以单一纯电量作为计价标的，不对容量电价和从量电价进行区分；后者由容量电价和从量电价两部分构成。

8. 影响和制约电价的主要因素包括供求状况、市场结构、交易成本、交易方式、政府管制、环境保护等。影响煤电价格的因素包括成本及供给、国际市场的煤炭价格和相关产业产品价格。

9. 电力市场分成四种模式：垄断型模式、单一购电者模式、批发竞争型模式、零售竞争型模式。电力市场交易模式的种类按市场结构可分为双边合同交易模式、转供交易模式和电力交易中心模式。

思考题

1. 如何理解电力市场的基本概念及其特征？
2. 电力市场机制的主要内容是什么？
3. 制定电价的原则是什么？
4. 简述电价定价方式和主要内容。
5. 简述电价管制下的主要定价模型。
6. 一部制电价和两部制电价的主要区别是什么？
7. 简述影响和制约电价的主要因素。
8. 简述影响煤电价格的因素。
9. 简述电力市场的四种模式。
10. 电力市场交易模式的主要内容是什么？

第9章 能源效率概述

【学习目标】

1. 学习并掌握能源效率的内涵。
2. 理解能源效率的测算方法。
3. 理解并掌握能源效率的影响因素。

能源是国民经济发展的动力，是现代文明的物质基础，安全、可靠的能源供应和高效清洁的能源利用是实现社会经济持续发展的重要保证。当前，能源短缺和能源消费引起的环境污染问题已引起全世界人民的关注，世界各国在寻求能源可持续发展道路时都把提高能源利用效率、节能降耗列为能源发展战略的关键环节。

解决能源供需矛盾，一般有三种思路：一是开源，即增加能源供给；二是节流，即抑制能源需求；三是增效，即提升能源利用效率，使得能源在投入不变的条件下实现更多产出，或者产出不变的条件下减少投入。对于经济发展而言，能源效率的提高属于“质量”的改善而非“数量”的变化。

对于能源效率的研究，本章重点关注以下几部分：首先是回答“什么是能源效率”以及如何测度能源效率的问题，其次是回答“哪些因素会影响能源效率”的问题，最后是回答“中国的能源效率如何”以及为什么存在能源效率差异的问题。

9.1 能源效率的定义和测算指标

9.1.1 能源效率的概念

目前国际普遍用能源效率(energy efficiency)来替代20世纪70年代能源危机后提出的节能(energy conservation)一词。实际上，从国际权威机构对“节能”和“能源效率”给出的定义来看，两者的含义是一致的。按照世界能源委员会1979年提出的定义，节能是“采取技术上可行、经济上合理、环境和社会可接受的一切措施来提高能源资源的利用效率”，这就是说，节能是旨在降低能源强度(单位产值能耗)的努力，应在能源系统的所有环节，包括开采、加工、转换、输送、分配到终端利用，从经济、技术、法律、行政、宣传、教育等方面采取有效措施来消除能源的浪费。世界能源委员会在1995年出版的《应用高技术提高能效》中，把“能源效率”定义

为“减少提供同等能源服务的能源投入”。这是能源效率的一般性概念。Patterson(1996)指出,一般来说,能源效率是指用较少的能源生产同样数量的服务或有用的产出。

能源效率可表示为:

$$\text{能源效率} = \frac{\text{生产过程的有用产出}}{\text{生产过程的能源投入}}$$

能源效率简称能效,按照物理学的观点,是指在能源利用中,发挥作用的与实际消耗的能源量之比。从消费角度看,能效是指为终端用户提供的服务与所消耗的能源总量之比。所谓“提高能效”是指用更少的能源投入提供同等的能源服务。

Bosseboeuf 等(1997)从技术和经济两方面对能源效率进行了定义,技术上的能源效率指由于技术进步、生活方式改变、管理效率提高等导致的能源消费量的减少,而经济上的能源效率是指用相同或更少的能源获得更多的产出或更好的生活质量。

王庆一(2003)根据上面能源效率的定义认为,衡量能源效率的指标可分为经济能源效率和物理能源效率两类。经济能源效率指标又可分为单位产值能耗和能源成本效率(效益);物理能源效率指标可分为物理能源效率(热效率)和单位产品或服务能耗(见图 9-11)。

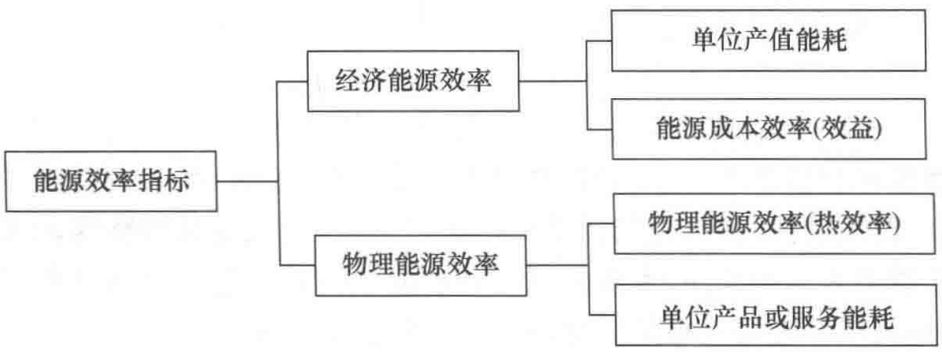


图 9-1　能源效率指标分类

9.1.2　能源效率测算指标

能源效率的测算指标主要有两种:一种是单要素能源效率(partial factor energy efficiency, PFEE),只是把能源要素与产出进行比较,不考虑其他生产要素。单要素能源效率常被定义为一个经济体的有效产出和能源投入的比值。另一种是全要素能源效率(total factor energy efficiency, TFEE),即考虑各种投入要素相互作用的能源效率。基于全要素评价能源效率的指标综合了能源、劳动力、资本存量等多元投入而获得的经济产出(GDP)。传统的单要素能源效率忽略了资本与劳动力对 GDP 的贡献及能源使用和劳动力、资本之间的替代效应。

1. 单要素能源效率

按照单要素能源效率指标,帕特森(Patterson)认为能源效率指标主要有四类:

(1) 热力学指标。热力学指标完全依赖于对投入、产出的热量测度,按照不同的热量测度方法。例如用生产过程中有用的能源(热量)产出之和与生产过程中投入的所有能源(热量)之和的比来表示热量效率。

(2) 物理热力学指标。由于上述热力学指标在计算产出时并没有充分考虑到消费者所需要的最终服务,而能源本身是一种派生需求,因此物理热力学指标应运而生。该指标是混合性指标,其中能源投入是以热量单位计算,产出是以物理单位测量。这些物理单位测量生产中所产生的服务,譬如,产品的重量或者运输的里程数。同传统的热量指标相比,该指标更能直接

反映出消费者所需要的终端服务。该指标的缺陷在于，每个产业部门生产的产品不同，可能导致同一种能源投入会有两种或者多种产出，对不同产出之间难以进行加总，因此难以计算总的能源效率。

（3）经济热力学指标。该指标也是一个混合指标，其中生产的服务（产出）按照市场价格计算，能源投入按照传统的热力学单位计算。该指标可用于测量不同层次的经济活动效率，包括微观的生产以及宏观的部门甚至国家层面。主要包括：一是单位 GDP 能耗指标，也叫能源消耗强度，是最为常用的测量一国能源效率的指标；二是能源生产率指标，它同单位 GDP 能耗比值之间是倒数关系。

（4）经济性指标。这类指标纯粹根据市场价格来测量能源效率的变化。能源的投入及其产出都是货币计量。常见的计算为：国民能源投入/国民产出（GDP）。“能源价值—GDP”比值同“能源投入—GDP”比值相比较，更能准确地反映能源经济生产率，并且还可以提供能源价格信息，从而反映出对能源的供需变化。

在能源经济学领域对能源效率的评价，常常从经济和技术角度进行测算。归纳起来主要有两类：一类是能源经济效率指标，另一类是能源技术效率指标。其中，能源经济效率指标主要包括反映一国或地区综合能源利用效率的单位国内生产总值的能耗，另外，能源消费弹性系数也是反映经济增长与能源消费之间关系的一个指标；能源技术效率指标通常用热效率（即能源总效率）来表示，还包括反映部门或行业的能源利用效率的单位产品（或单位服务）能耗（见图 9-2）。

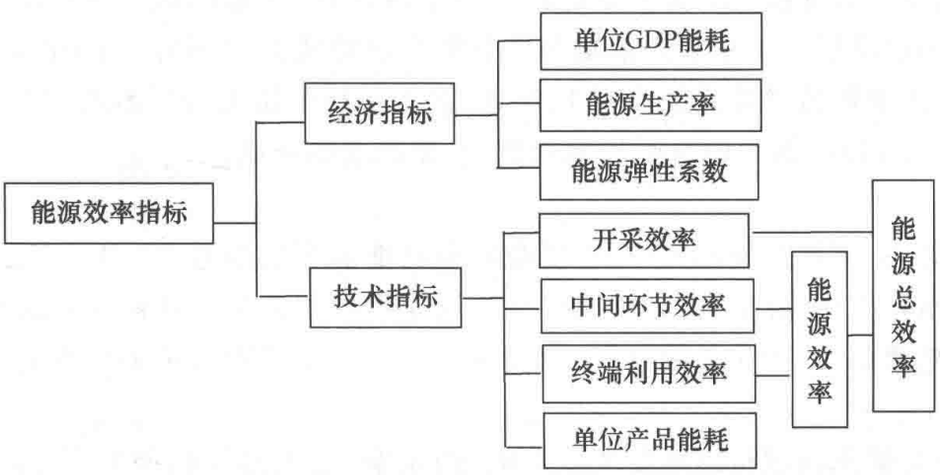


图 9-2　能源效率评价指标

经济指标[①]

单位产值能耗：也称能源强度（energy intensity），是指一个国家或地区、部门或行业，一定时间内单位产值消耗的能源量。能源消耗强度越低，能源经济效率越高。宏观经济分析中通常用“单位 GDP 能耗”指标来表示能源强度，它是指一个国家（或地区）在一段时间内单位 GDP 消耗的能源量，是一国发展阶段、经济结构、能源结构、社会因素、自然因素、技术因素、能源价格、能源与环境政策等因素综合作用形成的能耗水平与经济产出的比例关系，它反映了经济对能源的依赖程度以及能源利用的效益。因此，对比不同国家单位产值能耗时必须慎重，要综合考虑各个影响因素。

单位 GDP 能耗用公式表示为：

① 以下经济指标的内容还可以参考本书 4.3 节。

$$\text{单位 GDP 能耗} = \frac{\text{能源消费总量}}{\text{国内生产总值}} = \frac{E}{\text{GDP}}$$

其中，E 为能源消耗总量（万吨标准煤），GDP 为国内生产总值（亿元），一般用万元 GDP 能耗（吨标准煤/万元）来衡量。

能源生产率：表示一个国家或地区、部门或行业，一定时间内消耗一单位能源可以得到的产出数量，等于产出与能源消耗总量的比率，它是能耗强度的倒数。能源生产率越高，说明能源效率越高。如果用 GDP 来表示产出数量，能源生产率为每单位能源消耗所产出的 GDP。能源生产率是对传统资本生产率和劳动生产率分析的一种补充，对于考察能源在经济中的作用更有效。

能源消费弹性系数：作为衡量能源效率的单要素能源效率指标之一，它也是反映经济增长与能源消费之间相互关系的一个指标，主要是指一个国家或地区，一定时间能源消费量增长率与经济增长率之比。经济增长率通常采用国民生产总值或国内生产总值、国民收入的增长率。它反映能源与经济增长的相互关系。和单位产值能耗一样，由于产值和能耗都是综合性指标，涉及经济结构、管理体制、资源状况、技术水平、人口多寡、气候条件以及国际关系等许多因素，因此在一个国家的年度之间以及不同国家之间有很大的差异。能源消费弹性系数 e 用公式表示为：

$$e = \frac{\Delta E/E}{\Delta \text{GPD}/\text{GDP}}$$

其中，E 为基期能源消费量，ΔE 为本期能源消费增量，GDP 为基期国内生产总值，ΔGDP 为本期国内生产总值的增量。利用能源消费弹性系数来衡量能源效率时，当能源消费增长率超过经济增长率时，能源消费弹性系数大于 1，反之，经济增长率超过能源消费增长率时，能源消费弹性系数小于 1。因此，能源消费弹性系数越大，能源效率越低。

技术指标

能源技术效率，即物理能源效率，主要指标包括能源系统总效率、单位产品能耗等。能源系统总效率是指在使用能源的活动中所得到的起作用的能源量与实际消耗的能源量之比，也是一项由总体能源结构、产业用能比重、能源利用技术等多种因素形成的综合指标，一般用百分率来表示。

开采效率：是指化石燃料储量的采收效率（回采率）。天然气的回采率很高，煤炭、石油的回采率较低，一次能源构成中天然气比例高的国家开采效率就高。

中间环节效率：是指加工、转换效率和贮运的效率，贮运效率用能源输运、分配、贮存过程中的损失来衡量。

终端利用效率：是终端用户得到的有用能与过程开始时输入的能源量之比。能源系统总效率为开采效率、中间环节效率和终端利用效率三者的乘积，人们常说的能源效率是指中间环节效率和终端利用效率。能源系统总效率就是开采效率和能源效率的乘积。

单位产品或服务能耗：生产单位产品或提供单位服务所消耗的各种能源的数量。主要有单位产品产量综合能耗、单位产品产量单项能耗、单位产品产量可比能耗、单位产品产量能量因素能耗等。例如吨钢综合能耗、吨钢可比能耗、吨水泥综合能耗等。单位产品产量综合能耗是指生产某种产品实际消耗的各种能源的数量，常以千克标准煤为计量单位，可以反映企业的用能状况；单位产品产量单项能耗主要是指单位产品产量电力消耗和燃料消耗；单位产品产量可比能耗是指同类产品在给定生产条件相同的情况下按标准工序或标准产品产量计算的单位

产品产量综合能耗。

单要素能源效率指标的局限性

上述基于单要素生产率框架的能源效率指标尽管在计算上较为方便可行，但能源效率测度中存在的一些争议，主要表现在能源投入、能源产出和能源技术效率的测度三个方面。例如对于如何界定“能源投入”和“有用产出”，方法各不相同，因此可能导致测算结果不一。此外，对于上述基于单要素生产率框架的传统指标是否度量了“效率”也值得推敲。

能源投入测度问题。能源投入的正确测度是构建一个可靠的能源效率指标的基础。在宏观层面，需要对每种主要能源投入进行调整才能得到确实可信的能源效率。对于能源投入来说，第一个问题在于如何将非同质的投入要素加总。一般是按照热量指标统一计算，但如果忽视生产投入的能源品种的质量差异，就会发生能源品种相同而热量存在差异的可能性，可能会导致“能源—GDP”指标测度不准确的问题。能源投入的第二个问题在于确定加总的方法后，对于价值评判的标准不一，也就是采取热量指标还是价值指标的问题，如果采用前者，需要考虑到人们对投入和产出的估价；如果采用后者，其价值会随着人们的偏好、市场价格等因素发生变化，这也正是能源投入的价值应该根据能源所能够提供的最终服务来进行计算的原因。能源投入测量的第三个问题是存在界定问题，即在考虑哪些能源投入参与计算时，只有一些通过市场交易的商业能源被考虑在内，其他的诸如非商业的未通过市场交易的可再生能源（秸秆、太阳能等）则没有被计算，从而导致对于能源投入的低估；除此之外，对于初级能源投入到底定义为何种程度仍不确定，尤其是经过一定加工和运输后损失掉的部分是否该记入能源投入中（譬如经过精炼后的石油）？

能源产出测度问题。能源产出的测度也涉及概念的界定问题，即何种产出是有用的，何种是无用的？此外，在有些生产过程中，一种能源投入可能有多种产出，是考虑其中的一种还是计算所有的产出？除了能源产出的多样性问题之外，还存在能源产出的正负性问题，即在能源投入消耗过程中，除了生产出有用的产品外，还会产生存在“负外部性”的污染物，如废气、废渣等，对于这些“负”产出，是否应该计入能源的产出中？即便不考虑这些“负”产出，在对“正”产出采取市场价值法进行评价时，还存在一些方法问题，譬如在进行国际比较时仍然存在汇率法与 PPP 法的争论。

通过表 9-1 可以发现，采用不同的定义和不同的指标，能源效率的结果差异很大，以能耗强度指标为例，如果按照 GDP（汇率法）进行比较，我国的能源效率非常低，但是如果按照 GDP（PPP 法）进行比较，那么我国的能源效率差距则显著缩小。在国际能源效率比较中缺少公认的评价标准，使得能源效率的跨国（地区）比较难以进行，因此对于我国能源效率所处的水平也很难有一个客观的判断。

表 9-1　我国经济增长的能源效应分析

年份	名义 GDP（亿元）	真实 GDP（按可比价格计算 1990 = 100，亿元）	真实 GDP（1990 年，亿美元）	购买力评价法 GDP（1990 年，亿美元）	能源消费（万吨标准煤）	能耗强度（MER）①	能耗强度（PPP）
1997	78 973.03	39 764.47	8 671.87	22 814.6	137 798	15.89	6.04
1998	84 402.28	42 866.21	9 348.28	24 866.9	132 214	14.14	5.32

① 国际汇率法（market exchange rate，简称 MER）。

（续表）

年份	名义 GDP（亿元）	真实 GDP（按可比价格计算 1990 = 100，亿元）	真实 GDP（1990 年，亿美元）	购买力评价法 GDP（1990 年，亿美元）	能源消费（万吨标准煤）	能耗强度（MER）①	能耗强度（PPP）
1999	89 677.05	46 124.00	10 058.75	27 144.0	133 831	13.30	4.93
2000	99 214.55	49 998.26	10 903.68	30 065.2	138 553	12.71	4.61
2001	109 655.17	54 148.29	11 808.69	33 341.8	143 199	12.13	4.29
2002	120 332.69	59 075.81	12 883.28	37 011.0	151 797	11.78	4.10
2003	135 822.76	64 983.23	14 171.61	41 578.2	174 990	12.35	4.21
2004	159 878.34	71 546.74	15 602.94	46 979.0	203 227	13.02	4.33
2005	183 867.88	78 987.50	17 194.44	53 332.4	224 682	13.07	4.21
2006	210 870.99	87 755.05	19 034.24	61 122.9	246 270	12.94	4.03

能源技术效率测度问题。能源生产效率（或者能源强度）指标本身包括了大量的结构因素，经济中的产业结构变动、能源与劳动和资本之间的替代以及能源投入结构的变化，或者能源价格的波动，都将影响指标的大小，但是这些并不表明经济中能源的技术效率发生了变化。因此，使用生产率这一单一要素指标难以体现效率因素。对于能源生产率指标，它只是衡量了能源这一单要素与经济产出之间的比例关系，没有考虑其他投入要素的影响，但是在生产中，最后的经济产出是和所有投入要素关联的，因此，仅仅将能源与产出比值作为测度能源效率的一个指标存在较大的局限性。

2. 全要素能源效率

全要素能源效率是相对于单要素能源效率来说的，单要素能源效率侧重于衡量一个经济体的有效产出和能源投入的比值，全要素能源效率是指将能源投入要素与资本、劳动力等要素结合起来，考虑其对经济产出的影响，是评价能源效率的综合指标。全要素能源效率的定义为：经济增长过程中，在除能源要素投入外的其他要素（如资本、劳动力）保持不变的前提下，按照最佳生产实践，一定的产出（如 GDP）所需的目标能源投入量与实际投入量的比值。该指标是一个无量纲的变量，且是一个不大于 1 的正数。全要素能源效率是基于微观经济学中的技术效率提出的，在微观经济学中，技术效率被定义为在生产技术不变、市场价格不变的条件下，按照既定的投入比例，生产一定量的产品所需要投入的最小成本占实际生产成本的百分比。

数据包络分析是全要素能源效率测定的主要方法，该方法是用数据规划模型来评价相同类型的多投入、多产出的决策单元是否技术有效的一种非参数统计方法。

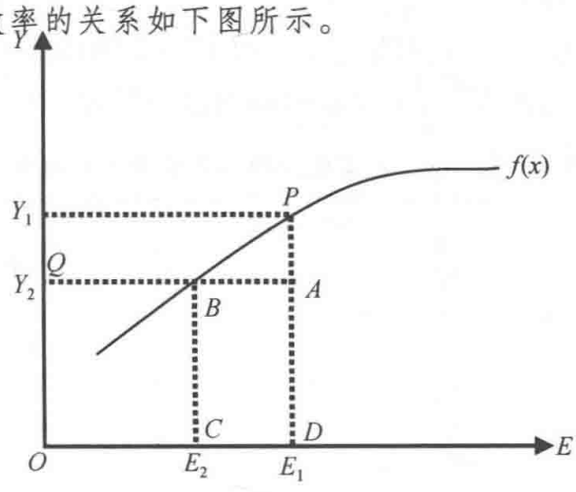
能源利用是多因素综合投入、相互作用的过程，需要综合考虑能源、资本、劳动力等生产要素的影响，这样才能全面反映生产要素之间的替代和转化作用，正确评价能源利用效率。

① 国际汇率法（market exchange rate，简称 MER）。

资料链接　　能源生产率与能源效率

效率包括两部分:技术效率和配置效率(Farrell,1957)。前者是指现有资源最优利用的能力,即在给定各种投入要素的条件下实现最大产出,或者在给定产出水平下投入最小化的能力(Lovell,1993);后者则要求在一定的要素价格条件下实现投入(产出)最优组合的能力。一般对效率的考察和测度都是针对技术效率的,一旦考虑了要素价格信息,则可以考察其配置效率。

能源生产率和能源效率的关系如下图所示。



在上图中,$f(x)$表示生产前沿,也就是在不存在效率损失的情况下所能达到的最优生产可能性边界,横轴代表所投入的能源要素 E,当投入数量 E_1 时,各种损耗、管理上的无效、技术水平落后、规模不经济,使得最终实际的产出只能达到 A 点,即实际产出为 Y_2,那么此时的能源效率即为(Y_2/E_1),而效率的测度则可根据投入角度或者产出角度区分为两种,从产出角度来说,最优产出水平为 Y_1,实际产出为 Y_2,产出损失为 $AP = |Y_1 - Y_2|$,基于产出的技术效率为 $Y_2/Y_1 = DA/DP = (1 - AP/DP)$,也就是衡量投入不变时 A 点与生产边界最优点 P 的距离与程度。同样,基于投入的技术效率为 $E_2/E_1 = QB/QA = (1 - BAP/QA)$,衡量的是产出不变时 A 点与生产边界最优点 B 的距离与程度。

可见,能源生产率只是衡量能源投入与产出的一个比例关系,而能源效率则是投入资源最优利用的能力。前者既可以是单要素的生产率,也可以是全要素的生产率,取值范围为$[0,\infty)$,适于技术效率差异较大的经济体(如行业)之间的比较;后者既可以采用投入法(最优投入/实际投入),也可以采用产出法(实际产出/最优产出),取值范围$[0,1]$,能够衡量投入要素为实际生产所利用的程度,更体现效率要素。

9.2　能源效率的测算方法

能源效率的研究方法有定性和定量分析两种,定性分析方法虽具有较大弹性,但是不能确切地衡量能源效率的大小,在理论上的说服力也有所欠缺。因此大部分研究能源效率的方法聚焦在定量研究上。以下是几种常用的测算能源效率的定量方法。

9.2.1 投入产出分析法

传统的投入产出理论是建立在纯经济分析基础之上的，没有考虑到经济活动与能源消费的密切联系。而基于能源投入产出分析的因素分解模型，不仅可以建立能源与各部门间的投入产出模型，分析能源与国民经济各部门间的数量关系，还可以分析出能耗变化的真正驱动力，而且通过因素分解可以从部门的角度获得更多的有用信息，对国民经济发展、产业结构调整和政策模拟等都具有重要意义。

表 9-2 是在一般价值型投入产出表的下方增加了一个能源投入矩阵，意在把产业的投入划分为非能源部门和能源部门两大类，而原表的结构没有任何变化。

表 9-2 实物—价值型能源投入产出表的基本形式

		中间使用	最终使用	总产出
		1,2,3		
中间投入	1 2 3	X_{ij}	Y_i	X_i
能源投入	4 5	E_{kj}	E_{ky}	E_k
增加值	增加值合计	V_{ij}		
总投入		X_j		

注：E_{kj}表示在第 j 部门的生产过程中，第 k 种能源的投入量。需要注意的是，二次能源是一次能源经过加工转换后得到的能源产品，为此需要除去加工转换所使用的能源，否则会夸大各部门对能源的消耗。E_{ky}是最终需求领域对第 k 种能源的利用量，主要包括能源的最终消费、损失量、能源转化损失、库存和净出口。

能源投入产出表的平衡关系为：

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} + Y_i = x_i \quad (i,j = 1,2,3) \tag{9.1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} + V_j = x_j \quad (i,j = 1,2,3) \tag{9.2}$$

$$\sum_{j=1}^{n} E_{kj} + E_{ky} = E_k \quad (k = 4,5) \tag{9.3}$$

单位产出直接能耗系数：

$$e_j = \frac{E_j}{X} \quad (j = 1,2,\cdots,n)$$

矩阵符号记为 $\boldsymbol{D}_e$ 单位产出完全能耗系数：

$$b_{ej} = e_j + \sum_{i=1}^{n} e_i b_{ij} = e_j + f_j$$

用矩阵表示为：

$$\boldsymbol{B}_e = \boldsymbol{D}_e + \boldsymbol{D}_e\boldsymbol{B} = \boldsymbol{D}_e(\boldsymbol{I} + \boldsymbol{B}) = \boldsymbol{D}_e(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} = \boldsymbol{D}_e\boldsymbol{L}$$

直接增加值能耗系数：

$$e_{kj} = \frac{E_{kj}}{V_j} \quad (k = 4,5;j = 1,2,3)$$

其矩阵简记为 $\boldsymbol{D}_e'$，完全增加值能耗系数用矩阵可以表示为：

$$\boldsymbol{B}_e' = \boldsymbol{D}_e'(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}_c)^{-1}$$

其中：

e_j 表示第 j 部门的单位产出直接能耗系数（单位：吨标准煤/万元）；

E_j 表示第 j 部门对能源的总消耗量（单位：万吨标准煤）；

X_j 表示为 j 部门的总产值（单位：亿元）；

f_j 表示第 j 部门的单位产出间接能耗系数（单位：吨标准煤/万元）；

b_{ej} 表示第 j 部门的单位产出完全能耗系数（单位：吨标准煤/万元）；

$\boldsymbol{A}$ 为直接消耗系数矩阵，$\boldsymbol{L}$ 为列昂惕夫系数逆阵。

借助投入产出结构分解方法（SDA），把能源消耗变动分解为技术变化（能源消耗技术变化、产品技术变化）和最终需求变化。

（9.1）式和（9.2）式用矩阵表示为：

$$\boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{Y} \tag{9.4}$$

$$\boldsymbol{X} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}_c)^{-1}\boldsymbol{V} \tag{9.5}$$

由（9.3）式可得：

$$\boldsymbol{E}_k = \boldsymbol{D}_e\boldsymbol{X} + \boldsymbol{E}_{ky} = \boldsymbol{D}_e(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} + \boldsymbol{E}_{ky} \tag{9.6}$$

若不考虑 $\boldsymbol{E}_{ky}$，可有：

$$\boldsymbol{D}_e\boldsymbol{X} = \boldsymbol{D}_e(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{D}_e\boldsymbol{L}\boldsymbol{Y} \tag{9.7}$$

其中，$\boldsymbol{I}$ 为单位矩阵；$(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}$ 称为列昂惕夫逆阵，简记为 $\boldsymbol{L}$；$\boldsymbol{A}_c$ 为中间投入系数矩阵，是一个对角矩阵；$\boldsymbol{D}_e$ 表示直接能源投入系数（直接能耗强度）。

$$\Delta\boldsymbol{D}_e\boldsymbol{X} = \Delta\boldsymbol{D}_e\boldsymbol{L}_t\boldsymbol{Y}_t + \boldsymbol{D}_{e0}\Delta\boldsymbol{L}\boldsymbol{Y}_t + \boldsymbol{D}_{e0}\boldsymbol{L}_0\Delta\boldsymbol{Y} \tag{9.8}$$

其中，$\Delta D_e X$ 表示能源消耗总量的变动；$\Delta D_e L_t Y_t$ 表示在技术和最终需求不变的条件下，能耗强度变动对能源消耗总量变动的影响效应；$\boldsymbol{D}_{e0}\Delta\boldsymbol{L}\boldsymbol{Y}_t$ 表示在能耗强度和最终需求不变的条件下，技术变动矩阵的变动对能源消耗总量变动的影响效应；$D_{e0}L_0\Delta Y$ 表示在能耗强度和技术变动不变的条件下，最终需求变动对能源消耗总量变动的影响效应。

9.2.2 数据包络分析法

数据包络分析（data envelopment analysis，简称 DEA）是在相对效率评价概念的基础上发展起来的一种系统分析方法。1957 年，Farrell 在英国农业生产力的研究中首先提出数据包络思想，1978 年，运筹学家 Rhode、Cooper 和 Chames 正式提出了这一相对效率的研究方法。DEA 是一种对若干同类型的具有多输入、多输出的决策单元（DMU）进行相对效率与效益比较的有效方法。

DEA 的思路是将投入产出点映射在空间上，以最大产出或者最小投入为效率边界，并以此作为基准，来计算 DMU 距离前沿曲线的距离差距程度，也就是评价它的效率，该方法为经济学家考察技术效率和技术进步提供了强有力的工具。DEA 方法以样本投入产出数据为基础，通过线性规划技术确定生产系统的“前沿面上的最优能源投入”和“实际能源投入”的比值来计算各决策单元的相对能源效率以及规模效益等方面的信息。DEA 在计算过程中考虑了实际生产中所投入的其他生产要素，因此弥补了传统能源效率评价指标仅考虑能源单一投入要素的缺陷。

根据规模报酬是否可变的不同假设，DEA 发展成 CCR 模型和 BCC 模型。1978 年，Charnes、Copper 和 Rhodes 提出了数据包络分析的第一个模型——CCR 模型。该模型假定规模报酬不变，因此又称为 CRS(Constant Returns to Scale)模型。CCR 模型假设所有决策单元必须在最适合的规模下运营，此假设并不符合现实的状况，为了正确估计有效生产前沿面，Banker、Cooper 和 Charnes 于 1984 年放松了 CCR 模型中的固定规模报酬假设，假定规模报酬是可变的，以此来衡量变动规模报酬的决策单元效率值，此即为 BCC 模型，又称为 VRS(Variable Returns to Scale)模型。现以规模报酬不变的 CRS 模型为例说明 DEA 方法。

设有 n 个 $\mathrm{DMU}_j(j=1,2,\cdots n)$，每个 DMU 有 m 种输入和 s 种输出，用 $x_j=(x_{1j},x_{2j},\cdots,x_{mj})^{\mathrm{T}}$ 和 $y_j=(y_{1j},y_{2j},\cdots,y_{mj})$ 分别表示输入、输出向量，其输入、输出权重分别为 $v=(v_1,v_2,\cdots,v_m)^{\mathrm{T}}$ 和 $u=(u_1,u_2,\cdots,u_s)^{\mathrm{T}}$。

定义每一个决策单元 DUM_j 的斜率评价指数为：

$$h_j=\frac{u^{\mathrm{T}}y_j}{v^{\mathrm{T}}x_j}=\frac{\sum_{r=1}^{s}u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m}v_i x_{ij}},\quad j=1,2,\cdots,n$$

适当地选取权重系数 v 和 u，使得 $h_j\leqslant 1$。设 DMU_{j0} 的输入、输出为 (x_{j0},y_{j0})，对其进行效率评价，一般说来，效率评价指数 h_{j0} 越大，表明 DMU_{j0} 能够用相对较少的输入取得相对较多的输出。以第 j_0 个决策单元的效率指数为目标，以所有决策单元的效率指数为约束，就可以构造如下的 CRS 模型：

$$\begin{cases}\max h_{j0}=\dfrac{\sum_{r=1}^{s}u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^{m}v_i x_{ij0}}\\ \text{s.t.}\ \dfrac{\sum_{r=1}^{s}u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m}v_i x_{ij}}\leqslant 1,\quad j=1,2,\cdots,n\\ u_r\geqslant 0,\quad r=1,\cdots,s\\ v_i\geqslant 0,\quad i=1,\cdots,m\end{cases}$$

以上模型是一个分式规划，经 Charnes-Cooper 变换，可以变为线性规划形式：

$$\begin{cases}\min\theta\\ \text{s.t.}\ \sum_{k=1}^{n}\lambda_k x_k+\bar{s}=\theta x_j\\ \sum_{k=1}^{n}\lambda_k y_k-s^{+}=y_j\\ \lambda_k\geqslant 0,\quad k=1,\cdots,n\\ s^{+}\geqslant 0,\quad s^{-}\geqslant 0\end{cases}$$

公式中 s^{+} 和 s^{-} 分别为输出、输入的松弛变量，θ 为第 j 家企业的效率值。设 $\lambda^{*},s^{-*},s^{+*},\theta^{*}$ 为模型的最优解，若 $\theta^{*}=1$，且 $s^{+*}=0,s^{-*}=0$，则 DUM_j 为 DEA 有效。

9.2.3 因素分解法

20世纪70年代石油危机之后，国外学者开始利用因素分解法研究能源强度变化问题。所谓因素分解法，指通过对数学恒等式的转化运算，把目标变量分解成若干关键因素进行分析，并计算组成因素对目标变量变化的相对影响程度。因素分解法有很多不同的形式，目前应用最多的就是拉氏因素分解法(Laspeyres decomposition)和迪氏因素分解法(Divisia decomposition)。

由于一个经济变量可以分解为若干个要素的乘积，根据结构分解法(structure decomposition analysis，简称SDA)有下式：

若已知 $Z_0 = X_0 Y_0, Z_t = X_t Y_t, \Delta Z = Z_t - Z_0, \Delta X = X_t - X_0, \Delta Y = Y_t - Y_0$

$$\Delta Z = Z_t - Z_0 = X_t Y_t - X_0 Y_0 = (X_0 + \Delta X)(Y_0 + Y) - X_0 Y_0$$

$$= \Delta X Y_0 + X_0 \Delta Y + \Delta X \Delta Y$$

需要通过因素分解法把 ΔZ 分解为由 ΔX 引起的部分和由 ΔY 引起的部分，即完成 $\Delta Z = \Delta ZX + \Delta ZY$ 的计算。

1. 拉氏因素分解法

拉氏因素分解法的计算公式为：

$$\Delta Z = Y_0(X_t - X_0) + X_0(Y_t - Y_0) + R$$

其中，R 就是所谓的“剩余”，其实 $R = (X_t - X_0)(Y_t - Y_0)$，即 X 和 Y 的交叉影响。

$$\Delta ZX = Y_0(X_t - X_0), \quad \Delta ZY = X_0(Y_t - Y_0)$$

现以能源强度的拉氏因素分解方法为例进行分析。

用 e_t 表示第 t 年的能源强度；e_{it} 表示第 t 年第 i 次产业的能源强度；y_{it} 表示第 t 年第 i 次产业产值占GDP的比重，$i = 1,2,3$；$n = 1,2,\cdots p,\cdots n\cdots$，则：

$$\sum_i e_{in} y_{in} = \sum_i e_{ip} y_{ip} + \sum_i e_{ip}(y_{in} - y_{ip}) + \sum_i (e_{in} - e_{ip}) y_{in}$$

将能源强度变化进行分解

$$\sum_i e_{in} y_{in} - \sum_i e_{ip} y_{ip} = \sum_i e_{ip}(y_{in} - y_{ip}) + \sum_i (e_{in} - e_{ip}) y_{in} = \Delta e_{str} + \Delta e_{eff}$$

$\sum_i e_{ip}(y_{in} - y_{ip})$ 表示从第 P 年到第 n 年由产业结构变化导致的能源强度变化；$\sum_i (e_{in} - e_{ip}) y_{in}$ 表示从第 P 年到第 n 年由各产业部门技术进步、对外开放等因素引起的能源利用效率变化而导致的能源强度变化。

2. 迪氏因素分解法

迪氏因素分解方法源于1924年法国数学家Divisia提出的一种新的指数形式。用 Y_t 表示第 t 年的GDP；Y_{it} 表示第 i 产业部门增加值；y_{it} 表示第 n 年第 i 产业部门增加值占GDP的比重；E_t 表示第 t 年能源消费总量；E_{it} 表示第 t 年第 i 产业部门能源消费量；e_t 表示总能源强度；e_{it} 表示第 t 年第 i 产业部门能源强度，$i = 1,2,3$；$t = 1,2,\cdots p,\cdots n\cdots$。

$$e_t = \frac{E_t}{Y_t} = \frac{\sum_i Y_t \times y_{it} \times e_{it}}{Y_t} = \sum_i e_{it} \times y_{it} \tag{9.9}$$

(9.9)式的含义是经济总体的能源强度可以用产业结构和产业内部能源强度的乘积求和来表示，即能源强度可以拆解成结构效应和部门强度效应。

由(9.9)式得：

$$E_t = \sum_i e_{it} \times y_{it} \times Y_t \tag{9.10}$$

(9.10)式对 t 求导，得：

$$E_t' = \sum_i e_{it}' y_{it} Y_t + \sum_i e_{it} y_{it}' Y_t + \sum_i e_{it} y_{it} Y_t' \tag{9.11}$$

对(9.11)式在 n 和 p 之间积分，得：

$$E_n - E_p = \int_n^p \left(\sum_i Y_{it} e_{it}' \right) \mathrm{d}t + \int_n^p \left(\sum_i e_{it} Y_t y_{it}' \right) \mathrm{d}t + \int_n^p (e_t Y_t') \mathrm{d}t \tag{9.12}$$

可以证明在一定条件下(9.12)式右侧最后一项可以写为：

$$\int_n^p (e_t Y_t') \mathrm{d}t = [e_p + \alpha(e_n - e_p)](Y_n - Y_p) \tag{9.13}$$

(9.12)式等号右侧前两项做类似处理，最终可得：

$$E_n - E_p = [e_p + \alpha(e_n - e_p)](Y_n - Y_p) + \sum_i [e_{ip} Y_p + \beta_i (e_{in} Y_n - e_{ip} Y_p)][y_{in} - y_{ip}]$$

$$+ \sum_i [Y_{ip} + \gamma_i (Y_{in} - Y_{ip})](e_{in} - e_{ip}) \tag{9.14}$$

其中，$0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$。

(9.14)式等号右端第一项表示 GDP 总量变化对总能源强度的影响，第二项表示产业结构变化对总能源强度的影响，第三项表示各部门能源强度变化对总能源强度的影响。

1967 年，Theil 提出一种近似分解能源强度的迪氏因素分解法，计算公式为：

$$\ln(E_n) = \ln(E_p) + \ln\left(\frac{Y_n}{Y_p}\right) + \frac{1}{2} \sum_i \left(\frac{E_{ip}}{E_p} + \frac{E_{in}}{E_p} \right) \ln\left(\frac{e_{in}}{e_{ip}}\right)$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_i \left(\frac{E_{ip}}{E_p} + \frac{E_{in}}{E_n} \right) \ln\left(\frac{y_{in}}{y_{ip}}\right)$$

等号后第三项表示从第 n 年到第 p 年因各产业部门能源强度变化而导致的总能源强度变化，第四项表示因各产业部门结构变化而导致的总能源强度的变化。

为了更好地反映从第 0 年到第 T 年综合能耗强度的变化，假设总体能源强度由 I_0 变化为 I_t，利用(9.9)式可得以下两个表达式：

$$D_{\text{tot}} = I_t / I_0 = D_{\text{structural}} D_{\text{intensity}} \tag{9.15}$$

$$\Delta_{\text{tot}} = I_t - I_0 = \Delta_{\text{structural}} + \Delta_{\text{intensity}} \tag{9.16}$$

(9.15)式、(9.16)式被分别称为乘积形式的因素分解和加总形式的因素分解。其中，D_{tot} 表示 t 期的能源强度相对于基期的能源强度产生的百分比变化，即综合能耗强度的变动；$D_{\text{structural}}$ 表示其中因结构效应而产生的百分比变化，$D_{\text{intensity}}$ 表示其中因部门强度效应而产生的百分比变化；Δ_{tot} 表示 t 期的能源强度相对于基期的能源强度产生的绝对值变化；$\Delta_{\text{structural}}$ 表示其中因结构效应而产生的绝对值变化份额，$\Delta_{\text{intensity}}$ 表示其中因部门强度效应而产生的绝对值变化份额。如果结构效应 $D_{\text{structural}}$ 或者部门强度效应 $D_{\text{intensity}}$ 中任意一个效应小于 1，则表示该效应对综合能耗强度的降低具有正面影响；大于 1 则表示该效应对综合能耗强度的降低具有负面影响。由于结构效应部分被剥离出来，部门能耗强度效应部分比综合能耗强度更能真实地反映能源效率的变化情况，因此可将其(或者其倒数)作为一个能源效率指标使用。

由上述因素分析已知，能源强度的变化可拆解为与产业结构有关的结构效应和与各产业内部的能源强度有关的部门强度效应。结构效应 $D_{\text{structural}}$ 和部门强度效应 $D_{\text{intensity}}$，可以通过拉

氏指数法和迪氏指数法来解决。这两种指数法均存在乘积和加总不同的表现形式，即依照拆解方法的不同，这两个效应乘积或加总的结果即被用来解释整体能源强度的变化，从而研究能源效率的变动。

在实际能源效率的研究中，一般会根据研究对象、研究目的的不同，采用不同的方法。在使用能源消耗强度作为能源效率指标进行影响因素分析时，大多利用因素分解法进行因素分解，而采用因素分解法只能得到结构效应和效率效应，无法刻画其他影响因素对能源效率的影响。所以相关研究开始转向利用计量经济模型进行分析，主要是通过数据包络分析方法对全要素能源效率进行测算，再以全要素能源效率作为被解释变量，利用多元线性回归方法对能源效率的影响因素进行研究，但全要素能源效率的取值范围被人为设定在 0 到 1 之间，利用普通的多元线性回归，可能会使研究结果产生偏差。这些计量方法的运用主要是用来检验能源效率及其影响因素之间的互动机制及动态变化规律，探讨能源效率影响因素的长期均衡和短期波动规律。

9.3 能源效率的影响因素

能源效率的改进对于提高经济增长质量和减少温室气体排放具有重要作用。那么，如何才能提高能源效率？或者说，能源效率背后有哪些因素在影响它自身的变化？为什么不同地区、不同行业的能源效率会产生差异？

一个国家或地区的能源强度通常以单位 GDP 能源消费量来表示，它是衡量能源利用效率的一个重要指标，受多种因素的影响，包括 GDP 增长、经济结构、产业结构、技术进步、能源结构、经济体制、能源价格、资源享赋、人均收入、人口等。

能源效率的影响因素分为两类：一是直接影响因素，即与能源效率直接相关的影响因素，主要包括技术进步和结构调整（主要包括产业结构调整和能源结构调整）；二是间接影响因素，即与能源效率间接相关的影响因素，主要有能源价格和市场化水平等。能源效率影响因素的具体衡量指标如下：

9.3.1 能源价格

能源价格被认为是影响能源效率最重要的因素之一，其理论基础是视能源为第一生产要素投入，和资本、劳动、技术一样。能源价格的上升减少了对能源的使用，转而增加劳动、资本、知识等生产要素的投入，在产出一定的前提下，能源消费量的降低即意味着能源效率的提高。

能源价格是影响能源需求的一个很重要的因素。价格对能源强度有两方面的影响：一是产出效应，在一个开放的市场中，能源价格的上升会使需求减少，能源密集产品更贵，结果使能源强度下降。二是替代效应，如果能源相对于其他生产要素变得更贵，生产者会选择能效更高的技术，从而促使能源强度下降。如果价格不变，则能效提高与能源强度下降不同步，如能效提高 10%，而能源强度下降不到 10%。

9.3.2 产业结构调整

产业结构对能源、电力消耗的影响是很明显的。产业结构重型化，单位 GDP 能耗必然大；产业结构轻型化，单位 GDP 能耗就小。产业结构由重型向轻型转化时，产业结构的调整便会使能源、电力弹性系数小于 1；相反，产业结构由轻型转向重型的时候，单位 GDP 能耗就增大。

产业结构调整一般包括以下两部分：

1. 部门结构调整

由于各行业(部门)生产率水平和增长速度存在系统差别，因此当能源要素从低生产率或者生产率增长较低的部门向高生产率或者生产率增长较高的部门转移时，就会促进由各部门组成的经济体的总的能源效率的提高，而总生产率增长率超过各部门生产率增长率加权和的部分，就是结构变化对生产率增长的贡献。大量的研究都发现，产业(部门)结构的优化，尤其是从重工业转向轻工业以及工业内部结构的调整，降低了整个经济的能源消耗强度。中国20世纪80年代到90年代中期能源消耗强度下降的原因经实证分析后被认为是中国的工业产业结构从能耗高的重工业向能耗低的轻工业转移这一结构变动；有研究表明，20世纪90年代中国能耗强度下降有35%—45%的原因归功于产业结构的调整，特别是服务业在经济中所占比重的上升。

尽管通过调整经济结构可以实现资源的更优配置，从而提高要素的效率，并且也已为大多数国家的实践所验证，但结构调整是否一定会改善能源效率？结构调整是否真能带来较大的能源效率提升？有研究表明，对工业化而言，结构效应对能耗强度的影响相对较小，而且影响方向不稳定，对于发展中国家的分析结果差异性会大一些，但是对大部分国家来说，部门单耗效应比结构效应的影响要大。结构调整只是一种无限逼近最优生产前沿面的“有限改善”，也就是结构调整对能源效率改进的影响是有限的，而且结构调整对能源效率的边际改进将越来越困难，成本会越来越高，要真正实现“无限改进”只能依靠技术进步。

2. 要素结构调整

要素结构调整包括两个层面：一是能源与其他投入要素，如资本、劳动之间的相互替代；二是能源投入不变，但是能源投入结构发生变化，譬如投入的能源热量不变，但不同能源投入之间的比例发生变化。

前者一般包括投入要素的结构调整。包括能源与资本、能源与劳动之间的替代，也就是资源禀赋的配置结构。学者对于能源和资本的关系是替代还是互补观点不统一。有观点认为，能源和资本可以相互替代，资本费用的减少将促使能源需求下降，而能源价格上涨将促使人们使用更多的资本来替代能源。还有观点认为，能源和资本在短期内是互补关系，在长期内则可以相互替代。对于能源与劳动之间的关系一般都认为二者之间是可以相互替代的，其替代弹性范围为0.48—3.8，具体大小取决于所处的行业和所在的国家。

后者即能源投入结构的不同决定了不同能源品种有不同的利用效率。石油、天然气的能源利用效率要大大高于煤炭，有关数据表明，2吨原煤的热值与1吨石油的热值大体相当，以燃煤为主的能源利用效率势必低于以燃油为主的能源利用效率。由此可见，能源结构中的优质能源(如石油、天然气)的比重越高，煤炭等相对污染程度较高的能源消费比重越低，能源效率提升就越高。因此，能源结构对于能源效率会产生直接影响。

发达国家目前的一次能源结构都是以石油、天然气为主，能源利用效率自然比较高。而我国是世界上少有的几个以煤炭为主的国家，煤炭的能源利用效率低、污染重，在同样的条件下，我国的单位产值能耗要比以油、气为主的国家高。

9.3.3 技术进步

广义上可以用技术进步来表示技术变化的结果，或者是技术变化在增长过程中的作用，它包括了那些对总的经济效率的提高做出贡献的所有因素；狭义上的技术进步则表示技术本身

的变化，把技术定义为与生产工艺有关的有用知识，譬如工厂和机器的设计、制造和操作方法的改进，以及与此有关的经济活动，包括研究、发明、开发和技术创新。

技术进步对降低能源强度的作用显而易见，先进适宜的技术能够保障以较少的投入获得较大的产出。可以说技术进步是已经被证实的能源效率的影响因素，随着技术的进步，能源效率将提高。技术进步作为一种无形资产，主要体现为三种形式：机器、设备的先进程度；人力资本存量的增加；人力资本质量的提高。人力资本作为知识的载体，对技术吸收起到重要的作用。在开放经济中，一国的技术进步不仅取决于国内的研发资本，其他国家的研发资本也会通过各种途径直接或间接地影响本国的技术进步水平，即国际技术溢出，而外商直接投资（FDI）和国际贸易是国际技术溢出的重要途径之一。

9.3.4 社会因素

所谓社会因素是指人口数量和素质、消费行为等。中国是世界上人口最多的国家，居民的衣食住行都要消耗能源，人们为生活需要而消耗的能源不产生产值，因此，人口多会使得单位产值能耗上升。另外，节约型消费观念对能源消费也起着重要的作用。

9.3.5 市场化水平

在市场机制的作用下，企业会更加关注生产效率和技术创新，从而提高企业内部的能源利用率；同时，市场机制的逐渐强化促使能源这一生产要素流向更加有效率的企业，因此在整体的资源配置上也会有所改善。市场化程度越高，能源效率也就越高。

除了上述提及的影响能源效率的因素外，还有一些其他因素，如经济体制、对外开放程度、产权结构、政府财政支出比重、进出口比重等。

综上所述，能源效率的影响因素大致可以分成三类：一是能源价格和产业结构变化因素，二是技术进步因素，三是对外开放程度因素。

9.4 中国能源效率分析

与国际水平相比，中国的能源效率水平处于何种程度？本节首先介绍能源效率的国际比较，明确中国与世界主要国家水平的差距，然后分析国内能源消耗强度的变化趋势。

9.4.1 能源效率的国际比较

据世界能源理事会（World Energy Council，WEC）统计，从1990年到2006年，全球范围内大部分地区的能源效率都有较大的提高，能源消费强度年均下降率为1.6%。这段时期内节能效果非常显著。2008年WEC在一份全球能源政策的报告中指出，以1990年为基准，到2006年节约的能源总量大约为44亿吨油当量（其中中国的贡献率为50%，北美国家为20%，欧洲国家为10%），总共减少了100亿吨二氧化碳的排放。

为了更直观地了解中国的能源效率水平，我们可以进行横向的国际比较。从图9-3中可以发现，中国近十年来能源强度的下降十分显著。但是与发达国家及部分发展中国家相比，中国的能源效率仍然偏低，存在较大的差距。

图9-3表明，随着时间的推移，中国能源效率明显低于其他主要国家和世界平均的水平。中国能源消耗强度在经过2000年到2002年的短暂下降后出现了连续两年的上升，从2004年

开始至2012年一直处于下降趋势。2000年,中国1 000美元GDP消耗能源约0.87吨油当量,能耗强度是日本的7.9倍,德国的4.9倍,美国的3.7倍,世界平均水平的3.0倍,甚至是印度的1.4倍。从2004年起中国能源消费总量位居世界第二,约占世界能源消费总量的11%,中国1 000美元GDP消耗能源约0.76吨油当量,能耗强度是日本的6.9倍,德国的6.3倍,美国的4倍,世界平均水平的3.0倍,印度的1.6倍。能源效率同世界各国和世界平均水平相比,依然没有改善。但随着时间的推移,中国能源强度在逐渐下降。2012年和2000年相比,中国1 000美元GDP消耗能源由0.87吨油当量下降为0.33吨油当量,能耗强度由原来日本的7.9倍减少为4.1倍,德国的4.9倍减少为3.67倍,美国的3.7倍减少为2.4倍,世界平均水平的3.0倍减少为1.9倍,与印度的能源强度基本相当。

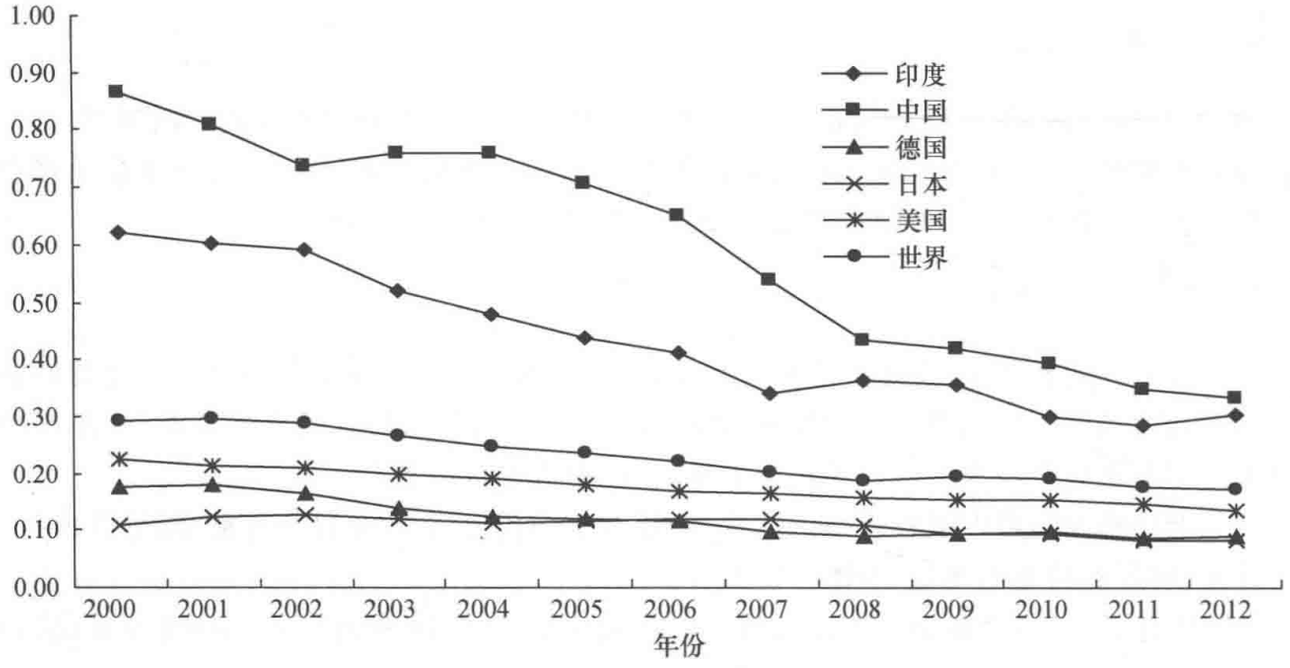


图9-3 中国与其他国家能源强度比较

资料来源:根据能源消耗量和GDP数据计算得到,其中能源消耗量数据来自BP Statistical Review of World Energy 2013,GDP数据来自世界银行数据库 http://data.worldbank.org。

图9-3中,日本的能源效率最高,且在发达国家中均处于先进水平。2012年,美国、德国、印度和世界的能源强度分别为日本的1.75、1.13、3.75、2.17倍,这无疑与日本国内有效的能源政策有关。日本的能源资源相当匮乏,其90%以上的化石能源需要依赖进口才能满足国内需求。20世纪70年代的两次石油危机,使日本经济社会发展受到严重冲击,为此,日本政府加大技术研发投入,大力提高能源效率,努力调整能源结构,增加核电、可再生能源比重,政策效果显著。

大部分研究和实践表明,发达国家和发展中国家在工业化进程中依照时间先后顺序,表现出相似的能源消费强度变化规律,即在工业化进程中,能源消费强度的变化是随着时间的推移先呈上升趋势,到达峰值后开始缓慢下降的。这是由于工业化进程中各国能源消费的倒U形规律导致随着经济的发展,各国能源消费强度的变化也呈先升后降的倒U形。

西方发达国家在经历工业化的进程中,能源强度的演变曲线呈现出先上升后下降的倒U形。能源强度的"上坡"阶段,一般处在工业化初期阶段,能源消费强度很低,此时主要是劳动密集型产业向能源密集型产业发展,随着社会化大生产代替小生产的过程,工业等耗能产业快速发展,能耗强度快速上升;能源强度的"峰值"一般出现在以重化工业为主导的工业化加速发展时期,此时需求大量钢铁、水泥等高耗能原材料,使得能耗强度达到最大值。能源强度的

“下坡”阶段，一般出现在后工业化发展时期，此时整个社会经济结构发生较大的变化，现代制造业和第三产业等耗能少的产业在经济结构中的比重快速上升，能耗强度出现逐渐下降的趋势。

尽管各国能源消费强度的总体规律一致，但由于各国资源禀赋、经济结构、技术、人口、社会等因素的不同，各国能源消费强度峰值及到达峰值时对应的经济水平存在一定的差异。

资料链接　　发达国家人均能源消费“零增长”现象

从20世纪80年代中期发达国家集中完成工业化至今，英、美、德、意、日等国的人均能源消费先后呈现出“零增长”甚至是负增长的态势。在能源稀缺性日益凸显、能源消费引发的环境问题越来越严重的形势下，能源消费的“零增长”无异于是全球能源可持续发展的福音，是什么原因导致能源消费出现“零增长”？这种趋势是否可以延续？人均能源消费“零增长”对于未来全球经济和社会的可持续发展究竟有多大的现实意义？

发达国家是指那些已经完成或接近完成工业化的国家，其基本特征表现为社会经济成熟度高、基础设施完备、社会财富积累丰富和城市化水平较高。人均能源消费作为衡量能源消费水平的指标，以各国单位人口的能源消费量为基准，可以更加准确地反映一个国家的能源消费水平及其变化趋势。

近年来发达国家人均能源消费“零增长”的主要原因是其工业部门能耗持续下降，而交通、民用和商用部门能耗的上升逐步趋缓。目前，从发达国家经济发展及经济结构调整的情况来看，各主要发达国家低耗能的第三产业均已占绝对主导地位，第二产业的规模基本稳定，而随着科技的不断进步，未来其工业部门能耗有进一步下降的空间；而对于民用、商用和交通三个部门而言，鉴于发达国家目前人民生活和基础设施建设已达到一个较高的水平，在人类基本生活方式没有革命性转变的前提下，这几个部门的人均能源消费将维持在一个相对稳定的水平，如果考虑到科技进步的因素，则有进一步降低的可能。因此，综合来看，发达国家人均能源消费“零增长”的时代已经到来。

发达国家人均能源消费“零增长”态势表明，进入后工业化阶段，随着经济增长方式的转变和人民生活需求的相对饱和，能源消费与经济增长之间不再像工业化阶段那样呈近线性相关关系；相反，经济增长对能源消费的影响并不显著。而人均能源消费维持在一个相对稳定的较高水平，使得人口增长将成为影响能源消费总量增加的主要因素。

9.4.2　能源效率的国内变化

20世纪80年代以来，虽然中国能源消费总量不断上升，但是能源利用效率却有了明显的提高。从表9-3中可以看出，中国能耗强度在1980—2013年间呈现出明显下降的趋势，按1978年不变价格计算，每万元GDP能耗从1980年的14.26吨标准煤/万元下降到2013年的3.94吨标准煤/万元，降幅超过72%。

从表9-3中还可以分析得出，按照三个阶段划分，即1980—1990年、1991—2000年、2001—2013年，能源消耗强度年平均下降速度分别为3.8%、5.9%、4.2%，可见中国能源消耗强度依然保持下降趋势，但降速在减缓。值得注意的是，1998年以后，增速开始下降。进入2002年以后，连续三年出现了负增长，直到2006年才重新开始下降。但是下降速度比较缓慢，这说明中国能源效率进一步提高的难度已经很大了。对于单位产值能耗在2003年不降反

升的原因，有研究认为主要有三方面：一是投资高速增长导致钢铁、水泥、电解铝等高耗能产业迅速扩张，二是产业结构变化导致能源消费增长加快，三是居民生活消费的能源快速增长导致整个能源消费增长加快。

表 9-3　中国历年能源消耗强度

年份	能源消费强度（吨标煤/万元）	年份	能源消费强度（吨标煤/万元）
1980	14.26	1997	6.18
1981	13.36	1998	5.74
1982	12.80	1999	5.50
1983	12.28	2000	5.25
1984	11.45	2001	5.01
1985	10.91	2002	4.87
1986	10.56	2003	5.10
1987	10.15	2004	5.38
1988	9.79	2005	5.35
1989	9.81	2006	5.20
1990	9.61	2007	4.94
1991	9.25	2008	4.68
1992	8.52	2009	4.51
1993	7.95	2010	4.33
1994	7.44	2011	4.24
1995	7.17	2012	4.10
1996	6.72	2013	3.94

资料来源：根据中国统计年鉴整理。

根据结构分解法，能源强度取决于两个因素：一是产业的能耗水平，反映各产业能源效率的高低；二是产业结构，即各产业在经济总量中所占的比重。

产业结构变化对能源强度的影响主要体现在各产业能源消耗密度不同上。如果能源消耗密度高的产业在国民经济中占有较大的比重且上升较快，那么能源强度就会因此而上升；反之，能源强度降低。

一般来说，第三产业能耗低，而第二产业特别是工业能耗高。当前中国处在产业结构调整时期，能源消耗偏高、产出效率偏低，能源效率损失比较大，更加大了对能源的需求。从目前整体来看，中国仍然是高投入、高消耗、高污染的粗放型经济增长方式，因此能源消耗强度比较大。由此可见，第二产业、重工业在产业结构中的比重直接关系到一国的能源效率。

图 9-4 显示的是三次产业能源效率的变化趋势。由图可知，一次产业和三次产业能源消耗量绝对数值很小，且能源强度变化不大；中国总体能源强度变化趋势与二次产业的能源强度变化趋势很吻合，存在很高的关联性，这说明了中国能源强度的变化主要是由二次产业引起的。图 9-4 还显示，二次产业在 2000—2012 年间能源消耗强度由 2000 年的 2.59 下降为 2012 年的 1.36，下降速度远高于一次、三次产业，表明中国提高能源利用效率、节能减排的各项政策措施起到了较好的效果。

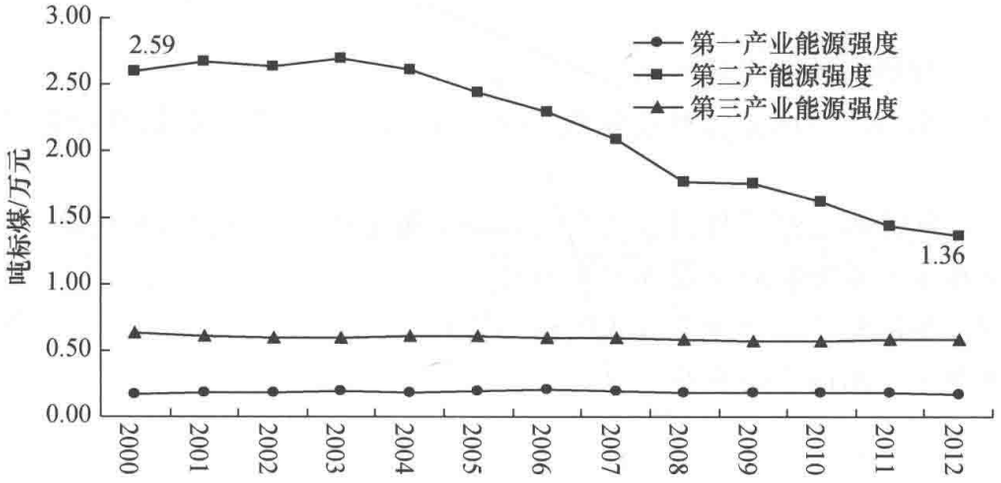


图 9-4　中国三次产业能源消耗强度变化趋势

资料来源：根据中国统计年鉴整理。

能源消费结构对能源效率的影响表现在两个方面：一是不同能源品种过程效率的差异，二是不同能源品种有效能创造经济产出的差异。因此，能源消费结构对能源效率的影响在于不同能源品种的品质差异，高品质意味着高效率。实际上，不同能源品种从原始形态转换为有效能过程的效率差异是很大的。据估算，在一次能源品种中，中国煤炭的利用效率约为 27%，原油的利用效率约为 50%，天然气的利用效率约为 57%，电的利用效率约为 85%。在经济生产活动中，对经济产出做出贡献的是有效能，而计算能源强度所使用的是投入能源的能量。由此可知，过程效率的差异造成了不同能源品种的产出效率差异，能源消费结构中优质能源比重提高显然会降低国家的整体能源强度。

能源效率的提高，在很大程度上与一国政府的产业政策、能源安全理念以及能源政策有很大的关系，这部分内容将在第 10 章中进行阐述和分析。

本章小结

本章在探讨能源效率问题时，认为到目前为止，能源效率的概念仍然缺乏统一、明确的定义。世界能源委员会在 1995 年出版的《应用高技术提高能效》中，把能源效率定义为“减少提供同等能源服务的能源投入”。如果从技术和经济两方面对能源效率进行定义，技术上的能源效率指由于技术进步、生活方式改变、管理效率提高等引起的能源消费量的减少，而经济上的能源效率是指用更少的能源投入获得更多的经济产出和更高的生活质量。

能源经济学主要是从经济和技术的角度对能源效率进行评价，能源效率的测算指标主要有两种：单要素能源效率和全要素能源效率。由于单要素能源效率指标在测度中存在局限性，我们引进了能够更好、更全面地反映能源技术效率、能源经济效率的全要素能源效率指标。

全要素能源效率测算方法主要有：投入产出分析法，数据包络分析法，因素分解法。计量分析方法是分析影响能源效率的其他因素的适宜方法。在实际能源效率的研究中，一般会根据研究对象、研究目的的不同而采用不同的方法。

关于能源效率的影响因素大致可以分成三类：一是能源价格和产业结构变化因素，二是技术进步因素，三是对外开放程度因素。除此之外，影响能源效率的因素还包括：经济体制、对外开放程度、产权结构、政府财政支出比重、进出口比重等。

思考题

1. 如何全面理解能源效率的内涵？

2. 如何从技术和经济两方面对能源效率进行定义？从这两方面测算能源效率的指标是什么？

3. 简述单要素能源效率评价指标和全要素能源效率评价指标的具体内容。

4. 如何理解单要素能源效率指标的局限性？

5. 如何评价能源效率三种测算方法的适用性？

6. 影响能源效率的因素有哪些？

第10章 能源战略、能源政策和能源安全

【学习目标】

1. 理解能源战略的取向和特点，理解能源战略和能源的立法关系。
2. 理解能源政策的目标、基本点和原则。
3. 理解并掌握能源安全的内涵以及主要能源经济政策。
4. 学习并掌握可再生能源配额制及绿色证书交易机制的概念。

能源发展战略的制定对稳定连贯的能源政策、促进能源的可持续发展具有重要作用，能源发展战略是制定政策的基础。能源政策是国家政策体系的重要组成部分，是国家处理和解决能源问题的基本手段。制定合理科学的能源政策对经济增长和环境友好意义重大，而能源安全的确保为制定各类能源政策提供了依据和基础。

10.1 能源战略和能源立法

10.1.1 能源战略及其演变

能源战略亦称能源发展战略，是一国（地区）或者国际性组织为了实现总体经济与社会发展目标，对能源经济发展所规定的总体方针、基本原则以及根本性的措施。

能源战略就是一国综合运用政治、经济、军事、文化、外交、科技等手段来保障稳定可靠的能源生产、供应和需求，保持平稳合理的能源价格，以及重视环保的能源生产和消费的总体方略。

能源战略的内容一般包括战略思想、战略目标、战略重点、战略步骤、战略方针、能源政策、能源立法及其制度分析和安排，其中最重要的是战略思想。

能源战略的形成及其演变主要以能源战略思想的形成和变迁为标志，各国能源战略的形成和变迁有不同的时代背景，以能源战略思想和目标为主线可以将能源战略分成四种，按其形成的先后顺序排列，体现了能源战略形成和变迁的全过程。

1. 开源战略（1973 年以前）

18 世纪产业革命以后，能源的大量开发利用成为各国经济发展的主流，其开发程度和规模直接决定了一国经济的增长，特别是煤炭的大规模开发利用和大量廉价石油的供应改写了

工业化国家的经济发展史，各国普遍采用的能源战略是以源源不断的能源供给保证日益增长的经济社会发展需求。这种开源战略一直持续到20世纪70年代。开源战略对鼓励人们开发利用能源，保证工业化国家基础建设的高速增长起了积极作用。但无节制的开发利用造成了能源资源的破坏和浪费，形成了严重的环境污染和公害。因此，开源战略只适用于以能源稳定充足供应为前提条件的能源利用。

2. 安全战略(1973—1985年)

第四次中东战争导致的石油危机使工业化国家和一些油气输入国陷入极度的困境，迫使各国进行能源战略的调整。资源主权和国家利益的矛盾，中东海湾地区的国际政治冲突，都给安全的石油供给造成了严重威胁，各国纷纷把保证能源安全供给作为能源战略，从多方面限制能源的高消费和高浪费，大力开展节能技术研究和推广，对社会和生活用能严格限制，用较少的能源保证社会和经济的稳定增长和运行，寻找其他能源(如核能、煤炭、太阳能)以及实行合成能源材料替代日益恶化的石油供应环境，实行能源构成多样化及来源地域的多渠道，用以减轻对石油的依赖，特别是减少对中东和海湾国家石油的依赖。安全战略的实施以国家强制手段为主，具有过渡性。

3. 效率战略(1986—1991年)

安全战略开始只是为了应付石油危机，多数国家都是为了控制石油危机带来的经济危机和防止石油危机的再度到来被动采取了安全战略。然而，安全战略的实施不仅保证了大多数国家，特别是工业化国家能源的安全供给，而且带来了整个国民经济结构从高密度向低密度，从粗放型经营向集约型经营的变迁。经济增长与能源消费量相分离的原理被充分证实，从而导致开源战略被彻底摒弃以及效率战略被各国采纳，这正是安全战略作为过渡战略所起的历史性作用。效率战略要求充分发挥市场配置能源资源的作用，辅之以国家的政策和法律措施(充分依赖市场作用的政策和法律)，通过提高能源部门的竞争能力，用价格、税收、信息等经济刺激手段，降低能源和其他成本，保证能源生产和消费取得更高的经济效率。效率战略特别要求正确处理市场配置和政府节能措施的关系。既不能没有市场，也不能没有政府，只有二者有机结合起来才有利于能源效率的提高，这就需要法律协调二者之间的关系。因此，效率战略较以前的能源战略更强调能源立法及其制度。效率战略的实施使能源得到合理化开发利用，减少了对能源的需求，在经济增长不减弱的同时，改善了各国的环境状况，这在某种程度上也弥补了安全战略的不足。

4. 可持续战略(1992年至今)

效率战略突出的是能源经济效率的实现，而能源经济效率又直接同经济、政治和环境等因素相互作用，处理不好与这些因素的关系，能源经济效率就无从实现。而且单纯追求能源经济效率，也容易出现短视行为，导致走向战略目标的反面。石油价格的回落导致欧共体的一些国家放松节能努力和投资的实践就是例证，显然效率战略也不能代表能源战略的方向和未来。1992年联合国环境与发展大会确定可持续发展战略成为能源战略思想变迁的契机，能源战略作为可持续发展战略的组成部分，被确定为全球和各国的发展战略。可持续战略要求：各国应从本国国情出发，根据《21世纪议程》的要求，制定切实可行的能源对策(能源政策、能源立法)，提高能源效率，保证能源供给，满足人口、经济、社会、环境的可持续发展。可持续发展是能源供给与需求、能源生产和消费、能源投入与产出、能源现在和未来、能源问题和对策的归属及目标。可持续发展使能源战略真正成为稳定、长期的战略。因此，可持续发展战略是迄今为止最为理想的能源战略，而且也是接受和采纳国家最多、代表利益最广的能源战略。

能源战略的形成和变迁过程，是就其能源战略思想和目标的突出点而言的。实际上就能源战略本身的形成和变迁阶段而言，从开源战略经过安全战略，过渡到效率战略，到现在的可持续战略，每一种战略都有其特定的能源思想和目标，也有一定的承袭性，除了开源战略有较大的区别外，其他三项在战略措施、战略方针甚至战略思想上都有一定程度的一致性和交叉。如三种战略均涉及能源安全、能源效率和环境保护等内容，只是强调的程度、战略重点及方法不尽一致。从能源战略的总体看，随着人们对能源问题认识的深化，以及能源对策实践的丰富，能源战略也经历了一个不断完善的过程，逐步从盲目开源、被动供给，发展到主动、有效供给，最终实现可持续供给。可以说，能源发展战略的方向是能源安全、能源经济有效利用和生态安全。

10.1.2 能源战略取向和特点

1. 能源战略取向

能源战略具有典型的整体性和长远性特征，这不仅是因为能源与国民经济有密切的联系，还因为能源系统自身的发展也是一个长期的过程，一个新型能源系统的建立往往需要几十年的时间，而这样一个系统对国家经济和社会发展的影响也将是长期的。因此，能源战略思维的基本要求就是全局性和长远性。

从全局性发展战略来看，必须从国家政治、经济、环境、资源以及建立新型体制等多方面，对国内外因素进行全面分析，制定能源战略。应综合考虑国际、国内两种资源、两个市场；不断研究地缘政治变化对各国能源供应所带来的影响；全面推进经济结构的战略性调整，协调能源资源的开发和节约利用能源；加快能源产业市场化改革与能源的开发利用同步推进，加快建立与市场经济体制相适应的能源产业管理体制。

国家能源战略的制定是系统的、综合性的。制定能源战略应目标明确、层次合理、任务清晰、政策有效。完整的能源战略的制定是一个复杂的过程，应该从长远性、整体性来思考，明确能源战略的目标取向和任务取向。

第一，在目标取向上，体现长远性和整体性，体现跨越式发展的思路。更加强调能源安全，更加强调环境友好，更加强调高效利用，更加强调为支撑小康社会建设提供经济、可靠的能源。因此，“供给安全、环境友好、利用高效、经济可靠”是能源战略的目标取向。

第二，在战略任务确定过程中，应更加注重改善能源产业的生产关系。将最终建立适应市场经济发展的能源产业和能源管理体制作为能源战略的重要内容，以确保能源战略任务的实现。

第三，体现战略思维，分层次、有重点地规划能源发展和应用的战略任务。需要系统部署石油安全，减少气候变化的风险，提高终端能源效率，保障经济、可靠的能源供应，完善能源基础设施和加大投入，强化能源技术创新。

能源战略的制定是一个系统工程，对未来能源供求关系和发展影响因素的预测是制定能源战略的关键。能源战略的制定不仅需要系统的定性分析，而且需要科学的定量分析，以准确把握能源供给与经济社会发展的关系。有效的战略需要有效的措施保障。能源战略要有系统的、可操作的政策措施，以保障战略目标的实现。

2. 能源战略特点

能源战略是国民经济社会发展战略的重要组成，是一国能源经济发展的根本规律和特殊性的总结。能源战略具有以下五个特点：

（1）长期性。能源战略在于揭示经济发展的总方向，它要求立足于现在而着眼于将来。一旦确定就具有相对稳定性，除非受经济重大调整、能源规模增长和结构替代转换周期的影响。

（2）全局性。能源战略集中和完整地反映了一国能源开发利用全过程及其代表的根本利益。

（3）目标性。能源战略就是为了保证社会发展对能源的基本要求，有的国家将国家能源战略目标表述为“取得更大的能源保障，提高能源和经济的效率，保证未来的能源供应、生产、消费和提高环境质量及加强基础研究”。

（4）预见性。能源战略建立在全球能源及与能源有关的更大的框架上，揭示能源供求趋势，对能源形势做出全局和全过程的预测。

（5）对抗性。能源战略充分分析一国参与国际能源竞争的对策与机会。

10.1.3 能源战略和能源立法的关系

1. 能源战略是能源立法的核心内容

能源战略本身是一个经济问题、政治问题，只是在能源政策实施受阻以后，能源战略才成为法律问题。与能源立法相比，能源战略是更高层次的国家表示。第一，更具有科学性。能源战略是对能源发展总规律、总趋势和总方向的揭示，是各学科逻辑和实际运用经验的总结。而能源立法受限于立法者自身条件、立法体制与程序、立法技术等诸因素的影响，有时会使法律欠缺科学性。第二，更具有权威性。能源战略关系到国家安危与存亡，是一国根本利益的表现，而能源立法在平衡社会利益时，难免牺牲部分人的利益，影响到法律的执行。正因为如此，在一国能源发展过程中，能源战略是行动依据，能源立法则是行动规则。能源立法必须根据实现能源战略的需要进行立、改、废。此外，能源战略只是理论和原则的综合体，并不是行为规范，它所确定的方向和目标的实现有赖于能源政策及能源立法的实施。能源立法可以通过法律规范，将能源战略的要求构造成具体可行、有效力且可以操作的法律制度，为能源战略的实施形成稳定的行为机制。由此可以看出，能源战略是能源立法的核心内容，能源立法应当依能源战略的变动而变动，保障能源战略的实施。

2. 能源立法是能源战略的强力保障

（1）能源立法是一国法律体系中的重要组成部分。

第一，能源问题的完整性、系统性和过程性的特点及其特殊的调控手段为能源法律对其进行系统的人全过程的调整提供了可能性。同时，也正是能源领域所涉问题的专业性和特殊性决定了能源法律调整的不可替代性，即不能为其他部门法所替代或涵盖。第二，能源领域问题的解决也需要能源法律作为一个独立的法律体系加以规制。现代社会中能源问题与国家安全、经济发展、社会稳定须臾不可分，能源已经深入到社会生活的方方面面。通过立法的形式，将能源战略上升为国家意志，以国家强制力保证实施，为能源问题的解决提供了稳定和可预见的行为机制。第三，能源法律体系的形成也为能源战略的实施和能源问题的解决提供了有效的制度规范，通过立法、执法、司法等行为积极贯彻和落实能源战略。第四，能源法律体系是一国法律体系的重要组成部分，在现代社会中，离开能源法律的法律体系是不完整的。

（2）能源立法是一国能源对策体系中的基本组成部分。

能源立法虽滞后于能源战略、能源政策的形成和发展，但它使能源对策体系成为完整、系统的行为体系。因此，能源立法是能源对策体系中的基本组成部分，是能源对策结构合理的基础。作为一国决策综合体的能源对策仅由能源战略和能源政策构成是不完善的，二者及其结合都有一定的缺陷，前者不可操作，后者限于政府干预领域，且相对短期和可变。前者完全靠后者实施，不能维系其长期而稳定的行动，无法发展自身，也缺乏理论和实践契合的给养，难以实现其战略目标。能源立法是能源领域长期稳定的行为准则和规范，具有原则性、制度性的特点。能源立法一方面可以通过规范化的形式将能源战略上升为国家意志，通过国家强制力保证能源战略的实施；另一方面，可以通过法律创设、执行的过程丰富和完善能源战略的具体内容，使之具有更强的可操作性。能源立法的规范和制度还可以超出能源政策行政规范的范围，如对能源市场供给做出安排，而且可以借助于法律制度的效力，强化能源政策行政规范的地位。能源战略、能源政策、能源立法相辅相成，缺一不可，共同构成一国统一的能源对策体系。

能源立法是能源对策有效运作的前提。能源立法是国家用强制力保证实施的规范和制度，具有普遍的约束力。能源战略用能源立法规范化和制度化，能源政策上升为能源立法或有能源立法的依据，就能使能源战略和能源政策的实施纳入有效的行为机制。能源立法的规范和制度安排，也为能源问题的解决提供了社会秩序的保证，为能源对策的有效运行提供了法律环境。

能源立法是能源对策绩效大于成本的保证。能源立法将能源战略法律化、制度化，就使能源开发利用及其规制直接纳入能源战略目标和原则所确立的行为模式，减少了技术成本和生产成本。能源立法将能源政策上升为法律，在缩小能源对策行政管理范围的同时，扩大了其法律制度的范围，使行政行为在更大程度上受到法律监督，保证依法行政，为提高行政效率提供了可能。同时，能源立法的制度安排和变迁是以降低社会交易成本、提高能源开发利用及其规制效率为基础的，这就为能源对策绩效大于成本提供了制度上的依据。

（3）能源立法是一国能源开发利用及其规制合理化和有序化的保证。

首先，能源立法为合理有序利用能源和政府规制提供了动力结构。能源市场合理有序的运转依赖能源开发、生产、供应、消费等各个环节利益的均衡分配，依赖国家与个人之间利益的合理协调。能源立法的作用正体现在其利益调节功能上。法律以国家强制力为后盾，通过立法、执法、司法等环节实现各个利益主体之间物质产出的合理分配，协调各方矛盾，实现能源市场的公平有序竞争，保证能源经济效益与社会效益、环境效益的平衡，追求社会整体利益的最大化。同时，能源立法也是政府实施调控的重要手段，有利于对能源行业的监管。

其次，能源立法为合理有序利用能源和政府规制提供了制度空间。能源立法将能源产业的全过程纳入法律的规范和制度之中，为能源领域的发展提供了合理和有序的规则性安排，以法律的稳定、连续性维护能源行业的健康发展。

最后，能源立法为合理有序地利用能源和政府规制提供了价值标准。法律对于能源行业的最直观的意义应在于成文法明确规定能源领域各主体之间的权利义务关系，以明确、规范、量化的具有可操作性的规范为能源产业的发展提供定性定量的标准，使社会主体有法可依，为政府监管提供法律依据。

10.2 能源政策的定位和目标

10.2.1 制定能源政策的意义和依据

1. 制定能源政策的意义

能源政策是一个国家为实现国家的可持续发展,达到经济发展与环境的持续平衡,而制定的战略方针。能源政策的制定依赖于很多因素,包括政治因素、经济因素、科技因素、环境因素、气候因素等各方面条件的协调统一。因此,制定一项能源政策,对于国家政治、经济的发展发挥着重大作用,国家能源政策的制定直接影响着国民生活方式和国家经济发展模式。因此,目前世界各国都非常重视能源政策的制定。在所有的国家,能源工业都与其他经济部门有着密不可分的联系,没有能源供应的基本保障,经济几乎就处于瘫痪状况。因此,能源在经济中所处的基础地位是不可动摇的。也可以说,能源政策是发展其他部门经济政策的基础。

之所以有必要制定能源政策,不仅是因为政府必须关注能源政策,还是基于能源的稀缺性、外部性、不确定性和能源产业的特性以及不同经济发展阶段、经济发展程度对能源的需求。主要体现在以下几方面:

(1) 能源的产权属性和稀缺性决定了制定能源政策的必要性。一方面,无论哪种经济体制,由于大多数能源资源位于地下,资源所有权属于国家,因此为保障公众的最大利益,政府具有管理、利用这些资源的权力和责任;另一方面,能源作为国家管理的重要资源之一,也是构成国家经济的主要部分,在能源供需日益紧张的今天,它不仅是商品,更被视为战略资源。在经济全球化的发展趋势下,能源市场国际化的作用愈加显著。能源问题直接关系到各国的经济利益,关联到各国的关系问题、政治军事问题。能源的输出与进口直接受到地缘政治的影响,能源的地缘政治性被强化了。任何一个能源生产和消费大国的能源政策变化都可以被视为国际能源市场甚至国际政治、军事形势变化的影响因素。因此,各国政府都十分重视能源政策,不仅是本国的,还要关心他国的能源政策变化趋向。

(2) 能源的不确定性和能源负外部性决定了制定能源政策的必要性。能源价格的大幅波动、能源投资风险和能源供给、运输、使用的安全等因素都需要能源政策作为保障。

能源价格波动具有不确定性。能源在经济发展中的广泛基础作用决定了其价格对整体经济的影响,几乎所有的经济部门发展,都要考虑能源的可获性及价格的承受力。在合理的能源价格基础上,提供可靠、充足的能源,对保证国家的稳定与繁荣是至关重要的。因为无论能源价格急剧波动,还是能源供应中断,都将对经济、社会产生快速而且严重的影响。

能源产业具有资本和技术密集、风险大、影响面广的突出特点:返还周期长的高额资金投入;由于能源需求的随机性较强,其不确定因素使得能源生产投资具有较大的风险;能源供需状况对社会的影响面广。一般来讲,在许多国家,风险大、投入大的基础建设项目,个人出资难,若没有政府的参与或担保,是很难立项的。因而,能源产业极易形成规模性的垄断产业。由于能源产业的这些特点,常常需要产业政策来解决引入市场竞争的难题。

能源生产、运输、消费等具有极强的负外部性,最突出的是体现在环境的损害方面。当存在外部性使社会成本增加时,就需要政府的干涉。无论是地方政府还是中央政府,要得到全社会的效益最大化,就必须面临处理这类外部性管理问题的挑战。借助于能源价格和补贴机制,可以有效协调各种能源资源和新技术的发展,促进能源结构的优化,减少能源对环境的危害

程度。

(3) 能源产业的垄断特性和关联特性决定了制定能源政策的必要性。能源产业由于自身产业特点等原因形成的垄断特性,需要政府的参与、指导和监管。同时,能源政策引导能源产业发展。由于能源产业的关联性很强,因此能源政策不是孤立的,必须与其他政策,例如产业发展政策、环境政策、产品标准政策等相配合,才能有效发挥作用。

2. 制定能源政策的依据

能源政策作为国家政策体系中的一个重要基础政策,其制定必须以法律法规为基础。能源法是调整能源开发、利用、管理活动中的社会关系的法律规范总和。能源法的调整以能源开发利用及其规制的法制化、高效化、合理化为出发点,以保证能源安全、高效和可持续供给为归宿。广义的能源法包括能源基本法、节约能源法、石油法、煤炭法、电力法、原子能法、可再生能源法以及有关具体能源行政法规、规章和地方性法规。在开放的能源市场中,法律、法规、条例等这些法规性的管理是市场经济正常运行的基本保证,其主要作用就是规范市场参与者的行为。政府以这些法律、法规、条例为准绳,辅以经济激励政策等,实施管理。

能源政策制定的基本出发点是国家中长期能源发展战略。所有的政策都由目标和达到目标的方法、策略构成,是国家实行行政干预的一种措施。国家能源政策的目标实质上就是国家能源发展战略的目标,因此,各项政策出台应以国家能源发展战略为基本依据,构成能源政策的连贯性与协调性,才能促进能源的可持续发展。可以说,制定能源发展战略是制定能源政策的基础。一般各国在国家宏观经济发展目标确定后,随即就需要制定出相应的经济基础产业——能源产业的发展战略,为其经济发展目标服务。

10.2.2 能源政策的目标、基本点及原则

1. 能源政策的目标

能源在经济中的基础地位与作用决定了能源政策必然会关联到经济、政治、社会等一大批目标的实现,这就要求决策者掌握能源政策对这些目标起作用的分析方法,其中包括能源部门的社会责任,能源发展面临的竞争程度和市场机制,相关的法律、法规,相关行业的原则性导向,作用于社会、经济、环境发展目标的影响,等等。能源政策是在特定经济结构中制定和实施的,制定能源经济方面的政策不能与整个国家、社会和其他多方面的目标相脱离。在能源工业部门所采取的决策将会影响到非能源部门的各项目标。

能源政策的性质决定了其本身就包含着多种目标和复杂的内容。在众多的目标中,要实现政府的首选目标,就不能完全依靠市场,这是因为市场的缺陷与失误是不能自我调节的,需要依靠政府的政策来解决。市场经济学理论确立的原则是:国家各项政策的制定是在国家立法的原则下,为国家的社会经济发展战略服务的。政府制定政策主要用于维护经济社会的正常运行,而不是要政府直接介入市场的运行。政府通过政策补救市场机制失灵的情况,并通过政策调节纠正市场机制在社会外部性问题领域中无效的行为。同样,国家的能源政策也有这样的功能,既要促进能源行业的公平竞争,又要协调能源发展中带来的环境问题,保障能源安全供给。

多数国家的能源政策存在以下具体目标:

(1) 安全。能源安全被视为能源政策的第一目标。安全有两层含义:一是供应保障安全;二是开发、运输、使用技术安全,即保障能源短期和长期供应不中断及保证安全性。由于能源在经济活动中的基础地位,以及对国家经济和人民生活的直接影响,考虑到国际市场石油等能

源价格上涨的压力、国际政治局势变动以及恐怖活动对能源运输的威胁等因素，一般认为保障充足的能源供应是实现经济安全的首要目标。多数国家为保障能源供应，采用的基本手段是多元化供应渠道、减少消费或增加国内生产、减少能源进口等。能源依存度大的发达国家保障能源供应安全的主要措施之一是以大量的设备和高额的资金投入，进行石油等能源资源储备。

（2）效率。能源供应成本最小和高效利用，包括生产、利用等各个环节的效率最高与资源配置效率最优。降低生产成本、提高经济效率不仅是企业追求的目标，而且是政府采用政策手段，实施公共物品管理，对缺乏竞争的市场进行的必要干预，以减少企业生产造成的社会环境等外部负效应。实现提高全社会的资源配置效率和经济效益所追求的目标，有赖于建立起能源市场的自由化和多样化的竞争机制，通过技术进步、管理体制改革等措施来落实。

（3）环境。减少能源开发、利用过程中对生态环境和人体健康的影响。实际上，环境问题贯穿在开发、运输、消费等一系列的能源链中，例如，对土地资源、水资源等的破坏和粉尘、二氧化硫、二氧化碳的大量排放。减少环境污染就是保证了人类安全的生活环境，因此将环境目标归纳在安全目标中十分必要。在温室效应、大气污染等环境问题的困扰下，突出能源的环境目标是十分必要的。能源结构的优化与传统能源利用技术的改进等直接关系到能源对未来人类生存环境的影响，以及不可再生的能源资源开发利用问题。政策需特别关注市场机制不能发挥作用，但却是国家经济发展战略需要的领域，例如可再生能源技术等新兴的、需要扶植的行业和环境产业。

（4）公平。提供各种类型的能源企业之间公平竞争的环境。无论是国家所有的企业，还是民营企业；无论是大型企业，还是小型企业；无论是新兴的可再生能源企业，还是传统能源企业，政府都需要为它们在市场中的活动提供公平的竞争规制，实现能源供应成本最低。公平目标的另一个意义就是需要政府实现对所有公民的基本能源服务。无论是城市还是乡村，无论是经济发达地区还是贫困落后地区，每个公民都应享有保障生活所需的基本能源供应，减少资源分配不合理的现象。

（5）政治。在能源进口依存度大的国家，外汇保障、与能源资源丰富国家的政治关系、运输通道的安全等都直接关系到能源进口国家的能源供应安全问题，因此，改善与周边国家、能源出口国的国际关系也成为能源政策中需要考虑的目标之一。

以上这些目标并不是独立的，它们之间存在一定的关联。因此，能源政策虽存在多种目标，但在能源政策的制定中必须考虑优先目标，这将取决于一国历史的、现实的以及未来的因素。比如，从国家的经济发展程度考虑，市场经济发达的国家，其能源政策最显著的目标是经济效益及实现竞争的公平性。而对于大量进口能源的国家，则应把国家的能源供应安全作为首要目标。

2. 能源政策的基本点

目前，各国的能源政策普遍仍是以最少的社会耗费进行有效的资源配置，为社会提供足够的能源和确保能源供应的安全为其最基本的要点。能源经济学的共识是，只有在能源企业之间公平竞争的环境下才能产生能源供应成本最小的最佳经济效益与社会效益；能源价格直接影响国家的财政收入、物价水平与经济环境，是极为敏感的经济政策问题；石油、天然气等优质能源资源由于地理上的分布不均和政治、经济缘故造成的多次国际供应不稳定危机，使能源供应保障安全问题和石油储备问题已成为当前石油进口国的能源政策研究热点以及国际关系研究的重点问题；在不可再生矿产资源日益耗损的现实状况下，为保证人类的可持续发展需求，对可再生能源资源的开发和商业化的经济利用已提到不少国家的能源发展战略议事日程

上;经济发展与人类生活水平的提高对能源需求的增长加重了环境污染和全球气候变化,这一矛盾难以协调解决。这样众多的问题使能源政策的目标之间总会存在经常性的冲突,如果要求一个能源政策追求过多的目标,就难以实现其最佳成效。因此,在经济发展的各个阶段和历史时期,国家的能源政策有其突出的目标。

因为能源发展往往具有多重目标,所以选择国家能源政策目标基本点的原则需要明确。一般来讲,能源政策要针对当前,注重长远。从时间过程考虑,能源政策有近期目标和远期目标,近期目标为远期目标服务。近期目标主要考虑的是针对当前能源形势面临的问题,研究能源供需的数量和结构,以及对经济发展的影响作用,并采用法令、宣传、动员说服、优惠激励、惩罚等市场工具、手段,借助环境法等其他相关的政策、措施,逐步形成较规范的政策框架体系,促进实现能源与经济、环境协调发展的远期目标。如环境目标的选择设定有以下规律:当形势需要解决经济发展对能源需求的瓶颈问题时,提供充足的能源保障就是当务之急,能源政策就会将环境影响等其他目标置于次要的地位;但当能源造成的环境污染已对人类生存构成了一定的威胁,或经济发展到一定程度,人类意识到环境污染威胁到健康和影响未来的生存发展时,能源政策就会将环境影响目标置于首位。

各国政府依据本国能源状况和发展战略目标需要,阶段性地调整自身的能源政策,并且经济体制不同的国家、经济发展程度不同的国家所需的能源政策目标也不相同。

3. 能源政策的基本原则

能源政策的制定实际上是错综复杂的,不是一个有条不紊的过程。从能源政策制定的程序中,可以总结出政策制定所需的基本原则有如下性质:

(1) 具有职责功能的主体性,能够主持政策的制定;

(2) 具有体制保障的权威性,使得政策制定有效率;

(3) 具有政策目标的公平性,保障竞争合理;

(4) 具有政策基础的法律性,体现依法治国;

(5) 具有政策制定的公开性,减少信息的不对称;

(6) 具有能源产业的系统性,实现关联行业的联动;

(7) 具有实施的可操作性,这是政策可行的关键;

(8) 具有时代特点的创新性,与时俱进;

(9) 具有追踪性,及时评估、修正。

10.2.3 能源战略和能源政策的关系

1. 中长期能源发展战略是能源政策制定的基本出发点

能源政策是能源战略的组成部分,是能源战略思想的具体体现,因此,长期、正确的能源战略对于能源政策具有指引作用,是制定合理、科学的能源政策的基本出发点。

在世界能源发展史上,一种新的能源占能源总供应量的比重由1%上升到50%,即能源的替换周期平均需要100年。大规模能源系统的建设周期一般需要20—30年,新能源从开始研究到推广应用的周期则需要30—50年(华泽彭,1991)。这就意味着,在制定能源战略时需要有长期的观点。在决策时,围绕长期性存在的众多不确定因素,战略要灵活,最重要的问题是为国家指明有希望的发展方向。所以,长期的能源发展战略非常重要,直接关系到能源的可持续发展。如果没有长期发展战略的引导,短期的能源政策就会失去方向,导致长期发展的失误。能源政策是为能源战略目标服务的,因此,在制定能源政策之前,必须要做好能源战略的

研究，特别强调要做好能源的中长期发展战略研究。

人们在开发、利用能源的长期历史中逐步认识到：能源开发利用关系到人类不可再生的自然资源耗竭问题，是生存环境变化的主要诱因之一，能源发展将直接作用于未来的人类行为，需要长远的战略规划及相应的政策。因此，必须改变过去忽视长远利益的短期能源政策行为，研究能源中长期发展战略，确立发展目标，并结合现实状况，检讨现有能源政策的优劣，依据发展目标修订现行政策。

能源战略的形成和演变趋势表明，多数国家的能源发展战略的制定原则经历了大致三个阶段：① 保障能源安全供给，满足经济发展需求的能源数量；② 注重培育节能机制，提高能源效率；③ 以强调环境效益为基点，优化能源结构。伴随着各个阶段能源战略的原则变化，相应的能源政策基本点也有了根本的变化。

能源发展战略的制定是政府义不容辞的责任，所有的能源政策都基于为能源战略服务，促进能源战略目标的实现。

2. 明确的能源发展战略奠定了能源政策目标

各项政策都应以国家能源发展战略为基本依据，构成能源政策的连贯性与协调性。例如，“节能优先”是我国能源发展战略的首选目标，但在实践中，某些能源政策只为解决眼前的能源发展矛盾服务，却忽略了长期的能源发展战略目标。当国家能源发展战略不明确时，还会产生能源政策目标不稳定的现象，甚至只能采用行政命令来解决能源产业发展的矛盾，收效不大。战略的选择决定了能源政策的制定重点，只有确立了长远的、正确的能源发展规划目标和相应的政策目标，才能减少各种短视政策带来的种种弊病。

在长期战略目标下制定的能源政策，其主要作用是以对能源可持续发展的超前意识，引导能源生产者积极参与国家能源结构的变革。无论制定哪种能源政策，出发点都是为能源发展战略服务。

10.2.4 影响能源政策制定的主要因素

能源政策是国家政策体系中的一个重要组成部分，能源政策的制定受到多重因素的制约和影响。大致包括以下几方面：

（1）国内能源资源的禀赋条件和能源供求状况及趋势。一国的能源资源储量及分布对能源供应的影响及各种资源的开发潜力，直接作用于国家能源目标的制定。能源的供求状况要求能源政策不仅要着眼于能源供应侧，而且还要着眼于能源需求测。各类能源的国内外市场价格波动和供应保障程度，包括对现状的了解和对未来的预测等一系列信息的及时、准确掌握，直接关系到能源供需机制的调整政策。从供给侧看，为了确保能源供给的充足和长期稳定，能源的勘探、开发、投资以及运输储存等均会影响能源政策的制定；从需求侧看，能源需求的现状及趋势演变要求节约能源，提高能源效率，这些也是能源政策制定需要考虑的现实问题。

（2）宏观经济发展规划和生态环境友好。宏观经济发展规划，特别是国家工业的发展政策直接影响能源产业的发展。由于能源工业建设期长等特点，其作为基础产业需要有相应的发展规划，确保宏观经济的持续稳定发展。同时，经济的可持续发展要求环境状况的改善。能源开发、生产、利用全过程都会对生态环境造成危害，二氧化硫造成的酸雨污染和二氧化碳的温室效应直接影响燃料品种的结构发展前景，需要具备远景性的发展战略促进优化能源结构。

（3）国际政治、经济环境。当国家经济发展模式与经济全球化密切相关时，减排二氧化碳

等国际环境协议将直接影响能源品种的开发与未来的国际能源市场的激烈竞争，需要激励能源新技术的研发。对能源进出口贸易依存度大的国家，国际政治形势对国家能源安全和经济的影响尤为重要，如进口石油发生中断将影响国内供需平衡，或出口通道受到阻断影响经济时，需要有应急政策的出台。

（4）能源市场开放程度。能源市场开放程度要求国家经济体制的转变以及政府对能源工业的改革意愿，包括能源工业体制以及各种能源价格等。以下三个重要因素可能影响政府对能源工业的开放程度：不再强调能源的供应安全；开始重视能源效率和成本核算；认识到改革可获得的政治和经济利益。因此，能源政策实质上是国家政策体系中的重要基础政策。

（5）能源法及能源发展战略。国家的能源法律以及长期能源发展战略的性质、构成是制定能源政策的基础。

（6）组织机构与制定机制。国家机构的设置和组织结构的责权清晰程度直接关系到能源政策的制定与实施方式的选择。

总之，制定能源政策除了需要考虑能源本身的供求因素外，所有这些宏观经济政策、国家社会经济发展以及外交政策等相关的影响因素都会直接或间接地限制能源政策的方向，国家安全与社会稳定等政治因素也直接影响能源政策目标优先权的选择。

10.3 能源安全

能源作为不可缺少的战略资源，其安全问题是关系国民经济发展和国家安全的重大战略问题。能源安全直接影响到社会稳定、可持续发展乃至国家安全，既是经济问题，也是政治问题，还是社会问题，是关系到国计民生，涉及政治、经济、社会和军事的重大安全。可以说，能源安全是建构国家经济安全乃至国家安全的必要条件。同时，能源安全也是制定能源战略、能源规划、能源政策的主要内容和主要目标之一。

10.3.1 能源安全的概念及内涵

能源历来是人类文明的先决条件，人类社会的一切活动都离不开能源。人类所消耗的一切产品都体现了能源的消耗，人们对物质需求的不断增长和精神生活的改善，都意味着对人均能源消耗需求的增加。对一个国家来讲，能源是经济增长和社会发展的重要物质基础。能源安全就是实现一个国家或地区国民经济持续发展和社会进步所必需的能源保障。能源安全程度取决于一个国家或地区经济发展和社会进步对能源消耗的需求以及可供能源的保障程度。伴随着人类社会对能源需求的增加，能源安全逐渐与政治、经济安全紧密联系在一起。20 世纪 50—60 年代前，各国都以本国能源供应为能源安全的基本内涵。20 世纪 70 年代爆发的两次石油危机使能源安全的内涵得到极大的拓展，特别是 1974 年成立的国际能源署正式提出了以稳定石油供应和国际市场价格为中心的能源安全概念。进入 20 世纪 90 年代以后，随着能源过度消耗而导致全球环境遭到破坏，人们开始关注环境保护问题，认为能源安全不仅包括能源供给的安全，也包括对由能源生产与使用所造成环境污染的治理。清洁能源的供应成为能源安全的一个重要因素。

随着能源安全问题的不断演化，能源安全概念也在不断扩充和完善，即能源安全是一个动态的概念。

第一，能源供应充足、稳定仍是能源安全的核心。能源供应稳定性（经济安全性），是指满

足国家生存与发展正常需求的能源供应保障的稳定程度，包括三方面：保障供给，指在任何情况下，对于国民经济发展和人民生活所需要的各类能源都能够保障供给；随机应变，指对于影响能源有效供给的各种突发事件，如战争等，能够进行有效防御，并能够在一定时期内满足国民经济发展的需求；可持续利用，从长远的角度来看，能源安全不仅指保障当前的供给，还要满足未来经济与社会的发展需求，即要保证能源供给的数量和质量能够持续利用。如果能源供给得不到基本满足，造成能源供应不能持续、不能稳定，能源安全就无从谈起。这方面主要受地域、运输、时间、技术和资源条件等多方面因素的限制。

第二，可承受的、合理的能源价格仍是能源安全的重要标准。和平时期的所谓能源不安全主要反映在价格的承受能力上。在战争时代，能源价格更是能源安全的一个重要方面。在可承受的价格范围内足量获取能源，方为安全。一国在可接受的价格水平上能否获得满足经济发展需要的能源供给量，是衡量能源是否安全的重要标准。

第三，能源开发和利用过程带来的外部性问题成为能源安全的基本要求。张雷(2001)认为国家能源安全应兼顾“量”和“质”的要求，前者即强调能源供应稳定性(经济安全性)，后者强调能源使用的安全性，是指能源使用不应对人类自身的生存与发展环境构成任何威胁。比如，如果不对产煤与用煤所造成的环境破坏找出适当的对策，那么，煤炭就有可能失去在能源供应中的作用。再如，不解决好核废料的处理问题，那么核能也会在能源供应中失去意义。面对全球气候变化、环境污染问题，21 世纪确保能源安全的一个重要领域就是节能增效与环境保护，主要手段是加快开发和推广降低环境污染、提高能源效益的新技术，加快可再生能源和新能源即绿色能源的开发。

第四，重视能源需求本身的合理性是能源安全的补充与完善。能源安全需要考虑能源需求规模过大、增长过快导致供给难以有效满足的情形，强调能源需求本身的合理性。韩文科(2010)认为能源安全状态应包含三点：合理(增长)的能源需求；满足需求的持续、多元化的供应保障能力；经济和社会可承受的能源价格与生态环境成本。Leung(2011)指出，基于需求侧的能源安全分析同基于供给侧的能源安全分析同样重要，认为需求层面的因素也会显著影响能源安全，从而强调合理用能以及高效用能对保障能源安全的重要意义。

综上所述，能源安全可以界定为：一个国家或地区可以获取稳定、足量、经济、清洁的能源供给以满足合理的能源需求，从而保障经济社会平稳运行和可持续发展的能力或状态。相应的，如果能源供应出现中断、价格难以承受、生态环境破坏严重或者合理需求未能满足的情况，显著影响到经济社会的平稳运行和可持续发展，我们就称之为“能源不安全”。

这里，对于能源安全的状态，可用稳定性、足量性、经济性、清洁性进行描述。

- 稳定性是指可以持续地、可靠地获得所需要的能源。
- 足量性是指在能源数量上和质量上能满足经济发展的需要，不论是否拥有主权，只要是可控制的、可获得的能源，都可用来发展自己的经济。
- 经济性是指获取成本合理，确保以可接受的成本享有充足的能源供给。
- 清洁性是指能源的开发利用不对生态环境构成威胁。

能源安全不同于能源产业安全。能源产业安全是指在本国市场上的国际能源产业竞争中使其既有的或潜在的权益免受危害的状态和能力，是在国际竞争中达成的国家能源产业权益总量和其在国内份额的最佳组合，强调的是国家能源产业权益总量中对外所让渡的权益份额最小，而能源安全强调的是能源供给保障程度，供给源可以是本国的也可以是进口的。

能源安全又不同于能源生产安全。能源生产安全是指在能源生产过程中，生产系统运行

的可靠性和作业人员的人身安全，它取决于自然条件、生产技术、装备水平、管理水平和人员素质，而能源安全不注重微观的生产过程，强调的是宏观的布局、总量和保障措施。

10.3.2 能源安全的影响因素

影响能源安全的因素有很多，归纳起来主要有以下六个方面：能源因素、政治因素、运输因素、经济因素、军事因素以及可持续发展因素。

（1）能源因素。能源因素是影响能源安全的最直接、最重要的因素。一般来说，一个国家自身的能源资源越丰富，对经济发展的保障程度越高，能源供应的安全性就越高。如果不考虑其他因素，本国能源受外界不安全因素影响的可能性就小，相对安全。但并不是说能源贫乏国家的能源安全问题就严重。例如日本经历了第一次石油危机的沉重打击后，通过建立庞大的战略石油储备系统和其他一系列风险防范机制，其能源供应的风险得到了有效的控制。

（2）政治因素。政治因素对能源安全的影响主要有两个方面：一是能源进口国与出口国之间政治关系恶化而造成的对能源安全供应的影响，如第一次石油危机；二是由于能源生产国国内的政治因素对能源安全供应的影响，如第二次石油危机。

（3）运输因素。能源供应链的安全与控制资源、建立储备同等重要，供应链的安全是能源安全的前提和保障。能源供应链的安全与控制资源、建立储备同等重要，供应链的安全是能源安全的前提和保障。供应链的安全同样体现在两个方面：一是国际能源运输线，谁对运输线的控制力强，谁的能源供应安全风险就相对小；二是国内的运输能力问题，国内的能源流动顺畅，其能源供应就相对安全。对一个国家的能源安全而言，第一种因素的影响更大一些。

（4）经济因素。经济因素对能源安全的影响是间接的。对能源进口国来讲，最主要的影响就是经济能否支持进口能源所需要的外汇。经济因素还涉及价格变动问题，对进口国来说，主要是价格上涨对进口能力和进出口平衡的影响。在和平时期，价格的剧烈波动是能源安全最主要的问题之一。

（5）军事因素。军事因素对能源安全的作用是多方面的。对运输方面来说，拥有强大、反应迅速的海上军事力量，能源海上运输线就会受到很好的保护。对关键海峡的控制能力也是保障能源运输安全的重要方面。军事因素对能源安全的影响还表现在对主要能源生产地的军事干预能力上。海湾战争就是美国等国以强大的军事干预能力，避免石油供应受制于伊拉克，有效地保障了美国及其盟国的石油安全供应。

（6）可持续发展因素。能源安全重视资源的开发效率，强调资源的可持续利用。能源持续利用的实质是要努力做到经济发展与能源利用的协调，最终使经济发展与人口、资源、环境达到整体协调。可持续发展因素还应该考虑技术进步和能源替代方面的影响。对中国来说，如果洁净煤技术能有重大突破，中国的能源安全形势就会明显好转。此外，太阳能等可再生能源技术的进步也会改变各国能源安全的态势。

10.3.3 能源安全与可持续发展的异同

1. 能源安全与可持续发展的共同点

（1）提倡节约型资源消耗。中国是一个能源消耗大国，单位产品能耗高，主要产品的平均单位能耗比发达国家高40%左右，节能潜力巨大。节能是实现国家能源安全和可持续发展的重要途径。

（2）重视资源的开发效率。一次性能源具有不可再生性，提高石油、煤炭、天然气等一次

性能源的回采率以及水电和核能的开发效率，是保障能源供应在时间序列上的延续和实现社会可持续发展的内在统一。

（3）强调资源的持续利用。能源安全和可持续发展具有相同的时间维度，从能源使用的角度，两者都强调资源的持续利用，而不是耗竭性的过度开发和消费。

2. 能源安全与可持续发展的不同点

（1）研究的对象不同。能源安全研究的是一个国家国民经济发展和社会进步对能源的需求，对象是国家。从能源的角度来讲，可持续发展研究的是能源行业或产业的可持续发展，如煤炭、石油、天然气等工业的可持续发展，其研究的对象是能源行业或产业。

（2）研究的目的不同。研究能源安全的目的是提高能源供给的保障程度，满足社会发展的需要；研究可持续发展的目的是优化配置资源，实现产业的可持续发展，达到人、自然资源、经济、环境的协调发展。如对高硫煤的开采问题，从可持续发展的角度看，为了降低二氧化硫的排放，减少对环境的污染，维持生态平衡，必须限制高硫煤的开采甚至禁止开采高硫煤。从能源安全的角度看，由于低硫煤的开采，造成部分高硫煤储量不再具备开采技术条件或不具有经济开采价值，从而使煤炭可采储量下降，煤炭供给保障程度降低，能源安全度下降，必须提前预警。一方面要着重研究高硫煤脱硫、回收排放的二氧化硫等技术，加大高硫煤的开采，提高回收率；另一方面要研究高硫煤的替代能源，确保国家能源安全。

10.3.4 石油安全对策

（一）石油安全的概念

20 世纪 70 年代两次石油危机之后，石油安全战略引起了国际社会的广泛关注，当时关注的核心集中在石油供应安全上。随着时代的变迁，石油安全的内涵也在不断丰富。

石油安全是能源安全的核心内容，根据能源安全的概念，石油安全是实现一个国家或地区国民经济持续发展和社会进步所必需的石油保障的一种状态，石油安全既包括石油供应安全，也包括石油需求安全，还包括价格安全和环境安全。因此石油安全的新定义主要体现在以下四个层面：

（1）为了满足经济社会发展和国防战略需要，石油能否稳定和及时地供应；

（2）为了合理用能以及高效用能，石油需求能否控制在与供给相适应的范围内；

（3）为了保证国民经济的可持续健康发展，石油能否以合理的价格供应；

（4）为了保持环境友好，石油的使用是否清洁高效，碳排放量能否不断下降。

为了保证石油供给的稳定性、充足性和安全使用性，需要重视石油的勘探、开发、生产、运输和使用所造成的环境污染，石油安全成为石油供应安全、需求安全、价格安全和使用安全的有机统一。石油安全度不仅与一个国家的政治、经济、军事、科技等综合国力有关，也与一个国家的能源资源供应能力及其结构有关。

需要指出的是，这里讲的石油安全其实是相对安全的概念，即比其他国家安全，而不是严格意义上的绝对安全。因此，即使保证了石油供应安全、价格安全和环境安全，也并不一定能够实现百分之百的石油安全。只要人类社会仍然在消耗石油，就面临一定的风险，从这个意义上说，石油的终极安全将是石油的完全替代。

（二）石油安全策略

石油安全的本质是供求矛盾平衡，而供求矛盾的焦点在于均衡价格。换言之，能源的持续供应和价格稳定是石油安全的核心问题。石油在相当长的一段时期内仍是世界的主要能源。

因此，制定石油安全对策，积极应对石油供应暂时中断的局面和油价大幅波动对经济的损害是十分必要的。

无论是发达国家还是发展中国家，各国石油安全策略大体上具有相同或相似性，其主要内容是：提升本国的石油生产能力，建立国家战略石油储备，节能降耗，能源结构多样化，通过多种渠道和方式减少石油进口的集中度等。

1. 提高本国的石油生产能力

立足国内油气资源，强化石油资源勘探开发是实现石油安全的根本保障。大力勘探开发国内油气资源，不完全依赖外国石油资源，在一定程度上可以缩小石油供需缺口，减轻石油供给面临的压力，从而增大石油安全系数。

2. 建立国家战略石油储备

所谓石油储备，是指为防范国际市场石油供应中断的危机，保障国家、社会与企业的石油供应安全而储备石油。石油储备是稳定供求关系、平抑油价、应对突发事件的有效手段，是保障国家石油安全的核心措施。

石油储备包括国家储备与企业储备两种。国家储备由中央政府直接掌握，主要功能是防止和减少因石油供应中断、油价大幅度异常波动等事件造成的影响，保证稳定供应。企业储备是企业在与生产规模相匹配的正常周转库存的基础上，按有关法律法规承担社会义务和责任所必须具有的储存量。其主要功能是稳定市场价格、平抑市场波动。

从长远战略出发，保持一定数量的石油储备，可以避免因突发事件引起的石油供应中断和价格的剧烈波动，以免对国家政治、经济和社会造成重大冲击。保持适度的石油储备，成为各石油消费国的战略举措。目前，大多数发达国家都已经建立了相应的石油储备体系。

战略石油储备有保障供应、稳定油价、威慑三方面的作用。

衡量石油储备安全的指标主要是石油储备支持天数。国际能源署（IEA）规定，各成员国的战略石油储备规模为90天的石油净进口量，目前美国、欧盟、日本都相继建立了60—90天的石油应急储备以保障国家的石油供应安全。而中国的战略石油储备启动较晚，2004年才正式开始国家石油储备的建设工作。2010年以来，逐步增加至30天左右。现有的战略石油储备量仅相当于36天的原油净进口量，与国际能源署提出的建立相当于上年90天以上的进口量应急储备目标还相差54天的储备量。为了实现能源储备安全目标，中国从2003年开始，计划用15年的时间分三期完成油库等石油储备硬件设施建设。第一期为1 000万吨至1 200万吨，约等于中国30天的净石油进口量；第二期和第三期分别为2 800万吨。其中，国家石油储备一期工程已于2014年11月建成投用，包括舟山、镇海、大连和黄岛等四个国家石油储备基地，总储备库容1 640万立方米，储备原油1 243万吨。目前，二期石油战略储备基地正在建设中，包括辽宁锦州、山东青岛、江苏金坛、浙江舟山、广东惠州、新疆独山子、甘肃兰州等地，设计储备能力为1.68亿桶。

3. 节能降耗

节约能源、提高能效是各国应对石油安全的重要措施，特别是节约能源已经是世界主要国家能源战略的基本组成部分。节能措施针对高耗能产业的交通、建筑，也注重推广节能技术，对各部门制定能效标准，大力推广节能标识活动，利用财税手段引导消费者、合理利用能源等。

4. 能源结构多样化

为了减少石油风险对经济安全的威胁，应大力开发利用石油替代能源，提高天然气和核能在能源结构中的比例，同时大力开发利用可再生能源，推进能源结构多样化。

5. 通过多种渠道和方式减少石油进口的集中度

实施石油进口地域多元化，以分散进口风险。石油进口风险的产生主要来自进口地域集中、运输安全系数低等方面。多元化地开展能源贸易，维护能源运输通道安全，可以分散风险，确保安全。

10.4 主要国家能源战略和能源政策

能源是现代工业社会的基础物资，能源安全是国家安全的重要组成部分，能源安全不仅关系到一个国家的经济可持续发展和社会稳定，而且会对世界的政治经济格局和军事、外交形势产生深远的影响。因此，正确的能源战略对指导一国能源政策的制定具有重要作用。本节以中国、美国、日本、欧盟、俄罗斯和印度6个国家（地区）为代表，通过对比分析各国能源战略和能源政策，了解各国制定能源战略和政策的背景及目标。

10.4.1 中国能源战略和能源政策

（一）中国能源发展中存在的主要问题

（1）能源消费总量随着经济的高速增长而迅速增加。改革开放30多年来，中国经济增长速度年均在8%以上，2010年经济总量跃居世界第二位。然而，长期以来，中国经济的发展始终没有摆脱高投入、高污染、低效益的传统方式。据统计，1978年中国的能源消费总量仅为5.7亿吨标准煤，到2012年能源消耗已达36.2亿吨标准煤，能源需求出现了“井喷式”的增长态势。

（2）能源消费结构不合理。长期以来，中国一直处于以煤为主的能源消费结构状态，煤炭在一次能源消费构成中长期保持着“独一无二”的地位。就现状而言，中国是世界上少数几个以煤为主要能源的国家之一。与世界发达国家相比，中国能源消费结构中煤炭所占比重高，石油、天然气等所占比重低。这种以煤为主的能源结构非常不合理，间接经济损失巨大，造成了严重的雾霾现象。长期的发展实践表明，以煤炭为主要消费对象的能源结构模式存在严重的缺陷，也间接反映出中国经济发展的整体质量不高。

（3）能源效率问题。目前，中国的能源效率为33.2%，其中终端利用效率提高比较明显，不过，中国能源综合效率也仅为12%，换言之，能源可采储量变成终端有用能的只有12%，在开采、加工转换和储运及终端利用过程中损失及浪费了约88%的能源。就中国的能源现状而言，各类能源普遍处于紧缺状态，如果再加上较低的利用率，必然给中国的能源产业造成更大的压力，甚至可能成为中国经济持续发展的重大障碍因素。

（4）重工业比重过大，能源消耗高。中国基础工业重要原材料的物耗水平高出发达国家5—10倍，主要工业产品单位能耗比国外平均水平高40%。在生产过程中所对应的高消耗状况，造成生产同样的产品会消耗更多的资源。一方面，伴随着市场的强大需求和地方政府因政绩考核而单纯追求GDP增长，致使“工业重型化”的热情在中国释放出了巨大力量，尤其是钢铁、石化、建材以及房地产等行业都出现了20多年来的罕见高增长。重工业的粗放模式导致资源消耗居高不下。另一方面，与工业化相伴而生的城镇化进程加快，城市基础设施建设的大规模开展以及汽车等产品进入大众消费期，极大地加剧了钢铁、建材、能源等一系列资源性产品的需求。这些客观事实对中国的能源产业发展提出了量的要求，带动了能源产业在局部领域、局部地区的繁荣，但也给环境保护造成了负面影响，着眼于长远，并不利于支撑中国经济的

长期健康可持续发展。

(5) 能源安全问题。能源安全问题可以分为供应安全和使用安全。中国在这两方面都存在很多问题。首先是自然禀赋不足,能源相对稀缺。中国拥有的能源总量占世界能源总量的1/10,而人均能源可采储量却远低于世界平均水平。其次是能源储备不足,对外依存度高。中国煤炭资源较为丰富,而石油、天然气等优质能源储量严重不足。中国石油对外依存度在1995年为7.6%,2012年增加到58%,已成为世界石油主要进口国家。在这种情况下,一旦国际能源市场发生重大波动,或者国际、地区形势发生某些不可预期的变化,中国在能源问题上将面临无法回避的挑战。为防止国际能源危机对中国经济的冲击,需要加快石油战略储备体系建设。

(6) 应对气候和环境变化的压力日益增大。中国当前单位GDP的二氧化碳排放强度约为发达国家平均水平的5倍,单位GDP的二氧化硫排放量是美国的6倍、德国的26.4倍、日本的68.7倍;一些工业密集和经济发达地区的空气污染严重超标,70%的江河水系受到污染,流经城市的河流95%以上受到严重污染;1/3的国土被酸雨覆盖,世界上污染最严重的10个城市中中国占了7个;4亿城市人呼吸不到新鲜空气;中国每年因环境污染造成的损失约占GDP的10%。可以说,近年来中国许多城市出现的气候和环境异常,一个重要原因就在于中国能源领域存在的低质低效问题。面对气候和环境变化,世界各国政府都给予了极大的关注,中国政府也在积极采取相应的措施。

(二) 中国能源战略和目标

1. 中国可持续发展能源战略的要点

经济持续健康发展需要充足的能源加以保障,能源的供给和需求将是中国面临的一个长期性问题。加快中国能源战略调整,制定符合中国国情的能源发展战略具有重要意义。

能源既是经济快速发展必不可少的物质保障,又是主要的污染来源。未来20年,中国要想走"能源消耗最少,环境污染最小"的能源可持续发展道路,就必须实行"节能优先、结构多元、环境友好、市场推动"的可持续能源发展战略。要依靠体制创新和技术进步,实行能源国际化战略,力争实现"GDP翻两番、能源消费翻一番"的目标;优先满足人民特别是贫困群众生活的能源需求,有效保障国家的能源安全,最大限度地减少能源生产转换和利用对环境及健康的影响;初步形成能源可持续发展的新机制,为今后更长远的发展奠定基础。

2. 2020年争取实现的目标

根据中国的能源禀赋条件,中国能源以煤为主的结构,今后20年不可能有太大的变化,这对中国是巨大的压力。为此,我们应该全面实行可持续发展的能源战略,到2020年,能源发展力争达到如下目标:一次能源需求少于25亿吨标准煤,相应节能达到8亿吨标准煤;煤炭消费比例控制在60%左右,可再生能源利用达到5.25亿标准煤,其中可再生能源发电达到1亿千瓦时;石油进口依存度控制在60%左右;主要污染物的削减率为45%—60%。

(三) 中国能源政策措施

中国经济高速增长与能源消费之间日益凸显的矛盾,要求政策制定者必须从中长期经济、社会、环境协调发展的角度,制定和实施国家能源发展战略。具体包括以下几点:

(1) 将节约资源提升到基本国策的高度,即坚持节能优先的发展战略。中国人口众多,资源条件相对有限,因此必须长期坚持节能优先的发展战略。中国能效利用率低意味着节能的潜力巨大。能否以较少的能源投入实现经济增长的目标,在很大程度上取决于节能的潜力能否被有效挖掘。因此,应将节约资源提升到基本国策的高度,将"控制人口,节约资源,保护环

境”作为中国新时期的基本国策。为此，就必须开拓科学的经济发展和能源发展的道路，把节约能源资源、提高能源利用效率真正纳入国家经济社会发展的各个领域及其全过程，建立促进节能降耗的资源配置体系和机制。应加强政府节能管理体系的建设，切实转变政府职能；建立和完善节能经济激励政策；建立终端用能设备能效标准和标识体系；建立市场经济条件下的节能新机制。

（2）加强多元化、可持续的能源供应发展战略。中国可再生能源的品种繁多，但各种可再生能源的资源条件、技术成熟度和经济可行性均差异较大，应有重点地推动可再生能源事业的发展。

（3）实施调整和优化能源结构的政策。由于能源结构的优化对能源需求总量影响很大，因此应充分利用结构优化所产生的节能效果。从未来趋势看，由于对石油、天然气等优质能源消费的增加迅速，将出现由需求侧推动的结构性变动。居民生活用能领域和发达地区已经出现较明显的结构变动，这就为能源结构的调整和优化提供了较好的市场基础。总体而言，制定中国能源结构调整政策将体现如下原则：一是立足国内资源、充分利用国际资源，在保证供给和经济可承受性的前提下最大限度地优化能源结构；二是国家能源安全有充分的保障；三是环境质量明显改善，可持续发展能力明显增强。根据上述原则和能源禀赋条件，中国应逐步降低煤炭消费比例，加速发展天然气，依靠国内外资源满足国内市场对石油的基本需求，积极发展水电、核电和先进的可再生能源，用20年的时间，初步形成结构多元的局面，使得优质能源的比例明显提高。因此，中国经济发展方式今后应该向主要依靠科技进步、管理创新和提高劳动者素质等方面加快转变。要把节约能源纳入对外经贸结构调整的原则之中，防止发达国家进一步将高耗能的重化工业和重加工业向中国转移。

（4）实施环境友好的能源战略。国际经验表明，环境约束政策对实施可持续能源战略和能源供求技术发展有基础性作用。由于受环境容量、全球温室气体减排以及中国“环境小康”需求等的制约，环境保护将成为中国中长期能源发展必须考虑的一个重要因素。能源与环境的关系主要体现在如下方面：能源是环境问题的核心，能源生产和利用对当地、区域和全球大气环境产生重要影响；环境是能源决策的关键因素，环境评价应是所有能源项目确立的先决条件，环境应作为一种资源纳入综合资源规划；能源是环境外交的中心，耗能产品是国际贸易绿色壁垒的对象；能源生产和使用是绿色运动的主要目标。

实施环境友好战略需要通过政府驱动、公众参与、总量控制、排污交易四个途径加以落实。要按空气质量要求，对主要污染物实行更为严格的总量控制；提高排污收费标准、实行排放交易；实行环保折价，将环境污染的外部成本内部化，即实施全成本竞争；控制城市交通环境污染；取消对高耗能产品的生产补贴；应对全球气候变暖。

10.4.2 美国能源战略

以美国为代表的发达国家作为世界能源的主要消费国，其能源政策的特点及走向在发达国家中具有一定的代表性。美、日和欧盟能源政策的主要特点是：围绕能源安全问题对能源政策进行调整；能源消费不断趋向安全清洁和节能增效；鼓励使用太阳能等新能源；政府实施财政补贴政策，能源政策与环境保护政策的联系日益紧密。

美国是世界上最主要的能源资源大国、能源生产和能源消费大国，其石油消费的60%以上依赖于进口，天然气进口也逐年增加。美国强大的政治、经济和军事实力，通过其国际能源战略，对国际能源体系产生重大而深远的影响。由于石油是当今世界最主要、最重要的能源资

源，美国的能源战略和政策也在很大程度上是以石油为代表的。美国的国际能源战略是随着其权力的变化和国内石油需求的变化而变化的。分析20世纪90年代以来美国能源战略的演变过程，归纳其基本特征，可以帮助我们更加清楚地认识美国能源战略的发展轨迹。

1. 美国能源战略演变

美国的国际能源战略的总体目标随国内经济结构调整、国际能源供应形势的变化而进行调整。从总体上看，美国的国际能源战略可以分为三个阶段：

第一个阶段是20世纪50年代以前，这一时期美国国际能源战略的主要目标是保证美国国际石油公司在国际石油体系中的地位，保证盟国的石油供应安全，从而巩固和维持其霸权地位。

第二阶段是从20世纪50年代到80年代末，这一时期美国的石油进口大于石油出口，美国对国际石油的依赖不断加深，美国的国际石油战略不仅是要维护其霸权利益，而且要保证本国能源供应的安全，即以“合理的价格、不受限制地、稳定地获取石油供应”，避免和防范石油禁运或其他因素导致的石油供应中断的发生。

第三阶段为20世纪90年代至今，为美国国际石油的发展与强化阶段。1991年制定的《国家能源战略》将美国能源的基本战略目标确定为：确保美国能源安全供应，以满足其不断增长的能源需求；保持美国在世界政治、军事、经济和外交上的强势地位；减少美国及其友邦和盟国对潜在的不可靠能源供应地的依赖；履行环保方面的义务。美国的国际能源战略的核心是提高美国能源安全保障度。

美国于1998年修订的新的国家能源发展战略由五大基本目标、一系列分目标和战略措施构成，五大基本目标是：① 提高能源系统的效率，如通过广泛采用新技术来增加对能源资源的有效应用度；② 通过减少供应中断的威胁和增加能源基础设施的安全度及可靠度来确保能源供应安全；③ 提高能源产量并以有利于人民健康和环境保护的标准来使用能源；④ 通过对基础科学和新技术的有效投资来扩大未来能源的可选择范围；⑤ 就能源问题开展国际合作，提高各方对全球经济、安全和环境等事项的关注度。

2. 21世纪美国能源战略

美国于2001年发布的《21世纪战略能源政策挑战》的报告强调必须制定一项全面的能源政策。报告建议美国政府应采取一系列短期措施，包括保持和增加美国的战略石油储备及商业石油储备，为能源供应扫除障碍，防止能源供应短缺和中断等；同时建议美国政府采取敦促非欧佩克国家增加石油产量，对能源消费和需求加强管理，以外交途径尝试构建全球能源储备机制，着力增加国内能源资源的开发和供应等一系列长期措施。

随着经济的发展、人口的增长、生活水平的提高，美国的能源问题日益凸显。政府要求实现五个具体的国家目标，即节能工作的现代化、能源基础设施的现代化、能源供应的扩大、保护和改善环境工作的加速、国家能源安全的加强。

传统上，美国历届政府都将保证供应和控制价格作为能源战略的首要目标，并通过控制海外资源、提高国内能效、完善石油战略储备系统等手段加以实现。然而，2005年签署的《2005年能源政策法》标志着美国21世纪初期的能源政策发生重大改变。该法以提高能源自给率、降低国际依赖程度、注重国内能源节约的新战略替代以往对外依赖性强的能源战略以保证美国能源安全。

美国在《2006—2010年战略计划》中指出了能源政策的四个基本目标：① 在国内提倡能源节约和提高能源效率，以防止能源的浪费和过度消耗。② 增加国内能源生产，减少对外国

的依赖。③ 能源供应多样化，主要是开发可替代能源。④ 改造能源基础设施，使之实现现代化，以保证能源输送通道的畅通，减少大规模断电的风险，重视环境保护。

奥巴马政府的能源政策核心内容为：大力促进新能源的研发利用，实现能源独立，结束美国对石油进口高度依赖的状况，节能减排，以应对全球气候变暖的危机。

美国能源战略表明美国能源政策以“增加国内供给、节约能源、降低对外依存度以及大量使用清洁能源”为核心。

3. 美国能源战略的基本特点

（1）立足国内，保障美国能源自主与能源独立。鼓励国内能源生产，增加供应量；促进能源多样化；倡导提高能源效率，节约能源。

（2）拓展海外，强化资源管控与能源通道安全。加强对世界能源储产区的战略控制；强化对世界能源运输通道和管线的控制；巩固在国际核能领域的主导权；注重与能源供应国和需求国协调。

（3）防患于未然，加强战略石油储备和预测预警。美国各届政府都将石油储备作为保障石油供给安全的重要措施。美国建立和确保战略石油储备的总体思路是：以最低的成本储备高质量的原油；在扩大战略石油储备时，把它对国际、国内市场的不利影响降到最低。根据《2005 年能源政策法》，美国能源部确定的战略石油储备为 10 亿桶。美国计划用 20 年的时间扩建石油储备设施，在 2027 年前后完成石油储备目标。

10.4.3 日本能源战略

日本能源结构的特点是：能源高度依赖石油，石油高度依赖进口，进口高度依赖中东。日本资源贫乏，能源自给率极低，能源安全形势极为脆弱。从这些实际情况出发，日本的能源战略是积极拓宽能源获取渠道，特别是保证优质能源石油的安全供应，同时从安全和环境目标考虑，积极开发新能源和“省资源能源型”产业政策。因此，日本所采取的能源政策的特点是：能源构成多样化、进口多元化、节能以及建立强大的石油战略储备等。

1. 日本能源政策目标

为有效保证能源安全战略的实施，日本实行体现国家政府的权威性领导的市场经济规律运行的能源管理体制，并加强国际协调与合作，建立良好的对话、沟通、支持渠道。石油政策及其能源战略的首要目标是保证“经济安全、国防安全、生活安全”，提出“保障能源供应、保护环境和维护消费者利益”的基本原则。

作为能源工业的政府管理部门，日本主管国家能源总战略的制定，能源咨询委员会、国际石油调控机构、能源管理体系等具体指导和管理能源战略的实施。日本的石油供应主要依靠政府控制的石油集团，石油集团为日本的石油公司提供金融保证，代表石油公司参与石油谈判。政府通过遍及全国的能源管理体系指导国内能源消费，向生产企业和居民等能源消费者进行节能增效技术培训。

2. 日本推行能源政策的战略措施和对策

由于能源资源自然禀赋约束，在国家石油安全战略的主导下，日本能源政策以保证石油供应为首要目标，重点出台以下战略措施和对策：一是通过参与国际石油勘探开发和发展国内外炼油业、提高石油产品出口量等方式，逐步实现能源发展战略目标；在拓展新的石油来源地，尽可能减少“石油政治”负面影响的同时寻求能源来源的多元化。二是建立了相当于 90 天的石油进口量的石油战略储备，并以《石油储备法》作为法律保障。三是通过调整产业结构和能源

结构进行有效节能，将高耗能产业向发展中国家转移，使产业结构逐步形成低污染、高能源利用率的资本、知识和技术密集型的格局，能耗不断下降。四是通过征收石油消费税，用于指导能源消费、降低能耗和利于调节市场需求。同时，日本政府采取直接投资、优惠贷款和减免税收等措施来支持与鼓励天然气发电。五是新能源开发。日本主要开发核能、太阳能、风能、生物质能、废弃物能和氢能等；运用税收、财政等手段来促进新能源的开发和利用，取得了许多创造性的技术成果，在一次能源供给中新能源的比例逐年增大。

10.4.4 欧盟能源战略

随着欧盟一体化进程的步伐加快，新成员国不断增加，欧盟已经成为世界第二大耗能大户。欧洲自身能源资源严重不足，基础设施老化，完全依靠能源进口程度加深，以及能源研发进展缓慢，环境保护对能源生产的限制更加苛刻，加之经济不景气，使欧洲面临越来越严峻的能源安全挑战。在此大背景下，欧盟能源政策以注重节约能源、提高能源使用效率和注重环境保护为主。

1. 欧盟能源政策的目标

欧盟能源政策的三个基本支点是：能源安全供应、环境保护和能源产业竞争力。在不同时期，其侧重点不同：在20世纪70年代，其重点是确保安全供应；当前的能源政策重点转向环境保护，即更多地利用对环境友好的可再生能源，特别是在欧盟已经签署和批准《京都议定书》的情况下，其能源政策与环境保护政策日益紧密地联系在一起。现在，发展可再生能源政策已被提升到战略的高度。欧盟能源政策的制定基本上取决于三方面的因素：一是能源供应保障，即与其他能源大国建立稳定的能源关系，尤其是与俄罗斯之间的能源对话；二是环境目标的实现，如在《京都议定书》中所做的承诺；三是竞争性经济所带来的影响，如能源市场自由化的冲击、核能的利用以及“里斯本战略”的实现。

2. 石油安全战略主导下的欧盟能源政策与措施

由于市场和资本经济体系相当发达，欧盟各国对石油安全战略的依赖程度尤甚。保证石油供应成为欧盟能源政策的首要目标，欧盟出台了以下措施和对策：一是制订了保证供应方案，包括建立石油应急储备、控制需求增长、管理石油供应、保护竞争、确保外部供应等政策，大力推进能源多元化，推出积极的石油供应策略；二是建立相当于90天以上的石油进口量的石油战略储备；三是征收生态税（包括燃料税、石油税）等石油消费税，用以指导消费、降低能耗和调节市场供求。2007年年初欧盟提出的新能源政策，要求到2020年可再生能源在欧盟能源消费总量中的比例达到20%，能源效率至少提高20%，交通生物燃料的使用比例达到10%等。为实现新的能源政策目标，欧盟公布了五项新措施，主要内容包括：建立欧盟统一的天然气与电力市场，保障能源供给的稳定与安全，实施全方位的国际能源战略，提高能源效率与扩大核能利用规模，研究新能源技术与开发绿色能源。

10.4.5 俄罗斯能源战略

俄罗斯能源资源非常丰富，是世界第二大石油输出国和最大的天然气输出国。能源是俄罗斯经济发展的基础，也是俄罗斯重振其大国地位和增强国际影响力的重要筹码。因此，俄罗斯非常注重能源工业的发展，制定了一系列对外能源政策。

1991年苏联解体后，俄罗斯联邦推行激进的以自由主义为理论依据、以能源私有化和价格自由化政策为核心的经济转轨政策，同时实施能源对外开放政策，通过吸引外部资金和技术

来缓解俄罗斯能源行业出现的投资严重不足、开采条件恶化、勘探开发停滞、产量和出口量快速下滑的危机，在能源领域出台了一系列政策，如1991年俄罗斯颁布了《外国投资法》，1992年又出台了《矿产资源法》，目的就在于为外国投资者进入俄罗斯能源领域打开方便之门，实施积极的吸引外资政策。与此同时政府也放宽了能源出口政策。

普京执政时期，通过能源“再国有化”政策加强对战略产业的控制，实现能源工业的国有化回归，是俄罗斯能源政策的重点，而建立以统一电力公司控制电力市场、天然气工业公司控制天然气市场、俄罗斯石油公司控制石油市场为主要内容的能源市场三位一体结构，加强国家对战略产业的控制，则是俄罗斯能源政策的战略目标。

随着西方资本的大量涌入，俄罗斯政府担心外资大举进入俄能源领域会威胁到俄罗斯的国家安全，因此开始在能源领域限制外资进入，加强国家对石油和天然气等战略资源的控制。这一时期能源领域吸引外资政策的总体思路就是“控制上游、开放下游”，允许外资进入，但外资必须在俄政府的监控之下，并且不能在俄能源领域占据主导地位。

2000年后随着国际油价走高，俄罗斯经济和财政状况好转，政府不再满足单纯依靠能源出口来获得经济利益。于是，俄罗斯政府以国家利益最大化为目标推行能源出口调节政策，其主要内容包括：鼓励能源出口的同时强调要保障国家经济效益最大化；重视能源安全，强调能源出口的多元化；刺激出口商品结构多元化，加大高附加值产品的出口规模；运用能源出口关税调节能源出口规模和结构；在国际舞台上灵活运用能源牌，实现国家利益的最大化；拓展能源运输渠道，支持能源非歧视性过境。

俄罗斯的另一个能源策略是实施全方位的能源外交政策。俄罗斯是一个能源生产和出口大国，能源工业不仅是其国民经济的支柱，还是其恢复大国地位、维护地缘政治影响、增强外交实力的重要工具。因此，俄罗斯政府非常重视能源外交。普京时期俄罗斯能源外交的核心是实现国家利益最大化，原则是利益交换，具体内容是“稳定西欧、巩固独联体、争夺里海、开拓东方、突破北美、挑战欧佩克”的全方位外交。

2009年8月通过的《2030年前俄罗斯能源战略》的主要内容包括：① 俄罗斯政府计划到2030年前石油的产量、出口量分别达到5亿吨和3.7亿吨，天然气的产量、出口量分别达到3 700亿立方米和9 000亿立方米；② 从2006年到2030年，俄罗斯能源领域的投资规模达到1.87万亿美元左右。从投资领域来看，计划在石油方面投资6 250亿美元，以使石油产量增加10%。在天然气方面投资5 900亿美元，使天然气产量增加33%。

【案例】

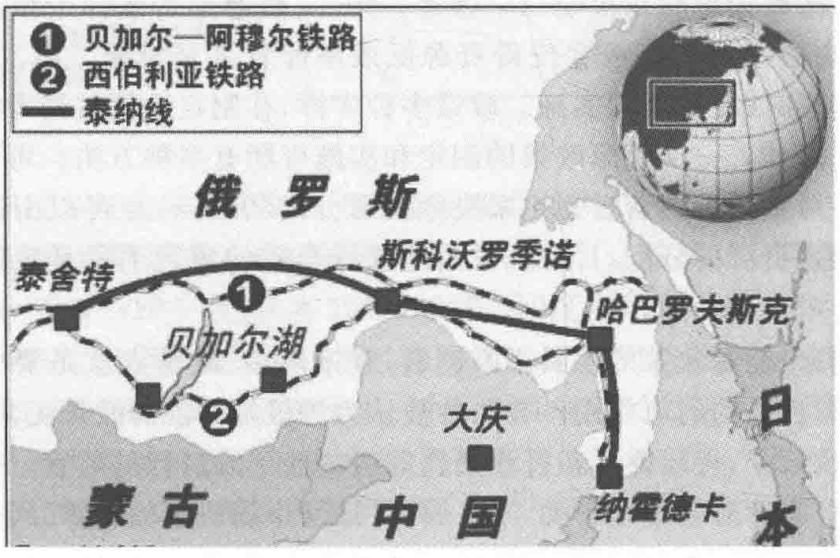
中、日、俄三国博弈“石油管道”

俄罗斯东部石油管道走向一直有南线、北线之争。所谓南线是指从东西伯利亚的安加尔斯克至中国东北的大庆，线路总长2 400公里，其中有800公里在中国境内，简称“安大线”。2002年年底，俄石油管道运输公司又提出了主要向日本供油的北线方案，即修建从安加尔斯克至纳霍德卡的长达4 000多公里的输油管线，简称“安纳线”。最终俄罗斯选择了折中方案，即“泰纳线”，这条石油管道方案的起点是东西伯利亚的泰舍特，途经贝加尔湖北部，然后沿着贝加尔—阿穆尔大铁路和中俄边境地区，一直通往俄罗斯的远东港口纳霍德卡。

对俄罗斯而言，“泰纳线”的经济效益比较好。安大线只能向中国供油；而“泰纳线”同时为日本、韩国和中国等亚洲各国提供了一个比中东石油节省大量运费的可靠油源，还可以越过

太平洋，远输美国西海岸，有益于俄罗斯外交的第一要务——俄美关系。

与“安纳线”方案相比，“泰纳线”方案有两处明显变化：第一，这条石油管道的起点不是安加尔斯克，而是泰舍特，这样可以最大限度地靠近有待开发的东西伯利亚油田和亚库特油田，泰舍特今后将成为东西伯利亚地区石油外运的集散地；第二，这条管道改变了“安纳线”方案中紧贴贝加尔湖北侧的设计，向北后撤150公里，这就避免了石油管道对贝加尔湖生态的可能影响。



从“安大线”到“安纳线”再到“泰纳线”，围绕这条石油管线，中、日、俄三国展开了能源角力。

日本为了促使俄罗斯修建“安纳线”，提出为该石油管线建设提供70亿美元的软贷款，并承诺加大对俄远东地区的投资，并表示只要俄保证优先将石油输送至日本而不是中国，就把援助金额从原来的70亿美元提高到90亿美元。俄罗斯政府坚持“泰纳线”输油管道建成前，俄将先修一条通向中国的支线。对此，日本称如果不能确保在竞争中取得优先权，将不提供援助。俄罗斯之所以坚定地选择优先建设一条到中国大庆的支线，是因为俄罗斯考虑到本国利益最大化，担心最具潜力的能源消费市场中国一旦将目标转向中亚地区（其间，中国与哈萨克斯坦之间的石油管线工程已经启动），把石油输运管道伸向哈萨克斯坦及里海地区的油田，俄罗斯石油将痛失中国市场。俄罗斯政府认为，率先建造通往中国的输油管，在经济上对俄罗斯更具吸引力。向大庆输出石油，俄罗斯可以实现原油出口路线多样化，把石油卖到整个亚太地区，从而避免依赖单一石油客户的局面。

10.4.6 印度能源战略

为了确保稳定和可持续发展，印度政府制定、实施了适应经济增长的能源新战略和新政策，其措施包括开展能源外交、拓展进口渠道、加快海外能源开发和采购步伐等。

印度能源安全新政策强调采取市场手段来合理开发利用能源，在全国提倡使用清洁能源和可再生能源，鼓励本国企业开展海外并购，对国内燃油进行合理定价从而促进投资。

在储备方面，印度实行90天能源安全储备制度，设立能源研发基金，资助能源基础研究，同时计划在10年内实现农村地区完全供电。

为了消除贫困，进一步改善人民生活，并确保25年内经济每年9%的增速，印度确定能源生产增长速度必须达到5.8%，要实现这一目标，在使用不可再生能源的同时，必须综合利用

各类可再生能源，走可持续发展的道路。

为落实新能源政策，印度原子能部组织专家制定了《长期核能发展计划》，提出核能是印度长期能源安全最有效的方式。

10.5 能源经济政策

任何国家的有效政策都将取决于三个因素。第一，政府是否选择干预。如果完全放开市场进行无序竞争，市场垄断的形成会使得资源低效率配置甚至错配。第二，采取哪种干预措施。第三，这些措施如何在实践中实施。政策多种多样，在制定政策时需考虑在什么情况下采用哪一种政策效果最佳。一项能源政策的制定和实施可能有多种方法。可以完全依靠市场机制作用——基于绝对接受以消费者为主来决定资源分配的观点，也可以由国家通过行政机制取代市场机制来决定资源的分配。因此，恰当地选择合理的政策手段是政策制定者研究的主要内容。

在市场经济国家，能源政策的工具不断创新，越来越多，其基点就是要充分发挥市场机制的作用，发挥法律和法规的约束作用。有两种被认为是极端的能源政策工具：一种是依据监管法规标准，通过行政命令、行政许可和行政处罚等强制性手段进行的监管。高能耗产品设备的淘汰监管、煤矿安全监管就属于这一类。另一种是推动市场机制的政策，间接地影响市场参与者的行为，即政府机关用法律权限，通过许可和认可等手段，对企业的进入和退出、价格、服务的数量和质量、投资、财务会计等有关行为加以管制。能源行业的市场准入监管、能源价格监管、费率监管、能源污染排放权交易的监管就属于这一类。它包括经济惩罚政策，如超量排污，对企业法人的经济罚款等；以及经济激励政策，这是采用最多和最普遍的政策，在此重点论述。

总结各国能源领域一般采用的经济激励政策手段，主要包财政补贴政策、价格政策、税收政策和优惠贷款政策四种。经济政策主要就是要分析采用这四种政策中的哪一个更有效，以及采用的力度与适宜程度。

10.5.1 财政补贴政策

能源的财政补贴是指政府为发展新能源和可再生能源，不以直接的资金收益或回报为目的，提供财政资助或其他形式的收入或价格支持。财政补贴政策一般需要解决好以下两个问题：一是补贴资金来源问题。美国和西欧国家通过系统效益收费和征收化石燃料税来筹集；中国则主要由政府财政支付，而财政收入有限，需要补贴支持的事业又很多，所以依赖政府财政的支持不是长久之计。二是补贴策略问题，即应给谁补贴和以什么样的运行机制进行补贴。例如选择用户补贴，需要把握对用户进行补贴的尺度，否则当消费市场不能达到预期规模时，就不能达到政策的预期目标；如果选择投资补贴方式，建议采取公开招标的机制。这样做有利于公平竞争和降低研发成本。补贴政策应争取以较小的财政支出达到激励的政策目标。发展中国家常用这种激励手段。

补贴的提供通常按照一个固定的数额或者百分比，实施时有两个度：期限和数量，如果补贴政策在达到目标以后依然存在，就会违反政策的初衷，损害公众利益，影响已取得的政策效果。补贴是最为常见的经济激励措施，形式多样，得到了广泛应用和实施。一般而言，补贴有以下三种形式，它们的优、缺点概括如下（见表 10-1）。

表 10-1　补贴政策的特点

补贴政策	投资补贴	产出补贴	用户补贴
定义	对投资者补贴	根据产出补贴	对消费者补贴
优点	调动投资者的积极性，提高生产能力、扩大产业规模	有利于增加产品产量，提高企业的经济效益	刺激消费，扩大市场需求，带动生产能力的提高，达到降低成本的目的
缺点	与企业生产经营状况无关，起不到刺激更新技术、降低成本的作用	市场风险较大	具有很大的不确定性

1. 投资补贴

投资补贴是直接补贴给新能源和可再生能源项目开发的投资者。这种补贴可以覆盖多种可再生能源技术，各国详细规定了补贴的形式、额度和项目。希腊对新能源和可再生能源发电项目投资的补贴为 30%—50%、瑞典为 10%—25%，印度对风电补贴 10%—15%。另外，投资者补贴与价格政策往往能够形成互补。荷兰在可再生电价的基础上，对投资风电的个人提供 20% 的补贴；英国在统一的市场电价基础上，对海上风电项目投资提供高达 40% 的补贴。投资者补贴的优点是可以调动投资者的积极性，提高可再生能源的生产能力，扩大可再生能源的产业规模；缺点是无法刺激企业更新可再生能源技术、降低开发成本。

2. 产出补贴

产出补贴是针对从事新能源和可再生能源开发的生产者，根据其可再生能源设备产品及产量，给予补贴，又称为产品补贴。这种补贴有利于降低生产成本，增加设备产量，进而提高企业效益，但对刺激企业更新技术的作用不大。这也是许多国家正在实施的一种激励措施。美国为鼓励风电，实行额度为 1.7 美分/千瓦时、为期 10 年的产品补贴。中国政府对地方小水电建设、风力发电给予了财政补贴。

3. 用户补贴

用户补贴是直接补贴可再生能源产品的用户。对太阳能热水器的用户的补贴较为常见，例如欧洲很多国家均对太阳能热水器用户提供 20%—60% 的补贴，澳大利亚对太阳能热水器用户提供每套 500 设备澳元补贴。用户补贴随着市场的发展和技术的进步进行不断调整，并可以在适当的时候取消。例如日本对家庭安装光伏发电产品的补贴从 40% 降到 10% 以下，并有逐步取消的计划。

10.5.2　价格政策

价格政策是市场经济的核心。能源定价政策是加强市场机制影响最为重要的手段。价格政策包括价格水平和价格结构，而能源价格应当与长期边际成本相联系。因此，能源价格除应包括足够的投资收益外，至少还应包括在持续供应基础上的成本。反映全部供应成本和供求关系的能源价格通过市场机制，直接影响生产者和消费者的行为，是提高能源效率和节能的基础。在开放的能源市场中，价格从市场产生，除非政府仍保持定价的权力。在政府保持定价权力的国家，则主要采用税收和补贴手段影响市场参与者的行为，但作用相对较小。如今，市场经济国家的共同趋势是：取消政府对煤炭、石油、天然气等能源的价格管制；取消对能源生产者、消费者的补贴；对低收入居民提供补助；实行分时电价；通过征收税费将环境成本纳入能源价格。

目前，可再生能源产品较之常规能源产品，成本普遍偏高，为促进新技术的研发，扩大生产规模，需要采用价格优惠的政策，这是一项非常有效的市场开拓措施。如果运用得当，就能起到降低成本、促进市场发展和技术进步的作用。当前国际上可再生能源价格政策绝大多数是针对电力产品，电价政策主要有以下几种形式。

1. 固定价格

固定价格即政府按照标准成本法，直接明确规定各类可再生能源电力的市场价格，电网企业必须按照这样的价格向可再生能源发电企业支付费用。这种政策工具的特点在于可以根据政府的意愿，均衡发展各种可再生能源技术，也可优先发展某些可再生能源技术。德国是采用这种价格机制的代表国家，通过立法规定，依据不同的项目资源条件和技术类型，制定不同的可再生能源电价。

目前，世界上建立固定价格体系的国家已经有 29 个，包括 21 个发达国家和 8 个发展中国家，欧洲是主力军，德国、丹麦等 12 个欧洲国家实施了固定电价政策。其主要特点是：可以根据政府的意愿，通过价格水平的高低调整和适用年限等的规定，大体确定可再生能源的投资水平，从而选择促进可再生能源发电发展的速度。

德国是采用固定电价体系和政策的代表国家。自 1990 年起，德国开始逐步建立起促进可再生能源发电发展的固定电价体系，并在 2000 年通过法律的形式加以确定。其原则是：无论常规电力上网价格水平如何，根据可再生能源技术类型、考虑技术发展水平和项目资源条件，分门别类地制定可再生能源电价标准，并根据可再生能源成本差异和市场拓展的程度，每隔两年可能修改一次购电价格。德国在 2004 年修订的可再生能源电价标准是：风力发电、光伏发电、采用先进技术的生物质发电的价格分别是 8.7 欧分/千瓦时（约为平均上网电价的 2 倍）、45.7—57.4 欧分/千瓦时 和 10.5—15 欧分/千瓦时等。

德国实施固定电价的效果非常显著。目前，德国是世界上可再生能源发展最快的国家，2006 年可再生能源发电总量在全部发电量中占 10% 左右。风电增长最为迅速，2006 年装机容量已经达到 2 066 万千瓦，占世界装机总量的 28%。生物质发电装机也超过了 170 万千瓦。在推动光伏发电方面，德国也有突出成就，成为世界上第一个光伏发电在可再生能源总发电量中占据 1% 的国家，显示了光伏发电可以在能源结构中占据一定比例的可能。德国可再生能源发展的成功，得益于它的固定电价政策和制度的设计与实施。

从固定价格政策操作的过程看，关键是差价的资金来源问题。美国、中国和其他国家通常的办法是：政府、电力公司和用户共同承担；全部由用户承担，如通过电费加价来筹集资金。其存在的问题是在为生产企业保价的机制下，如何进一步促进其降低成本。

2. 溢价电价

溢价电价既为可再生能源发电提供了最基本的电价保障，又鼓励其参与电力市场竞争。溢价电价体系结合了标准成本法和机会成本法，既考虑了可再生能源发电的实际成本和价格政策需求，又与电力市场的电力竞价挂钩。其主要原则是：以常规电力的销售价格为参照系，制定一个合适的比例，可再生能源发电价格随常规电力价格的市场变化而浮动，或是制定固定的奖励电价（即溢价），加上随时变化的浮动的竞争性市场电价，作为可再生能源发电实际获得的电价。实施这种价格体系的典型国家是西班牙。

西班牙在 1997 年颁布和实施了《54 号电力法》，标志着其市场化电力体制的建立。对于可再生能源发电价格，西班牙在 1998 年做出了一些具体的规定，并根据政策实施的效果，在 2004 年对政策进行了调整，规定可再生能源电价实行“双轨制”，即固定电价和竞争加补贴电

价相结合的方式,发电企业可以在两种方式中任选一种作为确定电价的方式,但只能在上一年年底选择一次,持续一年。两种方式如下:

(1) 固定电价方式。根据不同的可再生能源发电技术,电价水平为电力平均参考销售电价的80%或90%,太阳能发电在电力平均参考销售电价的300%及以上。电网企业必须按照这样的价格水平收购可再生能源电力,超过电网平均上网电价部分由国家补贴。

(2) 溢价方式。可再生能源发电企业需要按照电力市场竞争规则与其他电力一样竞价上网,但政府额外为上网风电提供溢价,即政府补贴电价,因此电价水平为"溢价(政府补贴电价)+电力市场竞价"。其中政府补贴电价为平均参考销售电价的40%或50%,太阳能发电为260%。

平均参考销售电价每年由西班牙政府根据电力市场对电力用户的销售电价情况确定,在前一年年底公布,并维持一年不变(即使第二年的电力市场销售价格有所变化)。如政府规定2006年、2007年实行的平均参考销售电价的水平为7.6588和8.1364欧分/千瓦时。但2005年之后,由于全球能源价格的上涨,西班牙的电力销售价格(电力销价由配电企业根据电力市场供需情况通过竞争进行随时调整)以及电力上网价格也在持续上涨,因此90%以上的风电企业选择了第二种方式,这也就意味着风电一般能够得到7—9欧分/千瓦时的电价,企业一方面参与电力市场的价格竞争,另一方面也获得了政府的奖励补贴电价,可以获得更高的利益。

溢价电价体系制度促进了西班牙可再生能源的发展。特别突出的是风电和小水电、沼气发电,政策实施效果非常显著。以风电为例,20世纪90年代中期西班牙的风机产业刚刚起步,应用规模不大,默默无闻,但在几年的时间里无论从产业规模还是应用方面都排在世界前列(产业排在丹麦、德国之后,位居世界第三;使用量排在德国之后,位居世界第二),10年平均增长速度超过60%。2006年风电新增装机182万千瓦,累计装机达到1 173万千瓦,位居世界第二,占世界风电总装机容量的15.5%。西班牙的三家大型风电机组制造企业2006年的市场销售量占世界总量的20%左右,建立了全球第二大风机制造产业。

3. 招标电价

招标电价是针对单个或一组可再生能源发电项目的市场运作方式。招标电价的含义是由政府发布,对特定的一个或一组可再生能源发电项目进行公开招标,考虑电价以及其他指标来确定发电项目的开发者。在这种体系下,项目的电价是作为评标的主要因素之一,因此中标的可再生能源发电项目得到的电价是确定和固定的,但对于每一个或每一组项目,得到的电价都不相同。

招标电价体系的典型是1990年到2000年之间英国实施的非化石燃料公约(Non-fossil Fuel obligation, NFFO),采取普遍采购原则,政府只规定可再生能源发电发展的目标和采购的数量与范围,由投标者确定发展的投资项目。

英国自1990年开始电力体制改革,发电企业和电网企业分开并私有化,成立了12个相互竞争的电网企业,通过非化石燃料公约,英国强制电网企业收购其电网覆盖区内的招标项目所发的可再生能源电力,并按照招标价格支付费用。因此,可再生能源电力没有参与电力市场的竞争,但可再生能源电价是由可再生能源开发商竞争确定的。

英国非化石燃料公约招标采购制度实施了近10年,取得了一定的效果,使英国的可再生能源从无到有开始发展,同时,可再生能源的开发成本也大幅度下降,如最低的竞标合同电价是1996年的生物质流化床燃烧发电电价,为2.66便士/千瓦时,该电价已经非常接近英国当年电力交易市场的平均电价(2.5便士/千瓦时)。但是,竞争性也带来了一定的缺点,最主要

的缺点是由于竞标得到的价格过低，造成合同的履行率很低，许多投资商不能按照合同建成项目。英国在其发布的5轮招标中，共招标成功115万千瓦的风电项目，但是，在这些项目中，仅有15.1万千瓦时的项目最终建成发电，项目的建成率仅为13%。究其原因主要在于最低价格中标制度，导致了部分不具备项目建设的开发商中标，项目融资困难，技术难以支撑，从而导致合同履行率低，最终不得不放弃招标采购制度。此外，招标的另一个缺点是增加了项目准备费用，大大增加了项目准备费用占总投资的比例（相对于常规电力项目而言，可再生能源发电项目总规模小、总投资小），加上几选一的招标制度，投资者的积极性在经过几轮招标之后被严重挫伤。

最后，由于可再生能源发电发展速度离预期相差太远，以及形成的过低的招标电价，英国的可再生能源制造业没有发展起来，相比于欧洲其他国家，招标制度对制造业产生的负面影响也比较严重。

4. 市场电价

市场电价将发展可再生能源电力作为电力企业的法定义务。市场价格体系的含义是通过强制配额（即要求能源企业在生产或销售常规电力的同时，必须生产或销售规定比例的可再生能源电量）和绿色交易制度（政府对企业的可再生能源发电核发可再生交易证书，该交易证书可以在能源企业间买卖，价格由市场决定），发挥市场自身的调节作用，达到提升可再生能源产品价格的目的。此时的可再生能源发电价格为平均上网电价与可再生交易证书的价格之和。对未完成强制配额的企业，政府一般会设定予以惩罚的额度。市场价格体系是采用机会成本法制定价格政策的典型，惩罚的额度体现的即是化石能源电力的外部成本。

在市场价格机制下，可再生能源发电价格随着可再生能源市场供需的变化而变动。因此，生物质能、风能等一些成本相对较低的可再生能源电力发展得较快，而成本相对较高的可再生能源电力的发展可能会受限，如光伏发电等。

实施可再生能源发电市场价格政策的一个重要前提条件是完全市场化的充分竞争的电力市场（包括发电、输电、配电和用电的所有环节）。早在2005年，世界上就已经有15个国家建立了可再生能源市场价格体系，全部为发达国家，包括澳大利亚、英国、意大利、日本等国家以及美国的大部分州，目前这一市场化体系仍在深入推进中。一般情况下，政府制定的对未完成强制配额的企业予以惩罚的额度，往往成为可再生能源发电交易成本的上限。例如英国对企业的罚款是3便士/千瓦时，约合4.5欧分/千瓦时，再加上浮动的常规电力上网价格，英国的可再生能源电价水平是7—8欧分/千瓦时。在此价格机制下，不同的可再生能源电力得到的是相同的价格，但价格水平随时都在随可再生能源市场供需情况而变，总价格又随电力市场的变化而浮动。市场价格政策的效果是，一些接近商业化的成本相对低的可再生能源电力如风电、生物质能发电等会得到较快的发展。而一些成本相对较高的可再生能源电力的发展，例如光伏发电等就可能受到相当程度的制约。同时，这种价格形成机制，在完成交易之前无法确定可再生能源的价格，在一定程度上影响了企业，特别是中小企业的融资。此外，惩罚制度往往成为企业逃避履行义务的手段，例如英国的部分电力公司，当收购可再生能源价格高于惩罚额度的时候，宁可被罚，因此，实行配额制的国家对发展可再生能源市场的刺激力度不如实施固定电价的国家。

5. 绿色电价

绿色能源价格是指政府规定各种可再生能源产品的价格，能源消费者自愿认购相关产品。绿色能源价格体系采用的也是机会成本法，其形成机制是，由政府提出绿色能源价格，由能源

消费者按照规定价格自愿认购，认购后的证书一般不用于以营利为目的的交易。此种价格工具需要得到企业和消费者对绿色能源的认同，通常适用于公众环保意识较高的国家和地区。典型的国家有荷兰，荷兰人自愿以 8—9 欧分/千瓦时的价格购买可再生能源电力，到 2004 年绿色电力用户已经占到 30%，目前这一比例已接近 45%。

10.5.3 税收政策

税收政策是一种非常有效的政策工具，是各国应用最多的经济政策，政府在考虑此政策的制定时，首先必须明确减免税收所要达到的经济和技术目标，以及实施减免税收的对象，或以不同的税率引导产业发展。

税收政策大致可以分为以下两种：

一是税收优惠政策，如减免关税、减免形成固定资产税，减免增值税和所得税（企业所得税和个人收入税）等。减免税收不需要政府一次性地拿出大量资金来进行补贴，只是减少一部分中央或地方的收入。但是，由于大多数税种不计入生产成本（关税例外），只影响企业产品的销售价格和企业的经济效益，实际上对鼓励企业改进生产制造技术、提高效率、降低成本没有直接的作用。这就是为什么一旦这种优惠政策取消后，有些企业就会生存不下去。如美国的太阳能热水器的生产和销售，税收减免政策取消后，生产企业减少了近 200 家。

二是强制性税、费征收政策。如燃油税，以及实行污染者付费的原则，对燃煤企业征收二氧化硫排放治理费用等。各国的实践证明，这类政策，尤其是高标准、高强度的收费政策，不仅能起到减少污染量排放的作用，还能促进企业采用先进技术，减少能源消费，提高科技水平。

对于传统能源和新能源执行不同的税收政策：一是税收优惠，即直接对可再生能源实施税收优惠政策，通过降低与发展可再生能源有关的成本，促进新能源和可再生能源的投资；二是征税，即对非可再生能源实施强制性税收政策，通过增加非可再生能源产品的成本，限制其消费规模（见表 10-2）。

表 10-2 可再生能源税收政策

名称	种类	征收范围和额度
可再生能源税收优惠	包括减免增值税和所得税（企业和个人）、减免形成固定资产税、减免关税等	丹麦对个人投资风电，葡萄牙、比利时、爱尔兰等国家对个人投资可再生能源项目均免征所得税；美国风力发电可享受 1.7 美分/千瓦时的生产税抵扣；希腊对所有可再生能源项目和产品免税；爱尔兰对一般企业投资风能、生物质能、光伏和水电项目的资金免征企业所得税。印度风力发电机整机进口关税税率为 25%，对散件实行零税率。
不可再生能源实施的税收政策	如碳税政策	英国和瑞典对不可再生能源电力均征收电力税，2001 年税收水平分别为 1.99 欧元/千瓦时和 0.63 欧元/千瓦时。对不可再生能源高标准、高强度的收费政策，将起到鼓励开发利用清洁能源的作用。

10.5.4 优惠贷款政策

信贷扶持方式主要有低息、贴息贷款和贷款担保等形式。其优点是可以减轻企业还本付息的负担，有利于降低生产成本；缺点是政府需要筹集一定的资金以支持贴息或减息所需的资金量，贷款数量越大，贴息量越大，需要筹集的资金也就越多，银行贷款的风险也就越大。为了提高贴息贷款的经济效益，关键是要正确地选择贷款对象、条件和实施科学的贷款程序。因

此，资金供应状况是影响这一政策持续进行的关键性因素。目前美国已没有这类贷款政策，中国的实施规模也很小，完全在可以承受的范围内。但一些国家的金融机构，尤其是政策性银行，设立了可再生能源投资专项或额度。德国 1990 年起对投资可再生能源的企业提供长达 12 年的低于市场利率 1%—2%，相当于设备投资成本 75% 的优惠贷款，还为中小风电场提供总投资额 80% 的融资。印度还成立了可再生能源投资的专门机构。巴西国家经济社会开发银行设立专项信贷，为生物柴油企业提供 90% 的融资信贷，联邦政府也设立了 1 亿雷亚尔（约合 3 400 万美元）的信贷资金，提供给生物柴油原料种植户（见表 10-3）。

表 10-3　部分国家信贷扶持可再生能源情况

国家	信贷扶持对象	扶持额度和方式
意大利	在屋顶及建筑物的其他部分安装小型光伏系统（5—50 千瓦）	2001 年开始提供相当于项目投资 85% 的免息贷款
德国	风电项目和光伏项目	利息从 2.5%—5.1% 不等的低利率贷款
西班牙	针对个人和企业投资可再生能源的利息减免计划	2002 年减免后的利率为 2%—4%，项目最高贷款额为 6 300 万欧元，当年提供的信贷总额为 1.5 亿欧元，可用于补偿利息的总额为 1 200 万欧元
法国	支持 1 千瓦以上容量的光伏系统的安装	其经济事务部提供低息贷款（2002 年利率为 1.9%），还贷期为 10 年，最初 2 年无须还贷，2 年后如果光伏系统仍可运行，可以免去剩余贷款。单套系统融资额度可达总投资额的 100%，最高限额为 50 万欧元

经济激励政策手段除了上述财政补贴政策、价格政策、税收政策和优惠贷款政策四种外，还有出口鼓励政策和研发鼓励政策。

总之，从政策的策略性方面分析，在一定意义上可以说，能源政策是一种无形的“货币”，是政府对能源产业发展导向的软投资。例如，如果政策强调能源的环境问题，将环境污染所需的治理费用以税费等形式计入用能企业的内部成本，即将环境治理费用从社会转移到企业，则会加重企业消费煤炭的货币支出，在能源的消费终端就必然会出现减少煤炭消费量的趋势；如果政策鼓励可再生能源的发展，给予价格补贴等优惠，就相当于减免了新能源产业发展的成本费用，输入了企业发展的部分资金动力。从各种能源政策手段的实施效果分析，其中最有直接影响力的是能源价格政策，它影响面广，是达到政策目标的最有力的工具。一个典型的例子是在 1991 年以前，欧盟国家不同意利用天然气发电。但是，能源企业和私有企业所有者对天然气发电的投资趋向改变了政府的规划，其中煤炭价格的不断上涨就是主要因素。从市场经济国家的能源发展进程看，最终对能源发展有效的是市场机制，其中包括政府对利用市场机制的政策引导。

资料链接　　中国可再生能源战略的成本误区

可再生能源在电力工业中所占的比例很小，发展缓慢的原因主要是它相对高的成本和所对应的电价。可再生能源发展的焦点集中在降低成本上，这是共识。然而，过度关注成本和所需的电价，是中国可再生能源战略的一个误区。表现在：一是过于迫切地降低成本而急切地要求设备国产化，二是对可再生能源（如风电）电价控制过紧。中国的可再生

能源必然有一个大的发展，这一点不应当怀疑。但再生能源的开发时间和速度很重要，这应当是可再生能源战略乃至能源战略的一个重点。简单来说，无论利用不利用，风一直在吹，无论利用不利用太阳，阳光一直普照。但是，煤是挖一吨少一吨，燃煤引起的大气污染是排放一吨多一吨。

将可再生能源的成本大规模降下来，显然需要设备国产化。但是，设备国产化有一个先引进技术还是先做成市场规模，在过程中国产化的选择。在市场规模很小的情况下，引进技术需要政府行为和干预。除了扭曲市场之外，引进过程可能需要一个相对漫长的谈判。相反，有了市场规模，国产化必然随之而来，且速度很快。

另一个问题是行政控制电价。行政主管部门对于风能项目的电价实行特许权招标，企业则为了获取项目而压低竞标电价，项目以不到0.4元/千瓦时的价格中标。而根据风电的基本情况测算，能够达到商业要求的风电价格都应该在0.6元/千瓦时以上。经验证明，中标企业没有想真正地按建设承诺经营这些风电场，而是先拿下项目，再慢慢做，或等待政策，或再与政府讨价还价。

在可再生能源的成本和价格问题上，必须包括环境治理成本和资源耗尽溢价(depletion premium)。环境治理成本很容易理解，资源耗尽溢价则需要解释，它涉及对能源矿藏等不可再生资源的开采，经济分析中要计算资源利用的经济成本。由于这些资源无法再生，被耗尽时必须用进口或国内替代品来替代，因此资源利用的机会成本包括了资源耗尽后其替代品的成本。耗尽溢价或费用可根据经济价格和年开采量占总储量的比例来确定，该溢价与经济开采成本相加后就得到使用不可再生资源的总经济成本。如果在可再生能源定价时，将目前的可再生能源成本价格扣去用煤发电的环境治理成本和资源耗尽溢价，可再生能源的价格不会比煤电高。

此外，我们还应当动态地来看可再生能源成本和价格问题，不应当将目前国家批给可再生能源的价格视为一成不变的。长远地看，不可再生能源发电的价格会上涨，而可再生能源的价格则可能由于技术进步和市场规模带来的迅速国产化而下降。

经验证明，可再生能源的发展相对缓慢，它需要特殊的政策和努力去推广应用。显然，科技攻关，降低生产成本，是推广可再生能源应用和发展的关键。同时也需要政策措施的大力扶持。

资料来源：选自《21世纪经济报道》，2006年12月4日。

10.5.5 经济学对制定和实施能源政策的作用

能源政策对各种能源资源的优化配置及电力工业的协调发展有重要影响。例如，在能源发展中应如何使煤、石油、天然气与电力等不同能源资源得到最佳的利用？在能源市场中不同燃料之间应当保持什么样的价格关系？煤、天然气、石油等不可再生能源资源的耗损率有多大？在制定能源政策时有关环境因素应当如何综合考虑？如何缩小可再生能源与传统能源利用的技术经济差距？实施能源政策应当使用哪些手段？实际上，经济学所涉及的、要研究解决的就是如何将能源资源的使用最小化、同时取得最佳效益的问题。利用经济学的理论指导政策制定可以减少人类对未来不可知、不确定等因素的影响程度。

与稀缺性能源资源相关的一个问题就是不确定因素的影响。在不确定情况下制定任何政策都需要解决以下三个方面的主要问题：第一个方面，应当研究如何阐明可能发生的各种事态以及这些事态造成的后果。例如，常常很难测定各种污染物对环境的影响，特别是更难测定这些污染物间接造成的对人类健康的影响。实际上收集这类信息的花费是很大的，且需要进行大量的科研。第二个方面，需要进行各种事态的估测。在做出根本性的决策时必须确定在缺乏客观概率的情况下是否容许使用一些主观估测。第三个方面，需要对某一政策的直接与间接影响做出分析。制定能源政策要依靠大量的预测，例如对不同的燃料价格及其供求做出预测等。调整煤炭价格会对煤炭的供需产生直接影响，也会对油、气等其他可替代的能源供需产生间接影响。虽然这些预测常常是有条件的，但要使这些预测在决策时有用，就不能只有“点估计”，而如果预测不能实现的话，就常常被错误地解释为“表现出经济学价值和用途很有限”（M. G. 韦布、M. J. 里基茨，1987）。在发展能源政策中最优化的经济学方法就是要确定一批目标以及与确定这些目标的逻辑含义相联系的一些特定的假设和定义的经济分析方法。

> 经济学对能源政策决策者处理问题都是有用的。经济学在阐明问题和探索采用不同政策选择方案时都有重要作用。与其他政策领域相比，经济学的一种相对长处就在于它很强调“选择”这个词，不仅在资源利用上要进行选择，在为达到既定目标运用不同的政策手段上也要进行选择。其中，政策性费用分析是情景分析方法中的主要内容。当需要价值判断时，例如在选择能源价格政策和选择贴现率、涉及分配收益问题时，使用经济分析法对于弄清这些问题就很有用。因为交易费用与政策性费用存在于资源配置制度中，不能假设不存在这类费用，也不能保证在公营经济方面行政官员就会像仁慈的君主那样行动。还有，可运用经济模型预示在确定政策上可能产生的结果，对实现特定目标的不同政策手段的相对效果进行比较分析。例如，对不同税收手段与补助手段的经济学分析；确定不同政策实施时所需要的各种信息，等等。如美国20世纪70年代，天然气的价格大大低于相同热值的石油的成本，采用基本的供求分析就能预示所选择的定价政策可能产生的结果：将价格控制在市场结算价格以下时必然会出现过多的需求，必然会抑制生产和抑制新的勘探。事实证明就是如此。（M. G. 韦布、M. J. 里基茨，1987）

能源政策的形成绝不是条文性的一纸空文，而是带有一系列相应的措施与项目行动来体现、落实，并要具体分析各项措施可能带来的后果。如在减排二氧化碳的目标下，碳税是否可行？税率多少可行？首先需要选择利用各种数量经济模型，计算在不同的税率水平下，对相关行业及国民经济总体水平的影响，分析结论为决策提供参考依据。没有政策出台之前的经济计量分析，就无法得知涉及税费改革一类的能源政策推行后，可能会对未来经济发展产生的影响程度。

在英国的能源政策中，运用经济学的原理和方法帮助政府采用决策方案，如有关天然气的有效供应量和供给哪类市场，以及北海石油的供应应当如何定价等。如果以上两个问题的相关目标是使资源得到有效的分配和使用，就可以发现使用机会成本的概念来确定能源政策，可以获得最大的预期资源节约数。利用经济学理论指导能源政策的制定，这一思想在2003年的英国能源白皮书中也有体现。英国为实现减排二氧化碳的承诺目标，首先进行了大量的模型计算和分析，估计在满足2000—2050年能源供应的基础上，对各种方案的排放量和各方案所

需要的减排量进行经济成本和政策影响分析，最终确定到2020年削减15—25 MtC（百万吨碳含量）。

10.6 可再生能源配额制及绿色证书交易机制

10.6.1 可再生能源配额制概念及特点

可再生能源配额制，是政府为培育可再生能源市场、使可再生能源发电量达到一个有保障的最低水平而采用的强制性政策手段。

为了促进可再生能源发展，政府引入可再生能源配额制这样一种新的机制，从宏观上建立可再生能源总量目标。可再生能源配额制是一个以数量为基础的政策机制，它可以被视为一种固定产量比例法，即要求可再生能源发电量在总发电量中占一定的比例；国家通常规定发电商或经营电网的配电商，保证一定比例的电力必须来源于可再生能源发电，这样，配额制就为可再生能源提供了一个保护市场。而其电价则由竞争性的市场决定，在这个市场中，可再生能源可以互相竞争，寻求最低成本。

配额制最显著的特点就是强制性，要求有明确和量化的可再生能源发电目标，并且通过强制性手段保障目标的实现。配额制一般都规定达标责任人，通常还要求所有电力零售供应商必须购买一定比例的可再生能源电力，规定未达标的惩罚措施。

世界上的许多国家为实现可再生能源发展目标而确立了一系列的配套制度，包括配额制、强制购买、竞争性招标制度、绿色证书系统和特许经营等。配额制的优势在于它是一种框架性政策，容易融合其他政策措施。配额制可以与强制购买配合实施，其配套机制一般有绿色能源证书和绿色能源证书交易系统。

根据中国《可再生能源中长期发展规划》规定的可再生能源的中长期发展总量目标，为可再生能源中长期总量目标配套的实施制度是“强制入网制度”和“分类上网电价与费用分摊制度”。从性质上来说，这两种制度都是以价格为基础的政策机制，它要求电力公司以政府规定的价格购买可再生能源发电商生产的电力，是政府主导下的管制机制。在可再生能源发展的早期，它以保护性电价确保绿色电力的销售，给发电成本较高的可再生能源提供了生存空间，消除了可再生能源发电通常所面临的不确定性和风险。但随着可再生能源发电技术的成熟和市场规模达到一定的程度，“强制入网制度”的继续实施出现了弊端。与强制购买密切相关的保护性电价因上网电价是固定的，难以调动可再生能源投资者主动降低成本的积极性，很难保证开发成本最低。如果政府对上网电价进行经常性修订以反映可再生能源供应中预测到的成本下降，则会增加管理成本，况且政府不可能直接管理价格，很难在市场机制不健全的情况下把握可再生能源的成本降低状况。

强制购买解决了可再生能源电力销售问题，但没有对供电企业可再生能源电力生产量的要求，可再生能源电力生产者并不会将完成一种强制性的可再生能源总量目标作为其义务，使可再生能源的发展目标的实现具有不确定性；同时，由于没有充分利用市场机制，保护性电价也失去了进一步促进效率的提高、降低成本的动力，不利于最大限度地降低可再生能源价格。

配额制从数量上保障了可再生能源总量目标的实现，为未来可再生能源的市场容量确定了一个份额，有利于引导投资方做出果断和正确的决策。

10.6.2 绿色证书交易机制

配额制是保证可再生能源市场又好又快发展的一项基本政策。从国外成功的配额制实施情况来看,与配额比例相当的可再生能源电量可以在各地区(各电网)间进行交易,这种交易过程是通过绿色证书来实现的。

1. 绿色证书交易制度的概念

绿色证书交易制度是与可再生能源配额制相关的一个概念。可再生能源配额制的基本含义是,在国家(或者地区)电力建设中,要求可再生能源发电必须达到一定的比例,配额制对整个可再生能源产业的调控是通过市场机制实现的,它使得可再生能源在电力市场中以最低的成本来开发电力。配额制更强调市场的作用,而市场的这种作用是通过绿色证书来实现的。

绿色证书是一种可交易的能兑现为货币的凭证。绿色证书是指对可再生能源发电方式进行确认的一种指标,绿色证书代表一定数量的可再生能源的发电量。绿色证书交易系统是指专为绿色证书进行买卖而营造的市场,在这个市场中,绿色证书的持有者(多指可再生能源发电商)能够与承担指定配额义务的绿色证书需求者交易绿色证书。通俗的理解就是,为完成可再生能源配额指标的发电商,通过购买绿色证书来弥补未完成的配额指标。

2. 绿色证书的价值内涵

(1) 对于整个可再生能源发电产业来说,绿色证书的价格包含了其高于非可再生能源发电成本的差额。绿色证书的交易实现了这种成本差额在整个发电产业中的均摊,使得利用可再生能源发电而天生具有的成本劣势,转移给其他由于能源种类和技术条件优势而具有成本优势的发电厂,扮演了公平竞争的维护者的角色。

(2) 绿色证书的价格反映了由于替代不可再生能源带来的环境正效应。绿色证书购买者(未完成目标配额的发电商)实质上比其他完成目标的发电企业给社会带来了更多的负外部性,也就是更多地污染了环境,提高了治理环境污染的成本。因此,它必须为此付出相应的代价,也就是购买绿色证书。这就实现了非可再生能源发电的负外部性内部化,在一定程度上限制了非可再生能源发电对环境的污染,也使可再生能源的相对正外部性的优势得以发挥,为可再生能源在能源市场中的公平竞争创造了条件。

(3) 绿色证书作为政府激励可再生能源产业发展的工具,承担着一定的实现政策效果的使命。因此其价格的变动范围是有一定限制的。绿色证书的价格不能过低,否则将导致绿色证书的需求者自愿接受购买任务,缺少技术革新以降低自身可再生能源发电成本的动力,导致可再生能源配额制的政策激励失效;而价格过高也将增大企业压力,同样不利于企业的长远发展。

3. 绿色证书的作用

(1) 有助于资源的优化配置。如果没有绿色证书交易机制而单纯靠配额制来推动可再生能源市场的发展,企业的成本会大大提高,例如传统的火力发电企业,或小规模发电企业,它们有的存在技术上的局限,有的受到规模经济的制约,如果强制此类企业完成可再生能源的配额任务,它们可能会由于规模过小导致的规模不经济造成资源的利用不充分。而通过可再生能源发电量和绿色证书的互相转化,既鼓励了可再生能源优势企业的生产积极性,又使可再生能源劣势企业寻找到一条成本更低的途径来完成配额任务,避免了由于强制配额导致的资源利用不充分,优化了电力生产资源的配置。

(2) 绿色证书对降低总成本的作用。绿色证书只有在市场的交易中才能顺利完成。在市

场化机制的作用下，只有当可再生能源发电方与购买方达到一个相对的平衡状态，即当绿色证书的供给量和需求量相对平衡时，可再生能源发电总量才能恰好达到国家规定的配额目标。原因是在充满竞争的机制下，卖方会通过技术革新降低发电成本参与交易，而买方也会在传统发电和绿色证书的博弈中为减少成本而努力，这样最终通过市场反映出来的就是绿色证书供需平衡，进而达到可再生能源发电总成本下降的效果。

通常引入可交易的绿色证书机制来审计和监督可再生能源配额制政策的实施，优势在于它是一种框架性政策，设计方案灵活，有利于保持政策的持续性。可再生能源配额制和绿色证书交易制度配套使用后，在一定程度上就能够保证可再生能源发电的总量目标的实现，也可以使发电企业在市场机制的调动下，在降低总成本的同时，实现资源的最优配置。缺陷在于该政策属于新型政策，政策设计至关重要，管理成本高，而且一个重要的前提条件是存在完全市场化的、充分竞争的电力市场，否则绿色证书的交易就失去了基础。

10.6.3 国外可再生能源配额制简介

配额制是在可再生能源有一定程度的发育、市场机制较完善的前提下实施的。在国外，目前以美国得克萨斯州、加利福尼亚州和澳大利亚的配额制实施得最早，也最为成功。此外，英国、丹麦、日本等国也开始引入配额制。发达国家的配额制立法实践，对建立中国的配额制有重要的借鉴作用。

1. 美国的配额制

美国至今仍没有通过一个国家级的可再生能源配额制政策，但许多的联邦议案与强制性的配额制有关。美国电力管理国家协会在修改立法时，发布了一个支持可再生能源供应的提案，其中包括可再生能源配额政策。1998 年克林顿政府发布的《综合电力竞争条例》，提出将制定一个国家通用的可再生能源配额制，要求到 2010 年，美国 7.5% 的电力由可再生能源供应。为提高配额制政策的灵活性和效益，《综合电力竞争条例》设立了可存入银行并进行交易的可再生能源信用证，信用证的价值被定为美分/千瓦时，即信用证的价值可以兑换货币。

但美国州一级的可再生能源配额制发展得较为成功。配额制的正式概念，最初是由美国风能协会在加利福尼亚公共设施委员会的电力结构重组项目中提出来的。它要求实施地区的电力消费中，必须有规定比例的电力是利用可再生能源生产出来的，这个义务由供电公司承担。没有完成义务的公司可以向超额完成义务的公司购买绿色证书。通过证书转让的方式满足自己应履行的义务。到 2008 年 8 月，美国已经有 32 个州及哥伦比亚特区实施了配额政策，其通常规定截至某个特定日期，发电企业或电力零售商所售电量中来自可再生能源发电的最低标准或最小比例，还制定了可再生能源配额交易政策，电力零售商可以通过自己生产可再生能源满足配额目标，也可以购买可再生能源信用证书履行自己的可再生能源义务。其中以得克萨斯州和加利福尼亚州最为成功。

得克萨斯州于 1999 年 6 月通过了《电力重组法案》，将配额制政策列入电力重组方案。得克萨斯州的配额制法案规定的配额目标是：可再生能源电力占电力的总量累计到 2005 年达到 1 739 兆瓦，2007 年达到 2 280 兆瓦，到 2009 年新增 2 000 兆瓦可再生能源，可再生能源累计容量在 2009 年达到 2 880 兆瓦（其中 880 兆瓦来自现有设施）。该法案还要求公共电力委员会在 2000 年 1 月 1 日之前建立一个可再生能源的信用贸易系统并制定出实施可再生能源配额制的规章。《电力重组法案》及其配套规章规定，可再生能源电力配额由参加竞争的 45 个电力零售商按其销售电量的比例来承担。对未完成配额制指标的处以罚金。

加利福尼亚州的可再生能源配额制由参议院于2002年制定,2004年正式实施。加利福尼亚州规定的配额目标是:可再生能源电力每年至少增长1%,到2017年可再生能源电力要达到总电力的20%。可再生能源电力配额由州属的3个公共事业公司(电网公司)承担。

2. 澳大利亚的配额制

1999年11月,澳大利亚宣布国家可再生能源发展目标:到2010年可再生能源供应在目前水平的基础上增加2%,达到255亿千瓦时,占全国总发电量的12%,整个可再生能源产业的产值达到40亿澳元。该政策在全国范围内实施,所有州和地区的电力零售商及批发商都按适当的比例执行这一措施。

2000年的《可再生能源电力法》规定了可再生能源证书制度,澳大利亚可再生能源绿色证书系统(RECs)正式运行。根据规定,可再生能源厂商每生产1兆瓦时电量就能得到1单位绿色证书。对于不达标者,每兆瓦时处罚0.04澳元。RECs提供了一定的灵活性,责任方既可以通过与可再生能源厂商签订合同获得RECs,也可以与个别当事人协商购买RECs。RECs还可以在责任方或第三方之间,在国家电力市场的财政市场上进行交易。每年年末,负有义务的电力零售商和批发商必须向管理者上交足够的RECs,以证实完成了目标任务。

3. 日本的配额制

2001年,日本自然资源与能源咨询委员会的新能源部门公布了一份报告,决定引入可再生能源配额制度,以充分利用市场来加速发展可再生能源。

2003年4月,日本开始实施《日本电力事业者新能源利用特别措施法》(又称《可再生能源配额标准法》),可再生能源配额制正式生效。确立2010年的目标为:可再生能源发电总量达到122亿千瓦时,其中新能源发电量为115亿千瓦时,中小水电及其他为7亿千瓦时。日本可再生能源的发电量要达到总电力供应量的1.35%。为达到2010年可再生能源的利用目标,日本确立了电力事业者供应可再生能源电力的配额,即在所有发电商所生产的电力总量中,必须包括一定比例的可再生能源发电量。为了最大限度地保证经济效益,法律还规定采取"代为履行"等措施,即不承担配额的新能源发电者可以代为履行其他承担配额的电力事业者的配额义务。

4. 欧盟的配额制

欧盟于1997年11月发布了白皮书法令,为欧盟可再生能源生产设定的任务是到2010年,可再生能源发电量在总发电量中的比例至少达到12%。欧盟部长委员会通过了一项支持这一任务的提案,并提出了一个包括绿色电力的共同标准的方案。2001年10月,欧盟明确规定:欧盟电力行业的可再生能源资源比重将由1997年的13.9%上升到2010年的22%;到2020年,风力发电将达到150吉瓦,风力发电装机占整个欧盟国家发电装机总量的15%以上;到2050年,再生能源要占整个能源比重的50%。

本章小结

本章围绕以下几点展开论述:

1. 各国能源战略形成和变迁有不同的时代背景,以能源战略思想和目标为主线可以将能源战略分成开源战略、效率战略、安全战略、可持续战略四个阶段,而总的趋势则是由对抗转为各国间能源的相互合作。

2. 能源政策制定必须以法律、法规为基础,能源政策是执行能源战略的具体步骤,其基本

出发点是国家中长期能源发展战略。能源政策目标是以最少的社会耗费进行有效的资源配置,为社会提供足够的能源,确保能源供应的安全。多数国家的能源政策具体目标包括:安全;效率;环境;公平;政治。

3. 能源战略和能源政策的关系是:中长期能源发展战略是能源政策制定的基本出发点;明确的能源发展战略奠定了能源政策目标的基础。影响能源政策制定的主要因素包括:国内能源资源的禀赋条件和能源供求状况及趋势;宏观经济发展规划和生态环境友好;国际政治、经济环境;能源市场开放程度;能源法及能源发展战略;组织机构与制定机制。

4. 能源安全目标包括:稳定性、足量性、经济性、清洁性。石油安全是能源安全的核心内容,石油安全主要是指石油供给安全和价格安全。各国保证能源安全的措施主要有:开源、节流、增效以及大力发展可再生能源。

5. 可再生能源配额制是为了促使可再生能源发展引入的强制性政策手段,目的是从宏观上建立可再生能源总量目标。配额制是通过市场中的绿色证书交易系统得以实现的。

思考题

1. 简述能源战略的含义以及如何理解能源战略形成和演变趋势。
2. 制定能源政策的基本出发点和能源政策目标是什么?
3. 如何理解影响能源政策制定的主要因素?
4. 如何理解能源安全概念以及能源安全与石油安全的关系?
5. 简述可再生能源配额制和绿色交易证书。

第11章 循环经济与低碳经济

【学习目标】

1. 了解循环经济和低碳经济的起源，理解循环经济的基本理念。
2. 理解并掌握循环经济的内涵和“5R”原则。
3. 了解循环经济的主体、动力和特征。
4. 理解并掌握低碳经济的内涵和碳排放交易机制。

社会经济迅速发展的同时，产生了资源枯竭、环境污染和生态失衡等一系列严峻问题，经济发展的资源环境瓶颈逐渐显现。发展循环经济和低碳经济，转变经济增长模式，追求可持续发展、资源节约、环境友好型社会成为发展的重要趋势。

11.1 循环经济的起源和基本理念

11.1.1 循环经济的由来和发展

人类的生存与发展离不开自然资源环境，人类通过对自然资源环境的开发利用实现自身的生存与发展，同时使自然资源环境遭到破坏。

循环经济的诞生应以1966年美国经济学家K. 鲍尔丁(K. Bounding)提出的“宇宙飞船理论”为标志。他指出，目前人类经济发展采取的是“资源—产品—污染排放”的单向流动线性模式，由于可利用资源及环境承受力的限制，人类的资源消耗率始终高于资源的再生率，最终必然引发资源危机，地球将像一艘孤立无援、与世隔绝的宇宙飞船一样，由于能源的最终枯竭而走向毁灭，而延长这一毁灭过程的唯一方法是尽可能地循环使用现有的资源。尽管鲍尔丁没有直接使用循环经济一词，但其所包含的思想却是显而易见的。这一思想，启发了20世纪60年代末开始的关于资源与环境的国际经济研究。

20世纪60年代，海洋生物学家初步阐明了人类同大气、海洋、河流、土壤、动物之间的亲密关系，揭示了污染物对生态系统的影响。这引发了人类对自身行为和观念的反思。人类对自然资源环境的作用关系先后经历了崇拜自然、征服自然和协调自然三个阶段。18世纪第一次工业革命以前，人类处于崇拜自然阶段，当时全球人口规模小，技术落后，人类认识自然、开发自然资源的能力弱，对自然界产生各种图腾崇拜，人类活动对自然界的影响较小。18世纪

以后，人类进入征服自然阶段，随着资本主义的发展和两次工业革命的出现，科学技术得到了迅猛发展，人口数量迅速增长，人类认识自然界的能力逐渐提高，试图凭借先进的科学技术，改造自然、征服自然，开始对自然资源进行大规模、掠夺性开采，同时忽视对自然环境的保护与修复。这种涸泽而渔的发展模式导致了对自然资源环境的过度开发利用，人口膨胀与资源短缺、环境污染、生态失衡的矛盾变得日趋严峻，人类的生存与发展开始面临严峻挑战。这种高增长、高投入、高消耗、高排放、高污染的发展模式，主要源于传统工业文明主体不断追求物质财富无限增长的市场内在动力，忽视人类自身赖以生存的生态环境的破坏和环境污染，导致传统工业文明危机四伏。

20 世纪 60—70 年代，世界各国主要关注环境污染、环境保护、环境治理等问题，但只是关注人类经济活动造成的环境后果和生态影响，以及产生污染后的末端治理方式，并没有从经济运行机制和传统的经济流程的缺陷上揭示产生环境污染及生态破坏的本质，没有从经济和生产的源头上寻找问题的症结所在。因此，“边生产、边污染、边治理”和“先生产、后污染、再治理”成为那个时代的主要特征。

1972 年，D. L. 米都斯（D. L. Meadows）发表了罗马俱乐部的第一份题为《增长的极限》的研究报告，报告认为，由于世界人口增长、粮食生产、工业发展、资源消耗和环境污染的指数增长，地球的支撑能力将会达到极限，避免因超越地球资源极限而导致世界崩溃的最好方式是限制增长，即“零增长”。《增长的极限》发表之后，在国际上引起了强烈的反响。虽然该报告的结论存在明显的缺陷，但是，报告所反映出的资源环境与经济发展之间存在的不可回避的矛盾，引起了世界各国的广泛关注和重视，对唤起人类自身的觉醒和对前途的忧患，有着十分重要的意义。

1972 年，113 个国家和地区的代表会集瑞典首都斯德哥尔摩，参加联合国人类环境会议，共同讨论人类面临的环境问题。大会通过的《人类环境宣言》宣布了 37 个共同观点和 26 项共同原则。这次会议旨在唤起各国政府共同关注环境问题。

1983 年 3 月，联合国成立了以布伦特兰夫人（G. H. Brundland）任主席的世界环境与发展委员会，经过 3 年多的研究，该委员会于 1987 年向联合国提交了《我们共同的未来》报告。该报告分“共同的问题”“共同的挑战”“共同的努力”三部分，在分析了人类面临的一系列经济、社会、环境问题后，提出了可持续发展的概念，并对可持续发展的内容进行了较为深入的讨论。

1992 年 6 月，183 个国家和地区的代表团和 70 个国际组织的代表出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会（UNCED），会议通过了《里约环境与发展宣言》（又名《地球宪章》）和《21 世纪议程》两个纲领性文件。一致认为工业革命以来所沿用的那种以“大量消耗资源”和“经济粗放型”为特征的传统发展模式，虽然满足了人类的短期需求，但是牺牲了人类长远发展的利益，没有带来全球普遍和共同的发展，是不可持续的，也是必须要摒弃的。同时，《21 世纪议程》否定了“高生产、高消耗、高污染”的传统工业模式和“先污染、后治理”的传统环保道路，主张实施人与人以及人与自然之间和谐的可持续发展战略。以这次大会为标志，人类对环境与发展的认识提高到了一个崭新的阶段，是人类迈向新的文明时代的关键性的一步。

人类对于地球上自然资源的有限性、环境容量的有限性的认识，是循环经济的重要思想基础。可以说，循环经济的产生发酵于人类经济、社会发展与资源、环境约束间的矛盾，同时也是人类自身对于能源—经济—环境协调发展的认知提高的必然结果。

11.1.2 循环经济的基本理念

循环经济的现实意义在于转变经济增长方式，因此，循环经济理论是一种关于增长与发展的理论。资源节约和环境友好是发展循环经济最核心、最重要的两个基本理念，而可持续发展理论是资源节约和环境友好的最佳诠释。

目前，对可持续发展有许多不同的定义。其中有代表性的表述有以下几个：

《我们共同的未来》对可持续发展的定义："既满足当代人的需求，又不对后代人满足其自身需求能力构成危害的发展。"

世界银行在《1992 年世界发展报告》中把可持续发展进一步定义为："把发展与环境政策建立在成本和收益相比较的基础上，建立在审慎的宏观经济分析之上，能够加强环境保护工作，并能导致福利水平的提高和持续性。"

这两个定义给出了可持续发展的最一般含义。

可持续发展的基本思想是立足于自然生态环境资源的关于人类长期发展的战略模式，其思想包括三方面：

（1）可持续发展鼓励经济增长。可持续发展不仅追求经济增长的数量，更重视经济增长的质量。为了实现可持续发展，必须保证一定的经济增长速度，只有通过经济增长，才能不断提高人类的生存质量。

（2）可持续发展的标志是资源的永续利用和良好的生态环境。经济和社会发展不能超过资源及环境的承载能力，可持续发展强调发展应该限制在地球的承载能力之内，从根本上解决环境问题。因此，从可持续发展角度也可以看出大力发展绿色能源的重要性和紧迫性。

（3）可持续发展的目标是谋求社会的全面进步。经济发展是基础，保护生态环境是条件，社会进步是目的。可持续发展的目标是以人为本的生态环境—经济—社会复合系统的持续、稳定、健康发展。

可持续发展应遵从公平性（fairness）、持续性（sustainability）和共同性（common）三个基本原则。大力发展循环经济的理论依据主要体现在这三个原则中。对于平等性原则，可以理解为：大力发展循环经济不仅是重视当代人、本国人公平获取资源、公平享有生态系统、改善和提高生存环境的权利，同样也是强调后代人有获取同等可持续发展的权利。对于持续性原则，可以理解为：大力发展循环经济是生态持续性的有力保证，是经济持续性的必要条件，是社会可持续性的必备手段。对于共同性原则，可以理解为：大力发展绿色能源不仅是人口、资源、环境的相互协调，也是各区域间、各区域内的相互协调。

11.2 循环经济的内涵和"5R"原则

11.2.1 循环经济的概念

1. 循环经济的内涵

循环经济（circular economy）一词是对物质闭环流动型（closing materials cycle）经济的简称，是以物质、能量梯次和闭路循环使用为特征的，在环境方面表现为污染低排放，甚至零排放。循环经济把清洁生产、资源综合利用、生态设计和可持续消费融为一体，是一种"促进人与自然的协调及和谐"的经济发展模式，它运用生态学规律把经济活动组织成一个"资源—产

品—再生资源”的反馈式流程，所有的物质、能源要能在这个不断进行的经济循环中得到合理和持久的利用，实现“低开采、高利用、低排放”，以最大限度地利用进入系统的物质和能量，提高资源利用率；最大限度地减少污染物排放，提升经济运行质量和效益，保护生态环境，把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。因此，循环经济本质上是一种生态经济。

循环经济与传统经济是完全不同的，传统经济以“高开采、高生产、高消耗、高排放”为核心理念，是一种由“资源—产品—废物”所构成的物质单行道流动的经济。人们以越来越大的强度把地球上的物质和能源开采出来，在生产加工、消费过程中又把污染和废弃物大量地排放到环境中去，对资源的利用常常是粗放的和一次性的。而循环经济则将从根本上消除长期以来环境与发展之间的尖锐冲突，不但要求人们建立新的经济模式，而且要求在从生产到消费的各个领域倡导新的经济规范和行为准则。因此，发达国家把发展循环经济、建立循环型社会作为实现环境与经济协调发展的重要途径。

2. 循环经济的核心内涵

循环经济模式发展的内涵，包括三个层次的基本含义：

（1）实现社会经济系统对物质资源在时间、空间、数量上的最佳运用，包括资源的合理利用和减量化。

（2）环境资源的开发利用方式和程度对生态环境友好，对环境的影响尽可能地小，至少与生态环境的承载力相适应。

（3）在发展的同时建立与生态环境的互动关系，即既是环境资源的享用者，又是生态环境建设者，实现二者的相互促进、共同发展。

11.2.2 循环经济的“5R”原则

“循环经济”思想的出现，为“能源—经济—环境协调发展”目标的实现提供了基本理念和具体操作方法。循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心，以减量化（reduce）、再使用（reuse）、再循环（recycle）、资源的再生性（relocate）、资源的替代性（replace）的5R为操作原则，以“低消耗、低排放、高效率”为基本特征，符合可持续发展理念的经济增长模式，是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。

循环经济的“5R”原则是由最初的“3R”原则发展而来的。循环经济原来的操作是“3R”原则，包括减量化、再使用、再循环原则。

减量化原则主要针对的是输入端，它要求从经济活动的源头注意资源使用的节约和污染的减少，要求用较少的资源投入来达到既定的生产目的或消费目的。在生产过程中，主要表现为要求产品体积小型化和产品重量轻型化。此外还要求包装简单朴实，以达到减少废弃物的目的。

再使用原则属于过程性方法，主要是指在生产过程中延长产品和服务的生命周期。它要求产品和包装容器能够以初始的形态被多次使用，而不是一次性产品。通过这样的方法来延长产品和服务的时间，提高产品和服务的效率。

再循环原则属于输出端方法。这一原则要求生产出的产品在完成其使用功能之后，能够重新变成可以利用的资源而不是没有用的垃圾。废弃物能够再次变成资源以减少最终处理量，这也就是我们通常所说的废品回收利用和废弃物综合利用。废弃物的再循环能够减少垃圾和污染的产生，制成使用能源较少的新产品。

“3R”原则对于提高资源利用效率、减少排放、减少对环境的污染将起到积极的作用。但“3R”原则实质上只解决了现有资源的延长使用问题，即通过节约使用资源和提高资源利用率使现有资源总量使用的时间更长些，但并不能保证资源的永续利用。从循环经济与可持续发展的关系上看，发展循环经济，关键是要解决人类经济永续发展的资源总量不减少，也即至少保持现有水平的问题，“3R”原则显然难以做到这一点。因为“3R”原则远远不足以解决目前的自然资源总量不断下降和自然环境不断恶化的问题，而资源环境总体水平只有在基本维持现有水平的基础上才能谈到人类的可持续发展。这就需要在“3R”原则的基础上加上资源的再生性原则和替代性原则，即新的“2R”，成为操作性更强的“5R”原则。

再生性原则是指在资源的使用中，对可再生资源要在能够保证再生的前提下使用，使资源的消耗速度不高于资源的再生速度。

替代性原则是指对不可再生资源应寻求替代性资源，也即开发新的资源。

在“3R”原则的基础上再加上“2R”原则，实质上是节约与开发并重思想的体现，也只有这样才能使资源能够永续存在，循环经济才能真正成为可持续发展的保障。要保证资源总量至少不减少，以达到可持续发展的当代留给后代的资源总量不少于当代人的最基本要求，符合可持续发展的代际发展原则。首先，对于可再生资源的使用，在减量化、再使用、再循环原则的基础上，必须考虑它的简单再生产乃至扩大再生产。例如，草原、森林、地表水属于可再生资源，在使用上不能竭泽而渔，必须把其再生性问题摆在使用的首位，做到资源能够在再生前提下的合理使用。不能保证资源逐年数量上的再生产的使用就是不合理的使用，就是不可持续发展的使用。从这一点来看，再生性原则显然是发展循环经济应遵循的重要原则，这一原则更是从源头上控制资源合理使用应遵循的重要原则。其次，很多资源基本上属于不可再生资源（如石油、矿藏），也称为耗竭性资源，迟早会用尽的。因此，要千方百计地寻求其替代品，如在能源方面，通过开发风能、潮汐能、核能等以弥补石油、天然气、煤等现有资源的不断减少。从这一点来看，替代性原则是从更广泛的领域、更高层次来解决资源问题，也只有这样，才能保证资源总量的不减少。21 世纪中后期，再生资源将成为人类资源需求的主要来源。应该有“垃圾只不过是放错地方的资源”，以及“垃圾是世界上唯一增长的资源”的认识。

【案例】

卡伦堡生态工业园区模式

丹麦的卡伦堡生态工业园区模式是一种区域层面上的模式，被称为企业之间的循环经济。其方式是把不同的工厂联结起来，形成共享资源和互换副产品的产业共生组合，使得一家工厂的废气、废热、废水、废渣等成为另一家工厂的原料和能源。卡伦堡工业园区是目前世界上工业生态系统运行最为典型的代表，这个工业园区的主体企业是电厂、炼油厂、制药厂和石膏板生产厂，它以这四个企业为核心，通过贸易方式，利用对方生产过程中产生的废弃物或副产品，作为自己生产中的原料，不仅减少了废物产生量和处理的费用，还产生了很好的经济效益，形成经济发展和环境保护的良性循环。卡伦堡生态工业园还进行了水资源的循环使用。炼油厂的废水经过生物净化处理，通过管道向电厂输送，每年向电厂输送 70 万立方米的冷却水。整个工业园区由于进行水的循环使用，每年减少 25% 的需水量。

11.2.3 基于宏微观视角的“循环经济”

从宏观和微观层面全面解读“循环经济”可以深刻理解循环经济的内在本质。“循环经济”强调人们应遵循自然生态规律、循环使用自然资源，解决可持续发展问题，循环经济是人类发展无极限的根本出路。循环经济思想在实践中具体体现在两个层面。一是从微观经济层面理解：以资源利用最大化和污染排放最小化为核心，以清洁生产、资源综合利用、生态设计和可持续消费等为系统的循环经济战略。二是从宏观层面理解：人类社会要健康持续，必须节约、合理使用和保护现有资源环境，避免资源的耗竭和环境的不可逆性的毁坏，达到人与自然和谐相伴、共生共荣的长期稳定状态的节约经济、持久经济和相伴经济有机结合意义上的生态经济。这是把循环经济摆到社会经济可持续发展的高度的一种理解。

一方面，从思维理念上，应当把循环经济上升到节约经济、持久经济、相伴经济意义上的生态经济这样的高度和深度来认识。所谓节约经济，就是把资源的稀缺性和再生的困难性甚至不可能性作为从事一切经济活动必须优先考虑的决策因素，致力于节约使用自然资源。例如目前淡水资源是稀缺的，石油的再生几乎是不可能的。因此，不仅微观层面的生产、销售和消费诸环节要有这种资源的危机、人类生存的危险意识，而且宏观大政方针的制定和实施，更要有这种危机、危险意识；在微观方面对资源的使用应做到减而又减、省而又省、用而再用、护而再护；宏观上的产业结构调整、科技创新的方向等更要以节约为中心。所谓持久经济，指的是一切经济活动尤其是宏观经济发展战略，在自然资源使用方面，必须从人类经济能够持久长存的眼光来考虑问题，考虑的不是普通生产意义上的长期性，而是人类经济的持久性；从时间界定上，是若干世纪、若干代人甚至是永恒时空的人类生存大计。从某种角度上说，持久经济是对子孙后代负责任的责任经济。对持久经济的解读完全符合可持续发展的原意——当代要留给后代不少于当代可利用的资源量，当代人的福利增长是以保证不减少后代人的福利为前提的。为此可以对自然资源环境进行量化，通过数量增减、品种增减、质量升降等指标，来判断当前的经济发展战略究竟是促进人类长治久安的持久性经济战略，还是短期对资源环境不负责任的掠夺式战略。所谓相伴经济，指的是人与自然生态必须和谐相伴，才能共生共荣，持久存在，避免毁灭。人是自然的一部分，自然界中的任何生命都是平等的，应给予人类之外的生命以同等的尊重。因此，在意识上把自然界的一切看成是人类的存在伴侣而非被利用和被处置的对象来热爱、体恤和保护，彻底改变过去人凌驾于自然之上，置自然于为我所用、任我所为的地位。尤其在宏观经济上，要把自然界当成除了人类作为第一服务主体而外的第二个服务主体来对待，即人类伴侣；自然与人类是平行的关系，而非纵向的关系。因此一项政策在可行性研究中，首先要回答该项目是否有利于人和自然同时存在和发展；如果仅仅有利于现有人类经济增长，而不利于自然资源环境保护，就是非循环经济的项目，要坚决禁止。

节约经济、持久经济和相伴经济是三点成一面的稳定的有机结合体。只有把循环经济上升到与人类等同地位的相伴经济，才能使人们对待资源环境从长远生存大计的角度来设计和考虑，才能厉行节约，使持久经济和节约经济成为现实；只有把循环经济圈定在持久经济的系统中，才能促使人们处处节俭并珍视资源环境，才能使资源环境数量质量永续化，与人类长久相伴；而只有在生产生活中节约使用资源，才能使持久经济和相伴经济成为现实。在这种节约经济、相伴经济、持久经济稳定的结合体下的循环经济，才是充满生机和活力的生态经济。

另一方面，按照循环经济的新的含义——节约经济、持久经济、相伴经济有机结合的生态经济，从宏观经济发展战略上，应避免过去那种高增长、高消耗、高消费、过度开采、过度使用、

过度废弃的“短视”经济战略，而应当把人、自然和科学技术真正纳入统一的大系统之中，科学合理地规划人与自然的长久命运，做到合理增长、科学消费、减少开采、节约使用、低度废弃或不得已才废弃。并按照这样的理念来调整产业结构，制定相应的方针政策，按照科学发展观把宏观的政策科学制定与微观的有效执行、短期增长与持久发展的关系处理好。

11.3 循环经济发展的主体、动力和特征

11.3.1 循环经济发展的主体

循环经济发展主体包括政府、企业和公众，各主体在循环经济发展中起着不同的作用。

政府的作用在于制定法律和政策，制定发展循环经济的规划，对发展计划和政策进行环境影响评估，采取经济激励政策促进循环经济发展，支持循环经济示范区的建设和科研开发活动，建立新的考核社会、经济发展的指标体系，加强循环经济宣传教育，支持民间团体的活动等。工业企业的责任是推行环境管理制度，实施产品生态设计及生命周期分析，大力提高生态效率，推行清洁生产，加强研究开发，实施工艺创新，遵守国家及地方法规，向公众定期报告企业环境行为，对社会公众负责，与社会公众合作等。公众的责任是在自己的岗位上和生活中努力实施资源节约、环境友好的原则，监督政府和企业在发展循环经济过程中的行为并提出批评建议等。

发展循环经济，建设循环型社会，需要带动企业、公民和政府三个主体的参加，对资源的输入端、使用过程中和输出端三个环节进行全过程管理，并且施行管制性政策、市场性政策和公众参与性政策等三类政策，从而实现“5R”原则所追求的目标。

循环经济发展中的三个主体——政府、企业和公众所扮演的角色，随着循环经济发展阶段的提升，由以政府进行监督、管理、规范和引导为主的初级阶段走向以企业、公众为主体的循环经济发展成熟模式，人类社会最终进入生态文明时代。

11.3.2 循环经济发展的动力

循环经济发展的动力主要涉及两个方面：一是内在动力，包括企业追求循环经济的经济效益目标、公平透明的市场机制以及政府、企业、居民追求循环经济的资源、环境等社会效益目标；二是外在动力，包括政策支持、法律保障、技术支撑等，为发展循环经济提供支持和保障。此外，市场竞争的外在压力同样对循环经济各主体有着重要的影响。

也有学者认为，循环经济发展的动力包括内在的驱动力和外部的约束力。内在的驱动力是区域系统企业所表现出来的竞争优势和战略机遇，主要包括利润、技术、规模经济、社会责任、新的机遇等五种力量，这五种力量构成了经济系统从传统经济方式向循环经济方式转移的拉力。外部的约束力是系统外围因素对系统施加的压力或约束力，主要包括政府宏观战略、绿色理念、资源约束、国家政策法规、社会公众的呼吁等五种力量，这五种力量构成了经济系统从传统经济方式向循环经济方式转移的推力。

按照对循环经济发展主体的行为意愿的影响程度，可以将循环经济发展的动力分为源动力、主动力和协动力三种类型。源动力是循环经济发展的最本源的动力，是发展动力的核心层；主动力是推动发展主体行为的直接动力，是发展动力的中间层；协动力是推动发展主体行为的间接动力，是发展动力的外围层。在循环经济发展的不同阶段，发展的源动力都是人类生

存的本能，主动力和协动力是有差异的，三种动力共同作用于循环经济发展的主体，影响发展主体的行为。

11.3.3 循环经济发展的特征

循环经济发展的特征主要表现为：

第一，观念先行性。循环经济的发展以人类的观念转变为前提。人类只有对传统的生存与发展模式不断反思，充分认识到传统生存与发展模式的局限性，从广义和狭义两个角度对循环经济这一新的生存与发展模式的内涵及本质加以深入理解，深刻意识到人类生存与发展中面临的资源和环境困境，切实领会发展循环经济对于人类生存与发展的战略意义，才能转变行为方式，以更加积极的心态主动地参与到发展循环经济的实践中来。在人类的传统观念没有彻底转变的情况下，人类的行为方式也难以改变，日常生活、技术创新、制度设计、经济发展等活动就难以摆脱传统模式的束缚，循环经济的发展也将举步维艰。

第二，技术先导性。循环经济的发展以科技进步为先决条件。循环经济发展的资源开采、资源消耗、产品生产、废弃物预防与控制、产品消费、资源再生、无害化处理等环节无不需要先进技术的支持，没有先进技术的支持，循环经济的发展就缺乏依托和基础。人类唯有积极推动技术创新，及时研发循环经济发展所需的科学技术，利用高新技术破解循环经济发展中的一系列技术难题，才能切实促进循环经济发展。因此，在循环经济发展中，需要构建由清洁生产技术、替代技术、减量化技术、再利用技术、资源化技术、无害化技术、系统化技术、环境检测技术等共同构成的技术体系，为循环经济发展提供技术支持。

第三，物质循环性。循环经济要求把地球系统内的各类资源在一定的观念、技术、制度等条件的支持下，组成一个“资源—产品—再生资源”的物质反复循环流动的过程，使各类资源在经济系统、社会系统、生态系统内部及其系统之间实现高效循环利用，同时使废弃物排放最小化，从而实现人与自然的和谐发展。

第四，主体多元性。循环经济作为一种新的人类生存与发展模式，其参与主体必然涉及人类个体及由人类个体组成的任何组织，具体来讲，包括政府、企业、高等院校与科研机构、中介组织、公众等。而且，在循环经济发展的不同阶段，各参与主体发挥的作用是不同的，所处的主体地位也是不同的。

第五，效益综合性。循环经济不仅仅是经济发展的问题，其追求的效益也不仅仅是经济效益。循环经济追求生态系统、经济系统和社会系统的和谐统一，因此其追求的是生态效益、经济效益和社会效益的综合与统一。生态效益、经济效益和社会效益之间的关系是辩证统一的，它们互为条件、相互影响、互利共赢。

11.3.4 循环经济与资源经济学的关系

循环经济作为一门新兴交叉的应用经济学科，以人类生活质量的逐步提高和生存年限的尽可能延长为最高目标，研究经济系统、社会系统、生态系统内部及系统之间的关系以及由此产生的人与人之间的关系。循环经济与资源经济学有着密切的联系，但二者又有一定的区别。

(1) 资源经济学是一门以资源管理及其可持续利用为对象，研究经济系统与自然资源系统的相互作用关系及由此产生的人与人之间的关系的学科。它通过考察和分析经济社会发展与自然资源之间的关系，研究自然资源的最优配置和合理开发利用。研究的任务包括通过研

究，阐述人口、资源和环境三者的关系以及它们与经济发展之间的关系；通过资源开发项目的理论分析和实践应用，从科学角度进行重大资源开发项目的可行性分析，提高决策的科学性；通过对资源管理政策的分析，为国家制定正确的区域资源开发决策提供理论基础；通过对新技术和新方法的研究，为扩大资源利用量、提高资源承载能力提供定性和定量分析的研究方法。研究的主要内容包括资源价值与价格、自然资源承载能力、资源储备、资源经济核算体系、资源开发模式、资源管理政策、资源经济信息等。

（2）循环经济与资源经济学的联系主要体现在：一是研究对象存在共性，经济系统与自然资源系统的相互作用关系及由此产生的人与人之间的关系都是二者研究的对象；二是研究任务存在共性，控制、协调经济发展与自然资源之间的关系都是二者研究的任务；三是研究内容存在共性，资源的合理配置和高效利用都是二者研究的内容；四是研究目的存在共性，合理开发和利用自然资源，延长自然资源服务人类的年限都是二者追求的目标。

（3）循环经济与资源经济学的区别主要体现在：一是内涵不完全相同，循环经济的内涵有广义与狭义之分，广义的循环经济是一种新的人类生存与发展模式，狭义的循环经济是一种新的经济运行模式，而资源经济学的内涵相对狭窄，更接近狭义循环经济的概念；二是研究对象不完全相同，循环经济研究的对象是能量和物质资源在生态系统、经济系统、社会系统内部及其系统之间的合理循环流动，而资源经济学研究的对象主要是经济系统与自然资源系统的相互作用关系，属于循环经济研究对象的一个分支；三是研究内容不完全相同，循环经济不仅研究经济问题，而且研究社会问题和生态环境问题，研究的是经济系统、社会系统、生态系统三者之间的关系，而资源经济学主要研究的是自然资源的经济效益问题，研究的是经济系统与自然资源系统的相互作用关系；四是强调的核心不同，循环经济强调整个人类社会中的资源合理高效利用和生态环境保护，强调经济系统、社会系统、生态系统自身的健康运行和系统之间的和谐统一，而资源经济学强调资源的合理开发和高效、可持续利用；五是追求的最终目标不同，循环经济追求的直接目标是资源高效利用和生态环境优化，最高目标是人类生活质量的逐步提高和生存年限的尽可能延长，而资源经济学追求的目标仅是提高资源开发和利用效率，尽可能延长自然资源服务人类的年限。

综上所述，循环经济与资源经济学既有密切联系，又有显著区别。资源经济学是循环经济的理论基础，但不能完全替代循环经济。循环经济是资源经济学深化发展的结果，循环经济一旦成为成熟的学科体系，就将高于资源经济学，可以反过来引导资源经济学的发展。

11.4 低碳经济产生的背景及内涵

11.4.1 低碳经济的提出

“低碳经济”的提出基于三大背景。一是全球气候变暖带来的严峻挑战。以化石燃料燃烧为基础的工业文明，大大增加了大气中二氧化碳的浓度，导致全球气候变暖。第二次世界大战以后，尤其是20世纪80年代以来，全球气候变暖逐渐开始引起世界的关注。近几年来，随着全球变暖趋势日益明朗以及碳排放的高速增长，人类越发意识到这一问题的紧迫性。全球气候变暖带来的严重后果，生态系统退化、自然灾害频发，以及由此产生的粮食问题、水资源问题、卫生问题、能源问题等，已经全方位地影响到了人类的生存和发展。控制温室气体排放，应对全球气候变暖被公认为是未来20年内影响世界的首要问题。二是化石能源的有限性问

题。化石能源利用是现代工业文明建立并发展到今天的基础，但是化石能源的有限性和经济发展需求无限的矛盾越来越显现，人类利用化石能源的成本也越来越高。人类的发展迫切要求提高化石能源的利用效率，开发其他非碳基清洁能源、可再生能源，逐步摆脱对化石能源的依赖。低碳经济的提出正是基于可持续发展的要求，基于能源可持续利用的战略考虑。三是发达工业化国家提出的引领发展的新模式。低碳经济的概念最早是由英国提出的，得到了美、日、欧盟等发达国家和地区的广泛支持和响应。低碳经济是发达国家提出重塑经济竞争力和引领地位的经济模式，通过这一新的平台，利用其技术优势地位，制定新的标准和国际规则，树立起经济竞争优势和世界经济发展的主导权，拉大与发展中国家的差距。

11.4.2 低碳经济的内涵

“低碳”的概念是由英国率先提出来的，指排出到大气层中的碳基只有很少，接近于或等于零。低碳经济(low—carbon economy)是通过采用太阳能、风能、核能、地热能等绿色能源，实现经济发展的低能耗、低污染、低排放，追求高效利用能源，开发清洁能源、绿色能源，是经济可持续发展的一种新模式。

迄今为止，对低碳经济的内涵尚没有统一定义。庄贵阳(2005)提出，低碳经济是通过技术和制度创新，从根本上改变人类对化石能源的依赖，减少以二氧化碳为表征的温室气体排放，走以低能耗、低排放、低污染为特征的可持续发展道路。周生贤(2008)提出，低碳经济是以低能耗、低排放、低污染为基础的经济模式，其实质是提高能源利用效率和创建清洁能源结构，核心是技术创新、制度创新和发展观的转变。发展低碳经济是一场涉及生产模式、生活方式、价值观念和国家权益的全球性革命。目前被广泛引用的是英国环境专家鲁宾斯德的阐述：低碳经济是一种正在兴起的经济模式，其核心是在市场机制基础上，通过制度框架、政策措施的制定和创新，推动提高能效技术、节约能源技术、可再生能源技术、温室气体减排技术的开发和运用，促进整个社会经济向高能效、低能耗和低碳排放的模式转型。

低碳经济有以下几个特点：① 降低能耗和减少污染物排放，即经济发展过程中要实现“三低”(低能耗、低排放、低污染)；② 经济增长与能源消费、含碳气体(主要指二氧化碳)排放脱钩，不能保持同步增长，在保持经济增长的同时，提高能源效率，减少废气排放；③ 低碳技术创新是发展低碳经济的直接手段；④ 以开发与利用新型清洁的可再生能源作为重要举措；⑤ 围绕低碳技术创新、发展新型清洁能源进行相关制度创新与法律体系建设。因此，所谓的低碳经济，是与高能耗、高污染、高排放为特征的高碳经济相对应，以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式，或是含碳燃料所排放的二氧化碳显著降低的经济。低碳经济实质是在保持经济社会发展的同时，实现资源高效利用以及能源低碳或无碳开发。

总之，低碳经济这一理念始于气候变化和能源安全的考虑，但随着实践的不断发展，其内涵得到了进一步的深化和拓展。尽管研究的角度不同，对低碳经济的表述方式也存在差异，但其内涵大致相同，即低碳经济是一种以低能耗、低污染、低排放和高效能、高效率、高效益的“三低三高”为主要特征，以最少的温室气体排放获得整个社会最大产出的“绿色经济”。

11.4.3 低碳经济转型的核心要素

低碳经济转型时要考虑四个核心要素：资源禀赋、技术进步、消费模式和经济发展阶段。其中，生产过程的低碳化、能源结构的低碳化和消费模式的低碳化都与经济发展阶段密切相关。

（1）资源禀赋。资源禀赋是实现低碳经济的物质基础。资源禀赋涉及广泛的内容，包括：矿产资源、可再生能源、土地资源、劳动力资源，以及资金和技术资源，等等，它们都是发展低碳经济的重要投入要素。其中，与低碳经济关系最为密切的是低碳资源，包括太阳能、风能、水力资源及核能等零排放的清洁能源；还有能够提供碳汇的森林资源、湿地、农田，等等。可见，低碳资源是否丰富，是发展低碳经济的重要影响因素之一。

（2）技术进步。技术进步因素对低碳经济的影响至关重要。技术进步能够从不同角度推动低碳化的进程，包括能源效率、低碳技术发展水平（如碳捕获技术等）、管理效率、能源结构等。

（3）消费模式。一切社会经济活动最终都要体现为现实或未来的消费活动，因而一切能源消耗及其碳排放在根本上都受到全社会各种消费活动的驱动。研究表明，由于发展水平、自然条件、生活方式等多方面的差异，不同国家居民消费产生的能源消耗和碳排放具有较大的差异。此外，全球化导致的生产与消费活动的分离，使得一国真实的消费排放为国际贸易中的转移排放问题所掩盖。因此，从消费而非生产角度探讨一国国民实际消费导致的碳排放，有助于采取更加公平的视角，从源头上推动低碳发展。

（4）经济发展阶段。尽管各国碳排放的驱动因素有所差异，但是就发展阶段而言，不外乎是由消费和生产两种因素决定的。简言之，发达国家主要是后工业化时代的消费型社会所带动的碳排放，而发展中国家主要是生产投资和基础设施投入带动的资本存量累积的碳排放。因此，经济发展阶段是一个国家向低碳经济转型的起点和背景。发达国家已经实现了高人文发展的目标，而发展中国家必须实现低碳转型和人文发展的双重目标，这必将增加发展中国家实现低碳转型的难度。发展中国家人口增长较快，基本需求仍未满足，未来排放必然要继续增长。由于处于不同的历史阶段，各国在走向低碳经济时面临的问题也有所不同，相应的政策措施、路径选择和减排成本也会有所不同。

11.4.4 低碳经济与绿色经济、循环经济及可持续发展的关系

无论是低碳经济还是循环经济，它们的目的都是解决人类可持续发展的问题，都考虑到人与自然的相互依赖性。但是，它们之间既有联系又有区别。

低碳经济在本质上就是可持续发展经济，是生态经济可持续发展的新阶段。发展低碳能源是低碳经济的基本保证，清洁生产是低碳经济的关键环节，循环利用是低碳经济的有效方式，可持续发展是低碳经济的根本方向。低碳经济是目前最可行的、可量化的可持续发展模式的最佳形态。低碳经济是应对气候变化最有效的经济方式，是高碳工业化时代最具有特征的可持续发展的经济方式，而循环经济作为以节约型和环境友好型为特征的经济方式，即便在低碳经济时代也是能适应可持续发展的经济方式。

绿色经济是作为应对高碳工业化时代灰色经济的一种最适合人类生存的生态经济，发展绿色经济要求人们的经济活动从高耗能、高污染与高损害生态的非持续发展经济到资源能源消耗最少化、环境污染最轻化与生态损害最小化的可持续发展经济的根本转变。因此，两者在本质上完全一致，可以说，低碳经济是绿色经济发展的理想模式。

循环经济是构建这种绿色生态经济的方法或实现这种经济形态的路径。在历经工业化、信息化之后，人类经济活动正在走向以“低碳”为核心的“绿色经济”。为此，除了要构建以低碳为主的经济结构，加速传统产业转型和新产业崛起，实现能源产业的清洁绿色之外，还需要整个制造业特别是资源加工业全面推广循环经济的生产方式，否则，低碳经济和绿色经济就不

能实现。

发展低碳经济是发展循环经济的必然选择、最佳体现和首选途径，同时又向循环经济发展提出了新要求：在发展循环经济的目标中，“最少的废物排放”首先应该是碳排放量最小化与无碳化。因此，发展循环经济要求发展低碳经济，低碳经济发展是循环经济发展的重要特征。

11.5 碳税和碳排放交易市场

低碳经济是在全球气候恶化的背景下提出的，是世界经济发展的新模式。为实现经济发展中的“低碳”，各国主要的制度安排有征收碳税和碳交易制度。前者是由政府通过税率来确定进行碳排放的活动要付出多少代价；后者是在《京都议定书》的规定下，通过碳排放权的交易实现全球范围内碳减排的目的。

11.5.1 碳税

碳税是指针对二氧化碳排放所征收的税，它通过对燃煤和石油下游的汽油、航空燃油、天然气等化石燃料产品，按其碳含量的比例征税，以实现减少化石燃料消耗和二氧化碳排放的目的。碳税最早由芬兰于1990年开征，此后，瑞典、德国等国也相继开征。近年来，为履行《京都议定书》所规定的义务，一些国家如日本、加拿大、瑞士等也纷纷开征碳税。

世界各国的能源税税率差别相当大，碳税税率各不相同。对于如煤炭这样的能源产品，有些国家的碳税税率相当低，有些国家还实行补贴，因而还不是真正意义上的碳税。要达到减少碳排放的目的，实施碳税的同时要对能源税进行改革。

11.5.2 碳交易市场及其作用

国际碳交易市场迅速发展，服务于碳排放权的相关金融业务和衍生产品也随之而来。这个新兴的国际市场开始吸引越来越多投资者的目光，人们在保护环境的同时，也逐渐找到了其中的商机。

（一）国际碳交易市场的诞生

碳交易又称碳排放权交易、温室气体排放权交易，起源于两个具有重大意义的国际公约——《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》。

1992年6月，在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会上，150多个国家制定了《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》），其目标是将大气中温室气体浓度稳定在不对气候系统造成危害的水平。1997年12月11日，《公约》第三次缔约方大会在日本京都召开，149个国家和地区的代表通过了《京都议定书》。在《京都议定书》的第一承诺期，即从2008年到2012年间，主要工业发达国家的温室气体排放量要在1990年的基础上平均减少5.2%。《京都议定书》建立了旨在减排温室气体的三个灵活合作机制：一是排放贸易机制（emission trade，ET），是发达国家间遵约的机制，超额完成减排义务指标的国家，可以将其指标以贸易的方式转让给未完成减排义务的国家，以实现其减排承诺。二是联合履行机制（joint implementation，JI），该机制也是发达国家间的遵约机制，国家间通过项目合作，一些国家所实现的减排单位可以转让给其他国家，实际结果相当于工业化国家之间转让了同等量的“减排单位”。三是清洁发展机制（clean development mechanism，CDM），清洁发展机制是发生在发达

国家与发展中国家之间的机制，是指允许发达国家的投资者从其在发展中国家实施的并有利于发展中国家可持续发展的减排项目中获取“核证减排量”，即发达国家提供资金、技术，帮助发展中国家减排，减排量在经过国际机构核证后，可用于抵减发达国家承诺的约束性义务。

这三种机制的目的，就是试图把碳排放额度作为一种商品在各国间交易转让，剩余的碳排放额度是交易的对象，获得剩余碳排放额度的最终手段是采取低碳技术，低碳技术的创新与进步则需要借助市场的激励作用来实现。

这三个借助市场运行的机制具有“境外减排”的特点，即不是在本国实施减排行动，目的是在全球范围内寻求最低的减排成本和路径。其中蕴含的思想是：在世界任何一个地方产生的温室气体减排对大气产生的效果都是一样的。由于国家之间发展水平的不同、劳动力成本的差异等，即使采取同样的行动，其所需的减排成本也会有较大的差异。这种客观存在于不同国家之间的减排成本差异为碳排放权交易机制的建立提供了基础。

因为有了《京都议定书》的法律约束，各国的碳排放额开始成为一种稀缺的资源，因而也具有商品的价值和进行交易的可能性，并最终催生出一个以二氧化碳排放权为主的碳交易市场。由于二氧化碳是最普遍的温室气体，也因为其他温室气体根据不同的温室效应潜能，都可以以二氧化碳为单位来计算其最终的排放量，因此国际上把这一市场简称为“碳市场”。

（二）碳交易市场的运作

1. 一级分类

按照《京都议定书》的规定，目前的国际碳交易市场可以划分为两大类型（见表 11-1）。

表 11-1　温室气体（碳）排放权市场

以项目为基础的交易市场		以配额为基础的交易市场	
		强制碳交易市场	自愿碳交易市场
清洁发展机制（CDM）	联合履行机制（JI）	欧盟排放交易体系（EU-ETS 等）	芝加哥气候交易所（CCX）减排计划；自愿碳减排体系（VER）；个人碳足迹项目等
核证减排量（CER）	减排单位（ERU）	派生出类似期权与期货的金融衍生品	

一种是以项目为基础的减排量交易。JI 和 CDM 是其中最主要的交易形式。JI 项目产生的减排量称为减排单位（ERU），CDM 项目产生的减排量称为核证减排量（CER）。

另一种是以配额为基础的交易。与基于项目机制的温室气体排放权交易不同，在配额基础交易中购买者所购买的排放配额，是在限额与贸易机制下由管理者确定和分配（或拍卖）的。《京都议定书》下的国际排放贸易机制就是以配额交易为基础的。在该机制下，采用总量管制和排放交易的管理与交易模式，即环境管理者会设置一个排放量的上限。受该体系管辖的每个企业将从环境管理者那里分配到相应数量的“分配数量单位”（AAU）（在欧盟排放交易体系下，以 EUA 为单位计算），每个分配数量单位等于 1 吨二氧化碳当量。如果在承诺期中这些企业的温室气体排放量低于该分配数量，则剩余的 AAU（代表排放温室气体的许可权）可以通过国际市场有偿转让给那些实际排放水平高于其承诺而面临违约风险的附件一国家（发达国家）企业，以获取利润；反之，则必须到市场上购买超额的“分配数量单位”（AAU），否则将会被处以重罚。

2. 二级分类

在以配额为基础的交易市场中又可以分为强制碳交易市场和自愿碳交易市场。前者是由一些国家和地区性的、强制性的减排指标所产生的，其参与的企业也被强制参与到这些交易体系中去，如欧盟碳排放交易体系。而后者通常是一些国家或组织自己确立的减排体系，并没有受到《京都议定书》的认可，其参与者也是自发性地做出减排承诺并出资抵偿其超额的排放量，如芝加哥气候交易所(CCX)和“京都框架外市场”或称“自愿碳减排体系”(VER)。“京都框架外市场”的原理和 CDM 机制下的 CER 相似，只是审核的机构和指标有区别。CER 需要联合国的核准，而 VER 由不同的机构和不同的标准推行。

3. 碳交易相关金融市场

全球各大碳交易所陆续推出与欧盟排碳配额(EUA)挂钩的期货、期权交易，使二氧化碳排放权如同大豆、原油等商品一样可自由流通，丰富了碳交易的金融衍生品种类，客观上增加了碳市场的流动性。与核证减排量(二级市场)挂钩的期货与期权产品也相继面市，形成了与碳交易市场挂钩的相关金融市场。

(三) 世界主要碳交易体系

1. 欧盟排放贸易体系

欧盟为了帮助其成员国履行《京都议定书》的减排承诺，于 2005 年 1 月 1 日正式启动了欧盟排放交易体系(EUETS)，这是世界上第一个国际性的碳排放交易体系。EUETS 的目标和功能是减排二氧化碳，它涵盖了所有欧盟成员国，一些非欧盟成员国也自愿加入，与欧盟成员国进行排放贸易。通过签署双边协议，瑞士、加拿大、新西兰、日本等国也参与了这一体系；而通过双边认可还实现了 EUETS 与其他非《京都议定书》机制的连接，例如美国州一级的排放贸易制度。

这一体系以强制性手段纳入 1.15 万个排放实体，其中包括炼油厂、发电厂、水泥厂、造纸厂、玻璃厂、钢铁厂，共占欧盟温室气体排放量的一半以上。因为二氧化碳的排放量占全球温室气体的 80% 以上，所以目前欧盟交易的温室气体仅仅为二氧化碳，而不包含其他温室气体。

该交易体系采用的是总量管制、排放交易的管理和交易模式，欧盟每个成员国每年先预定二氧化碳的可能排放量(与《京都议定书》规定的减排标准相一致)，然后政府根据总排放量向各企业分发被称为“欧盟排碳配额”(EUA)的二氧化碳排放权，每个配额允许企业排放 1 吨的二氧化碳。如果企业在期限内没有使用完其配额，则可以“出售”套利。一旦企业的排放量超出分配的配额，就必须通过碳交易所从没有用完配额的企业手中购买配额，否则就会被处以重罚。通过类似银行的记账方式，配额能通过电子账户在企业或国家之间自由转移。

为了保证这项制度的实施，欧盟设计了一个严格的履约框架。框架规定，自 2005 年开始，企业的二氧化碳排放量每超过 1 吨，将被处以 40 欧元的罚款；自 2008 年开始，罚款额将涨至每吨 100 欧元，并且在次年，企业的排放许可额度中还必须将相应数量予以扣除。

EUETS 的交易基本上都是通过直接交易市场或者交易所来进行的。欧盟碳交易活动的四分之三是场外柜台交易和双边交易，其中半数以上场外柜台交易是通过交易所结算交割。

由于 EUETS 是一个依据欧盟法令和国家立法建立在企业层次上的机制，仅管理工业设施的排放，而《京都议定书》是政府间谈判达成的，对国家的排放总量设定减排目标，因此，EUETS与《京都议定书》的关系是相互独立运行。但是，就目前而言，EUETS 是最符合《京都议定书》认可、最具权威性的交易体系。从 2008 年 1 月 1 日开始，1 EUA 交易 =1 AAU 交易。

2. 芝加哥气候交易所

芝加哥气候交易所(CCX)成立于2003年,是全球第一个也是北美地区唯一自愿性参与温室气体减排交易,并对减排量承担法律约束力的先驱组织和市场交易平台。芝加哥气候交易所拥有由会员设计和治理,自愿形成的一套交易规则。交易所的会员自愿但从法律上联合承诺减少温室气体排放。芝加哥气候交易所要求会员实现减排目标,即要求每位会员通过减排或购买补偿项目的减排量,做到在2003—2006年间每年减少1%的排放,并保证截至2010年所有会员将实现6%的减排量。企业通过CCX可以获得额外利润:向股东、评议机构、普通消费者和客户展示关于气候变化的战略远景,及早采取具有信用度的减排和认购补偿行动,使企业在同行业中的领导地位获得认同。

芝加哥气候交易所现有会员近200个,分别来自航空、汽车、电力、环境、交通等数十个不同行业。2004年芝加哥气候交易所在欧洲建立了分支机构——欧洲气候交易所。2005年与印度商品交易所建立了伙伴关系,此后又在加拿大建立了蒙特利尔气候交易所。

目前,CCX是全球第二大碳汇贸易市场,也是全球唯一同时开展二氧化碳、甲烷、一氧化二氮、氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化硫等六种温室气体减排交易,建立了现行减排补偿项目明细表的碳汇市场。

虽然美国退出了《京都议定书》,CCX却允许其会员以登记在CDM体系下的项目来抵消其承诺的减排额。

3. 世界其他主要碳交易体系

除以上提到的两个碳交易体系外,还有美国的绿色交易所、法国的Bluenext交易所、亚洲碳交易所、欧洲能源交易所等20多个交易所,在不同体系或商业计划下运作着。它们主要的区别是交易对象的区别。

在三种碳交易机制的推动下,全球碳交易的配额市场和项目市场逐步形成,并出现爆炸性增长。2007年全球碳交易市场价值达400亿欧元,比2006年的220亿欧元上升81.8%。尽管2008年遭遇了国际金融危机,全球碳交易市场依然保持了爆炸式增长态势,全年交易额达910亿欧元左右,涨幅惊人。

国际碳交易虽已形成,但还在发展和探索期。虽然2012年12月在多哈会议上以法律形式确定了《京都议定书》第二承诺期,但发达国家淡化其历史责任和"共同但有区别的责任"原则的倾向进一步明显,自身减排和向发展中国家提供资金、转让技术的政治意愿不足,以及资金问题、减排力度等问题悬而未决①,使得目前最大的碳交易体系——欧盟排放交易机制和CDM机制下的CER在未来充满变数;而在自愿碳交易市场,各种体系纷繁复杂,有待形成统一的全球市场。但是,无论怎么样,我们都可以看到,越来越多的人意识到低碳环保的重要性,同时也越发看好国际碳交易市场及其衍生金融产品,相信在不远的将来,这个市场将成为许多人的另一个投资热点。

11.6 循环经济理论的国外实践

循环经济的实施要求人们从生产到消费的各个环节改变思想观念,要求社会从物质层面、

① 如资金问题,发达国家借口经济危机,拒绝给出提供资金的时间表;减排力度问题,《京都议定书》第二承诺期的减排量都是由各国自己制定的,不确定性较大。

体制层面、价值层面实行全方位的变革，以提供法律支撑、经济奖励、税收优惠和相应的社会各阶层特别是公众的积极参与。本节根据日本、德国和美国等发达国家在循环经济发展中的不同特点和取得的不同成就，概括出各国具有本国特色的循环经济发展的典型模式。

11.6.1 日本

第二次世界大战后，日本国民经济实现了持续的高速增长，迅速成为一个后起的工业化国家。然而，这种高速发展是以严重的环境污染为代价的，20 世纪的八大公害事件有一半发生在日本[①]，汽车尾气、生活垃圾等城市生活污染也变得越来越严重，日本面临的资源短缺和环境污染的双重压力，迫使日本社会认识到“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统线性经济社会模式转变为可持续的生产、消费形态，促进资源在生产、流通、消费、废弃物再利用各个环节的高效循环利用，努力解决废弃物排放问题，建立一个控制自然资源消耗、降低环境负荷的“循环型社会”，对于日本的经济增长和社会发展是十分紧迫的问题。

日本是循环经济立法最为完善的国家。为了加快循环经济生态社会的建立，日本在 1993 年颁布《环境基本法》的基础上，2000 年前后自上而下颁布了 6 项新的重要法规。这些法规可以分为三个层次：一是基本法，即《循环型社会形成推进基本法》；二是综合性法律，包括《废弃物管理与公共清洁法》和《资源有效利用促进法》；三是专项法，包括《容器包装再生利用法》《家电再生利用法》《建筑材料再生利用法》《食品再生利用法》《汽车再生利用法》及《绿色采购法》，从而构成了日本循环社会的法律法规体系。这些法律法规集中体现了“三个要素”和“一个目标”，即减少废弃物、旧物品再利用、资源再利用以及最终实现建立循环型社会的目标。

《循环型社会形成推进基本法》明确提出了循环型社会基本规划是国家一切规划的基础；明确了产生废物企业的生产责任和回收义务，并从法律上规定了废物处理的有限顺序，即废物的发生抑制—再使用—循环再利用—热回收安全处置。

日本的循环经济法律法规体系对不同行业的废弃物处理和资源再生利用做了具体规定，明确规定了国家、地方政府、企业、非政府组织和国民等相关主体的责任与义务，使相关主体在发展循环经济中的作用得到充分发挥，官、企、民之间形成了良好的合作伙伴关系。在法律法规体系的推动下，日本致力于建立循环型社会，形成三大资源再生系统子系统，即废物回收系统，废物拆解、利用系统和无害化处理系统，通过这三大子系统实现了循环经济的“3R”原则，获得了明显的经济效益和生态效益，资源利用效率得到显著提高，而且创造了更多的就业岗位。资源的回收与再利用，也为日本创造了 5 000 亿日元的出口利润。此外，日本的废弃物再生利用率已达到很高的水平，例如，碎玻璃、铁罐、铝罐、塑料瓶、旧塑料、废纸、汽车等 2005 年的再生利用率分别为 78%、84%、81%、35%、46%、57%、80%。2007 年，日本的废纸回收率为 90%，办公用纸几乎全是再生纸。空调、电视、冰箱、洗衣机 2007 年的再生利用率分别为 86%、77%、71%、79%，均超过了日本当年的法定目标比率。

① 指马斯河谷事件、多诺拉事件、光化学污染事件、伦敦烟雾事件、四日市事件、米糠油事件、水俣病事件和骨痛病事件，其中后四个事件都发生在日本。

资料链接　　日本城市废弃物循环利用体系的启示

1. 强调分类

在日本，不仅普通家庭要设置多个垃圾桶进行分类，商场以及公共设施也将废弃物分为多个大类，其中食品废弃物又分为数个小类。分类不仅体现在废弃物产生环节，还包括排放者的分类投放，环境部门或中间业者的分类回收、运输、保管，处理前通常也要采用技术或人工手段再进行细致的分选。分类是减量化的重要手段，有助于提高废弃物的资源价值，降低循环利用和处理成本，吸引企业介入。因此，实行垃圾分类是日本建立废弃物循环利用体系成功的基础。

2. 强调资源化

从“垃圾”概念到“废弃物”概念，反映了日本社会意识观念的深刻转变，不仅是国民素质提高的表现，也表明“废弃物是资源”的观念在日本已深入人心。分类是手段，资源化是目的。对分类的强调也反映出对废弃物资源价值的重视。从分类到最终处理，日本废弃物循环利用体系的每一个环节都高度重视任何可利用的资源。填埋是废弃物循环利用的最后一个环节，近年来，日本垃圾最终处置量和填埋量逐步减少，反映出废弃物中的资源价值越来越多地得到发掘。

3. 强调教育

通过废弃物循环利用，大力推动循环型社会建设。日本通过自己的努力，促进了废弃物循环利用体系的日趋完善。通过教育强化民众认知，提高民众素养，也是重要的一环。日本国土面积小，资源相对缺乏。日本在建立废弃物循环利用体系时，恰当、有效地利用了国民关于日本资源稀缺的心理。当然，这仅仅是强调教育的一个侧面。在日本，通常从小学四年级开始，学校要组织学生到废弃物处理现场参观见习。废弃物处理现场如垃圾焚烧发电厂、填埋场等，同时也是重要的教育场所，不仅宣传、教育设施一应俱全，还展示小学生写的见习感想。一些地方还设有垃圾分类日。通过持续和潜移默化的教育，日本年轻一代不仅对废弃物有了正确的认知，而且他们的行动也受此影响，促进了废弃物循环利用体系的成功和可持续运作。

在废弃物循环利用体系中，日本强调环境标准主要有三类手段：一是制定严格的排放标准，包括投放地点环境保护标准和最终处置的排放标准等。废弃物循环利用要平衡其技术经济的合理性，最终必然产生少量无法利用的垃圾，将其填埋或向空气、水系统中排放。日本新建的废弃物处理设施，执行比国家或地方标准更为严格的环境排放标准。二是资格许可制。从事废弃物收集、运输、加工处理的企业、设施、重要工具如车辆等，均需向环境部门申请准入资格，获得许可方可投入建设或运营。三是全流程链条式管理。环境部门不仅便于实施可追溯的全过程监管，也便于落实责任追究机制。

11.6.2　德国

德国是世界上循环经济实施最早、发展水平最高的国家之一。与其他发达国家一样，德国在工业化进程中也走了一条“先污染，后治理”的道路。德国的循环经济是以生活和工业废弃物的再利用与处置为主线演变而来的，起源于“垃圾经济”。1972 年，德国出台了第一部垃圾处置法律——《废弃物处理法》，该法确定了垃圾无害化处置业务可以由私营企业承担等重要

原则，从以前的废弃物倾倒逐步向废弃物循环管理的观念的转变，标志着垃圾处置走向了有序化和法制化的轨道。1986 年，德国全面修改了《废弃物处理法》，重新制定了《避免废弃物产生及其妥善处置法》，进行了具有开创性的规定：首次规定了预防优先和垃圾处理后的重复使用。德国于 1996 年正式生效的《循环经济与废弃物管理法》，规定对废物管理的首选手段是避免产生，然后才是循环利用和最终处置，并且确立了产生废物最小化、污染者承担治理义务与官民结合三原则。

德国负责包装废弃物收集和处理的双元回收系统模式是循环经济实践和运行的典型模式。德国的双元回收系统（DSD）接受企业的委托，组织回收者对废弃物进行分类，然后分送到相应的资源再利用厂家进行循环利用，能直接回收的则送返制造商。目前德国共有 1.6 万家企业加入了 DSD 系统。

DSD 系统的建立显著提高了公众的环保意识，大大促进了德国包装废弃物的回收利用，不仅带来了资源的高效利用，产生了积极的生态效应，而且为社会提供了成千上万的就业机会。这种完备的垃圾回收体系的有效实施，使德国包装材料的回收利用率不断提高，已从 1990 年的 13.3% 提高到 2002 年的 80%。产品包装的循环再生能力也不断增强，玻璃的再生利用率达到 90%，纸质包装为 60%，而轻物质材料包装则达到 50%。

11.6.3 美国

美国是开始循环经济实践和探索最早的国家之一。早在 20 世纪 70 年代，美国就开始推行循环经济的理念，制定了一系列以资源循环为目标的能源政策。1976 年，美国制定了《固体废弃物处置法》。从 1997 年开始，美国把每年的 11 月确定为“循环利用月”。经过几十年的发展，循环经济已成为美国国民经济中不可缺少的组成部分，涉及传统的造纸、炼铁、塑料、橡胶以及新兴的家用电器、计算机设备、办公设备和家居用品等行业。

美国是一个环保主义流行的国家，不仅重视废旧物品的处理和加工利用，使其成为再生资源，而且十分重视循环消费。所谓循环消费是指，当你认为某件消费品没有使用价值想扔掉时，应先想象它对其他人是否还有使用价值，如果有，就让他人再消费，直到对任何人都没有价值时，才将其作为垃圾进行回收处理，从而使一个消费品经历多个消费过程。由于循环消费观念的普及和循环消费社会机制的发展，循环消费已成为美国经济和社会生活中的一个重要组成部分，经济效益和社会效益并不亚于以废品、垃圾处理和加工为中心的资源再生工作。美国开展循环消费的途径很多，主要形式有庭院甩卖、旧货交易、商业网站或政府支持的网站进行的旧货买卖等。

本章小结

无论是循环经济还是低碳经济的理念，其产生的背景均是人类在经济发展的过程中，自然资源和环境容量的有限性导致的人类自身对于经济—资源—环境协调发展认知的提高。

循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心，以“减量化、再使用、再循环、资源的再生性、资源的替代性”的“5R”为操作原则，以“低消耗、低排放、高效率”为基本特征，是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。

循环经济的发展需要政府、企业和公众各主体的协调合作，激发各主体由被动配合到主动配合最后发展为以积极参与为己任的观念转变。循环经济的特征包括：观念先行性、技术先导

性、物质循环性、主体多元性和效益综合性。

低碳经济是以低能耗、低污染、低排放和高效能、高效率、高效益“三低三高”为主要特征的。低碳经济转型时要考虑四个核心要素:资源禀赋、技术进步、消费模式和发展阶段。

低碳经济是应对气候变化最有效的经济方式,而循环经济作为以资源节约型和环境友好型为特征的经济方式,是其发展循环经济的必然选择、最佳体现与首选途径。在发展循环经济的目标中,“最少的废物排放”首先应该是碳排放量最小化与无碳化。因此,发展循环经济要求发展低碳经济,低碳经济发展是循环经济发展的重要特征。

低碳经济的主要制度安排有征收碳税和碳交易制度。三种碳减排激励机制是:排放贸易机制,联合履行机制,清洁发展机制。前两者是发达国家间的机制,第三个是发达国家和发展中国家间的机制。排放贸易机制着眼于减排量“配额”,而联合履行机制和清洁发展机制着眼于减排量“项目”。

思考题

1. 如何全面理解循环经济和低碳经济产生的背景及各自的内涵?
2. 如何理解循环经济“3R”原则向“5R”原则的转变?
3. 简述循环经济发展的主体、动力和特征。
4. 简述循环经济与资源经济学的关系。
5. 如何理解低碳经济与绿色经济、循环经济及可持续发展的关系?
6. 简述碳减排的三种交易机制。
7. 发达国家循环经济实践取得成果的主要原因是什么?

参考文献

1. Hicks, J. R. The Theory of Wages[M]. London: Macmillan & Co. Ltd., 1963.

2. Solow, Robert. M. Technical Change and the Aggregate Production Function[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1957(39):312—320.

3. Fujihara, Mougoue. An Empirical Exploration of the World Oil Price under the Target Zone Model[J]. *Energy Economics*, 1997 (24):577—596.

4. Robert K. Kaufmann, Ben Ullman . Oil Prices, Speculation, and Fundamentals: Interpreting Causal Relations among Spot and Futures Prices[J]. *Energy Economics*, 2009(31):550—558.

5. Jevons, W. S., The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation and the Probable Exhaustion of our Coal Mines[M]. London: Macmillan, 1865.

6. Balke, Nathan S., Stephen P. A. Brown, Mine K. Yucel. Oil Price Shocks and the U. S. Economy : Where Does the Asymmetry Originate? [J]. *The Energy Journal*, 2002, 23:27—52.

7. Brown, Stephen P. A., Mine K. Yucel. Energy Prices and Aggregate Economic Activity: An Interpretative Survey[J]. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 2002, 42:69—77.

8. Carruth, Allan, Mark Hooker, Andrew Oswald. Unemployment Equilibria and Input Prices : Theory and Evidence from the United States[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1998, 80:621—628.

9. Darby, M. R. The Price of Oil and World Inflation and Recession[J]. *American Economic Review*, 1982, 72: 738—751.

10. Dasgupta P., Heal G. M. The Optimal Depletion of Exhaustible Resources[J]. *Review of Economic Studies, Special Issue*, 1974, 41(128):3—26.

11. Dotsey, M., M. Reid. Oil Shocks, Monetary Policy, and Economic Activity[J]. *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review*, 1992, 78:14—27.

12. Finn, M. G. Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economy Activity[J]. *Journal Money, Credit and Banking*, 2002, 32:400—416.

13. Fried, Edward R., Charles L. Schultze. Overview, Higher Oil Prices and the World Economy[M]. Washington, D. C.: The Brookings Institution, 1975.

14. Gray, L. C. The Economic Possibilities of Conservation[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1913(27): 497—519.

15. Hamilton, James D. Oil and the Macroeconomy since World War Two. *Journal of Political Economy*[J]. *Political Economy*, 1983(91):228—248.

16. Hotelling H. The Economics of Exhaustible Resources[J]. *Journal of Political Economy*, 1931(39) :137—175.

17. Hotelling H. The General Warfare in Relation to the Problem of Taxation and of Railway and Utility Rates [J]. *Economilrica*, 1938:242—269.

18. Imada, Moosa, ParamSilvapulle. Modeling Dynamic Conditional Correlations in WTI Oil Forward and

Futures Return[J]. *Finance Research Letters*,2002(3):114—132.

19. Jevons,W. S. The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines[M]. London: Macmillan,1865.

20. Lee,Kiseok,Shawn Ni,Ronald A. Ratti. Oil Shocks and the Macroeconomy:The Role of Price Variability [J]. *The Energy Journal*,2002,16:39—56.

21. Leung,C. K. China's Energy Security:Perception and Reality[J]. *Energy Policy*,2011(39):1330—1337.

22. Mork,K. A. Oil and the Macroeconomy when Prices Go Up and Down:An Extension of Hamilton's Results [J]. *Journal of Political Economy*,1989,97:740—744.

23. Pezzey, John C. V. & Withagen, Cees A. [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, *Wiley Blackwell*, 1998,100(2): 513—527.

24. Pigou, A.C . The Economics of Welfare[M]. London: Macmillan,1932.

25. R. H. Rasche J. A. Tatom. The Effects of the New Energy Regime on Economic Capacity,Production,and Prices[J]. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*,1977,59(5):2—12.

26. Rotemberg, J. Julio, Woodford, Michael. Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economies Activity[J]. *Journal of Money*, *Credit and Banking*,1996,28 (4),549—577.

27. Sjur Westgaard, Maria Estenstad, Maria Seim, Stein Frydenberg. Co-integration of ICE Gas oil and Crude oil Futures[J]. *Energy Economics*, 2011,33:311—320.

28. Stelios D. Bekiros, Cees G. H. Diks. The Relationship Between Crude Oil Spot and Futures Prices: Cointegration,Linear and Nonlinear Causality[J]. *Energy Economics*,2008,30:2673—2685.

29. Williamson, Jeffrey, Growth. Distribution and Demography: Some Lessons from History [C]. Chambridge: National Bureau of Economic Research Working Paper Series,1997: 6244.

30. 敖磊.电力市场短期电价预测模型及研究[D].华中科技大学,2006.

31. 鲍云樵.从节能减排看我国的能源方针政策[A].第十届中国科协年会论文集(二)[C].中国核科技信息与经济研究院,2008:19—23.

32. 毕伟.循环经济理论、实践及其综合评价体系研究[D].天津大学,2006.

33. 蔡树文.基于电力消费弹性系数的电力需求分析[J].云南社会科学,2007(1):53—57.

34. 曹明.我国能源强度与能源价格之间的脉冲响应分析[J].统计与决策,2011(3):94—95.

35. 曹玉书、尤卓雅.资源约束、能源替代与可持续发展——基于经济增长理论的国外研究综述[J].浙江大学学报(人文社会科学版),2010,40(4):5—13.

36. 曾建武.国际油价波动:因素分析及对我国经济的影响——基于贝叶斯方法的研究[D].福建:厦门大学,2008.

37. 柴建、郭菊娥、汪寿阳.能源价格变动对中国节能降耗的影响效应[J].中国人口.资源与环境,2012,22(2):33—40.

38. 常家星.电价形成机制研究[D].山东:山东大学,2005.

39. 常军乾.我国能源安全评价体系及对策研究[D].北京:中国地质大学,2010.

40. 陈玲.能源价格对能源强度影响的实证研究——基于 SDA 和计量经济模型的分析[D].浙江工商大学.2009.

41. 陈清泰.中国的能源战略和政策[J].国际石油经济,2003,11(12):18—21.

42. 陈庆景、陈森.高油价对中国经济的影响及应对措施[J].当代经济,2008(7):11—12.

43. 陈绍刚.两类差别定价方法的理论拓展及应用研究[D].电子科技大学,2004.

44. 陈卫东.中国能源结构调整核心是能源价格体系的改革[J].中国石油和化工经济分析,2013(12):5—7.

45. 陈夕红、张宗益、汪锋、张国荣.能源效率测度平息[J].软科学,2011,25(10):56—68.

46. 陈艳、成金华.全球能源消费框架下的典型国家能源政策研究[J].中国能源,2006,28(8):24—28.

47. 陈艳、成金华.我国能源政策问题研究综述[J].中国能源,2006,28(10):24—27

48. 陈子楠. 美国能源战略立法保障及启示[D]. 华北电力大学,2013.

49. 成金华、李世祥. 结构变动、技术进步以及价格对能源效率的影响[J]. 中国人口. 资源与环境,2010,20(4):35—42.

50. 程春华. 欧盟新能源政策与能源安全[J]. 中国社会科学院研究生院学报,2009(1):113—118.

51. 程晓妹. 全要素能源效率评价及演变机理研究[D]. 华北电力大学,2010.

52. 程瑜. 促进循环经济发展的税收政策选择[J]. 财会研究,2009(8):16—20.

53. 迟春洁、黎永亮. 能源安全影响因素及测度指标体系的初步研究[J]. 哈尔滨工业大学学报,2004,6(4):80—84.

54. 崔和瑞、杨丽. 电力市场有效性研究[J]. 华东电力,2010,38(1):13—16.

55. 崔宏伟. 欧盟能源安全战略研究[D]. 上海社会科学院,2008.

56. D. W. 乔根森 . 生产率:经济增长的国际比较[M]. 中国发展出版社,1999.

57. 戴平生. 我国电力市场价格形成机制研究[D]. 厦门大学,2004.

58. 戴伟娣. 清洁发展机制简介[J]. 生物质化学工程,2006,40(1):40—44.

59. 戴照明. 我国石油安全战略研究[J]. 科学社会主义,2013(1):40—44.

60. 邓琳玮. 我国电力价格两部制竞价上网机制研究[D]. 北京工商大学,2010.

61. 邓强、谭忠富、韩金山. 中国能源效率的国际对比分析[J]. 电力学报,2010,25(2):99—102.

62. 邓杨. 欧洲联盟能源政策分析[D]. 中国人民大学,2008.

63. 邓志茹、范德成. 中国能源需求影响因素的研究[J]. 统计与信息论坛,2010,25(2):65—68.

64. 刁心柯、唐安宝. 能源价格变动对能源效率影响研究[J]. 中国矿业,2012,21(6):37—41.

65. 东方社奇、杨瑞霞. 中国产业结构变动与能源消费关系研究[J]. 统计与信息论坛. 2012,27(2).

66. 董锋. 中国能源效率及能耗问题研究[D]. 南京航空航天大学,2010.

67. 董利. 我国能源效率变化趋势的影响因素分析[J]. 产业经济研究,2008(1):8—18.

68. 杜松怀. 电力市场交易模式的现状与发展趋势[J]. 中国农业大学学报,2001,6(4):56—62.

69. 渡边经彦. 数量经济分析:围绕成长的诸问题[M]. 创文社,1970.

70. 段海艳. 能源价格研究最新进展[J]. 会计之友,2010(4):26—28.

71. 樊元、王倩、马斌斌. 我国能源价格、通货膨胀与经济增长关系探讨[J]. 商业时代,2014(5):21—22.

72. 范斌. 电价规制方法与应用研究[D]. 华北电力大学,2010.

73. 范丽波、王金波. 中国能源价格与能源强度的实证分析[J]. 北方经济,2010(2):69—70.

74. 范英、焦建玲. 石油价格:理论与实证[M]. 科学出版社,2008.

75. 方燕. 递增阶梯定价理论[D]. 中国社会科学院,2012.

76. 方勇、张喜荣. 电力市场中的电价分析[J]. 电力建设,2000(10):6—9.

77. 方勇. 电力市场中机制设计理论的应用研究[D]. 上海大学,2004.

78. 冯泰文、孙林岩、何哲. 技术进步对中国能源强度调节效应的实证研究[J]. 科学学研究,2008,26(5):987—993.

79. 冯之浚. 中国可再生能源和新能源产业化高端论坛[M]. 中国经济出版社,2007.

80. 凤军、刘勇. 期货价格与现货价格波动关系的实证研究——以农产品大豆为例[J]. 财贸经济,2006(8):77—81.

81. 付加锋、庄贵阳、高庆先. 低碳经济的概念辨识及评价指标体系构建[J]. 中国人口. 资源与环境,2010,20(8):38—43.

82. 傅书逖、王海宁. 关于节能减排与电力市场的结合[J]. 电力系统自动化,2008,32(6):31—34.

83. 富馆孝夫、木船九雄. 最新能源经济入门[M]. 东洋经济新报社,1994.

84. 高峰. 国际能源政策比较及对我国的启示[J]. 山西财经大学学报,2007,29(2):11—12.

85. 高海然. 我国清洁发展机制(CDM)项目实施现状和政策建议[J]. 中国能源,2008,30(6):33—38.

86. 高伟娜. 电力产业价格规制的演变与改革[J]. 价格月刊,2009(4):5—8.

87. 高阳. 电力市场电价预测研究[D]. 湖北工业大学,2011.

88. 耿诺. 中国能源效率分析[D]. 中国地质科学院,2008.

89. 郭朝先. 中国碳排放因素分解:基于 LMDI 分解技术[J]. 中国人口. 资源与环境,2010,20(12):4—9.

90. 郭海涛. 我国能源价格形成机制及改革目标研究[J]. 价格天地,2008(5):23—25.

91. 郭剑. 电力市场环境下的电力系统分析方法研究[D]. 中国电力科学研究院,2001.

92. 郭菊娥、柴建、吕振东. 我国能源消费需求影响因素及其影响机理分析[J]. 管理学报,2008,5(5):651—654.

93. 郭英. 我国天然气定价机制中的政府角色研究——从管制到监管[D]. 四川:电子科技大学,2010.

94. 郭志琼. 煤电价格协调机制研究[D]. 山东科技大学,2010.

95. 国娜. 能源价格上涨对宏观经济的影响[D]. 厦门大学,2009.

96. 韩宝平、孙晓菲、白向玉、魏颖. 循环经济理论的国内外实践[J]. 中国矿业大学学报,2003(1):58—64.

97. 韩放、曹昉、杨以涵、谢开、于尔铿. 电力市场的基本原则[J]. 电网技术,1995,19(9):51—55.

98. 韩文科. 国际能源形势变化和中国能源供应安全[J]. 地缘与能源,2010(2):16—21.

99. 韩智勇、魏一鸣、范英. 中国能源强度与经济结构变化特征研究[J]. 数理统计与管理,2004,23(1):1—6.

100. 韩智勇、魏一鸣、焦建玲等. 中国能源消费与经济增长的协整性与因果关系分析[J]. 系统工程,2004,22(12):17—21.

101. 汉立华. 能源博弈大战[M]. 北京:新世界出版社,2008.

102. 郝卫平、李琼慧、赵一农. 我国电力弹性系数的现实意义[J]. 中国电力,2003,36(5):8—10.

103. 郝翔、张意翔. 对我国发展石油期货市场的初步探讨[J]. 理论与实践,2006(3):87—91.

104. 郝豫. 我国电力产业定价方式与价格规制问题研究[D]. 华中科技大学,2007.

105. 何润民. 基于经济与环境协调发展的天然气利用定价理论与方法研究[D]. 西南石油大学,2013.

106. 何雯. 中国能源安全问题研究[D]. 电子科技大学,2006.

107. 何永秀、董振、朱梦舟、张娜、周莹. 基于计量经济模型的国内外能源价格关系研究[J]. 华北电力大学学报,2012,39(2):64—69.

108. 贺刚. 论能源价格形成机制的改革[J]. 价格月刊,2013(9):9—12.

109. 贺刚. 能源价格波动对经济发展影响的实证研究[J]. 商业时代,2010(22):116—117.

110. 贺刚. 中国能源价格调控模式研究[J]. 江西金融职工大学学报,2010,23(3):51—54.

111. 贺媛. 中国能源结构与经济增长模式转变——基于能源相关弹性的研究[D]. 华东理工大学,2011.

112. 洪小红. 清洁发展机制(CDM)简介[R]. 科技资讯,2008(18):103.

113. 胡恩同. 上网电价形成机制与中国上网电价改革[D]. 复旦大学,2006.

114. 胡福年. 电力市场环境下峰谷分时电价理论建模与影响分析[D]. 南京理工大学,2007.

115. 胡光辉. 国际石油价格波动对中国经济的影响:理论、机制与对策[D]. 河北大学,2013.

116. 胡济洲. 电力市场中配、售电环节的竞争与规制[D]. 华中科技大学,2006.

117. 胡晓彬. 中国能源效率的影响因素研究[D]. 上海交通大学,2009.

118. 胡宗义、蔡文彬、陈浩. 能源价格对能源强度和经济增长影响的 CGE 研究[J]. 财经理论与实践,2008,29(152):91—95.

119. 华仁海、仲伟俊. 我国期货市场期货价格收益、交易量、波动性关系的动态分析[J]. 统计研究,2003(7):25—30.

120. 华泽澎. 能源经济学[M]. 石油大学出版社,1991.

121. 黄继明、郑斌. 电力市场电价理论[J]. 电力需求侧管理,2000(5):34—36.

122. 黄欣. 印度能源战略研究[D]. 湘潭大学,2009.

123. 霍达、李芸珊、王建东. 能源价格与国民经济成长[J]. 中国软科学增刊,2009,s1:52—56.

124. 贾海霞. 我国成品油定价机制的完善研究[D]. 山东:中国石油大学,2008.

125. 贾亮、王礼力. 能源价格上涨对中国经济增长的影响[J]. 经济与管理,2008,22(7):5—9.

126. 江学迪. 能源价格冲击对我国宏观经济的影响——基于 RBC 理论的实证分析[D]. 南京大学. 2011.
127. 姜红旭. 我国成品油定价机制改革的研究[D]. 哈尔滨工业大学,2013.
128. 姜新. 我国电力市场需求侧管理研究[D]. 东北财经大学,2005.
129. 蒋金荷. 提高能源效率与经济结构调整的策略分析[J]. 数量经济技术经济研究,2004(10):16—23.
130. 蒋仪. 能源价格影响经济运行的机理及实证分析[D]. 湖南大学,2010.
131. 江泽民. 对中国能源问题的思考[J]. 上海交通大学学报(自然科学版),2008(42):345—359.
132. 焦建玲、廖华. 燃料油期货市场运行效率实证分析[J]. 中国能源. 2008(2):35—38.
133. 金瑞庭. 产业结构调整、能源消费与经济增长关系的实证研究[J]. 山东财政学院学报,2011,115(5):47—66.
134. 靳俊喜、雷攀、韩玮、袁桂林. 低碳经济理论与实践研究综述[J]. 西部论坛,2010,20(4):97—107.
135. 孔令标、冯树虎. 关于能源安全问题的探讨[J]. 中国煤炭,2002,28(6):19—21.
136. 李春华、张德会 . 国外可再生能源政策的比较研究[J]. 中国科技论坛,2007(12):124—126.
137. 李德山. 中国能源效率分析及其对策研究[D]. 四川:西南石油大学,2012.
138. 李家才、陈工. 国际经验与中国可再生能源配额制(RPS)设计[J]. 太平洋学报,2008(10):45—51.
139. 李静. 影响电价的因素探析[J]. 民营科技,2012(12):194.
140. 李峻、张晟、邓仕杰. 能源效率研究综述[J]. 邵阳学院学报,2009,9(2):33—37.
141. 李康明. 确立新的能源价格形成机制的法律思考[D]. 中国海洋大学,2009.
142. 李克国、魏国印、张宝安. 环境经济学[M]. 中国环境科学出版社,2003.
143. 李岚红. 论我国基于能源消费的产业结构调整[J]. 山东师范大学学报(人文社会科学版),2010,55(2):135—139.
144. 李楠. 能源价格与能源强度关系实证分析[J]. 统计与管理,2012(1):91—93.
145. 李世福. 世界价格理论研究成果综述[J]. 太原师范学院学报,2007,6(1):31—35.
146. 李世祥、成金华. 中国能源效率评价及其影响因素分析[J]. 统计研究,2008,25(10):18—27.
147. 李维、刘薇. 我国能源安全的必然选择——石油期货[J]. 石油科技论坛,2006(6):25—27.
148. 李伟. 我国循环经济的发展模式研究[D]. 西北大学,2009.
149. 李小月、卢锟. 国际能源价格变动对我国能源价格机制形成的影响——兼论我国能源价格管理体制[J]. 中国矿业,2008,17(1):59—62.
150. 李晓西. 应对国际新挑战完善我国能源战略[J]. 全球化,2013(3):82—91.
151. 李旭. 我国电力产业政府价格管制的研究[D]. 吉林大学,2004.
152. 李亚斌. 基于电价形成机制的需求侧管理问题研究[D]. 华北电力大学,2005.
153. 李阳. 低碳经济框架下碳金融体系运行的机制设计与制度安排[D]. 吉林大学,2013.
154. 李杨鑫. 能源价格对经济波动的影响研究[D]. 首都经济贸易大学. 2014.
155. 梁广华. 我国能源价格形成机制及其在节能减排中应用研究[J]. 价格理论与实践,2010(3):30—31.
156. 梁志宏. 电力市场目标模式研究[D]. 华北电力大学,2006.
157. 廖小玲. 中国能源效率的影响因素研究[D]. 湖北大学,2012.
158. 林伯强、牟敦国. 能源价格对宏观经济的影响——基于可计算一般均衡(CGE)的分析[J]. 经济研究,2008(11):88—101.
159. 林伯强、王锋. 能源价格上涨对中国一般价格水平的影响[J]. 经济研究,2009(12):66—79.
160. 林伯强. 高级能源经济学(第二版)[M]. 清华大学出版社,2014.
161. 林伯强. 结构变化、效率改进与能源需求预测[J]. 经济研究, 2003(5):57—65.
162. 林伯强. 能源价格如何定[J]. 上海经济,2007(2):19
163. 林伯强. 中国能源问题与能源政策选择[M]. 煤炭工业出版社,2007.
164. 林伯强. 中国能源需求的经济计量模型[J]. 统计研究,2001(10):34—39.
165. 林名书、杨治国. 提高能源价格与能源使用效率的福利比较[J]. 厦门大学学报,2010(5):14—21.

166. 林应,石油价格波动对中国经济增长影响的研究[D],博士学位论文,浙江大学,2012.

167. 王永治.关于价格传导机制的若干问题研究[J].价格理论与实践,2005.2.

168. 林永生、李小忠、阿依吐逊·玉素甫.石油价格、经济增长与可持续发展[J].北京师范大学学报(社会科学版),2010,1.

169. 林永生.能源价格对经济主体的影响及其传导机制——理论和中国的经验[J].北京师范大学学报,2008(1):127—133.

170. 刘畅.能源价格变动对我国宏观经济及节能减排的影响研究——基于联立方程模型的分析[J].数学的实践与认识,2012,42(23):53—64.

171. 刘达、牛东晓、杨光.电力市场中的电价影响因素[J].陕西电力,2009(1):9—12.

172. 刘达、乔欢欢.电力市场中的电价预测综述[J].陕西电力,2011(8):27—32.

173. 刘达.电力市场中电价预测模型方法及应用研究[D].华北电力大学,2007.

174. 刘德成.石油安全理论与实践问题研究[D].中共中央党校,2006.

175. 刘东刚.中国能源监管体制改革研究[D].中国政法大学,2011.

176. 刘国中、文福栓、薛禹胜.排放权和可再生能源发展对电力市场的影响[J].电力系统自动化,2010,34(7):21—25.

177. 刘恒星.国际能源价格波动对中国经济的影响——基于CGE模型的分析[D].云南大学.2011.

178. 刘红岩.国际石油价格机制研究[D].西南石油大学,2006.

179. 刘宏.石油期货价格波动的实证研究——上海、纽约和伦敦石油期货价格波动比较[J].价格理论与实践,2009(9):57—58.

180. 刘楠.我国电力市场的中长期需求趋势与结构分析[D].哈尔滨理工大学,2005.

181. 刘宁.国际石油价格影响因素研究[D].华中科技大学,2009.

182. 刘喜梅、桂建廷、傅渝洁.能源价格形成机制研究[J].广义虚拟经济研究,2013,4(2):35—43.

183. 刘喜梅、罗国亮.电力市场理论的若干基本概念辨析[J].华北电力大学学报,2005(4):50—55.

184. 刘喜梅.不同的电力交易模式对电力市场均衡的影响分析[J].华北电力大学学报,2006(3):43—48.

185. 刘小进、谢元态.均衡价格理论与劳动价值论比较研究——西方经济学与马克思主义经济学比较与融合专题研究之一[C].全国高等财经院校《资本论》研究会2008年第25届学术年会论文集,2008:1—4.

186. 刘晓棠、马麟.石油期货价格影响因素研究——基于Granger检验和协整理论的实证分析[J].中国商界,2010(5):4—6.

187. 刘晓星.中国期货市场与现货市场之间的引导关系研究[J].南方经济,2006(6):38—47.

188. 刘严.电力市场环境下电力产业价格链优化模型及方法研究[D].华北电力大学,2006.

189. 刘岩、于渤、洪富艳.可再生能源价值构成与定价模型研究[J].预测,2011(1):61—65.

190. 刘岩.发电侧电力市场两部制上网电价理论与方法研究[D].四川大学,2001.

191. 刘晔、耿涌.低碳经济认识探析[J].中国人口.资源与环境,2010,20(10):123—128.

192. 刘英杰.能源效率的动态变化与能源价格的影响[J].扬州大学学报,2009,13(4):97—101.

193. 刘增光.我国能源定价机制市场化改革面临"制度性困境"——制度变迁视角下的尝试性解读[J].内蒙古科技与经济,2009(17):7—10.

194. 柳天恩、王朝凤.俄罗斯能源政策研究[J].黑龙江对外经贸,2011(2):55—56.

195. 柳天恩.俄罗斯能源政策调整对中俄能源合作的影响研究[D].黑龙江大学,2011.

196. 卢文刚、刘鸿燕.完善我国能源政策的对策[J].经济纵横,2013(2):56—59.

197. 陆胜利.世界能源问题与中国能源安全研究[D].中共中央党校,2011.

198. 路军强.我国煤电价格联动的问题与对策研究[D].河北大学,2009.

199. 栾凤奎.电力市场经济效率评估的理论与应用研究[D].华北电力大学,2007.

200. 栾贵勤、杨青、周雯瑜.中国能源消费与经济发展关联性的国际对比分析开发研究[J].开发研究,2013(1):74—78.

201. 栾贺平. 我国能源利用效率影响因素的实证分析[D]. 湖南大学,2009.
202. 罗汉武、李昉. 能源价格改革和财政补贴[J]. 经济经纬,2009(2):124—127.
203. 罗汉武、李昉. 能源价格管制政策的优化研究[J]. 中州学刊,2009(3):35—37.
204. 吕学都、刘德顺. 清洁发展机制在中国:采取积极和可持续的方式[M]. 清华大学出版社,2005.
205. M. G. 韦布、M. J. 里茨基. 能源经济学[M]. 西南财经大学出版社,1987.
206. 马登科. 国际石油价格动荡:原因、影响及中国对策[D]. 吉林大学,2010.
207. 马国庆. 绿色能源发电侧定价机制研究[D]. 河北工业大学. 2010.
208. 马义飞、卓玮. 电力定价和天然气定价比较研究[J]. 价格理论与实践,2004(1):44—45.
209. 马中. 环境与自然资源经济学概论(第二版)[M] . 高等教育出版社,2006.
210. 农业电气化编辑部. 清洁发展机制(CDM)概述[J]. 农业电气化,2006(3):9—10.
211. 牛瓒瓒. 中国电价形成机制的研究[D]. 北京交通大学,2006.
212. 潘国刚、贾江涛. 能源效率影响因素分析[J]. 节能技术,2012,30(171):77—78.
213. 潘宁. 国际石油价格形成机制分析与中国石油定价模式研究[D]. 复旦大学,2011.
214. 蒲阳. 我国电力市场有效竞争的理论与方法研究[D]. 东华大学,2007.
215. 齐藤光雄. 一般均衡和价格[M]. 创文社,1973.
216. 齐志新、陈文颖. 中国的能源强度究竟有多高[J]. 数量经济技术经济研究,2007(8):51—58.
217. 潜旭明. 美国的国际能源战略研究——一种能源地缘政治学的分析[D]. 复旦大学,2010.
218. 郄伟. 电力市场交易模式的比较研究[D]. 华北电力大学,2006.
219. 秦长海. 水资源定价理论与方法研究[D]. 中国水利水电科学研究院,2013.
220. 青民. 论决定价格形成的外压力——供求关系[J]. 四川商业高等专科学校学报,2000(20):31—34.
221. 任捷、鲁炜. 关于中国温室气体排放权交易体系的构想[J]. 南京理工大学学报(社会科学版),2009,22(3):16—20.
222. 任力. 低碳经济与中国可持续发展[J]. 社会科学家,2009(2):47—50.
223. 任丽. 电力市场模式评述[J]. 电力系统及其自动化学报,2004(3):17—22.
224. 任勇、吴玉萍. 中国循环经济内涵及有关理论问题探讨[J]. 中国人口. 资源与环境,2005,15(4):131—136.
225. 任泽平. 能源价格波动对中国物价水平的潜在与实际影响[J]. 经济研究,2012(8):59—69.
226. 尚金成、庞博. 中国电力市场体系模式设计(二)最优市场结构及市场均衡性分析[J]. 电力系统自动化,2010,34(9):34—38.
227. 邵长军. 我国电力市场政府规制理论研究与应用[D]. 华北电力大学,2004.
228. 申红帅、王乃昂、邵彩梅. 清洁发展机制发展现状及问题分析[J]. 安徽农业科学,2007,35(30):9654—9656,9659.
229. 沈镭、刘立涛. 中国能源政策可持续性评价与发展路径选择[J]. 资源科学,2009,31(8):1264—1271.
230. 施丽萍. 电力市场定价方式及发电商投标对策的研究[D]. 浙江大学,2002.
231. 时璟丽、王仲颖. 可再生能源电力费用分摊方式分析[J]. 中国能源,2008,30(6):13—16.
232. 时璟丽. 可再生能源电力定价机制和价格政策研究[J]. 中国电力,2008,41(4):6—9.
233. 史丹. 当前能源价格改革的特点、难点与重点[J]. 专家论坛,2013,343(1):18—20.
234. 室田泰弘. 能源经济学[M]. 日本经济新闻社,1984.
235. 舒宁. 奥巴马政府的能源政策[D]. 东北师范大学,2012.
236. 苏铭、张有生. 能源安全评价研究述评[J]. 浙江社会科学,2012(4):126—132.
237. 孙海英. 我国煤电价格机制形成煤电矛盾冲突原因分析[J]. 山西煤炭管理干部学院学报,2008(4):7—9.
238. 孙昊. 产品定价理论与中国电力定价分析[D]. 北京:清华大学,2004.

239. 孙宁华、江学迪. 能源价格与中国宏观经济:动态模型与校准分析[J]. 南开经济研究,2002(2):20—32.

240. 孙稳存. 能源冲击对中国宏观经济的影响[J]. 经济理论与经济管理,2007(2):31—36.

241. 孙艳、张洪波. 金融危机下我国煤炭定价机制的思考[J]. 改革与战略,2010,26(6):34—35.

242. 索永平. 我国成品油市场定价机制研究[D]. 北京:北京邮电大学,2013.

243. 谭真勇、杨可伟. 能源价格理论研究新进展[J]. 经济学动态,2011(1):142—147.

244. 谭忠富、张金良. 中国能源效率与其影响因素的动态关系研究[J]. 中国人口. 资源与环境,2010,20(4):43—49.

245. 汤振飞、唐国庆、于尔铿、李扬. 电力市场动态分析[J]. 中国电机工程学报,2001,21(12):88—92.

246. 唐庆博、刘小东、周渝慧. 我国电力市场结构初探[J]. 华东经济管理,2003,17(2):24—26.

247. 唐义德. 电力市场竞争、规制与结构转换[D]. 湖南:湖南大学,2008.

248. 唐昭霞. 中国电力市场结构规制改革研究[D]. 四川:西南财经大学,2008.

249. 田江. 我国电价形成机制与改革策略研究[D]. 江苏:苏州大学,2011.

250. 田立新、刘晶. 能源强度研究中能源价格影响的实证研究[J]. 自然资源学报,2010,25(9):1519—1524.

251. 田新民、沈小刚. SHFE 与 LME 期铜价格因果关系分析[J]. 首都经济贸易大学学报,2005(7):34—38.

252. 汪建坤. 五种价格理论及其比较分析[J]. 数量经济技术经济研究,2001(1):91—93.

253. 汪涛. 我国能耗强度影响因素的实证分析[D]. 湖南:湖南大学,2009.

254. 王朝峰. 论新世纪中国能源安全与对策[D]. 河南:郑州大学,2006.

255. 王海涛. 浅议电力弹性系数[J]. 广东电力,2002,15(4):9—12.

256. 王浩. 我国电价形成机制及规制改革的研究[D]. 浙江:浙江大学,2008.

257. 王军. 我国能源价格改革的机制探讨[J]. 经济问题,2010(10):43—47.

258. 王立波、董焕宇. 能源价格促进能源效率提升的实证分析[J]. 绿色科技,2013(9):245—247.

259. 王勤智. 电力市场下短期电价预测研究[D]. 云南:昆明理工大学,2013.

260. 王庆一. 能源效率及相关政策和技术[J]. 应用能源技术,2002(6):1—10.

261. 王庆一. 中国能源效率评估[J]. 节能与环保,2011(1):38—42.

262. 王三兴. 我国电力价格形成机制及其改革探讨[J]. 价格理论与实践,2006(3):35—36.

263. 王胜. 中国能源效率研究[D]. 辽宁:辽宁大学,2011.

264. 王嗣杰. 国际石油价格波动对我国经济的影响及其对策研究[D]. 吉林:东北师范大学,2009.

265. 王素玲. 成品油倒逼定价机制的构建研究[J]. 华东经济管理,2009,23(11):104—106.

266. 王伟 . 资源经济学[M]. 中国农业出版社,2007.

267. 王伟. 我国电煤价格形成机制研究[D]. 湖南:湘潭大学,2012.

268. 王锡凡. 分段竞价的电力市场[J]. 中国电机工程学报,2001,21(12):1—6.

269. 王锡凡. 关于我国电力市场的研究问题[J]. 中国电力,2000,33(1):6—8.

270. 王锡凡. 我国电力市场竞价模型框架探[J]. 中国电力,2000(11):37—40.

271. 王秀丽、张新松、徐小川、王锡凡. 单边电力市场中价格调控机制及其模拟[J]. 电力系统自动化,2005,29(21):10—14.

272. 王岩、李武. 低碳经济研究综述[J]. 内蒙古大学学报,2010,42(3):27—33.

273. 王衍行、汪海波、樊柳言. 中国能源政策的演变及趋势[J]. 理论学刊,2012(9):70—73.

274. 王雨. 推进我国能源战略转型的路径选择[J]. 当代经济研究,2014(3):67—70.

275. 王兆生. 能源结构、经济结构与经济增长关系研究[D]. 辽宁:辽宁大学,2012.

276. 王振霞. 价格理论体系研究综述及其发展新趋势[J]. 价格天地,2008(1):21—23.

277. 王治平. 我国能源价格与能源效率变动关系研究[J]. 价格理论与实践,2011(3):31—32.

278. 韦布,M G、里基茨,M J. 能源经济学[M]. 罗根基,译. 西南财经大学出版社,1987.

279. 魏楚. 中国能源效率问题研究[D]. 浙江:浙江大学,2009.

280. 魏楚. 中国能源效率问题研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2011.

281. 魏埙. 当代三大价值—价格理论体系的比较[A]. 中国《资本论》研究会第 11 次学术年会论文集[C]. 天津:南开大学,2002:1—8.

282. 魏一鸣、焦建玲、廖华. 能源经济学[M]. 北京:科学出版社,2011.

283. 魏一鸣、廖华. 能源效率的七类测度指标及其测度方法[J]. 中国软科学,2010(1):128—137.

284. 温桂芳、刘喜梅. 影响电价形成因素的经济学分析[J]. 价格理论与实践,2006(7):21—22.

285. 吴初国、刘增洁、崔荣国. 能源安全状况的定量评价方法[J]. 国土资源情报,2011(1):40—44.

286. 吴军、涂光瑜、罗毅、盛戈皞. 电力市场交易方式分析[J]. 电力系统自动化,2002,26(12):24—29.

287. 吴翔、隋建利. 石油定价机制比较及其改革对策研究[J]. 价格理论与实践,2008(10):29—30.

288. 吴宗鑫、陈文颖. 以煤为主多元化的清洁能源战略[M]. 北京:清华大学出版社,2001.

289. 夏大慰、范斌. 电力定价:理论、经验与改革模式[J]. 产业经济评论,2002,1(1):91—106.

290. 夏玲. 中国能源效率评估方法及其应用研究[D]. 广东:五邑大学,2013.

291. 夏明高. 石油定价机制经济学分析[J]. 合作经济与科技,2007(10):27.

292. 肖春阳. 金融危机下的经济变局[M]. 北京:中国纺织出版社,2009.

293. 谢文捷. 世界能源安全研究[D]. 北京:中共中央党校,2006.

294. 谢治国. 新中国能源政策研究——对新中国能源政策发展过程的考察分析[D]. 安徽:中国科学技术大学,2006.

295. 辛晓牧、冷雪飞. 清洁发展机制的进展及应对策略[J]. 环境保护与循环经济,2008,32(3):15—17.

296. 熊良琼、吴刚. 世界典型国家可再生能源政策比较分析及对我国的启示[J]. 中国能源,2009,31(6):22—25.

297. 修光利、侯丽敏. 能源与环境安全战略研究[M]. 北京:中国时代经济出版社,2008.

298. 徐钢. 关于绿色能源的思考[J]. 理论界,2006(9):54,111.

299. 徐国泉. 中国能源效率问题研究[D]. 辽宁:大连理工大学,2008.

300. 徐雷. 生产价格理论与均衡价格理论比较研究[J]. 山东财政学院学报,2001(1):10—15.

301. 徐丽娜、赵涛、刘广为、孙金帅. 中国能源强度变动与能源结构、产业结构的动态效应分析[J]. 经济问题探索,2013(7):40—44.

302. 许金华. 石油市场结构性转变与价格驱动机制演变过程研究[D]. 安徽:中国科学技术大学,2012.

303. 许倞. 关于国家能源战略取向的思考[J]. 中国软科学,2006(7):29—32.

304. 许秀丽. 我国能源效率及其影响因素研究[D]. 重庆大学,2010.

305. 宣能啸. 我国能源效率问题分析[J]. 国际石油经济,2004,12(9):35—39.

306. 闫文娜、刘慧芳、汪安佑. 国际石油价格形成机制对我国的启示[J]. 资源与产业,2011,13(5):23—30.

307. 严云鸿、易波波. 国际能源价格波动对中国经济的影响[J]. 社会科学家,2011(7):61—64.

308. 杨国昌. 关于生产价格理论的几个问题[J]. 贵州社会科学,1985(8):5—10.

309. 杨继生. 国内外能源相对价格与中国的能源效率[J]. 经济学家,2009(4):90—97.

310. 杨力俊. 电力市场中市场力规制的策略与方法研究[D]. 华北电力大学,2005.

311. 杨柳、李力. 能源价格变动对经济增长与通货膨胀的影响[J]. 中南财经政法大学学报,2006,157(4):51—55.

312. 杨维新. 国际能源环境下的中国能源安全[D]. 上海社会科学院,2006.

313. 杨文培、严向军、丁祖荣. 能源—经济—环境系统的可持续发展研究[M]. 浙江大学出版社,2007.

314. 杨新平. 我国成品油定价机制完善对策研究[D]. 西北师范大学,2013.

315. 杨洋、王非、李国平. 能源价格、产业结构、技术进步与我国能源强度的实证检验[J]. 统计与决策,2008,263(11):103—105.

316. 杨正林. 中国能源效率的影响因素研究[D]. 华中科技大学,2009.

317. 姚建刚、唐捷、李西泉、张炳辉、穆磊. 发电侧电力市场竞价交易模式的研究[J]. 中国电机工程学报，2004，24(5)：78—83.

318. 姚梦媛. 中国新能源和可再生能源发展政策研究——基于政策工具的视角[D]. 上海师范大学，2011.

319. 姚伟. 我国能源安全战略问题研究[D]. 河北：河北师范大学，2013.

320. 殷红. 试析俄罗斯能源政策及其经济影响[J]. 俄罗斯中亚东欧研究，2007(5)：32—37.

321. 尹希果、霍婷. 国外低碳经济研究综述[J]. 中国人口. 资源与环境，2010，20(9)：18—23.

322. 于立. 能源价格理论研究[M]. 东北财经大学出版社，1994.

323. 于尔铿、周京阳、张学松. 电力市场竞价模型与原理[J]. 电力系统自动化，2001(1)：24—27.

324. 余国合、吴巧生. 中国人口结构与能源消费关系探讨[J]. 中国石油大学学报(社会科学版)，2007，23(6)：1—5.

325. 余慧超、王礼茂. 基于清洁发展机制的中国碳市场潜力分析[J]. 资源科学，2006，28(4)：125—129.

326. 于汶加、王建安. 发达国家人均能源消费“零增长”现象解析[J]. 产业观察，2009(12)：114—116.

327. 袁菲菲. 我国产业结构调整对能源消费影响的研究[D]. 山东财经大学，2012.

328. 袁男优. 低碳经济的概念内涵[J]. 城市环境与城市生态，2010，23(1)：43—46.

329. 袁鹏、程施. 我国能源效率的影响因素：文献综述[J]. 科学. 经济. 社会，2010，28(121)：51—59.

330. 原付明. 国际石油价格波动对我国经济的影响研究[D]. 西南财经大学，2013.

331. 张彩庆. 基于需求侧的电价形成机制与电价制定模型[J]. 华东电力，2004，32(8)：4—6.

332. 张存刚、赵夫鑫、王晓雨. 使用价值社会属性及其现实功能探讨[J]. 重庆工商大学学报(社会科学版)，2010，27(5)：21—24.

333. 张富强、周浩. 电力市场中的电价分布问题[J]. 电力系统自动化，2006，30(4)：22—28.

334. 张海云. 我国能源强度与能源价格市场化关系研究[J]. 未来与发展，2013(5)：57—59.

335. 张华新. 中国能源价格形成机制及其优化研究[D]. 辽宁大学，2008.

336. 张金清、刘庆富. 中国金属期货市场与现货市场之间的波动性关系研究[J]. 金融研究，2006(7)：102—112.

337. 张雷. 论中国能源安全[J]. 国际石油经济，2011，9(3)：10—14.

338. 张雷. 中国能源安全问题探讨[J]. 中国软科学，2001(1)：7—12.

339. 张磊. 中国煤电产业链的周期波动传递及电煤价格扭曲[D]. 复旦大学，2010.

340. 张森林、陈皓勇、屈少青、张尧. 电力市场中双边交易及其节能减排效益分析[J]. 华东电力，2010，38(3)：332—336.

341. 张式军. 可再生能源配额制研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版)，2007，7(2)：19—23.

342. 张书杰. 天气期权定价研究——以成都气温数据为例[D]. 西南财经大学，2013.

343. 张树伟. 利用能源平衡表校准投入产出表的方法与应用[J]. 电力技术经济，2009，21(5)：32—36.

344. 张显、王锡凡、陈皓勇、王建学. 电力市场中的双边合同[J]. 电力自动化设备，2003，23(11)：77—86.

345. 张岩. 我国争取国际能源定价主动权问题研究[J]. 中国能源，2010，32(11)：13—15.

346. 张一清. 能源优化配置机制的博弈与投入产出分析[D]. 首都经济贸易大学，2011.

347. 赵芳. 中国能源政策：演进、评析与选择[J]. 现代经济讨论，2008(12)：29—32.

348. 赵夏乙. 印度能源安全战略评析[D]. 南京大学，2013.

349. 赵小姝. 能源价格与一般价格水平的关系研究[D]. 西南财经大学，2011.

350. 赵选民、李丰. 石油期货价格影响因素实证分析[J]. 商业研究，2007(1)：61—62.

351. 赵娅. 中国能源效率、能源消费与经济增长关系的实证研究[D]. 山东大学，2007.

352. 郑绸、刘谨、郭军洋. 清洁发展机制与我国可再生能源发电[J]. 电力需求侧管理，2008，10(1)：78—80.

353. 郑华. 电力市场下负荷预测的研究[D]. 华北电力大学，1999.

354. 郑亚秋. 石油期货价格波动性的研究现状评述[J]. 商业时代，2008(1)：31—33.

355. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所课题组. 国家能源政策的目标及确定. [J]. 经济研究参考,2006(36):7—18.

356. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所课题组. 国家能源政策的形成过程. [J]. 经济研究参考,2006(36):30—38.

357. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所课题组. 国家能源政策的制定基础与策略. [J]. 经济研究参考,2006(36):24—29.

358. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所课题组. 国家能源政策的制定依据——战略与规划. [J]. 经济研究参考,2006(36):18—24.

359. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所课题组. 国家能源政策制定的关键条件:需要有权威性的健全的管理机构. [J]. 经济研究参考,2006(36):40—45.

360. 周冲. 美国能源安全战略及中国对其的借鉴[D]. 中国海洋大学,2013.

361. 周纯. 我国电力市场中的电价问题研究[D]. 武汉大学,2004.

362. 周东. 绿色能源知识读本[M]. 人民邮电出版社,2010.

363. 周凤起、周大地. 中国长期能源战略[M]. 中国计划出版社,1999.

364. 周浩、熊祥鸿、张富强. 电力市场下的电价上限设定模型[J]. 电网技术,2007,31(14):24—30.

365. 周建刚. 能源价格上涨的影响及其传导机制分析——基于邵阳实证[J]. 金融经济,2008(18):83—84.

366. 周建功. 我国电力市场运行模式研究[D]. 哈尔滨工程大学,2003.

367. 周鹏、周德群. 基于指数分析分解的宏观能源效率评价[J]. 能源技术与管理,2007(5):5—8.

368. 周青. 电力市场电价分析及预测研究[D]. 华中科技大学,2004.

369. 周勇、李廉水. 中国能源强度变化的结构与效率因素贡献[J]. 产业经济研究,2006(4):68—74.

370. 朱成章. 两种电力定价模式的探讨[J]. 大众用电,2013(8):3—4.

371. 朱明龙. 我国电价变动效应与电价形成机制研究[D]. 东北财经大学,2010.

372. 朱善利. 价格、价值理论与经济学的层次[J]. 北京大学学报,1986(6):80—86.

373. 朱松涛. 我国上网电价管制问题研究[D]. 上海交通大学,2009.

374. 朱治中、于尔铿、刘亚芳、周京阳. 电力市场的效率问题[J]. 电力系统自动化,2005,29(13):1—4.

375. 庄贵阳、潘家华、朱守先. 低碳经济的内涵及综合评价指标体系构建[J]. 经济学动态,2011(1):132—136.

376. 邹斌. 电力市场定价机制及其博弈均衡市场特性研究[D]. 上海大学,2006.

377. 邹伟进、陈伟、易明. 德国发展可再生能源的实践及启示[J]. 全球视野,2008(6):144—147.

378. 佐藤和夫. 日本的非 1 次经济的成长和技术进步[J]. 季刊理论经济,1971,22(1):38—54.

379. 美国能源署网站:www. eia. doe. gov

380. 中国石油期货网:www. oilprice. cn

381. 国际石油网:oil. in-en. com

382. 汇通网:www. fx678. com

Document generated by Anna’s Archive around 2023-2024 as part of the DuXiu collection (https://annas-blog.org/duxiu-exclusive.html).

Images have been losslessly embedded. Information about the original file can be found in PDF attachments. Some stats (more in the PDF attachments):

{
  "filename": "MTM4NDMwMTEuemlw",
  "filename_decoded": "13843011.zip",
  "filesize": 77694819,
  "md5": "3335c8c4e7d6d32c7854fdca03438be6",
  "header_md5": "ab042042509098d6764bcce87c1b471b",
  "sha1": "046378ac99994630da8e7009888ad54a98edbc38",
  "sha256": "dcabf3be880a86e11b928a42f9ee7dbb672f3f663ef7d06dd2c9166a451e4713",
  "crc32": 1412891281,
  "zip_password": "28zrs",
  "uncompressed_size": 90502204,
  "pdg_dir_name": "13843011",
  "pdg_main_pages_found": 303,
  "pdg_main_pages_max": 303,
  "total_pages": 312,
  "total_pixels": 1884709376,
  "pdf_generation_missing_pages": false
}