

能源科学与管理论丛

The Series of Energy Science and Management

主编 雷仲敏

Energy Economics

能源 经济学

张同功 编著

山西出版传媒集团

山西经济出版社

能源科学与管理论丛

主编 雷仲敏

Energy Economics

能源 经济学

同功◎ 编著

山西出版传媒集团

山西经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

能源经济学 / 张同功编著. —太原: 山西经济出版社, 2016. 1

(能源科学与管理论丛 / 雷仲敏主编)

ISBN 978-7-80767-934-9

I. ①能… II. ①张… III. ①能源经济学—研究
IV. ①F407. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 202159 号

能源经济学

编 著: 张同功
出 版 人: 孙志勇
责任编辑: 李慧平
特约编辑: 李 敏
装帧设计: 赵 娜

出 版 者: 山西出版传媒集团·山西经济出版社

地 址: 太原市建设南路 21 号

邮 编: 030012

电 话: 0351-4922133 (发行中心)

0351-4922085 (综合办)

E - mail: scb@sxjjcb.com (市场部)

zbs@sxjjcb.com (总编室)

网 址: www.sxjjcb.com

经 销 者: 山西出版传媒集团·山西经济出版社

承 印 者: 山西人民印刷有限责任公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 21.75

字 数: 379 千字

印 数: 1—1000 册

版 次: 2016 年 1 月 第 1 版

印 次: 2016 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-80767-934-9

定 价: 56.00 元

《能源科学与管理论丛》

The Series of Energy Science and Management

论丛总序: 杜祥琬 (中国工程院 院士)

学术顾问: 谢克昌 (中国工程院 院士)

论丛编委会

主任委员: 周大地 (国家发展改革委能源研究所 研究员 中国能源研究会常务副理事长)

副主任委员: 马连湘 (青岛科技大学 教授 博士生导师)

副主任委员: 简又新 (台湾永续能源研究会 理事长)

大陆编委 (按姓氏笔画排序)

史丹 (中国社会科学院 研究员 博士生导师)

吴钟湖 (国家发展改革委能源研究所 研究员)

李庆领 (青岛科技大学 教授 博士生导师)

张有生 (国家发展改革委能源研究所 研究员)

范英 (中国科学院 研究员 博士生导师)

胡兆光 (国家电网能源经济研究院 研究员 博士生导师)

黄素逸 (华中科技大学 教授 博士生导师)

雷明 (北京大学 教授 博士生导师)

台湾编委 (按姓氏笔画排序)

马小康 (台湾大学机械所/教授)

李育明 (台北大学资环所/教授)

张四立 (台北大学自然资源与环境管理研究所/教授)

张宏展 (台湾科技大学电机系/教授)

陈家荣 (台湾成功大学资源工程系/教授)

顾洋 (台湾科技大学化学工程系/教授)

黄宗煌 (台湾综合研究院/副院长)

廖惠珠 (淡江大学经济系/教授)

主 编: 雷仲敏 (青岛科技大学 教授 博士生导师)

总 序

当青岛科技大学雷仲敏教授主编的《能源科学与管理论丛》这样一套巨著摆在我面前时，我只能当学生了。虽然花了不少时间阅读，但感觉还是没有学透。

首先，作者们三年耕耘的认真治学态度和《论丛》涉猎内容的广度与深度均令我十分感动。其次，这套《论丛》有一个视野广阔的顶层设计，从已读到的《能源系统工程学》《能源工程学》《能源经济学》《能源环境学》《能源政策学》《能源管理学》和《能源法学》等，便可看到其内容的丰富和重要的参考价值。

能源是一个应用领域，也是一个综合性交叉学科。它既涉及科学、技术、工程与产业实践，又横跨自然科学、社会科学和哲学，并深度交叉于经济学、管理学、环境学、政策学与法学等各个方面。科学地规划和把握能源的发展，这些方面的知识真是一样都不能少。

在世界各国面临的能源问题中，恐怕中国的能源问题是最复杂、最费思索的。我们既面对着全球能源向绿色、低碳、高效转型的共同机遇，又需直面中国能源结构的高碳天然禀赋、资源环境制约、气候容量有限等严峻挑战。中国的能源工作者有责任深入研究我国能源问题的各个方面，推动能源革命、重塑能源发展路径、建设创新中国，

实现中国的可持续发展。这条中国特色新型道路的创新将是中国对人类做出的最重要贡献。从这个意义上说，这套丛书作为宝贵的教材，对各行各业均是十分有益的参考书。

是为序。

杜祥琬

2016年元月6日

低碳时代能源科学研究的若干思考

(论丛前言)

人类社会发展的历史表明，人类关于社会与自然发展的科学认识，都是建立在特定历史时期人类关于自身与可感知的自然世界水平之上的。人类对其生存所依附生态环境的认识水平、价值观念、道德伦理等，必然会对包括能源科学在内的科学理论产生深远而又广泛的影响。当前，以全球碳失衡为主要标志而引发的低碳研究热潮，必将引发一系列新的产业革命，并进而有可能推动能源科学的历史性变革。

一、碳失衡与当代能源科学的历史使命

自人类社会诞生以来，人类的社会生产和生活方式大体经历了狩猎、农耕、前工业社会、后工业社会等四个阶段，目前正在向信息化社会过渡。在不同的经济发展阶段，人类社会面临的困难和矛盾也各不相同，因而能源科学研究也有其所不相同的历史任务。从不同时代人类社会经济增长的主要制约因素看，人类先后经历了体能约束和资源约束，目前正面临着以全球碳失衡为主要标志的生态约束挑战；从人类与自然生态的关系看，在不同社会生产生活方式下，人类对自然生态的扰动程度和扰动模式也不尽相同，并相应建立起与自然生态所不相同的关系，即由被动接受型、盲目破坏型到协调共存型。

在狩猎生活方式下，人类的生存是建立在大自然形成的自然生物环链基础之上的，人类对自然生态没有选择的余地，只能被动地接受大自然的恩赐。人类作为自然界的一个物种，其活动能力、活动范围还十分有限，特别是工具的使用还十分简陋，人类所面临的主要任务是如何克服体能的不足，在现实自然条件下，实现自身的生存发展。因此，对自然生态几乎没有任何扰动。

在农耕生活方式下，人类为了满足自身日益增长的需求，开始以耕作的方式对自然界的土地资源施加人类的影响，以种植、养殖的方式开始对自然物种进行选择，形成了以人类为中心的对自然界生物群进行选择淘汰的过程，优选

并扩大了在既定生产生活方式下对人类社会生活有用的生物物种，而尽力淘汰或消灭对人类有害的物种。人类社会所面临的主要任务是如何扩展自身的活动空间，开拓更多的可赖以生存的土地。但此时，人类的社会生产活动仍停留在以自然界可再生资源为劳动对象的阶段，社会生产活动的规模较小且相对稳定。

18世纪发端于英国的产业革命，使人类社会的生产和生活方式发生了第一次革命性变迁。工业文明的诞生使人类开始步入前工业社会生活的新阶段。以能源变革为核心的现代科学技术由于极大地解放了人类的四肢，完成了人类的体能革命，因而也大大拓展了人类的资源选择空间，并进一步丰富了人类的社会生活内容。在现代科学技术的帮助下，人类不仅开始对自然界的各种不可再生矿产资源进行了史无前例的大规模开发，而且对各类生物资源也进行了掠夺性的利用。

20世纪50年代以来，第三次技术革命的出现，使人类社会的生产、生活方式开始了第三次大变迁。航天技术使人类实现了对宇宙空间的探索，自动化技术使人类体能和智能得到进一步的解放，机器体系不仅普遍地运用于各产业的生产，其在人们生活过程中的使用也日益普遍化，煤、石油、天然气等不可再生资源已成为人类特定生产和生活方式维系的战略资源。人类占统治地位的文化价值取向是对高品质生活的追求，是消费较多数量且经过深度加工的产品，而社会生产规模的急剧膨胀，全球经济一体化格局的形成，地球数十亿年所沉积的化学物质在人类无节制的使用下，其物质循环的生态平衡逐渐被打破，人类社会面临的全球性生态环境问题日益严重。

可见，人类文明总是伴随着能源的变革而不断进步，而人类文明的进步也对能源变革提出新的更高水平的要求。当前，随着新一轮能源科技革命的快速演进，全球能源科技创新进入高度活跃期，呈现多点突破、加速应用、影响深远等特点。而以资源枯竭和全球碳失衡为标志，以绿色低碳为理念的生态文明发展观必将引发新一轮产业革命，并进而再一次推动人类生产生活方式的变革，这无疑将对能源科学研究产生深远而广泛的影响。

二、低碳时代经济发展表现出的新特点

当前，尽管人们还难以看到以绿色低碳为核心价值的新经济体系的全貌，对其认识和分析也仅仅停留在感性阶段，还难以对其给予人类未来社会生活的影响做出理性的科学判断。然而，它的出现无疑将会给我们传统的思维方式、社会生活、经济结构、管理模式等带来巨大的震撼，进而将会使人类社会的生

产、生活方式发生更为深刻的第五次大变革。

(一) 低碳经济时代的基本特征

1. 主导产业的绿色化。绿色化是以某个产业绿色化程度以及所提供的绿色产品或服务的数量多少为标志的，即当某一产业所提供的绿色产品和劳务形成一定数量规模时，可以认为是形成了绿色产业。绿色产品分为绿色用品和绿色食品两大类。绿色用品是指在使用过程中不产生或较少产生对环境或人有害的废弃物的产品；绿色食品是指无公害、无污染的安全、优质营养类食品的统称。绿色企业就是采用绿色技术、进行绿色管理、生产绿色产品、实行绿色包装、通过绿色认证并获得绿色标志的企业。只有生产过程和产品都符合绿色标准时，企业才是绿色企业。

2. 资源利用的循环化。资源循环利用是在不断提升物质重复利用水平的基础上实现发展经济的目的。与传统工业社会的经济单向流动的线性经济，即“资源→产品→废弃物”相比，循环经济的增长模式是发展路径和模式的根本变革。循环经济通过生产、流通和消费等过程中的减量化、再利用、资源化活动，实现资源节约和保护环境，最终达到以较小发展成本获取较大的经济效益、社会效益和环境效益的目标。

3. 消费选择的理性化。随着消费者生态价值观的演变和经济生活的个性化，经济活动的各方面主体行为在消费选择上更加理性，绿色低碳的理念将贯彻于设计、生产、流通、消费等各个环节，工业革命时代高耗能、高污染的大批量、标准化生产和销售模式，将被极具理性思维的消费主体所主宰。

4. 市场主体的低碳化。全球生态失衡所构造的低碳发展平台将成为社会经济活动的重要舞台，在这一舞台上，人们将构建起一系列新的经济运行理念，制定出新的游戏规则，建立起与传统经济生活相对应的各类经济机构，包括低碳产品生产企业、低碳服务组织，甚至包括低碳政府，从事包括低碳设计、低碳生产、低碳交易、低碳营销、低碳消费等在内的一系列经济活动。低碳经济活动在整个社会生产和生活中所占的比重越来越大，低碳行为所创造的社会财富越来越多，为人们开创出一个全新的经济世界。

5. 生态约束的全球化。碳失衡所产生的全球性生态灾难使得生态影响呈现出人人不能幸免的特征，生态约束成为一种不受时间、空间局限的全天候持续影响。随着人类发展空间不断拓展，未来还有可能将外空间联结为一个整体，全球乃至外空间范围内的生态问题将会呈现，生态影响把整个世界变成了“地球村”，生态影响越来越趋向薄平化、网状化、墨迹化、立体化和跨代际化，不

同区域空间的生态依存性将大大提高，一个动态开放、不断变化的生态经济命运共同体将会应运而生。

6. 贸易规则的道德化。随着生态约束的日益刚性化，其对市场分工和全球贸易格局必然产生多方面的影响，世界经济发展的不平衡和利益的不一致将会进一步被拉大。因此，有必要在全球低碳生态价值共识基础上形成具有普世价值的生态道德贸易规范，即要求企业在生产商品赚取利润的同时，承担起全球生态失衡的历史责任和社会责任。

（二）低碳经济体系的基本规律

1. 交易原则不同。传统经济是以物质所表现、以商品为载体的能量交换型经济，自然界客观存在着的不可再生资源的有限性，使其交易通行“物以稀为贵”的原则，商品价格对供求变化的刚性较大，资源匮乏是导致经济运行受阻的根本原因。低碳经济是以生态价值所表现、以生态道德为载体的质量型经济，人类全球生态保护意识的增强，使其交易通行“碳耗越少，价值越大”的原则，在这一原则下，其商品价格可最大限度地接近严格反映生态价值供求关系变化的市场价格，买卖双方可实现互动协商、互利双赢的结局。

2. 经济运行的表现形态不同。传统经济运行表现出一定的周期性波动，其很难摆脱高增长、高通胀的发展怪圈；低碳经济则表现出一定的持续性，在一定程度上可实现“两高一低”（高增长、高就业、低通胀）的目标，并使经济运行的周期性波动幅度明显减缓。

3. 经济运行的规律不同。低碳经济运行主要受三大规律所支配：一是低碳技术功能价格比法则，此法则决定了低碳经济快速发展的动力根源；二是全球政府间合作机制及其各自公共政策的约束法则，此法则决定了低碳市场的供需数量；三是全球经济活动中优劣势反差的马太效应法则，低碳信息不对称使得交易双方处于不平等的地位，为信息优势者站在道德高地提供了操纵控制信息弱势者的现实可能。

三、低碳时代能源科学研究的新课题

建立在生态文明价值观基础之上的低碳经济时代的出现，使建立在化石能源开发利用基础之上的传统能源科学理论面临着一场新的革命。尽管目前还难以对低碳经济时代的能源科学理论框架进行勾画，但至少可以从以下几方面提出新的理论命题：

（一）能源科学研究的基本使命——维护人与自然界碳生态系统的动态平衡
传统能源科学理论最基本的特征是关注人及其周围的物质世界，是建立在

自然人能源需求保障这一最基本的命题之上的。低碳研究则把目光转向人类及其生存所需的碳生态世界，将理性生态人及其生存所维系的碳动态平衡确定为人类社会发展的基本经济问题。以此为基点，将人类对全球碳属性资源的开发利用、全球碳生态演变的基本规律、不同主体的碳生态经济行为、不同低碳干预方式的生态经济绩效、碳生态均衡的全球合作等问题，作为能源科学理论研究的基本使命。

(二) 能源科学研究的基本逻辑起点——人类与自然界碳生态系统共存的理性生态人、碳权公平与责任对等的前提假设

以这一前提为逻辑起点作为构建能源科学研究的理论基础。以低碳价值为核心的生态加权价值论，即低碳价值及其产生的规律、价值基本构成、价值实现途径及其评估等成为能源科学体系推演的基本逻辑。

(三) 能源科学研究的新领域——低碳生态伦理约束

在传统能源科学理论中，科技要素被认为是价值中立的，属于事实判断；而在低碳研究理论中，所有的生产要素均被赋予了生态学意义上的伦理道德属性，因而属于价值判断。这便为能源科学理论研究开拓出新的领域，使生态伦理学在这一背景下获得新的成长空间。

(四) 能源经济研究的主要内容——低碳资源的横向优化配置与纵向可持续均衡

由于全球自然生态基础、经济社会发展水平和低碳资源控制等方面所存在的严重不对称，再加上不同国家体制、文化背景、经济发展阶段所存在的差距，使得低碳资源在全球的配置不仅存在一个横向的公平问题，更面临一个纵向代际之间的可持续均衡。这便使得以低碳资源横向公平配置和代际可持续均衡为基本使命的低碳经济学研究，必须把“应该怎么样”或“应该是”的问题放在更为优先考虑的位置上。缓解全球低碳资源不对称将成为各国政府的重要职责之一，低碳生态价值的道德约束使规范分析成为具有更重要主导地位的分析方法。

(五) 能源管理研究的新焦点——低碳价值管理体系

低碳领域中的全球合作及其法规约束体系创造出全新的低碳市场需求，并由此而诞生了新的贸易规则和市场体系，进而使厂商的组织行为和经营方式也发生新的衍变。碳收支、碳成本、碳标识、碳绩效、碳核算、碳价值等一系列新的管理理念将会伴随着企业核心价值观的转变而流行。在全球低碳监测技术及其信息日益清晰的状况下，低碳价值将会明显提升企业产品和服务的附加价

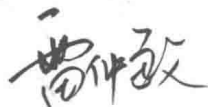
值，并改写现有的会计准则，进而将使传统的产权理论面临着新的挑战。低碳价值将成为一种新的对经济运行过程产生重大影响的制约因素。企业竞争的重点也将会从传统的质量、成本、服务、技术等生产要素，转移到低碳价值的挖掘和维护上。

(六) 能源法学研究的新内容——低碳权利识别及其维护规律占主导地位的规律体系

低碳权利识别及其维护规律将与经济领域、社会领域、自然领域等共同组成法学研究的四个部分。其中，低碳权利识别及其维护规律将占据支配地位。

(七) 能源行为分析的基本着力点——低碳行为的无边界分析

低碳时代在对人的社会活动行为分析时，更注重分析的是人类作为一个物种，其个体生存和自然界碳生态系统整体之间均衡的生态行为。在进行宏观分析时，更注重国家之间的全球合作与共识，更注重协调不同发展阶段、不同发展水平的国家权益的维护。可见，在科学技术高度发展和全球化背景下，任何个人、组织和国家的经济行为都将会突破其所生存的空间边界。因此，能源科学中关于经济行为的研究事实上是一种无边界分析，其对微观及宏观经济行为的分析，建立在对个人、组织生态经济行为进行理性把握和分析的前提条件之下。



2015年9月28日于青岛

前 言

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。能源在其开发利用过程中，存在着诸如市场、价格、供求关系、效率、外部性等各种各样的经济现象，它与人们的日常生活及社会的经济发展息息相关。能源经济学正是在这种背景下发展起来的一门年轻的科学，并逐渐成为经济学的研究热点。

从能源经济学研究的任务来看，大体经历了三个阶段：一是在能源生产供给相对较充裕的阶段，能源经济学所研究的任务主要是如何有效地生产、加工、转换、输送能源产品，以满足经济发展的大量需求。如20世纪70年代以前，人们对能源供给充满乐观的态度，似乎能源是一种取之不尽而可有效保障需求的资源，因而，能源经济学研究便侧重于能源开发利用的政策研究；二是20世纪70年代中期，随着能源危机的爆发，能源资源的有限性，片面追求增长而导致的大量资源浪费等问题摆在人们面前，使人们感到传统的经济学观点、传统的经济发展模式，已远不能解决社会经济发展所面临的能源矛盾，能源经济学研究开始步入一个新的阶段，即着重对能源资源的公平分配、能源资源的有效配置、能源效率的提高、能源经济协调发展等问题展开研究；三是20世纪80年代中期以来，能源环境等外部不经济问题开始引起人们的关注，能源、环境与经济增长的关系，寻求持续协调的发展目标，便成为能源经济学研究的重点与前沿。可见，能源经济学的研究内容是随着时代变迁和能源形势的变化而不断丰富和完善的，也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。而能源经济学正是在人们认识的不断深化中逐步完善成熟并发展起来的。

能源经济学包含着极其丰富的内容，而且随着社会经济的发展和日益严重的能源紧缺，能源经济学的研究范围与对象将不断扩大。中国能源经济学

的研究具有其重要性与紧迫性。基于此,《能源科学与管理论丛》编委会经过认真研究,将能源经济学作为本系列丛书的一部,希望通过本书的研究,一方面在总结国内外最新成果的基础上,探求能源经济学的本质、内涵和外延,进一步丰富能源经济学的内容,形成系统性的能源经济学理论框架;另一方面,通过对能源经济运行规律的总结和研究,为能源经济发展提供理论和方法指导,为政府部门制定能源战略与能源政策提供必要的智力支持。

能源经济学属于经济学的一个分支,与其他经济学分支有着密切的联系。研究能源经济学必须以经济学基本原理为基础,用基本的经济学原理指导能源经济活动,除经济学各分支学科外,能源经济学还与工学、理学、社会学、政治学等学科紧密相关。因此,能源经济学与多种学科关联、交叉与融合,在研究能源经济学过程中必须兼顾这种客观的关联性,不能孤立地看待问题,要在复杂的学科系统内研究能源经济问题。基于此,能源经济学以能源系统的经济运行规律为基本研究对象。不仅包括能源的勘探、生产、加工、贮运和利用各个环节,更包括各个环节的相互关系及其与其他经济要素的关联关系。而能源经济学的研究内容主要就是能源系统内各种具体的经济现象与现象背后隐藏的规律性,即能源系统在宏观—中观—微观不同层面的经济现象,如能源短缺、过剩、价格波动、生态破坏、环境污染等等,及其背后所隐含的基本经济学机理与规律。具体包括微观层面的能源供给、需求、市场、价格与效率;中观层面的产业发展和资源型经济转型,以及宏观层面的经济、能源与环境系统和涉及面较广的能源安全问题。

总之,能源经济学的研究内容需要根据政治、经济和能源形势的变化不断丰富,研究方法也要不断创新。本书紧紧围绕能源经济运行规律这条主线,对能源经济学理论体系进行了比较系统、全面的分析和研究,以理论研究为主体,以实践研究为辅助,力求把理论性、前沿性与实践性、可操作性融为一体。既可以为读者学习和研究能源经济提供必要的支持和指导,也可以为政府部门解决能源经济问题提供一定的理论支撑。

青岛科技大学 张同功

2014年8月

目 录

第一章 导论	1
第一节 能源经济学的研究背景	1
第二节 能源经济学研究的逻辑前提	6
第三节 能源经济学与其他相关学科的关系	10
第四节 能源经济学的研究范围和方法	12
第五节 本章小结	16
第二章 能源需求	18
第一节 能源需求的基本概念	18
第二节 能源需求的主要影响因素	23
第三节 能源需求弹性分析	34
第四节 能源需求预测	41
第五节 本章小结	54
第三章 能源供给	55
第一节 能源供给的基本概念	55
第二节 能源供给的主要影响因素	62
第三节 能源供给弹性分析	73
第四节 能源供给预测	78
第五节 本章小结	90
第四章 能源市场	91
第一节 能源市场概述	91
第二节 能源资源性市场	97
第三节 能源商品市场	101
第四节 能源衍生市场	121

第五节 本章小结	134
第五章 能源价格	135
第一节 能源定价的原理与方法	135
第二节 影响能源价格的因素	145
第三节 能源定价模型的设计与选择	151
第四节 能源价格对市场配置的调节	156
第五节 本章小结	167
第六章 能源效率	169
第一节 能源效率的含义	169
第二节 能源效率的测度	173
第三节 影响能源效率的因素	187
第四节 能源效率的提高	190
第五节 本章小结	193
第七章 能源产业	195
第一节 能源产业发展	195
第二节 能源产业关联	203
第三节 能源产业组织	213
第四节 能源产业政策与规制	222
第五节 本章小结	230
第八章 能源资源型经济	231
第一节 能源资源型经济的形成	231
第二节 能源资源型经济转型面临的问题	239
第三节 能源资源型经济转型的模式	245
第四节 能源资源型经济转型的对策	251
第五节 本章小结	260
第九章 能源与经济发展	261
第一节 能源和经济增长	261

第二节 能源与环境保护	272
第三节 生态环境约束下的经济发展	277
第四节 经济—能源—环境系统模型	285
第五节 本章小结	295
第十章 能源安全	296
第一节 能源安全的概念与特征	296
第二节 能源安全观的演变	301
第三节 能源安全评价	307
第四节 能源安全战略	315
第五节 本章小结	319
参考文献	320
后记	331