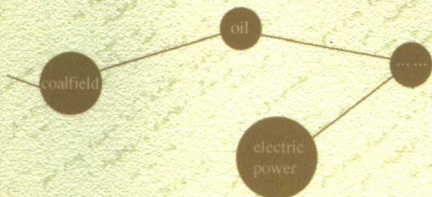


能源经济的绿色之路

NENGYUAN JINGJI DE LUSE ZHILU

——以山西省为例

张国英 著



ENERGY
ECONOMY
ENVIRONMENT



中国大地出版社

能源经济的绿色之路

——以山西省为例

张国英 著

中国大地出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书从寻求能源、环境和经济协调发展的方法着手,对山西省的能源协调发展问题进行了战略分析和方案设计,并对各种方案的具体实施进行了设想和规划。通过建立整合性的能源、环境和经济协调发展体系,指导山西省的能源尤其是煤炭资源的有效开发利用。

图书在版编目(CIP)数据

能源经济的绿色之路:以山西省为例 / 张国英著. —北京:中国大地出版社, 2007. 3

ISBN 978-7-80097-957-6

I. 能... II. 张... III. 能源经济—研究—山西省 IV. F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 090502 号

责任编辑: 高晓峰

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010—82329127 (发行部) 010—82329008 (编辑部)

传 真: 010—82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京市地矿印刷厂

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 7

字 数: 190 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版

印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1—1000 册

书 号: ISBN 978-7-80097-957-6 / F·216

定 价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

能源、环境与经济的协调发展是当今社会的重要问题。世界性的能源危机和环境问题，危及到了经济、社会的持续有序发展，引起各国政府和社会各界的密切关注，提出了“与环境相宜的清洁能源”发展战略问题。为保证经济的持续、快速、健康发展，必须将经济发展与能源发展、环境保护相协调，其中，解决好能源问题是关键。

对于山西省来说，煤炭资源的耗竭和环境的污染问题已经危及到了经济的可持续发展。为此，本书从寻求能源、环境和经济协调发展的方式着手，对能源发展的基本理论与决策方法体系进行了探讨，并对山西省的能源协调发展问题进行了战略分析。在此基础上，对分析得到的方案进行了投资比例分配，还对各种方案的具体实施进行了设想和规划。通过建立整合性的能源、环境和经济协调发展体系，指导山西省的能源尤其是煤炭资源的有效开发利用。

本书在写作中力求体现如下两个主要特点：在协调发展的基础上研究能源问题，将区域能源有效开发利用所涉及的各种要素集成在一起，体现了能源发展的大系统观念。尤其是把环境诸因素作为系统的主体研究，真正贯彻了能源发展与经济发展、环境保护协调同步的理念。传统理论对能源、环境和经济系统的分析和研究以模型为主，大多没有考虑不同地区、不同阶段和不同层次的需要，也未形成系统可行的、具有普遍指导意义的分析方法及评价体系，特别是缺乏应用能源、环境和经济分析方法进行区划研究的成果，而本书本着整体性和系统性原则，综合应用了内部和外部因素评价矩阵(IFE 和 EFE)、内部—外部矩阵(IE 矩阵)，构建了 TOWS 分析模式，将外部环境中的机会、威胁及内部环境的优势与弱势以层级分析法(AHP)予以量化，以求求取评估准

则权重，并将所有策略进行策略矩阵的量化处理，最后，以策略学者 David 提出的 QSPM 法综合评分以得到各种策略的优先顺序，决定各种策略的相对优劣，用这种方法对山西省能源行业进行了战略分析，然后，用 Portfolio 模型对所选择的四个战略方案进行了优化投资组合。本书还针对山西省具体情况，对四个战略方案的具体实施进行了构想和规划，重点探讨了基于循环经济的山西省煤炭生态工业实现的模式、范畴、机理与方法，并根据煤炭资源的特点，提出了煤炭产业集群的观念，研究出了山西省煤炭产业集群的发展模式。这样，通过定性分析与定量分析相结合，构建了能够较强地适应区域具体情况并与环境和经济相协调发展的能源发展框架，避免了单纯依靠计量经济学模型的局限性——如对经济发展速度、经济体系变化等具体情况进行描述的难度。

全书综合运用了区域经济、投资学、系统论、循环经济、煤化工以及环境工程等理论，广泛收集国内外有关能源发展的资料和实例，同时对国内尤其是山西省的煤炭行业现有的经营活动、开发政策及发展趋势作了大量调查研究，力求理论与实证研究相结合，定性分析与定量分析相结合，注重研究结果的实战性及可操作性，探索出了一套以煤炭为主的区域能源协调发展战略理论与方法体系。

本书在编写过程中，参考了国内外不少书籍和资料，在此，谨向有关作者表示深切的谢意。

由于本人时间和个人水平的局限性，书中的缺点在所难免，恳请读者予以批评指正。

张国英

2007 年 1 月 26 日

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 能源、环境和经济协调发展的背景和意义	(1)
第二节 国内外研究理论与方法	(8)
第二章 能源、环境和经济的关系	(12)
第一节 能源与环境	(12)
第二节 能源与经济	(17)
第三节 环境与经济	(22)
第四节 能源、环境和经济系统	(26)
第三章 山西省能源发展现状与可持续发展	(29)
第一节 能源概述	(29)
第二节 能源开发利用状况	(32)
第三节 山西省能源的可持续发展	(43)
第四章 “十一五”期间的煤炭需求量预测	(46)
第一节 煤炭消费状况及变化特点分析	(46)
第二节 能源消费弹性系数法预测煤炭需求	(48)
第三节 多元线性回归法预测	(50)
第四节 主要耗煤部门测算法预测	(59)
第五章 能源、环境和经济协调发展战略分析	(65)
第一节 战略分析与决策方法	(65)
第二节 内部、外部因素评价矩阵	(66)
第三节 能源发展战略方案分析	(78)
第四节 能源发展的 QSPM 决策	(81)

第六章 能源、环境和经济协调发展投资决策	(86)
第一节 投资组合理论简介	(86)
第二节 投资决策模型的建立	(89)
第三节 最优投资比例选择	(97)
第七章 循环经济方案的实施	(104)
第一节 循环经济概念、特征和原则	(104)
第二节 煤炭行业发展循环经济的优势分析	(107)
第三节 山西省煤炭行业发展循环经济的必要性	(109)
第四节 山西省发展循环经济的现状及目标	(113)
第五节 煤炭与其他矿物共生矿区循环经济体系的构建	(115)
第六节 煤炭产业发展循环经济的模式	(119)
第七节 发展循环经济应遵循的原则	(130)
第八节 山西省煤炭行业发展循环经济的战略构想	(132)
第八章 大企业战略及实施方案	(141)
第一节 产业集中度现状	(141)
第二节 实施大企业战略的理论依据	(142)
第三节 大企业发展战略构想	(144)
第九章 洁净煤技术及实施方案	(155)
第一节 洁净煤技术的涵义	(155)
第二节 发展洁净煤技术的意义	(156)
第三节 洁净煤技术介绍	(157)
第四节 山西省洁净煤技术发展的现状及意义	(179)
第五节 山西省洁净煤技术发展战略构想	(181)
第十章 能源替代及实施方案	(189)
第一节 可替代的能源简介	(190)
第二节 能源替代战略构想	(202)
参考文献	(209)

第一章 绪 论

世界性的能源危机和环境问题，危及到了经济、社会的持续有序发展，引起各国政府和社会各界的密切关注，提出了“与环境相宜的清洁能源”发展战略问题。为保证经济的持续、快速、健康发展，必须将经济发展与能源发展、环境保护相协调，其中，解决好能源问题是关键。

第一节 能源、环境和经济协调发展的背景和意义

一、协调发展的社会背景

“资源”是经济学的研究主题，也是世界各国政府所关注的一个重要问题。西方的宏观经济学与微观经济学把资源的稀缺性作为经济学研究的动因，微观经济学研究资源的合理配置问题，宏观经济学研究资源的合理使用问题。资源的有限性与人类欲望的无限性构成了一对矛盾，决定了无论从宏观角度还是从微观角度都要合理、有效地利用资源，充分发挥资源的效率，并注重资源在利用上遵循可持续发展的要求。而能源作为人类生存、经济发展、社会进步不可缺少的重要物质资源，是关系到国家经济命脉和国防安全的重要战略物资，是关系到国计民生的公用事业，且又是与人民生活息息相关的生活资料，在现代化建设中具有举足轻重的作用，所以能源问题是世界各国，特别是大国所普遍关注的一个战略问题。

从世界范围看，目前，世界各国的经济增长速度很快，这使得能源问题的战略意义日益显现。2003年8月中旬发生的美加大停电，使人们进一步意识到能源在现代文明中的重要战略地位；从我国国内能源利用情况来看，存在着诸多方面的问题，其中最

主要的有两方面：一是能源消耗非常大，二是能源浪费和由此引发的一系列环境和社会问题很严重。特别是跨入 21 世纪，我国顺利实现了现代化建设“三步走”战略的前两步目标，人民生活总体上达到了小康水平，进入加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。党的“十六大”提出了 21 世纪头 20 年全面建设小康社会的奋斗目标，在优化结构和提高效益的基础上，国内生产总值到 2020 年力争比 2000 年翻两番的国民经济发展目标，为我国新的发展阶段指明了总体方向。从整体上看，进入 21 世纪以来，中国已经进入了一个加快发展的黄金时代，经济实力、综合国力和国际地位显著提高，工业化、城市化、市场化和国际化步伐加快，“十五”计划确定的主要发展目标的提前实现，为“十一五”时期的发展奠定了良好基础。面向未来，我们站在了新的历史起点上。

然而，随着我国的经济规模进一步扩大，工业化进程全面加速，能源供需矛盾越来越大，伴随着能源的勘查、开发、生产与消耗，同时还产生了各类环境、经济和社会问题。2002 年到 2004 年，我国能源消费过快增长，年增长率分别达到 9.8%、10.1% 和 15.2%，煤电油供给在历史上第一次出现全面紧张，能源短缺对经济增长的刚性约束十分凸显。比如在福建，由于长期干旱，水力发电不足引发的电力短缺，尤其是夏季用电高峰期，部分电网因不堪负荷而出现拉闸限电现象。从近几年趋势看，中国的能源已越来越依赖国际市场，石油消费的对外依存度已超过 40%。过去几年间，中国主要能源消费的增加量占世界总增加量的比例，如煤炭、石油等均已居世界第一位。这样，作为国民经济发展重要基础工业的能源工业，如何保障能源供给和实现能源可持续发展成为迫切性要解决的问题。为此，党的“十六大”报告同时将可持续发展列入全面建设小康社会的基本奋斗目标，即“可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与自然的和谐，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路”。党的十六届三中全会又提出了以“五

个统筹”为具体内容的科学发展观，要求“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展”。2004年3月，在中央人口资源环境工作座谈会上，胡锦涛总书记指出，要坚持用科学发展观来指导人口资源环境工作，要牢固树立节约资源的观念；温家宝总理强调指出，要坚持开发与节约并举，把节约使用资源放在优先位置，建设资源节约型社会。为深入贯彻执行党的“十六大”和十六届三中全会精神，解决全面建设小康社会面临的资源约束与环境压力，保障国民经济持续、快速、健康、协调发展，2004年4月，国务院办公厅发出了《关于开展资源节约活动的通知》，决定在2004~2006年在全国范围内组织开展资源节约活动，全面推进能源、水等资源的节约和综合利用工作，用3年左右的时间使资源节约工作迈出实质性一步。紧接着，国务院要求各地区、各部门要加强领导，将能源等资源节约活动在全社会深入持久地开展下去。其后各地区迅速行动起来，制定了开展界誉为活动的行动方案，实施了一系列节约资源的举措。资源节约已成为近两年社会各界关注的热点，在全社会产生了热烈反响。党的十六届五中全会又进一步明确要把节约资源作为基本国策，发展循环经济，保护生态环境，加快建设节约型社会，促进经济发展与人口、资源、环境相协调，并首次把建设资源节约型和环境友好型社会确定为国民经济与社会发展中长期规划的一项战略任务，作为转变经济增长方式的重要手段，在“十一五”规划的制定中将其提到前所未有的高度。

从山西省来看，实施能源的可持续发展更是一项紧迫而持久性的工作。人口众多、能源结构失衡、环境承载能力脆弱是山西省的基本省情。国内能源总体上呈紧缺状态，而山西省的能源浪费（尤其是煤炭）非常严重。以煤为主的能源结构，以及高投入、高消耗、低效益的经济发展模式，造成了对环境与资源的不可逆转的破坏，严重损害了长远的持续发展能力。虽然近几年来，对能源的有效利用、环境污染的控制等方面备受重视，并做了大量

的工作，也取得了很大的成绩，单位生产总值能耗明显下降。但从总体上来看，山西省经济粗放型的增长方式并没有根本转变，能源利用效率依然很低，瓶颈制约矛盾突出，环境污染严重等问题尚未得到有效解决。因此，在资源、环境与发展之间矛盾日益突出的今天，打破传统的能源观，树立大能源系统观，走能源的可持续发展之路具有非常重要的现实意义。

能源的可持续发展，就是要通过能源的高效和循环利用、合理配置和有效保护，使经济社会发展与环境承载力相适应，塑造可持续发展和人与自然和谐的社会。它体现了人类发展的现代理念，是未来社会的重要特征，也是一项长期的系统工程，需要在管理、技术、体制和机制等方面的创新。实施能源的可持续发展战略，不仅是对世界经济、环境面临各种挑战的即时相应，也是对中国长期发展制约因素的根本应对战略，更是关系到山西省经济社会发展、和谐有序生存的关键。总之，走能源的可持续发展之路，是缓解能源供需矛盾的根本出路，是贯彻落实科学发展观、走新型工业化道路的必然要求，是保持经济平稳较快发展、全面建设小康社会的迫切需要，是保障经济安全和社会安全的重要举措。能源的可持续发展，事关现代化建设进程和社会安全、事关人民群众幸福和根本利益，事关山西省乃至中华民族的生存和长远发展。

二、协调发展的现实意义

（一）能源、环境和经济协调发展是实现全面小康的必由之路

众所周知，山西是煤炭生产大省，也是煤炭消费大省，但石油、天然气、热力等洁净、高效、优质能源严重不足。长期以来，山西主要沿用大量消耗能源和粗放经营为特征的传统发展模式，重发展的速度和数量，轻发展的效益和质量；重外延扩大再

生产,轻内涵扩大再生产;对能源重开发轻保护。这种“高投入、高消耗、高污染”发展模式违背了经济规律和自然规律,造成了环境污染和生态破坏,成为制约经济、社会发展的重要障碍。目前,全省加快了工业化和城市化进程,经济发展将经历能源密集化过程,这将对能源的供给带来巨大的压力,人口与能源的矛盾将更加突出。未来山西的人口仍将持续增长,人均能源占有量会进一步下降。随着人均收入从低水平向中等水平迈进,人均各类能源消费量不可遏制地迅速扩张。上述几方面相互叠加,对能源的供给会带来巨大压力,并将伴随工业化和城市化进程的始终。急速的工业化伴随着大规模的能源消耗,并带来了严重的环境污染。以往山西的生态环境欠账很多,现在虽有所改善,但生态系统整体功能仍在下降,抵御各种自然灾害的能力不断减弱。山西正在以最脆弱、最严峻的生态环境,承担着全国重要的煤炭生产基地的责任,造成了最严重的环境破坏和经济损失,生态和环境已成为影响全省安全和可持续发展的重要因素,也成为 21 世纪该省最突出的问题之一。

近几年,通过调整改革,山西省的经济增长模式有了明显改观,出现了经济增长的同时能耗和污染排放总量下降的趋势。但是,单位 GDP 能耗依然很高,2005 年煤炭消耗约 1.17 亿 t,为全国第一。目前的能源利用也非常不合理,利用效率低下,综合利用水平低,保护力度不够,加剧了能源的供需矛盾。山西工业企业每万元产值综合耗能是全国平均水平的 2 倍,主要耗能产品的单位耗能也大大高于全国平均水平;山西的实物产品能耗不同程度地高于发达地区兄弟省市。能源综合利用率和再生能源利用率也很低,污染排放强度明显高于其他兄弟省市。

目前,山西省的经济发展仍然是“高增长、高消耗、高污染”,增长方式仍然非常粗放。从现在到 21 世纪中叶,是中国实现第三步战略目标,经济快速增长的关键历史时期,同时也是山西省经济快速发展的时期,如果继续坚持这种粗放型的传统发展模式,只注

重经济数量增长，而忽视发展质量的改善，势必给能源和生态环境带来更大的压力，付出更多的代价，甚至危及全省的生存。

在经济发展过程中，山西面临的环境约束比其他省市更加严峻，这就决定了山西必须探索新的发展模式，改变单纯追求经济发展、以能源高消耗和污染高排放为特征的不可持续的发展模式，转向追求经济增长与能源、环境相协调的可持续发展模式，走出一条充分利用本省能源的节约型道路，要以较少的能源和环境占用，支撑经济的快速增长，促进全省经济的可持续发展和生态环境的有效保护。

在全面建设小康社会的进程中，山西省的经济规模势必会进一步扩大，工业化也会不断推进，居民消费结构逐步升级，城市化步伐加快，能源需求持续增加，能源供需矛盾和环境压力会越来越大。解决这些问题的根本出路在于合理有效利用能源，节约能源。能源的合理开发利用，既是当前保持经济平稳较快发展的迫切需要，也是实现全面建设小康社会宏伟目标的重要保障。

总之，从长期看，在山西省全面走向现代化的进程中，能源和环境问题将始终是根本性的制约因素。因此，山西省必须限制对能源的过度消费，建立以节能为中心的节约型工业生产体系，以节能为中心的科学技术体系，从“高消耗、高排放、高物质化”转向“低消耗、低排放、减物质化”，提高能源利用率，提倡使用和保护可再生能源，倡导鼓励开发和合理利用能源的新技术及其创新，大力开发和引进高效能源技术、清洁生产技术和环境保护技术，走出一条科技含量高、经济效益好、能源消耗低、环境污染少的新型工业化路子，以此作为山西的能源可持续发展模式，这对保障全省经济安全和社会安全有着非常重要的意义。

（二）山西省能源、环境和经济协调发展的全国意义

过去两个世纪中国经历了强盛—衰落—再度崛起的历史轨迹。19世纪初期，中国是世界上经济总量最大的国家。而后中国迅速衰落为弱国，经济总量占全球的比重迅速下降。直到1950

年，中国才抑制了经济总量占世界总量比重继续下降的趋势，在极低的水平上正式发动了工业化和现代化。1978 年以来，中国经济即进入起飞阶段。至 2004 年，GDP 平均增长率达到 9.4%，创造了人类历史上最大规模的经济奇迹。2004 年，中国已经上升为全球第六大经济体，如果按照购买力平价计算，已经成为仅次于美国的第二大经济体。根据麦迪森的估计，2030 年中国的经济总量将会超过美国，再度成为世界经济强国。

中国的崛起也不可避免地带来了新的挑战，其中最引人注目的是能源的挑战。与其他大国的崛起相比，中国此次的崛起还伴随着大规模的人口增长。1870 年美国开始经济起飞时人口只有 4000 万，1950 年日本开始经济起飞时人口约 8400 万，而 1978 年中国开始经济起飞时人口接近 10 亿，中国崛起的人口数量是美国或日本当时崛起时人口数量的 10 倍以上。这一特点决定了中国的崛起必然伴随着超大规模的能源消耗增长。事实上，改革开放以来，中国已成为第一大煤炭消费国、第二大能源消费国和温室气体排放国。从这个意义上看起，中国已经成为世界主要能源消耗和污染排放的“超级大国”。

历史上，山西省已经为全国的经济增长作出了不可磨灭的贡献。山西是我国第一产煤、输煤大省及能源重化工基地，已探明的煤炭储量居全国之首，预测储量居全国第四，且品位高、易开采，多年来，煤炭生产量、输出量、出口量均为全国之首。储量占全国的 1/4，年生产量约占全国的 1/3，年出省量占全国省际间煤炭净调出量的 3/4，年出口量占全国的 1/2。新中国成立以来，山西累计生产煤炭近 80 亿 t，外调出省 50 亿 t；仅是改革开放 20 多年来，累计生产原煤 65 亿 t 之多，占到同期全国煤炭总产量的 30%；累计调出原煤 45 亿 t，占到全国省级净调出量的 80%；出口占到全国的 70%。外输电 1225 亿 kw·h；2003 年、2004 年、2005 年连续 3 年外输火电量居全国第一，洗精煤 5.5 亿 t，焦炭 1.6 亿 t，全球焦炭交易额的近一半也来自山西。山西以强大的煤

炭资源缓解了制约国民经济现代化建设的瓶颈现象,支援了全国 28 个省(市、自治区)和全世界 26 个国家和地区。不能设想,没有山西煤,我国的经济会是什么样子。

煤炭占我国能源消费总量的 60%以上。未来的 50 年内,煤炭在我国一次能源消费结构中的比重有所下降,但总量呈上升趋势,山西作为全国产煤、输煤和煤炭出口大省的地位将因而得到巩固和加强。进入新世纪以来,煤炭作为山西支柱产业的地位和作用进一步显现。尤其值得注意的是,“十一五”规划将环渤海地区作为未来重点发展的区域,山西作为中国重要的能源重化工基地之一,也是环渤海地区重要的战略资源腹地,环渤海地区是山西能源输出的重点地区。据统计,2003 年,晋煤仅在京津冀地区的销售量占其全部销售量的 35%。在煤电供需缺口较大的状况下,山西丰富的能源将为环渤海地区兄弟省市提供有力的支持。可见,山西煤炭的特殊地位是其他任何一个省区都无法取代的。

第二节 国内外研究理论与方法

能源、环境和经济系统的研究主要是为实现社会发展中的能源、环境和经济三个子系统之间的综合平衡与协调,对各子系统之间交互作用关系和模型的研究。最初,各国研究人员利用经济学理论方法分别研究能源、环境问题,逐渐形成了以能源——经济、经济——环境二元系统为对象的研究体系,并形成了两门交叉学科——能源经济学、环境经济学。能源经济学认为,能源和经济是不可分的,能源和经济二元系统中的任何一个的变化都会影响另一个,环境经济学亦然。随着环境的日益恶化和人类目前的主要能源——不可再生能源的逐渐枯竭,能源、环境和经济之间的协调发展问题越来越受到重视。20 世纪 80 年代以后,国际上许多能源和环保机构开始合作构建能源、环境和经济三元系统框架,并开始对其综合平衡和协调发展问题进行研究,目前,对

这个系统的研究已成为学术界的前沿课题。

国外最早以经济手段制约能源粗放利用以达到环境保护为目的,对能源—环境—经济系统进行综合平衡研究。主要对能源生产和消费过程中的资源浪费、环境污染等情况进行有效测算,从而给能源战略调整和政策制定提供相对可靠的依据,研究主要集中在模型的建立上。我国最初是从前苏联引入能源经济学的理论,对能源经济问题和综合能源平衡问题的成本效益进行分析研究,并借鉴前苏联经验对能源企业的经济管理问题开展研究。随着西方能源经济学的引入,又在研究内容中加入了能源和经济关系问题的研究。改革开放后,经济高速发展,能源大量消耗,污染越来越严重,环境问题开始被重视。20 世纪 80 年代以后,我国首次大规模组织科技人员研究能源、环境与经济的协调发展问题。1984 年到 1989 年,全国近 70 名专家和学者历时 5 年完成了中国“广义能源效率战略工程”的研究,并提出协调发展的思路。研究认为,中国既不可能走过去发展的老路,也不可能走发达国家所要求的新路。如果走老路,能源供应不足会严重制约经济增长,而且环境污染会愈加严重;如果走发达国家所要求的新路,对环境投入资金太大,国家财政短时期内无法承受,经济同样无法搞上去,因此,必须寻找一种新的战略——既不制约经济发展,又有利于环境保护,能源供应还能够保证,这几点是中国的国情所要求的。进入 20 世纪 90 年代,越来越多的研究者开始在研究能源和经济二元系统的基础上,引入环境因素,从资源、人口、安全、能效和环境等不同角度对能源问题进行研究。1999 年,清华大学和日本庆应义塾大学联合建立了 3E 研究院,研究项目涉及中国市场经济下的环境问题进展、绿色能源的普及条件、中国能源发展与节能等,能源领域中软件方面的合作也得以稳步发展。2005 年,中日政府在东京正式成立了 3E 研究院,两国的专家学者每年就该领域的研究课题进行交流。

总体上看,国内外学者在 3E 领域的研究主要集中于政策(如

高附加值、低能耗、低污染的产业发展与能源政策、高品质生活环境的环保与能源政策,能源供应安全体系与多元化政策)、三者之间的综合平衡关系以及系统的模型构建上,应用比较广泛的模型有:①基于单目标线性规划方法的 Markal 模型。是第一次能源危机之后,国际能源署为帮助各会员国提高能源系统的分析能力,于 1976 年组织实施的一个由多国共同合作的“能源技术系统分析规划”的研究项目的重要成果。利用该模型,我国清华大学首次提出“以煤为主多元化的清洁高效能源系统作为中国中长期能源发展战略”的方案,针对我国未来能源系统,建立和分析了包括基准构想方案、SO₂ 排放控制、CO₂ 减排以及能源安全保障下限制石油进口等多种不同构想方案,为能源政策研究提供了重要的定量分析依据,上海环境科学研究院和清华大学也分别利用这个模型对上海能源系统对未来环境政策的适应和北京市中远期能源系统建设进行了研究。②多目标规划模型。利用数学规划方法,将分析者所设定的不同目标以及现实经济系统中的各种限制,采用不同的决策方式,求出一组供决策者参考的非劣解。利用这个模型,北京信息与控制研究所从我国基本国情出发,建立了基于动态投入产出原理的可持续发展多目标最优规划框架模型。昆明理工大学、中国科学院以及台湾交通大学,分别利用该模型对滇池流域经济与环境协调发展问题,北京市人口、资源、环境和经济协调发展以及 2000 年台湾省的能源、环境、经济情况进行了预测。③可计算一般均衡模型。涵盖了经济体系中生产、需求、贸易、收入等各种经济要素,其理论基础是新古典 Walras 一般均衡理论的假说,是由投入产出分析来描述经济体系中各产业部门间与最终需求部门的关联性,国务院发展研究中心和中国社会科学院均有应用。

从目前的研究情况看,国际上对能源、环境和经济协调发展的研究以定量为主。我国的研究还处于探索阶段,理论尚不成体系。研究的模型虽然越来越多,但比较复杂,实用性较差。在模