

交大
经管

中国能源 安全监测与预警研究

迟春洁 著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

中国能源安全监测 与预警研究

迟春洁 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书针对中国能源安全面临的若干问题进行了研究和思考,为能源安全研究勾画出了一个经济分析和政策研究的基本框架,并在能源安全监测与预警方面进行了尝试,并提出了适合中国国情的应对策略。

本书可供大专院校的科研人员或研究生参考、阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国能源安全监测与预警研究/迟春洁著. —上海:
上海交通大学出版社,2011

(卓越管理论丛)

ISBN 978-7-313-07152-1

I. 中... II. 迟... III. 能源—国家安全—研究—中国 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 039378 号

中国能源安全监测与预警研究

迟春洁 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:14.5 字数:183 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印数:1~2030

ISBN 978-7-313-07152-1/TK 定价:30.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

在 2009 年全球经济危机的阴霾中,绿色能源、低碳经济、哥本哈根气候变化会议成为大家耳熟能详的名词。近两年,国际能源界发生了很多大事,对国际政治、各国经济、社会发展甚至地球的未来,都产生了深远的影响。中国正处于工业化和城市化的快速上升期,能源需求持续快速地增长。通过大力发展低碳经济和新能源,有利于确保能源安全,推动产业结构调整,实现可持续发展。因此,加强我国能源安全监测预警体系的研究和建设,对能源运行机制和发展演变趋势进行预期性评价,提前发现可能出现的问题和成因,预先防范和及时采取化解措施,对促进能源与社会经济协调发展,促进国民经济健康快速发展具有重要的现实意义。

能源监测预警研究,是近年来能源系统科学领域发展起来的一门新兴学科,目前国内相关研究尚处于起步阶段。本书在对能源安全国内外现状分析的基础上,针对中国能源安全的若干重要理论问题和实际问题进行了深入的探讨和研究。初步建立了我国能源安全宏观研究的理论框架体系,基于 PSR 模型并结合能源安全特点,建立了可供操作的能源安全监测指标体系和能源安全预警指标体系,运用综合评价法、神经网络方法、情景分析法和 LEAP 模型等为科学评价及预测能源安全系统的状况和趋势提供了理论和技术方法,对我国未来能源系统的安全性提出了一些观点和监测预警

判断。

能源安全监测与预警的研究是一个相当复杂的论题,影响面广,涉及因素多。本书虽然提出了其理论研究的基本框架,并得到了一些主要的结论,但由于理论研究的抽象性和本书研究的局限性,仍有一些重要的影响因素和内容未能纳入系统框架。很多未及研究的内容只能留待以后进一步拓展。希望本书能够起到抛砖引玉的作用,促进该领域研究的不断深化。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 研究的意义和目的	3
1.3 研究的内容结构与研究方法	5
第 2 章 相关研究评述	8
2.1 能源安全理论回顾	8
2.2 3E 系统研究现状.....	20
2.3 能源安全监测与预警研究现状	24
2.3.1 能源安全监测模型与方法	24
2.3.2 能源安全预警相关研究	28
2.4 研究现状评述	30
第 3 章 环境—能源—经济系统及低碳经济下的能源安全	33
3.1 低碳经济推动可持续发展	34
3.1.1 可持续发展	34

3.1.2 低碳经济:实现可持续发展的必由之路	36
3.2 环境—能源—经济(3E)系统及其作用机制	38
3.2.1 环境与经济	38
3.2.2 能源与经济	39
3.2.3 能源与环境	41
3.2.4 3E 系统的形成	42
3.2.5 环境—能源—经济间作用的本质	44
3.2.6 环境—能源—经济间作用的机制	45
3.3 低碳经济下能源安全观的转变	47
3.4 能源安全的界定	52
3.4.1 能源安全的定义	52
3.4.2 能源安全的目标	56
3.4.3 能源安全的判断标准	58
3.5 基于 3E 系统的能源安全框架体系设想	60
3.6 本章小结	62
第 4 章 能源安全监测体系的构建	63
4.1 能源安全监测	63
4.2 能源安全机理研究	64
4.2.1 能源安全影响因素分析	64
4.2.2 能源安全的 PSR 过程	75
4.3 能源安全监测指标体系的确定	77
4.3.1 指标的选择和制定步骤	77
4.3.2 指标体系的确定	79
4.3.3 指标汇总	97

4.4 本章小结	98
第5章 能源安全预警系统	99
5.1 能源安全预警系统的基本思路	101
5.2 能源安全预警系统的指标体系及预警界限	103
5.2.1 石油子系统	106
5.2.2 煤炭子系统	113
5.2.3 天然气子系统	116
5.3 基于人工神经网络方法的能源安全预警	118
5.3.1 人工神经网络方法预警的原理	120
5.3.2 BP神经网络基本结构	121
5.3.3 改进BP神经网络训练过程	127
5.3.4 基于改进BP神经网络进行预警的基本步骤	128
5.4 本章小结	130
第6章 中国能源安全状态监测与评价	131
6.1 中国能源安全态势	131
6.1.1 能源供应安全分析	131
6.1.2 能源使用安全分析	146
6.1.3 存在的主要问题	151
6.2 石油价格对国民经济影响测度模型	153
6.2.1 投入产出模型结构	154
6.2.2 石油价格变化对国民经济影响分析	156
6.3 能源消费的污染物排放分析	159
6.4 以硫税为例环境税收政策的影响分析	163

6.4.1	二氧化硫污染及硫税的引入	163
6.4.2	硫税的 CGE 模型	165
6.4.3	模型应用及政策模拟	167
6.5	中国能源安全状态评价	170
6.5.1	评价状态界限的确定	171
6.5.2	具体实施步骤	173
6.5.3	评价结果与分析	175
6.6	本章小结	177
第 7 章	中国能源安全趋势预警与政策建议	178
7.1	中国能源发展前景的情景分析	178
7.1.1	情景分析方法与 LEAP 模型	180
7.1.2	情景分析过程与方案的选择	182
7.1.3	预测结果与分析	184
7.1.4	主要结论与建议	188
7.2	2010 年中国能源安全的预警分析	192
7.2.1	输入节点的选择	192
7.2.2	隐层节点数的选择	193
7.2.3	输出节点的选择	195
7.2.4	参数优化	195
7.2.5	计算结果及分析	199
7.3	保障中国能源安全的政策建议	201
7.4	本章小结	209
第 8 章	结论	211
参考文献		214

第 1 章 绪论

1.1 问题的提出

2009 年和 2010 年是国际能源领域颇不平静的两年。哥本哈根气候变化大会的召开、墨西哥湾漏油事件使能源安全、低碳经济转型与发展绿色能源等问题成为这两年能源领域里最让人关注的焦点问题。随着低碳经济模式和低碳发展理念被广泛认可,能源安全问题也有了新的要求和形势:

首先,世界能源结构正在发生转变,从最早的以薪柴为主、以煤为主、以石油为主,到向以天然气为主转变,同时风能、太阳能、氢能等可再生能源和新能源正在得到更广泛的利用和重视。可持续发展、环境保护、可供应能源的结构变化决定了全球能源多样化发展的格局。从长远看,世界能源消费正在向低碳化发展,并最终走向无碳化。

其次,随着世界能源新技术的进步及环保标准的日益严格,对能源清洁化的要求越来越高,不仅能源的生产过程要实现清洁化,而且能源工业要不断生产出更多、更好的清洁能源,并且其在能源总消费中的比例也将逐步扩大。洁净煤技术、沼气技术、生物柴油技术等将得到更广泛的应用,从而解决温室气体的排放问题。

最后,世界能源资源及其需求分布的不均衡性导致世界各国越来越难以依靠本国资源满足其国内的能源需求,越来越多地依靠世界其他国家或地区的资源供应。而随着世界能源供应与消费的全球化进程的加快,能源的国际分割使得国际能源的供应随时有可能中断,世界能源贸易利益共同体的存在使任何市场波动都将损及世界经济。经济全球化正强烈地改变着世界各国、各地区的资源结构和经济结构,结构的改变导致现有的体制发生一系列深刻的变革,进而对能源安全产生了深远的影响。全球能源安全形势不容乐观。

在这样的背景下,各主要能源消费国纷纷采取各种举措,保障本国的能源安全。在经济危机中走马上任的奥巴马,上台伊始便提出了“新能源计划”,其主要政策包括:提高能源利用效率,降低对化石燃料特别是进口石油的依赖;重视新能源开发,增加投资,鼓励新能源相关技术的研究和应用;规定可再生能源发电量,提高燃料经济性标准,降低碳排放等。“能源新政”是美国外交战略的重要组成部分,目的是要降低美国对石油的依赖,增加能源使用的安全系数,提高美国驾驭产油国的能力。世界上其他国家和组织,如欧盟、日本、韩国、巴西、印度等也纷纷出台能源发展计划,抢占新能源的制高点。

中国是一个发展中的大国,伴随着经济的快速增长和人民生活水平的提高,中国对能源的依赖程度不断提高。其中石油对外依赖度也大幅度攀升,能源安全问题日益突出。“十一五”计划提出全面建设小康社会的发展目标,要求到2020年,实现人均GDP比2000年翻一番。要实现上述目标,全面建设小康社会,必须保持较高的经济增长速度,而经济增长必须相应地增加能源供应。自1993年以来,中国石油消费增幅呈现加速态势,而石油的生产增幅却比较平缓,导致中国石油依存度自1999年起开始大幅度的攀升,据国家能源局公布的数据,2009年,中国生产原油1.89亿吨,净进口原油却

高达 1.99 亿吨,原油进口依存度首次超过警戒线——50%,达到 51.29%。同时,中国石油进口源和石油运输线相对单一,进一步加剧了国家能源安全的风险。据国内能源专家林伯强估计,到 2015 年,中国石油的进口依存度预计将达到 65%,到 2020 年可能达到 70%以上。而据国际能源机构预测,到 2010 年中国对进口石油的依赖度将增加到 61%。如果不采取相应有效的措施,中国 21 世纪经济繁荣的自然资源物质基础将出现全面性的危机。同时,人口众多、人均资源少、能源所产生的环境问题日益严重等问题是我国目前的基本国情所在。中国经济正处于高速持续发展阶段,社会生产力和综合国力不断增强,人民生活水平逐年提高;但经济与科技水平还比较落后,生产力还不高;资源、环境与经济发展之间的矛盾已经比较突出。此外,中国现阶段经济增长的约束除了能源稀缺、环境保护、石油对外依存,还必须应对低碳发展所带来的能源成本。因此,加强能源安全已成为 21 世纪中国经济社会可持续发展的重要问题之一。

1.2 研究的意义和目的

面对日趋严峻的能源供需矛盾和环境挑战,以及如今经济安全在国家安全利益中战略地位的上升,能源安全作为国家利益重要的具体体现之一,越来越多地引起国际社会和国家战略层的普遍关注。能源安全问题具有全局性,该领域的理论和实践研究具有非常重要的宏观经济意义和战略意义。

从战略意义上看,能源是世界公认的走向 21 世纪的战略产业。能源中石油尤其是国际政治、经济斗争中的重要筹码,近半个世纪以来,一直都是世界各国特别是超级大国争夺的战略重点。石油无论对于发达国家还是发展中国家甚至是欠发达国家,都是经济的生命线,其日益重要的战略地位和作用不容忽视。

从宏观意义上看,在经济全球化的今天,了解全球范围内对未来能源的需求、面临的挑战以及如何选择能源发展战略,如何保障国家能源安全,对每个国家来说都是非常重要的课题。首先,要认识到能源安全是资源短缺时代的产物。资源不足,特别是战略性能源的缺乏将严重阻碍经济建设,影响人民生活,甚至危及人民的生存。其次,能源安全是国家安全的重要组成部分。在世界历史上,西方国家为了本国的能源安全开拓海外殖民地,发动殖民战争掠夺殖民地资源,如 20 世纪上半叶第一次世界大战和第二次世界大战以及 1970 年代的两次石油危机等,都说明国家能源供应安全对国家经济的持续增长与国家的安全是何等的重要。

能源,是社会进步和经济发展的重要物质基础,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。自从人类步入工业化社会之后,能源不仅成为决定一个国家经济和社会发展的主要因素,也成为影响一个国家、一个地区乃至整个世界社会和政治稳定的重要因素。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物质基础。对于中国这样一个人口数量已达世界总数的 1/5,人均能源消费量仅占世界平均水平 1/2 的发展中国家来说,能源问题的重要性尤为突出。能源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。能否确保能源供应安全已经成为中国政治和外交政策的重要目标之一。面对未来 20 年中国巨大的能源需求,中国能源安全形势异常严峻,将面临对外依存度持续上升、能源需求国竞争加剧、中国能源海外获取困难重重、未来国际能源市场有更多不确定性等四方面安全风险。

本书旨在环境—能源—经济 3E 系统的基础上深入剖析国家能源安全

的内在含义和作用机制,探讨中国能源安全面临和需要解决的若干问题。通过本书的研究,达到以下几个研究目的:

(1) 在 3E 系统的基础上探讨能源安全,力图使经济发展、能源使用、环境保护三者之间取得综合平衡的发展态势。

(2) 为能源安全监测预警体系的建立提供思路和基本框架,以求达到准确把握一国能源安全的总体状态,正确预测能源安全状态的变动趋势,及时预报可能出现危险的目的。

(3) 在研究方法上,采取定量分析和定性分析结合的办法,进行了可操作的尝试,为国家制定相应的能源安全战略和政策提供决策参考。

1.3 研究的内容结构与研究方法

能源是指产生各种能量的物质。能源的分类多种多样,比如一次能源是指在自然界现成存在,可以直接取得且不必改变其基本形态的能源,如煤炭、天然气、地热、水能等。由于煤炭、石油、天然气这三种化石燃料是一次能源的主要来源,在能源安全中占据主导地位,因此将其作为本书能源安全的主要研究对象,但本书不涉及能源加工、转换、运输中的各种技术和使用问题。

本书的主要工作就是以可持续发展理论和经济理论为指导,对国家能源安全的理论框架及能源安全状态评价、趋势评估进行研究,为管理者制定能源政策和能源规划提供建议。主要内容包括以下四个部分:

(1) 可持续发展的环境—能源—经济系统(3E 系统)关联分析:首先从环境—能源—经济系统入手,作为研究的基本框架,并在此基础之上,建立我国能源安全宏观分析框架。

(2) 能源安全理论框架研究:包括能源安全的概念、含义与属性;能源安

全测度指标体系与预警体系的研究;国家能源安全态势的研究。

(3) 能源安全监测指标体系及其应用研究。

(4) 能源安全预警系统及其应用研究。

本书的章节安排及主要内容如下:

第1章:绪论。

第2章:相关研究评述:分别针对能源安全理论、3E系统以及能源安全监测预警的量化方法与模型分析了目前的研究现状。

第3章:环境—能源—经济系统及低碳经济下的能源安全。首先提出低碳经济是实现可持续发展的必由之路,接着深入剖析了环境、能源、经济三者之间的作用关系及机制,低碳经济背景下能源安全观的转变,在此基础上提出能源安全的概念,明确能源安全的目标、判断标准,提出建立能源安全宏观框架的构想。

第4章:能源安全监测体系的构建。首先从能源安全机理研究入手,通过PSR模型分解能源安全影响因素,按照压力指标、状态指标和响应指标构建能源安全监测指标体系,为实现能源安全状态的实时监测奠定基础。

第5章:能源安全预警系统的研究。在第4章的基础上进一步建立能源安全预警系统,对预警指标的选取、预警界限的设置展开详细论述。并且运用BP神经网络的方法进行能源安全预警,设计了改进的BP神经网络结构。

第6章:中国能源安全状态监测与评价。从能源供应安全和能源使用安全两个角度对中国能源安全态势进行分析,运用投入产出分析法测度石油价格如何影响国民经济。同时针对能源的使用安全性分别对二氧化碳、二氧化硫的排放进行分析,以征收硫税的环境政策为例分析了环境政策对能源消费的约束效应以及为控制二氧化硫排放所必须做出的经济和能源结构方面的调整。影响运用综合评价法,结合第4章的能源安全监测体系对中国的能源安全状态进行了评价。

第7章:中国能源安全趋势预警与政策建议。应用情景分析方法结合 LEAP 模型,对中国未来 20 年的能源发展前景进行了展望。同时应用第 5 章的 BP 神经网络模型,对参数进行优化选择和训练,结果表明可以得到比较好的模拟结果。最后提出了相应的政策建议。

本书采用的主要研究方法有:

(1) 理论与实践相结合、定性分析与定量分析相结合。这是贯穿本书始终的方法。例如在能源安全监测的研究中,先弄清能源安全的现状以及影响因素,建立能源安全监测指标体系,然后运用数学方法进行实证研究,使建立起来的体系具有可操作性。在其他方面的研究中,还采用了计量经济学的相关理论与方法,运用相关数据得出量化结果。

(2) 比较分析法。例如确定能源安全预警指标体系的预警界限时,通过对国外有关原则的比较借鉴,提出适合我国国情的预警界限制定原则。

(3) 采用层次分析法、投入产出法、人工神经网络法、情景分析法等定量分析方法对我国能源安全的监测与预警进行较为全面的研究。

第2章 相关研究评述

2.1 能源安全理论回顾

作为国家经济安全一个子范畴的能源安全属于现代发展词汇范畴,在20世纪50年代以前并未出现。20世纪70年代初,第四次中东战争爆发。石油输出国组织(OPEC)决定以石油为武器,将基准原油价格大幅度提高,对西方一些国家实行针对性的禁运,从而触发了二战后最严重的全球经济危机,造成西方经济的严重衰退。为了确保既得利益,世界主要发达国家于1974年成立国际能源机构(International Energy Agency),正式提出了以稳定原油供应和价格为中心的国家能源安全的概念^①。20世纪80年代中期,随着全球气候变暖和大气环境质量的急剧下降,人们对环保问题的重要性逐步达成了共识,发达国家开始重新审视本国的能源安全问题,并在新一轮国家能源发展战略中增加了使用安全的概念。从此,经济安全和生态环境安全成为了国家能源安全的两大有机组成部分。

在这样的背景下,各国学者和政府逐渐认识到,以保障能源供应、减轻

^① H. W. Maull. Raw Materials, Energy and Western Security [M]. The Macmillan Press LTD, 1986.