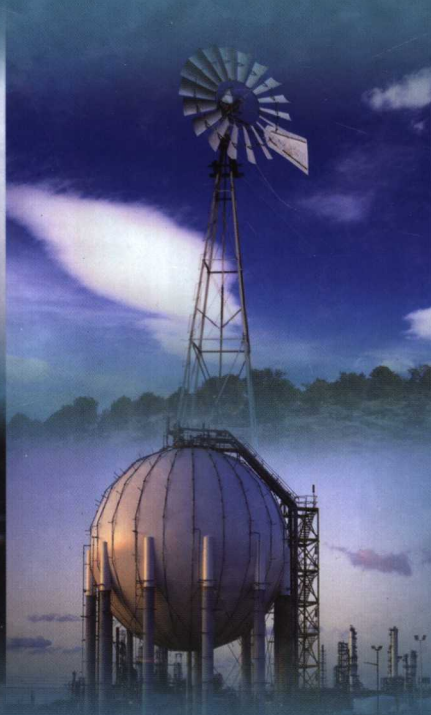


中国能源报告(2006)

战略与政策研究

China Energy Report (2006)
Strategy and Policy Research

魏一鸣 范英 等著
韩智勇 吴刚



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

能源,与劳动和资本一样,已经成为当今社会的基础性战略资源和经济系统的基本生产要素。自20世纪90年代以来,中国的能源问题研究受到了全世界的关注。

本书针对当前我国能源战略和政策领域的若干热点问题开展研究,并对不同的政策选择进行了分析。作为《中国能源报告》年度系列报告的第一卷,本书是我们对有关能源战略和政策问题研究成果的总结。《中国能源报告》年度系列报告,根据国际国内能源经济形势的变化选择不同主题,进行有针对性的研究,并突出研究的实证性和政策性,为相关决策人员提供参考。

本书适合能源与环境领域的政府公务人员、企业管理人员、高等院校师生、科研人员及相关领域的工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国能源报告(2006):战略与政策研究/魏一鸣等著. —北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-017002-4

I. 中… II. 魏… III. ①能源经济-经济发展战略-研究报告-中国-2006 ②能源经济-经济政策-研究报告-中国-2006 IV. F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第018683号

责任编辑:刘宝莉 / 责任校对:李奕莹

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年3月第一次印刷 印张:20 1/4

印数:1—2 000 字数:451 000

定价:50.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

课题组成员名单

课题负责人：魏一鸣 范 英

成 员：（按姓氏笔画排序）

马晓微 王 宇 刘兰翠 杨瑞广 吴 刚 何凌云
邹乐乐 汪 立 张 愉 张九天 范 英 范亚雯
徐才华 梁 强 梁巧梅 韩智勇 焦建玲 廖 华
魏一鸣

前 言

能源，与劳动和资本一样，已经成为当今社会的基础性战略资源和经济系统的基本生产要素。能源的短缺，不论是总量的还是结构性的，都会直接和显著的影响国家经济与社会发展。中国的能源供给，长期以来实行“立足国内，以煤为主”的方针，虽然造成中国能源消费结构落后于国际先进水平，但在总量上基本保证了国内社会发展和经济增长的需要。改革开放之后，制度与管理创新以及技术引进和扩散等因素，促进了中国能源效率的提高，实现了能源消费的相对低速增长。

自 20 世纪 90 年代以来，中国经济的持续快速增长造成中国能源进口依存度，尤其是石油进口依存度迅速增加。同时世界能源市场发生剧烈动荡，国际原油价格急剧攀升，一度突破了每桶 70 美元的历史最高价。高涨的国际油价大幅度提高了中国经济增长的能源成本，国家能源安全已成为中国政府和社会高度关注的战略问题。

本书针对当前中国能源战略和政策领域的若干热点问题开展研究，并对不同的政策选择进行了分析，希望为中国能源战略和政策的制定提供决策参考。本报告关注的主要能源战略与政策问题包括：

1) 中国能源经济的总量与结构

改革开放以来，中国在经济持续快速增长的同时保持了能源消费的低速增长，这使得中国能源-经济关系的真实性和可持续性成为国内外研究的焦点。进入 21 世纪，中国经济快速增长与能源消费低速增长的关系能否长期保持？中国政府制定的增长目标将会对能源需求形成怎样的推动？中国能源经济之间存在怎样的因果关系？控制能源消费会不会对中国经济增长目标造成冲击？中国经济结构调整对能源强度产生了怎样的影响？中国能源强度的下降趋势能否继续？能源投入对中国经济增长的支撑作用到底有多大？不同能源对经济增长的作用有何不同？如何通过能源结构的调整达到保持经济增长和降低能源消费双重目标？这些是中国能源经济研究中的一些基本问题，也是能源战略和能源政策制定者研究的首要问题。

2) 中国能源供给与需求预测

进入 21 世纪，我国社会主义市场经济体制已初步建立，但我国的能源产业仍处在从计划体制向市场体制转变的过程中。体制的转变，使我们能源战略和政策制定的方法产生了根本的变化，能源需求和供给不能再采取国家计划的方式进行控制。在这种情况下，对能源的供给和需求进行科学准确的分析和预测，成为制定能源战略和政策的重要依据。特别是，2020 年全面建设小康社会时期，中国需要多少能源？中国可从哪些方面控制能源的快速增长？如何促进地区间能源调配有效地发挥作用？全面建设小康社会期间煤炭供应能力如何？如何解决国有煤矿超负荷生产的状况？

3) 国际石油市场波动及其对策

随着我国石油进口量的大幅度增长,石油对外依存度显著提高,我国石油市场和国民经济也越来越容易受到国际油价变化的影响。国际石油价格波动存在怎样的规律?国际和国内原油价格存在怎样的互动关系?国内原油价格与成品油价格之间又具有怎样的关系?国际油价波动到底会对我国产生多大的影响?未来的油价走势如何?我国应该采取怎样的石油定价机制,才能更好地规避市场风险,保障石油安全?我国应该采取怎样的石油战略来面对竞争日益激烈的世界石油市场?这些问题的研究结果将为我国石油战略制定提供科学依据。

4) 能源环境问题与二氧化碳减排

2005年2月16日《京都议定书》正式生效,中国作为世界上第二大二氧化碳排放国家,能源环境问题面临机遇和挑战。后京都时代的温室气体减排谈判已经展开,发展中国的温室气体减排将成为重点讨论议题之一,中国的二氧化碳减排备受世界瞩目。二氧化碳排放受哪些因素的制约?这些因素在不同阶段的影响又是如何?目前中国的碳排放强度呈下降的趋势,与发达国家经济发展同时期的碳排放强度变化轨迹相反,是什么因素促使中国的碳排放强度呈现快速下降的趋势,这种趋势在未来还能否保持,采取哪些政策措施可以促使其进一步降低?随着未来中国经济的持续快速发展,二氧化碳排放的增长趋势如何?针对这些问题的实证研究将为我国未来的温室气体减排策略及其相关能源环境政策提供决策的依据。

5) 战略石油储备与国家能源安全

在纷繁复杂的国际能源地缘政治背景下,面对国际原油价格的持续高企,我国作为主要石油进口国,国家战略石油储备已经启动,但是要达到相当规模还需时日,因此,我国的能源安全问题不容乐观。中国能源安全面临哪些隐患?国际能源署规定的90天战略石油储备规模是否适合我国的经济发展与能源安全?2010年和2020年我国最优的国家战略石油储备规模是多少?我国石油进口的多元化指数如何变化?与主要石油进口国相比,如何降低我国的石油进口风险指数?围绕上述问题,我们应用定性定量相结合的综合集成方法,建立了一系列数学模型,进行了全面系统的比较分析,并提出了若干保障我国能源安全的政策建议。

6) 能源技术进步与变迁

实现经济、能源和环境三大系统可持续协调发展的过程中,能源技术进步将发挥核心作用。这就要求能源战略与政策的制定者必须对能源技术变迁有充足、全面的理解,如能源技术变迁的动力、速率与方向等。世界能源技术变迁经历了怎样的阶段?每一阶段技术变迁的动力是什么?国际能源技术R&D投入的动态具有什么样的特点?其在技术组合和国家分布上又呈现何种趋势?国际经验为我国能源技术政策的制定提供了哪些有益的参考和借鉴?我国未来能源技术替代应遵循什么路线?中国可再生能源技术政策的特点与不足表现在哪些方面?通过对世界能源技术系统的实证研究和对我国能源政策的分析,我们对这些问题进行了研究。

本书作为《中国能源报告》系列报告的第一卷,是能源与环境政策研究中心对有关能源战略和政策问题研究成果的总结。《中国能源报告》年度系列报告,根据国际国内

能源经济形势的变化选择不同主题,进行有针对性的研究。《中国能源报告》将突出研究的实证性和政策性,通过对不同时期能源经济领域的焦点和热点问题开展实证研究和政策分析,为决策者提供科学决策的依据和参考。

期望本书在为决策者提供支持的同时,也能与能源政策研究领域的同行交流。因此,《中国能源报告》既针对具体问题的政策分析,也简要论述了每一个问题的研究思路,采用的计量模型和方法,以及数据的来源和处理,研究结果的分析与讨论等内容。

本辑报告的编写由魏一鸣、范英负责总体设计、策划、组织和统稿。第一章由廖华、吴刚、张愉、徐才华、马晓微、何凌云、范亚雯完成,第二章由韩智勇、魏一鸣完成,第三章由魏一鸣、梁巧梅、杨瑞广、范英完成,第四章由范英、梁强、焦建玲、魏一鸣完成,第五章由刘兰翠、梁巧梅、范英、魏一鸣完成,第六章由吴刚、魏一鸣完成,第七章由张九天、魏一鸣、范英、韩智勇完成,第八章由魏一鸣、范英、吴刚完成。

在本报告的研究与撰写过程中,得到了“十五”国家科技攻关课题、国家杰出青年科学基金(No.70425001)、国家自然科学基金(No.70573104)支持。先后得到了韩匡院士、陈述彭院士、倪维斗院士、徐伟宣、孙洪、田保国、沈建忠、延吉生、黎懋明、陈晓田、于景元、乌家培、李善同、周寄中、汪寿阳、张维、黄季焜、涂序彦、岗秦麟、方朝亮、杨列勋、张永刚、李景明、计雷、蔡晨、李之杰、宋建国、葛家理、王庭斌、张抗、冯三利、胡爱梅、金周英、刘修源等专家和领导的鼓励、指导、支持和无私帮助。在此,向他们表示衷心感谢和崇高的敬意!感谢报告引文中的所有作者!

限于我们的知识修养和学术水平,报告中难免存在诸多缺陷与不足,恳请读者批评、指正!

魏一鸣

2006年1月4日于中关村

目 录

前言

第一章 中国能源发展回顾	1
1.1 世界能源发展	2
1.1.1 世界能源储量及分布	2
1.1.2 世界经济增长与能源消费	4
1.1.3 世界能源市场	5
1.1.4 国际能源与环境合作	7
1.2 中国能源生产回顾	8
1.2.1 中国能源的储量与分布	8
1.2.2 中国能源生产量及生产结构	10
1.2.3 可再生能源的生产与发展	13
1.3 中国能源消费	13
1.3.1 中国能源消费量及消费结构	13
1.3.2 各产业部门能源消费	16
1.3.3 能源效率与节能	17
1.4 区域能源消费与资源、经济关系	18
1.4.1 数据来源与预处理	18
1.4.2 能源消费的区域分布	19
1.4.3 能源消费和能源资源的区域差异	23
1.4.4 能源消费和资源分布、经济发展水平之间的区域差异	25
1.5 本章小结	28
第二章 中国能源经济的总量与结构关系	30
2.1 中国能源消费与经济增长之间的协整性与因果关系	31
2.1.1 序列间协整性与因果关系的检验方法	31
2.1.2 中国能源经济总量之间的协整性与因果关系	33
2.1.3 各产业能源经济的协整性与因果关系	37
2.1.4 主要结论与政策建议	40
2.2 中国经济结构变化与能源强度分析	42
2.2.1 基于结构分解分析方法的能源强度分析	43
2.2.2 中国经济结构变化对能源强度的影响	44
2.2.3 中国工业行业结构变化对能源强度的影响	49
2.2.4 主要结论与政策建议	53

2.3 中国能源结构变化与能源效率分析	54
2.3.1 中国能源经济及能源效率的变化趋势	55
2.3.2 中国能源结构变化影响能源效率的定量研究	57
2.3.3 中国的能源边际效率及其边际替代比率	61
2.3.4 主要结论与政策建议	64
2.4 本章小结	66
第三章 中国能源供需的分析与预测	68
3.1 中国 2020 年能源需求预测	69
3.1.1 能源需求研究现状	69
3.1.2 情景分析与投入产出方法	69
3.1.3 能源需求预测系统 CErCmA	71
3.1.4 2020 年能源需求情景分析	71
3.1.5 主要结论	76
3.1.6 政策建议	84
3.2 煤炭供应系统的经济分析	84
3.2.1 煤炭供应的系统动力学分析模型与数据	85
3.2.2 投资对煤炭供应能力的影响	90
3.2.3 结果分析与政策讨论	90
3.3 本章小结	91
第四章 石油市场波动及其政策研究	93
4.1 国际石油价格波动特征分析	94
4.1.1 国际石油价格对全球经济的影响	94
4.1.2 三次石油危机的油价价位特征	94
4.1.3 2005 年的油价价位特征	99
4.1.4 国际原油价格的长期走势分析	100
4.1.5 国际国内原油价格短期波动分析	103
4.1.6 主要结论与政策建议	105
4.2 国际国内原油价格互动关系分析	107
4.2.1 国际国内原油价格的长期关系	107
4.2.2 国际国内原油价格的短期关系分析	108
4.2.3 国际油价对国内油价的动态影响分析	110
4.2.4 主要结论与政策建议	112
4.3 中国原油、成品油价格变化特征分析	115
4.3.1 汽油、柴油和原油价格之间的相关性分析	115
4.3.2 汽油、柴油与原油价格之间的比价(或对数差价)分析	117
4.3.3 汽油、柴油价格对原油价格的动态响应关系	120
4.3.4 主要结论与政策建议	125

4.4 国际油价波动对中国经济的影响	125
4.4.1 油价波动的可计算一般均衡模型	127
4.4.2 油价波动的情景分析	130
4.4.3 主要结论与政策建议	143
4.5 国际石油价格预测	145
4.5.1 变化多端的国际石油价格	145
4.5.2 基于小波分析的长期油价预测	149
4.5.3 基于模式匹配的中短期油价预测	153
4.5.4 采用期货价格调整的中短期油价预测	159
4.5.5 主要结论与政策建议	161
4.6 中国石油定价机制分析	163
4.6.1 中国原油、成品油定价机制发展概况	163
4.6.2 中国石油定价机制存在的主要问题	165
4.6.3 中国石油定价机制改革的若干建议	167
4.7 本章小结	173
第五章 能源环境与二氧化碳减排问题	175
5.1 《京都议定书》时代的挑战与机遇	176
5.1.1 全球气候变化与二氧化碳减排的关系	176
5.1.2 二氧化碳排放与经济发展之间的关系	177
5.1.3 我国的二氧化碳排放现状	179
5.1.4 我国能源环境面临的挑战与机遇	179
5.2 中国碳排放强度的变化特征	182
5.2.1 中国碳排放强度的变化趋势	182
5.2.2 我国与主要发达国家碳排放强度的比较	184
5.2.3 方法和数据来源	185
5.2.4 实证结果分析与讨论	186
5.2.5 主要结论	189
5.3 不同发展阶段人口、经济、技术对二氧化碳排放的影响	190
5.3.1 二氧化碳排放的影响因素	190
5.3.2 STIRPAT 模型	191
5.3.3 不同收入水平下的人口、经济、技术与二氧化碳排放的变化趋势	191
5.3.4 结果分析与讨论	195
5.3.5 主要结论	200
5.4 居民生活行为对二氧化碳排放的影响分析	201
5.4.1 生活行为方式与能源消费及二氧化碳排放量的关系	202
5.4.2 CLA 方法与数据	203
5.4.3 居民生活行为对二氧化碳排放的直接和间接影响	204

5.4.4 主要结论	211
5.4.5 政策建议	211
5.5 2020 年中国二氧化碳排放预测	212
5.5.1 能源消费与二氧化碳排放	212
5.5.2 基于能源消费的二氧化碳排放预测	213
5.5.3 不同发展路径下的二氧化碳排放预测	214
5.5.4 政策建议	221
5.6 本章小结	222
第六章 石油战略储备与国家能源安全	225
6.1 中国能源安全问题	226
6.1.1 能源安全定义及内涵	226
6.1.2 中国能源安全的现状	227
6.1.3 中国能源安全面临的隐患	228
6.2 中国最优战略石油储备规模	229
6.2.1 战略石油储备现状	230
6.2.2 基于决策树的最优石油战略储备模型	231
6.2.3 不同储备规模的分析讨论	232
6.2.4 主要结论	236
6.3 国际原油进口风险评价及应对策略	237
6.3.1 国际原油贸易现状	237
6.3.2 基于 HHA 的原油进口风险评价方法	239
6.3.3 层次分析法(AHP)确定石油进口风险权系数	240
6.3.4 世界主要石油进口国风险评价	242
6.3.5 主要结论	249
6.4 中国能源安全政策建议	250
6.4.1 能源外交政策	250
6.4.2 石油进口政策	250
6.4.3 石油储备政策	251
6.4.4 节能与可再生能源政策	252
6.4.5 海洋油气资源政策	252
6.5 本章小结	253
第七章 能源技术与政策	255
7.1 能源技术经济范式的变迁	256
7.1.1 自然增长与能源替代(~1859)	256
7.1.2 能源危机与技术多样化(1859~1992)	258
7.1.3 面向清洁、可持续能源系统(1992~)	260
7.2 石油危机与能源技术 R&D 投入响应模式	261

7.2.1 经济、能源系统的需求和供给调整	262
7.2.2 能源技术研发对石油危机的响应模式	264
7.3 能源技术研发投入组合研究	267
7.3.1 熵统计	267
7.3.2 能源研发投入在技术维的变化	268
7.3.3 能源研发投入在国家维的变化	271
7.4 中国能源技术替代路线与可再生能源政策分析	274
7.4.1 化石能源技术替代路线	274
7.4.2 案例研究：中国的煤液化技术	276
7.4.3 可再生能源技术政策分析	279
7.5 中国能源技术政策建议	281
7.6 本章小结	283
第八章 中国能源展望	285
8.1 能源消费总量大，增长速度快，区域差异增大	286
8.2 石油进口呈现多元化，进口风险逐步降低，战略储备规模逐渐增加	286
8.3 煤炭供需基本平衡，清洁能源得到发展，消费格局呈现多元化	287
8.4 能源效率稳步提高，节能潜力仍然巨大，技术进步是关键	288
8.5 排放总量继续扩大，产业结构趋向碳密集型，消费行为的影响不可低估	289
8.6 能源战略与政策应突出“走出去”、“多元化”、“可持续”	291
参考文献	293

Contents

Preface

Chapter 1 Review of Energy Development in China	1
1.1 World energy development	2
1.1.1 World energy reserves and distributions	2
1.1.2 World economy growth and energy consumption	4
1.1.3 World energy market	5
1.1.4 International cooperation on energy and environment	7
1.2 Energy production in China	8
1.2.1 Energy reserves and distributions in China	8
1.2.2 Quantity and structure of China's energy production	10
1.2.3 Production and development of renewable energy in China	13
1.3 Energy consumption in China	13
1.3.1 Energy consumption and structure	13
1.3.2 Energy consumption in industrial sectors	16
1.3.3 Energy efficiency and conservation	17
1.4 Energy consumption, resources and economy in regions	18
1.4.1 Data and processing	18
1.4.2 Regional energy consumption	19
1.4.3 Regional differences of energy resources and consumption	23
1.4.4 Regional differences of relationships among energy consumption, resource distribution and economic development	25
1.5 Summary	28
Chapter 2 Relationship between Quantity and Structure in China's Energy Economy	30
2.1 Co-integration and causality between Chinese GDP and energy consumption	31
2.1.1 Method	31
2.1.2 Co-integration and causality in Chinese economy	33
2.1.3 Co-integration and causality in industries	37
2.1.4 Results and policy implications	40
2.2 Characteristics of changes in economic structure and energy intensity ...	42
2.2.1 Structure decomposition analysis	43
2.2.2 Impact of Chinese economic structure change on energy intensity	44

2.2.3	Impact of Chinese industrial structure change on energy intensity	49
2.2.4	Results and policy implications	53
2.3	Analysis of changes in energy structure and energy efficiency	54
2.3.1	Historical trends of Chinese energy economy and energy efficiency	55
2.3.2	Impact of energy structure on energy efficiency	57
2.3.3	Marginal energy efficiency and substitution rate in Chinese economy	61
2.3.4	Results and policy implications	64
2.4	Summary	66
Chapter 3 Analysis and Forecasting of Energy Supply and Requirement in China ...		68
3.1	Forecasting of energy requirement in 2020	69
3.1.1	Contemporary researches on energy requirement	69
3.1.2	Scenario analysis and input-output analysis	69
3.1.3	Energy requirement forecasting system—CerCmA	71
3.1.4	Scenario analysis of energy requirement in 2020	71
3.1.5	Results	76
3.1.6	Policy implications	84
3.2	Analysis of Chinese coal supply system	84
3.2.1	System dynamic model for Chinese coal supply system	85
3.2.2	Impact of investment on coal supply	90
3.2.3	Results and policy implications	90
3.3	Summary	91
Chapter 4 Fluctuations in Oil Markets and Policy Study		93
4.1	Characteristics of international oil prices fluctuation	94
4.1.1	Impact of international oil prices on global economy	94
4.1.2	Characteristics of oil prices in three oil crisis	94
4.1.3	Characteristics of oil prices in 2005	99
4.1.4	Long-term trend of international and domestic crude oil prices	100
4.1.5	Short-term fluctuations of international domestic crude oil prices	103
4.1.6	Results and policy implications	105
4.2	Analysis of co-movement between Chinese and international oil prices	107
4.2.1	Long-term relationships between Chinese and international oil prices	107
4.2.2	Short-term relationships between Chinese and international oil prices	108
4.2.3	Dynamic impact of international oil prices on domestic oil prices	110
4.2.4	Results and policy implications	112
4.3	Characteristics of prices of crude oil and product oil	115
4.3.1	Correlation analysis of crude oil price and gasoline/diesel oil price	115
4.3.2	Analysis of price between gasoline/diesel oil and crude oil	117

4.3.3	Dynamic reactions of gasoline/diesel oil price to crude oil price	120
4.3.4	Results and policy implications	125
4.4	Impact of international oil prices fluctuation on Chinese economy	125
4.4.1	Computable general equilibrium model of oil prices fluctuation	127
4.4.2	Scenario analysis of oil prices fluctuation	130
4.4.3	Results and policy implications	143
4.5	Forecasting of international oil price	145
4.5.1	Mutable international oil price	145
4.5.2	Wavelet analysis based long-term oil price forecasting	149
4.5.3	Pattern recognition based mid-/short-term oil price forecasting	153
4.5.4	Mid-term oil price forecasting with future price adjustment incorporated	159
4.5.5	Results and policy implications	161
4.6	Study on Chinese oil pricing mechanism	163
4.6.1	Overview of Chinese oil pricing mechanism development	163
4.6.2	Problems in Chinese oil pricing mechanism	165
4.6.3	Suggestions on reform of Chinese oil pricing mechanism	167
4.7	Summary	173
Chapter 5	Energy, Environment and CO₂ Abatement in China	175
5.1	Challenges and opportunities in Kyoto Era	176
5.1.1	CO ₂ abatement and global climate change	176
5.1.2	CO ₂ abatement and economic growth	177
5.1.3	Contemporary status of Chinese CO ₂ abatement	179
5.1.4	Challenges and opportunities in Chinese energy and environment system	179
5.2	Characteristics of carbon emission trend of China	182
5.2.1	Trend of Chinese carbon emission intensity	182
5.2.2	Comparison of carbon emission intensity between China and developed world	184
5.2.3	Method and data	185
5.2.4	Empirical results and discussion	186
5.2.5	Results and policy implications	189
5.3	Impact of population, economic growth and technology on CO ₂ emission in different development phases	190
5.3.1	Impact factors of CO ₂ emission	190
5.3.2	STIRPAT model	191
5.3.3	Trends of population, economic growth, technology and CO ₂ emission at different income levels	191
5.3.4	Results and discussion	195
5.3.5	Policy implications	200

5.4	Impact of lifestyle on energy use and CO ₂ emission	201
5.4.1	Relationships of lifestyle, energy use and CO ₂ emission	202
5.4.2	Data and CLA method	203
5.4.3	Direct and indirect impact of lifestyle on CO ₂ emission	204
5.4.4	Results	211
5.4.5	Policy implications	211
5.5	Forecast of Chinese CO ₂ emission in 2020	212
5.5.1	Energy consumption and CO ₂ emission	212
5.5.2	Energy consumption based CO ₂ emission forecast	213
5.5.3	CO ₂ emission forecast of different development routines	214
5.5.4	Policy implications	221
5.6	Summary	222
Chapter 6	Strategic Oil Reserves and National Energy Security	225
6.1	China's energy security	226
6.1.1	Definition and connotation of energy security	226
6.1.2	Contemporary status of China's energy security	227
6.1.3	Hidden troubles in China's energy security	228
6.2	Study on optimal scale of Chinese strategic oil reserves	229
6.2.1	Contemporary status of Chinese strategic oil reserves	230
6.2.2	Decision tree based optimal oil reserves model	231
6.2.3	Discussion on different reserve scales	232
6.2.4	Results	236
6.3	Risk assessment of oil import and countermeasures	237
6.3.1	Overview of world oil trade	237
6.3.2	HHA method based risk evaluation of crude oil import	239
6.3.3	Weight coefficient of oil import risk based on AHP method	240
6.3.4	Risk assessment of oil import in some major oil import countries	242
6.3.5	Results	249
6.4	Policy suggestions on China's energy security	250
6.4.1	Energy diplomacy policy	250
6.4.2	Oil import policy	250
6.4.3	Strategic reserves policy	251
6.4.4	Conservation and renewable energy policy	252
6.4.5	Off-shore oil policy	252
6.5	Summary	253
Chapter 7	Energy Technology and its Policy	255
7.1	Transitions of energy techno-economic paradigms	256
7.1.1	Natural increase and energy substitution (~1859)	256

7.1.2	Oil crisis and diversification of energy technology (1859~1992)	258
7.1.3	Towards clean and sustainable energy system (1992~)	260
7.2	Reaction patterns of energy R&D expenditures to oil shocks	261
7.2.1	Supply and demand adjustment in economic and energy systems	262
7.2.2	Reaction patterns of energy R&D expenditures to oil shocks	264
7.3	Portfolios of energy R&D expenditures	267
7.3.1	Entropy statistics	267
7.3.2	Trends of energy R&D expenditures in technology dimension	268
7.3.3	Trends of energy R&D expenditures in country dimension	271
7.4	Roadmaps of energy technology substitution and renewable energy policy analysis	274
7.4.1	Substitution routines of fossil energy	274
7.4.2	Case study: the coal-to-liquids technology in China	276
7.4.3	Technological policy analysis of renewable energy	279
7.5	Policy implications	281
7.6	Summary	283
Chapter 8	China Energy Outlook	285
8.1	Scenarios of energy consumption	286
8.2	Situation of energy security	286
8.3	Structure of energy consumption	287
8.4	Future trends of energy efficiency	288
8.5	Limits on energy and environment	289
8.6	Planning of energy strategy	291
References		293

第一章 中国能源发展回顾

能源是人类社会赖以生存的物质基础之一，是经济发展和社会进步的重要资源。当今世界各国都把能源战略作为其经济发展战略的重要组成部分。中国是世界上最大的发展中国家，同时也是世界上第二大能源生产国和能源消费国。面对快速推进的工业化进程，能源问题愈来愈成为中国发展的瓶颈。正确认识中国能源发展的国际背景，科学把握中国能源发展的历史与现状，是进一步研究中国能源战略和政策问题的必要前提。为此，本章将着重回答以下几个问题：

- 世界能源资源储量和分布情况如何？
- 世界经济增长与能源消费的相关性如何？
- 世界能源市场发生了哪些变化？
- 国际能源与环境合作有哪些进展？
- 中国的能源资源储量和分布情况如何？
- 中国能源生产总量和生产结构有哪些变化？
- 可再生能源在中国的发展状况如何？
- 中国能源消费总量和消费结构有哪些变化？
- 中国产业部门的能源消费比重是多少？
- 中国的能源效率状况如何？
- 中国区域能源消费与资源、经济有哪些关系？