

中国区域 结构节能

潜力 分析

中国科学院地理科学与资源研究所
能源战略研究小组 © 著



科学出版社
www.sciencep.com

中国区域 结构节能

潜力分析

中国科学院地理科学与资源研究所
能源战略研究小组 © 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

中国是世界上最大的能源消费国之一,其能源消费及其增长趋势不仅始终决定着本国能源生产和供应格局变化,而且也深刻地影响着全球能源生产和供应格局的变化。正确地把握中国能源消费及其增长变化乃是关乎国家和地区能源节约总体战略制定及其目标实现的第一要务。

本书根据结构演进-能源消费关联模型和结构演进-单位能耗关联模型,在展开省级单元基础上对各大区工业化进程的结构演进与能源消费及其相互关系和作用做了全面分析,为正确把握国家和地区未来产业结构的调整方向和实现节能效益的整体提高提供了科学依据。

本书适合从事区域发展、能源规划、环境保护、地理科学与教育、资源开发和管理等方面工作的政府部门的决策者、工作者、科研人员、教师和相关专业的研究生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国区域结构节能潜力分析 / 中国科学院地理科学与资源研究所能源战略研究小组著. —北京: 科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-019100-7

I. 中… II. 中… III. 区域-节能-研究-中国 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 085604 号

责任编辑: 李 敏 张 震 / 责任校对: 张小霞
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 福瑞来书装

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

*

2007 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2007 年 6 月第一次印刷 印张: 28 1/4 插页: 2

印数: 1—3 000 字数: 670 000

定价: 79.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

前 言

人类自然资源开发利用历史表明：一方面，在地球表层，除了矿物能源之外，包括金属矿产在内的其他所有资源均可在一定时间内通过生物、物理和化学的途径实现自身物质的再生；另一方面，在现代社会中，没有哪一种商品能像矿物能源那样产生如此巨大的极化效应，即在为人类发展提供源源不断的动力的同时，也造成了日趋严重的环境污染（如导致地表温度上升的二氧化碳排放和导致地区环境污染的酸雨）。重要的问题还在于，在世界现代化进程中，没有哪种资源像能源资源那样，其消费需求始终保持着与国家和地区经济增长相适应的上升态势。实际上，正是这种资源的不可再生性、产品使用的极化效应和社会消费需求的持续增长决定了矿物能源在现代社会生活中凌驾于其他所有商品之上的地位。

作为世界上最大的发展中国家，在过去的半个多世纪里，中国的现代化建设取得了举世公认的发展。这种发展在造就了国家整体经济实力大幅提升的同时，也造就了中国能源消费的快速增长。进入 21 世纪以来，处在转型时期的中国现代化建设开始遇到了较以往更为严峻的挑战，其中之一就是国家和地区发展的能源供应保障。近年来发生于全国的“能源四荒”（煤炭、电力、石油和天然气）和大气环境质量快速下降（二氧化硫和二氧化碳排放增加）的事实表明，在国内资源结构落后、生态基础脆弱和国际贸易市场竞争日趋激烈的环境下，延续传统能源消费方式发展的中国工业化和城市化已经走到了尽头。为此，2005 年中国政府提出，将节约放在未来国家能源发展战略的首位，其中“十一五”规划期间的节能目标为国家和地区单位产出（GDP）的能耗降低 20%。

客观地讲，现代化时期的国家和地区能源消费是一种社会公共行为。从各国的发展实践看，通常意义上的能源节约主要通过以下三种方式来实现：第一是结构节能，这种节能方式是通过产业结构演进来实现的，主要表现在国家和地区层面上。第二是技术节能，这种节能方式主要发生在生产企业层面上，因此也可称为社会生产节能。第三是生活节能，这种节能方式主要是通过家庭和个人的行为来实现的，也可称为社会消费节能。在上述三种节能方式中，结构节能是集企业生产和家庭生活于一体的节能集合，而技术节能和生活节能则是结构节能的具体体现。本书将集中探讨通过产业结构演进实现国家和地区能源消

费节约的基本途径和方式。

考虑到幅员广大、人口众多、地区社会经济的多样性以及统计资料的可获性，在进行中国区域发展节能潜力的空间分析时，本书将在省级（自治区、直辖市）地域单元基础上以传统六大区的方式展开。由于数据来源限制，分析中未涉及香港、澳门、台湾三地。与此同时，在进行中国区域发展的节能实践分析时，本书将时间跨度最大限度地涵盖国家和地区现代化过程，即 1952 ~ 2004 年。其中改革开放以来的实践则是时间过程分析的重心，并以此推断未来 20 ~ 30 年的变化趋势。

本书由中国科学院地理科学与资源研究所能源战略研究小组著。小组成员有：张雷、沈镭、王礼茂、赵建安、郎一环和鲁春霞。

本书共有 8 章。第一章国家能源消费总体趋势判断，由张雷执笔；第二章华北区，由朱守先、付加锋、张雷、蔡国田、李艳梅执笔；第三章东北区，由郎一环执笔；第四章西北区，由鲁春霞执笔；第五章华东区，由王礼茂、余慧超执笔；第六章中南区，由赵建安执笔；第七章西南区，由沈镭、余小东、李昂达、刘晓洁、刘刚执笔；第八章结论及建议，由张雷执笔；地图制作由程晓凌负责。

张 雷

2007 年 2 月 9 日

目 录

前言

第一章 国家能源消费总体趋势判断	(1)
第一节 中国能源消费需求变化的阶段特征.....	(1)
第二节 国家能源消费行为的判断.....	(2)
第三节 部门消费特征	(11)
第四节 未来节能趋势判断	(20)
第五节 结论	(22)
主要参考文献	(23)
第二章 华北区	(24)
第一节 总体分析	(25)
第二节 北京市	(31)
第三节 天津市	(42)
第四节 河北省	(55)
第五节 山西省	(66)
第六节 内蒙古自治区	(75)
主要参考文献	(87)
第三章 东北区	(89)
第一节 总体分析	(90)
第二节 辽宁省.....	(105)
第三节 吉林省.....	(121)
第四节 黑龙江省.....	(133)
主要参考文献.....	(146)
第四章 西北区	(148)
第一节 总体分析.....	(148)
第二节 陕西省.....	(159)
第三节 甘肃省.....	(171)
第四节 青海省.....	(183)
第五节 宁夏回族自治区.....	(195)
第六节 新疆维吾尔自治区.....	(208)
主要参考文献.....	(220)
第五章 华东区	(221)
第一节 总体分析.....	(222)
第二节 上海市.....	(231)

第三节 江苏省	(242)
第四节 安徽省	(254)
第五节 浙江省	(263)
第六节 福建省	(273)
第七节 江西省	(285)
第八节 山东省	(296)
主要参考文献	(307)
第六章 中南区	(308)
第一节 总体分析	(308)
第二节 河南省	(319)
第三节 湖北省	(330)
第四节 湖南省	(341)
第五节 广东省	(351)
第六节 广西壮族自治区	(362)
第七节 海南省	(373)
主要参考文献	(383)
第七章 西南区	(384)
第一节 总体分析	(384)
第二节 云南省	(392)
第三节 四川省	(402)
第四节 贵州省	(413)
第五节 重庆市	(425)
第六节 西藏自治区	(434)
主要参考文献	(446)
第八章 结论及建议	(447)

第一章

国家能源消费总体趋势判断

消费是一切人类社会生产的初始与归宿。

人类的能源消费有着漫长的历史。工业革命以后,大量体外工具的制造和使用使人类社会的能源消费进入了矿物燃料为主时期。能源消费不仅成为现代社会的最显著标志,而且也成为现代资源开发中最具极化效应的消费行为。不断增长的能源消费在为人类社会的生产和生活创造更加便利和舒适的条件之时,也在不断地加剧国家、地区乃至全球自然环境的恶化。

作为世界上最大的能源消费国家之一,中国的能源消费及其增长趋势不仅决定着本国能源生产和供应格局变化,而且也深刻地影响着全球能源生产和供应格局的变化。知彼知己,百战不殆。因此,能否正确地把握中国能源消费及其增长变化是关乎国家能源节约总体战略制定的第一要务。

第一节 中国能源消费需求变化的阶段特征

综观过去 50 多年工业化历史,中国工业化过程的一次能源^①消费大体经历了 3 个基本发育阶段。

1. 初始增长阶段 (1952 ~ 1980 年)

这一阶段中国一次能源消费增长的最大特点在于:消费总量的增长与单位产出能耗的提高保持同步。

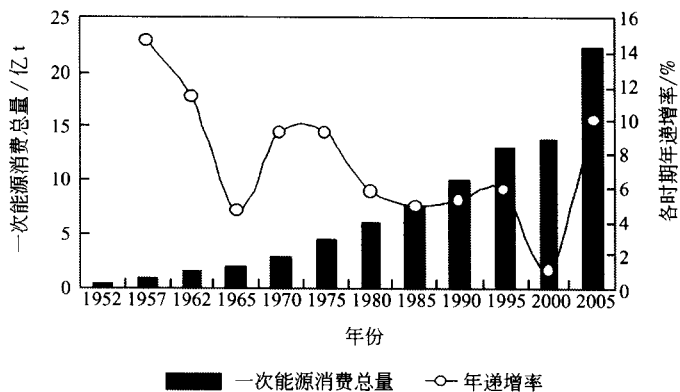


图 1.1 中国一次能源消费增长
(1952 ~ 2005 年)

① 本书除特别说明外,能源量均指标准煤数量。

首先,国家工业化初期阶段的一次能源消费总量从1952年时的0.49亿t快速增加到1980年时的6.0亿t,期间的年递增率达到了9.4%(图1.1)。

其次,受消费快速增长的影响,中国单位产出(GDP,按1952年不变价计算,下同)的能源消耗也从1952年时的7.18万t/亿元上升到1980年时的16.23万t/亿元,升幅超过1倍(图1.2)。

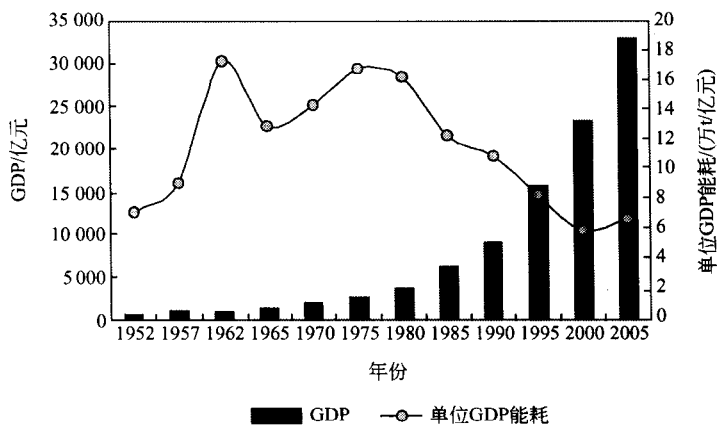


图 1.2 中国经济增长与单位产出能耗
(1952 ~ 2005 年, 1952 年不变价)

2. 相对稳定增长阶段 (1981 ~ 2000 年)

这一时期中国能源消费增长的最大特点是:在消费增速趋于平稳的同时,单位能耗也呈现出明显下降趋势。资料分析显示,1981 ~ 2000 年,中国一次能源消费总量增长 1.29 倍,期间的年递增率仅为 4.2%。与此同时,随着经济的快速发展,中国单位产出的能耗水平得到大幅改善。按不变价计算,2000 年中国单位 GDP 能耗为 5.93 万 t/亿元,与 1980 年相比,减幅达 63.5%。

3. 转型增长阶段 (2001 ~ 2005 年)

这一时期中国能源消费增长的最大特点是:在国家经济持续高速发展的状况下,能源消费总量增长和单位产出能耗出现双双反弹。根据有关统计资料,2005 年中国一次能源消费总量达到了 22.3 亿 t,较 2000 年增加近 8.5 亿 t,平均每年的增幅超过 1.7 亿 t。如此的能源消费快速增长,尽管国家经济继续保持高速增长,但是单位产出的能耗水平不降反升。2005 年中国单位 GDP 能耗为 6.76 万 t/亿元 (1952 年不变价),比 2000 年提高 14 个百分点 (图 1.2)。

第二节 国家能源消费行为的判断

为了准确把握中国未来能源节约潜力的趋势变化,必须对以往国家能源消费行为的规律有一个正确认识,这就是国家能源消费行为判断的基本内涵所在。应当指出的是,正确

认识国家能源消费行为的规律,不仅需要依据国家自身的实践,而且同样需要了解相似国家相似阶段的基本表现。因此,了解有关国家的实践,便成为判断中国能源消费行为合理性与否的一种必然组成部分。

1. 判断方法

正确的判断取决于合理而有效的方法。根据各国工业化及其能源消费的特征,我们引入结构演进-能源消费和结构演进-单位能耗两个基本判断模型。

(1) 结构演进-能源消费关联模型

这是建立在国家或地区产业结构演进与一次能源消费总量变化相关分析上的一种模型。模型建立的目的在于揭示产业结构演进与一次能源消费总量变化两者运动的轨迹,以便从整体上揭示国家或地区社会经济发展过程一次能源消费变化的基本特征。该模型的数学表达方式为

$$EEI = EU/ESD \quad (1.1)$$

式中,EU为地区一次能源消费;ESD为地区产业结构多元化演进程度。ESD的计算公式为

$$ESD = \sum (P/P, S/P, T/P)$$

式中, P 为第一产业产出; S 为第二产业产出; T 为第三产业产出。产业结构多元化的值域可以从1到无穷大。

(2) 结构演进-单位能耗关联模型

这是一种有关国家或地区产业结构演进与单位GDP能耗变化的相关分析模型。其目的在于认识国家或地区产业结构演进的节能效果和变化趋势。其模型的数学表达方式为

$$EEE = EE/ESD \quad (1.2)$$

式中,EE为地区单位一次能耗系数;ESD为地区产业结构多元化演进程度。其中

$$EE = EC/GDP$$

式中,EC为一次能源消费总量;GDP为地区国内生产总值。

2. 国际实证分析

为了进行国际比较,这里选择了美国、英国、法国、德国和印度等5个世界能源消费大国作为分析对象。

根据分析模型,这里首先进行了结构演进-能源消费关联效果的分析。分析的结果表明,工业化时期的国家能源消费是一种社会公共行为。尽管存在着国家工业化进程的发育环境差异,例如英国、法国和德国3国均遭受两次世界大战的破坏,但无论是发达国家还是发展中国家,国家工业化的能源消费行为均存在着明显的共性特征,即随着国家产业结构多元化的发展,其一次能源消费总量增长有一个从快到慢的减速过程(图1.3)。换言之,在国家工业化不同时期或阶段,产业结构的演进在能源消费变化方面具有明显的增速效应和减速效应。通常情况下,增速效应发生在工业化的初始阶段,减速效益则出现在工

业化的快速发展阶段。

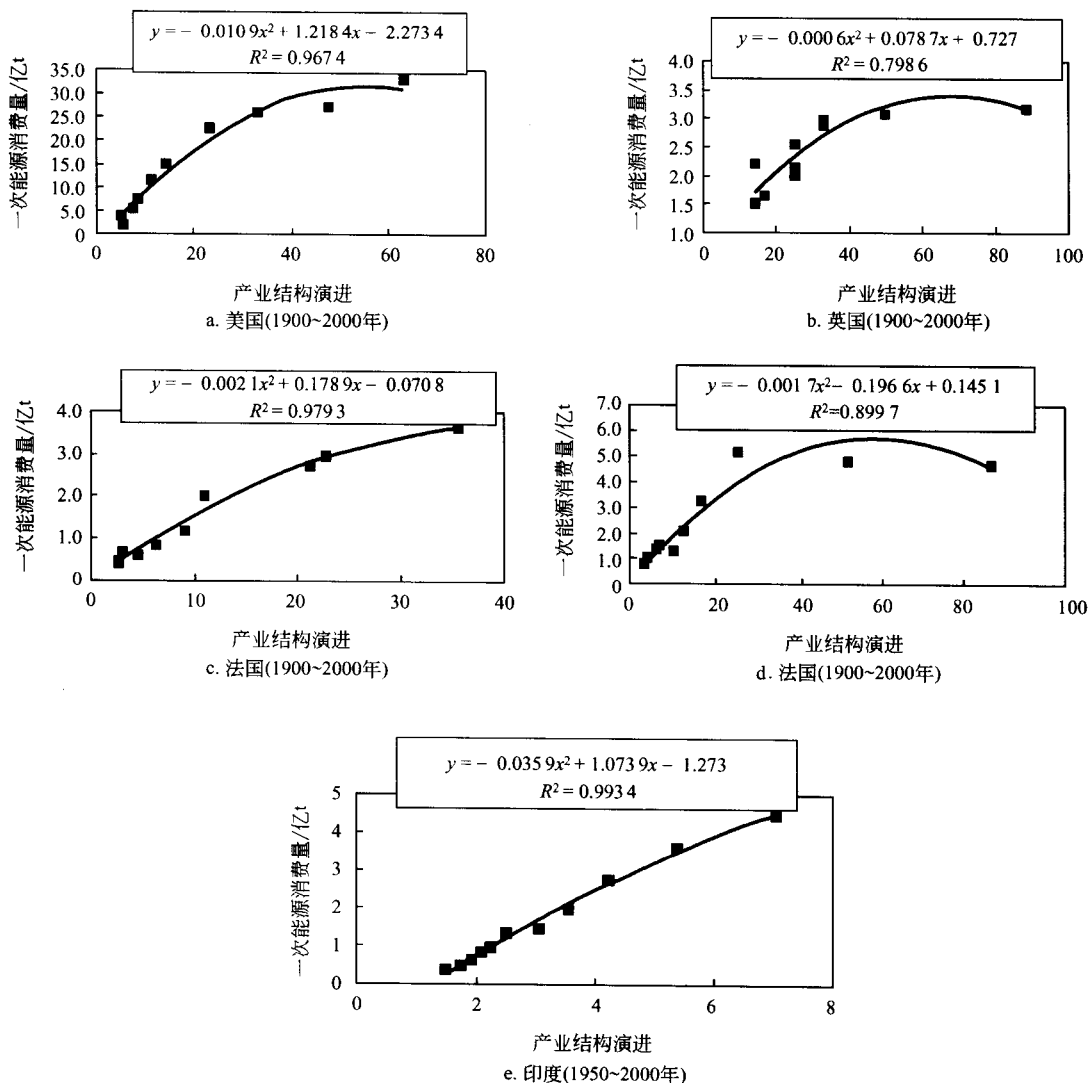


图 1.3 国际结构演进 - 能源消费关联模型分析
(1990 年国际元)

实际上,从上述 5 国的关联曲线的变化过程就可以看出,由于国家工业化所处发育阶段的不同,目前处于结构多元化初始阶段的印度,其能源消费增长的减速特征远不如美国、英国、法国和德国等发达国家那么明显(图 1.3e)。

其次,结构演进 - 单位能耗关联模型分析的结果则表明,在完成国家工业化初始阶段的基本任务后,即在完成国家财富积累从农业部门主导向工业制造业主导的转变过程后(或可称为准工业化时期),单位 GDP 的能源消耗会随着产业结构的演进呈现出快速下降的局面。此种变化与结构演进 - 能源消费关联模型分析中所表现出的工业化不同时期的能源消费增速效应和减速效应是相一致的。

客观地讲,美国、英国、法国和德国等发达国家早在 1900 年以前就已经跨过了准工业化时期,因此,根据所能获取的数据分析,在产业结构快速演进阶段,这些国家的单位 GDP 能耗一律保持急剧下滑的趋势(图 1.4a~d)。所不同者,由于结构演进速率和制造业部门组成的不同,上述 4 国的单位 GDP 能耗的下降特征不尽相同。例如,由于拥有良好的农业生产基础,法国的产业结构演进表现得相对缓慢,从而导致单位 GDP 能耗的下降速率低于英国和德国(图 1.4c)。同样地,由于第二次世界大战后的国家经济发展对汽车制造业和建筑业有着巨大的依赖性,因此庞大的原材料生产使得这一时期美国单位 GDP 能耗总体保持着一种相对缓慢的下滑速度(图 1.4a)。

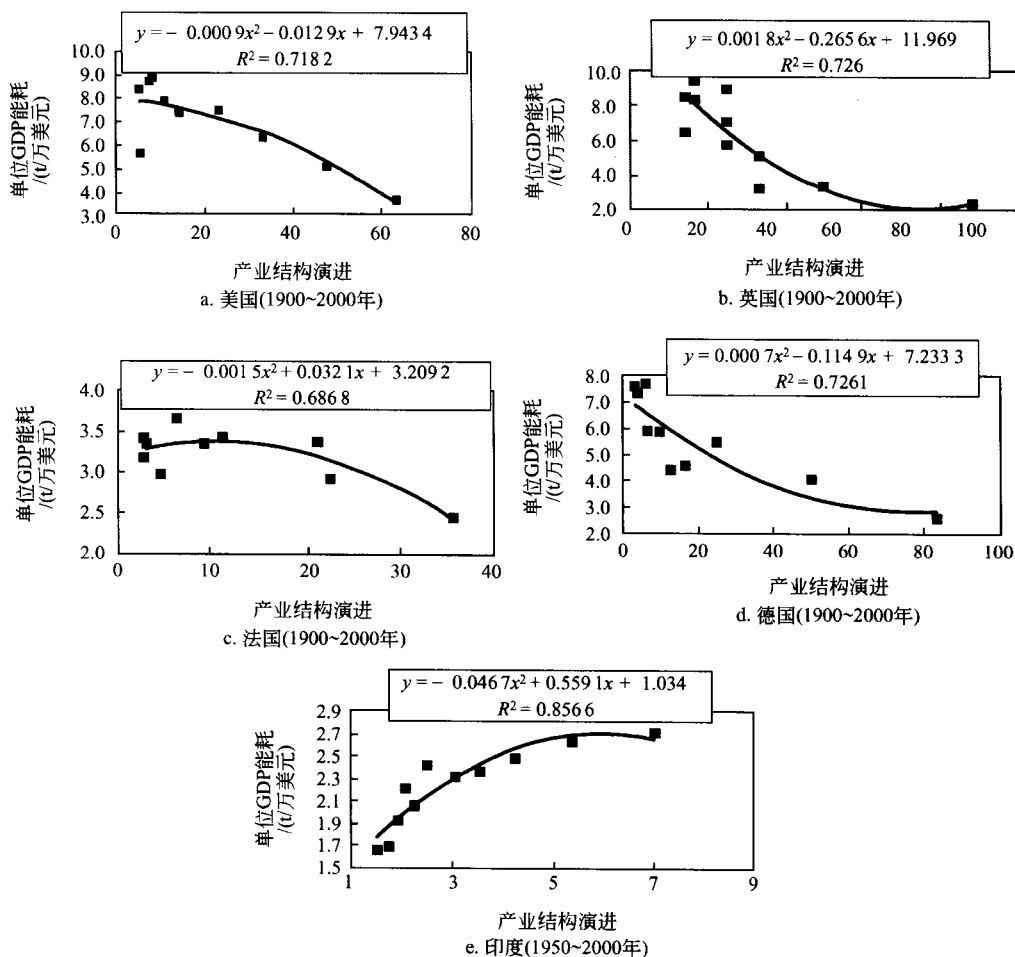


图 1.4 国际结构演进 - 单位能耗关联模型分析
(1990 年国际元)

与之相比,印度作为世界上第二大发展中国家,由于刚刚跨越准工业化时期,相对缓慢的产业结构演进在目前还不能有效推进印度单位 GDP 能耗的快速下降(图 1.4e)。也正是在结构演进 - 单位能耗关联模型分析中,印度工业化过程所表现的曲线形态与其他 4

个发达国家完全不同的根本原因所在。

3. 中国实证分析

作为世界上最大的发展中国家，中国的能源消费也与上述 5 国的实践存在着很多共性之处。

结构演进 - 能源消费关联模型分析的结果表明，中国过去工业化进程的国家能源消费行为与其他发达国家和发展中国家保持着总体一致性特征（图 1.5）。然而，与尚处于结构多元化初始阶段的印度相比（图 1.4e），中国工业化进程的产业结构多元化与能源消费增长不仅关联程度低，而且减速效果也差。

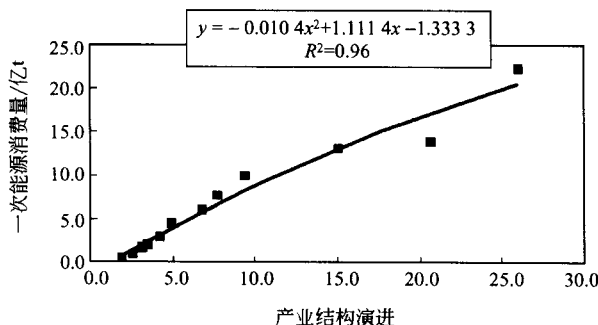


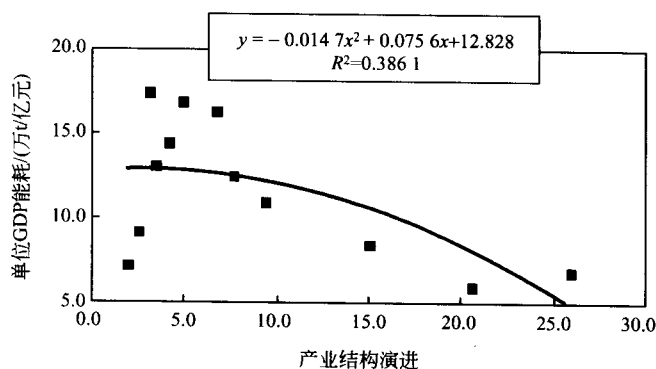
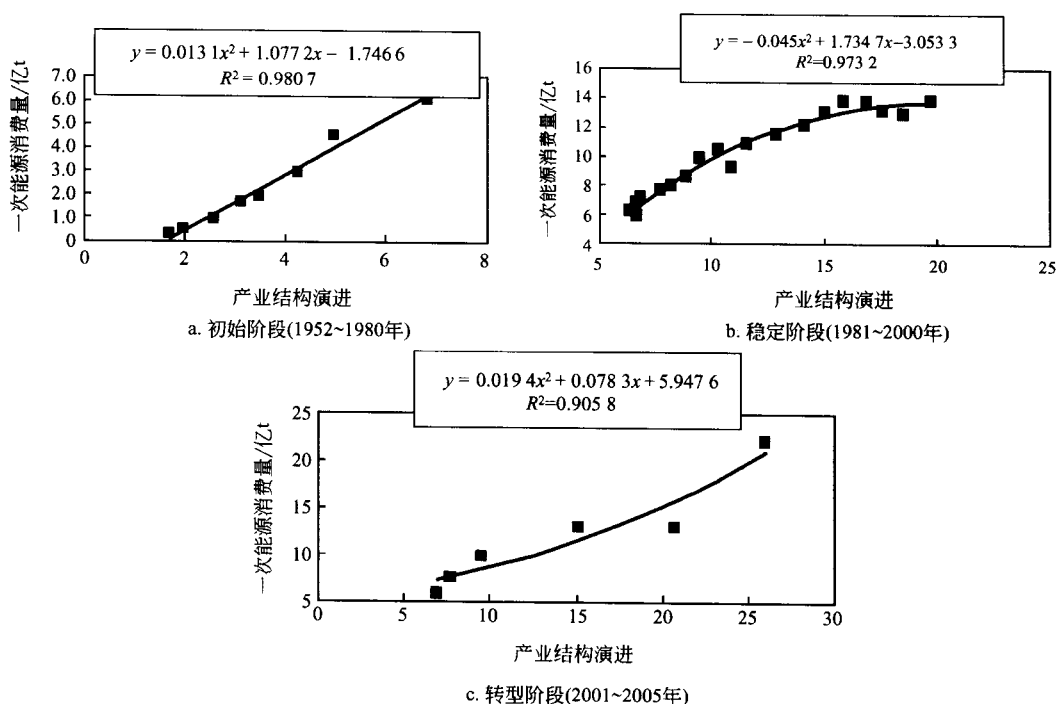
图 1.5 中国结构演进 - 能源消费模型总体分析
(1952 ~ 2005 年, 1952 年不变价)

为了更好地把握中国能源消费增长基本特征，这里根据中国一次能源消费增长过程进行阶段分析。阶段分析的结果表明，即便是在受到人为因素干扰严重的工业化初始阶段（1952 ~ 1980 年），中国的产业结构演进表现出明显的能源消费增长需求（图 1.6a）。这是包括印度在内所有对象国工业化初期的典型特征，或可称为结构演进的增速效应。

进入稳定发育阶段后（1981 ~ 2000 年），中国的产业 - 能源关联性则表现出与发达国家明显的一致特征。这种特征不仅体现在相关程度的提高方面，而且更体现在国家产业结构多元化进程中能源消费增长的减速效应（ $-0.045x^2$ ）开始占据主导地位（图 1.6b）。

然而，当工业化进入转型时期后，情况突然发生逆转，国家产业结构的演进并未使能源消费增长的减速效应得到继续发挥。相反的，关联曲线表现出明显的上扬趋势，能源消费增长的增速效应（ $0.019x^2$ ）成为了这一时期产业结构演进的主宰（图 1.6c）。

结构演进 - 单位能耗模型的分析则显示，尽管与其他 5 个国家一样，随着国家产业结构的演进，中国的单位 GDP 能耗也呈现出明显下降态势，但是较低的相关系数（ $R^2 = 0.3861$ ）则表明（图 1.7），在过去 50 余年的工业化过程中，中国产业结构演进对单位 GDP 能耗下降的推动作用远不如其他国家那样强烈。究其原因，除了无法抗拒的自然灾害外，忽视主导产业部门多元化的发展，如计划经济时期推行的重工业发展优先的倾斜政策至关重要。为了说明这一点，有必要对中国过去 50 余年工业化过程的单位 GDP 能耗变化情况同样展开阶段分析。



在 1952 ~ 1980 年国家工业化初始阶段, 由于强调建立国家重工业基础, 全国单位 GDP 能耗上升 1.26 倍。与之相比, 同期印度的单位 GDP 能耗只提高了 0.4 倍 (图 1.8a 和图 1.4e)。显然, 这一时期国家工业化进程的产业结构演进, 表现出明显的单位能耗增速效应。

改革开放以来, 由于国家实施产业与部门的多元化发展, 中国的单位 GDP 能耗开始出现大幅下降。到 2000 年中国单位 GDP 能耗已经下降到了 5.93 元/万元, 较 1980 年下降了 63.5% (图 1.8b)。与初始阶段相比, 这一时期国家产业结构的演进则展现出明显的单位

能耗增速效应。

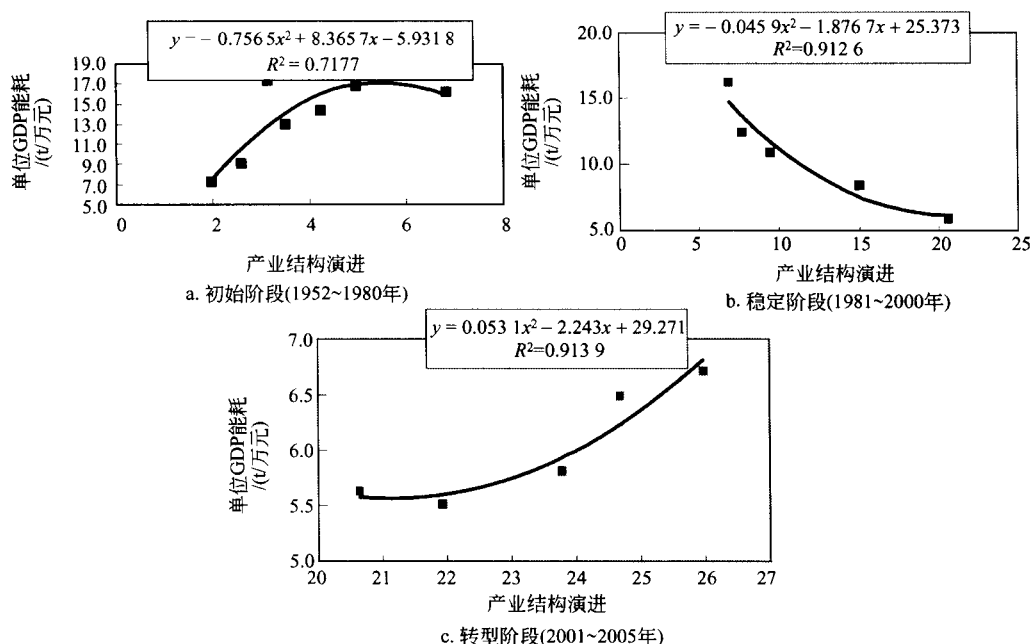


图 1.8 中国结构演进 - 单位能耗模型阶段分析
(1952 ~ 2005 年, 1952 年不变价)

遗憾的是,受一次能源消费快速增长的影响,中国产业结构演进的单位 GDP 能耗也出现逆转。中国单位 GDP 能耗从 2000 年的 5.93t/万元快速回升到 2005 年的 6.76t/万元 (图 1.8c),增幅超过 93%。

出现的这种有悖本国和国际工业化实践规律的反常变化,不得不引发人们对中国工业化转型时期一次能源消费行为的理性问题的思考和质疑。

4. 中国能源消费行为的理性分析

为了展开有关中国能源消费的理性问题探讨,有必要将研究的视角从国家的整体实践延伸到部门,乃至大耗能产品的具体表现。

根据能源消费增长与社会经济发展的整体关系,这里将相关理性问题分析的基点确定在不同时期单位产出增加量的一次能源消耗水平变化,或可称为单位增量能耗。需要指出的是,由于统计数据的限制,相关问题的探讨主要围绕着1985~2003年这一经济高速发展期间的国家能源消费行为展开。

首先,就单位经济总量增长能源消耗情况看,“六五”时期(1981~1985年)中国单位 GDP 增量能耗为 6.61 万 t/亿元。“七五”时期(1986~1990年),中国单位产出的能耗值上升到了 7.68 万 t/亿元。在此后的“八五”(1991~1995年)和“九五”(1996~2000年)两个时期,中国单位产出的能耗陡然下降到了 4.92 万 t/亿元和 0.95 万 t/亿元。然而,到“十五”期间(2001~2005年)又急剧攀升至 8.77 万 t/亿元(图 1.9)。显然,如此这种变化说明,最近 10 年来中国能源消费呈现出明显的非理性增长。

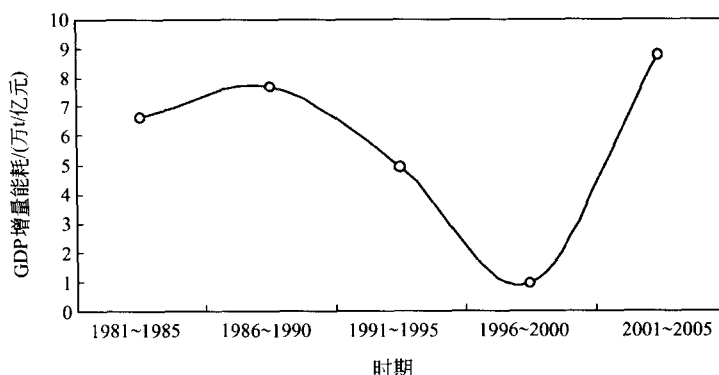


图 1.9 中国单位 GDP 增量的能耗变化
(1980 ~ 2005 年, 1952 年不变价)

换一个更为直观的方法评价中国最近 10 年的能源消费行为变化, 也可以得出相同结论。

2001 ~ 2005 年, 中国一次能源消费增量约为 8.5 亿 t, 同期的 GDP 增量为 9670 亿元 (1952 年不变价)。以此计算, 1977 ~ 2000 年, 中国也完成了大约 8.6 亿 t 的一次能源消费增量, 但是, 同期的 GDP 增量则超过了 20 500 亿元 (1952 年不变价)。换言之, 仅用 5 年时间, 中国一次能源消费就实现了过去 28 年所完成的增量, 但是这个五年计划 (“十五”时期) 的 GDP 增量水平却只相当于过去 23 年的 47.6%。如此不同的时间跨度和如此不同的投入产出效果只能证实这样一个判断, 即 21 世纪以来中国的能源消费存在着明显的非理性增长。

其次, 作为中国能源消费的一个基本特征, 长期以来, 工业始终占据中国一次能源消费的主导地位, 且有不断加强趋势。统计资料显示, 1980 ~ 2003 年, 中国一次能源消费中 (不包括水电) 工业所占比重提高了 14 个百分点, 其中, 2003 年仅黑色冶金、建筑材料

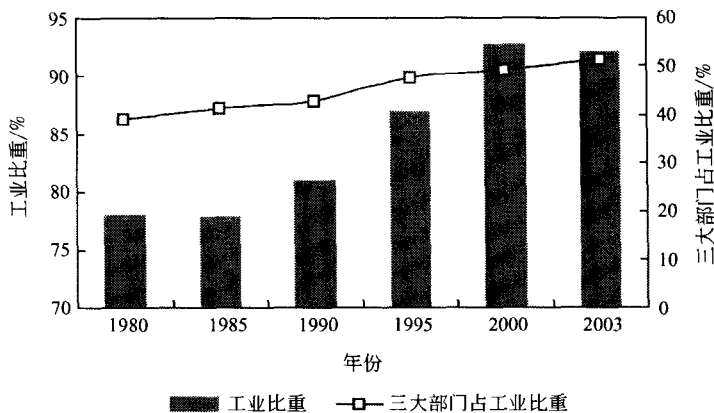


图 1.10 中国工业及三大高耗能部门一次能源消费比重变化
(1980 ~ 2003 年)

制造和火力发电三大高耗能部门的能源消费^①就占到整个工业能源消费的 50% 以上 (图 1.10)。然而,在具体考察这一阶段三大部门的表现时,却发现存在着与国家单位 GDP 增量能耗相同的变化趋势。

统计资料的分析显示,自“六五”时期(1981~1985年)以来,黑色冶金、建材和火电三大部门主要产品钢、水泥和火电的单位能耗大体经历了“升—降—升”(图 1.11a 所示的钢生产)和“先降后升”的变化趋势(图 1.11b 所示的水泥生产和图 1.11c 所示的火电生产)。

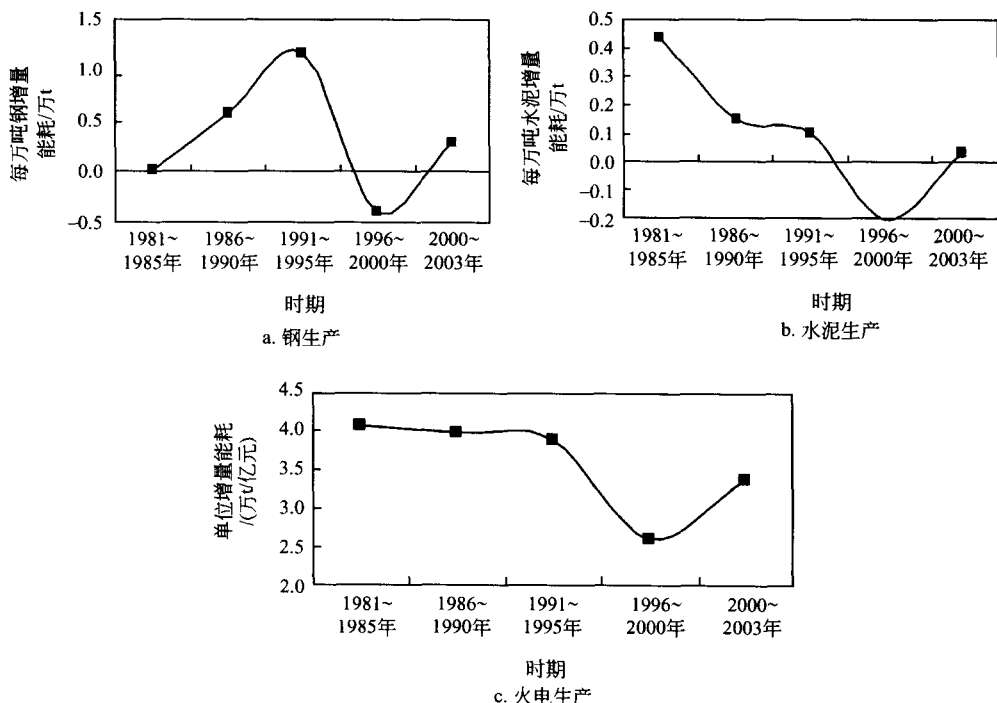


图 1.11 中国三大工业产品单位增量能耗变化
(1981~2003 年)

一般来说,在资本投入增大和技术进步加强的推动下,社会物质生产,特别是集约化程度较高的原材料生产部门的单位增量能耗会随着产量的增长而下降。1980~1995 年的中国水泥和火电两大产品的生产发展也恰恰证实了这一点。然而,当 2001~2003 年三大产品的单位增量能耗呈现一律上升态势时,这种能源消费增长的合理性便理所当然地受到人们的普遍质疑。

尽管存在着资源环境基础和人文发育环境的明显不同,但是世界各国工业化的发展却存在着许多共性特征。就国家产业结构多元化的演进和单位社会产出能耗的变化而言,中国工业化大体上保持着与其他国家一致的发展态势。近年来中国能源消费行为呈现出大落

^① 随着现代能源集约化生产的发展,社会生产和生活各部门的能源消费更多地通过二次能源消费来实现。例如,1980 年中国社会各部门(不包括能源生产部门)矿物能源与二次能源(包括水电)两者的消费比例为 1:0.15,到了 2000 年,这一比例已经快速变为 1:3.14。