

“资源经济与管理”丛书

能源消费 经济学

吴巧生 汪小英 李世祥 汪金伟 编著



科学出版社

“资源经济与管理”丛书

能源消费经济学

吴巧生 汪小英 李世祥 汪金伟 编著

中国地质大学(武汉)人文社会科学学术出版基金资助



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以能源消费问题为脉络,系统介绍了能源消费的一般理论与规律、能源效率及其影响因素、能源需求预测方法,并从实证角度探讨了中国及世界的能源消费问题。本书聚焦于能源消费的可持续性,对世界能源消费的趋同性、公平性及中国能源消费政策等进行了系统性研究。

本书可供与能源消费研究相关的部门、决策者,以及高等院校和科研单位的相关专业人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源消费经济学/吴巧生等编著. —北京:科学出版社,2013

“资源经济与管理”丛书

ISBN 978-7-03-037354-0

I. 能… II. 吴… III. 能源消费-消费经济学-研究 IV. F407.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081458 号

责任编辑:高 嵘 陈会迎 / 责任校对:包志虹

责任印制:彭 超 / 封面设计:苏 波

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>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 5 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013 年 5 月第一次印刷 印张:14 1/4

字数:272 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“资源经济与管理”丛书序

资源环境问题是人类社会工业化和城市化的结果,是人类社会发展的重大障碍。为了促进我国转变经济发展方式,实施可持续发展战略,走新型工业化、城市化道路,实现经济社会发展由要素驱动向创新驱动转变,全面建设小康社会,同时,为了促进资源经济与管理领域的学科建设,中国地质大学(武汉)组织相关专家、学者编写了“资源经济与管理”丛书。该丛书由《中国非可再生能源区域优化配置问题研究》、《地质环境经济学》、《资源经济学》、《我国碳交易市场定价机制研究》、《能源消费经济学》、《矿业经济:理论、政策与实践》和《国际油气项目战略投资评价:实物期权视角》7部著作和教材组成。

一、编辑委员会

主任委员 郝翔

副主任委员 成金华

委员 (按拼音排序)

曹桂华 吕军 汤尚颖 陶应发 吴巧生

严良 杨树旺 余敬 余瑞祥 诸克军

二、编写特点

本丛书在编写过程中,按照“精心组织,突出特色,展示成果”的要求,认真编写。丛书主要突出了以下几个特点:

一是教学与科研的结合。本丛书在编写过程中着力贯彻“从教学中来,到教学中去;从研究中来,到教学中去”的理念。承担本丛书写作任务的教师都是从事资源经济管理教学和科研工作的教授和副教授。他们不仅具有一定的教学经验和科研阅历,而且参与了资源经济与管理学科的建设管理工作。他们熟悉本学科的前沿理论和实践,对经济社会发展中的资源环境问题有较深刻的认识,其见解已反映在各自编写的教材和著作之中。

二是理论性和应用性的结合。该丛书大部分是专业教师承担的科研项目直接转化的结果。

三是时代性和学术性的结合。资源经济管理学科有效地吸收和借鉴了生态经济学、可持续发展理论、新制度经济学、循环经济学和资源环境科学的理论和方法,反映了时代的要求,突出了时代特色,但由于其发展较晚,许多方面并不完整,其理论和实践都在发展之中,因此,本丛书中许多问题仍然存在着学术争论,需要进一步探讨。

三、指导思想

本丛书重点讨论的是我国经济社会发展过程中的资源环境约束问题,集中在矿产资源和能源问题,地质环境和碳交易市场定价机制问题。这些问题都是我国新时期经济社会发展的热点和难点问题。丛书一方面是满足资源经济管理类研究生教学的需要,同时也可作为关心我国社会经济发展中的资源环境问题的研究者和思考者作交流和参考。

本丛书受中国地质大学(武汉)人文社会科学学术出版基金资助。随着科研的深入和学科建设发展的需要,中国地质大学(武汉)将支持更多的优秀著作和教材出版,并使“资源经济与管理”出版内容更丰富,体系更完整。

前 言

人类社会的发展与能源休戚相关。30 多年来,随着全球经济规模的不断扩大,全球能源消费总量持续增长。其中,能源消费排放物所导致的环境质量下降、全球气候恶化等问题给人类的生存和发展造成了极大的威胁。与能源消费密切相关的气候变化问题已成为国内外学术界,各国政府、工商界和社会公众共同关注的焦点。在当前和未来相当长时间内,人类发展面临的主要问题必将还是与节能减排密切相关的社会经济问题,能源消费的可持续性关系到经济社会的永续发展,能源消费问题已经演变成为影响全球政治经济格局和人类社会全局的重大战略问题。

对于我国来说,受经济社会发展阶段、人口众多、经济发展惯性作用等因素的影响,未来我国能源需求增速仍将处于较高水平。由于人均能源资源短缺、环境容量有限,我国作为世界上最大的发展中国家,在促进经济社会全面发展的过程中,面临着能源与气候的严峻挑战。加强能源消费问题的研究,就显得尤为迫切。本书以能源消费问题为脉络,从全球视野与中国实际问题相结合的角度,综合考量能源效率、中国能源消费演变特征、世界能源消费的可持续性与公平性、能源政策等问题。

本书由中国地质大学(武汉)经济管理学院从事能源经济的几位教师合作编写,具体分工是:第一章,由吴巧生主笔;第二章、第三章,由李世祥主笔;第四章,由汪金伟主笔;第五章、第六章,由吴巧生主笔;第七章,由汪小英主笔。全书由吴巧生负责组织和统稿。

本书的研究与编写得到了国家社会科学基金重大项目(11&·ZD040)、国土资源大调查项目(1212011120362)等的支持,并吸收了国内外已有的研究成果,在此向有关机构和作者表示衷心的感谢!对于引用部分,我们尽可能在书中加注并在每章内容后列出参考文献,如有疏漏之处,敬请谅解。由于时间仓促,加上作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请各位同行批评指正。

吴巧生

2012 年 11 月 7 日于武汉

“资源经济与管理”丛书编委会

主任委员 郝翔

副主任委员 成金华

委员 (按拼音排序)

曹桂华 吕军 汤尚颖 陶应发 吴巧生

严良 杨树旺 余敬 余瑞祥 诸克军

目 录

“资源经济与管理”丛书序

前言

第一章 绪论	1
第一节 能源消费问题的重要性	1
第二节 能源消费的主要影响因素	3
一、工业化与城市化	3
二、其他因素	7
第三节 能源消费经济学的研究内容与方法	9
一、能源消费经济学的研究内容	9
二、能源消费经济学的研究方法	10
第二章 能源消费的一般理论与规律	11
第一节 能源消费、经济增长与要素替代	11
一、能源消费与经济增长	11
二、能源与要素替代	14
第二节 工业化、能源消耗与节能减排	16
一、工业化的能源资源路线	16
二、能源消耗与节能减排	19
第三节 发达工业化国家能源消耗规律	21
一、工业化中能源消耗变动的一般规律	21
二、发达工业化国家的能源消耗规律	23
三、全球工业化与能源资源消耗中心	25
第四节 中国能源消费的一般规律	26
一、1980~2000 年的低能耗特征及其解释	26
二、21 世纪以来的高能耗特征及其解释	32
三、工业化进程中能耗变动的长期趋势	35

第三章 能源效率	37
第一节 能源效率的概念与测度方法	37
一、能源效率的概念	37
二、单位 GDP 能耗方法	38
三、全要素能源效率方法	39
四、多目标情形下的全要素能源效率评价模型	44
第二节 能源效率的影响因素	46
一、经济结构	46
二、技术进步	51
三、能源市场化改革	55
第三节 基于全要素方法的中国能源效率特征	58
一、能源效率地区差异明显	58
二、工业行业能源效率普遍偏低	60
三、能源与其他要素之间的替代效应微弱	61
四、刚性的高能耗技术结构对能源价格不敏感	62
第四节 结构变动、技术进步、能源价格对中国能源效率的影响估计	63
一、当前的经济结构特征不利于能源效率的提升	63
二、技术进步对能源效率具有显著的提升作用	66
三、能源市场化改革有利于能源效率的改进	68
四、2000 年前后分段估计结果	68
第四章 能源需求预测	71
第一节 能源需求的预测方法	71
一、灰色系统	71
二、传统时间序列方法	76
第二节 能源需求的因素分析预测方法	83
一、多元时间序列	84
二、投入产出法	87
三、能源消费弹性系数法	93
四、BP 人工神经网络	94
五、RRS 能源因素分析法	98
六、系统动力学模型	100
第三节 组合预测	104

一、组合预测的基本思想	105
二、组合预测的分类	106
三、不同目标函数下的线性组合预测模型	107
第五章 中国能源消费问题	111
第一节 中国能源消费特征与国际比较	111
第二节 中国工业化进程中的能源消耗强度变动与影响因素	114
一、能源消耗强度指数分解模型及方法	114
二、中国能源消耗强度变动的因素分解	117
三、全要素生产率对能源消耗强度的影响	119
四、中国能源消费强度变动的驱动机制:多因素影响模型	120
五、几点结论	122
第三节 理解中国能源消费:工业化、城市化的视角	123
一、中国在工业化、城市化进程中的能源消费变化	123
二、工业化、城市化与中国能源消费的协同模拟:ARDL 模型	125
三、中国工业化、城市化与能源消费的未来:追赶模型	130
四、几点认识	132
第四节 技术进步对中国能源消费的影响	133
一、模型	133
二、数据	134
第六章 世界能源消费:收敛性、可持续性与不平等性	138
第一节 世界能源消费的收敛性与转型路径	138
一、方法介绍	139
二、能源消费收敛性分析	142
三、能源消费转型	145
第二节 世界能源消费的可持续性:人文发展的视角	147
一、人文发展与能源消费的相关性检验	148
二、基于人文发展的能源可持续性消费路径	151
第三节 世界能源消费的不平等性	157
一、不平等性的测度方法	159
二、不平等性分析:洛伦兹曲线和基尼系数	160
三、基于 Theil 指数的能源消费不平等性分解	164
四、不平等性分解的进一步分析:美国和中国的情形	165

五、基本认识	167
第七章 能源消费政策与节能减排	169
第一节 节能减排:需求侧管理	170
一、节能减排的经济特征	170
二、引导节能减排的政策手段	171
三、经济手段引导节能减排行为的作用机制	173
第二节 中国能源消费政策演进与节能减排	179
一、能源总量短缺时期的消费政策及其政策目标	180
二、能源供求相对过剩时期的消费政策与节能减排	182
三、简短评论	184
第三节 中国能源消费政策的节能减排效应分析	185
一、节能效应分析	185
二、环保效应分析	190
三、中国能源消费政策引导节能减排存在的制约因素分析	191
第四节 构建促进节能减排的能源消费政策引导体系	194
一、促进节能减排的能源消费政策引导路径	194
二、促进节能减排的能源消费政策选择	198
参考文献	205

第一章

绪 论

人类社会的发展与能源休戚相关。近 30 多年来,随着全球经济规模的不断扩大,全球能源消费总量持续增长。1973 年全球一次能源消费量仅为 573 亿吨油当量,2011 年已达 122.75 亿吨油当量(BP,2012),能源消费总量翻了一番多。工业革命以来,世界经济和能源消费均保持了较快的发展态势,1980~2009 年,世界生产总值(gross world product,GWP)与能源消费总量的相关系数为 0.995;GWP 和能源消费的年均增长分别为 2.8%和 1.8%;单位 GWP 能耗累计下降了 23%。全球经济每增长 1%,大约带动能源需求增长 0.64%(魏一鸣,廖华,2010a)。消费是生产的目,能源消费总量、消费结构、效率及不均衡性都会对社会经济的发展产生重要影响。在当前和未来相当长时间内,人类发展面临的主要问题必将还是与节能减排密切相关的社会经济问题,能源消费的可持续性关系到经济社会的永续发展,能源消费问题已经演变成为影响全球政治经济格局和人类社会发展全局的重大战略问题。



第一节 能源消费问题的重要性

能源消费给经济高速发展注入了强劲动力,但能源消费排放物所导致的环境质量下降、全球气候恶化等问题也对人类的生存和发展构成了极大的威胁。自 19 世纪 70 年代的产业革命以来,化石能源的消费量一直高速增长。进入 20 世纪以后,石油和天然气的生产量与消费量持续上升,石油消费量在 20 世纪 60 年代超过煤炭,成为一次能源的主要消费品种。随后,虽然 20 世纪 70 年代全世界经历了两次石油危机,但全球石油消费量却丝毫没有减少的趋势,而煤炭的消费比例缓慢下降,天然气的比例则不断上升,同时,核能、风能、水力、地热等其他形式的新能源逐

渐被开发和利用,且逐渐形成了目前以化石能源为主,并和可再生能源、新能源并存的能源结构格局。在2011年全球一次能源消费总量中,石油约占33.1%,煤炭约占30.3%,天然气则约占23.7%,非化石能源和可再生能源虽然增长很快,但仍只占较低的比例,为12.9%(BP,2012),近年来全球能源消费变化如图1-1所示。这种以化石能源为主的能源消费结构在短期内是很难改变的,由此导致的生态环境破坏及全球气候恶化现象还会长期地威胁着人类的生存环境,对全球经济社会的发展也将有长远的负面影响。

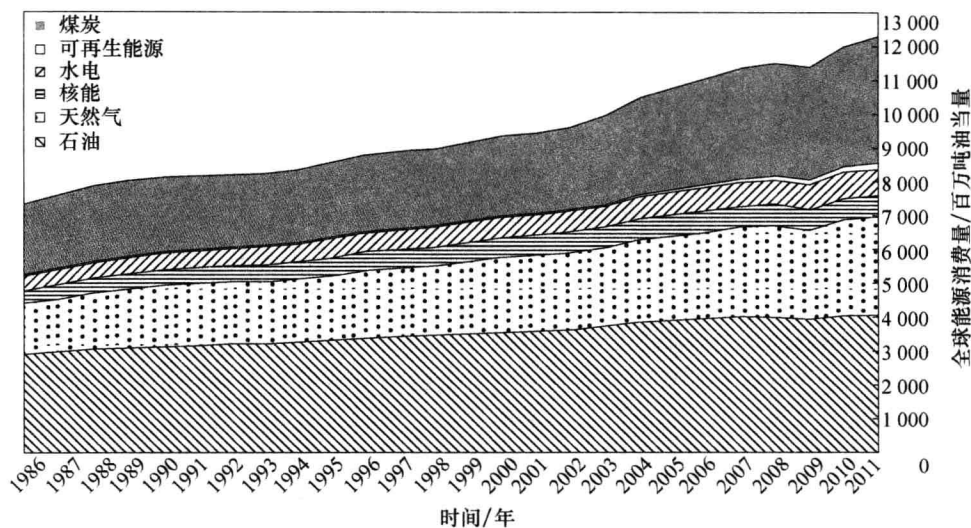


图 1-1 全球能源消费

资料来源:BP,2012

在能源消费量持续增长和各种能源产品价格大幅波动这一环境下,所有国家都有责任减少能源消耗且对未来更低能耗和更高效率的社会进步与经济增长抱有希望。当能源消费关系到人类可持续发展的时候,通过改变以经济增长为中心的政策目标,寻找能源消费和社会的协调发展机遇来满足人类基本能源需求是有可能的。就像自然界普遍存在的不平衡关系一样,当今大部分从化石能源衍生出来的能源都被发达国家或地区消费掉,这样的一种能源系统已经导致非常严重的社会关系不平等。能源消费的不平等性,如同能源消费的可持续性问题一样,已成为国际社会高度关注的问题之一。

从能源消费的角度看,当前世界能源发展面临如下挑战:①世界能源消费开始由发达国家与发展中国家共享市场;②世界化石能源的供需平衡,只能满足全球能源需求的低速增长;③对能源安全、温室气体排放及新的国际竞争力的战略追求,

将对传统的世界能源格局提出挑战,能源利用将进一步向节能、高效、清洁、低碳方向发展;④在今后几十年内,世界能源结构将发生重大变化,非化石能源将逐步成为主要能源;⑤世界各主要国家纷纷调整战略,能源新技术成为竞相争战的新的战略制高点,以夺取可持续发展的主动权。

受经济社会发展阶段、人口众多、经济发展惯性作用等因素的影响,未来我国能源需求增速仍将处于较高水平。由于人均能源资源短缺、环境容量有限,我国作为世界上最大的发展中国家,在促进经济社会全面发展的过程中,面临着严峻的能源与气候挑战。加强对能源消费问题的研究,就显得尤为迫切。本书将以能源消费问题为脉络,从全球视野与中国实际相结合的角度,综合考量能源效率、中国能源消费演变特征、世界能源消费的可持续性与公平性、能源政策等问题。



第二节 能源消费的主要影响因素

影响能源消费的因素非常复杂,这些因素之间又互相影响,关系错综复杂。但从国家经济社会发展的历史过程看,影响能源消费的基本因素是工业化与城市化,工业化与城市化的发展直接关系到经济增长、人口集聚、产业结构变化、社会进步的速度与规模,进而影响了能源需求。毫无疑问,影响能源消费的关键因素就是工业化与城市化。当然,能源价格、能源技术与管理,以及能源政策等因素对能源消费也会造成直接影响,下面也将对这些因素作简单介绍。

一、工业化与城市化

能源不仅是现代人类社会发展的基本动力来源,也是工业化、城市化发展的基本动力来源。总体而言,随着区域空间财富积累功能的不断加强,国家或地区工业化、城市化对能源消费的依赖性表现得愈加强烈。很显然,工业化与城市化鼓励现代能源替代传统能源,并影响现代能源的生产。工业化、城市化是影响一国能源消费的重要因素。工业化关注产业结构的转变与经济的快速增长,劳动力从农业部门转向工业与服务业,而且在工业内部,低能源消费强度的初级产品生产向高能源消费强度的制造业过渡,包括技术进步在内的新的经济活动迫使能源需求发生改变。与此同时,城市化伴随着工业化产生和发展,工业化的进程使工业企业数目急剧增多,人口不断向城市集中,要求城市加快发展,同时也给城市的发展带来了越来越高的要求,而城市化的发展又反过来为工业化的发展提供了可能的条件,伴随工业化进程的城市化亦会影响能源需求。

一般来讲,经济社会发展过程中能源消费速率呈现三阶段模式:前工业化进程,能源消费的增率与国内生产总值(gross domestic product,GDP)的增率之比一般小于0.5,能源消费增速远远低于GDP增速;工业化进程,分为缓慢和快速两种情况,缓慢工业化进程中的能源消费增率与GDP的增率之比一般介于0.8~1.2,能源消费增速接近GDP的增速,快速工业化进程中的能源消费增率与GDP的增率之比一般介于1.0~1.5,能源消费增速明显高于GDP增速;后工业化进程,能源消费的增率与GDP的增率之比一般不超过0.8,能源消费增速相对低于GDP增速。快速工业化国家或地区(如日本、韩国及中国台湾地区等)与缓慢工业化国家(如美国、英国、德国等)的能源消费总量变化存在个性化差异,但经济总量的增长持续依赖总能耗的增长是一个基本规律。缓慢工业化国家能源消费总量变化呈现增速缓慢的特点;快速工业化国家则表现为在工业化峰期之前,总能耗增加速度较快,进入后工业化阶段总能耗增加速度减缓。与此同时,能源消费强度(创造单位GDP所投入的能量量)变化与工业化进程密切相关,随着经济社会的发展,工业化阶段能源消费强度一般呈缓慢上升趋势,进入后工业化阶段后,经济发展模式发生重大改变,能源消费强度开始下降(图1-2)。当然,不同国家的能源消费强度存在个性化差异。

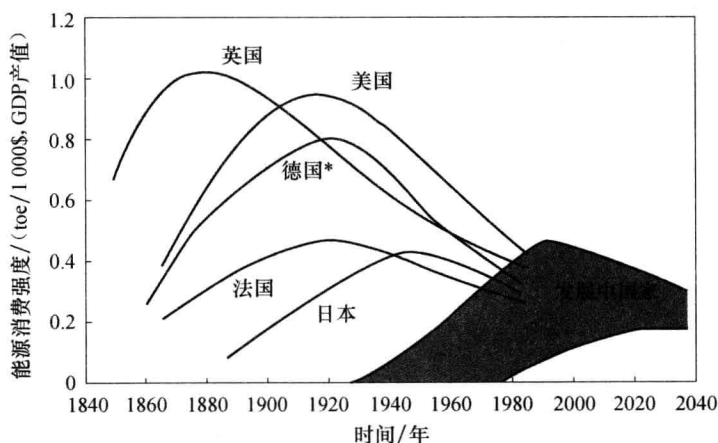


图 1-2 发达工业化国家能源消费强度的变化曲线

资料来源:Reddy,Goldberg,1990

* 1949 年之前为德国数据,1949 年之后为联邦德国数据

全球截面数据表明,不管是按购买力平价(purchasing power parity,PPP)计算还是按实际汇率计算,随着人均GDP的提高,人均能源消费基本呈线性模式增长(图1-3)。无论是在工业化阶段还是后工业化阶段,两者之间均呈现明显的线性关系。尽管各国的能源利用效率和节能技术有了很大的提高,单位GDP的能耗

有了显著下降,但是,大多数国家都处于能源消费总量不断增长的状态。如图1-4、图1-5所示,工业化、城市化与人均能耗都具有显著的正相关性,工业化、城市化水平越高的国家,其人均能耗越大。与此同时,按照实际汇率计算,工业化、城市化与能源消费强度之间也呈现较为显著的负相关性,即工业化、城市化水平越高,能源消费强度就越低;但如果按购买力平价计算,工业化、城市化与能源消费强度之间的相关性就变得非常弱。相对于人均能耗,工业化、城市化与能源消费强度的关系要复杂得多。从全球范围看,工业化、城市化水平直接影响人均能耗水平。可以说,迄今为止,整个世界都还处于高耗能状态,人均能耗逐年增加,即使在已经实现了工业化的发达国家,工业化社会的能源消费的基本特征仍然存在(图1-6)。尽管当今世界节能技术日趋成熟,以化石能源消耗为主导因素导致的全球气候变化的问题也已引起普遍关注,但是在完成工业化进程之前甚至到后工业化阶段,大幅度降低国家能源消费的现实可能性是值得斟酌的。

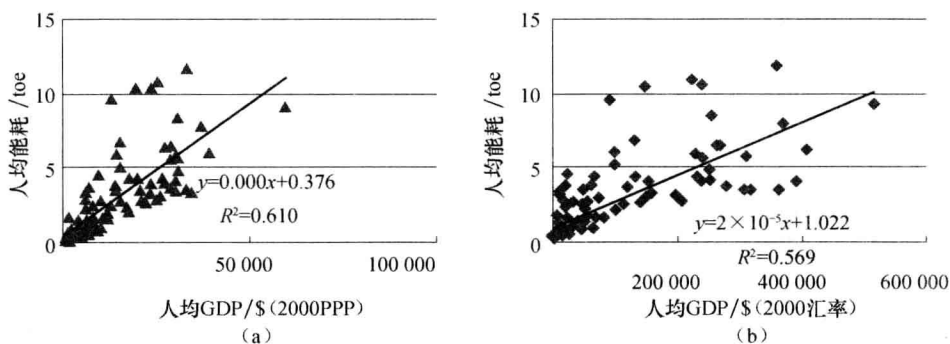


图 1-3 经济增长与能源消费的关系(2005 年截面数据)

资料来源:IEA,2009

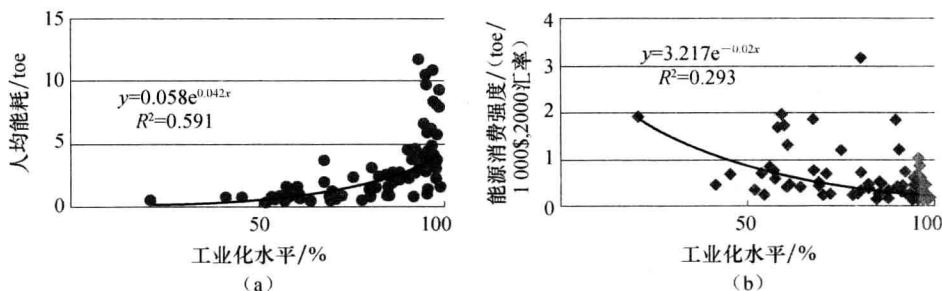


图 1-4 工业化与能源消费的关系(2005 年截面数据)

资料来源:联合国数据库;IEA,2009

工业化水平即非农就业人口占总就业人口的比重

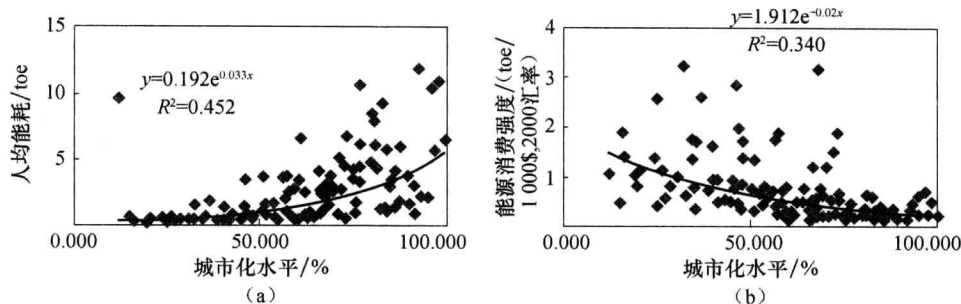


图 1-5 城市化与能源消费的关系(2005 年截面数据)

资料来源:IEA,2009

城市化水平即城市人口占总人口的比重

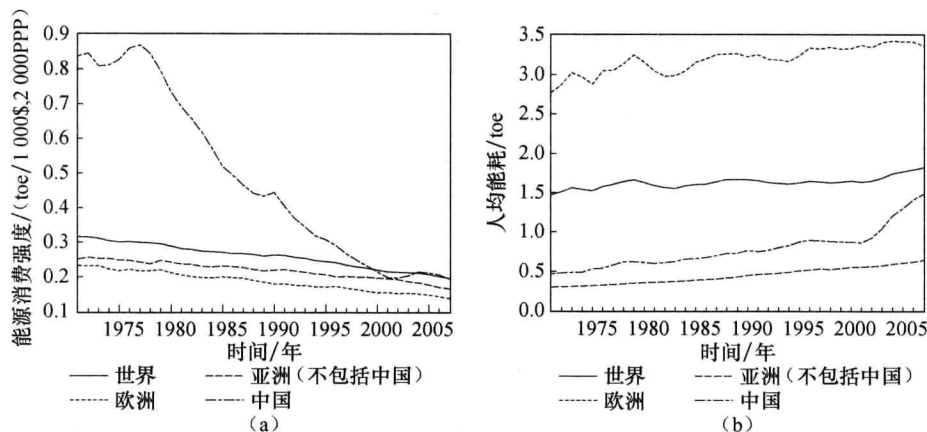


图 1-6 世界能源消费变动趋势

资料来源:IEA,2009

从发达工业化国家能源消费强度演变的基本经验来看,工业向高端升级是促使能源消费强度下降的主要原因,而且只有当经济发展到一定水平时,第三产业才能成为能源消费强度下降的长期途径(郁聪等,2006)。在经济全球化的大背景下,产业升级往往和国际产业转移密不可分,这给能源消费强度加速下降带来了机遇。第二次世界大战后,全球经济结构经历了数次大规模调整。20 世纪 50 年代,美国集中力量发展半导体、通信、电子计算机等新兴技术密集型产业,将钢铁、纺织等传统产业向日本、西德等国转移。20 世纪 60~70 年代,日本、西德等国从发展钢铁、纺织等传统产业转向发展集成电路、精密机械、精细化工、家用电器、汽车等耗能耗材少且附加值高的技术密集型产业,亚洲四小龙等新兴工业化国家和地区获得了