

总 主 编 路甬祥

执行总主编 牛文元

第 3 卷



中国可持续发展总纲

The Overview of China's Sustainable Development

中国能源与 可持续发展

主 编 陈 勇

- 研究能源与社会和经济发展的相互关系
- 回顾中国能源发展起伏跌宕的历程
- 审视中国能源可持续发展的机遇和挑战
- 分析中国的能源安全和能源结构多元化
- 关注后续能源发展与生态环境保护
- 探讨节能型社会与小康社会建设
- 阐述中国能源可持续发展的战略和途径



科学出版社

www.sciencep.com

总 主 编 路甬祥
执行总主编 牛文元

中国可持续发展总纲
The Overview of China's Sustainable Development
第 3 卷

**中国能源与
可持续发展**

主 编 陈 勇

科 学 出 版 社
北 京

内 容 简 介

本书是《中国可持续发展总纲》第3卷。

本书全面回顾了改革开放以来中国能源发展的历程,阐述了能源与经济社会发展相互关系及基本特征;介绍了煤炭、石油、天然气、电力电网以及核能的建设和发展;着重关注了可再生能源与新能源这一全球性的能源热点领域,对其发展现状和发展战略作了较详细的介绍;从能源效率与节能、能源与生态环境、能源与小康社会三个方面论述了中国能源发展对经济社会发展的促进作用;最后分析了中国能源可持续发展的战略重点,展望了未来中国的能源发展前景。全书内容丰富、论述缜密。

本书可为各级决策者、规划者、管理者,以及从事可持续发展理论研究与实践的各类国际组织、有关科研院所、企业的研究者和高等院校师生提供参考。同时作为《中国可持续发展总纲》大型文献集成之一,将成为国内外图书典藏的理想选择。

审图号: GS (2007) 122 号

图书在版编目(CIP)数据

中国能源与可持续发展 / 陈勇主编. —北京: 科学出版社, 2007
(中国可持续发展总纲; 3/路甬祥总主编, 牛文元执行总主编)
ISBN 978-7-03-018100-8

I. 中… II. 陈… III. 能源经济—可持续发展—研究—中国 IV. F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 116235 号

责任编辑: 李 敏 李晓华 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 钱玉芬 / 整体设计: 黄华斌

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2月第 一 版 开本: A4 (880×1230)

2007年2月第一次印刷 印张: 35 3/4

印数: 1—4 000 字数: 893 000

定价: 125.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

总 序

人类历史的进化规律表明，生产力的发展是社会进步的最终决定力量。只有坚持以经济建设为中心，不断解放和革新生产力，才能为人的全面发展提供坚实的物质基础。在这样一个特定的物质基础上，必然又将紧密地联系政治文明和精神文明的形态和内容。与此同时，政治文明和精神文明也会反过来促进生产力的积极进步。

中国在未来 50 年的时间内，将会基本实现现代化的宏伟目标，即达到经济更加稳健、社会更加公平、民主更加健全、文化更加繁荣、生态更加良好、精神更加富足，全民的生活质量得到很大提高，这就必然要求用科学发展观统领全局，实现全面、协调、可持续发展，坚持以人为本，促进人的自身完善，努力走出一条生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。这条道路充分体现了中国国家战略对“发展理论”的创新，对“发展思路”的深化，对“发展实践”的提升。

依照大部分学者的归纳，在 21 世纪，中国的发展将不可避免地面对以下六项基本压力的挑战：庞大的人口数量所带来的压力；能源和自然资源超常规利用所带来的压力；加速整体生态环境质量的保持和提高所带来的压力；全面实现城市化战略目标所带来的压力；缩小区域间收入差距并逐步实现社会公平所带来的压力；不断提升国家可持续发展的能力建设水平所带来的压力。上述六项严重制约中国未来发展的压力，只有在国家“全面、协调、可持续发展”的战略思想指导下，才能得到真正有效的化解和克服。

中国学者指出：可持续发展的理论核心，紧密地围绕着两条基础主线：其一，努力把握“人与自然”之间关系的平衡，寻求“人与自然”的协同进化及“人与自然”关系的合理调适；同时，必须把人的生存与发展同资源的消耗、环境的退化、生态的胁迫等联系在一起，这一主线的实质体现了“人与自然”之间关系的协调与可持续发展。其二，努力实现“人与人”之间关系的和谐。这既要通过舆论引导、伦理规范、道德感召等人类理性的觉醒，更要通过法制约束、社会有序、政策导向等人类活动的有效组织，逐步达到“人与人”之间关系（包括代际关系）的协调、和谐与公正。归纳起来，全球所面临的“可持续发展”这一宏大命题，从根本上体现了“人与自然”之间和“人与人”之间关系的深层认知。正确认识“人与自然”的关系，是保障可持续发展的基础；正确处理“人与人”之间的关系，则是实现可持续发展的社会核心。

“发展”这一术语，随着生产力的不断进步，其内涵已进入到一个更为深刻、也更为丰富的新层次。《大英百科全书》对于“发展”一词的释义是：“虽然该术语有时被当成经济增长的同义语，但是一般说来，发展被用来叙述一个国家的经济变化，包括数量上和质量上的改善。”可以看出，所谓“发展”，其内涵更加强调动态上的量与质的双重变化。

到了1987年，在布伦特莱委员会的报告《我们共同的未来》中，又对“发展”作了如下的描述：“满足人的需求和进一步的愿望，应当是发展的主要目标，它包含着经济和社会的有效变革。”在这里，“发展”已从单一的经济领域，扩大到以人的理性需求为中心以及联系到社会领域中那些具有进步意义的变革。

1990年，世界银行资深研究人员戴尔和库伯在他们合著的一部书中进一步建议：“发展应指在与环境的动态平衡中，经济体系的质的变化。”这里，经济系统与环境系统之间保持某种动态均衡，被认为是衡量国家或区域发展的最高原则。

在一种更为普遍的意义上，中国的一些科学家进一步提出了“发展”的定义：“‘发展’是在一个‘自然-社会-经济’复杂系统中对行为轨迹的正向识别。‘发展’将导致上述复杂系统朝向更加合理、更为协调的方向进化。”在此强调了“发展”的不可逆性、进步性、正向性及关联到“自然-社会-经济”系统的复杂性。

在西纳索为法国著名学者佩鲁的《新发展观》所写的序言中，引入了孔德在19世纪所总结的名言：“就其实质而言，‘发展’这一术语对确定人类究竟如何实现真正的完美，有着难以估量的优势……”这里，孔德显然把发展与文明有机地联系在一起了。

许多学者有着共同的感触，他们对发展问题的关注预示着传统经济学及其所应用的分析方法，将发生某种深刻的变革。其中必须强调指出，只要一谈到“发展”，就是一个以人的全面发展为主线的社会整体进化，它远远超过了“满足人类生存”这一简单的初步诉求。由此出发，其合理的顺延就逐渐导致了“可持续发展”产生的源头。联合国教科文组织在20世纪90年代就认为：“‘发展’越来越被看作是社会灵魂的一种觉醒。”而可持续发展思想的形成，正是对上述“发展”概念的采撷、萃取、深化和拓广。

追求可持续发展是人类整体进化在特定时段的本源冲动，它与不断满足人的理性需求、不断提高人的素质、不断培育人的能力、不断实现人的理想，在本质上是一个事物在不同侧面的不同体现。由此出发，在人类整体进化的长河中，物质文明与精神文明的创造与积淀，国家富强与人民福祉的提高与巩固，先进文化与思想价值的发扬与延续，政治制度与人文规则的演进与创新，往往被看作是可持续发展的内涵本质与外在特征的综合反映。

人类在漫长的农业文明时代，由于各个国家、各个民族、各个区域在生产水平上的差异程度相对而言不是很大，表现在生产对象、生产方式、生产能力基本上互相接近；人均的物质投入与能量投入在数量上与规模上基本处于相近等级；生产产品的多样性与社会

分工的程度均不太发达；对生态环境的干扰程度与对资源的攫取程度在本质上都未超出自然的承载能力。因此，这个时代对于发展的提法和要求，其认识深度与迫切程度尚不十分明显。

进入 18 世纪，人类开始迎接工业文明时代，尤其到了 20 世纪 80~90 年代末，信息时代与知识经济时代初现端倪。各个国家、各个民族、各个区域在生产水平上的差异程度，已经产生了质的变化并形成了巨大鸿沟，表现在发展阶段上的巨大落差，加上人在需求上被满足的欲望所形成的巨大惯性，显著地拉大了国家与国家之间、民族与民族之间、区域与区域之间的差距，由此在全球尺度上要求实现可持续发展的政治背景、经济背景、社会背景、文化背景，乃至心理背景尽管仍存在着较大差异，但由于经济的互补、文化的融合、信息的交流和“只有一个地球”的共识，在可持续发展观念上所产生的共鸣和在可持续发展行动上所产生的共振，却呈现出了不可遏止的加速趋势。这也就是为什么越是到了现代，可持续发展越是受到各国重视的原因。

到了 21 世纪，经济全球化、世界网络化、社会知识化和普遍追求可持续发展的趋势，已经成为全世界共同体验的四大基本现实。它们既主导着资源、生态、环境的演化方向，同时也主导着经济、社会和人文基础的创新变革。无论是对生态、环境退化的忧虑，还是对人文基础创新的憧憬，都在可持续发展战略的实施过程中得到了充分的解脱和体现。

由上述观念引发对国家发展战略的整体构想，既应从经济增长、社会进步和生态安全的功利性目标出发，也应从哲学观念更新和人类文明进步的理性化目标出发，几乎应从全方位总结“自然—经济—社会”复杂巨系统的运行规则和深层次认识“人口、资源、环境、发展”四位一体的辩证关系，并将此类“规则”与“关系”在不同时段和不同区域的差异表达，融入到时代演化的趋势之中。以可持续发展为基础的国家发展战略，具有坚实的理论基础和丰富的哲学内涵。面对实现可持续发展战略目标所规定的内容，不同的国家或区域都要根据自己的国情和具体条件，设计实现战略目标的方案和行动，从而形成一个完善的战略体系，在理论上和实证上努力寻求国家战略实施过程中的“满意解”。

可持续发展的系统学本质，具有三个明显的特征：其一，它必须能衡量一个国家或区域的“发展度”（通常亦称之为“数量维”）。发展度强调生产力提高和社会进步的动力特征，即判别一个国家或区域是否在真正地发展、是否在健康地发展、是否在理性地发展，以及是否在保证生活质量和生存空间改善的前提下不断地发展。其二，它是衡量一个国家或区域的“协调度”（通常亦称之为“质量维”）。协调度强调效率转化和要素整合的能力，即强调合理地优化财富的来源、财富的积聚、财富的分配及财富在满足全人类需求中的行为规范，也即能否维持环境与发展之间的平衡、能否维持效率与公平之间的平衡、能否维持市场动力与政府调控之间的平衡。其三，它是衡量一个国家或区域的“持续度”（通常亦称之为“时间维”），即判断一个国家或区域在发展进程中的持续合理性，以及能

否维持代与代之间在利益分配上的平衡。持续度更加注重从可持续意义上把握发展度和协调度。总括而言,识别可持续发展系统所提炼的三大特征,即数量维(发展度)、质量维(协调度)、时间维(持续度),并力图实现“三维交集”的最大化,表达了科学度量可持续发展的完满追求。

进一步引申可持续发展的内涵,可以概括为三个有机统一的基本共识与宏观认知:

其一,发展的“动力”表征。一个国家或区域的“发展能力”、“发展潜力”、“创新能力”、“管理能力”及其可持续性,构成了推进国家或区域发展的“动力”表征。其中包括对于国家或区域的自然资本、生产资本、人力资本和社会资本的总体协调水平与优化配置能力。

其二,发展的“质量”表征。一个国家或区域的“自然进化”、“生态平衡”、“文明程度”和“生活质量”及其对理性供需曲线(包括物质的和精神的供需)的接近程度,构成了衡量国家或区域发展的“质量”表征。其中包括对物质支配水平、环境支持水平、精神愉悦水平和文明建设水平的综合度量。

其三,发展的“公平”表征。一个国家或区域的“共同富裕”程度及其惠及全体社会成员的水平,对贫富差异和城乡差异的克服程度及提供机会平等的能力,构成了国家或区域判断发展“公平”的表征。其中体现了共建共享的人际公平、资源分配的代际公平和平等参与的区际公平的总和。

只有上述三大宏观认知同时包容在可持续发展的不同进程之中,任何区域的“发展状态”才具有统一可比的基础,各个区域对可持续发展的追求才具备了可观测的和可测度的共同内容。

如何体现可持续发展战略实施的有效性,通常可以归纳成以下七大主题:

第一,始终保持经济的理性增长。在这里特别强调一种“健康状态”下的经济增长。它既反对限制财富积累的“零增长”,也反对不顾一切条件的过分增长。所谓健康地增长,一般是指在相应的发展阶段内,以“财富”扩大的方式和经济规模增长的度量,去满足人们在自控、自律等理性约束下的需求。著名经济学家索洛认为:“可持续发展就是在人口、资源、环境各个参数的共同约束下,人均财富可以实现非负增长的总目标。”

第二,全力提高经济增长的质量。它意味着新增财富的内在质量应当持续地改善和提高。除了在结构上要不断合理与优化外,新增财富在资源消耗和能源消耗上应越来越低;对生态的干扰强度上要越来越小;在知识的含量上和非物质化增长方面要越来越高;在总体效益的获取上要越来越好。罗默理论认为:“经济收益递增型模式,是以知识创新和专业化人力资本为核心的经济增长,它不仅可能形成资本收益的内部递增,而且能使传统的生产力要素也随之产生递增效益,从而拉动整个经济的规模效益递增,突破传统意义上的增长极限。”

第三，满足“以人为本”的基本发展需求。可持续发展的核心以围绕人的全面发展而制定，人的基本权利始终被保障和人的基本需求不断被满足，是一切发展的基石。可持续发展战略目标的实质是把人口自身再生产同物质的再生产“同等地”保持在可持续发展的水平上。因此一定要把全球、国家或区域的生存与发展支持系统维持在合理范围之内。通过基本资源的开发提供充分的生存保障程度；通过就业的提供和调配达到收入、消费、储蓄等结构的合理性，进而共同维护全社会成员的和谐共处与身心健康。

第四，维持、扩大和保护自然的资源基础。地球的资源基础在可以预期的将来，仍然是供养世界人口生存与发展的唯一来源。科学发展观规定了必须保持财富的增长并满足人类的理性需求，它的实物基础主要是依赖于对资源的维持、对资源的深度发现、对资源的合理利用乃至对废弃物的资源化。

第五，关注科技创新对发展“瓶颈”的突破。科学发展观始终强调“人口、资源、环境与经济发展”的充分协调，科技进步在可持续发展战略的实施中，能够迅速把研究成果积极地转化为经济增长的推动力，并克服发展过程中的“瓶颈”，以此实现可持续发展的总体要求。科学技术的创新、经济社会的发展、管理体制的进步，这三个主要方面将作为一个互为联系的大系统，通过宏观的调适和寻优，达到突破发展“瓶颈”的总体要求。经济学家库兹涅茨在诺贝尔经济学奖获奖演说时曾表达了他的严肃思考：“先进技术是经济增长的一个巨大来源，但是它还只是一个潜在的、必要的条件，本身并不是充分条件。如果技术要得到高效而广泛的应用，必须作出制度的和意识形态的调整，以实现正确利用人类知识中先进部分所产生的创造力。”

第六，始终调控环境与发展的平衡。科学发展观不赞成单纯为了经济增长而牺牲环境的容量和能力，也不赞成单纯为了保持环境而不敢能动地开发自然资源。两者之间的关系可以通过不同类型的调节和控制，达到在经济发展水平不断提高时，也能相应地将环境能力保持在较高的水平上。为此，一些地区在构造“循环经济”、“生态补偿制度”、“工业生态园”、“全过程无害化控制”、“绿色化学体系”等，其根本目的都在于维系“人与自然”之间的协调发展。

第七，始终维持效率与公平的平衡。效率是积聚社会财富的引擎，在最大限度调动智慧、创造、组织、管理等要素中，萃取了规模、等级、分工的有序协调，获取以最小成本换取最大利益的结果，成为社会不断前进的基本动力要素。与此同时，社会环境的和谐、社会公平的体现、社会正义的诉求，又必须符合人类文明的整体原则和道德标准。因此，效率与公平的平衡，其根本目的在于维系“人与人”之间的协调发展。

可持续发展是人类发展长河中不断自我觉醒的连续进程，具有正向矢量演化的动态特征。可持续发展的阶段目标也不是一成不变的，而是在前进中逐步提升的，也就是说实现可持续发展的程度和要求是与时俱进的。综观人类历史整个情景断面的连续演进，以及对

世界发展总体进程的本质抽象,可持续发展实际就是在统一基础上对深层次发展元素的认识升华,同时也是在寻求人文轨迹中的理性积淀。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去扩大“对时间和空间的压缩和放大能力”。从古代到现代,人的活动半径扩大(空间放大能力)与行动速度增加(时间压缩能力),有着连续的和显著的提高。可持续发展的过程代表着人类在获取物质、能量和信息的能力上,总是随着对时空压缩和放大程度的提高而提高。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去扩大“对物质、能量和信息的理性支配能力”。人不仅要具有对物质、能量和信息的获取能力,还必须具有不断提高对物质、能量和信息的利用能力和管理能力。可持续发展的过程,事实上表现了这种理性支配能力的不断增强。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去寻求“对科学技术发展具有革命性提升的创新能力”。可持续发展的过程,应当把科技创新能力的持续性进步作为推动可持续发展的基石和动力。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去寻求“对配置生产力要素的优化能力”。无论是传统的工业化时代,还是进入新世纪的知识经济时代,生产力要素优化配置将会在不同组合、不同水平、不同广度和不同深度上实施结构性优化与功能性提高。可持续发展的过程,可以合理地归纳为此类生产力要素在层次上和阶段上的优化能力。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去寻求“对社会公平的实现能力”。毋庸置疑,社会公平程度及缩小贫富之间、区域之间、国家之间的不均衡是社会中人人际关系、际关系和区际关系中的最高准则,是保障社会稳定与有序运行的基础。可持续发展的过程,必然体现出以公理完善、道德完善、制度完善、法律完善去支持社会公平的提高和社会公平的实现。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去寻求“对物质文明与精神文明的协调能力”。一个现代化的社会,不能只是满足对物质财富的积聚和扩大,它同时还应当满足对精神追求和文明进步的整体响应。可持续发展的过程,同时也是物质财富创造能力与精神财富富集程度的和谐统一。

在统一的基础上,可持续发展总是意味着去寻求“对提高制度的整合能力和规范社会的有序能力”。在高尚的哲学理念和积极的价值取向引导下,制度的、法律的、道德的不断完善和与之相应的政治体制、民主方式与人文关怀的适宜性选择,是构成可持续发展人文环境的基本主题,也是提高可持续发展组织程度与认同能力的保证。

可持续发展是一个庞大而复杂的哲学体系、学科体系、社会体系和战略体系,不可能期待在短暂的时间内立即获得圆满的答案。因此,《中国可持续发展总纲》只能是在当代知识水平上,发挥众多学者的才能和智慧,编织出近20年在中国可持续发展事业上所取

得的阶段性成果。进一步作出更为深刻的研究和更加完整的总结，尚待在未来有更多的创见和积累。

《中国可持续发展总纲》是一部面向国家决策机构、行政机构、学术机构和社会公众的大型文献工程，它由国家卷（共20卷）和区域卷（共31卷）（暂未包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省）组成，是自1983年以来特别是自1992年以来中国在可持续发展领域中的系列研究论述，也是向国内外阐释中国可持续发展的基础性学术成果。

在《中国可持续发展总纲》策划过程中，得到了周光召教授、蒋正华教授、罗豪才教授的全力支持和帮助，吸取了许多中国科学院院士和中国工程院院士的意见和建议，邀集北京大学、清华大学、中国社会科学院、香港中文大学、美国耶鲁大学等学术团体的专家对方案进行研讨和修订，依照“整体规划、顶层设计、严格标准、分卷协调”的原则，力图保证《中国可持续发展总纲》的水平和质量。在《中国可持续发展总纲》的整体编纂与成书过程中，牛文元教授作为全书的执行总主编，在各卷主编的共同襄助下，有计划、按进度完成了这部具有战略性、前瞻性、文献性和应用性的大型学术论丛。

《中国可持续发展总纲》的战略性，表现在这项计划针对中国可持续发展的历史和现状，依照可持续发展的内在规律，结合中国国情设计出可持续的发展方向、发展理念、战略目标、实施原则、能力建设、区域表达等，并在国家层面上提出可操作的总体描述。

《中国可持续发展总纲》的前瞻性，表现在这项计划针对国际国内的可持续发展规律和不同发展模式的比较分析，对中国可持续发展的空间布局和要素构成、人口资源环境与发展协调、经济效率与社会公平的整体把握、可持续能力建设的长远规划等，作出了有效的预测。

《中国可持续发展总纲》的文献性，是指这项计划在权威学术团体和著名学者的直接参与下，吸取可持续发展的最新研究成果，探讨中国可持续发展的内在规律和时空表达，为决策者提供有指导价值的学术成果，从而在中国同时也在世界上实现对中国可持续发展的系统归纳。

《中国可持续发展总纲》的应用性，表现在这项计划在国内外可持续发展成功经验的全面借鉴下，将中国不同类型区域的模式选择、制度建设、实施内容、管理体制，以定量的数值统计和规范的指标体系，动态地予以监测、调控和预报，分析区域可持续发展的比较优势和比较劣势，使得《中国可持续发展总纲》具有明显的可操作性，达到对中国可持续发展全貌的深刻认识。

中国科学院历来重视科学与社会的互相作用和密切联系，重视和支持通过自然科学与社会科学交叉研究的互补功能，对中国所面临的重大社会问题、经济问题和发展战略，提出有价值的科学思想和方法。多年来，中国科学院不断组织精干力量，与各方学者紧密合作，为国家重大战略的制定和执行，献计献策，提供有价值的参考和咨询。《中国可持续

发展总纲》的编纂和出版就是此类努力中的一部分。我相信，通过这种持之以恒的努力，一定会对中国可持续发展的深入探讨，作出应有的贡献。

经过百余位学者艰苦、细致的工作，《中国可持续发展总纲》即将出版问世。今后，我们还将继续坚持下去，系统地、持续地认识和研究中国人口、资源、环境与可持续发展的复杂关系。尽管《中国可持续发展总纲》可能还存在这样或那样的不足，但我坚信在各位专家的关注和努力下，中国可持续发展的理论建设和能力建设终将以其客观性、科学性和系统性赢得国内外读者的认同和积极评价。

中国作为一个世界上人口最多的大国，又是一个快速发展中的大国，可持续发展战略的实施与不断进步，不仅是中国自身发展的正确选择，也是对整个人类的巨大贡献。勤劳智慧的中华民族，既然在人类文明史上写下过辉煌的篇章，也一定能够在实现可持续发展的现代文明进程中，作出同样辉煌的贡献。

中国科学院院长



2006年9月

前言

能源是人类社会生存和发展的重要物质基础，安全可靠的能源供应体系和高效、清洁、经济的能源利用，是支撑经济和社会持续发展的基本保证。尤其是工业革命以来，世界各国经济社会发展同能源的关系越来越密切。一方面，能源对经济发展有着重要的支撑作用，人类利用能源的每一次进步，都推动了经济社会的发展，反过来又拓展了能源利用的领域；另一方面，能源对经济发展有很强的约束作用，能源的承载能力制约着经济增长的速度、结构和方式。

中国政府充分认识到能源在国民经济中的重要地位。1996年，《国民经济和社会发展的“九五”计划和2010年远景目标纲要》中第一次系统、明确地提出了能源发展方针：“坚持节约与开发并举，把节约放在首位；大力调整能源生产和消费结构；推广先进技术，提高能源生产效率；坚持能源开发与环境治理同步进行，继续理顺能源产品价格。能源建设以电力为中心，以煤炭为基础，加强石油天然气的资源勘探和开发，积极发展新能源。”2001年公布的《“十五”能源发展重点专项规划》中进一步系统地提出了中国能源发展战略：“在保障能源安全的前提下，把优化能源结构作为能源工作的重中之重，努力提高能源效率、保护生态环境，加快西部开发。”为中国的能源发展指明了方向。

“十一五”是中国全面建设小康社会的关键时期，针对能源需求的新形势，中央政府明确了中国能源可持续发展的战略构想：“要强化节约和高效利用的政策导向，坚持节约优先、立足国内、煤炭为基础、多元发展，构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系。”更具有能源发展时代特征的部署是，针对中国资源和环境压力日益加大的突出问题，提出了“十一五”期间单位国内生产总值（gross domestic product, GDP）能源消耗降低20%左右、主要污染物排放总量减少10%等具体的目标。

目前，中国经济与社会可持续发展问题的焦点主要体现在“资源-环境-人口”和人民生活质量之间的矛盾，这些在相当大程度上与能源密切相关。中国处在实现工业化的快速增长时期，也是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生明显变化的阶段，这一系列的变化刺激了能源消费急速增长，能源供需不平衡的状况更为明显。中国人口众多、人均资源少、环境污染严重、能源利用率低、环境问题日益严重与增长方式转变缓慢矛盾日益突出的这些特殊国情，决定了我们必须探索一条具有中国特色的能源可持续发展道路。保

障能源安全是维护经济安全和国家安全、实现现代化建设战略目标的必然要求。

鉴于以上的能源发展背景和发展态势,本书根据《国家能源中长期发展规划》的总体战略思路,以1980年为时间节点,介绍了改革开放以来中国的能源发展以及对经济与社会发展起到的巨大支撑作用;参考先进国家能源发展经验,分析了中国能源供需发展的规律和未来能源需求,探讨了未来实现中国能源可持续发展的战略重点和路线选择。

全书由12章构成。第一章全面回顾了改革开放以来中国能源发展的历程,阐述了能源与经济和社会发展的相互关系和基本特征。考虑到中国幅员辽阔,各地区的能源资源分布、产业结构和经济发展水平不平衡,本书将全国划分为七个区域,对各个区域的能源资源和能源利用、能源发展战略分别作了介绍。第二章至第五章介绍了煤炭、石油、天然气、核能的发展。主要对各种能源的资源量、技术和相关产业的发展,能源对社会经济发展的贡献,以及发展战略作了论述。第六章和第七章着重关注了可再生能源及新能源这一全球性的能源热点领域,对其资源的现状和潜力、利用技术现状与发展、国际上的成功经验、发展战略和政策都作了较为详细的论述,并阐述了可再生能源与新能源对中国能源可持续发展的重要意义。第八章介绍了直接关系到终端能源供应的电力和电网的建设。第九章至第十一章从能源效率与节能、能源与生态环境、能源与小康社会三个方面论述了中国能源发展对经济和社会的促进作用,也直面了能源发展面临的巨大挑战;重点探讨了未来中国能源的发展对策。第十二章回顾了中国能源发展战略与政策,分析了中国能源可持续发展情景,提出与中国可持续能源发展战略和应采取的政策,展望了未来中国能源发展前景。

本书所讨论的中国各省、自治区、直辖市能源发展状况有的暂未包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省的情况。

本书由中国能源领域各行业、各学科的专家与学者共同撰写,内容丰富、论述缜密、逻辑清楚。第一章由陈勇、赵黛青、卢进、余颖琳执笔;第二章由蔡宁生、刘修源执笔;第三章由王伟元、史斗执笔;第四章由华贲、张抗执笔;第五章由李晓明、荆春宁、刘纯一执笔;第六章由吴创之、张焕芬、罗尧增、王亦楠、游亚戈、吴志坚、庞忠和、梁宗存执笔;第七章由衣宝廉、樊栓狮、侯明、吴峰、吴川、王芳、徐斌执笔;第八章由马晓茜执笔;第九章由胡秀莲、姜克隽执笔;第十章由赵黛青、陈勇执笔;第十一章由卢进、陈勇执笔;第十二章由韩文科、苏争鸣执笔。整个书稿的整理和部分数据的统计工作由万英、李莉完成。

本书以系统的观点和全球的视角,论述中国能源的历史和现状,展望了中国能源的未来,是探讨和诠释能源与可持续发展关系的一次有益尝试。



2006年8月

目 录

总 序

前 言

第一章 能源与社会经济发展	1
第一节 中国能源发展的几个阶段	1
第二节 世界能源发展现状与趋势	2
第三节 中国能源需求与供给	10
第四节 能源对社会经济发展的支撑	16
第五节 中国的区域能源发展	28
第二章 煤炭	48
第一节 煤炭资源与开采	48
第二节 煤炭消费	56
第三节 未来发展展望	69
第三章 石油	78
第一节 石油资源与开采	78
第二节 石油消费	85
第三节 石油的补充与替代	94
第四章 天然气	101
第一节 中国天然气资源	101
第二节 天然气的运输和储存	107
第三节 天然气的利用	121
第四节 可持续发展对中国天然气发展的需求和对策	138
第五章 核能	144
第一节 国外核能发展概况	144
第二节 中国的核能发展	155
第三节 中国先进核能技术的研究	160
第四节 加快中国核电发展	166
第六章 可再生能源	178
第一节 国内外可再生能源发展现状与趋势	178
第二节 水能	182
第三节 太阳能	203
第四节 生物质能	212

第五节 风力发电	236
第六节 海洋能利用	256
第七节 地热能利用	265
第七章 新能源	271
第一节 国内外新能源发展概述	271
第二节 技术与商业化进程	273
第三节 发展战略	307
第八章 电力与电网	309
第一节 中国电力工业发展概述	309
第二节 中国电力工业现状分析	310
第三节 电力输送	317
第四节 发电生产	330
第五节 高效低污染发电技术	334
第六节 电力工业的可持续发展之路	345
第九章 能源效率与节能	353
第一节 节能与可持续发展	353
第二节 节能现状与节能潜力	355
第三节 先进的节能技术和措施	389
第四节 节能规划和保障措施	398
第五节 资源节约型社会	408
第十章 能源与生态环境	415
第一节 能源利用对生态环境的影响	415
第二节 能源与环境的和谐	430
第三节 环境成本和“绿色 GDP”	438
第四节 能源发展与生态环境保护	444
第十一章 能源与小康社会	459
第一节 小康社会与能源需求	459
第二节 新型工业化道路	484
第三节 中国的城市化发展	491
第十二章 可持续发展战略与政策	508
第一节 能源战略与政策的回顾与评价	508
第二节 可持续能源发展情景分析	522
第三节 可持续能源发展战略与政策	531
参考文献	544

◎ 第一章

能源与社会经济发展

第一节 中国能源发展的几个阶段

能源是国民经济和社会发展的基础，能源需求能否得到满足，直接关系到经济增长和社会发展的实现。安全可靠的能源供应和能源的高效、清洁利用是实现经济社会持续发展的基本保证。同时，能源还是提高人民生活水平的主要物质基础之一，一个国家或地区的人均能源消费量、优质能源消费量等指标是评价人民生活水平高低的重要指标。中华人民共和国成立以来，国民经济建设发生了翻天覆地的变化，其能源发展与能源消费也走过了一个不断探索和完善之路，总体可分为三个阶段。

一、建设能源工业，解决能源自给问题

第一个阶段是1949年中华人民共和国成立后到20世纪的70年代末。这一时期中国能源发展的战略主要是解决能源自给、特别是实现石油的自给自足，在能源资源勘探、生产方面进行了有计划的投入和大规模的建设。随着大庆油田、胜利油田等大型油田的发现和投产，中国一举摘掉了“贫油国”的帽子，不但实现石油和天然气的自给，还成为了全球石油生产大国之一。到1980年，中国煤炭产量突破了4亿tce、石油产量超过了1亿t、天然气产量也超过了130亿m³。由于这20多年是中国建立工业体系的初始和发展阶段，总体而言，能源的生产和消费呈现四个方面的特点：①以煤炭为主的能源生产和消费。其中，能源生产总量中煤炭占69.4%、石油占23.8%、天然气占3.0%、水电占3.8%。②工业部门的能源消费量占能源消费总量的比例超过64%。③居民能源消费水平低，生活消费只占能源消费总量的18.2%，人均生活用能量只有0.11tce/a。④农村能源消费以非商品能源为主（如农作物秸秆、薪柴等），部分边远地区尚未通电。

二、保障国民经济的持续发展

第二个阶段是20世纪80年代初开始的改革开放到20世纪末。这一时期是处于中国改革开放，以经济建设为中心，国民经济保持快速增长的时期，中国能源的发展战略是能源生产的增长要支持国民经济的增长，能源生产增长1倍，国民经济翻了两番。在这20年间中国能源消费量年平均增长率为4.67%，大大高于世界平均水平的1.2%和OECD国家平均水平的1.3%。中国能源消费总量在世界能源消费总量中所占的比重也逐年上升，由1990年的8.4%上升到2000年的10.16%。到20世纪末中国以煤炭为主的能源生产和消费的基本特征仍然没有改变，能源生产总量中煤炭占66.6%、石油占21.8%、天然气占3.4%、水电与核电占8.2%。2000年分部门能源消费构成为：第一产业占4.44%、第二产业占

69.89%、第三产业占14.22%、居民生活占11.45%。

三、能源与经济社会和谐发展

第三个阶段为现在正在进行的走新型工业化道路、建设全面小康社会的发展阶段。这一时期，中国借鉴发达国家的经验，寻找一条适合自己实际的能源生产、消费与经济和谐发展的道路。尤其2003年的能源短缺促成了中国的新能源战略构想，由国务院发展研究中心、国家发展和改革委员会能源研究所等单位起草的《国家能源战略的基本构想》中认为：在未来20年里，中国应走可持续发展之路。只要政策选择适当，中国完全可以以较当初发达国家一半的能源供应实现其相应的人均经济发展目标。

过去20年，中国实现了节能目标，经济增长所需能源一半靠开发，一半靠节约，国内生产总值（GDP）翻两番而能源消费仅翻一番。中国正处于工业化过程中，国民经济发展对能源的依赖要比发达国家大得多。2001年中国能源费用支出达1.25万亿元人民币，占GDP的13%。按照目前的能源消耗方式预测，在2020年中国需要一次能源32亿tce以上，能源消费比2000年增长2.5倍多。如果不强化可持续发展的能源政策，在不久的将来，中国不但是在能源资源方面会难以为继，在能源的开采、转换和利用对环境、公众身体健康、全球气候变化、经济发展、国家能源安全等方面都会产生巨大的影响。提高能源效率和可再生能源开发是中国可持续能源发展的重中之重。相关研究表明，在强化可持续发展的政策情景中，2020年中国能源需求约为24亿tce，与通常情景相比，能源需求量降低了1/4；到2020年，可再生能源利用量达到5.25亿tce，比2000年增加1倍左右。因此，能源的可持续发展直接关系到中国现代化建设的进程。

进入新世纪以来，除了能源的可持续发展，能源安全也成为中国制定能源发展战略中的焦点问题。其背景在于：①能源已经越来越成为全世界的战略问题，围绕着能源的国际争夺越来越激烈。人们普遍认为，美国发动伊拉克战争，插手中东事务，最主要的原因就是为了控制那里的石油资源，进而控制全球的石油供求。②马六甲海峡运输通道安全隐患突出，中国80%以上的原油需要经狭窄的马六甲海峡运输，亚太地区2002年石油净进口量为6亿t，预计2020年石油净进口量将达到12亿t，那时运输通道将更加拥挤，对中国石油运输通道的安全将形成威胁。③2003年新一轮国际原油价格上涨以来，中国受到了不合理的、过多的指责。作为全球第二大石油消费国，中国2004年进口原油1.2亿t，进口量仅占全世界石油贸易总量6%左右；与此同时，美国进口量占到了全世界石油贸易总量27%、欧洲各国占26%、日本占11%。因此，西方国家应为石油价格上涨承担更多的责任，而不是更多地将矛头指向中国。

第二节 世界能源发展现状与趋势

全面分析当今世界的能源生产和消费的情况、世界能源生产结构与消费结构的变化趋势以及中国的能源现实需求和发展前景，既有利于我们客观认识能源的重要性和中国能源问题的严峻性，也能够帮助我们合理借鉴其他国家的成功经验，为制定具有中国特色的能源发展战略、实现中国能源的可持续发展和保障小康社会建设，提供客观的依据。