



2007-2008

能源科学技术

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY

中国科学技术协会 主编

中国能源研究会 编著



 中国科学技术出版社



2007-2008

TK01
ZNY
2007-2008

能源科学技术 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY

中国科学技术协会 主编
中国能源研究会 编著



中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

能源科学技术学科发展报告:2007—2008/中国科学技术协会主编;
中国能源研究会编著. —北京:中国科学技术出版社,2008.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4869-3

I. 能... II. ①中... ②中... III. 能源科学-能源技术-
研究报告-中国-2007—2008 IV. TK01-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017809 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:15 字数:360 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:39.00 元

ISBN 978-7-5046-4869-3/TK·10

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2007—2008
能源科学技术学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN ENERGY SCIENCE AND TECHNOLOGY

首席科学家 范维唐

专 家 组

组 长 鲍云樵

成 员 (按姓氏笔画排序)

渠时远 周小谦 姚愉芳 刘学义 俞珠峰

张 抗 施鹏飞 赵玉文 顾树华 郑克琰

游亚戈 赵永丰

工 作 人 员 李 卫 曹顺利 刘惠宏 赵 宁

序

基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求,党中央、国务院做出增强自主创新能力、建设创新型国家的战略部署。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中,传统的自然科学学科得以不断深入发展,新兴学科不断产生,学科间的相互渗透、相互融合的趋势不断增强;边缘学科、交叉学科纷纷涌现,新的分支学科不断衍生,科学与技术趋向综合化、整体化。及时总结、报告自然科学的学科最新研究进展,对广大科技工作者跟踪、了解、把握学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、融合与渗透,推动多学科协调发展,促进原始创新能力的提升,建设创新型国家具有非常重要的意义。为此,中国科协在连续4年编制《学科发展蓝皮书》基础上,自2006年开始启动学科发展研究及发布活动。

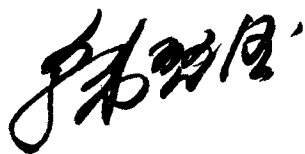
继2006年中国科协组织中国力学学会等30个全国学会开展30个相应一级学科发展研究,并编辑出版中国科协学科发展研究系列报告之后,2007年又组织了中国物理学会等22个全国学会,分别对物理学、天文学、海洋科学、生物学、管理科学与工程、水利、工程热物理、控制科学与工程、航天科学技术、核科学技术、石油与天然气工程、能源科学技术、安全科学与工程、园艺学、畜牧兽医科学、植物保护学、作物学、公共卫生与预防医学、城市科学、车辆工程等20个学科的发展状况进行了系统的研究,并编辑出版了学科发展研究系列报告(2007—2008)。在各分卷报告基础上,组织有关专家编撰了全面反映上述20个学科发展状况的综合报告——《学科发展报告综合卷(2007—2008)》。

中国科协是中国科学技术工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,开展学术交流,活跃学术思想,促进学科发展,推动自主创新是其肩负的重要任务之一。开展学科发展研究及学科发展报告发布活动,是

贯彻落实科教兴国战略和可持续发展战略,弘扬科学精神,繁荣学术思想,展示学科发展风貌,拓宽学术交流渠道,更好地履行中国科协职责的一项重要举措。这套由21卷、600多万字构成的系列学科发展报告(2007—2008),对本学科近两年来国内外科学前沿发展情况进行跟踪,回顾总结,并科学评价近年来学科的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等,体现学科发展研究的前沿性;报告根据本学科发展现状、动态、趋势以及国际比较和战略需求,展望本学科的发展前景,提出本学科发展的对策和建议,体现学科发展研究的前瞻性;报告由本学科领域首席科学家牵头、相关学术领域的专家学者参加研究,集中了本学科专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的全国学会和科学家、科技专家劳动智慧的结晶,也是他们学术风尚和科学责任的体现。

希望中国科协所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,充分体现中国科协“三服务、一加强”的工作方针,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

中国科学技术协会主席



2008年2月

前 言

能源科学技术的发展是世界性的重大课题,从一定意义上说,对能源科学技术理论和实践的探索,就是探索世界未来发展的可能性问题,就是破解能源资源约束的世纪性难题。实践证明,只有不断推进能源科学技术进步才能推动世界经济和社会可持续发展。

能源科学技术的发展也是我国面临的重大课题,关系我国的经济安全和可持续发展,随着人口增加、工业化和城镇化进程的加快,特别是重化工业交通运输的快速发展,我国能源需求量将大幅度上升。当前我国煤烟、机动车尾气混合型污染已相当严重,今后煤炭消费总量仍将大幅度增加,机动车交通将快速发展,经济发展面临巨大的环境压力,经济发展面临的能源约束矛盾和能源使用带来的环境污染问题更加突出。因此,发展能源科学技术,提高能源开发利用的经济效益,减轻环境污染问题和生态破坏,是贯彻落实科学发展观,构建社会和谐的重大举措,是建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择,是推进经济结构调整,转变增长方式的必由之路,是提高人民生活质量,维护中华民族长远利益的必然要求。

为了总结我国能源技术发展经验,学习国外先进技术和经验,中国能源研究会组织我国能源领域的知名专家开展了中国能源科学技术学科发展研究,并编著了本报告。

本报告的主要内容有如下三方面:1. 回顾总结和科学评价近年来能源科学技术学科发展的新进展,新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等;2. 研究分析能源科学技术学科发展现状、动态和趋势,以及与国际的比较,提出研究方向;3. 展望能源科学技术学科发展目标和前景,提出该学科发展的对策意见和建议。

中国能源研究会

2008年1月

目 录

序	韩启德
前言	中国能源研究会

综合报告

中国能源科学技术学科的发展历程、现状与趋势	(3)
一、引言	(3)
二、世界能源科学技术学科发展历程以及发展趋势	(3)
三、我国能源科学技术学科进展和面临的挑战	(7)
四、我国能源科学技术学科主要领域的发展趋势	(11)
五、促进我国能源科学技术学科发展的建议和政策	(21)

专题报告

能源发展沿革	(27)
能源可持续发展	(31)
煤炭学科发展	(45)
石油学科发展	(55)
天然气学科发展	(67)
电力学科发展	(81)
核能学科发展	(97)
风能学科发展	(109)
太阳能学科发展	(115)
生物质能学科发展	(139)
地热能学科发展	(153)
海洋能学科发展	(161)
氢能学科发展	(175)
节能学科发展	(185)
能源环境学科发展	(201)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report on Energy Science and Technology	(213)
---	-------

Reports on Special Topics

Report on Sustainable Development on Energy (217)

Report on Coal Discipline (218)

Report on Petroleum (219)

Report on Natural Gas (220)

Report on Electric Power (221)

Report on Nuclear Energy Science (222)

Report on Wind Energy (222)

Report on Solar Energy Technology (223)

Report on Biomass Energy (224)

Report on Geothermal Energy (224)

Report on Ocean Energy (226)

Report on Hydrogen Energy (226)

Report of Energy-Saving Science (227)

Report on Energy Environment (228)

综合报告

中国能源科学技术学科的发展历程、现状与趋势

一、引言

能源科学技术的发展是世界性的重大课题,从一定意义上说,对能源科学技术理论和实践的探索,就是探索世界未来发展的可能性问题,就是破解能源资源约束的世纪性难题。实践证明,只有不断推进能源科学技术进步才能推动世界经济和社会可持续发展。

能源科学技术的发展也是我国面临的重大课题,关系我国的经济安全和可持续发展。随着人口增加、工业化和城镇化进程的加快,特别是重化工业和交通运输的快速发展,我国能源需求量将大幅度上升。当前我国煤烟、机动车尾气混合型污染已相当严重,今后煤炭消费总量仍将大幅度增加,机动车交通将快速发展,经济发展面临巨大的环境压力,经济发展面临的能源约束矛盾和能源使用带来的环境污染问题更加突出。因此,发展能源科学技术,提高能源开发利用的经济效益,减轻环境污染和生态破坏,是贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重大举措,是建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择,是推进经济结构调整、转变增长方式的必由之路,是提高人民生活质量、维护中华民族长远利益的必然要求。

但是,我国能源科学技术发展缓慢,近几年能源利用的经济效益没有明显改善,能源效率难以适应经济发展的需要。2006年全国没有实现年初确定的节能减排目标,2007年,工业,特别是高耗能、高污染行业仍然增长过快,这种状况与能源科学技术发展缓慢直接相关。因此,要充分认识加强能源科学技术的重要性和紧迫性,通过加强能源学科的发展,正确处理经济增长与能源发展的科学关系,以保持我国经济社会的可持续发展。

二、世界能源科学技术学科发展历程以及发展趋势

(一)能源科学技术学科发展历程及其伟大的意义

1. 火的利用促进人类进化

生物质能源和火的利用促进人类进化。人类最早利用的能源是自然界遍地丛生的柴草,这种原始能源被人类利用了上百万年,至今它仍然是一种极为普遍的能源。而人类进化的动力则是在劳动实践中学会了利用火,从而结束了茹毛饮血的生活,开创了新的生活天地。这种远古能源的利用科学技术,使人类大脑逐渐发达,智慧得到了发展,这为人类进化和现代文明的出现,奠定了物质基础,在人类发展史上具有深远的意义。

2. 蒸汽机——煤炭促发了第一次世界产业革命

18世纪人类发明了蒸汽机,开辟了人类利用化石能源——煤炭的新学科,煤炭作为原始的能源,生产蒸汽,推动蒸汽机,改变了生产方式,促使钢铁、机器制造、纺织、交通业

的快速发展,一场轰轰烈烈的第一次产业革命爆发了,以煤炭为动力的蒸汽机时代作为第一次世界产业革命浪潮席卷了全球,人类改变了生产和生活方式,劳动力得到了大解放,也催生了工人阶级。

3. 石油、天然气的利用支撑着社会经济的高速发展

石油、天然气的发现和利用,能源科学再次发生革命,石油被上升为工业的血液。石油、天然气的利用支撑着社会经济的高速发展,特别是先进的内燃机代替笨重的蒸汽机,促进了交通运输业的高速发展。先进的内燃机代替了笨重的蒸汽机。汽车、飞机、现代化的轮船、内燃机车遍及全世界,给交通业带来了一场革命。

4. 电能利用推进了社会现代化生活

电能的应用是人类利用二次能源的典范,电能开发利用科学的发展推进了社会现代化,支撑了家庭和城市的现代化生活,发展了远距离通讯业和现代化交通运输业。随着电力科学的发展,人类真正进入了电气化时代。

5. 核能科学开拓了非化石能源利用的新领域

核能的发现和利用是人类科学深入到原子深处,发掘了原子核能,得到比常规燃烧更为巨大的能量,这是人类对微观世界认识的深化。20 世纪 50 年代初,诞生了世界上第一座核电站,它不需要氧气,也不产生二氧化碳,还可替代常规的化石燃料,核能不但可以用来发电和供热,还为威力无比的核动力潜艇、核动力航空母舰提供动力。

6. 新能源和可再生能源学科的发展为能源永续利用开辟了光明之路

由于常规能源资源逐渐耗竭,以及环境生态遭受破坏,在能源科技进步的推动下,新能源和可再生能源(水能、风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能等)开发利用技术水平不断提高,经济性逐渐显露。风电在许多国家以年增长 20% 以上的速度发展;太阳能热水器已走进了千家万户,成为人们日常使用热水的方便之门;太阳能发电也走进了寻常人家;生物质能以新的面貌,为新农村提供清洁的沼气,为汽车提供酒精燃料和生物柴油;地热能被人们用来供暖和发电;潮汐能也走进了发电的行列。还有一些过去不引人注目的新能源,如天然气水合物、氢能也崭露头角,正向人们展示美好的发展前景。

此外,作为量大面广的可再生能源之一的水能已有长久的为人类服务的历史,现在也在飞快的发展,它在电能供应比重中占的比重将越来越大,为减少污染物的排放贡献力量。

(二)世界能源科学技术学科的发展趋势

工业化国家经济发展的经验表明,在工业化过程中,GDP 的增长与能源消费基本呈现近线性增长关系,随着经济的发展,能源消费强度(单位 GDP 能源消费量)一般呈缓慢上升趋势。当经济进入工业化后期阶段,能源消费强度开始下降。因此,发达国家的工业化发展历程中,都出现了大量生产、大量消耗造成资源紧缺,大量废弃带来的严重环境问题,发达国家发展经济的模式难以为继和仿效,不断推进能源科学发展,提高能源开发利用效率,清洁利用各种能源资源,积极开发利用优质无污染或少污染的能源,以能源的可持续发展保障人类经济社会的可持续发展,已成为一种世界潮流,成为各国人民的共识。

1. 高效能源利用技术的研发应用将越来越广泛

随着科学技术的突飞猛进,高效能源利用技术层出不穷,从过去的原理探索,逐步从试验研究走向市场。特别在低碳生活方式的推动下,许多高精尖节能减排技术得到快速发展。

一是电力电子技术和信息技术。通过计算机对传统的用能设备进行改造,如通过先进测控技术优化组合的智能控制和执行系统来实现,这种先进的系统称之为电力电子技术。通过计算机控制系统可使传统的用能设备,随时处在最优工作参数下。例如通过跟随负荷的在线调节阀门,以无级调控流量,以避免大马拉小车等浪费现象发生,使传统的用能设备提高能源利用效率。

二是绿色照明技术。人类为了节省照明用电,经过不断的技术革命,灯具已由原先的油灯进化到电灯,电灯又经过变革,走过了白炽灯、荧光灯、半导体灯。其用电效率不断提高,荧光灯是白炽灯效率的5~6倍;半导体灯要比荧光灯效率高5~6倍,在亮度不变的情况下,新灯具的耗电只为旧灯具的1/10。

三是能源通用节能技术。主要包括:燃煤工业锅炉(窑炉)改造技术、区域热电联产技术、余热余压利用技术、节约和替代石油技术、电机系统能源技术、能量系统优化技术、建筑能源技术、政府机构能源技术、能源监测和技术服务体系等。

四是分布式能源技术。分布式能源技术的基础科学主要包括动力与能源转换设备、一次能源转换技术、智能控制与群控优化技术、综合系统优化技术和资源深度利用技术。

2. 煤炭洁净高效利用技术快速发展

煤炭的直接燃烧是造成环境煤烟型污染的根源,人们以原煤作燃料,直接燃烧以取得热能,这种利用方式,不仅能源利用效率低,而且向环境排放大量的烟尘、一氧化碳、二氧化碳、致癌物质等,造成了生态环境的严重破坏。同时,煤炭还是温室气体二氧化碳的最大来源。随着科技进步和环境保护力度的加大,洁净煤技术正在全世界推广应用,也是能源高科技的重要领域。洁净煤技术包括:煤炭洗选、型煤、水煤浆、先进燃烧器、流化床燃烧、煤气化联合循环发电、烟气净化、煤气化、煤液化及燃料电池等。现在这些技术进展很快,有的已大规模推广应用,有的已取得很大进展,这些新技术应用,将煤炭应用走向洁净高效之路。

3. 可再生能源利用技术将成为发展的重点

主要包括水能开发利用技术、太阳能发电和热利用技术、风能发电技术、海洋能开发利用技术、地热能开发利用技术和生物质能开发利用技术等。

4. 新能源技术将快速发展

一是受控核聚变技术。人类指望它实现永续洁净能源供应,为此已经过半个多世纪努力,这就是世界各国正在集中人力、物力开展世界受控核聚变堆的研究。受控核聚变是利用海水中富含氘和地壳中富藏的锂做原料,通过受控核聚变装置而达到受控核聚变反应,产能比当前核裂变大得多的能量,从而发电为人类提供用之不竭的电能。由于受控核聚变反应条件十分苛刻,需要上亿度高温,需要现代先进技术和特殊材料支撑,难度极大。要实现受控核聚变需要付出相当长时间和极大的努力。现在,全世界已经联合起来,正在

建造一座国际受控核聚变实验堆,试图“点燃”第一把受控核聚变之“火”。现在预测,受控核聚变发电将是半个世纪以后的事。

二是氢能利用技术。氢是一种二次能源,由于它燃烧时只产生能量和水,所以是完全洁净的能源。因此,这对人类的发展将具有深远的意义。近年氢能应用技术的发展,如质子交换膜燃料电池技术的成功开发并作为汽车动力,使氢能的利用将成为现实。氢气的生产是氢能发展的基础,目前已有成熟的工业规模制氢技术,如化石燃料制氢和水电解制氢等。人们正在研究开发无污染可循环的制氢方法,如太阳能光解水制氢和生物质制氢等,届时对全球能源领域将起到重大影响。

三是燃料电池技术。燃料电池是一种将储存在燃料和氧化剂中的化学能,直接转化为电能的装置。当源源不断地从外部向燃料电池供给燃料和氧化剂时,它可以连续发电。燃料电池不受卡诺循环限制,能量转换效率高,洁净、无污染、噪声低、模块结构、积木性强、比功率高,既可以集中供电,也适合分散供电。依据电解质的不同,将重点发展碱性燃料电池(AFC)、磷酸型燃料电池(PAFC)、熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)、固体氧化物燃料电池(SOFC)及质子交换膜燃料电池(PEMFC)等。

四是天然气水合物开发利用技术。天然气水合物是天然气和水在特定条件下形成的(分子结晶)冰状固态物质。一个单位体积的天然气水合物固体中,可以含有100~300倍体积天然气气体。由于天然气水合物的地理分布广,资源量十分丰富,天然气水合物的开发利用已经受到各国的重视,已经究成为能源科学前沿的热点课题,今后主要是研究天然气水合物开发利用的技术经济问题、环境影响问题及其理论和实践方案等。

5. 能源环境技术

抑制环境污染加剧趋势可从下述三个变量入手,即降低污染强度、控制人口增长、减慢经济增长。但是,对发展中国家来说,一段时期内人口绝对值不增长难以做到,而且目前正处于发展阶段,通过发展经济提高经济实力和人民生活水平。因此,大幅度降低污染程度的目标必须依靠科技进步来实现。今后主要是重点发展节能技术、煤炭清洁燃烧技术和清洁能源开发利用技术。

6. 能源替代技术

在石油需求快速增长和价格迅速提高的情况下,大力发展石油替代能源、保障石油供应安全无疑是非常必要的。从技术上着眼,主要应发展以煤及天然气和以生物质能为基础的液体燃料技术。

以煤及天然气为原料的液体燃料已有很长的发展历史,形成了多种技术途径,如煤直接、间接液化和天然气基合成油、甲醇等,有可能会成为替代石油的主力。

以生物质能为原料(例如甘蔗、玉米等)生产乙醇和生物柴油,是良好的代用燃料。以油料作物和动物脂肪为原料生产液体燃料也将成为发展的重点。

三、我国能源科学技术学科进展和面临的挑战

(一)我国能源科学技术学科的进展

改革开放以来,特别是世界能源危机以后,我国政府对能源问题高度重视,我国的能源学科的发展,基本上与世界趋势一致,取得了较快发展。主要发展的领域包括能源经济学、能源效率学、能源环境科学和能源技术学科。

能源经济学主要研究了能源和经济之间有着客观的关系,即能源生产增长和经济发展之间的变化规律、能源消费增长速度和经济增长速度之间的变化规律和能源开发与能源节约之间的变化规律。主要研究内容为能源数量经济学和能源技术经济学,主要研究领域包括能源资源评价、能源系统、能源供需预测、能源敏感性分析、能源规划、能源市场、能源政策、能源平衡、能源数据库等。通过能源经济学的发展,人们逐渐对能源与经济社会协调发展的规律有了比较深入的认识。

能源效率学主要研究了能源消费与经济增长的关系、经济增长方式、能源消费方式、能源消费与经济结构、节能技术等。主要的研究内容包括能源开发与节约关系、能源定额管制理论、能源法制管理理论、能源市场机制理论和可持续发展能源理论。主要研究领域包括资源意识和能源节约意识、能源节约规划、能源法规标准、能源和经济结构调整、能源资源的优化配置与合理利用理论和技术、通用设备能源改造和余热余能利用科学技术、能源新技术新材料能源科学管理理论和技术、能源节约激励政策和机制、循环经济发展理论等。通过能源效率学科的发展逐步建立能源节约活动协调机制,指导和推动能源节约活动的深入开展,促进了国民经济持续快速协调健康发展。

能源环境科学主要研究能源消费对我国环境污染的影响。包括煤炭燃烧对我国生态环境破坏、机动车尾气排放污染的影响、臭氧层破坏与消耗臭氧层物质(ODS)的限制使用理论和技术、温室气体与全球气候变暖理论和对策。研究“环境友好”和“资源节约”型的能源供应与消费体系,包括能源优先理论、能源结构优化理论、可再生能源开发利用理论和煤炭洁净利用理论和技术等。通过能源环境科学的发展,我国大力开发洁净煤技术、煤的气化与液化技术、生物质能气化液化技术等,逐步替代化石燃料,促进经济社会的可持续发展。

能源科学技术学科主要研究各种先进的能源技术、以企业为主体的能源技术创新体系和运行机制、为企业服务的社会能源技术创新服务体系和发挥经济杠杆作用的政府能源技术创新宏观调控体系。主要领域包括研究开发产业关键和共性技术、能源高新技术、装备行业的能源技术创新和高新技术、先进适用技术产业化。由于能源技术学科的发展,我国传统产业逐步信息化,共性、关键和前沿性能源技术快速发展,逐步开发应用支持国家战略性资源和涉及国家经济安全的技术,加强对公共设施技术及公益性技术开发,重点支持少数大企业集团能源技术创新能力提高,促使其参与国际竞争。

近几年各种常规能源学科发展迅速,技术理论日臻成熟。煤炭学科主要研究了煤炭与经济协调发展的关系、煤炭清洁开发利用理论和技术、煤炭企业体制改革理论和煤炭清

洁安全生产理论和技术;石油天然气学科主要研究了边远自然条件恶劣地区油气勘探理论技术、深层油气勘探开发理论技术、岩性油藏开发理论技术、海洋油气资源开发理论技术、老油区油气资源开发理论技术和非常规石油资源开发理论技术;电力学科主要发展大容量高参数高效发电技术、洁净燃烧发电技术(IGCC、CFBC)、燃气发电技术、火力发电厂减排技术和水力发电技术;核能学科主要研究发展热中子堆核电站技术,包括第三代核电站技术和先进高温气冷堆技术、快中子增殖堆技术。

可再生能源学科主要研究发展了资源开发利用理论和技术、可再生能源开发利用机制和激励政策等。

(二)我国能源科学技术学科发展面临的挑战

我国是能源生产和消费大国,但经济基础仍然薄弱,人民的生活水平仍然很低,发展经济、消除贫困、提高人民生活水平仍是中国当前及今后相当长时期内的首要任务,与发达国家相比,在能源科学技术方面存在较大差距,从总体上来看,为了实现经济社会的可持续发展,我国能源科学技术仍将面临严峻挑战。

一是不可持续的发展模式。世界各国的发展历史和趋势表明,人均商品能源消费和经济发展水平有明显相关关系。可以说,在目前的技术水平和消费方式下,达到工业化国家的发展水平就意味着人均能源消费必然达到较高的水平。世界上目前尚没有既有较高的人均 GDP 水平又能保持很低人均能源消费量的先例。中国是一个发展中国家,由于人口数量的负担过重,资源的承载能力过高,生态环境抵抗外界干扰的基础水平不高,地理空间的分异过于不平衡,科教实力和创新能力还不太强,管理水平和区域开发决策能力较低等原因,致使中国目前仍处于依靠资源的过度消耗和污染的较高排放来发展经济的阶段,必须依靠能源科学技术的进步开创一种全新的适应可持续发展的能源和技术系统。

二是能源科学技术落后。能源生产和利用技术落后是中国能源效率较低的一个主要原因。目前中国的能源开采、供应与转换、输配技术、工业生产技术和其他能源终端使用技术与发达国家相比均有较大差距,整体落后 10~15 年。先进技术的缺乏使中国的能源开采效率与发达国家相比低近 30 个百分点,中间环节效率低 5 个百分点,终端利用效率低 10 个百分点,能源系统总效率低 10~20 个百分点。据有关机构研究,2000 年按现行汇率计算的每百万美元国内生产总值能耗,我国为 1 274t 标准煤,比世界平均水平高 2.4 倍,比美国、欧盟、日本、印度分别高 2.5 倍、4.9 倍、8.7 倍和 0.43 倍。

主要耗能产品能源利用技术落后。电力、钢铁、有色、石化、建材、化工、轻工、纺织 8 个行业主要产品单位能耗平均比国际先进水平高 40%,如火电供电煤耗高 22.5%,大中型钢铁企业吨钢可比能耗高 21.4%,铜冶炼综合能耗高 65%,水泥综合能耗高 45.3%,大型合成氨综合能耗高 31.2%,纸和纸板综合能耗高 120%。

主要耗能设备技术水平低。火电机组平均效率 33.8%(不考虑热电联产),比国际先进水平低 6~7 个百分点;燃煤工业锅炉平均运行效率 65%左右,比国际先进水平低 15~20 个百分点;中小电动机平均效率 87%,风机、水泵平均设计效率 75%,均比国际先进水平低 5 个百分点,系统运行效率低近 20 个百分点;机动车燃油经济性水平比欧洲低 25%,比日本低 20%,比美国整体水平低 10%;载货汽车百吨公里油耗 7.6 升,比国外先