

国际环境合作与可持续发展

能源战略与技术

中国环境与发展国际合作委员会 编

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

能源战略与技术：国际环境合作与可持续发展/中国环境与发展国际合作委员会编. —北京：中国环境科学出版社，1998. 11

ISBN 7-80135-633-0

I. 能… I. 中… III. 能源开发-研究 IV. F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 32560 号

内 容 简 介

本书是国际环境合作与可持续发展系列图书之一。

本书重点阐述了能源与环境的关系。同时针对中国的实际国情提出了一系列关于我国燃料工业的战略设想、钢铁工业的能耗、核电发展概况、天然气工业发展前景、风电的开发等理论分析及建议。

本书内容丰富、资料翔实。

本书适合各级领导干部、环境管理人员及科技人员阅读。本书具有收藏价值。

中国环境科学出版社出版发行
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)
化学工业出版社印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

1998 年 12 月第 一 版	开本	787×1092	1/18
1998 年 12 月第一次印刷	印张	14 1/8	
印数 1—1000	字数	224 千字	

定 价： 39. 00 元

与能源组诸同仁话别

杨纪珂 1997.6.9. 长喜

与君话别思当年，
作品金兰值万千。
碧水青天芳草绿，
友情跨国永相连。

When I say to all of you farewell,
Our Group did our work very well.
While the water clean, the sky blue
and the grass green,

Alas! let the mutual friendship
between us across our nations
good forever still.

**《国际环境合作与可持续发展》
系列图书编审委员会**

封面题词	李 鹏
主任委员	宋 健
副主任委员	D.拉贝尔 曲格平 顾 明
执行主编	解振华
委 员	解振华 托尼·施奈德 杨纪珂 托马斯·约翰森 厉以宁 孙鸿烈 杰拉米·渥福德 横山长之 金鉴明 约翰·马敬能 汪 松 E·杜蔼礼 叶汝求 胡保林 夏堃堡 彭近新 王之佳
工作人员	(按姓氏笔划排列)
	马剑波 王 卫 牟广丰 闫世辉 严珊琴 李 兵 杜实君 何 波 张 磊 张崇贤 张世钢 傅天祥

能源战略与技术工作组成员名单

中国成员

中方组长： 杨纪珂教授

副组长： 茅于軾教授

成 员 秦同洛教授

谢绍雄教授

周凤起教授

左 湖先生

观 察 员： 邱大雄教授

助 手： 陈 青先生

国际成员

外方组长： Thomas B. JOHANSSON 教授

成 员 Timothy BRENNAND 博士

Ugo FARINELLI 教授

Amulya REDDY 教授

Robert WILLIAMS 教授

Keiichi YOKOBORI (横堀惠一)先生

助 手： Martha DUENAS-JOHANSSON 女士

序

1990年10月,参加“中国经济和环境协调发展国际会议”的专家们向中国政府提出了一项建议:成立一个环境与发展国际咨询委员会,以推进中国与国际社会在环境与发展领域的合作。经过与各方面商议、论证和酝酿准备,1992年4月,中国政府批准成立了中国环境与发展国际合作委员会(China Council for International Cooperation on Environment and Development,简称CCICED)。

第一届中国环境与发展国际合作委员会主席团由我和前中国国家环保局局长、现任全国人大环资委主任曲格平,前中国全国人大法律委员会副主任顾明,加拿大国际开发署马赛博士(Dr. Marcel Masse)、拉贝尔(Dr. H. Labell)女士先后两任主席组成。委员会由47名中外方委员组成。其中中方委员25名,有政府有关部门的正副部长、国务院环境保护委员会委员和科学顾问、著名学者;外方委员22名,有加拿大、美国、英国、日本等15个国家和国际组织中环发领域的著名专家。委员会下设7个专家工作组,根据中国环发事业发展的需要,进行专题研究。

该委员会是在中国实行改革开放政策和经济蓬勃发展,世界又面临日趋严重的环境问题时期诞生的。五年来,委员会的全体委员和专家,以严谨的科学态度和无私的奉献精神,借鉴世界各国的成功经验和人类文明的优秀成果,根据中国环境与发展的实际,在经济社会发展、科学技术、资源利用等不同领域中探索中国实现可持续发展和环境保护的可能途径。各专家工作组都选择了中国环境与发展领域的重点、难点问题,深入细致地进行了案例分析和政策评估,有针对性地开展环境经济政策、污染控制、监测与信息、生物多样性保护、能源建设、科技开发及环境管理等方面的专题研究。委员会向中国政府提出了大量有益的政策建议,为解决当代中国环境问题,开展与国际社会广泛、密切的合作发挥了重要的桥梁和纽带作用,有力地推动了中国环境保护事业的发展,在国际社会产生了积极的影响,被称为国际合作的楷模。中国政府热情支持该委员会的工作,并且十分珍视委员会的工作成果,在可持续发展和环境保护事业的实

践中认真汲取了有益的建议。

委员会第一阶段的工作圆满结束了。实践证明,这个委员会在推进中国可持续发展事业的国际合作中发挥了重要作用。各位委员和专家们的真诚合作精神和他们在中国环境与发展事业中的建树,已经产生了广泛的良好影响。为了记载他们辛勤工作的事迹,现把各专家工作组五年来的研究成果编辑成册,向全社会公布,使之在中国环境与发展事业中得到更广泛的借鉴和运用。

宋健
一九九七年五月三十日

前 言

Preface

中国环境与发展国际合作委员会(CCICED)的能源战略与技术工作组工作开始于1992年。到1996年底的四年多时间内一共开了八次会议。本论文集收集了在此阶段内中外专家为能源组所作的研究,提出的建议,以及介绍到工作组会上的有关能源与环境的文献资料。

能源消费是当今造成环境恶化的一个主要原因。现在再生能源在商业能源消耗中所占的比重微不足道,虽然这个比重在缓慢地增加,但基本依靠矿物能的格局在未来的二三十年未见得会有根本性的变化。矿物能源在燃烧过程中产生的氮氧化合物、一氧化碳、碳氢化合物、臭氧及固体微粒都会造成局部的环境污染。虽然这些物质在空气中停留的寿命不很长,他们会逐渐转化为更稳定的化合物,但在局部地区仍旧会造成对人类健康的严重损害。至于燃烧中产生的二氧化硫,则会在更大的范围内形成酸雨,造成大面积的破坏,不仅对人类健康,而且对森林、农作物、建筑物,以及一切人类生活所依赖的物品,如纸张、家具、衣服、车辆、用水产生有害影响。矿物能燃烧中产生的二氧化碳则改变大气的成分,造成温室效应。这一效应的危险性在于一旦人类发现这种改变的代价太高时,为时已晚,因为扭转这一局面非有几百年的时间不可。这一危险类似于一辆超载的大货车,仅配备微不足道的制动力驶向完全陌生的峻陡下坡道。

从资源耗竭的前景看,同样面临巨大的不确定性。回顾过去,人类已经有几万年的历史,但大规模地开采矿物能源只是近一二百年的事,特别是近半世纪以来的事。展望未来这种资源顶多还可以使用二三百年的,尤其是石油这种资源,大规模使用的前景不大可能超过50年。现在的青年在有生之年,必将看到在马路上行驶使用其它能源的汽车。如果我们对此毫无准备,必将陷入被动。能源战略与技术工作组的任务,就是让中国的能

源生产和消费者在政策上和技术上有所准备。

工作组是同等数目的中外能源专家组成。这样一种结构可以有效地介绍国外的经验和先进技术,同时又不脱离中国的实际。工作组会议的大部分时间都用来讨论何种技术在中国比较有推广的前景,分析技术的适用性、经济性,以及所需配合的基础设施等条件,在工作组会议之外,中外专家还花费了大量精力,邀请有关企业或研究单位、咨询公司,到中国来介绍某一特定的技术,并组织中方有关部门来参加听取。在过去的五年中工作组组织了五次研讨会,其中四次是介绍某一专门技术的,包括高效炼钢、商用建筑物节能、大规模风力发电及燃料电池在汽车上的应用。另外一次是政府在能源工业的持续发展中的作用。这些会议有的出了专门文集,有一部分材料包括在本文集之中。在本工作组的协助下,清华大学技术经济与能源系统分析研究所作了整体资源规划及能源需求侧管理的研究和培训。这部分的成果除另有专门报告之外,部分地收集在本文集中。

近十多年来,中国在各方面的发展均取得了十分显著的成绩。这些成绩的取得和对外开放有密切关系。我们对持续发展的认识更得益于中外的信息交流。这一点我们能源工作组有深切的体会。虽然工作组并没有投入什么能源的大项目,但工作组通过文字和面对面的信息交流,已经在政府政策、项目实施、公众参与和人员培训方面产生了广泛的影响。在此,我谨代表工作组中方专家向辛勤工作的外方专家致以深切的谢意。最近关于燃料电池的研究,通过能源工作组的推荐,联合国开发计划署拨款给国家科委已经立项。

中国环境与发展国际合作委员会第一个五年的工作已告一段落,第二个五年即将开始。在此承上启下的时刻,我们编辑出版本文集,目的是让更多在能源和环境领域工作的人能从中有所得益。我们也欢迎各方对我们下一阶段的工作提出意见。

CCICED 能源战略与技术专家工作组

1997. 4. 15

目 录

- 1 中国可持续发展能源战略 (1)
(China Energy Policy for Sustainable Development)
1996 年能源战略与技术工作组报告
- 2 关于我国燃料工业的战略设想 (19)
(On China's Fuel Energy Strategy)
杨纪珂
- 3 环境保护中的公众参与 (24)
(Public Participation in Environmental Protection)
杨纪珂
- 4 中国钢铁工业的能耗及其效率 (29)
(Energy Consumption and its Efficiency
of Iron and Steel Industry in China)
杨纪珂 Keiichi Yokobori Thomas B. Johansson
- 5 IRP/DSM 对中国电力和环境可持续发展的影响 (43)
——全国和上海案例研究
(The Effect of IRP/DSM on Sustainable
Power Development and Environment in China
——National Case Study and Shanghai Case Study)
邱大雄 刘德顺 周爱明 高岱
- 6 中国核电发展概况 (63)
(Development of Nuclear Power in China)
左湖
- 7 中国天然气工业中期发展综述 (69)
(An Overview of the Mid-term Development of
the Natural Gas Industry in China)

- 秦同洛 T. P. Brennand
- 8 对风场的特许权:一种发展风能的新途径 (77)
 (Concessions For Windfarms: A New Approach
 to Wind Energy Development)
 Timothy P. Brennand
- 9 中国大规模风电的开发 (85)
 (Industrial-Scale Wind Power in China)
 Debra J. Lew Robert H. Williams
 谢绍雄 张世惠
- 10 中国的运输业及其用能 (108)
 (China's Transport and it's Energy Use)
 茅于軾 李群仁
- 11 燃料电池:下个世纪的能源转换技术 (152)
 Fuel Cell; the Transformation Technology of
 Energy Resources in next Crestar
 Sivan Kartha Patrik Grimes
- 12 中国的核能发展计划——前景和国际关系因素 (167)
 The Development Project of Chinese Nuclear
 Energy——The Perspective and Factors
 of Internationl Relation
 ugo Farinelli 左湖
- 13 全球能源经济中现代生物质能研究的重要性 (178)
 The Importance of Modem Biomes
 researches in theGlobal Economy
 Robert H. Williams
 美国普林斯顿大学 能源环境研究中心
- 14 中国环境与发展国际合作委员会能源战略与技术工作组
 1995 年度工作报告 (180)
 The Chinese Committee of Intemational Cooperation
 in Environment and Development, 1995's

	Annual Research Report by the Work Group of Straggly and Technology in Energy Resources	
15	中国环境与发展国际合作委员会能源战略与技术工作组 1994 年度工作报告	(192)
	The Chinese Committee of Intemational Cooperation in Environment and Development, 1994's Annual Research Report by the Work Group of Straggly and Technology in Energy Resources	

1 中国可持续发展能源战略

China Energy Policy for Sustainable Development

(1996)

中国环境与发展国际合作委员会
能源战略与技术工作组报告

1.1 能源战略和技术工作组的方法

工作组坚持以为中国环境与发展国际合作委员会(以下用 CCICED 表示)提供能源战略和技术方面的建议为指导思想。CCICED 的直接目标是满足今后几十年中国的能源需求,同时促进中国 21 世纪议程目标的实现。我们相信,通过坚持两手抓战略,即内部专家研究、报告和外部促进、组织研讨会讨论可持续的主要先进技术,工作组的方法是有效的,并在过去 3 年不断得到发展。研讨会明确致力于鼓励能源供需双方使用技术的示范项目,工作组认为这些技术在中国能得到广泛的认可和应用。工作组依靠其与中国国内外的广泛接触,完成来自有兴趣机构的参与者和演讲者尽可能广的演示。工作组与项目的具体发展和管理保持一定的距离。

总之,在示范项目方面,工作组担任的是建议者和经纪人的角色。通过召集和主持研讨会,工作组获得了对专门技术优缺点的可贵认识,并得以接触到完成更高可持续性水平的实用经验。工作组密切注意这些初始工作的成果和进一步的发展。

中国有丰富的国内资源,为充分利用这些资源,工作组努力寻求发展能源供应组合的最优方式,这种组合包括传统和非传统的资源,只要这种资源有助于实现中国 21 世纪议程的目标。

1.2 自 1995 年报告以来的发展

1.2.1 整体资源规划

清华大学技术经济和能源系统分析研究所的邱大雄教授,将整体资源规划和 DEFENDUS 分析方法结合起来,对中国长远的能源状况有新的、重要的认识。他的报告“面向效率和环境制约的可选择的中國能源设想方案的发展和传播”经过工作组第七次会议的详细讨论后,于 1996 年 4 月发表,并在工作组的第八次会议再一次讨论。报告的结论及其与其它相关研究的比较,在下面第三部分被总结(也可以看作这份报告的附件资料)。

今年,清华大学将开发另外的设想方案,以探测在强调能源效率时,执行更高技术的可能影响,从而获得更广泛的结果。可再生能源在被考虑的时间范围内(1990~2020)能够在能源供应中占更大的比例,并产生较少的环境影响。

在工作组和国际能源行动赞助下的两次主要的讨论会之后,整体资源规划在中国得到更好的理解和承认。这种方法正在被与会者应用在几个省、市和公司。它填补了宏观规划领域,特别是能源供求双方平衡的最优化方法上的空白。第三次讨论会有 40 个参加者,在清华大学和国际能源行动的协作下,连同工作组的第 9 次会议,于 1996 年底在北京举行。

1.2.2 早期的研讨会和提议中的示范项目

1.2.2.1 炼钢

1995年5月的节能炼钢研讨会的成果显示,一个与会公司正在 Compact Strip Production 节能技术上取得良好的进步。这对于工作组和能量密集部门进一步提高效率都是一种鼓励。然而,工作组的主要目标,即提高人们建立包括炼铁、炼钢和钢处理的整体现代新技术的兴趣,仍只是个理想。工作组也认识到对冶金业的全面发展,包括进口的和国内容量的使用,还不如想象中那般对节能技术有充分的认识。改善这一情形也就成为 1996/7 年工作组的目标之一。

1.2.2.2 燃料电池公共汽车

1995年5月这一主题的研讨会使得北京对高清洁度交通技术示范的创建产生了浓厚的兴趣。UNDP 已经对北京公交公司提出的可行性研究基金的建议表示赞同。但国家科委和经贸部对燃料电池更广泛的应用有兴趣,而不仅在公共汽车上,发展燃料电池有两种政策,一是瞄准在公共汽车上的应用,二是更广泛的应用。但燃料电池在其它应用上必须和许多其它可再生能源竞争,而在公共汽车应用上其它再生能源相对于燃料电池完全没有竞争力。

工作组希望 CCICED 注意到,甚于北京电车的另一独立于燃料电池项目的、由 Westinghouse-Grumman-Northrop 发展起来的项目也取得了重大进展。它比燃料电池的示范在实用上更进一步,即应用由柴油发动机充电的电池供电汽车。大体上讲,作为新示范的主要革新,燃料电池能够代替任何使用来为电池充电的内燃机动力,从而获得额外的清洁和效率。无论如何,燃料电池的成功要求电池的新一代技术和电力传动的配合使用。因此,电池电力汽车是合时宜的,并且与中国引进高效、高洁汽车的努力是一致的。但是,所有用到蓄电池的技术方案都有一个共同的缺点,即按现有技术所达到的水平,蓄电池仍是寿命有限,成本高的一种装备。

1.2.2.3 沼气

中国在沼气的技术、应用、科研、培训等方面已积累了很多经验,但在

市场营销方面很少有报导,由于沼气设备、技术的市场不发达,阻碍了它的专业化分工,使沼气的优势未能充分发挥。工作组曾考虑利用甘蔗渣发电先进技术的引进,曾拟召开一个研讨班。但如何最佳地利用甘蔗渣的问题有待进一步研究。因为中国的煤炭十分丰富,而耗地稀少,植物纤维多用来作饲料、造纸、压制纤维板,而不一定是用来做燃料。

1.3 中国能源发展设想方案

邱大雄教授指导下的技术经济和能源系统分析研究所的报告,提出了三种能源设想方案。所有的设想方案假设:1990年到2020年,中国的GDP将增长8.3倍,即平均每年增长7.3%;人均GDP增长6.6倍,即平均每年增长6.5%。这三种设想方案由于在能源效率、能源供应组合和排放量控制上强调的重点不同而有所区别。

在“常规”设想方案(BAU)中,能源需求按当前的趋势来估计。这种趋势包括传统的能源供应组合和仅仅在针对于例如环境保护法等有规律的要求才进行的消极的效率改进等。1990~2020年,能源效率将有大的改善,能源需求仅仅增长3倍,从每年27艾焦耳到每年82艾焦耳。

“效率改善”设想方案(AE)选择比BAU更节能的技术,到2020年主要能源需求为71艾焦耳,仅2.6倍于1990年。经济中能源密度有很大改变,从1990年73kJ/US\$到2020年环境制约设想方案中的26kJ/US\$。比较起来,美国的能源密度大约为16kJ/US\$,日本大约为8kJ/US\$。这些数据是在市场汇率的基础上进行比较的,这种方法令人怀疑,因为它假设:一切货物,包括土地、电力、交通等都可以在国际上交换;货币可自由兑换;所有的交易都在规范的经济中进行。一个更好的方法是将购买力评价包括进来。虽然这对工业化国家没有大的影响,但对于印度将有三倍的差别。如将同样的方法应用于中国,1990年的能源密度将减少到24kJ/US\$。这里资料证明,在这样条件下,长期的能源效率改善还是有潜力的。

“环境制约能源”设想方案(ECE)在满足与AE同样的能源需求的情况下,选择了更高比例的更清洁技术,同时更多非煤能源的使用,将减少

30%的碳排放。

有趣的是,AE 设想方案中能源供应的总成本比 BAU 的要低,这意味着减少二氧化碳排放的净成本为负值。

ECE 设想方案努力提高来自水电、核能和可再生能源的更清洁电力的比例,在此设想方案的假设中,可再生能源所占的比重很小。改变对可再生能源,特别是它在 1990~2020 年这一时间段内的潜在供应能力的看法,是工作组的一个主要目标。历史告诉我们:一旦新技术被广泛接受,形成大规模的生产和市场竞争,成本的障碍将迅速消失。因此,工作组已要求构造另外的拥有更广泛结果的设想方案,以便反映 BAU 可能失败,和它更优于 AE 和 ECE 也有可能实现这样广泛的现实可能性。

各个设想方案的数量差别主要是由于对中国到 2020 年能源需求的不同预测,看表 1.1。2020 年的能源需求预测的差别达 40%。

所有设想方案都认为中国在这段时间内仍将以煤为主要能源,但对于煤、水利、核能和天然气在发电中所占的合适比例,各方的观点却不一样。

可再生能源极少成为当前能源设想方案的特色,它仅仅比世行在 ERI 研究中提出的一般被假设的比例 1%更高一些,到 2020 年大约为 3.8%。这可能是当前能源预测中唯一最普遍的估算不正确。在 20 年的时间内,可再生能源在能源供应中的相对比例最可能让人吃惊。

在表 1.1 列出的所有研究中,排放量均有相当大的增长。例如,硫的排放量增长 1.4~3.2 倍,灰尘的排放量增长 2.3~2.8 倍,碳的排放量增长 2.4~3.3 倍。

由于表 1.1 中所有研究的排放量相对于当前已经较高的水平还要有大幅度的上升,这些计划展示的未来能源系统是否与中国 21 世纪议程相容现在仍不清楚,这使得继续进行更高效、更洁净的能源系统的研究有强大的动力。