

21 世纪
中国时代学术文库

能源资源替代 战略研究

于立宏 著

Nengyuanziyuan
tidai
zhanlue
yanjiu

21世纪
中国时代学术文库

能源资源替代 战略研究

于立宏 著

Nengyuanziyuan
tuidai
zhanlue
yanjiu

图书在版编目 (CIP) 数据

能源资源替代战略研究 / 于立宏 著. —北京: 中国时代经济出版社, 2008

(21 世纪中国时代学术文库)

ISBN 978-7-80221-599-3

I. 能... II. 于... III. 能源开发—经济战略—研究—中国 IV.F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 076935 号

能源资源替代战略研究

于立宏
著

出版者	中国时代经济出版社
地 址	北京市西城区车公庄大街乙 5 号 鸿儒大厦 B 座
邮政编码	100044
电 话	(010) 68320825 (发行部) (010) 88361317 (邮购)
传 真	(010) 68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
开 本	787×1092 1/16
版 次	2008 年 7 月第 1 版
印 次	2008 年 7 月第 1 次印刷
印 张	14
字 数	314 千字
印 数	1~3000 册
定 价	29.00 元
书 号	ISBN 978-7-80221-599-3

版权所有 侵权必究

《资源能源战略与循环经济研究丛书》总序

能源资源战略事关一个国家经济与社会发展的长远大计，攸关一个国家的兴衰与战略安全，牵涉到许多具有高度战略性、全局性、根本性的问题。2008年3月15日，第十一届全国人民代表大会第一次会议通过的《关于国务院机构改革方案的决定》根据新形势、新情况的需要，特别强调了“加强能源环境管理机构”的重要性，在国家最高层面设立了高层次议事协调机构——国家能源委员会，并组建国家能源局。党中央、全国人民代表大会和国务院这一重大战略举措，充分说明了在当前及今后相当长的一段时期里加强能源资源战略研究的紧迫性、重要性和必要性。我们必须把对这一事关国家发展和战略安全重大课题的研究尽早提上议事日程，并将其与深入贯彻落实科学发展观，转变经济发展方式，建设资源节约型、环境友好型社会，构建社会主义和谐社会等重大理论与实践课题有机结合起来。

经过半个多世纪的改革与建设，华东理工大学已成为特色鲜明、理工农医法经管文等多学科协调发展的研究型全国重点大学。进入21世纪以来，华东理工大学致力于朝着国内一流、国际知名、学科特色鲜明的高水平研究型大学的目标迈进。为实现学校的跨越式发展目标，为国家的重大经济与社会发展战略服务，充分发挥哲学社会科学“认识世界、传承文明、创新理论、资政育人、服务社会”的功能，以及为创建具有中国特色、中国风格、中国气派的哲学社会科学体系做出努力，自2006年下半年开始，华东理工大学社会科学发发展办公室充分利用学校“理工结合、文理结合、多学科协调发展”的学科优势，结合国家经济社会重大发展战略的需求和学校学科发展的特点，依托现有理工学科与人文社会科学学科的强大基础，在整合校内外资源能源与循环经济跨学科研究力量的基础上，相继组建了资源能源战略与循环经济研究中心、金融物理学研究所等一批具有鲜明特色的跨学科研究基地，力求在跨学科研究领域产生一批有深厚历史积淀、体现多学科研究方法、有重大社会影响、为国家经济与社会发展战略服务的研究成果。

我们很高兴地看到，在学校的高度重视和大力支持下，由知名学者、华东理工大学资源能源战略与循环经济研究中心主任、博士生导师郭强教授领衔，校内外资源能源与循环经济跨学科研究领域的中青年学者广泛参与的“资源能源战略与循环经济研究团队”，经过近两年时间的协作攻关，围绕资源能源战略与循环经济研究这一主题，以绿色化工和资源能源节约为特色，以新能源开发和资源再利用等系列技

术为基础,以节能减排相关措施和政策研究为重点,以资源能源节约研究、循环经济研究和资源能源安全研究为突破,以资源能源节约的经济分析为手段,在资源能源战略与循环经济跨学科研究领域取得了一批有分量、有影响的研究成果。我们将之冠名为《资源能源战略与循环经济研究丛书》,包括《能源与环境安全战略研究》、《能源资源节约战略研究》、《能源资源替代战略研究》、《循环经济推进战略研究》、《能源资源法律制度研究》、《节能减排机制法律政策研究》和系列年度报告:《中国资源节约报告》、《中国社区建设报告》、《中国减灾报告》以及《中国石油与化工行业绿色化进展报告》,并集中出版。这样做一是为了集中展示融多学科知识、多学科研究方法、多学科研究力量于一体的优秀成果;二是为了进一步推动能源资源战略与循环经济跨学科研究的深入开展,为国家的重大经济与社会发展战略服务;三是为创建中国特色、中国风格、中国气派的跨学科研究体系而贡献广大中青年学者的集体智慧和绵薄之力,以期探索在当代中国推进理工科学与人文社会科学交融发展的新路。

是为序。

唐亚林*

2008年3月18日于新景斋

* 作者系公共管理研究专家,华东理工大学公共政策与公共管理研究所教授、博士生导师,华东理工大学社会科学发

目 录

Mu lu

导 言	001
第一章 能源资源与经济发展	008
第一节 能源资源及其转换过程	008
第二节 能源需求、经济增长与宏观经济波动	012
第三节 能源消费结构与技术选择	019
第四节 能源资源与经济可持续发展	023
第二章 能源替代弹性度量的理论基础	032
第一节 Cobb-Douglas 生产函数与交叉价格替代弹性	032
第二节 Translog 函数及替代弹性	035
第三节 其他替代弹性的比较	037
第三章 能源替代弹性的经验研究	046
第一节 能源自价格弹性的估计	046
第二节 能源与非能源投入品:替代或互补	053
第三节 能源与非能源替代弹性的估计	058
第四节 能源间替代弹性的估计	067
第四章 美国能源替代战略的政策与实践	076
第一节 美国能源生产与消费分析	076
第二节 美国各阶段的能源战略规划	078
第三节 美国可再生能源和新能源开发现状与趋势	085

第五章 欧盟能源资源替代政策与实践	091
第一节 欧盟能源生产与消费状况分析	091
第二节 欧盟可再生能源与新能源政策立法	096
第三节 欧盟主要国家能源政策与实践	104
第六章 其他国家能源资源替代政策与实践	112
第一节 日本	112
第二节 印度	121
第三节 巴西	129
第七章 中国能源领域立法与政策分析	139
第一节 中国能源供求形势分析	139
第二节 能源领域的立法现状分析	148
第三节 中国能源产业政策与规划	154
第八章 中国替代能源资源的发展现状分析	161
第一节 水力与风力资源开发利用状况	161
第二节 其他可再生资源开发利用状况	167
第三节 中国替代能源发展中存在的问题与挑战	179
第九章 中国能源资源替代的政策框架	184
第一节 基于市场机制的能源资源替代政策	185
第二节 促进能源资源替代的政府干预	195
第三节 能源资源替代的准市场机制	202
参考文献	207

导言

对于中国经济的长期发展来说,科学发展观的树立及其贯彻具有极其重要的意义。对此,党的十七大报告指出:“科学发展观,第一要义是发展,核心是以人为本,基本要求是全面协调可持续,根本方法是统筹兼顾。”同时,十七大报告还指出:“实现未来经济发展目标,关键要在加快转变经济发展方式、完善社会主义市场经济体制方面取得重大进展。”对这一问题的认识应该具有怎样的高度?正如胡锦涛总书记所强调的:“坚持节约资源和保护环境的基本国策,关系人民群众切身利益和中华民族生存发展^①”。

经济的可持续发展,最根本的问题,涉及能源资源的有效利用以及对环境的保护。而且这两个问题又是密切相关的,但从某种意义上来说,能源资源问题具有更基本的重要性。这就是本书所关注的主题。

经济发展离不开能源资源,然而,在我国经济快速发展了二十多年之后,能源资源的短缺已日益成为我国未来持续发展的一种制约。这是一个严峻的挑战。应对这一挑战,不外乎有两种方式,开源或者节流。开源,意味着勘探和开发更多的传统能源,或者开发和使用更多的新能源。或者是,对一个国家来说,从世界市场上进口更多的能源。然而,能源问题是一个全球性的问题,从更长远的发展来说,进口并非最优的解决之道。另一方面,节流,或许有着更丰富的内涵和更多样的选择。从总体上来说,在国家、产业、企业层面上节约能源消费、提高能源使用效率或许是最重要的,而采用能源替代战略,即通过各种可能的手段和措施改变能源消费的结构,也是一条必经之路。能源资源所涉及的题目之大非本书所能容纳,因此,为使探讨更为深入,本书将研究范畴限制在能源替代战略。

一、能源资源及其可替代性

可再生能源包括水力资源、太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及核能等;不可再生能源包括煤炭、石油和天然气等。这些都是一次能源。二次能源则是指由一次能源直接或间接转换成其他种类和形式的能量资源,例如:电力、煤气、汽油、柴油、焦炭、洁净煤、激光和沼气等能源都属于二次能源。传统能源包括一次能源中的可再生的水力资源和不可再生的煤炭、石油、天然气等资源。新能源则包括太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及用于核能发电的核燃料等能源。

本书中,所谓能源资源是指一次能源中的不可再生部分,即主要包括煤炭、石油和

^① 以上数据来自陈勇主编,《中国能源与可持续发展》,科学出版社,2007年版,第15页。

天然气。

基于上述界定,容易看到,能源资源具有可耗竭性、稀缺性、不可逆性和可替代性等特征。前三种特性使得能源资源对于经济发展构成一种刚性约束,而最后一种特性——可替代性则使得这种约束的刚性有可能被软化,使得人类有可能通过能源替代战略的有效实施,来保证经济发展的可持续性。

所谓能源替代战略主要涉及两大方向。第一种替代是指投入品之间的替代,即用非能源替代能源,如以资本、劳动来替代能源等;第二种替代是指能源间的替代,如以可再生能源替代不可再生能源、以新能源替代传统能源、以及可再生能源之间的相互替代等。

二、实施能源替代战略的必要性

能源资源作为经济、社会、人民生活发展的基础与命脉,其重要性是不言而喻的。能源问题是一个全球性的问题,然而,对于我国来说,这一问题或许具有更强的紧迫性。近年来,我国在能源资源的生产、消费、利用效率以及对环境的破坏等各方面都面临越来越多的问题,承受越来越大的压力,已经对我国经济的可持续发展构成非常严峻的挑战。

1. 从消费增长角度看

中国是世界第一人口大国,随着人民生活质量的进一步提高,城市化进程的加快,能源资源的消耗越来越大。典型的如,家用电器的普及,汽车进入普通家庭都导致对电力与汽油的需求增长速度加快。据统计,一些大城市的汽车销售量以年均 30% 的速度递增,2006 年,中国汽车保有量达到 4985 万辆,由此带来的汽油消费量约占汽油生产量的 86%,占整个石油消费量的 1/3。预计到 2020 年,占石油消费量的比重将上升到 57%。

依照这一发展势头粗略估计,在未来 20 年中,中国的能源供应将面临怎样的挑战呢?为满足这样的需求,我国可能需要增加 26 座兖州煤矿、6 个大庆油田、8 个天然气西气东输工程、4.3 个左右的三峡水电站的装机容量、20 个大亚湾核电站和 400 个大型火电站。不仅如此,与此配套,大概要在 20 年里建起美国用了 50 年才得以增容的电网容量。如此庞大的能源基础设施建设,恐怕已经远远超出了资源和环境的承载能力^①。

2. 从能源供给能力角度看

我国的传统能源已面临枯竭,人均储量位列世界末位,这是中国未来的可持续发展的最大约束。据统计,中国现有人均化石燃料资源仅为世界平均值的 56%,石油的人均可采储量仅为世界平均值的 8%,天然气的情况也大致如此。水电被认为是替代化石燃料的首选,目前占全国电力供应的 20%。但我国水电资源的理论蕴藏量为 6.7 亿千瓦,经济可开发量仅为 2.9 亿千瓦,因此,即使我国经济上可开发的水电全部开发完毕(从现在起再建设 12 座三峡水电站的装机容量),估计也仅可满足 2020 年发电量的 28%,占当年一次能源需求的 12% 左右。

^① 以上数据来自 <http://fuxing.bbs.cctv.com/viewthread.php?tid=11256947>。

能源资源供需不均衡将导致我国的对外能源依赖度逐年递增,最为突出的是石油。1993年和1996年,我国先后成为成品油和原油的净进口国。2006年,我国原油产量达18368万吨,同比增长1.7%。石油净进口16287万吨,同比增长19.6%,进口增长率远大于生产增长率。石油对外依存度为47%,较2005年又提高了4.1个百分点。按照目前石油探明储量和各大油田生产能力估算,今后国内原油增产能力有限,约为每年1.8亿~2.0亿吨,而2020年我国的石油消费量却可能增至5亿吨。这样的话,2020年我国就需要进口3亿吨石油,对外依存度将高达60%,超过美国目前50%的水平。

如此高的石油对外依存度不仅意味着中国经济发展面临严峻的资源约束,同时还意味着中国宏观经济的稳定性及经济的安全性受到威胁。2005年,国际市场的石油价格突破了每桶70美元,之后虽有回落,但到2007年底已经超过90美元/桶,甚至瞬间突破了100美元/桶大关。如此高昂的石油价格无疑大大抬高了我国经济发展的成本,且成为我国通货膨胀的主要动因之一。此外,天然气消费的增加也导致其进口量加大。

3. 我国现行经济发展方式的最大问题——能源利用效率低

迄今为止,我国的经济 development 方式仍是粗放型的,尤其是高耗能产业的过快发展,对能源资源的掠夺性使用导致了耗能高、效率低、污染重等严重后果。

稍作比较即可看到这一状况有多严重。事实上,我国的能源利用率仅为33%,比发达国家落后了20年。中国已经成为世界能源强度(单位GDP能耗)最高的国家之一,每千克标准煤产出的GDP仅为0.36美元,而世界平均值为1.86美元,日本为5.58美元。国际先进水平的火电厂煤耗为每度电317克,而我国为376克,高出18.6%。我国的工业锅炉能耗效率为60%,低于发达国家20%。中国每万元GDP的耗水量比国际水平高5倍,总能耗是世界平均水平的3倍。按可比价格计算,新中国成立50多年来,GDP增长了10多倍,而矿产资源消耗同比增长了40多倍。我国在创造了世界GDP总量的4%的同时,消耗的原油、原煤、铁矿石、钢材、氧化铝和水泥分别是世界消耗总量的7.4%、31%、30%、27%、25%和40%^①。

4. 传统能源大量消耗导致的环境污染日益加大

中国的经济增长不仅主要依靠能源、资源的大量消耗来支撑,而且还是以环境污染的加重为代价的,致使我国的环境承载力日益下降。煤炭加上石油大约占了中国一次能源消耗的90%,在可预见的未来,煤炭也还将在能源消耗结构中占据最大比重,这就意味着对于环境的巨大压力。从总量上看,目前我国二氧化碳排放量已位居世界第二,甲烷、氧化亚氮等温室气体的排放量也居世界前列。1990~2001年,我国二氧化碳排放量净增8.23亿吨,占世界同期增加量的27%。预测表明,到2025年前后,我国的二氧化碳排放总量很可能超过美国,居世界第一位。与此相关的负面结果是,因化石燃料燃烧导致的空气污染已使我国40%的国土受到酸雨的威胁^②。

① 以上数据来自陈勇主编,《中国能源与可持续发展》,科学出版社,2007年版,第15页。

② 以上数据来自 <http://fuxing.bbs.cctv.com/viewthread.php?tid=11256947>。

综上所述,我国的现状是,能源资源供需缺口巨大,对外依存度过高,对环境的破坏严重。如果不能有效改变这种状况,经济的可持续发展是不可实现的。在所有应对这一挑战的解决方案中,能源替代是一种非常重要而有效的战略,我们必须把它放到关系“中华民族生存发展”的高度上来认识。

■ 三、实施能源替代战略的可行性

早在1931年,Hotelling(1931)就指出:“考虑到世界范围内能够供给的矿产、森林以及其他可耗竭资源正在逐渐消失,人类必须调整对资源的开发战略。与这些资源的未来价值相比,今天的资源价格过于便宜,人类出于自私动机以过快的速度进行开发,并且由于过度廉价的缘故使得资源的生产和消耗极其浪费。以上这些想法导致了保护运动的产生”。相比于世界其他国家,尤其是发达国家的能源保护或替代战略的推行,我国已经起步晚了,然而,只要认识到能源问题的严重性和约束性,并从现在开始积极行动,任何时间都不嫌晚。

那么,实施能源替代战略的可行性如何,其效应又能有多大的空间?上述能源资源所具有的可替代性在某种程度上已经回答了可行性问题,但就具体实施来说,其可行性的空间或其效应的空间则依赖于以下三个主要因素:技术进步、成本经济性以及政府的政策框架。

首先,从技术上看,解决我国的能源问题要特别依靠技术创新。

就煤炭的使用来说,正如著名能源战略专家、中国工程院院士郑健超所指出的:“煤炭不应受到人类的谴责,应该改变的是我们使用煤炭的方式”。从目前已经达到的技术水平来看,煤炭的高效清洁利用技术的采用应该是我国能源替代战略的首选之策。例如,超临界煤粉发电技术被认为是我国洁净煤发电技术的主流,而未来的“超洁净燃煤发电厂”将把高温燃料电池技术、联合循环技术和固碳技术集成起来,可以实现零排放的高效发电。

同时,交通工具替代燃料对我国可持续的能源供应也至关重要。当前正在研究的运输燃料的替代品是那些可以减少污染排放或将来可以取代汽油的燃料。煤基液体燃料是我国最有希望的交通运输替代燃料。然而,由于氢燃料的电动车的大规模应用要求传统的油料生产和分配的基础设施做重大改变,所以氢经济时代的到来尚需时日。

在核电领域,我国已准备在成熟技术和国际经验的基础上,发展自主设计的百万千瓦级的压水堆核电站。

其次,随着石油价格的快速攀升,成本经济性的考虑将越来越成为能源替代战略实施方案制定的重要因素。

随着能源价格,尤其是石油价格的不断提高,国际油价冲击100美元,其他替代能源的巨大产业价值再次凸现。各个产业部门正在寻求替代品,如用煤炭替代石油,发展煤制油,发展新的生物质能、氢能替代汽油等,在相关技术日趋成熟的条件下,一旦相对价格之差导致成本—经济上的有效性,这些替代品都有可能成为市场上的新宠。

对于我国的能源替代来说,国内市场价格与国际市场价格之差则具有更直接的决

定性影响。目前,国内的煤炭价格与世界石油价格之差巨大,使得以煤为原料制造甲醇汽油的成本还不到成品油价格的一半。每万吨的燃料乙醇技术价值在1500万元左右,这些燃料都可以替代汽油。

然而,国际石油价格的不确定性使得相关技术的采用也具有经济上的不确定性。例如,在车用替代能源发展过程中,据测算,替代品的盈亏平衡点是国际油价达到70美元。换言之,只有在原油价格达到每桶70美元以上,相应的替代能源才具有市场竞争力。例如,如果用红薯制造燃料乙醇的话,生产一吨燃料乙醇的成本约为4000~4500元。而2007年11月1日,国际石油价格每桶逼近100美元,国家发改委在控制价格的前提下,把汽油的平均零售基准价提至5980元/吨。这样,即使没有政府补贴,生产燃料乙醇也已经可以盈利。

再次,政府的政策框架需要进行整体的系统设计。

技术进步以及成本经济性为能源替代战略的实施提供了基本条件,而政府政策的合理设计则有可能成为推动能源替代的最有力的措施。例如,在新能源发展方面,政府应对新能源产业的发展方向和范围做出长远规划,并通过有效措施来鼓励和保护新能源投资。然而,近十年来国家在相关产业政策上变动频繁,使得如甲醇汽油、燃料乙醇、生物柴油等新能源产业的发展颇受其苦。当前,国家基本否定了直接煤变油的技术采用,发展甲醇和二甲醚的政策也主要倾向煤炭资源丰富的山西和陕西地区以及神华集团。同样,90年代就开始发展的燃料乙醇和生物柴油产业政策也发生了极大的变化,国家已经叫停以粮食为原料的能源生产项目,而鼓励发展以红薯、木薯、麻风树、蓖麻等非传统主流粮食作物的能源转换项目。在产业政策已经较为明朗的情况下,包括各大石油巨头在内的国内企业纷纷制定了新能源计划。例如,中石油已经提出在四川新建60万吨红薯燃料乙醇以及10万吨麻风树生物柴油的项目计划。

■ 四、能源替代战略实施的政策方案

对于能源替代战略的实施来说,仅仅依靠市场力量往往是不够的,政府也不仅需要在产业政策方面有所作为,而且必须在财政、产权、研发等方面给予大力支持。只有形成一个相互兼容的、系统有效的政策体系,才能推动能源资源替代战略的有效实施。

一些经济学家认为,只需要一个新古典经济学的框架,就可以建立起一套能够更彻底地诱导有效率行为的准市场激励措施。他们相信,持续的技术进步具有解决资源、能源和环境问题的能力。但不管存在多大分歧,现在已经没有人相信完全依靠市场的力量就可以解决经济、能源与环境的关系问题,因为环境外部性、能源资源可耗竭性会导致市场失灵。但反之,也几乎无人宣称准市场机制对这些关系毫无作为。事实上,公共政策可以对市场机制进行很好的补充,关键在于政府与市场的分工问题,以及各种不同的政策工具的有效性如何。

市场机制利用价格杠杆自发调节厂商、居民在应对能源价格变化时的行为,促使他们进行技术升级或改变消费习惯以减少能源消费或寻找替代品,从而可以大大减少总的能源消耗,或提高能源利用效率,减少废物排放。当某种能源资源的价格上涨时,产业或居民的反应存在两种可能,一是减少总的使用量;二是由于相对价格的变化,他

们会寻求替代品,即从一种昂贵的能源转移到另一种相对便宜的能源,或者用新能源替代传统能源。

政府干预的理由在于,能源资源作为一种特殊的商品,其使用会产生外部效应,例如,排放废气、污染环境。在没有成熟的产权和环境立法的市场上,纯粹的价格机制难以起到有效的作用。而且,“传统的经济理论在描述和解释实际世界能源市场时都是不可应用的,不完全的,或不现实的”(Groth,1985)。此时,需要政府运用其强制力,加强能源和环境领域的立法、实施产业政策的指导以及税收和补贴政策的引导等措施,鼓励可再生资源和环境友好型能源资源的使用,弥补市场机制的失灵。

此外,能源供给侧的不完全竞争也使得政府对化石燃料的生产与销售进行规制可能是十分必要的。在能源供应由大寡头控制的市场中,它们可能人为操纵供给和能源价格。在缺乏政府干预的情况下,例如放松规制,那么各项政策就很难达到合意的效应,从而可能需要非常的政府干预。

除了以上政策工具外,其他政策工具,如鼓励公共交通的利用,开发排放交易市场,投资研发可替代资源的技术等,都可能达到减少能源消耗或减轻环境压力的目的。

总之,政府的经济、产业和环境政策等必须对能源替代战略加以规范、立法、约束,以控制其实施方向和力度,确保国家能源安全以及经济可持续发展目标的实现。

五、本书框架

本书以能源替代战略为研究主题,从理论、实证、经验、中国政策与实践现状的分析和政策框架设计等方面进行探讨。全书可分为三个部分:理论研究、国际经验借鉴、中国政策与实践。

理论研究部分包括第一、二、三章。

第一章对能源资源替代的理论研究框架加以综述,为后文的研究奠定理论基础。这一章主要涉及能源资源与经济发展的关系,特别是,对经济的可持续发展构成的强约束。

第二章进一步讨论能源替代的战略实施的理论基础,主要包含替代弹性的相关理论及相应的实证估计问题。第三章则对国外的相关经验研究的成果进行全面综述。事实上,在大多数政策导向的能源模型中,能源政策工具的有效性主要取决于各种投入品之间的替代弹性的值和技术进步率。因此,这两章的讨论对于分析投入品或能源间替代的实施成效具有重要意义。

国际经验借鉴部分包括第四、五、六章,分别对世界上各个主要国家或国家联盟——美国、欧盟、亚洲的日本和印度以及南美的巴西等国实施能源替代战略的实践加以总结。这将为中国的相关战略的设计和 implement 提供重要的借鉴。

在上述各章的基础上,本书第三部分:中国政策与实践包括第七、八、九章,是针对我国能源替代战略现状以及未来政策框架进行的深入分析。在第七章和第八章中,我们分别对中国的能源立法和政策现状、可再生能源发展现状进行分析;以此为基础,第九章提出了中国实施能源资源替代战略的框架性建议——准市场机制,用以整合能源法律、基于市场的工具和基于命令的工具等政策体系。

对于中国的未来,可持续发展是一个重大研究课题,而破解能源资源的刚性约束对于中国实现可持续发展更具有基础性的重要意义。本书就此进行的研究还只是初步的阶段性成果。作为抛砖引玉之作,同时也作为作者后续研究的基础,殷切希望得到同行的批评指正。

第一章 能源资源与经济发展

在人类经济社会的成长中,其能源需求主要受到三个因素的影响:人口增长、经济发展和技术进步。自工业革命以来,人口增长和经济发展速度显著提高,由此导致能源消费的持续增长。而技术进步则在总体上促进能源消耗的节约,或以高效率能源替代了低效率能源,或以可再生能源替代不可再生能源。然而,两项相抵,能源消费的增长速度仍然居高不下。其中,经济发展是能源消费增长的主要拉动力。

人类的经济的发展日益受制于能源资源的可获得性及其利用的效率。特别是,对于中国这样一个发展中大国来说,虽然过去数十年的快速发展绩效无疑是举世无双甚至是空前绝后的,但从可持续发展的要求来说,中国经济发展的方式却存在严重的缺陷。与快速发展相伴随的是对能源资源的掠夺性开采和粗放式使用,这已经并将更显著地使得能源短缺成为常态。能源资源,已经成为中国未来经济发展的刚性约束。

本章主要讨论能源资源对于经济发展的影响和作用。我们从三个层次对此进行讨论:在宏观层面,讨论能源资源对经济增长及宏观经济短期波动的影响;在中观和微观层面,分析能源资源对于产业、企业的技术选择和发展战略的影响。最后,或许对本书的主题最具意义的是,能源资源的约束对于经济的可持续发展,特别是对于自然环境具有怎样的影响。

第一节 能源资源及其转换过程

本节从一些基本概念的界定入手,以建立本书所有讨论的概念基础。同时,我们对能源资源的转换过程进行描述,对这一过程的理解对于我们分析能源替代战略也具有基础意义。

一、能源资源的概念及其特性

1. 能源资源的概念及分类

我们从自然资源的概念开始讨论,由此可更清楚地了解,能源资源对于人类生存的意义。

在《辞海》中,对于自然资源的定义是:“一般天然存在的自然物(不包括人类加工制造的原材料),如土地资源、矿藏资源、水利资源、生物资源、海洋资源等,是生产的原料来源和布局场所。”这一定义在强调自然资源的天然性的同时,也把空间(场所)纳入了自然资源的范畴。

联合国有关机构对自然资源的概念也给出了界定。1972年,联合国环境规划署指出:“所谓自然资源,是指在一定的时间条件下,能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称。”

《大英百科全书》关于自然资源的定义是:“人类可以利用的自然生成物,以及形成这些成分的源泉的环境功能。前者如土地、水、大气、岩石、矿物、生物及其群集的森林、草场、矿藏、陆地、海洋等;后者如太阳能、环境的地球物理机能(气象、海洋现象、水文地理现象)、环境的生态学机能(植物的光合作用、生物的食物链、微生物的腐蚀分解作用等)、地球化学循环机能(地热现象、化石燃料、非金属矿物的生成作用)等。”这一定义则明确指出,环境功能也属于自然资源的范畴。

从人类经济活动的角度出发,可以说,自然资源是地球赋予人类的礼物,是有价值的未经人类加工的原生物质,通常需要经过人类的开发、提炼才能进入经济活动。进一步,从其可否再生的角度进行划分,自然资源又可分为不可再生资源(亦称为可耗竭资源)和可再生资源两大类。前者包括化石矿物(如金属、非金属、煤炭)、液体燃料(如石油)、气体(天然气、煤层气)等,后者包括水、森林、海洋、风、太阳光、生物等。

在不可再生资源中,又可区分为可回收与不可回收两类。例如,金属是属于可回收资源,而煤炭、石油、天然气等属于不可回收资源。

对于人类的生存来说,能源资源是自然资源中最重要的一类。对于这一概念的界定要从能源的概念及其分类说起。

关于能源的定义至少多达十多种。例如,《大英百科全书》界定为:“能源是一个包括所有燃料、流水、阳光和风的术语,人类用适当的转换手段便可让它为自己提供所需的能量”。《科学技术百科全书》定义为:“能源是可从其获得热、光和动力之类能量的资源”。我国的《能源百科全书》说:“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源。”

然而,按照不同的角度对能源的类型进行区分,可以有不同的划分。

根据产生的方式,可以把所有能源划分为一次能源(天然能源)和二次能源(人工能源)。一次能源是指自然界中以天然形式存在且没有经过加工或转换的能量资源。与自然资源的划分类似,一次能源也可进一步划分为可再生的与不可再生的两类。其中,可再生的能源包括水力资源、太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及核能等;不可再生的能源包括煤炭、石油和天然气等。二次能源则是指由一次能源直接或间接转换成其他种类和形式的能量资源,例如:电力、煤气、汽油、柴油、焦炭、洁净煤、激光和沼气等能源都属于二次能源。

与能源替代战略有着密切关系的划分是,根据能源使用的类型可分为传统能源和新能源。传统能源指一次能源中的可再生的水力资源和不可再生的煤炭、石油、天然气等资源,新能源则包括太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及用于核能发电的核燃料等能源。

当我们考虑能源替代与环境保护之间的关系时,又可根据能源消耗后是否造成环境污染划分为污染型能源和清洁型能源,污染型能源包括煤炭、石油、天然气等,清洁型能源包括水力、电力、太阳能、风能以及核能等。

总之,能源是一个相当广泛的概念,而能源资源则应仅指其属于自然资源范畴的部分。但自然资源的界定也可有广义和狭义之分,因此,从本书的研究目的出发,我们按照狭义范围来界定所谓能源资源。本书中,所谓能源资源是指一次能源中的不可再生部分,即主要包括煤炭、石油和天然气^①。

2. 能源资源的特性

基于上述界定,可指出对于本书论题特别重要的能源资源的四个特性,即可耗竭性、稀缺性、可替代性和不可逆性。

能源资源的可耗竭性来自于其不可再生性,即由于其储量固定,一朝开采,终将耗尽。然而,即便是可再生资源,如果开采速度超过其再生速度的话,也是会被耗尽的。Hotelling(1931)建立了可耗竭资源经济学的理论框架,给出了最优开采量和最优价格,即开采的资源价格的增长率必须等于贴现率。

正是资源的可耗竭性决定了资源不能无限供给,从而产生了资源稀缺论。实际上,对资源稀缺的担忧早已有之。自19世纪,以马尔萨斯为代表的古典经济学家就开始预言土地资源的稀缺问题,到了20世纪,一些国家木材存量的稀缺恐慌导致林业管理机构的建立,而两次石油危机的爆发将资源稀缺论推向极致,最典型的代表作就是《增长的极限》。

《增长的极限》(Meadows, 1972)一书是罗马俱乐部于1972年发表的一份研究报告^②。该书的主要结论是:在现有系统没有重大变化的假定下,人口和工业的增长,最迟在下一个世纪内一定会停止。虽然该书的研究存在一定的局限性,这一结论在当年甚至是惊世骇俗的,但它引发了人类对于自身增长所面临的资源和环境约束的严重关注,其贡献具有划时代的意义。

对于资源的稀缺,可以从两个层面上理解。一是绝对稀缺,即在任何时候可用的资源都是有限的,而对资源的需求却是无限的。只要存在资源市场,所有正的净价格就是绝对稀缺的证明。如果资源市场不存在,那么正的影子价格——有效利用资源时的必需的净价格——就是资源绝对稀缺的指标。二是相对稀缺,即资源变得越来越难以获取,并且为了得到它,可能需要更多的其他资源。这时,稀缺衡量的相关成本包括开采成本和外部成本。如果开采成本不随时间增长,但资源开采引起的环境恶化或普通财产资源的消耗增加,那么社会成本会升高,也就是为了获得资源的机会成本在上升,机会成本即可作为相对稀缺的衡量指标。总结起来,资源存量、资源开采的边际成本、边际勘探成本、市场价格和资源税都可以作为稀缺衡量的指标。

^① 在本书的行文中,“能源资源”这一概念是严格按照这一界定使用的,但在有些场合,“能源”的概念可能就指“能源资源”,此时可根据上下文明确鉴别。

^② 罗马俱乐部成立于1968年4月,由来自10个国家的约30人组成,他们在企业家佩切依博士的资助下,对现在和未来人类的困境这一重大问题进行研究。该书所涉及的主要问题包括:只有一个地球,而其适合人类生存的条件又是非常有限的;指数增长的含义及其所导致的惊人结果;世界人口的增长;世界经济的增长;粮食问题;不可再生的资源;环境污染问题。这些问题之间的相关性表现为以下逻辑:人口没有粮食就不能增长,粮食的增长依赖于资本的增长,更多的资本需要更多的资源,被抛弃的资源成为污染,污染扰乱人口和粮食的增长。