

《能源与环境经典与前沿丛书》

国际能源与环境问题系列

许勤华 / 总主编

**International Comparative
Study on Clean Energy Development
in the Low Carbon Era**

低碳时代发展清洁能源 国际比较研究 ●

许勤华 等◎著

 中国出版集团

 世界图书出版公司

本书为教育部人文社会科学研究青年基金项目“低碳时代发展清洁能源国际比较研究——兼论中国清洁能源国际合作战略”(项目批准号:10YJCGJW016)研究成果

低碳时代发展清洁能源国际比较研究

许勤华 等◎著

中国出版集团

世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目(CIP)数据

低碳时代发展清洁能源国际比较研究/许勤华等著. —广州:
世界图书出版广东有限公司, 2013. 5

ISBN 978-7-5100-6189-9

I. ①低… II. ①许… III. ①无污染能源—对比研究—世界 IV. ①X382

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 104364 号

低碳时代发展清洁能源国际比较研究

策划编辑 孔令钢

责任编辑 黄 琼

出版发行 世界图书出版广东有限公司

地 址 广州市新港西路大江冲 25 号

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

印 刷 北京振兴源印务有限公司

规 格 710mm×1000mm 1/16

印 张 15

字 数 215 千

版 次 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5100-6189-9/F·0106

定 价 45.00 元

版权所有,翻印必究

编委会成员

(按姓氏拼音字母顺序排列)

Azuflid Kenjaeva(乌兹别克斯坦总统地区战略研究所)

Christian Brüttsch(瑞士日内瓦外交和国际关系学院)

Edward A. Cunningham(美国哈佛大学)

高世宪(中国国家发展与改革委员会能源研究所)

刘 旭(日本北海道大学)

Mitrova Tatiana(俄罗斯社科院能源研究所)

Sharad K. Soni(印度尼赫鲁大学)

William Chung(香港城市大学)

于宏源(中国上海国际问题研究院)

赵任峰(英国牛津能源研究所)

编委会秘书 王彬(香港城市大学)

内容概要

“清洁能源”是指在整个产品生命周期(开发、生产、使用以及后续处理各个环节)均是对环境友好的,且是可持续的、不会枯竭的能源资源。本书研究的“清洁能源”主要包括太阳能、风能、生物质能、潮汐能、地热能和氢能。“发展清洁能源”包含两个层面,既是指对清洁能源资源的开发、生产、利用,也是指对传统能源的清洁利用技术的发展和实践。随着全球化石能源日益减少、环境污染日益加剧以及气候变暖等问题的出现,大力发展清洁能源,推进清洁能源革命,加快清洁能源的广泛应用,已成为开拓新的经济增长点和保护全球环境的重大战略选择。

国际合作是确保全球清洁能源快速发展势头、解决地区差距的关键。发达国家在清洁能源和节能减排领域拥有先进的技术和充足的资金,而发展中国家则拥有广阔的发展前景和市场潜力,只有国际间进行密切的交流合作,充分发挥各国优势,才能共同推动清洁能源更加快速地发展。

产业的崛起需要前瞻性的、有效的产业政策的扶持,现阶段为了发展清洁能源产业,同样需要适当的产业政策以支持、实现产业的提升。清洁能源发展产业政策的范畴较广,既包括对产业的直接干预,也包括间接影响,具体来讲既包含经济、金融和财税手段,也包括对法律规章制度的制定、行政措施以及对民众的教育与引导。

本书主要由五大部分组成:第一章导论部分主要为理论研究和研究背



景介绍。第二章为全球清洁能源发展的现状、特点和趋势介绍。第三章和第四章为重大议题一“主要国家发展清洁能源政策比较”和重大议题二“发展清洁能源融资制度分析”，着重分析世界主要地区/国家清洁能源战略与政策，特别是其发展清洁能源的政策类别、政策重点、政策绩效、融资实践和融资制度变迁方向。第五章个案研究主要是对世界主要地区/国家清洁能源发展法规、有效措施、发展实绩的研究，以欧盟主要国家及美国、日本为例。第六章政策研究分为两个部分，首先通过对中国清洁能源发展现状的研究，提出了课题组对中国发展清洁能源战略自身的思考和想法；其次在前面五章研究成果的基础上，结合中国国际能源合作发展和中国清洁能源国际合作现状，分析中国与世界主要地区/国家清洁能源国际合作的战略重点，并提出相关政策的具体建议。

前 言

随着气候变化对人类生存与发展的挑战日益突出,世界各国清洁发展的压力不断增大。清洁发展的关键是低碳发展,因而一场蓬勃兴起的低碳革命成为影响国际能源形势的重大因素。低碳经济在金融危机中逆势兴起的直接动因,虽然主要是基于缓解温室气体排放所造成的气候变化压力,对于不少国家来说也是基于应对金融危机、刺激经济、拉动内需、扩大就业的现实需要。

尽管化石能源仍然存在巨大的发现潜力与发展空间,但是开发难度越来越大,开发成本越来越高。廉价油气的时代已经终结,高价油气的时代已经到来。化石能源的粗放利用给人类生存环境造成了灾难性破坏,国际社会必须切实加大对清洁能源开发利用的努力,实现能源消费结构的革命性变革,要在清洁能源的开发上加大投入、加强合作,争取早日实现清洁能源的规模性开发利用,从根本上解决人类的能源永续安全问题。

2011年日本福岛核事件以后,世界能源界普遍认为,在今后相当长的一段时间内,世界能源发展将依然以化石为主。但是十几、几十年后,如果世界主要国家清洁能源的发展规划得以实现,目前以油气为主的世界能源消费结构将会发生极大的变化。因此,低碳发展将是世界能源发展的必由之路。快速发展的清洁能源,化石能源的高效、清洁利用,是构筑清洁能源产业体系的根本,清洁能源发展的产业政策、清洁能源发展的投资以及清洁

能源发展的国际合作则是全球发展清洁能源的核心。

本书写作的目的就是在比较分析全球主要国家发展清洁能源现状与特点的基础上,探寻一种适中的发展清洁能源的产业政策、融资制度、国际合作模式,以便为中国发展清洁能源提供一定的经验借鉴。

全书共分六章,第一章由许勤华、张璋供稿,第二章由张璋、许勤华供稿,第三章由张璋供稿,第四章由饶瑶供稿,第五章由许勤华供稿,第六章由许勤华、饶瑶供稿;全书由许勤华统筹并统稿。

目 录

第一章 导 论	001
一、研究背景	001
二、已有成果	003
三、概念界定	005
第二章 全球清洁能源发展现状及趋势	008
一、清洁能源发展现状	008
二、清洁能源产业发展特点	012
三、清洁能源产业发展趋势	016
第三章 产业政策及政策绩效国际比较	023
一、清洁能源产业政策的定位与范畴	023
二、清洁能源产业政策构成	027
三、清洁能源产业政策成因	029
四、清洁能源产业政策及绩效国际比较	035
第四章 发展清洁能源融资制度国际实践	049
一、融资制度及制度变迁理论	049



二、清洁能源融资的现状、特点与要求	057
三、清洁能源产业融资制度的变迁动力和路径选择	063
四、清洁能源产业融资制度的变迁方向	069
 第五章 发展清洁能源个案分析	073
一、欧盟主要国家清洁能源发展政策与效果	073
二、日本清洁能源发展政策与效果	094
三、美国清洁能源发展政策与效果	098
 第六章 中国清洁能源国际合作战略	114
一、中国清洁能源发展现状及政策研究	114
二、中国发展清洁能源的障碍及突破口	125
三、中国清洁能源国际合作战略及对策	135
 附录一 2009—2012 年中国清洁能源国际合作大事记	147
附录二 中国节能政策法规（2006—2012 年）	168
附录三 亚太地区能源发展前景	177
附录四 其他国家或地区发展清洁能源机制与法规介绍	179
附录五 清洁能源国际合作优质案例	194
附录六 全球节能服务产业绩效比较	212
附录七 中国主要清洁能源企业概况	219
 参考文献	225
后 记	228

图表索引

表 2-1	2000—2011 年清洁能源技术应用	009
图 2-1	全球风能装机容量	011
图 2-2	全球太阳能光伏装机容量	011
图 2-3	全球乙醇和生物柴油产量	011
表 2-2	清洁能源典型技术特征及成本	013
表 2-3	非清洁能源与清洁能源的本质区别	017
图 2-4	各国清洁能源专利技术份额比较	020
图 3-1	清洁能源发展政策动力分析矩阵	030
图 3-2	技术型清洁能源发展政策动力分析矩阵	036
表 3-1	德国各年风电累计装机容量	039
图 3-3	消费型清洁能源发展政策动力分析矩阵	040
图 3-4	生产型清洁能源发展政策动力分析矩阵	045
图 4-1	清洁能源年度投资的估计金额(2008—2030 年)	057
表 4-1	1995—2009 年全球清洁能源分类消费情况	058
图 4-2	全球清洁能源投资地区数据(2004—2010 年)	059
图 4-3	按地区划分的清洁能源和气候变化基金(2008 年)	060
图 4-4	清洁能源全球创新指数与主要波动比较(2003—2011 年)	061
表 5-1	德国相关能源管理部门的机构设置及其主要职能	078
图 5-1	德国二氧化碳排放量	079
图 5-2	德国二氧化碳人均排放量	080
图 5-3	德国可替代能源和核能	080

图 5-4	德国能源人均使用量	080
图 5-5	法国环境保护与能源控制署组织结构图	085
图 5-6	法国二氧化碳排放量	085
图 5-7	法国二氧化碳人均排放量	086
图 5-8	法国可替代能源和核能	086
图 5-9	法国能源人均使用量	087
图 5-10	英国二氧化碳排放量	091
图 5-11	英国二氧化碳人均排放量	091
图 5-12	英国可替代能源和核能	092
图 5-13	英国能源人均使用量	092
表 5-2	日本、英国、美国、欧盟导入清洁能源的实绩与目标对比	095
表 5-3	日本历年来清洁能源发展使用目标	095
表 5-4	清洁能源在能源结构中的比重比较表(%)	098
表 6-1	中国清洁能源产业发展情况	119
表 6-2	2000—2009 年中国太阳热水器年产量和总保有量	119
表 6-3	中国光伏年装机	120
图 6-1	中国风电机组装机容量	121
图 6-2	中国二氧化碳排放量	122
图 6-3	中国二氧化碳人均排放量	122
图 6-4	中国单位 GDP 使用能耗	123
图 6-5	中国可替代能源和核能占能源使用百分比	123
图 6-6	中国化石燃料消耗占能源总量百分比	123
图 6-7	中国清洁能源产业投资情况(2004—2010 年,分季度)	126
表 6-4	2008—2009 年海外上市的光伏企业融资情况	127
表 6-5	2008—2009 年 A 股上市的光伏企业融资情况	128
图 6-8	融资制度分析框架	129
表 6-6	能源金融领域相关的较大的政府引导基金	144
表 6-7	能源金融相关的主要大型政府性合作基金	144

第一章 导 论

清洁能源是指在使用中对环境无污染或污染小的能源,即大气污染物和温室气体零排放或排放很少的能源。随着全球化石能源日益减少、环境污染日益加剧以及气候变暖等问题的出现,大力发展清洁能源、推进清洁能源革命、加快清洁能源的广泛应用,已成为开拓新的经济增长点和保护全球环境的重大战略选择。2003 年英国发表能源白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》,提出要用低碳基能源、低二氧化碳的低碳经济发展模式,替代当前的化石能源发展模式。2008 年金融危机以来,世界各国政府都给予了清洁能源产业以高度重视,从美国奥巴马政府推行“绿色新政”,到德国的“绿色复兴:增长、就业和可持续发展新政策”;从巴西大力发展绿色能源,到韩国“低碳绿色增长”的经济振兴战略,都可以看出清洁能源产业在当前世界经济中举足轻重的地位。随着石油对外依存度的快速上升,清洁能源将是未来中国能源安全保障、可持续发展的唯一出路。

一、研究背景

根据国际能源机构(IEA)《2012 世界能源展望》预测,2020 年中国对于煤炭的需求将达到顶峰,并将维持到 2035 年。^① 据有关部门统计,中国烟尘

^① 《2020 年中国煤炭需求将达顶峰》,见和讯网,<http://futures.hexun.com/2012-11-27/148391939.html>,2013-03-08。



排放量的 70%、二氧化硫排放量的 90%、氮氧化物排放量的 67%、二氧化碳排放量的 70% 都源自于燃煤的燃烧。如何既维持如此巨大的能源资源量,保持中国经济社会的发展,又要降低能源消耗带来的对环境的破坏,不仅是中国,也是全世界将要面对的巨大难题。胡锦涛总书记说:“纵观人类社会发展的历史,人类文明的每一次重大进步都伴随着能源的改进和更替。”清洁能源将是 21 世纪的主导能源,谁在清洁能源的发展上占据制高点谁就有希望在未来世界经济技术新一轮调整中占据主导和主动地位。特别是应对气候变化的严峻挑战更是将清洁能源的发展推向了一个更为紧迫的高度。

能源作为各国重要的战略产业,其重要性并不仅仅局限于政治、经济、军事等国家建设的关键领域,更体现在其对塑造社会形态所能产生的巨大影响上。从第一科技革命到第三次科技革命,传统能源煤、石油的发现与大规模利用以及一次能源电力都成为技术发展的强大动力。换句话说,全球几次科技革命发生历程,也是能源工业发展的流程图:人类从火的发现和利用,到生物质能源(biomass)的利用和畜力、风力、火力等自然动力的利用,到化石燃料的开发和热的利用,再到电的开发和大规模利用,直至原子核能的发现开发利用。能源已经成为了一种战略性资源——成为经济国家和文明民族兴衰的一个因素。在全球变暖的时代背景下,清洁能源得到了越来越多的重视,其并不仅仅指新的能源形式,从一个更为宏观的角度来看,它可以理解为建立在清洁能源基础之上的新社会组织形态、政治经济体系等制度,将涉及社会运转中的方方面面。^①

如上所述,最近几年世界主要国家对发展清洁能源重视度越来越高,投入越来越大,清洁能源的发展势头越来越猛,对中国这样一个第一大能源生产与消费大国构成的压力越来越大,如何在调整中的国际能源体系中夺得先机、占据有利位置十分重要。清洁能源发展关系到中国的可持续发展和崛起前景,但是中国清洁能源发展起步较晚,技术基础相对薄弱,需要充分利用国外技术,借鉴国外经验,尽可能获取国外发展资金,这就需要开展广

^① 何莽、夏洪胜:《清洁能源产业中风险投资现状及发展对策研究》,载《特区经济》2009 年 1 月。



泛的国际合作。为了更好地开展国际合作,有必要对世界各主要国家的能源发展状况进行比较研究,从中找出规律性的发展模式,为中国制定清洁能源发展战略确定路径。同时,在比较研究的基础上,找到中国清洁能源国际合作的优先领域。本课题首先将对厘清中国清洁能源国际合作战略的实践范畴和理论范畴、战略重点和战略布局、指导思想和基本原则具有一定理论贡献,其次对于国与国之间的具体合作也具有一定的实践意义。

发展清洁能源是中国建立资源节约型社会、实现可持续发展的唯一选择,也是中国对全球经济社会实现可持续发展的巨大贡献,而发展清洁能源战略及政策的确立是发展清洁能源的前提和基础。一些国家特别是发达国家发展清洁能源历史比中国要长,汲取其战略、政策及政策执行各个方面的经验和教训为我所用,能使我们无论在技术还是商业运作领域都占有有利地位,这就需要进行深入的比较研究。

二、已有成果

西方发达国家学术界对清洁能源问题的研究起步较早,研究的内容、重点及研究主体随着世界能源形势的发展不断变化着。与其他研究不同的是,清洁能源研究的主体不是个人,而是政府、机构、国际组织(政府间及非政府间)还有能源企业,这是因为发展清洁能源的研究投入巨大、周期长、见效较慢。研究清洁能源发展的国际组织主要有:世界能源委员会(World Energy Council, WEC),其较早涉及该研究领域的成果为《国际能源可持续性发展理论》(*The Global Energy Sector: Concepts for a Sustainable Future*, WEC 1998),对风能、太阳能、核能、低热能等不同行业的发展、技术运用、政策推动及风险预测进行了讨论;国际能源机构研究的角度一般专注于经济合作与发展组织(OECD,以下简称“经合组织”)34个国家的能源效率情况,如其报告《美国能效政策 2008》(*Energy Efficiency Policy in US 2008*)把美国政府的能效政策及执行进行了分析;除此以外,还有亚太能源研究中心(APERC)等国际能源组织则更多地从清洁能源的某个行业如发电领域进行深入研究,其 2004 年的报告《亚太经济合作组织区域内新及可

再生能源》(*New and Renewable Energy in the APEC Region*)和2005年的《亚太经济合作组织区域内的可再生电力》(*Renewable Electricity in the APEC Region*)在对亚太地区2004年以前清洁能源和清洁能源发展情况进行研究的基础上突出该地区清洁能源发电的发展状况。能源研究机构如美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL)等多以能源经济学的方法对不同国家之间清洁能源的成效进行比较。随着能源生产和能源消费结构的调整和改变,各国政府相继出台了相关的研究报告及政策规范。

国内有关清洁能源发展的文献主要可分为以下几类:①技术类,属专业技术研究,如《锅炉能效中的清洁能源利用》等;②探讨中国能源安全及能源发展战略的著作,如《谁能驱动中国:世界能源危机和中国方略》(人民出版社2006年版)、《机不可失:中国能源可持续发展》(中国发展出版社2007年版)、《能源改变命运》(新华出版社2008年版)等,它们都是在中国经济高速增长遭遇前所未有的能源需求重压以及切实感受到由于能源消费带来的环境保护紧迫感后出版的,给人们以重新思考中国能源安全及战略定位的启迪;③对中国能源发展历史进行梳理的研究成果,如《中国能源五十年》(中国电力出版社2002年版)里用专门的一章对清洁能源在中国发展的目的和意义、分类和特性、开发利用的历史现状及前景和政府政策等进行了总结与回顾;④行业协会的报告,如中国资源利用协会清洁能源专业委员会每年推出的清洁能源各个行业的年度报告,其《风电行业与资本市场的研究》对国内风电行业进行了评价以及重点企业的分析;⑤一些专业能源期刊上的文章,如《完全突破政策瓶颈发展清洁能源》(载《能源思考》2008年2月刊),又如《国内外清洁能源政策综述与进一步促进我国清洁能源发展的建议》(载《清洁能源》2006年第1期),既有从宏观上探讨如何发展清洁能源的,也有介绍国外先进经验的,但后者的文献相对来说很少;⑥对中国业已实施的清洁能源各项实践的绩效考核,如清洁能源行动办公室组织编著的《清洁能源促进政策应用与分析》(中国环境科学出版社2005年版),该书将清洁能源发展的促进政策进行了分类,通过对中国清洁能源行动试点城市政策的研究总结,综合评价和分析了各试点城市的促进政策;⑦政府部门的相关立法、



规划以及能源管理部门战略规划司做的对国别的发展政策的研究,如《清洁能源中长期发展规划》(国家改革发展委员会 2007 年 8 月)给清洁能源的中长期发展确立了指导思想、发展目标、重点发展领域等,又如原国家能源领导小组办公室主持的对各国清洁能源战略的编译(内部材料)。

中国与国外进行的清洁能源合作已经有了实质性的进展,无论是发达国家在中国的大学投资设立研发基地(如清华大学),还是与中国企业合作(如日本出光与中国神化集团的合作)等都较有成果,但是形成书面的研究报告还是比较少。主要相关的文献有:《中国可持续能源:实施“十一五”20%节能目标的途径与措施研究》(科学出版社 2008 年版)、《中国能源发展战略与政策研究》(经济科学出版社 2004 年版)都是美国能源基金会、大卫与露茜·派克德基金会、威廉与佛罗拉·休利特基金会共同资助中国国务院发展研究中心产业经济研究部的研究成果,这些报告以定量和定性的方法分析了中国能源发展面临的挑战、机遇及对策,给读者以各种能源发展的情景参考。

尽管目前国内对外清洁能源的研究已有诸多成果,但大都缺乏从整体上对当今世界主要地区特别是重点国家发展清洁能源战略及政策的综合比较,更无从谈及从比较中获得对中国发展清洁能源的启示。此外,国内学界对有关国际能源合作的理论研究,才刚刚起步。而传统能源的国际合作与清洁能源国际合作,合作内容由于品种不同,因而具有较大的差异性。^①可以说,到目前为止发展清洁能源的研究严重缺乏国际问题研究的战略视角。

三、概念界定

能源始终是人类社会发展不可缺少的物质资源。随着社会的发展,人类对能源的需求不断增长,一方面人类能源的使用量呈几何指数增长,另一方面人类对能源开发使用的种类也在迅速增多。世界能源委员会推荐的能源类型分为:“固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物质

^① 如传统能源石油、煤炭和天然气有存储性,而清洁能源如果不转化为二次能源如电力,很难被储存。