

我国新能源战略的重大技术挑战及化解对策^①

罗来军¹ 朱善利² 邹宗宪³

(1. 中国人民大学经济学院; 2. 北京大学光华管理学院;
3. 中国能源建设集团)

【摘要】我国能源消费导致严重的环境污染,并且能源供给紧张,为破除这些难题,亟需新能源技术取得突破性发展,以实现新能源的大量生产和供应。我国发展新能源面临三项重大技术挑战:环保型新能源产生大量污染与能耗,新能源产业并非高新技术产业,关键技术与核心技术落后于国际先进水平且严重依赖海外。在对化解三大技术挑战提出对策建议的基础上,为我国能源安全、环境安全、经济安全、社会安全提供了应对之策。

关键词 新能源 技术挑战 自主创新 顶层设计

中图分类号 F202 **文献标识码** A
DOI:10.13653/j.cnki.jqte.2015.02.008

引 言

新能源的开发与利用已经成为世界各国普遍重视的问题,这不仅是能源问题、经济问题,而且还涉及环境安全、社会安全等问题。能源短缺状况日益严重,根据邱承武(2013)的研究,随着全球经济的发展,全社会对能源的消耗量日益增加,到目前为止,人类主要的能量来源还是地球长期以来把太阳能通过动植物转化为化学能存储和积累的煤炭、石油、天然气之类的能源。但是,随着人类生活水平的进一步提高,目前已经探明的传统化学能的储量,对现有能源消耗的支持只能维持几百年。因此,寻求新的可持续可再生能源就成为全球性的战略任务。

除了能源短缺问题,传统能源消耗对气候和环境的危害已让地球承载不起。传统能源的获取往往只是从开发的便捷性和经济成本上考虑,没有注意和较少注意到能源资源的有限性和对地球环境造成的持续干扰性和破坏性(解天和何芸,2013)。康小义和白茂楠(2014)研究指出,工业革命以来,人类活动排放的温室气体明显增加,工业排放、二氧化碳排放量大,使大气中温室气体的浓度上升,全球气温变暖,严重危害和影响了自然生态环境的平衡和社会发展的稳定。近百年来,人们科技和信息化水平的提高,加快了全球能源资源的利用率,使全球资源与环境问题日益突出,能源的开发面临着新的问题和挑战,严重影响了全球经济的发展,尤其是给发展中国家经济带来了更严峻的考验。为了能够有效地解决能源紧张的问题,减少对自然环境的破坏,维护生态稳定,对清洁、可再生、污染小的新能源的需求也随之越来越明显。发展低碳经济是应对气候变化的重要甚至是唯一的举措,而新能源是低碳经济的主要内容(黄栋,2009)。为此,充分开发和利用新能源是保护气候和环境安全的重大事项。

^① 本文为国家发展和改革委员会课题“低碳发展宏观经济理论框架研究”成果。

为了解决能源短缺、传统能源消耗对气候和环境的危害等问题,世界各国极其重视并大力发展新能源。根据张生玲等(2014)的研究,为了更好地满足经济发展对能源消费的需求,以美国为首的西方国家纷纷大力扶持本国新能源产业的发展,不仅制定了完整的发展战略和规划,并给能源企业大量的财政补贴和优惠政策。美国是新能源产业发展最快的国家之一,新一届奥巴马政府制定了相当完善的新能源战略举措,大力开发清洁能源,研发大量配套产品设备,全面开发节能交通工具,建设超导智能电网,按计划有步骤地降低碳排放量,提供充足资金支持。根据《BP世界能源统计年鉴》数据,2012年美国水电和可再生能源消费占世界能源消费总量的7.6%和66.8%,新能源在能源消费中占据重要地位。此外,德国、法国、日本等国均投入大量资源积极发展新能源。

发展新能源产业已成为世界主要国家的基本倾向,对我国而言是个难得的发展机遇,我国在新能源方面具有优势和潜力,有可能进入世界领先水平(张国有,2009)。实际上,我国一直非常重视新能源的开发与利用。自从2006年颁布实施《可再生能源法》之后,国家相继出台了一系列法律法规,完善了电网企业和发电企业之间的电价补贴和电网企业之间的交易配额关系;这些法律和政策促进了我国新能源产业的健康发展,提高了新能源产业的集中度,增强了我国新能源产业的综合竞争力(李义福,2013)。但是,我国新能源的发展也面临诸多问题与挑战。赵欣和夏洪胜(2010)认为,我国声势浩大的新能源产业飞速发展的背后实际上隐藏着种种危机。相关的问题比较多,产能过剩、规划凌乱、管理脱节等,其中技术挑战是最为严重的问题。李义福(2013)研究指出,虽然近几年我国的新能源产业发展迅速,我国在太阳能方面已经成为生产太阳能电池的第一大国,但是我国的新能源产业存在重大技术方面的问题。由于上述情况,本文着重对我国发展新能源的重大技术挑战进行探讨和分析。

一、我国能源消费的基本状况与典型特征

从总体上看,目前我国能源消费总量巨大,能源供给缺口明显,煤炭过度开发,石油与天然气对外依存度高;能源消费结构很不合理,煤炭比重大,新能源与非化石能源比重低,新能源的消费与利用比较有限;人均能源消费量低,未来的能源消费增长较快。能源消费方面存在的问题在一定程度上制约了我国经济发展,并带来严重的环境污染问题。具体来讲,我国能源消费的基本状况与典型特征如下。

(1)我国能源消费总量不断增加,供给无法满足需求,但是煤炭供过于求。从资源禀赋来看,我国是一个资源富饶的国家,各种矿藏上千种,几乎包括所有关系到民生的常规能源,其中水能与煤炭较为丰富,蕴藏量分别居世界第一与第三位。然而,优质化石能源相对不足,石油与天然气资源的探明剩余可采储量仅仅列在世界第13位与第17位。但是,我国人口众多,各种能源与资源的人均占有量却远低于世界平均水平。随着我国经济的快速发展,能源消耗量不断增加。虽然我国是世界上第三大能源生产国,但是能源生产远远不能满足不断增长的能源消费,能源供给与消费之间的缺口逐年扩大(见表1)。1992开始出现供需缺口,该缺口到2000年首次突破1亿吨标准煤,目前已经超过3亿吨标准煤,供需缺口不断加大。

从能源构成来分析,我国石油消费不断增加,导致石油供需缺口不断扩大。随着经济发展,我国受到石油资源的约束将日益加剧,1993年我国成为石油净进口国,之后石油对外依存度不断增高,1995年为7.6%,2000年为31%,2005年为42.9%,而2014年上半年

达到 59.7%。随着我国经济的发展与居民消费结构的升级换代,石油、天然气的供给缺口将越来越大。电力供给也难以满足电力消费,近年来全国多地出现“拉闸限电”的现象,以缓和电力供需失衡。如果我国不改变现有的能源消费结构与经济结构,不提高能源使用效率,不加大新能源的开发力度,不推行可持续发展的能源战略,未来经济发展会进一步加剧我国能源供需失衡的局面。

表 1 我国能源生产、消费与缺口 (单位:万吨标准煤)

年 份	能源生产总量	能源消费总量	缺 口
1991	104844	103783	-1061
1992	107256	109170	1914
1993	111059	115993	4934
1994	118729	122737	4008
1995	129034	131176	2142
1996	133032	135192	2160
1997	133460	135909	2449
1998	129834	136184	6350
1999	131935	140569	8634
2000	135048	145531	10483
2001	143875	150406	6531
2002	150656	159431	8775
2003	171906	183792	11886
2004	196648	213456	16808
2005	216219	235997	19778
2006	232167	258676	26509
2007	247279	280508	33229
2008	260552	291448	30896
2009	274619	306647	32028
2010	296916	324939	28023
2011	317987	348002	30015

资料来源:国家统计局编,《中国统计年鉴》,中国统计出版社,2012。

我国煤炭消费有较大的特殊性,其市场长期处于供不应求的状态,而在 2002 年煤炭生产开始超过消费,使煤炭的供需矛盾缓解。但是,目前煤炭开始出现过剩,2012 年我国煤炭社会库存首次突破 3 亿吨,达到 3.44 亿吨。而 2013 年的煤炭产能过剩形势更加严重,根据初步数据统计,2013 年煤炭行业社会库存高达 5 亿吨,出现严重的煤炭供过于求。

(2) 与世界相比,我国能源消费总量巨大,但是人均能源消费量偏低。我国与美国成为世界上能源消费量排在前两位的国家,而且我国已经超过美国成为世界上最大能源消费国。由此可见,我国能源消费总量是非常巨大的。根据 BP(英国石油公司)公布的统计数据(见表 2),我国一次能源消费总量在 2011 年为 37.33 亿吨标准煤。2011 年世界一次能源消费总量是 175.35 亿吨标准煤,我国一次能源消费量占世界一次能源消费总量的比重为 21.3%;而同期的美国占世界一次能源消费总量的比重为 18.5%,明显低于我国。

表2 部分国家和组织一次能源消费量 (单位: 亿吨标准煤)

国家/地区	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	占比(%)
南非	1.62	1.65	1.69	1.66	1.70	1.73	1.80	1.0
西班牙	2.19	2.20	2.27	2.24	2.09	2.14	2.08	1.2
印度尼西亚	1.72	1.74	1.85	1.77	1.89	2.00	2.13	1.2
意大利	2.66	2.65	2.61	2.58	2.40	2.46	2.41	1.4
墨西哥	2.27	2.36	2.40	2.45	2.39	2.42	2.48	1.4
英国	3.26	3.22	3.12	3.07	2.91	2.99	2.83	1.6
沙特阿拉伯	2.18	2.26	2.36	2.57	2.68	2.87	3.10	1.8
伊朗	2.53	2.65	2.71	2.82	2.94	3.04	3.27	1.9
法国	3.73	3.70	3.67	3.68	3.49	3.61	3.47	2.0
韩国	3.15	3.18	3.30	3.36	3.38	3.64	3.76	2.1
巴西	2.96	3.04	3.22	3.36	3.34	3.63	3.81	2.2
德国	4.76	4.85	4.63	4.67	4.39	4.56	4.38	2.5
加拿大	4.65	4.62	4.70	4.67	4.46	4.52	4.72	2.7
日本	7.53	7.55	7.48	7.37	6.76	7.16	6.82	3.9
印度	5.20	5.45	5.92	6.35	6.86	7.49	7.99	4.6
俄罗斯	9.39	9.65	9.80	9.87	9.35	9.87	9.79	5.6
美国	33.59	33.32	33.90	33.15	31.49	32.65	32.42	18.5
中国	24.16	26.54	28.53	29.71	31.25	34.75	37.33	21.3
OECD 国家	80.96	81.05	81.64	80.84	76.83	79.55	78.97	45.0
非 OECD 国家	73.34	77.35	81.20	83.96	85.50	91.92	96.38	55.0
世界总量	154.30	158.40	162.83	164.80	162.33	171.46	175.35	100.0

注: 最后一列的占比为各个国家和组织 2011 年的一次能源消费量占世界总量的比重; OECD 是 Organization for Economic Cooperation and Development 的缩写, 即经济合作与发展组织。

资料来源: BP, Statistical Review of World Energy 2012, www.bp.com.cn.

虽然我国能源消费总量巨大, 但是人均能源消费量偏低, 相当于世界人均能源消费的平均水平, 约为美国人均能源消费量的 1/4。在 2011 年, 我国人均能源消费量为 2.59 吨标准煤/人, 该消费量相当于国际能源署 (International Energy Agency, IEA) 公布的 2009 年世界人均能源供应量。根据统计口径, 能源消费量=能源供应量-平衡误差, 为此能源消费量与能源供应量在数值上仅仅差别在平衡误差上。根据国际能源署 (IEA) 统计数据 (见表 3), 2009 年世界人均能源供应量是 2.57 吨标准煤/人, 而同年我国人均能源供应量是 2.43 吨标准煤/人, 仅相当于同期美国人均能源供应量 (10 吨标准煤/人) 的 24%, 比美国人均能源消费水平低得多。

表3 部分国家和组织人均能源供应量 (单位: 吨标准煤/人)

国家/地区	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
印度	0.70	0.73	0.76	0.77	0.84	0.84
印度尼西亚	1.13	1.16	1.20	1.24	1.26	1.24
巴西	1.64	1.70	1.77	1.84	1.77	1.94

(续)						
国家/地区	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
中国	1.86	2.01	2.13	2.29	2.43	2.59
阿根廷	2.33	2.67	2.66	2.73	2.63	2.64
委内瑞拉	3.20	3.21	3.30	3.27	3.37	3.81
南非	3.86	3.89	4.01	3.94	4.17	3.91
伊朗	3.29	3.66	3.90	4.01	4.24	4.03
俄罗斯	6.50	6.73	6.76	6.91	6.29	7.07
沙特阿拉伯	8.57	8.63	8.76	9.37	8.89	8.81
非 OECD 国家	1.53	1.59	1.64	1.69	1.70	1.77
墨西哥	2.43	2.41	2.39	2.41	2.33	2.35
西班牙	4.77	4.69	4.59	4.34	3.93	3.96
意大利	4.53	4.47	4.31	4.20	3.91	4.02
英国	5.56	5.46	4.93	4.86	4.54	4.65
瑞士	5.14	5.33	4.83	4.94	4.94	4.81
日本	5.91	5.90	5.76	5.54	5.30	5.57
德国	5.99	6.04	5.79	5.83	5.56	5.72
法国	6.29	6.16	5.91	5.94	5.67	5.78
荷兰	7.21	7.00	7.00	6.93	6.76	7.17
韩国	6.31	6.40	6.54	6.67	6.71	7.31
瑞典	8.26	8.07	7.81	7.66	6.97	7.81
澳大利亚	8.43	8.43	8.40	8.64	8.47	7.90
美国	11.27	11.06	11.06	10.71	10.04	10.05
加拿大	12.10	11.81	11.80	11.43	10.76	10.55
OECD 国家	6.79	6.63	6.64	6.51	6.11	6.27
世界	2.53	2.57	2.60	2.61	2.57	2.66

注：OECD 是 Organization for Economic Cooperation and Development 的缩写，即经济合作与发展组织。

资料来源：国际能源署（IEA）各国能源平衡表，www.iea.org。

(3) 我国能源消费结构不合理，煤炭比重过大，新能源与非化石能源比重低。我国能源消费结构存在着严重的不合理问题，煤炭比重远远高于其他国家。在 20 世纪 50 年代，煤炭消费量占我国能源消费的 90% 以上，之后随着我国石油、天然气、电力等能源的发展，煤炭所占比重有所降低，但是仍然在很长一段时间内继续以煤炭为主（见表 4）。在 2000 年以后，我国煤炭消费量所占比重首次低于 70%，但由于我国日益增长的能源消费总量，煤炭的绝对消耗量仍在不断上升。天然气比重呈现稳步上升的趋势，从 1992 年的 1.9% 到 2011 年的 5.0%，消费相对量和绝对量都在不断增长。水电、核电、风电的利用有着同样的变化趋势，占能源消费总量的比重也在不断提高。虽然石油消费的比重有所波动，但消费绝对量在整体上呈现上升趋势，总消费量不断增加。在 2011 年的我国能源消

费结构中,煤炭占 68.4%,石油占 18.6%,天然气占 5.0%,新能源与非化石能源占 8%,其比重很低。

表 4 我国能源消费总量及构成 (单位:%)

年 份	能源消费总量 (万吨标准煤)	占能源消费总量的比重			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、风电
1991	103783	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	109170	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	115993	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	122737	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	131176	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	135192	73.5	18.7	1.8	6.0
1997	135909	71.4	20.4	1.8	6.4
1998	136184	70.9	20.8	1.8	6.5
1999	140569	70.6	21.5	2.0	5.9
2000	145531	69.2	22.2	2.2	6.4
2001	150406	68.3	21.8	2.4	7.5
2002	159431	68.0	22.3	2.4	7.3
2003	183792	69.8	21.2	2.5	6.5
2004	213456	69.5	21.3	2.5	6.7
2005	235997	70.8	19.8	2.6	6.8
2006	258676	71.1	19.3	2.9	6.7
2007	280508	71.1	18.8	3.3	6.8
2008	291448	70.3	18.3	3.7	7.7
2009	306647	70.4	17.9	3.9	7.8
2010	324939	68.0	19.0	4.4	8.6
2011	348002	68.4	18.6	5.0	8.0

注:电力折算标准煤的系数根据当年平均发电煤耗折算。

资料来源:国家统计局编,《中国统计年鉴》,中国统计出版社,2012。

从一次性能源消费构成来看, BP (Statistical Review of World Energy, 2012) 统计数据显示,我国煤炭份额比世界平均水平高出 40 多个百分点,油气比重低 30 多个百分点,水电、核电的比重则低 5 个百分点,我国以煤为主导的能源消费结构特征十分突出。世界煤炭消费量占一次能源消费总量的比重不到 30%,这一比重在美国与 OECD 国家不到 25%。世界一次能源消费以油、气为主,接近 60%,美国与 OECD 国家油气消费比重在 65%左右,而我国油气消费比重仅为 23%,尤其是天然气消费比重仅为 5%,大大低于 24%的世界平均水平。在非化石能源方面,我国的非化石能源比重低于 13%的世界平均水平,主要原因是核电比重较低,世界核电比重是 5.2%,而我国不足 1%。从终端能源消费来看,按照国际能源署的统计口径,2009 年我国煤炭所占的比重为 36.09%,远远高于世界平均水平;这一比例在 OECD 国家仅为 3.21%,在美国仅为 1.61% (见图 1)。在图 1 中,其他能源包括热力、地热能、生物质能和垃圾。

我国能源消费结构过度依赖传统能源,这对资源的可持续供应与经济的可持续发展都带来很大的压力。为了缓解能源消费带来的这种压力,需要加强对新能源的开发与利用,这是缓解我国能源消耗严峻形势的重要方式。

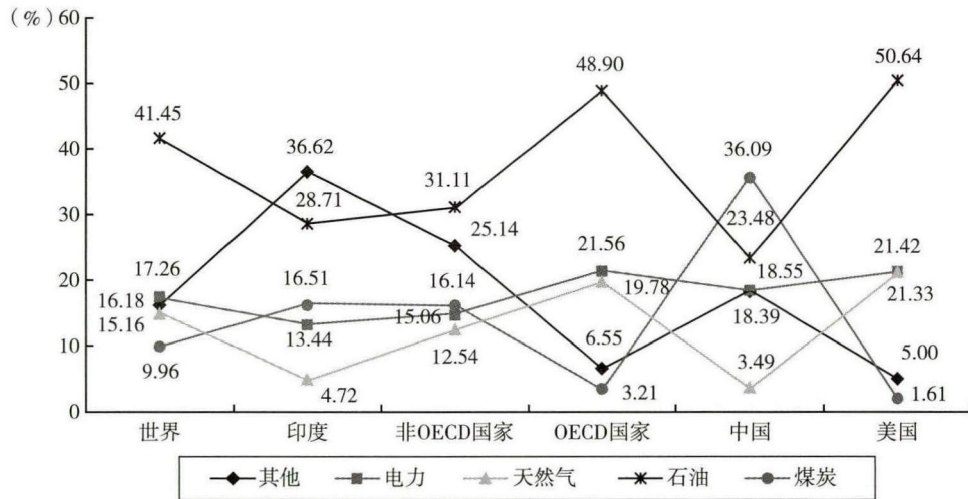


图1 世界与主要国家终端能源消费结构比较

资料来源: 国际能源署 (IEA) 各国能源平衡表, www.iea.org。

(4) 工业部门与第二产业能源消费占主导, 第三产业与生活能源消费少。对于我国能源消费结构, 分行业来看, 能源消费主要集中在工业领域, 工业用能占能源消费总量的 70% 以上, 钢铁、化工、建材、电力、石油加工与有色金属等六大高耗能行业所占能源消费的比重超过 50%。2011 年, 第一产业、第三产业与居民生活能源消费量占能源消费总量的比重分别为 1.9%、14.8% 和 10.7%, 均比较低, 如表 5 所示。

表 5 我国分行业能源消费结构比重指标 (单位: %)

行 业	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
建筑业	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.9	1.7
农、林、牧、渔业	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9
批发、零售业和住宿、餐饮业	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2
交通运输、仓储和邮政业	7.8	7.8	7.8	7.9	7.7	8.0	8.2
工业	71.5	71.5	71.5	71.8	71.5	71.1	70.8
采掘业	5.9	5.5	5.4	5.9	5.7	5.7	5.8
电力、煤气及水生产和供应业	7.5	7.5	7.3	6.9	6.9	7.4	7.5
制造业	58.1	58.5	58.8	59.1	58.9	58.0	57.6
金属制品业	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0
通用设备制造业	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1
交通运输设备制造业	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.2	1.1
纺织业	2.2	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8
有色金属冶炼及压延加工业	3.1	3.4	3.9	3.9	3.7	4.0	4.0
石油加工、炼焦及核燃料加工业	5.1	4.8	4.8	4.7	5.0	5.1	4.9

(续)

行 业	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
非金属矿物制品业	9.0	8.8	8.2	8.7	8.8	8.5	8.6
化学原料及化学制品制造业	10.1	10.0	10.2	9.9	9.4	9.1	10.0
黑色金属冶炼及压延加工业	16.8	17.3	17.9	17.8	18.4	17.7	16.9
其他行业	3.9	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.4
生活消费	10.7	10.7	11.0	10.9	11.0	10.6	10.7

注：工业包括采掘业，电力、煤气及水生产和供应业，制造业；而制造业又包括金属制品业，通用设备制造业，交通运输设备制造业，纺织业，有色金属冶炼及压延加工业，石油加工、炼焦及核燃料加工业，非金属矿物制品业，化学原料及化学制品制造业，黑色金属冶炼及压延加工业。

资料来源：国家统计局编，《中国能源统计年鉴》，中国统计出版社，2012。

按照国际能源署（IEA）公布的统计数据，在 2009 年的世界终端能源消费（不包括厂用电和线损电量）中，第一、第二、第三产业与居民生活用电的比重分别为 2.6%、40.2%、28.9%与 28.3%；在 OECD 国家中，这些比重分别为 1%、31%、35.5%与 32.5%；美国的第二产业用电比重是 21.9%，第三产业与生活用电比重分别是 40.7%与 37.4%（见图 2）。而同期的我国，生活和商业用电比重在 2009 年为 30%，比世界平均水平低 27 个百分点，比美国低 48 个百分点，生活和商业用电比重显得过低。随着我国产业结构的调整，第三产业的用电会不断增多，这些用电通过发展新能源来满足，是最优的解决方案。

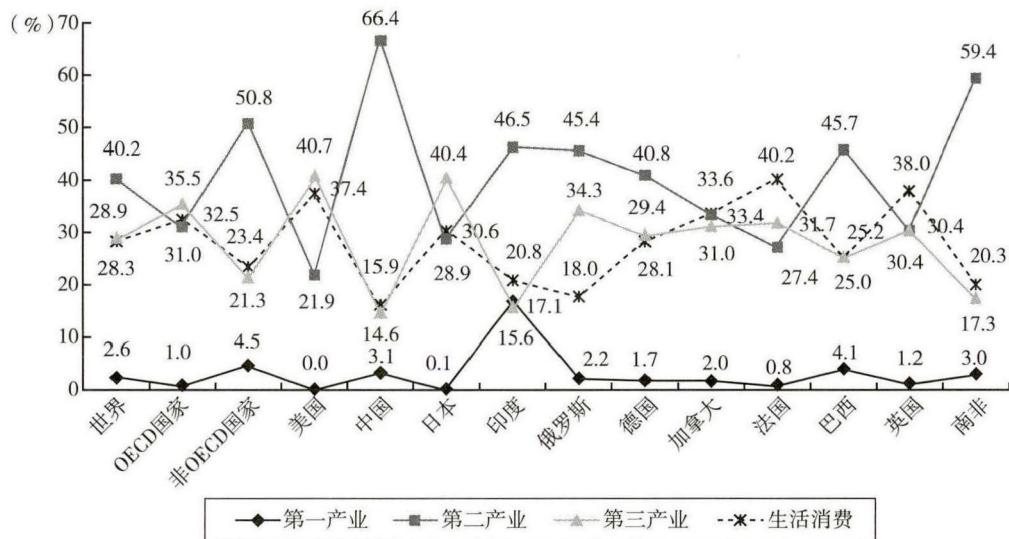


图2 终端电力消费结构的国家比较

注：OECD是 Organization for Economic Cooperation and Development 的缩写，即经济合作与发展组织。

资料来源：国际能源署（IEA）各国能源平衡表，www.iea.org。

(5) 能源消费导致严重的环境污染，并且节能减排形势严峻。能源消费所导致的环境污染主要表现在两方面：一是大气污染排放。和能源消费有关的大气污染排放以煤烟型污染为主，主要污染物为二氧化硫、烟尘和氮氧化物。我国能源消费主要依赖煤炭，约占全部能源消费总量的70%。大量消耗煤炭资源，尤其是大量以终端燃烧的方式消耗煤炭，是造成我国大气污染的主要原因。全国90%以上的二氧化硫排放也是燃煤所致。大气污染不仅造成

土壤酸化、粮食减产与植被破坏,而且对人民的生命健康也带来严重威胁,对我国的可持续发展更是严峻的挑战。二是能源整体利用效率低。《中国能源可持续发展战略构想》资料表明,我国综合能源利用效率约为 33%,比发达国家低 10 个百分点;每单位能耗生产的 GDP 仅相当于发达国家的 1/4;循环使用与污染物的处理水平低,近 90%的能源在开采、加工转换、储运与终端利用过程中被损失与浪费。能源整体利用效率过低,再加上循环利用水平低与污染物处理制度不够完善,这些都进一步恶化了我国的环境污染问题。

我国的节能减排形势也较为严峻。在 2011 年,能耗强度下降 2%。如果按照“十二五”规划中的能耗强度下降 16%的目标,平均每年能耗强度需降低 3.4%,那么,2011 年的能耗强度下降幅度没有达到规划目标,节能减排的形势不容乐观。自从“十一五”以来,国家实施“节能减排”的重大举措,能耗强度从 2005 年的 1.28 吨标准煤/万元下降到 2010 年的 1.03 吨标准煤/万元,累计总和下降 19%,平均每年下降 4%,基本上实现“十一五”定的能耗强度下降 20%的目标。但是,在“十二五”开局之年,能源消费弹性系数出现反弹,上升到 0.77,为 2006 年以来的最高水平,而 2011 年能耗强度下降 2%,是自 2006 年以来下降幅度最小的一年,显示出能耗强度下降的困难。

二、我国新能源发展面临的重大技术挑战

1. 我国新能源发展概况

我国在新能源的开发与利用上取得一定成就,风电、太阳能、核电、生物质能等新能源获得较快发展,发电装机容量年度发展速度均比较高,图 3 给出 2006~2012 年的发展速度具体数值。接下来分别归纳和介绍几种主要新能源的发展概况。

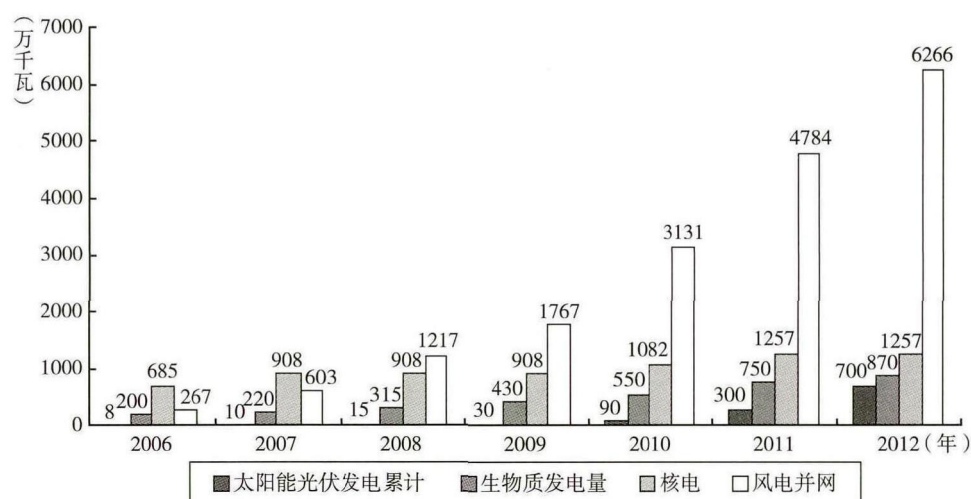


图 3 我国新能源发电装机容量

资料来源:中国能源研究会编,《中国能源发展报告(2013)》,中国电力出版社,2013。

第一,我国风能的发展概况。我国风电发展很快,最近 6 年年均增速为 87%,我国已经取代美国成为世界第一风电大国,国家电网成为全球风电规模最大和发展最快的电网,大电网运行大风电的能力处于世界领先水平。根据《可再生能源数据手册(2012)》与国家风电信息管理中心的数据,截至 2012 年底,我国共建设 1445 个风电场,安装风电机组 52827 台,累计装机容量达 6266 万千瓦,发电量超过 1000 亿千瓦时。我国风电产业体系也逐步完善,

开始健康有序发展,在以后年度还会有较高的发展速度。2012年,我国政府出台《风电发展“十二五”规划》,制订了未来风电发展目标,2015年风电并网装机容量将达到1亿千瓦,2020年超过2亿千瓦。

第二,我国太阳能的发展概况。我国太阳能产业发展速度很快,光伏市场不断扩大。自从2007年以来,我国光伏电池产量位居世界第一。大型光伏并网电站是我国太阳能光伏发电的主要方式,分布式光伏发电、与建筑结合的光伏发电与农村电气化也是光伏发电的几个重要市场。随着太阳能电池成本的降低与转换效率的提升,其越来越成为太阳能利用的主要方式。经过多年的发展,我国在太阳能电池硅材料生产、电池与组件生产、专用设备等方面取得显著发展。近年来,我国的太阳能光伏总装机容量不断增加。2012年我国的太阳能光伏并网装机容量达到700万千瓦,而2011年仅为300万千瓦,同比增长233%。在2012年,我国的太阳能发电量是35亿千瓦时,2011年为7亿千瓦时,2012年比2011年增加4倍多。但是,我国太阳能发电量占总发电量的比重还很小,仅为0.7%。

第三,我国生物质能的发展概况。在“十一五”时期,我国生物质能取得较大的发展,生物质发电、液体燃料、燃气、成型燃料等多种利用方式均获得较好的发展,技术不断进步,呈现出规模化发展势头。在生物质发电方面,到2012年底,我国生物质发电装机容量约为870万千瓦,其中最主要的两种发电方式秸秆林木废弃物发电装机容量为360万千瓦,城市垃圾发电为340万千瓦。我国的生物质发电已形成一定规模,生物质发电技术和设备制造发展也较快,已掌握了高温高压生物质发电技术。在生物液体燃料方面,到2010年底,以陈化粮与木薯为原料的燃料乙醇年产量超过180万吨,以废弃动植物油脂为原料的生物柴油年产量约50万吨。木薯乙醇生产技术基本成熟,甜高粱乙醇技术取得初步突破,纤维素乙醇技术研发也取得较大进展,建成若干小规模试验装置。在生物质成型燃料方面,2010年生物质成型燃料产量约300万吨,主要用于农村居民与城镇供热锅炉燃料以及生物质木炭原料。成型燃料设备能耗显著降低,易损件寿命与可维护性明显提高,成型燃料已初步具备较大规模产业化发展的条件。在生物质燃气方面,2012年农村户用沼气达到5000万户,农业废弃物沼气工程达到11万处。农村沼气技术不断成熟,产业体系逐步健全,生物质气化集中供气技术和工艺不断改进。

第四,我国核电的发展概况。截至2013年6月,我国在运核电机组17台,总装机容量达到1477万千瓦,比2012年装机容量1257万千瓦增加220万千瓦;在建机组28台,总装机容量为3049万千瓦,在建规模继续保持世界第一。2012年核发电量为983.17亿千瓦时,较2011年增长12.75%,占全国清洁能源发电量的9.22%。按世界核电运营者协会(WANO)规定的性能指标对照,在全球400余台运行机组之中,我国在役核电机组的运行水平总体处于中等偏上。历经近20年核电的起步与发展,我国已经积累了丰富的核电开发与项目实施经验,并且已开发出具备完整自主知识产权的先进压水堆核电站技术,专家鉴定认为技术和安全指标达到国际上三代核电机组的同等水平,设计建造能够完全实现自主化。主要关键设备,包括核电站安全级保护系统、数字化控制系统DCS、主泵等都已实现国产化,打破了国外垄断,极大地推动了国内装备制造水平的提高,进一步降低了工程造价。

2. 我国新能源发展面临的三项重大技术挑战

(1) 环保型新能源也会产生大量污染与能耗,需要技术进步克服其弊端。风能、太阳能与生物质能等新能源都被称为环保型新能源,但是,它们的制造过程会产生大量的污染。对于太阳能,使光能转换成电能的硅太阳能电池的生产耗能和污染很大,有人曾计算过,生产

一块多晶硅太阳能电池板所消耗的能源比该电池板在使用期内转换的电能还要多,虽然对此存有争议,但多晶硅太阳能电池是高耗能产业,已是不争的事实。太阳能电池所需晶体硅的提炼要排放大量三氯氢硅和四氯化硅等有毒物质,一些企业没有有效地对这些有毒物质进行回收和处理,这对环境的污染非常严重。有关资料指出,1千瓦多晶硅光点需要10公斤多晶硅,制造出这个重量的多晶硅需要大约6000度的电能,制造过程中要排放超过40公斤的有毒物质。江西赛维年产1.5万吨的多晶硅项目,年耗柴油大概21万吨,年用电量32亿千瓦时,相当于整个南昌市用电量的1/4。宁夏石嘴山市多晶硅生产厂附近,四氯化硅和氯化氢的排放造成四周寸草不生。另有研究机构的数据表明,多晶硅光伏的净发电量实际为负值,制造一套多晶硅光伏系统所需要的能量和该套系统使用寿命期内所能发的全部电能差不多。

人们认为风电是零污染,这只是看到了风电的发电过程,没有看到风电设备制造与储能系统的污染。风电所需要的铅酸蓄电池的生产、使用和报废后的处理均会严重地污染环境,风机叶片材料玻璃纤维的生产也会产生严重的污染。人们认为燃料乙醇有3个汽油不可比拟的优势:环保、便宜、可再生;称玉米田是取之不尽、用之不竭的大油田。然而事实并非如此,美国斯坦福大学空气研究专家雅各布森负责的一项研究发现,燃料乙醇燃烧导致的空气污染对人体的危害超过汽油,与燃料乙醇污染有关的呼吸系统疾病发病率与死亡率比汽油更高。燃料乙醇的生产过程也是产生污染和耗能的过程。美国生物科学学会的一份研究报告指出,用玉米生产的乙醇所能产生的能量,仅比生产玉米乙醇所需的能量多出10%。还有人进行比较指出,生产可驱动汽车行驶100公里的燃料乙醇所消耗的化石能源,就可以驱动汽车行驶100公里。

环保型新能源除了在制造生产过程中会产生大量污染,在使用环节也会产生大量污染。电池是使用新能源的重要方式,但是,如果对新能源电池的报废处理不科学,会对环境会造成危害。有关材料表明,一个小小的钮扣电池就能够污染大约60万升水,相当于一个人一生的用水总量;一节1号电池腐烂在土地里,能够让1平方米的土地无法再种植农作物。随着电池技术的进步,对环境污染大的铅酸电池被淘汰了,而由于锂离子电池单位重量储能高、锂资源较丰富而且价格不很贵,磷酸锂和锰酸锂电池被普遍采用。人们可能认为由于锂不是重金属,所以锂电池对环境没有影响或者影响很小。但是专家指出,尽管锂离子电池中不含汞、镉、铅等毒害大的重金属元素,但锂离子电池的正负极材料、电解质溶液等物质对环境和人体健康会有很大影响。此外,从生产到报废的一系列过程中,处理不科学的环节都会产生危害。我国光伏企业引进的设备和技術多是国外落后的设备和技術,做不到闭环式生产,还有一些企业为了降低成本,省略掉一些工艺,常省掉污染物的回收、处理等环节,因此造成对环境的危害。

此外,我国的很多新能源产业的最终产品大量出口,这对我国的危害更大。比如太阳能发电设备和风能发电设备,其制造基地在我国,生产的产品销往美国、欧盟等国家和地区。这样一来,我国承受着新能源产业的生产与制造环节所带来的高污染,而消费环节的益处很多流到了国外。我国新能源产品出口并不是因为我国掌握了核心技术和工艺成为具有国际竞争力的产业,而是一些特殊因素导致的:一是土地成本廉价,新能源企业往往能够给地方政府带来巨大产值,地方政府会在用地政策上予以优惠,土地可以低价提供,甚至可以忽略不计;二是环境成本低廉,目前我国对环境污染的惩罚并不严厉,企业往往降低在防治污染方面的投入;三是财政补贴,国家为了发展新能源产业不惜投入,作为新能源企业,可享受政

府补贴。由于上述3个因素,一个在技术和生产工艺上并没有核心竞争力的行业,在我国就成为了一个具有国际竞争力的产业。由于缺乏核心技术和工艺,我国承担了高污染高耗能的产业环节。

(2) 新能源产业是高新技术产业,而我国发展的新能源产业却不是所谓的高新技术产业。众所周知,新能源产业是高新技术产业,但是,并不是新能源产业的所有环节都是高新技术环节。让人忧虑的是,我国所发展的新能源产业环节不是高新技术环节。也就是说,我国发展的新能源产业却不是所谓的高新技术产业。比如我国的太阳能发电和风能发电,都是利用古老的物理原理借助于工业化的制造技术,制造出新的能源接收与储存设备。据介绍,只要掌握了新能源产业的基本原理,就能够大量生产新能源产业发展所需要的设备。而这些设备的生产,需要大量的钢铁部件、大量的太阳能硅电池。而无论是钢铁的生产还是硅电池的生产,都没有多少技术含量,都谈不上是高新技术产品。那么可以说,我国所从事的新能源产业环节并不是高新技术产业。

我国所发展的新能源产业不是高新技术产业,一个非常重要的原因是,各地企业和政府对新能源产业的发展思路仍然走发展传统工业时的老路,把大量资金投入低端的制造环节,甚至直接购买国外的生产线,而后自身仅从事生产制造。德国和日本于2006年同意向我国输出多晶硅生产相关技术,而且技术转让费也大幅下降,于是我国企业大量引进多晶硅生产技术,我国的多晶硅生产企业也迅速发展起来。但是以技术转让方式获得的不是最先进的核心技术,而同时这些引进海外技术的企业很多创新动力不足,研发能力薄弱,只是利用国内廉价的劳动力和土地资源,以及较低的环保要求,对引进的技术简单地加以应用,进行生产和制造,并依靠成本低价格低来抢占市场,甚至形成出口。再看看我国的风机发展状况,尽管我国风电设备制造商数量发展很快,但大部分没有研发能力,投产的项目同质化现象很严重,多数企业依靠买图纸进行简单组装,利用国内廉价劳动和土地成本,以及政府补贴,并通过牺牲产品质量和可靠性来降低价格,以此形成产品的市场竞争力。由上述情况可以看出,我国以多晶硅和风力发电设备为代表的新能源产业只是利用国外的技术和设备,再依靠国内的廉价劳动和土地成本以及政府补贴,从事生产和制造,根本不是高新技术产业,而应属于普通的加工制造环节。

我国所发展的新能源产业不是高新技术产业,与政府的盲目推动也有着直接的关系。在我国现行的经济发展和投资体制下,地方政府在经济发展中起着举足轻重的作用,严重影响和制约着企业的投资方向和投资重点,进而决定地区产业的配置格局。近10年来,中央不断加大对新能源产业发展的扶持力度,地方政府也就格外重视新能源产业的发展。与此同时,为了在任期内创造出更多产值,更快地出经济成绩,地方政府往往热衷于见效快的政绩工程、面子工程。而新能源产业对GDP的拉动快,对上下游产业带动大,而且符合绿色环保要求,中央又大力扶持,于是自然就成为地方政府发展经济和进行投资的首选。有个别城市和地区确实既有资源优势又有先行优势,甚至已拥有一定规模的新能源企业。但是更多地方并无明显优势,现有的技术水平和发展能力无法达到发展新能源产业的要求;而政府和企业又要大力发展新能源产业,于是就购买海外技术和设备,进行生产和制造;这样发展起来的新能源产业,显然不是高新技术产业。

目前我国一些省份新能源产业之所以陷入困境,就是因为政府错误地把我国企业所从事的新能源产业看作是高新技术产业,通过大量的财政补贴和优惠措施,吸引投资者扩大投资规模,促进该行业跨越式发展。现阶段,我国新能源产业产能过剩,很重要的一个原因是对新

能源产业的性质产生了错误的认识,并进行大力的扶植。新能源产业的链条非常复杂,不同环节的生产技术含量不同,为此,发展新能源产业的部分环节并不等于发展高新技术产业。

(3) 较多技术落后于国际水平,尤其是关键技术与核心技术,而且严重依赖海外。我国在新能源方面取得了显著成就,也获得了多个世界第一,如前文所介绍的那样,我国风电已经取代美国成为世界第一风电大国,国家电网成为全球风电规模最大和发展最快的电网;我国光伏电池产量也已经位居世界第一;截至2013年6月,我国核电在建机组28台,在建规模继续保持世界第一。在新能源的技术研发与运用方面,我国一些新能源的技术水平具有显著的提高,国际竞争力也不断提升。但是,我国仍有较多的新能源技术与世界先进水平相比比较落后,尤其是关键技术与核心技术落后程度更严重,甚至一些关键技术与核心技术缺失;对于一些重大先进技术,我国往往从海外引进,而不是自主研发,导致海外依赖程度很高。

我国太阳能电池以及组件的效率和水平仍然普遍低于世界先进水平,新型高效的太阳能电池和高纯硅生产技术等方面的研究开发也落后于欧美日等西方发达国家,许多装备主要依赖从海外进口。目前国内大多数高纯多晶硅企业还面临着物料闭路循环、废液废气污染物回收处理等方面的技术瓶颈,四氯化硅等物质的环境污染风险比较大,这些因素严重制约我国高纯硅行业的发展。在风电技术方面,我国已经逐步开始掌握了风电的核心技术,但是,一些制造厂商的先进核心技术还是引进的,我国风电国际竞争力与风电强国相比,虽然呈现出较强的发展趋势,但还是比较虚弱。大型风力机组的总体设计与载荷计算能力,控制系统、发电机、齿轮箱、轴承的设计与生产能力均比较差,风机的轴承、控制系统等零部件还需要从国外进口。兆瓦级以上风电机组的整体设计能力还很薄弱,基本上只是国际成熟机型的制造商,没有形成自主研发能力与自主知识产权。

对于国内的生物质能产业,整体技术水平低,转化率低,原料消耗大,企业生产成本低,难以发展成为具备盈利能力的产业。在核电方面,虽然我国已开发出具备完整自主知识产权的先进压水堆核电站技术,专家鉴定认为技术和安全指标达到了国际上三代核电机组的同等水平,设计建造能够完全实现自主化。但是,至今没有培育出符合先进标准要求的,具有完全自主知识产权的核电技术品牌,在知识产权、专有技术等一些关键环节仍然受制于人,在国际市场的竞争中缺乏足够的话语权和主动权。目前第三代核电技术的国有化程度只有50%,有些关键设备的核心技术,仍旧未能实现国产化。在新能源技术体系中,与国际水平相比,我国还有很多工作有待于加强,比如标准体系有待于完善,发布也相对滞后,技术标准推出速度滞后于新能源发电行业的发展要求;检测与认证能力有待于加强,风电出现了排队检测的现象,光伏检测认证水平与国际先进水平相比存在较大差距。

新能源产业早期发展的成本很高,世界各国采取政府补贴的方式支持新能源产业的发展。但是政府补贴不是长久之策,容易造成新能源企业对政府的依赖。新能源企业成本的降低,从根本上要依靠技术进步。可以说,技术进步是新能源产业的核心生命力。由于我国新能源产业的技术水平比较落后,致使相对于传统化石能源,新能源企业成本仍较高,无法离开大量的政府补贴。随着我国新能源发电规模的增加,每年所需的补贴资金数额不断增长。按照现行的补贴标准测算,今年的补贴资金将超过500亿元,而2015年补贴资金需求将超过700亿元。如此高额的补贴将会降低国民经济整体竞争力,同时也会抑制新能源产业的发展空间。

当然,发达国家和发展中国家在这个问题上遇到了同样的困难,都迫切需要通过新能源

技术进步, 尽快降低新能源发电成本。需要指出的是, 部分技术在降低成本方面已取得了突破, 比如多晶硅冶炼技术的长足进步促使光伏发电成本迅速下降, 这可以使国家对光伏发电的资金补贴大幅度减少。虽然发达国家和发展中国家在通过技术进步降低新能源成本上遇到了同样的困难, 但发展中国家所面临的形势更为严峻, 问题更多。就我国而言, 我国新能源产业的技术水平和研发能力上都落后于发达国家, 即使是具有一定规模的企业, 其研发能力也不如发达国家的中小企业; 尤为严重的是, 国内大多数企业规模小, 为了降低成本和压低产品价格, 不采用最先进的生产工艺和设备, 也不对污染物进行无害化处理, 从而带来一系列环境问题。也就是说, 我国落后的新能源技术不仅仅导致新能源使用成本高, 还会导致和加剧环境污染等问题。

三、我国化解新能源技术挑战的对策

(1) 需要依据能源技术的最新发展以及未来趋势, 对能源使用进行综合的、长远的战略决策与顶层设计。世界各国不能无视能源技术的重大发展, 更不能低估技术发展对能源生产与消费所带来的巨大冲击。比如页岩气革命。近年来, 页岩气作为能源领域的新宠, 在全球掀起一股热潮。美国是全球页岩气开发最为成功的国家, 依靠成熟的开发生产技术和完善的管网设施, 页岩气成本仅仅略高于常规气, 这使其成为世界上唯一实现页岩气大规模商业性开采的国家。截至2011年, 页岩气占整个美国天然气产量的28%。有关专家指出, 依靠页岩气的开发利用, 在未来10年里, 美国不仅能够一改天然气大举进口的局面, 实现自给自足, 还有望成为液化天然气的出口国。美国的“页岩气革命”已经动摇了世界液化天然气市场格局, 进而还将改变世界能源格局。我国也对页岩气的开发采取一系列的扶持政策, 页岩气产业得到快速发展, 但是也出现一哄而上、过度对外依赖等问题, 而且我国的技术只是处于起步阶段。此外, 2014年4月份, 美国海军宣布, 成功把海水变成燃油。美国海军研究实验室的研究人员成功地从海水中提取出二氧化碳和氢气, 并转化为碳氢化合物液体燃料。目前, 美国已经用这种“海水燃料”, 让模型飞机飞上了天。使用该技术生产的喷气燃料的成本预计为3美元~6美元/加仑, 只要有足够的资金和合作者, 预计未来7~10年可实现该技术的商业化使用。

由上述分析不难看出, 人类对能源的开发、生产与利用随着技术发展在不断地发展变化, 甚至会出现颠覆性的能源革命。与此同时, 世界范围内能源技术的目前发展与未来趋势比较迅速, 对能源生产与消费已经产生并将继续产生重大影响, 每个国家在制定能源战略时应该明智地评估能源技术发展所带来的变化。此外, 每个国家的能源开发与利用也受到自身的能源资源禀赋、技术发展水平、能源使用状况等因素的影响。为此, 对于一个国家而言, 传统能源、新能源以及其他可能开发的能源的开发与利用应该有重轻急缓、主次先后、技术可行性强弱、经济效率高低下等差别, 作为国家的能源发展战略和规划, 应依据各种能源的差别, 进行综合的、长远的顶层设计, 明确每种能源的具体发展目标、路径和方式, 代替目前的笼统说法(积极有序发展风电、大力发展太阳能光伏发电等)。

就我国而言, 是否应该对所有的传统能源(煤炭、石油、天然气等)和新能源(风能、太阳能、核能、生物质能、海洋能、地热能等)都进行大力开发, 还是用有些能源替代其他一些能源? 就传统化石能源而言, 即使在能源安全方面不必担忧传统化石能源的储量, 那么在环境保护、防止全球气候变暖等方面, 是不是减少并逐步禁止传统化石能源使用的步伐越快越好? 在目前阶段, 应不应该着力发展其中的几种能源, 如果这些能源发展好了, 其他能源的开

发就不急切了？由于能源资源禀赋的地区差异，在有些地区，是否应该优先发展某一种或者某几种能源？对上述问题，如果我国能够给出一个长远的、系统的、全面的分析和设计，将能够有效减低能源发展进程中的决策失误和经济成本，避免一哄而上和到处出击的局面。

(2) 切实推进新能源产业的科技发展，重心放在核心技术和关键技术等高新技术环节。我国需要改变过去盲目地支持新能源产业的做法。过去政府的大量补贴和优惠措施所支持的实际上是新能源产业中的传统性质的工业制造环节，而不是真正意义的高新技术环节，其中一些必需的高新技术，又多是国外进口。政府过去的支持方式会产生两个恶果：一是真正的高新技术没有得到足够的重视，很少有企业去真正地集中于高新技术的研究与开发，而是大力发展其中的制造业环节，这会致使我国的高科技更加落后；二是大力发展新能源产业中的制造业环节，造成我国在低端产品上产能过剩、重复建设，既浪费了大量的资源与能源，又带来了巨大的环境污染。

我国需要集中资源大力攻关核心技术和关键技术等高新技术环节，有两个重要原因。一是我国在核心技术和关键技术方面存在重大障碍。虽然近几年我国的新能源产业发展迅速，比如在风能方面我国已经成为全世界风电装机第二大国家，在太阳能方面是太阳能电池生产第一大国家；在技术上也取得了较大的进步，但是我国新能源产业在很多方面还存在重大技术障碍，很多核心技术和关键技术与国际先进水平相比仍具有显著的差距。比如，在风能方面，还没有解决风力发电的强弱变化问题。风力发电的强弱随着风力强度随时变化，当风力大的时候电力就充足，风力弱时电力就弱。如果不能有效地解决这个问题，风力发电的使用推广就会受阻。在生物质能乙醇燃料方面，由于我国现在的技术水平不高，只能把玉米、甘蔗作为原料，致使我国面临着原料少的技术瓶颈。在光伏产业方面，因为早期的高暴利导致多晶硅一哄而上，从事这个领域的企业越来越多，但是关键技术却比较落后，难以有效解决高成本等问题。二是技术进步才能使新能源产业得以更好地发展以及推广使用。新能源的生产成本与传统化石能源相比比较高，各个国家为了发展新能源，都在政策上给予了支持与扶植。但是，新能源产业不能一直靠大量的政府补贴等方式发展，最终还是要靠技术进步来降低成本，形成自身具有经济竞争力的市场。维持大量的政府补贴等扶植政策，也会产生一些不好的后果，比如政府的财力耗费过大，就我国而言，随着新能源发电规模的持续增加，每年所需的补贴金额不断增长。按现行的补贴标准，2013 年需要补贴 380 亿元，而到 2015 年补贴金额将超过 700 亿元，如此高昂的补贴将会给国民经济发展带来较大的资金负担。此外，政府不科学的补贴措施，也会降低新能源产业努力研发、追求技术进步的动力，很多企业可能会想方设法多获得政府补贴。

(3) 提升新能源管理水平，依据新能源客观规律和技术属性建立科学决策机制。目前，我国对新能源的管理能力低下严重妨碍了新能源技术的研发与应用。比如政府制定的发展目标调整频繁；地方规划与国家规划相脱节；新能源发电规划和电网规划相脱节；审批权限划分造成新能源项目严重拆分；各个企业之间，以及政府和企业之间缺乏交流与合作机制，各自为政，甚至出现了恶性竞争等。由于上述管理状况，我国难以把有关资源（国家资源、地方资源；政府资源、企业资源、研究机构资源；现实资源、潜在资源）有效地整合在一起，集中对重大的、核心的新能源技术进行攻关；相反，由于资源与技术研发活动分散，大家都是停留在水平低、难度小、非核心技术的研发、开发与应用上，既重复建设浪费资源，又妨碍重大核心技术的研发与进步。与传统化石能源相比，新能源的开发与利用技术更为复杂，也具有自身的技术属性和发展规律。政府与企业均需要尊重新能源的客观规律和技术属性，

重视运用科学的方式,建立科学的决策机制,来处理和解决新能源的发展问题。只有树立科学的理念,运用科学知识,建立科学的决策机制,进行科学的管理,才能有效地解决出现的各种问题,既包括技术问题,也包括开发生产消费等问题。

政府管理方式也应不断改善,以适应或促进新能源技术发展。新能源产业的早期开发成本很高,目前各国对新能源产业进行了大力的扶植,主要方法是政府财政补贴,这个方法能够直接地解决新能源产业早期的成本高、价格高的问题,获得早期发展的市场。但是,政府高额补贴不是长久之计,还是要逐步过渡到通过技术进步降低新能源产品成本、通过市场机制解决新能源产业的投资与盈利问题。为了更好地发挥政府财政补贴的作用,需要改进补贴的发放方式,比如避免直接发放给企业,可以着重在消费环节进行补贴,有针对性地补贴消费者,这种补贴方式对经济的作用过程能够体现市场调节的机理,有利于促进新能源技术发展。

(4) 积极开展国际合作,在积极利用国外先进技术的基础上大力促进我国的自主创新和科技进步。在新能源技术开发和产业发展方面,发达国家具有显著的领先优势,虽然我国在技术研发方面取得了较好的成就,但与发达国家相比还存在着明显的差距,很多关键和核心技术,我国仍需要引进。为了更快发展我国的新能源技术,就必须与技术先进的国家进行合作,积极地学习和利用国外的先进技术,在此基础之上,大力发展我国的技术研发,促进技术创新与科技进步。同时,我国应积极地推进与各个国家的人才、资源、技术、市场等全方位的合作,促进共同发展,争取能够在世界新能源产业中占据一定的主导地位,获得新能源产业发展的国际主动权。此外,通过开展国际合作,我国还要学习和利用外国的经验来完善我国的发展规划与政策举措,避免走弯路走错路,减少管理错误与决策失误。

为了开展和加强国际合作,充分利用全球的科技资源,提高我国可再生能源与新能源的基础研究水平,解决相关的关键科技问题,国家科技部与国家发展改革委根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020)》,于2007年研究制定和联合发布《可再生能源与新能源国际科技合作计划》,对我国的能源国际合作进行指导。目前,我国应积极推动和促进我国开展和加强国际合作与交流,利用国外技术优势弥补和促进我国的技术研发,建立技术合作平台,吸引国外先进技术向我国进行转移。促进国外先进技术的引进、消化、吸收与再创新,和国外联合建立先进技术应用示范项目。因地制宜、多元化发展,建立国际科技合作基地,推进能源产业的规模化发展。与国际合作培养从事研究与开发的高层次专业人才。同时,积极推动我国的先进技术走出去,加强和发展中国家的科技合作,并参与国际可再生能源与新能源技术标准规范的制定。

参 考 文 献

- [1] 邱承武:《新能源产业——光伏发电的出路和困惑》[J],《今日科技》2013年第10期。
- [2] 解天、何芸:《我们身边的新能源——光伏太阳能》[J],《价值工程》2013年第15期。
- [3] 康小义、白茂楠:《新能源发电技术的现状及应用情景》[J],《电子制作》2014年第1期。
- [4] 黄栋:《气候变化、低碳经济与新能源发展》[J],《华中科技大学学报》2009年第6期。
- [5] 张生玲、郝泽林、曾贺清:《中国新能源发展的若干思考》[J],《学术交流》2014年第1期。
- [6] 张国有:《对中国新能源产业发展的战略思考》[J],《经济与管理研究》2009年第11期。
- [7] 李义福:《我国新能源产业发展对策研究》[J],《中国商贸》2013年第27期。
- [8] 赵欣、夏洪胜:《我国新能源产业发展的困境及对策分析》[J],《未来与发展》2010年第8期。

(下转第143页)

Economics Letters, 94 (3), 348~355.

[23] Zivot E., Andrews D., 1992, *Further Evidence on the Great Crash, the Oil-price Shock and the Unit Root Hypothesis* [J], Journal of Business and Economic Statistics, 10 (3), 251~270.

[24] 段鹏、张晓峒:《基于 OLS 退势的单位根检验》[J],《系统工程理论与实践》2010 年第 5 期。

[25] 栾惠德:《中国经济增长中的结构平滑转移》[J],《南方经济》2008 年第 4 期。

Research on the Time Trend Properties of China's Macroeconomic Variables

Zhang Lingxiang

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology)

Abstract: This paper proposes a new test procedure on the time trend, which combines linear and nonlinear models. Three Wald test statistics and a robust statistic are established, and their limiting distributions and finite sample properties are derived. Based on the procedure, this paper tests for the time trends of 24 variables in China, and the results show that 22 variables present deterministic nonlinear smooth transition time trend properties.

Key Words: Time Trend; STAR Model; Test Procedure

JEL Classification: C32

(责任编辑:王喜峰)

(上接第 128 页)

Key Technical Challenges of Chinese New Energy Strategy and Its Countermeasures

Luo Laijun¹ Zhu Shanli² Zou Zongxian³

(1. Economics School, Renmin University of China;

2. Guanghua School of Management, Peking University;

3. China Energy Engineering Group)

Abstract: China's existing energy consumption caused serious environmental pollution and tense energy supply. In order to get rid of these problems, China urgently needs new energy technology to achieve breakthrough so that to get mass production and supply of new energy. China is facing three key technical challenges for new energy that the environment-friendly new energy also produces a lot of pollution and energy consumption, that China's new energy industry is not high-tech industry, and that China's key and core technology falls behind the international advanced level. To resolve the three major technical challenges, this paper discusses related countermeasures and suggestions, which provides countermeasures for China's energy security, environmental security, economic security and social security.

Key Words: New Energy; Technical Challenge; Independent Innovation; Top-level Design

JEL Classification: O38; Q4

(责任编辑:陈星星)