

能源消费与温室气体排放的国际比较

许俊杰,王海霞

(东北林业大学,黑龙江哈尔滨 150040)

摘要:与发达国家及世界平均水平相比,我国的能源利用效率一直不高。通过对目前发展较快的新兴经济体和发达经济体的能耗指标和温室气体排放指标的国际比较,判断了我国能源效率的水平与节能潜力,分析了我国能耗高污染重的原因,明确了改善方向。

关键词:能源消费;能源效率;二氧化碳;国际比较

中图分类号:X812

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2011)01-0004-05

INTERNATIONAL COMPARISON OF ENERGY CONSUMPTION AND GREENHOUSE GAS EMISSION

XU Jun-jie, WANG Hai-xia

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: Comparing with developed countries and the world average, China's energy efficiency is not high. Through comparisons of energy consumption indicators and greenhouse gas emissions indicators in emerging economies and developed economies, we can judge the level of energy efficiency and energy saving potential in China. Then the paper analyzed the reasons of the heavy energy consumption and high pollution in China and concluded improving measures.

Keywords: energy consumption; energy efficiency; CO₂; International Comparison

在工业化和城市化发展道路上,如何解决经济发展、能源消费、资源利用和环境保护失衡,几乎是每个国家不得不考虑的重要问题。作为资源并不富足的发展中大国,能源对我国的瓶颈束缚也日益明显。与发达国家及世界平均水平相比,我国的能源利用效率一直不高。通过对目前发展较快的新兴经济体和发达经济体的能耗指标和温室气体排放指标的国际比较,判断我国能源效率的水平与节能潜力。

《世界经济年鉴 2008/2009》将全球经济体划分为发达经济体和新兴市场及发展中经济体,我们现从两者中各选取几个样本,对能源消费与污染排放进行分析。从发达经济体中选取的六个国

家是:美国、德国、法国、日本、英国、韩国。四个新兴市场及发展中国家:俄罗斯、巴西、印度、中国。

1 能源消费的国际比较

1.1 我国能源消费的基本形势

1.1.1 我国能源消费和经济增长情况

中国作为发展中国家,其能源需求总量的增长是由经济推动的。1990年以来,我国能源消费总量和国内生产总值(GDP)都出现了持续增长。1990~2008年,扣除价格因素,GDP年均增长率为9.99%。同期,能源消费总量年均增长率为5.77%。

从表1可见,1997~1999年,国民经济在经历了1992年以后连续4年两位数增长后,开始进行向下调整,能源消费总量随之下降,增长率变为负数。2003~2005年,能源消费弹性系数高达1.02~1.59。我国从2006年开始,由于加大节能减排工

表 1 1990—2008 年中国能源消费和经济增长情况

年份	能源消费/GDP 年增			年份	能源消费/GDP 年增		
	增长率/%	长率/%	弹性系数		增长率/%	长率/%	弹性系数
1900	1.8	3.8	0.47	2000	3.5	8.4	0.42
1991	5.1	9.2	0.55	2001	3.4	8.3	0.41
1992	5.2	14.2	0.37	2002	6.0	9.1	0.66
1993	6.3	14.0	0.45	2003	15.3	10.0	1.53
1994	5.8	13.1	0.44	2004	16.1	10.1	1.59
1995	6.9	10.9	0.63	2005	10.6	10.4	1.02
1996	5.9	10.0	0.59	2006	9.6	11.6	0.83
1997	-0.8	9.3		2007	7.8	13.0	0.60
1998	-4.1	7.8		2008	4.0	9.0	0.44
1999	1.2	7.6	0.16	平均	5.77	9.99	

注:2008 年为估算数。资料来源:中国统计年鉴 2009。

作力度,能源消费弹性系数回落到 1 以下,2008 年为 0.44。

1.1.2 我国能源效率发展趋势

我国人均能耗水平低而单位产值能耗高。改革开放 30 年来,我国大力加强节能工作,节能成效显著。1990~2008 年间,我国按 2000 年可比价

表 2 各国按燃料划分的消费量

	石油		天然气		煤炭		核能		水电		合计
	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%	比率/%		
美国	884.5	38.5	600.7	26.1	565.0	24.6	192.0	8.4	56.7	2.5	2 299.0
中国	375.7	18.8	72.6	3.6	1 406.3	70.2	15.5	0.8	132.4	6.6	2 002.5
俄罗斯	130.4	19.0	378.2	55.2	101.3	14.8	36.9	5.4	37.8	5.5	684.6
日本	221.8	43.7	84.4	16.6	128.7	25.4	57.0	11.2	15.7	3.1	507.5
印度	135.0	31.2	37.2	8.6	231.4	53.4	3.5	0.8	26.2	6.0	433.3
德国	118.3	38.0	73.8	23.7	80.9	26.0	33.7	10.8	4.4	1.4	311.1
法国	92.2	35.8	39.8	15.4	11.9	4.6	99.6	38.6	14.3	5.5	257.9
韩国	103.3	43.0	35.7	14.9	66.1	27.5	34.2	14.2	0.9	0.4	240.1
巴西	105.3	46.2	22.7	10.0	14.6	6.4	3.1	1.4	82.3	36.1	228.1
英国	78.7	37.2	84.5	39.9	35.4	16.7	11.9	5.6	1.1	0.5	211.6
世界	3 927.9	34.8	2 726.1	24.1	3 303.7	29.2	619.7	5.5	717.5	6.4	11 294.9

注:根据 BP Statistical Review of World Energy June 2009 整理计算。

中国与印度能源消费结构的显著特征就是以煤炭为主。2008 年,中国和印度一次能源消费结构中煤炭所占比例分别达到了 70.2% 和 53.4%,远高于世界平均水平,主要的煤炭消耗都源自火电行业。

相比中国和印度以煤炭为主,巴西和俄罗斯的一次能源消费结构则以清洁能源为主。2008 年,巴西的一次能源消费结构中水电和石油的比例分别为 36.1% 和 46.2%,这是由于其拥有丰富的水资源和石油资源,巴西已成为世界上主要的石油生产国与输出国之一。2008 年,俄罗斯的一次能源消费结构中石油和天然气的比例分别为

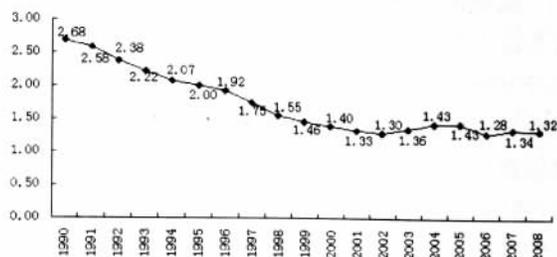


图 1 1990~2008 年中国单位 GDP 能源消耗趋势

注:根据《中国统计年鉴 2009》相关数据计算而得。

格计算的 GDP 能耗从 2.68 t 标准煤/万元下降到 1.32 t 标准煤/万元,下降了 50.75%,如图 1 所示。

1.2 能源消费的国际比较

1.2.1 一次能源消费量与构成的国际比较

能源消费结构受到本国、本地区资源禀赋和市场经济特征的影响。2008 年,世界主要国家能源消费中,煤炭的比重大多在 20%~50% 左右,世界平均为 24.1%,而我国高达 70.2%,是世界平均水平的 2.9 倍,可见中国能源消费结构的“低质”。如表 2 所示。

19.0% 和 55.2%。俄罗斯已探明天然气储量居世界第一位,石油探明储量为 108 亿 t,占世界探明储量的 6.3%。俄罗斯是世界最大的天然气出口国,也是全球第二大石油出口国,中国和印度都是俄罗斯在亚太地区重要的石油和天然气出口对象。相比 BRICs 各国,美国、德国、法国、日本、韩国一次能源消费结构相对较为均衡,煤炭、石油、天然气等常规化石能源均有一定比例的消费,与世界平均一次能源消费结构较为接近。但美国与英国、法国、德国对核能的使用要明显高于 BRICs 各国和世界平均水平。

1.2.2 能源消费与经济增长关系的国际比较分析

能源消费弹性系数是反映能源消费与经济发展数量关系的一个采用指标,它能把能源消费量与经济发展关系定量地表示出来,以考察两者关系的一般发展规律。中国、印度、巴西、韩国能源弹性系数较高,分别为0.79、0.66、0.94、0.61。发达国家美国、法国、德国、英国、日本均为负值。世界各国由于经济发展水平与所处工业阶段不同,能源弹性系数也不同。目前,世界能源系数总体在0.5以下的水平,我国为世界平均水平的1.5倍。如表3。

表3 2005-2008年各国能源消耗弹性系数

国家	年均能源消 可比价格年均 能源消费		弹性系数				
	费增长率/%	GDP增长率/%	2005	2006	2007	2008	
美国	-0.51	2.08	-0.25	0.01	-0.31	0.73	-6.38
巴西	4.18	4.47	0.94	0.92	0.90	1.24	0.63
法国	-0.49	1.74	-0.28	-0.08	-0.36	-0.80	2.79
德国	-1.43	1.92	-0.74	-2.28	0.41	-2.24	0.24
英国	-1.6	2.08	-0.77	0.00	-0.44	-1.35	-2.29
中国	8.73	11.01	0.79	0.96	0.82	0.63	0.80
印度	5.88	8.94	0.66	0.58	0.47	0.86	0.76
日本	-0.53	1.40	-0.38	0.27	0.07	-0.38	2.70
韩国	2.5	4.12	0.61	0.89	0.19	0.77	0.72
俄罗斯	1.36	6.95	0.20	-0.11	0.67	0.07	0.07
世界	2.36	4.43	0.53	0.65	0.49	0.51	0.47

注:年均能源消费增长率根据2004-2008年数据计算,年均GDP增长率为2005-2008年按汇率法计算的平均增长率。

资料来源:BP Statistical Review of World Energy June 2009;世界银行WDI数据库。

在新兴经济体中国、印度、巴西和俄罗斯四个国家中,俄罗斯的能源消费弹性系数最低,仅为0.20。人均GDP远高于其他3国,这主要是因为丰富的能源贮量是其经济持续发展的基础,天然气消费所占能源消费总量达到一半以上。

1.2.3 能源效率的国际比较。

在测度一个国家、地区或行业的总体能源效率水平时,目前最常用的是单位GDP能耗(或者单位增加值能耗、单位总产值能耗)这一宏观指标,通常也定义为“能源强度”,将其倒数定义为能源宏观效率^[1]。

本文采用汇率法和购买力平价法分别计算单位GDP能耗,以“吨标准油/万美元”和“吨标准油/万国际元”为单位。以2008年数据为基础,计算这十个国家的单位GDP能耗,可得如下表4。

从表4我们可以看出,按照汇率法,美国、德国、法国、日本、英国、巴西单位GDP能耗在0.7998~1.6185之间,韩国为2.5842,俄罗斯、印度、

表4 各国2008年单位GDP能耗

国家	一次能源消耗量		GDP		单位GDP能耗	
	百万吨标准油	亿美元	亿国际元	吨标准油/亿美元	吨标准油/万国际元	万国际元
美国	2 299.0	142 043	142 043	1.6 185	1.6 185	
中国	2 002.5	43 262	79 032	4.6 288	2.5 339	
俄罗斯	684.6	16 078	22 885	4.2 580	2.9 915	
日本	507.5	49 093	43 546	1.0 338	1.6 543	
印度	433.3	12 175	33 885	3.5 589	1.2 787	
德国	311.1	36 528	29 252	0.8 517	1.0 635	
法国	257.9	28 531	21 124	0.9 039	1.2 209	
韩国	240.1	9 291	13 580	2.5 842	1.7 680	
巴西	288.1	16 125	19 766	1.4 146	1.154	
英国	211.6	26 456	21 763	0.7 998	0.9 723	
世界	11 294.9	605 870	696 976	1.8 642	1.6 206	

注:一次能源消耗量中的能源消费构成主要包括:石油、天然气、煤炭、核能和水电;

资料来源:BP Statistical Review of World Energy June 2009;世界银行WDI数据库。

中国则高达3.5589~4.6288,我国为世界平均水平的2.48倍;按照购买力平价法则国内外的差距很小,除我国和俄罗斯之外,其它各国单位GDP能耗在0.9723~1.7680之间,我国为世界平均水平的1.56倍。无论是按照汇率法还是购买力平价法,英国的单位GDP能耗都是最低的,大约为世界平均水平的1/2。

2 温室气体排放的国际比较

2.1 我国污染排放的基本情况

“十一五”期间,中国政府把节能减排作为一项重要任务来抓,2008年效果明显,各种污染物排放总量均有不同程度下降,与上年相比,二氧化硫排放总量下降5.9%,化学需氧量下降10.5%,烟尘排放总量下降8.6%,工业粉尘排放总量下降13.0%,氨氮排放总量下降4.0%,工业固体废物排放总量下降8.3%。虽然取得了一定的成效,但是距减排目标还有不少差距,环境形势依然严峻。见表5。

2.2 温室气体排放国际比较

地球大气中起温室作用的气体主要有二氧化碳、甲烷、臭氧、一氧化二碳、氟利昂以及水汽等。许多常规能源如煤、石油、天然气在使用(燃烧)的过程中,产生的主要生成物为CO₂。在大气人为污染源中,温室效应是全球性因空气污染而形成的环境问题。全球排放的温室气体中,CO₂是最重要的温室气体,对全球变暖的贡献大约占70%^[4],对温室效应的贡献最大。因此,要解决排放温室气体导致的全球变暖问题,首先要解决CO₂的排放问题。

表 5 1995–2008 年中国主要污染物排放量

单位:万 t

指标	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
二氧化硫排放总量	1 891.0	1 995.1	2 254.9	2 549.4	2 589.0	2 468.1	2 321.2
工业	1 405.0	1 612.5	1 891.4	2 168.4	2 235.0	2 140.0	1 991.3
生活	486.0	382.6	363.5	381.0	354.0	328.1	329.9
烟尘排放总量	1 478.0	1 165.4	1 095	1 182.5	1 089.0	986.6	901.6
工业	838.0	953.3	886.5	948.9	864.0	771.1	670.7
生活	640.0	212.1	208.5	233.6	224.0	215.5	230.9
工业粉尘排放总量	639.0	1 092.0	904.8	911.2	808.0	698.7	584.9
化学需氧量排放总量	—	1 445.0	1 339.2	1 414.2	1 428.0	1 381.9	1 320.7
工业	—	704.5	509.7	554.7	542.0	511.1	457.6
生活	—	740.5	829.5	859.4	887.0	870.8	863.1
氨氮排放总量	—	—	133.0	149.8	141.0	132.4	127.0
工业	—	—	42.2	52.5	42.0	34.1	29.7
生活	—	—	90.8	97.3	99.0	98.3	97.3
工业固体废物排放总量	2 242.0	3 186.2	1 762	1 654.7	1 302.0	1 196.7	781.8

注:资料来源:《能源数据 2009》。

2.2.1 CO₂ 排放总量的国际比较

以化石燃料为主的能源消费结构,必然带来严重的环境问题。2007 年世界 CO₂ 排放总量中,

42.2%来自煤炭消费,37.6%来自石油消费,19.80%来自天然气消费。中国与世界其他国家的二氧化碳排放情况见表 6。

表 6 1971–2007 年各国 CO₂ 排放总量单位:百万 t CO₂

年份	美国	中国	俄罗斯	日本	印度	德国	法国	韩国	巴西	英国	世界
1971	4 291.3	800.4		758.8	199.3	978.6	431.9	67.5	90.5	623.5	14 095
1975	4 360.8	1 051.2		856.3	240.2	975.5	430.6	76.7	136.3	579.5	15 690.6
1980	4 661.6	1 405.3		880.7	292.5	1 055.6	461.4	105.6	178.1	571.1	18 054.8
1985	4 545.7	1 704.5		876	419.5	1 014.6	360.3	126.4	167	544.5	18 627.7
1990	4 863.3	2 211	2 179.9	1 065.3	589.3	950.4	352.1	114	193	553	20 980.5
1995	5 133.3	2 985.6	1 582.9	1 146.3	782.5	869.3	353.7	74.9	239	519.1	21 810.4
2000	5 693	3 037.8	1 513.8	1 181.4	976.4	827.1	376.7	68.8	303.3	525.6	23 497.3
2004	5 772.4	4 546.1	1 524.1	1 210.6	1 112.2	843.4	385.5	71.1	320.7	535.6	26 336.1
2005	5 784.5	5 058.3	131.2	1 217.8	1 153.6	811.3	388.5	74.3	326.8	534.3	27 147
2006	5 698.3	5 603.5	1 587.2	1 201.9	1 244	823.5	378.3	75.4	333	535.8	28 028
2007	5 769.3	6 027.9	1 587.4	1 236.3	1 324	798.4	369.3	62.3	347.1	523	28 962.4
a%*	18.6	172.6	-27.2	16.1	124.7	-16	4.9	-45.3	79.8	-5.4	38

注:* 为 2007 年相对于 1990 年 CO₂ 排放变化率。数据来源:国际能源机构《CO₂ emissions from fuel combustion highlights 2009 edition》。

从表 6 可以看出,1990~2007 年,中国 CO₂ 排放量由 2 211 Mtc 增至 6 027.9 Mtc,增长了 172.6%,由占全球排放量的 10.5%增至 20.8%,而美国所占份额在同期内由 23.2%降至 19.9%,基本持平。中国、印度、巴西、日本、美国排放量大体呈上升趋势,俄罗斯、德国基本持平,而英国、法国、韩国呈现下降态势。2007 年中国 CO₂ 排放总量超过美国,居世界第一位。同期,美国能源消费占世界总量的 23.2%,我国为 10.5%,但是 CO₂ 排放总量却超过美国,这是因为我国以煤为主的能源约占 70%,而美国仅为 24%。

随着经济全球化的不断推进,由于国际贸易而引起的产品生产国和消费国分离的情况越来越普遍。英国 Tydall 气候变化中心研究公布的研究结果称,2004 年中国净出口带来的碳排放占其全部碳排放总量的 23%^[5]。因为中国存在伴随产品出口的内涵碳排放,因此中国基于消费产生的温室气体排放要小于实际排放。

2.2.2 单位 GDP 二氧化碳排放量的国际比较。

单位 GDP 二氧化碳排放量是指每生产一单位货币 GDP 排放二氧化碳总量。在国际比较中,由于国际货币体系的原因,经济产出量要换算成

3.1 源头控制——规划

首先,政府有关部门在制定当地产业园区的时候,一定要将节能减排工作在规划中落到实处,不符合规划要求的项目坚决不能进入园区。同时,要从整体出发,园区定位明确、科学,产业链较为完整,同时兼顾多个企业共同节能的效果。例如:在园区内尽量将一条产业链或者性质相同的企业布置在一起,形成产业岛,这样就可以由政府统一规划,建立独立的热电企业或者空分工厂等,供产业链上下游企业电力、蒸汽、氧氮的需求,避免重复建设、浪费资源的做法。

其次,项目核准过程中,一定要严把核准关,节能减排的措施和解决方案要和主体装置“同时设计、同时施工、同时运营”,做到源头控制,系统跟踪,节能降耗。

3.2 过程监控——设计

设计是项目从无到有进程中最为重要的环节,一定要将规划中提出的节能减排方案在此环节落实到位,否则一切均为空谈。此过程中,我们也同样需要根据产业园区的规划,综合考虑安排产业链上下游一体的节能减排模式,形成节能岛的概念,最大限度提升能源资源的利用水平,做到物尽所用。

一般情况下,环保设施所产生的社会和环境效益远大于其经济效益,这就决定了企业对环保设施的态度和投资积极性。对于政府而言,我们可

以对那些经济效益较好的环保设施采用招商引资的方式来实现,而对于那些经济效益不十分明显环保设施建设,可以采用诸如政府补贴、联营等多种形式实现,调动企业的积极性,利国利民。

3.3 运营考核机制

一旦节能减排设施建设完毕,发挥其效能就在于运营这个环节了。因此,这个环节政府部门一定要制定一个长效机制,监督企业执行,而不能听之任之,营私舞弊,置国家和人民不顾。同时,我们在制定长效机制的同时,要通过多种措施力求企业在执行国家节能减排政策时,由被动接受到主动担当。只有政府、企业和个人将节能降耗减排工作当作头等大事来抓,那就没有办不好的事情。

4 结论

千里之堤,溃于蚁穴。不论我们的技术有多么先进,不论我们的政策有多么严厉,如果缺乏足够的监管,工作很难真正落到实处,只有实现从被动执行到主动承担的转变,节能降耗减排工作的路才能越走越宽阔。为了实现永续发展,我们不可能也不应该满足于现在的成绩,我们要下大力气去研究和探索适合我国国情的新能源技术,争取早日实现以化石能源为主的能源结构体系向以绿色新能源为主的能源结构体系转变,不断提升人民的生活水平,为子孙后代造福。

(上接第8页)

参考文献

- [1] 魏一鸣,廖华.能源效率的七类测度指标及其测度方法[J].中国软科学,2010(1).128~137.
- [2] 曲建升,曾静静,张志强.国际主要温室气体排放数据集比较分

析研究[J].地球科学进展,2008(1):47~54.

- [3] Tao Wang, Jim Watson. Who Owns China's Carbon Emissions? Tyndall Briefing Note No. 23 October 2007. http://tyndall.webapp1.uea.ac.uk/publications/briefing_notes/bn23.pdf. 2010-03-25.