DOI: 10.5846/stxb201307131887

赵海凤, 闫昱霖, 张大红. 低碳经济计量模式. 生态学报, 2015, 35(4): 1249-1257.

Zhao H F, Yan Y L, Zhang D H. Research on the measurement model of low carbon economy. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(4): 1249-1257.

低碳经济计量模式

赵海凤, 闫昱霖, 张大红*

北京林业大学经济管理学院, 北京 100083

摘要: 首先对“低碳经济”进行了讨论, 进而提出了“碳循环经济”概念; 对现有碳计量进行研究, 提出了相应改进计算公式: 碳绩效和碳经济密度。最后, 对碳责任分担进行了探讨, 提出了发达国家和发展中国家“责任共担、区别对待”的碳责任担负的计算模式。

关键词: 低碳经济; 碳绩效; 碳经济密度

Research on the measurement model of low carbon economy

ZHAO Haifeng, YAN Yulin, ZHANG Dahong*

School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Economic globalization has highlighted the importance of a low-carbon economy and its necessary integration with the country's development goals. Given this background, we analyze the carbon measurement model in relation to the gross domestic product (GDP) and carbon emissions. Introducing population and land area into the relevant equation allows us to calculate per capita GDP, per capita carbon emissions, land economic density, and carbon emissions per unit of land area. These four derived factors help suggest corresponding improvements in the proposed formulae for the density of the carbon-carbon economy and its performance. Further, the World Bank's World Development Indicators database and the International Monetary Fund's World Economic Outlook database for 2005—2010 allow country-specific calculations pertaining to low-carbon economies. The results show that globally, economies are becoming increasingly low-carbon and the carbon density rate has improved, but environmental improvements remain distant. From 2005—2009, the carbon ratios of Ukraine, China, the Russian Federation, and South Korea increased, while those of France, Brazil, Italy, Britain, Australia, and Singapore decreased. However, a clear chimney effect, especially for China, is evident; the rates of improvement in terms of a low-carbon economy and carbon density are not optimistic. The ultimate goal of a global low-carbon economy is to control carbon emissions within the permitted range, but due to the economic growth of developing countries and the world in general, it is likely that total global carbon emissions will increase in the future. Thus, it is imperative to devise innovative ways to control total global carbon emissions effectively. Our results indicate that econometric and carbon countries should adopt a “double standard,” in accordance with national differences in the country's level of economic development and the principle of equity. Both developed and developing countries should assume shared responsibility for carbon emissions and control, wherein they can be quantified using the following proposed carbon calculation modes. Specifically, there are two major aspects in the “carbon responsibility model”: (1) The developed countries would pay incrementally for their carbon “stocks.” By differentiating between the “amount of carbon deposits” and the “increase in total annual carbon,” the annual cost of controlling carbon emissions can be calculated for different

基金项目: 中国-欧盟能源环境项目

收稿日期: 2013-07-13; 网络出版日期: 2014-07-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangdahong591120@163.com

countries, specifically, developing countries, which are likely to see increasing carbon emissions as a result of improved economic development. Countries would not only pay for future carbon growth but would also need to bear the cost of carbon accumulation resulting from past economic development. We would need to consider soft target assessment mechanisms for controlling carbon emissions per unit of the GDP. (2) Both developing and developed countries should undertake fixed target assessment mechanisms to control carbon emissions. Developing countries would adopt relatively fewer controls and attempt to ensure no increases in carbon emissions per unit of their respective GDPs. The international community would need to utilize a common computing model encompassing various technical parameters, especially carbon emissions correction values, which can be discussed and negotiated.

Key Words: low carbon economy; carbon performance; carbon economic intensity

2003年英国首相布莱尔在能源白皮书《我们未来的能源——创建低碳经济》^[1]中,首次提出“低碳经济”的概念,从1992年《联合国气候变化框架公约》制定,1997年国际社会共同签署《京都议定书》为标志,降低碳排放、控制社会经济活动中释放的温室气体,这一核心观念逐渐成为国际社会的共识和行动^[2-4]。20年来,其相关学术研究甚少。本文从低碳经济计量、评价和责任承担的角度对低碳经济做一探讨。

1 概念的讨论:低碳经济与碳循环经济

从概念上讲,能源白皮书最早指出:“低碳经济是通过更少的自然资源消耗和更少的环境污染,获得更多的经济产出;低碳经济是创造更高的生活标准和更好的生活质量的途径和机会,也为发展、应用和输出先进技术创造了机会,同时也能创造新的商机和更多的就业机会。”^[5]此后,低碳经济不断发展,也延伸出一些多样化的概念,比如:“可持续发展、绿色经济、低碳产业、低碳城市、碳汇减碳、低碳生活方式、节能减排^[6]等等。目前,低碳经济尚无统一的表述,但大致可以说低碳经济是一种以低耗能、低碳排放为特征的新型经济形态。

(1) 低碳经济的核心点是降低碳排放

目前,碳排放是作为负面因素来看待的,特别是人类活动导致的碳排放。这种认识的有两个主要原因,一是,碳被简单地当作大气中的废弃物,是主要温室气体之一,较少地被人们认作是社会经济系统中不可或缺的资源。即便如此,这种资源也不能像现在这样被过度使用;二是,强调低碳经济有一定的历史条件,工业革命以来,人类社会形成了强大的生产力,大量开采化石材料和能源,极大地加速了地球生态体系中地质碳向大气碳的转化,积累和增加了大气中二氧化碳浓度,地球正在“发烧”。数据显示,近百年来地球表面平均温度因此上升 $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[7]。所以,在今天的历史条件下,强调低碳经济是主流,降低碳排放就是核心。

(2) 低碳经济是经济发展到一定阶段的产物

低碳经济虽然是全球性问题,但各国各地经济发展水平存在差异,在重要性上各有不同。单纯就碳排放而言,最原始的经济是最低碳的,显然,人类社会的发展是不可逆的,不可能通过经济原始化来实现低碳经济。考虑到社会发展的历史进程,合理的认识是低碳经济是也只能是经济发展到较高阶段的产物。

(3) 低碳经济是人类社会发展的必然选择

在自然演化史中,人类的存在和发展改变了自然过程,其主要影响方式之一就是增加大气碳排放量。由于这一过程不可避免,特别是这一过程若不加控制将导致的毁灭性后果,使得人类社会的发展必然选择低碳经济道路。

(4) 低碳经济是一种生活方式,是人类社会增进福利与环境改善的共同要求

应该是基于生活水平的不断提高来看待环境问题的,不能以降低生活质量的贫困化来换取环境的改善。低碳经济是经济环境的对立统一。低碳经济是在地球增温和全球经济增长的背景下提出来的,这本身就反映了经济和对立统一。在既往的各种经济发展模式中,更多地强调与环境的对立来进行发展取舍。而作为新型经济形态的低碳经济不同,主要从与环境统

一性出发,谋求经济环境的双赢,实现经济环境一体化发展。

(5) 低碳经济涉及全球国别利益

低碳经济是从全球范围来看待经济与环境关系的发展模式。由于大气的共有性和流动性,任何一个国家不可能单独建成低碳经济,各国必须共同行动。所以,低碳经济涉及各国利益,其利益具有共享性,而行动却要各自而为。可以认为,低碳经济是一种全球联盟经济,在尊重历史和公平前提下,各国均应秉承共享利益、共担责任的理念。根据不同发展阶段和国际协定,由“要我买单”、“应该买单”,向“我要买单”发展。

综上所述,从理论到实践,可以把低碳经济概括为四点特征,即发展性、高端性(享受性)、全球性、公平性。如果把二氧化碳作为社会经济系统的必备资源,那么更确切、更一般的提法就是碳循环经济。可以把“低碳经济”理解为地球增温时碳循环经济的特例,另一特例是地球持续变冷时的“高碳经济”。这样,人类社会共同目标和行动就是促进和形成“碳循环经济”的良性发展。当然,在今天地球变暖既定历史条件下,低碳经济有更为明确而现实的意义。

2 目前碳计量存在的问题

不同概念下计量和评估模型不同。中国政府曾于 2009 年 11 月的哥本哈根气候峰会前,首次提出“单位 GDP(Gross Domestic Product)碳排放”的概念^[8],按此概念的定义,社会经济系统的碳计量模式较为简单,即用单位 GDP 的二氧化碳排放量来表示,公式为:

$$\text{第 } i \text{ 时期某经济系统低碳化程度}(Y) = \frac{\text{第 } i \text{ 时期某经济系统二氧化碳排放量(标准当量)}}{\text{第 } i \text{ 时期某经济系统 GDP}} \quad (1)$$

按照“低碳经济”的概念,这个值越小越好。理论极限值是 $Y=0$ 。这种状态表明,人类经济活动对气候(气温)不产生任何影响,不会干扰自然状态下的碳循环过程。由此可见, Y 即体现人类活动对自然碳循环的干扰程度。当然,干扰的意义不都是负面的。这不仅是从生态哲学(或自然哲学)上讲的,也是从科学理论和社会实践层面上讲的。事实上,必然状态是 $Y>0$ 。这样,按照目前低碳经济的计算模式(公式(1)),必然存在如下问题,最终使模式计量与模式理念相背离和冲突。

(1) 一般来讲,在既定空间范围的经济系统中,当人为活动二氧化碳排放量趋于零时,而 GDP 并不趋近于零。虽然,这两种趋向关系并不总是单调的或线性的,但大致可以说,比之于农耕体系为基础的经济系统,以现代工业体系为基础的经济系统,二氧化碳增长速度远高于 GDP 增长。由此,可以得到结论:农业社会比工业社会更加低碳。经济形态越原始、越落后越贫困就越低碳。

(2) 公式(1)试图通过 GDP 与碳排放的关系来反映生态环境,因为人为活动而衰变恶化的问题显然是一个伪命题。其实,生态环境的变化(这里只指气温)与碳排放总量有关,而与单位 GDP 碳排放无关。试想一个极小的国家只有 1000 个 GDP,排放 100 个标准当量的二氧化碳,而一个大国有 10 亿 GDP,排放 90000000 个标准当量的二氧化碳:

$$\begin{aligned} \text{某小国低碳化程度}(Y) &= \frac{100}{1000} = \frac{10}{100} \\ \text{某大国低碳化程度}(Y) &= \frac{90000000}{1000000000} = \frac{9}{100} \end{aligned}$$

这种计量模式的基本效应是:只要推动经济的更快增长,不管生态环境如何恶化。

(3) 这种碳计量模式着眼于经济总量与碳排放总量的关系,忽略了经济总量与人口数量的关系,一个较为低碳的国家也可能是一个人均 GDP 较低而人均碳排放较高的国家。

(4) 这种碳计量模式不能反映和避免碳排放烟囱效应。在经济高密度地区必然形成碳集中大量排放。而这也在现有碳计量模式考虑之外。

这些问题的存在,在目前这种单位 GDP 排碳量模式下是不可避免的。应该在上述对低碳经济和碳循环经济概念理解及计量的基础上,设计出新的碳循环经济计量模式。

3 碳计量模式的改进

3.1 引入计算因素

低碳经济计量目前只有 GDP 和碳排放量两个因素,还应该引入人口和国土面积两个因素,并由此得到人均 GDP、人均碳排放量、国土经济密度、国土单位面积碳排放量等 4 个派生因素。这些因素构成了计量低碳经济的基础:

$$\text{人均 GDP} = \frac{\text{年 GDP}}{\text{人口数}} \quad (2)$$

反映国家(地区或系统)富裕程度或经济发展水平:

$$\text{人均碳排放量} = \frac{\text{某时期碳排放量}}{\text{人口数}} \quad (3)$$

反映国家(地区或系统)人类活动碳消费水平和对环境干扰强度:

$$\text{国土经济密度} = \frac{\text{年 GDP}}{\text{国土面积}} \quad (4)$$

反映国土经济开发水平:

$$\text{国土单位面积碳排放量} = \frac{\text{某时期碳排放量}}{\text{国土面积}} \quad (5)$$

反映国家国土平均碳排放强度。

3.2 碳绩效计算模式

将碳作为资源,借用绩效观念,构建碳绩效指标对低碳经济进行计量。这一指标综合地反映了碳消费权(碳排放)增进人均 GDP 的功效。根据公式(2)、(3)有:

$$\text{某国碳绩效} = \text{某国人均 GDP} / (\text{某国人均碳排放量} / \text{世界人均碳排放量}) \times \text{某国人均碳排放量} \quad (6)$$

与当前低碳经济计量指标(1)比较,碳绩效指标有三点改进,第一,把碳作为资源而不是“有害物质”进入计量模式的;第二,计算结构不同,鼓励高经济发展水平和高效率碳资源利用的发展模式,避免了公式(1)中可能出现的“越原始、越贫困越低碳”情形;第三,除了 GDP 和碳排放量外,还增加了“人口”因素,以体现碳排放权的人际公平,这种计量方式反映低碳经济的公平性。

碳绩效公式对低人均碳排放国家(低于世界平均值)给予正向激励,而对高人均碳排放国家(高于世界平均值)有所抑制。

3.3 碳经济密度计算模式

这一指标综合地反映了碳排放强度,对增进地均 GDP 的功效。根据公式(4)、(5)有:

$$\text{某国碳经济密度} = \text{某国地均 GDP} / (\text{某国地均碳排放量} / \text{世界地均碳排放量}) \times \text{某国地均碳排放量} \quad (7)$$

与当前低碳经济计量指标(1)比较,碳经济密度指标除了考虑 GDP 和碳排放量外,还增加了“土地”因素,以体现碳排放的区域均衡要求,可以抵减碳排放“烟囱”效应。碳经济密度公式对低地均碳排放国家(低于世界平均值)给予正向激励,而对高地均碳排放国家(高于世界平均值)有所抑制。

本文在低碳经济计量指标(1)的基础上,构造了“碳绩效”和“碳经济密度”两个计量指标,由于考虑的因素不同和结构特征,这两个指标的计量结果从全球整体角度相同,而在国别排序中会有差异,这正说明低碳经济应该从多重角度进行考察。

3.4 计算分析

依据世界银行 WDI(World Development Indicators)数据库及国际货币基金组织 WEO(World Economic Outlook)数据库 2005—2010 年的数据,结合上述(1)—(7)公式,对世界及部分国家进行低碳经济相关计算(表 1)。

计算表明:第一,公式①⑥⑦计算结果在国别排列并不一致,说明引入人口和面积因素后对各国低碳经济

计算的影响;第二,我国在①、⑦两个指标都很差;第三,美国人均 GDP 很高,而①、⑥、⑦三个指标均不理想。可见,考虑人口、面积等因素,可以丰富低碳经济计算和分析,并为综合评估低碳经济提供了基础。

按照上述指标对世界低碳经济进行初步计算,得到表 2。

表 2 表明,全球低碳化率①和碳绩效或碳经济密度⑥⑦均有改善(从全球整体角度⑥=⑦),但环境压力⑤却在提高。全球低碳经济总体把握必须以环境压力⑤减小或不变为前提,而以低碳化率①和碳绩效或碳经济密度⑥⑦的改善为标志。由此可见,人类社会还需要在控制⑤即碳排放总量上做出努力。

表 1 2010 年世界及部分国家低碳经济计算

Table 1 2010 world and some countries low-carbon economy calculation

序号 No.	国家 Country	数据 Data				指标计算结果 Index calculations						
		GDP/ (亿美元) GDP	排碳 /(百万 t) Carbon emission	人口/(万人) Population	面积/km ² Area	②	③	④	⑤	①	⑥	⑦
1	世界	451029	27864.2	676367.2	13442.4	0.99	0.05	49.99	2.34	0.047	21.374	21.374
2	中国	22439	5547.8	133138.0	959.81	0.43	0.06	59.84	8.63	0.14	5.166	1.87
3	印度	8087	1402.4	110981.1	328.73	0.13	0.02	43.50	6.11	0.140	18.240	2.725
4	印度尼西亚	2870	419.6	22304.2	190.46	0.31	0.02	36.50	2.28	0.062	38.177	16.440
5	伊朗	1920	451.6	6915.3	174.52	0.49	0.08	19.36	3.28	0.16	3.31	4.221
6	日本	45491	1230.0	12756.5	37.79	4.23	0.09	1426.51	30.98	0.022	23.271	3.476
7	韩国	7914	452.2	4841.8	9.97	2.04	0.12	989.17	56.93	0.058	6.875	0.71
8	新加坡	1198	56.3	439.3	0.07	4.95	0.03	31057.14	193.14	0.01	242	1.94
9	泰国	1764	270.9	6472.4	51.31	0.48	0.05	60.92	5.75	0.094	10.762	4.303
10	埃及	897	173.5	7539.7	100.14	0.29	0.03	21.65	2.04	0.094	18.079	12.110
11	尼日利亚	1122	114.3	14474.9	92.38	0.14	0.01	22.37	0.85	0.038	222.8	71.723
12	南非	2421	408.8	4739.1	121.91	0.77	0.10	29.81	3.77	0.127	3.773	4.894
13	加拿大	11317	537.5	3255.6	998.47	4.80	0.15	15.66	0.50	0.032	9.477	146.5
14	墨西哥	7677	421.5	10422.1	196.44	0.96	0.04	51.11	2.26	0.044	24.654	23.434
15	美国	126384	5776.4	29898.8	963.20	4.90	0.18	149.09	5.53	0.037	6.886	11.418
16	阿根廷	1832	152.7	3912.0	278.04	0.90	0.05	12.62	0.65	0.051	19.544	70.050
17	巴西	8825	325.5	18869.4	851.49	1.07	0.02	23.76	0.49	0.021	100.5	228.
18	委内瑞拉	1455	148.1	2702.1	91.20	1.06	0.07	31.27	2.21	0.071	8.781	14.948
19	法国	21365	377.7	6103.8	54.92	4.19	0.06	465.29	6.58	0.01	55.425	25.149
20	德国	27870	784.0	8241.1	35.71	4.01	0.09	925.76	20.87	0.023	22.743	4.970
21	意大利	17697	452.1	5857.1	30.13	3.48	0.07	675.97	13.49	0.020	33.514	8.694
22	荷兰	6288	125.8	1673.0	4.15	4.60	0.11	1856.14	43.87	0.024	18.029	2.255
23	波兰	3040	302.4	3811.2	31.27	1.15	0.08	140.36	10.15	0.072	7.708	3.189
24	俄罗斯联邦	7645	1503.3	14236.8	1709.82	1.04	0.12	8.64	1.02	0.118	3.218	19.490
25	西班牙	11260	343.7	4354.6	50.54	3.16	0.06	272.02	5.34	0.02	38.180	22.346
26	土耳其	4840	247.9	7293.5	78.36	1.00	0.04	93.04	3.80	0.041	27.772	15.047
27	乌克兰	861	327.1	4657.1	60.36	0.29	0.07	22.63	5.05	0.22	3.176	2.076
28	英国	22319	546.4	6036.1	24.36	3.74	0.08	927.18	20.26	0.022	25.962	5.284
29	澳大利亚	6740	368.9	2052.1	774.12	5.94	0.18	15.76	0.48	0.031	8.340	158.6
30	新西兰	1077	30.0	412.5	26.77	3.35	0.08	51.55	1.18	0.023	26.524	86.797

数据来源:世界银行 WDI 数据库^[9]、国际货币基金组织 WEO 数据库 2005—2010 年的数据^[10];

主要指标:①单位 GDP 碳排放(全球低碳化率);②人均 GDP;③人均碳排放量;④国土经济密度;⑤国土单位面积碳排放量(环境压力);⑥碳绩效;⑦碳经济密度

表 2 2005—2009 年世界低碳经济计算

Table 2 2005—2009 World carbon economy calculation

年度 Year	②	③	④	⑤	①	⑥或⑦
2005	0.67	0.04	33.55	2.07	0.062	16.187
2006	0.71	0.05	35.82	2.33	0.065	15.348
2007	0.80	0.05	40.43	2.28	0.056	17.733
2008	0.90	0.04	45.38	2.25	0.049	20.208
2009	0.96	0.04	48.18	2.24	0.046	21.534
2010	0.99	0.05	49.99	2.34	0.047	21.374

数据来源:世界银行 WDI 数据库^[9]、国际货币基金组织 WEO 数据库 2005—2010 年的数据^[10]

主要指标:①单位 GDP 碳排放(全球低碳化率);②人均 GDP;③人均碳排放量;④国土经济密度;⑤国土单位面积碳排放量(环境压力);⑥碳绩效;⑦碳经济密度

基于相同数据系统计算了 2005—2009 年前述 29 个国家的 7 个指标,筛选出①⑥⑦最好和最差的国家,得到表 3—表 7。

表 3 2005 年部分国家低碳经济计算

Table 3 2005 some countries low-carbon economic calculation

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
2	中国	0.17	0.04	23.38	5.78		0.247	3.999		1.451	
5	伊朗	0.28	0.07	11	2.59	0.235			2.682	3.406	
7	韩国	1.63	0.09	793.78	45.36	0.057		7.719			0.8
8	新加坡	2.73	0.13	17114	804	0.047		6.845			0.055
11	尼日利亚	0.08	0.01	12.15	1.24	0.102		51.213		16.445	
13	加拿大	3.48	0.17	11.33	0.54	0.047		5.253		81.067	
17	巴西	0.47	0.02	10.36	0.38	0.037		64.753		147.02	
19	法国	3.5	0.06	389.02	6.88	0.018		37.661		17.05	
22	荷兰	3.76	0.08	1515.1	30.3	0.02		27.402		3.42	
24	俄罗斯联邦	0.54	0.11	4.47	0.88		0.197		1.984	11.99	
27	乌克兰	0.18	0.07	14.26	5.42		0.38		1.544		1.007
28	英国	3.7	0.09	916.22	22.43	0.024		18.588		3.775	
29	澳大利亚	3.28	0.18	8.71	0.48	0.055		4.188		79.49	

表 4 2006 年部分国家低碳经济计算

Table 4 2006 some countries low-carbon economic calculation

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
2	中国	0.2	0.05	27.69	6.68		0.241		3.989		1.447
7	韩国	1.83	0.1	890.87	47.22	0.053		8.998			0.932
8	新加坡	3.11	0.11	19514.29	670.11	0.034		12.649			0.101
10	埃及	0.14	0.02	10.73	1.87		0.174	10.692		7.145	
11	尼日利亚	0.1	0.01	15.9	1.01	0.064		113.231		36.361	
12	南非	0.54	0.09	20.92	3.48	0.167			3.105	4.019	
13	加拿大	3.91	0.17	12.74	0.55	0.043		6.342		97.863	

续表

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
17	巴西	0.57	0.02	12.54	0.41	0.033		77.311		175.536	
19	法国	3.68	0.06	409.34	6.96	0.017		43.548		19.715	
21	意大利	3.16	0.08	614.34	15.6	0.025		22.745		5.887	
24	俄罗斯联邦	0.7	0.12	5.79	0.98	0.169			2.346	14.179	
27	乌克兰	0.23	0.07	17.86	5.43		0.304		2.167		1.413
28	英国	3.94	0.09	975.78	22.25	0.023		22.648		4.599	
29	澳大利亚	3.52	0.18	9.34	0.49	0.052		4.833		91.734	

表 5 2007 年部分国家低碳经济计算

Table 5 2007 some countries low-carbon economic calculation

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
2	中国	0.25	0.05	34.17	6.81		0.199	4.637			1.682
5	伊朗	0.39	0.07	15.52	2.84		0.183		3.456	4.389	
7	韩国	2	0.1	972.72	50.44	0.052		8.413			0.872
8	新加坡	3.67	0.12	23042.86	773.57	0.034		10.951			0.088
11	尼日利亚	0.11	0.01	17.94	1.03	0.057		119.948		38.518	
12	南非	0.59	0.09	22.77	3.55	0.156			3.177	4.112	
13	加拿大	4.07	0.17	13.28	0.56	0.042		6.31		97.371	
17	巴西	0.7	0.02	15.43	0.43	0.028		82.969		188.38	
19	法国	4.2	0.06	466.55	6.76	0.014		51.365		23.254	
21	意大利	3.6	0.08	699.47	15.14	0.022		26.895		6.961	
27	乌克兰	0.3	0.07	23.28	5.26		0.226		2.945	1.921	
28	英国	4.52	0.09	1119.79	22.13	0.02		25.665		5.212	
29	澳大利亚	4	0.18	10.61	0.48	0.045		5.47		103.83	

表 6 2008 年部分国家低碳经济计算

Table 6 2008 some countries low-carbon economic calculation

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
2	中国	0.32	0.05	43.98	7.33		0.167	5.054			1.838
5	伊朗	0.55	0.08	21.91	3.32	0.152			3.497	4.451	
7	韩国	1.97	0.1	956.37	50.96	0.053		7.964			0.827
8	新加坡	4.39	0.07	27542.86	448	0.016		38.351			0.308
11	尼日利亚	0.15	0.01	23.85	1	0.042		165.151		53.153	
12	南非	0.64	0.1	24.94	3.81		0.153		2.967	3.849	
13	加拿大	4.8	0.17	15.66	0.55	0.035		7.634		118.069	
17	巴西	0.88	0.02	19.55	0.46	0.023		93.083		211.824	
19	法国	4.88	0.06	542.24	6.86	0.013		56.949		25.841	
21	意大利	4.1	0.07	796.22	13.3	0.017		38.942		10.102	
24	俄罗斯联邦	1.23	0.12	10.28	1	0.098			3.784	22.918	
27	乌克兰	0.43	0.07	32.8	5.36		0.163	3.92		2.562	
29	澳大利亚	5.21	0.19	13.81	0.51	0.037		6.324		120.314	

表 7 2009 年部分国家低碳经济计算

Table 7 2009 some countries low-carbon economic calculation

序号 No.	国家 Country	②	③	④	⑤	①		⑥		⑦	
						最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst	最好 Best	最差 Worst
2	中国	0.37	0.06	51.14	8.01	0.157		4.908			1.785
5	伊朗	0.48	0.09	18.93	3.45		0.182		2.797	3.56	
7	韩国	1.72	0.11	835.01	51.09	0.061		6.893			0.716
8	新加坡	4.03	0.07	25300	455.66	0.018		33.933			0.273
11	尼日利亚	0.12	0	18.77	0.76	0.041		225.77		72.663	
12	南非	0.61	0.11	23.56	4.09		0.174		2.425	3.146	
13	加拿大	4.1	0.16	13.38	0.51	0.038		7.309		113.04	
17	巴西	0.83	0.02	18.49	0.43	0.023		97.765		222.476	
19	法国	4.39	0.06	487.42	6.62	0.014		54.911		24.916	
24	俄罗斯联邦	0.86	0.11	7.19	0.92	0.128			3.133	18.973	
25	西班牙	3.36	0.07	289.67	5.7	0.02		34.05		19.929	
27	乌克兰	0.25	0.06	19.25	4.51		0.234	3.241		2.119	
29	澳大利亚	4.86	0.2	12.88	0.52	0.04		5.669		107.852	

数据来源:世界银行 WDI 数据库^[9]、国际货币基金组织 WEO 数据库 2005—2010 年的数据^[10]

主要指标:①全球低碳化率;②人均 GDP;③人均碳排放量;④国土经济密度;⑤国土单位面积碳排放量(环境压力);⑥碳绩效;⑦碳经济密度

可见,低碳经济计算显示,从 2005 到 2009 年表现较差的有乌克兰、中国、俄罗斯联邦、韩国,较好的有法国、巴西、意大利、英国、澳大利亚,新加坡低碳化率①较好,而碳经济密度⑦却很差,有明显的烟囱效应。特别是我国,在低碳化率①和碳经济密度⑦方面均不乐观。

3.5 低碳经济标准

低碳经济的标准必须联系提出低碳经济的时代背景和要求来确定。所谓低碳经济,就是社会经济系统发展到一定程度后,减少或不对大气环境排放二氧化碳的经济发展模式。为此,各国经济发展水平差异和公平权利,考虑到维护大气环境是国际社会的共同责任,低碳经济评定可实行“双重标准”。

发展中国家(人均 GDP 低于世界平均水平,下同)(公式(2))以经济发展中相对减少碳排放为主要目标,以单位 GDP 为计算模式(公式(1))或以碳绩效为计算模式(公式(6)),以后期低于前期为评定标准。

发达国家(人均 GDP 高于世界平均水平,下同)(公式(1))以本国碳排放控制和减少为主要目标,以国土单位面积碳排放量(公式(5))或碳经济密度为计算模式(公式(7)),以后期低于前期为评定标准。

全球以碳排放总量控制和不断减少为主要目标,先期以单位 GDP(公式(1))或碳绩效(公式(6))为计算模式,后以各国国土单位面积碳排放量(公式(5))或全球碳经济密度计算模式(公式(7)),最终以后期低于前期为评定标准。

全球低碳经济的终极目标是控制碳排放在许可范围内,但在实践过程中,由于发展中国家及世界经济增长,在一定时期内还会推动全球碳排放总量增加,而到最后,才能实现对全球碳排放总量的控制。换句话说,全球低碳经济实践途径是从相对控制到绝对控制,其评定也是双重标准。

4 低碳经济责任探讨与承担计量

气候变化是全球范围的事情,构建低碳经济也是国际社会共同的目标。世界各国处于不同发展阶段,具有经济发展低碳化的不同特点和选择。为此,在全球化的低碳经济建设中,国际社会的共同准则也应该是“责任共担、区别对待”,国际社会从签订《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》开始,先后进行了一系列国际谈判,诸如“巴厘岛路线图”(2007)、“G8 峰会”(2009)、“哥本哈根会议”(2009)、“坎昆会议”(2010)、

“德班会议”(2011)等(参见中央政府门户网站文章《风云变幻 20 年:气候变化谈判历程和气候大会展望》以及新华网文章《<联合国气候变化框架公约>背景资料》),逐步推进全球低碳经济发展。但这些谈判中不可避免地有一个难点问题:减排目标与责任承担。一般情形是发达国家和发展中国家在责任分担中的利益冲突。目前的做法是,发达国家确定硬性减排指标,实施 CDM(Clean Development Mechanism)机制,发展中国家则提倡低碳发展,而无硬性减排任务。比如,我国政府也提出了 2020 年单位 GDP 减排 40%—45% 的目标。但由于近期发达国家屡受经济危机所累,难以承受经济重负,使国际气候谈判困难重重。其实,这一问题的症结在于,所有这些谈判没有真正实现“责任共担、区别对待”的原则。考虑到各国经济发展的差异,发达国家先行发展过程中排放的大量二氧化碳尚积累于大气中,各国经济发展仍在持续排放二氧化碳。建议将碳分为存量和增量两个部分。

(1) 在国际社会中,采用存量部分由发达国家买单,增量部分各自买单的碳责任承担模式。这样,通过对碳存总量和碳年增总量的划分,形成各国碳承担年费用计算公式。

$$\text{第 } i \text{ 发展中国家碳承担年费用} = \text{第 } i \text{ 发展中国家年碳增量} \times \text{协定价 1} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{第 } i \text{ 发达国家碳承担年费用} = & \text{第 } i \text{ 发达国家分担的年碳存量} \times \text{协定价 2} + \\ & \text{第 } i \text{ 发达国家当年碳增量} \times \text{协定价 3} \end{aligned} \quad (9)$$

公式(8)(9)中,协定价 1,指发展中国家年新增碳排放量计费单价(考虑经济发展程度不同,国别价格可有差异);协定价 2,指发达国家年分担碳排放存量计费单价;协定价 3,指发达国家年新增碳排放量计费单价。

公式(8)(9)表明,发展中国家也需要承担责任,为经济发展新增碳排放付费;发达国家不但要为今后碳增长付费,还要承担消解既往经济发展中碳积累的费用。国际社会仅就计算模式的各种技术参数,特别是对协定价 1、协定价 2 和协定价 3 进行讨论和谈判,并达成协议即可。汇集的全部资金进行全球规划,用于清洁能源和减排项目建设。

(2) 发展中国家采取单位 GDP 碳排放量控制的软指标评定机制,发达国家采取碳排放总量控制的硬指标评定机制。具体计算模式为:

$$\begin{aligned} \text{第 } i \text{ 发展中国家第 } N \text{ 年单位 GDP 排放控制量} = & \text{第 } i \text{ 发展中国家第 } N-1 \text{ 年实际单位 GDP 排放量} - \\ & \text{第 } i \text{ 发展中国家第 } N \text{ 年单位 GDP 排放修正值} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{第 } i \text{ 发达国家第 } N \text{ 年排放控制总量} = & \text{第 } i \text{ 发达国家第 } N-1 \text{ 年实际排放总量} - \\ & \text{第 } i \text{ 发达国家第 } N \text{ 年排放修正值} \end{aligned} \quad (11)$$

即公式(10)(11)表明,发展中国家采用相对数控制,不再增加(应该减少)单位 GDP 碳排放量;发达国家采用绝对数控制,不再增加(应该减少)碳排放量。国际社会仅就计算模式的各种技术参数,特别是碳排放修正值进行讨论和谈判即可。

参考文献(References):

- [1] Department of Trade and Industry(DTI).UK Energy White Paper: Our Energy Future—Creating a Low Carbon Economy. London:TSO,2003:2-2
- [2] 1992 年《联合国气候变化框架公约》,引自《联合国网站》,http://www.un.org/chinese/climatechange/docs/eonvehin.pdf.2013-9-25 访问
- [3] 《联合国气候变化框架公约>背景资料》,引自《新华网》,http://news.xinhuanet.com/ziliao/2003-07/10/content_966008.htm. 2013-09-25 访问
- [4] 1998 年《京都议定书》,引自《联合国网站》http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf. 2013-9-27 访问
- [5] 付允,马永欢,刘怡君,牛文元. 低碳经济的发展模式研究. 中国人口.资源与环境,2008(03): 14-19.
- [6] 鲍健强,苗阳,陈锋, 低碳经济:人类经济发展方式的新变革. 中国工业经济,2008:153-160.
- [7] IPCC. Summary for policymakers of climate change 2007: the physical science basis// Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge: Cambridge University Press,2007.
- [8] 张文婧,廖进中与廖任飞,关于“单位 GDP 碳排放”概念的探析.湖南大学学报:社会科学版,2010,24(5):74-76.