

【产业经济】

我国碳生产率区域差异性研究

潘家华¹, 张丽峰^{1,2}

(1. 中国社会科学院城市发展与环境研究所, 北京 100005;
2. 东北大学秦皇岛分校, 河北 秦皇岛 066004)

[摘要] 本文利用聚类分析、泰尔指数、脱钩指数等方法分析了区域碳生产率的差异性及影响因素,提出了减排对策。主要结论是:多数省份碳生产率呈逐年上升趋势,东、中、西部碳生产率呈现递减格局,但增长速度并未与之一致,中部增长最快,西部最慢;总的碳生产率泰尔指数表明碳生产率存在明显区域差异;三大区域泰尔指数表明:东部内部差异在不断缩小,中部内部差异先大后小,而西部内部差异却呈现扩大趋势;碳生产率总体差异主要来自于地区内差异,地区内差异又主要来自于东部地区内差异,但地区间差异贡献率近年来呈上升趋势;不同的经济发展阶段,脱钩指数呈现不同的状态,碳生产率也表现不同的变化特征,即使在相同脱钩状态下,东、中、西部碳生产率存在差异,东部碳生产率高于中西部。

[关键词] 碳生产率; 区域差异; 泰尔指数; 脱钩指数

[中图分类号]F290 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2011)05-0047-11

2008年中国二氧化碳排放量超过美国,成为全球最大的二氧化碳排放国。在国际社会减缓CO₂排放的形势下,中国的碳排放及其变化成为世界各国关注的焦点。目前,国内一些学者对我国省级(自治区、直辖市)及东、中、西三大区域的碳排放量、碳排放强度、影响因素及减排对策进行了相关研究。而关于碳生产率的研究较少,何建坤(2009)只是进行了全国碳生产率的年增长率和提高碳生产率途径的因素分析,目前缺乏关于区域碳生产率的研究。碳生产率是指在一段时期内国内生产总值(GDP)与同期二氧化碳排放量之比,等于单位GDP二氧化碳排放强度的倒数(Binhocker et al., 2008),反映了单位二氧化碳排放所产生的经济效益。虽然碳生产率与单位GDP碳排放强度在数量上是倒数关系,但两者存在本质区别。碳生产率是从经济学的角度将碳作为一种隐含在能源和物质产品中的要素投入,衡量一个经济体消耗单位碳资源所带来的相应产出,可与传统的劳动或资本生产率相比较(潘家华,2010)。碳生产率遵循在一定的技术水平条件下,以最少的碳资源投入获得最大的产出,碳排放成为社会经济发展的一种投入要素和约束性指标。未来的竞争不是劳动生产率的竞争,也不是石油效率的竞争,而是碳生产率的竞争(潘家华,2010)。碳排放空间是比劳动力、资本等更为稀缺的要素。而碳排放强度是强度表示法,是从环境的角度考虑问题,强调碳排放作为产

[收稿日期] 2011-04-15

[基金项目] 中国博士后科学基金资助项目“气候变化背景下碳生产率比较与实证研究”(批准号 20100470492);2010河北省教育厅人文社会科学规划项目“河北省新能源产业合理规划与政策研究”(批准号 SZ2010530)。

[作者简介] 潘家华(1957—),男,湖北枝江人,中国社会科学院城市发展与环境研究所所长,研究员,博士生导师;张丽峰(1969—),女,河北秦皇岛人,东北大学秦皇岛分校副教授,中国社会科学院城市发展与环境研究所博士后。

出的附属物及对环境造成的影响,没有从投入要素的角度隐含社会经济发展所面临的约束性条件,容易造成片面追求产出数量而忽视控制碳排放。本文试图从我国区域层面分析碳生产率的区域差异性、变化特征及影响因素,进而提出提高区域碳生产率和减排的对策。

一、区域碳排放量的测算与分析

1. 碳排放量的计算方法

为避免以往简单的一次能源划分法导致误差过大,根据《中国能源统计年鉴》将最终能源消费种类划分为8类,包括煤炭、焦炭、原油、汽油、柴油、煤油、燃料油和天然气。考虑到我国尚未研究出适合本国的特定碳排放系数,本文采用《2006年IPCC国家温室气体清单指南》提供的估算化石燃料燃烧的CO₂排放量的3种方法中的方法1来计算(IPCC,2006)。根据方法1,所有燃烧源的碳排放估算可以根据燃烧的燃料数量以及碳排放系数来进行。为了将各种燃料的单位转换成普通能量单位,需要引入发热值,我国能源统计运用的是低位发热量。由此得到的碳排放系数计算公式为:碳排放系数=氧化率×含碳量×低位发热量。各种类型燃料碳排放系数(见表1)。

表1 各种类型燃料的碳排放系数

燃料品种	低位发热量(kJ/kg)	含碳量(kgC/GJ)	氧化率	碳排放系数(tC/t)
原煤	20908	25.8	1	0.5394
焦炭	28435	29.2	1	0.8303
原油	41816	20.0	1	0.8363
汽油	43070	18.9	1	0.8140
柴油	42652	20.2	1	0.8616
燃料油	41816	21.1	1	0.8823
天然气	38931(kJ/m ³)	15.3	1	0.4478
煤油	43070	19.5	1	0.8399

资料来源:低位发热量的数据来源于《中国能源统计年鉴》。

在计算出各种化石燃料的碳排放系数之后,与各种燃料的消费量相乘就可以计算出各种燃料的碳排放量。

2. 区域碳排放量的测算与差异性分析

本文从省级和东、中、西部三大区域层面测算和分析区域碳排放量及差异性。东部包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南11个省、直辖市;中部包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南8个省;西部包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆12个省、自治区、直辖市。受数据资料限制,本文未包括西藏,本文选择1995—2008年间《中国能源统计年鉴》提供的我国30个省区市的煤炭、焦炭、石油及其制品、天然气等8种实物消费量进行计算,利用表1中的各种类型燃料的碳排放系数和各地区各种燃料消费量,测算出我国各省(自治区、直辖市)及东、中、西三大区域1995—2008年碳排放总量,结合各地区历年人口数据,测算出人均碳排放量。考虑到篇幅问题,下面只列出我国东、中、西部地区1995—2008年碳排放总量及人均排放量的数据(见表2)。

碳排放总量反映了一个地区总体的碳排放情况。从1995—2008年各省区市的累计碳排放量来看,山西、山东、河北、辽宁、江苏排前五位,排放量最大;海南的历史累计排放量最低。而青海、宁夏、广西、重庆等一些西部省份也相对较低。另外,从各省区市14年来碳排放总量年平均增长率来看,以两位数增长的省份分别是海南18.3%、内蒙古12.8%、宁夏11.4%、福建10.7%、山东10.5%、浙江10.2%;年增长率未超过5%的省份有:吉林4.9%、上海4.2%、黑龙江3.8%、北京2.5%、四川1.9%。

表 2 1995—2008 年我国东、中、西部地区碳排放总量与人均排放量

年 份	东部		中部		西部	
	总量 (万吨碳)	人均 (吨碳/人)	总量 (万吨碳)	人均 (吨碳/人)	总量 (万吨碳)	人均 (吨碳/人)
1995	48995.36	1.08	36328.31	0.89	24531.49	0.72
1996	50071.93	1.09	37188.94	0.91	26278.13	0.77
1997	50476.05	1.09	36670.71	0.89	24994.52	0.72
1998	50420.65	1.08	36550.67	0.88	25048.66	0.72
1999	52080.96	1.11	35686.92	0.85	24141.41	0.69
2000	55975.52	1.16	36756.18	0.87	24759.63	0.70
2001	58244.03	1.20	38668.77	0.91	25820.23	0.72
2002	62263.91	1.27	42368.69	1.00	28381.42	0.79
2003	70848.93	1.44	47600.74	1.11	33703.70	0.93
2004	83063.01	1.67	53635.67	1.25	40628.16	1.12
2005	99843.85	1.99	61871.85	1.43	45951.59	1.29
2006	109051.00	2.16	67974.13	1.56	52304.89	1.46
2007	119302.00	2.33	73375.58	1.68	57931.48	1.61
2008	125058.10	2.42	75696.06	1.72	63870.83	1.76
总增幅(%)	155.24	124.07	108.37	93.26	160.36	144.44
年均增长率(%)	7.47	6.40	5.81	5.19	7.64	7.12

资料来源:根据本文计算结果整理获得。

海南的历史累计排放量最低,其排放增长率反而最快;宁夏的历史累计排放量也较低,也保持较高的排放增长率。而北京、上海这两个经济较发达的直辖市碳排放总量的平均增长率却较慢,与两个直辖市的产业结构和能源消费结构有着密切关系。

从表 2 可以发现,我国三大地区碳排放总量差异比较明显,碳排放量从东部地区开始向中部地区、西部地区不断减少,并且东部地区远远高于中部和西部地区,2008 年东部地区的碳排放量占全国碳排放总量的 47.3%,几乎占全国碳排放总量的一半,中部比重为 28.6%,西部为 24.1%。2008 年东部地区碳排放量是中部地区的 1.7 倍,是西部地区的 2 倍,而中部和西部地区的差异不大。10 多年来,碳排放总量保持着东、中、西依次递减的格局。从时间维度来看,1995—2008 年间,在能源消费的推动下,无论是东部、中部还是西部地区的碳排放量都呈现出逐年增加的态势,其中,东部地区年均增长率为 7.47%,中部地区年均增长率为 5.81%,西部地区年均增长率为 7.64%,西部增长速度最快,其次是东部,最后是中部。

从三大地区人均碳排放量看,1995—2008 年东部地区的人均碳排放量明显高于中、西部地区,依然呈现东、中、西部依次递减的格局。东部地区人均起点高,1995 年就已超过 1 吨碳/人,而中部从 2002 年,西部从 2004 年起开始超过 1 吨碳/人,西部有后来居上的趋势。西部不论是总体增幅还是年均增幅都超过了东部和中部,1995—2008 年西部人均碳排放量年均增长 7.12%,东部为 6.40%,中部为 5.19%,到 2008 年西部的人均碳排放量已超过中部地区。

此外,三大地区碳排放呈现出明显的阶段性特征:1995—2000 年三大区域碳排放量的增长比较缓慢,为平稳增长阶段,这 6 年间三大地区的碳排放增幅波动不大,特别是中部地区和西部地区,其年均增长率仅为 0.23%、0.19%。2001—2008 年各大区域碳排放量的增长明显加快,为快速增长阶段,东、中、西部的年均增长率分别达到了 10.57%、9.45%、12.58%。

二、区域碳生产率测算与差异性分析

1. 区域碳生产率测算

在获得了各省及东、中、西部地区碳排放量数据后,本文采用以1995年为基准年进行调整后的GDP数据^①,根据碳生产率的定义,可以计算出各省区市及三大地区碳生产率数值。同样考虑到篇幅问题,下面只列出我国东、中、西部地区1995—2008年碳生产率数据(见表3)。

从各省区市碳生产率情况看,2008年全国碳生产率最高的是广东省,为2.0048,最低的为宁夏,为0.2324,全国平均水平为0.9123。1995—2008年大部分省份呈逐年上升的趋势,西部各省区市上升的趋势并不明显,海南却呈现逐渐下降的趋势,山东呈现先升后降的趋势。对于三大区域来说,在碳生产率的数值上,东部地区最大,中部地区次之,西部地区最小。在碳生产率年均增长速度上看,中部地区最快,年均增长速度为4.91%,东部地区次之,年均增长速度为4.30%,西部地区最慢,年均增长速度为3.31%。从时间趋势看,三大地区碳生产率均呈现先上升后下降再上升的趋势,东部地区表现比较明显,1995—2002年为迅速上升阶段,2003—2005呈现下降趋势,2006年开始又有所反弹。

表3 1995—2008年我国东、中、西部地区碳生产率 单位:万元/吨碳

年份	东 部	中 部	西 部	全 国
1995	0.6662	0.3968	0.4250	0.5232
1996	0.7291	0.4352	0.4378	0.5654
1997	0.8060	0.4893	0.5052	0.6354
1998	0.8907	0.5329	0.5517	0.6982
1999	0.9474	0.5899	0.6179	0.7623
2000	0.9742	0.6231	0.6554	0.7972
2001	1.0305	0.6462	0.6847	0.8367
2002	1.0748	0.6477	0.6872	0.8561
2003	1.0697	0.6378	0.6452	0.8406
2004	1.0425	0.6383	0.6043	0.8199
2005	0.9839	0.6222	0.6044	0.7921
2006	1.0283	0.6403	0.6017	0.8160
2007	1.0757	0.6769	0.6226	0.8542
2008	1.1512	0.7399	0.6490	0.9123

资料来源:根据本文计算结果整理获得。

2. 区域碳生产率差异性分析

(1)为了进一步分析我国区域碳生产率的差异性,本文利用SPSS统计软件,运用聚类分析方法对各省区的碳生产率进行聚类,共分为5类,聚类结果是:江苏、广西、浙江、北京、上海、福建、广东7省、市为一类;天津、江西、重庆、四川4省、市为一类;安徽、湖南、海南、湖北、山东、黑龙江、吉林、河南8省为一类;云南、青海、辽宁、陕西、河北5省为一类;甘肃、新疆、内蒙古、山西、宁夏、贵州6省为一类。从分类结果看,基本上东部经济发达省份在一类,中部省份在一类,西部一些欠发达省份在一类。与前面的分析结果类似,碳生产率呈现出区域差异性。

(2)利用泰尔指数(Theil, H, 1967, 1972)计算三大区域碳生产率的泰尔指数、总差异、组内差异、组间差异以及各自的贡献率。计算结果见图1和表4。

比较三大地区泰尔指数(见图1),可以发现三大地区泰尔指数呈现不同特征。东部地区呈明显下降趋势,地区内部碳生产率差异在不断缩小,尤其是在1997年之后其数值明显小于中、西部数

^① 数据来源于历年各省区市统计年鉴,并用地区生产总值指数调整为1995年价格。

值,说明东部地区内部的碳生产率差异最小。中部地区泰尔指数呈现先升后降的趋势,其数值在2004年之前一直高于东部和西部,地区内部碳生产率差异比较大,2004年之后开始下降,小于西部但仍大于东部。而西部地区的泰尔指数却呈现明显上升的趋势,表明地区内部碳生产率的差异在扩大。结合碳排放量与地区生产总值的数据可以发现,东部地区1995—2008年间以占全国41.2%的碳排放量生产占全国60%的地区生产总值,表明东部地区整体能源利用效率要高于中、西部。而中部地区用27.1%的碳排放量生产23.9%的地区生产总值,西部地区用31.7%的碳排放量生产16.1%的地区生产总值。^①一方面表明中、西部地区内部经济发展水平存在较大差异,另一方面表明中西部地区的能源利用效率低,能源消费结构以煤炭为主以及承接东部地区的碳排放转移等导致较多的二氧化碳排放。

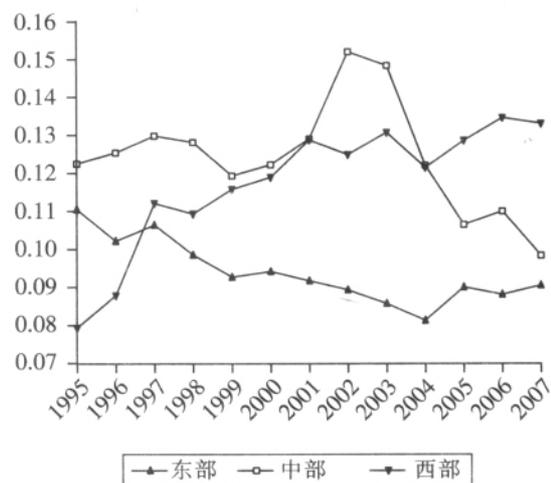


图1 1995—2008年我国东、中、西部地区泰尔指数变化趋势

表4 碳生产率区域总体差异分解

年份	总差异	组内差异		组间差异		东部 贡献率(%)	中部 贡献率(%)	西部 贡献率(%)
		数值	贡献率(%)	数值	贡献率(%)			
1995	0.1379	0.1078	78.21	0.0301	21.79	45.50	22.28	10.43
1996	0.1382	0.1054	76.31	0.0328	23.69	42.04	22.88	11.39
1997	0.1427	0.1133	79.40	0.0294	20.60	42.57	22.91	13.92
1998	0.1388	0.1078	77.66	0.0310	22.34	40.76	22.99	13.91
1999	0.1290	0.1033	80.06	0.0257	19.94	41.55	22.82	15.69
2000	0.1279	0.1053	82.34	0.0226	17.66	42.85	23.37	16.12
2001	0.1316	0.1071	81.43	0.0244	18.57	40.73	23.86	16.84
2002	0.1394	0.1105	79.28	0.0289	20.72	37.65	26.29	15.34
2003	0.1406	0.1082	76.98	0.0324	23.02	36.12	25.06	15.8
2004	0.1303	0.0976	74.93	0.0327	25.07	37.14	22.05	15.74
2005	0.1276	0.1004	78.64	0.0273	21.36	42.12	19.52	17.00
2006	0.1319	0.1010	76.54	0.0309	23.46	40.00	19.39	17.15
2007	0.1304	0.0995	76.26	0.0310	23.74	41.58	17.50	17.18
2008	0.1301	0.0986	75.79	0.0315	24.21	40.70	17.53	17.56

资料来源:根据本文计算结果整理获得。

表4中可以看出,碳生产率总的泰尔指数表明我国东中西部地区的碳生产率存在明显的差异性。碳生产率总体差异主要是由地区内差异带来的,但近年来地区内差异对总体差异的贡献率数值呈现下降趋势。在地区内差异中,中部和西部地区差异对总体差异贡献率较小,且二者贡献率日益接近,到2008年中部和西部的贡献率已经基本相等,但西部地区内差异的贡献率近几年呈上升趋势;东部地区差异贡献率历年来均在40%左右,且较为稳定,东部地区内部差异是导致地区内差异的重要影响因素,也是引起中国区域碳生产率总体差异的主要来源。地区间差异贡献率相对较小,保持在20%左右,近年来却呈明显上升趋势。虽然地区内差异对总体差异的贡献率较大,但地区内

① 数据根据本文1995—2008年东、中、西部碳排放量和调整后的GDP数据计算得到。

差异总体呈现逐渐下降的趋势,年均下降0.68%,而地区间差异呈现逐渐上升的趋势,年均增长0.35%。说明随着国家西部大开发、中部崛起、振兴东北老工业基地等一系列针对各地区的经济政策的不断出台,区域内部的经济发展和工业化程度差距在缩小,但区域间的差距却在不断扩大。

(3)由于碳生产率指标是同一时期两个总量指标的比较,属于静态相对指标,不能较好地反映事物在分析期内发展变化的方向、程度及变化规律。因此,本文利用脱钩指数(Tapio P.,2005)动态反映不同时期区域碳生产率发展变化的程度、规律以及区域间差异性。脱钩指数是一种动态相对数,等于碳排放的变化率除以同期GDP变化率。表5是我国东中西部地区1996—2008年脱钩指数,由于样本期内东中西部的GDP增长率均大于零,三大区域没有强负脱钩和弱负脱钩状态。

表5 1996—2008年我国东、中、西部地区脱钩指数

年份	东部		中部		西部	
	脱钩指数	脱钩状态	脱钩指数	脱钩状态	脱钩指数	脱钩状态
1996	0.19	弱脱钩	0.19	弱脱钩	0.68	弱脱钩
1997	0.08	弱脱钩	-0.13	强脱钩	-0.50	强脱钩
1998	-0.02	强脱钩	-0.04	强脱钩	0.02	弱脱钩
1999	0.34	弱脱钩	-0.29	强脱钩	-0.46	强脱钩
2000	0.72	弱脱钩	0.34	弱脱钩	0.29	弱脱钩
2001	0.41	弱脱钩	0.57	弱脱钩	0.48	弱脱钩
2002	0.61	弱脱钩	0.97	扩张连接	0.96	扩张连接
2003	1.05	扩张连接	1.20	扩张负脱钩	1.63	扩张负脱钩
2004	1.21	扩张负脱钩	0.99	扩张连接	1.59	扩张负脱钩
2005	1.50	扩张负脱钩	1.23	扩张负脱钩	1.00	扩张连接
2006	0.65	弱脱钩	0.75	弱脱钩	1.04	扩张连接
2007	0.65	弱脱钩	0.56	弱脱钩	0.74	弱脱钩
2008	0.40	弱脱钩	0.24	弱脱钩	0.69	弱脱钩

注:强脱钩是指脱钩指数 <0 ,即GDP增长率大于0,而碳排放增长率小于0;弱脱钩是指 $0<$ 脱钩指数 <0.8 ;扩张连接是指 $0.8<$ 脱钩指数 <1.2 ;扩张负脱钩是指 $1.2<$ 脱钩指数。

由表5可知,东、中、西三大区域的脱钩指数既有共性,也存在差异性。三大区域强脱钩的年份集中在1997—1999年,由于受东南亚金融危机爆发的波及效应,我国抑制经济过热和低水平建设的政策影响以及1998年国内遭遇百年不遇的洪水的破坏,我国各地的经济增长都受到了不同程度的影响,能源消耗明显下降,导致碳排放也相应下降,因此,出现GDP增长而碳排放负增长的强脱钩现象。这与发达国家的强脱钩特征不同,主要是由于外部冲击造成的。但东中西部强脱钩的差异在于东部强脱钩的时间短,只有1998年一年,并且脱钩指数绝对值较小,仅为0.02,碳排放比上一年只减少0.1%,反映在碳生产率上,1998年的碳生产率高于1997年,但并不明显。中西部强脱钩持续时间稍长,从1997—1999年,脱钩指数绝对值大于东部地区,中部地区1997—1999年碳排放量分别比上年减少1.4%、0.3%、2.4%,1997年碳生产率高于1996年和1995年,1999年碳生产率高于1998年和1997年。西部地区1997年、1999年碳排放分别比上年减少4.9%和3.6%,1997年碳生产率高于1996年和1995年,1999年碳生产率高于1998年。同时也表明东部经济抗外部冲击能力和经济恢复能力要强于中西部地区。

三大区域总体上均呈现出弱脱钩—扩张连接—扩张负脱钩—弱脱钩发展特征,与我国经济发展阶段是吻合的,表明碳排放受经济发展驱动明显。其中扩张连接—扩张负脱钩阶段主要集中于2002—2005年间,这期间正是我国重化工业阶段开始的时候,各地的重工业尤其是高耗能行业发展迅猛,导致能源消费增加,碳排放增加,出现了碳排放增长明显快于GDP增长的现象。

三大区域也存在差异。东部地区弱脱钩的年份相对多一些,表明东部地区 GDP 增长的同时碳排放总量也在增长,但碳排放总量的增幅小于 GDP 增幅。不同年份弱脱钩指数不同,所对应年份的碳生产率也不同,脱钩指数小的年份碳生产率较大。东部地区 2003—2005 年呈现扩张连接—扩张负脱钩—扩张负脱钩的特征,表明碳排放总量的增幅大于 GDP 增幅,扩张负脱钩比扩张连接的幅度更大一些,相应的碳生产率呈现递减趋势。中西部地区扩张连接—扩张负脱钩持续的时间要比东部长,尤其是西部地区扩张连接出现的时间早,持续的时间长,从 2002 年一直持续到 2006 年,这与国家西部大开发政策的提出有直接关系,同时也表明中西部碳排放受经济发展驱动比东部更明显。中部地区 2002—2005 年呈现扩张连接—扩张负脱钩交替出现的特征,碳排放总量的增幅大于 GDP 增幅,相应的碳生产率呈现高低交替出现的特征,脱钩指数高的年份碳生产率数值较低。西部地区脱钩指数和碳生产率也呈现出与中部地区类似的特征。

不同的经济发展阶段,脱钩指数呈现不同的状态,碳生产率也表现出不同变化特征,即使在相同脱钩状态下,东中西部的碳生产率也存在差异,东部碳生产率大于中西部。1980—2000 年,我国实现了 GDP 翻两番能源消费翻一番,1996—2000 年,三大区域脱钩指数呈现弱脱钩状态,碳生产率呈现稳步增加的趋势。2001—2004 年是我国工业化加速、出现重化工特征的时期,2004 年我国经济整体上进入工业化中期的前半阶段,大部分省份重化工业发展迅猛,再加上各地没有能源环境政策的约束,脱钩指数波动幅度大,呈现弱脱钩、扩张连接,甚至扩张负脱钩的状态,碳生产率的变动幅度也较大。“十一五”规划中我国提出了 2010 年比 2005 年单位 GDP 能耗降低 20% 的目标,由于政策机制的约束,2006 年开始三大区域呈现弱脱钩状态,碳生产率呈现逐步增加趋势,但这一时期的弱脱钩与 1996—2000 年的弱脱钩状态不同,碳生产率明显高于 1996—2000 年各年数值。

碳生产率反映了经济增长与碳排放之间的依存关系,影响经济增长和碳排放的因素都会影响到碳生产率,各地区由于经济发展水平、产业结构、能源消费结构、能源利用效率、消费方式的不同,碳生产率表现出区域差异性,其主要原因在于:

(1) 经济发展水平的差异性。东部地区经济发展水平要高于中、西部地区。东部地区占全国土地面积仅为 9.5%^①,但创造的地区生产总值占全国的比重和人均国内生产总值要远远高于中、西部地区。东部地区 2005 年地区生产总值占全国比重为 55.58%,2009 年为 53.84%;中部地区 2005 年地区生产总值占全国比重为 27.49%,2009 年为 27.83%;西部地区 2005 年地区生产总值占全国比重为 16.93%,2009 年为 18.33%,东部地区的数值要大于中西部地区之和。从人均国内生产总值看,东中西部地区的数值在逐年增加,但东部地区的数值要远远超过中西部地区。东部地区 2005 年人均国内生产总值为 23768 元,2009 年为 40800 元;中部地区 2005 年人均国内生产总值为 11830 元,2009 年为 21863 元;西部地区 2005 年人均国内生产总值为 9338 元,2009 年为 18286 元。由于片面追求 GDP 数量增长,东、中、西三大区域的经济增长方式总体上仍属于数量型和粗放式。

(2) 能源消费结构的差异性。2010 年我国能源自给率已达 92%,但其中 70% 的能源供应仍然是煤炭^②。从历年各省区市能源消费数据看^③,东部和中部地区能源消费结构中煤炭占 70% 左右,西部各省区市占 60% 左右,而煤炭是高碳能源。优化能源消费结构,降低煤炭消费比重是实现节能减排的重点。

(3) 产业结构差异性。目前我国产业结构属于“二三一”型,即第二产业所占比重最高,其次是第三产业,最后是第一产业。东、中、西部整体上也属于“二三一”型,但它们之间存在一些差异。从表 6 可以看出,东部地区第二产业尤其是工业所占比重都要高于中、西部地区,在目前不断加快的工业化和城市化进程中,工业是耗能和排放大户,导致东部地区的碳排放量高于中、西部地区。从三大地

① 数据来源于 2006—2010 年《中国统计年鉴》,本段中的其他数据均来源于此。

② 根据《2010 年国民经济和社会发展统计公报》中的数据计算得到。

③ 根据《新中国六十年统计资料汇编》中各省区市的数据整理得到。

区三次产业产值占全国比重看(见表7),不论是第一产业、第二产业、工业还是第三产业,东部地区都要高于中、西部地区,尤其是第二产业和工业的比重已占到全国55%左右。从主要产品产量占全国比重看,东部地区发电量所占比重为40%以上,高于中、西部地区;粗钢所占比重为55%以上,大于中、西部所占比重之和;水泥所占比重东部地区比重有所下降,但数值仍大于中、西部地区,中、西部地区所占比重却逐年上升,应该引起重视。我国的发电量主要是火力发电,2000年以来,火力发电量占电力生产量的82%左右,而火电主要靠煤来发电,煤炭属于高碳能源,其含碳量远高于石油和天然气。粗钢和水泥属于高耗能行业,能耗高,碳排放相应也高。

表6 2005—2009年我国东、中、西部地区三次产业结构 单位:%

项目	东部			中部			西部		
	2005	2008	2009	2005	2008	2009	2005	2008	2009
第一产业	7.9	6.8	6.5	15.4	13.7	12.9	17.7	15.6	13.7
第二产业	51.6	51.7	50.2	47.7	51.6	49.3	42.8	48.1	47.5
工业	46.5	47.0	44.1	41.3	45.6	43.4	35.3	41.1	39.7
第三产业	40.5	41.5	44.2	36.9	34.7	36.9	39.5	36.3	38.8

资料来源:2006—2010年《中国统计年鉴》。

表7 2005—2009年我国东、中、西部地区三次产业及主要产品产量占全国比重 单位:%

项目	东部			中部			西部		
	2005	2008	2009	2005	2008	2009	2005	2008	2009
第一产业	37.7	36.0	36.5	36.5	37.1	37.4	25.8	26.9	26.1
第二产业	58.5	55.0	53.9	26.8	28.3	28.4	14.8	16.8	17.7
工业	59.8	55.9	55.0	26.3	28.0	28.1	13.9	16.1	16.9
第三产业	57.2	58.2	57.8	25.8	25.1	25.0	17.0	16.7	17.3
发电量	45.1	42.2	41.1	30.4	29.8	29.7	24.4	28.0	29.1
粗钢	55.2	55.2	55.5	31.9	32.0	31.5	12.9	12.8	13.0
水泥	51.6	45.0	42.0	27.8	31.9	32.7	20.6	23.0	25.3

资料来源:2006—2010年《中国统计年鉴》。

(4)能源利用效率存在差异性。从表8可知,三大地区单位GDP能耗均呈下降趋势,说明能源利用效率在逐步提高。但东中西部还是存在一些差异。整体来看,东部地区的能源利用效率水平要高于中、西部地区。虽然三大地区能耗均呈下降趋势,但东部地区是逐年递减的,而中部能耗从2002—2004年有一个小幅上升阶段,西部地区能耗从2002—2006年有一个明显上升阶段。这就解释为什么东部地区经济发展水平和碳排放量均高于中西部地区,但由于能源利用效率高,碳生产率仍然高于中西部地区。

表8 1995—2008年我国东、中、西部地区单位GDP能耗 单位:吨/万元

年份	东部	中部	西部	年份	东部	中部	西部
1995	1.8170	2.7882	2.8001	2002	1.2937	1.7317	2.0074
1996	1.6686	2.5219	2.6550	2003	1.2842	1.7391	2.1210
1997	1.5029	2.2624	2.5552	2004	1.2896	1.7944	2.2419
1998	1.4043	2.0858	2.3611	2005	1.3190	1.7687	2.2618
1999	1.3095	1.8527	2.1705	2006	1.2765	1.7036	2.2304
2000	1.3515	1.7736	2.0900	2007	1.2199	1.6257	2.0115
2001	1.3143	1.7448	2.0507	2008	1.1443	1.5244	2.0074

资料来源:根据历年《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》中的数据计算得到。GDP调整为1995年价格。

(5)消费结构和消费水平的差异性。由于我国城乡二元结构的特点,东、中、西部城镇和农村居民的消费水平、消费结构和消费方式存在明显差异性,这种差异性造成了三大地区居民消费碳排放的差异性。改革开放以来,我国城乡居民的收入差距在不断拉大,城镇居民的可支配收入和消费性支出都要远远高于农村居民人均纯收入和生活消费总支出,在地域方面呈现出东、中、西逐次递减的格局。从2009年看^①,在城镇居民人均可支配收入排名前10的省市中,东部地区就占到9个,排名后10的省区市则全部在中西部地区。东部排名最高的上海与中西部排名最高的内蒙古,城镇居民人均可支配收入差距达12988.59元,而东部排名最低的海南与中西部排名最低的甘肃城镇居民人均可支配收入差距也达到了1821.07元。收入水平决定了消费水平和消费结构,同时也带来不同的消费方式,进而对碳排放造成不同影响。从城镇和农村平均每百户年底耐用消费品拥有量上看(见表9、表10),耗能较高的电冰箱、空调机、家用汽车、家用电脑的数量三大地区逐年递增,但东部的拥有量明显大于中、西部地区,存在明显差异。

表9 2005—2009年东、中、西部地区农村居民家庭平均每百户年底耐用消费品拥有量

项 目	东部			中部			西部		
	2005	2008	2009	2005	2008	2009	2005	2008	2009
电冰箱(台)	40.11	52.56	57.75	34.51	65.11	84.04	10.55	21.14	27.53
空调机(台)	18.71	29.77	34.26	3.89	9.33	11.88	0.81	2.00	2.77
家用电脑(台)	6.20	12.15	15.66	2.14	6.42	10.55	0.42	1.45	2.49

资料来源:2006—2010年《中国统计年鉴》。

表10 2005—2009年东、中、西部地区城镇居民家庭平均每百户年底耐用消费品拥有量

项 目	东部			中部			西部		
	2005	2008	2009	2005	2008	2009	2005	2008	2009
家用汽车(辆)	6.11	14.35	17.33	2.52	7.84	10.72	2.57	6.06	7.47
家用电脑(台)	57.31	74.86	82.19	62.53	93.94	105.48	32.28	48.31	54.51
空调机(台)	122.99	145.69	152.92	89.6	110.85	117.99	55.41	62.55	70.01

资料来源:2006—2010年《中国统计年鉴》。

三、结论与对策

本文以我国30个省、自治区、直辖市和东、中、西部三大区域为研究对象,1995—2008年为样本期,利用聚类分析、泰尔指数和脱钩指数等方法分析了区域碳生产率的差异性和影响因素,研究表明:我国东、中、西三大地区碳排放总量呈现东部高于中部、中部又多于西部的区域格局,十多年来维持不变。2008年东部地区碳排放量占全国碳排放总量47.3%,中部比重为28.6%,西部为24.1%。三大地区碳排放量均呈现出逐年增长态势,东部地区年均增长率为7.47%,中部地区年增长率为5.81%,西部地区年增长率为7.64%。全国大部分省份的碳生产率呈逐年上升趋势,西部地区各省份上升的趋势不明显,海南却呈现逐渐下降的趋势,山东呈现先升后降的趋势。三大地区碳生产率数值依然呈现出东、中、西逐次递减格局。但在碳生产率年均增长速度上,中部地区最快,年均增长速度为4.91%,东部地区年均增长速度为4.30%,西部地区最慢,年均增长速度为仅为3.31%。碳生产率总泰尔指数表明我国碳生产率呈现出明显区域差异性。三大区域碳生产率泰尔指数表明:东

^① 数据来源于2010年《中国统计年鉴》。

部地区内部差异在不断缩小,中部地区内部差异先大后小,而西部内部差异却呈现出扩大的趋势。我国区域碳生产率总体分布差异主要是由地区内差异引起,而地区内差异又主要来自东部地区内差异。地区间差异贡献率较小,保持在20%左右,但近年来呈上升趋势,表明东、中、西部地区的差异总体上不断扩大,对于未来我国碳生产率差异的变化趋势会有重要影响。利用脱钩指数动态分析了我国三大区域经济增长与碳排放之间的脱钩特征,进一步反映了碳生产率区域差异性。分析结果表明,不同经济发展阶段的脱钩指数呈现不同的状态,碳生产率也表现出不同变化特征,即使在相同脱钩状态下,东中西部的碳生产率也存在差异,东部碳生产率大于中西部。

为了实现我国2020年减排目标,东中西部地区应根据产业结构、技术水平和资金能力,在保持经济增长的同时,尽量少增加、不增加甚至减少碳排放,但东中西部又各有侧重。东部地区在保持经济稳定增长的同时,重点在控制碳排放;中西部地区重点在经济增长,同时注意碳排放的减少,但经济增长不能再走东部的发展道路,那样我国未来二氧化碳减排形势将会异常严峻。

(1)在能源结构和产业结构难以明显改变的情况下,提高能源利用效率在短期内是减少碳排放最为有效的方式。我国是发展中国家,工业尤其是重工业排放量占很大比重,而行业中先进和落后技术并存,落后技术能耗高、排放多。东部重工业化特征明显,应利用自身资金优势,引进先进技术和设备与自主创新相结合,不断提高技术水平,提高节能率,降低产品能耗。中西部地区重点淘汰落后产能,减少对资源的掠夺式开发和粗放利用,杜绝资源浪费现象,提高碳生产率。

(2)经济增长方式转变是根本。东部地区以高度消耗资源、高度依赖出口市场、处于产业链低端、价低量大为特征的传统发展模式受到了越来越严峻的挑战,已经走到了尽头,面临着经济转型,需要由传统发展模式向新型发展模式转变。今后应增加消费对GDP的长期拉动力;要完善投资结构,更加注重技术方面的投资,以此来优化产业结构,从而使得投资能更大程度地促进经济的发展。中部的经济发展无论长期还是短期都是一个明显的靠消费拉动经济的地区,其投资对GDP的拉动作用远远小于消费。而投资在对一个经济不发达地区摆脱贫困走向发展方向起着重要的作用,这一点已经在东部被证实。所以,一方面要优化中部的消费结构,保持消费对经济的重要拉动作用;另一方面,要加大对中部地区的投资,使中部地区摆脱主要靠消费拉动的单一经济增长模式。“西部大开发”后,西部的经济增长模式日益完善,国家应继续保持西部的这种发展势头,一方面要继续刺激投资,另一方面也要扩大消费,消费投资政策搭配使用,推动整体经济持续稳健发展。

(3)产业结构优化、升级是关键。东中西部地区产业结构发展处于不同层次,根据各自的资源禀赋,实现差异化发展。东部地区要发挥再造优势,在商务成本和劳动力成本高,环境对工业发展的约束力大的情况下,促使产业不断优化升级。一是坚决关停和淘汰一批浪费资源、污染环境、设备落后的企业和产品;二是大力发展高端制造业。进一步完善投资环境,加大招商引资力度,积极鼓励技术创新和新产品开发,实施品牌建设,逐步实现由制造向创造转变,促进产业升级;三是大力发展高端服务业,高度重视金融服务、现代物流、文化创意等现代服务业发展,积极推进经济的服务化;四是鼓励那些具有发展潜力,但受土地和成本限制的企业向周边和中西部地区转移。在产业转移和承接过程中要始终突出在承接中发展、在发展中承接,高起点引进、高水平承接,明确产业承接重点和产业发展方向,着力打造产业承接平台,严格执行产业准入标准,严禁落后生产能力转入,努力把承接产业转移与促进产业结构调整升级结合起来。同时要坚持在承接中不断强化自主创新能力,实现在承接中创新、在创新中发展,促进承接产业转移与自主创新相结合。

中部地区加快农村综合配套改革,推进农业产业化,发展现代农业。提升工业产业科技含量,降低对资源环境的依赖,发展高新技术产业,促进产业转型升级。抓住高铁时代带来的重大机遇,顺应消费升级的要求,促进第三产业快速发展。西部地区要根据不同的地理和气候条件、不同的文化和历史特点,以市场为导向,立足于发挥自身优势,调整和优化产业结构,建立具有发展前景的特色经济和优势产业,形成特色产业规模,培养和形成新的经济增长点,力争跨越式发展。

(4)能源结构调整是方向。一是逐步降低煤炭的消费比重,加大开发煤炭的清洁利用技术,使之市场化、产业化,逐步向低碳化发展。二是发展清洁能源,建立新能源产业体系。发展新能源需要因地制宜,切忌不顾条件一哄而上,避免重复建设,产能过剩、低端恶性竞争。

(5)技术进步是支撑。淘汰落后产能、煤炭的清洁利用、清洁能源的发展都依赖于技术进步,而技术进步水平的提高需要加大研发投入,中西部地区需要政府加大公共财政投入的力度或增加政府政策补贴,东部地区需要企业加大商业化投入。

[参考文献]

- [1]Beinhocker et al. The Carbon Productivity Challenge: Curbing Climate Change and Sustaining Economic Growth [R]. McKinsey Global Institute, June 2008.
- [2]IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [M]. Japan: IGES,2006.
- [3]Theil,H. Economics and Information Theory[M]. Amsterdam:North Holland Publishing Co., 1967.
- [4]Theil, H. Statistical Decomposition Analysis[M]. Amsterdam: North Holland Publishing Co., 1972.
- [5]Tapio P. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy,2005,(12).
- [6]邹秀萍,陈劲锋,宁森. 中国省级区域碳排放影响因素的实证分析[J]. 生态经济,2009,(3).
- [7]李国志,李宗植. 中国二氧化碳排放的区域差异和影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(5).
- [8]谭丹,黄贤金. 我国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析及比较[J]. 中国人口资源与环境,2008,18(3).
- [9]徐大丰. 我国碳排放结构的区域差异分析[J]. 江西社会科学,2010,(4).
- [10]张雷,黄园浙,李艳梅等. 中国碳排放区域格局变化与减排途径分析[J]. 资源科学,2010,32(2).
- [11]潘家华,庄贵阳. 低碳经济的概念辨识及核心要素分析[J]. 国际经济评论,2010,(4).
- [12]潘家华. 怎样发展中国的低碳经济[J]. 中国市场,2010,(11).
- [13]何建坤,苏明山. 应对全球气候变化下的碳生产率分析[J]. 中国软科学,2009,(10).

Research on the Regional Variation of Carbon Productivity in China

PAN Jia-hua¹, ZHANG Li-feng^{1,2}

- (1. Research Institute for Urban Development and Environment CASS, Beijing 100005, China;
- 2. Northeastern University at Qinhuangdao, Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: How to keep our economic growth, in the meanwhile, to inhibit the growth of carbon dioxide emissions, the key is to improve carbon productivity, and this depends on the province abatement action. Therefore, this paper calculated regional carbon productivity, and analyzed the regional difference using the cluster analysis, Theil index and decoupling index, and put forward countermeasures of the implementation of carbon emissions reduction targets. Through the analysis, there are main conclusions as follows: the carbon productivity of majority provinces has a increasing trend year by year, the east, middle and west three regions present successively degression pattern, but the middle has a fastest growth rate, the east follows, the west is the slowest. The gross carbon productivity Theil index displays obviously regional diversity. Theil index of three regions show: the eastern internal difference is shrinking gradually, the middle is big first and then is small, but the west presents the expanding tendency. Regional carbon productivity general distribution difference is mainly caused by the district difference which is mainly from the eastern, the contribution between regions shows ascendant trend in recent years. Decoupling index has different state during different economic development stage, carbon productivity also represents different characteristics, even in the same decoupling condition, carbon productivity of three regions exist differences, eastern carbon productivity is bigger than the midwest.

Key Words: carbon productivity; regional differences; Theil index; decoupling index

[责任编辑:高粮]