

# 碳足迹视角下的山东省经济转型发展研究

姜东晖<sup>1</sup>, 张思涵<sup>1</sup>, 王 华<sup>2</sup>

(1. 山东农业大学 经济管理学院, 山东 泰安 271000; 2. 山东省荣成市寻山街道办事处 经济管理审计站, 山东 荣成 264300)

**摘要:**以碳足迹方法对山东省2009-2010年的碳排放量以及居民的碳排放量进行了计算,发现山东省是以煤炭为主的能源消费大省,大量燃煤造成了严重的环境污染,且山东居民生活消费的年均二氧化碳排放量也较大。这不仅需要山东省调整自身的产业结构,更需要进一步调整和优化居民消费结构,提倡对资源理性消费,通过构建低碳财政税收激励机制、低碳环境监测机制、低碳生态城市建设诱导机制,促进山东省低碳经济的发展。

**关键词:**碳足迹; 低碳经济; 山东省; 经济转型

中图分类号: D921

文献标志码: A

文章编号: 1008-7699(2014)03-0083-06

## 一、引言

自2012年入春以来,全国多个城市空气质量恶化,PM2.5造成的雾霾天气引起广泛关注,雾霾天气的最大成因就是高耗能产业和高污染产业较多,如水泥、制造业、钢铁等行业;其次是汽车尾气增加了细微颗粒物排放。随着中国工业化进程的加快,对资源的消耗和污染物的排放日益增多,国际能源署公布2007年我国二氧化碳排放量为60亿吨,占全球排放量的21%,超过美国成为世界上与能源相关的二氧化碳排放第一大国,<sup>[1]</sup>减缓大气中二氧化碳的排放量已成为中国面临的现实挑战。

联合国政府间气候变化专家小组(Intergovernmental Panel on Climate Change,简称“IPCC”)发布报告:温室气体必须即刻开始减排以避免全球气候灾难的发生,否则岛国会被海水淹没、非洲耕地面积会缩减50%,全球国内生产总值锐减5%。<sup>[2]</sup>我们必须在本世纪前减少80-90%的碳排放量,才能有效遏制气候变暖。我国政府对于全球气候变暖问题高度重视,已正式提出2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放较2005年下降40%-45%的发展目标,<sup>[3]</sup>在此背景下,急需解决相关的碳排放的量化评价问题。

为应对全球气候变暖,越来越多的国家选择了低碳发展模式,继英国之后,德国、法国、意大利、日本、美国、澳大利亚等也纷纷提出低碳发展战略,在运用多样化手段推动“低碳”经济发展的同时,力求在环境和社会功能上协调共进。综合分析已有的文献,可以看到国外对碳足迹的研究比较深入,Hertwich等在国家尺度上利用MRIO模型分别计算了卢森堡等73个国家和13个地区的碳足迹;<sup>[4]</sup>Ugur Soytaş等人对美国的收入、能源消耗、碳排放之间的关系进行了格兰杰因果检验;<sup>[5]</sup>Sovacool等计算了北京、伦敦、纽约、墨西哥等12个城市的碳足迹;Druckman则利用类多边投入产出模型计算了英国1990-2004年的家庭碳足迹;Shimada开发了一种基于宏观经济工具的区域碳足迹计算模型;Weber等利用MEIO模型研究了美国家庭的碳足迹。国内对碳足迹的实质性研究近年来也有增加,齐晖、陈红敏等对不同行业碳足迹进行研究;焦文献等应用能源消费碳足迹的相关概念和方法,计算了甘肃省1990-2009年的总碳足迹、各能源消费类型的碳足迹、碳足迹产值和碳足迹生态压力;张健等研究了碳税和碳排放权交易机制对我国各行

收稿日期:2013-12-19

基金项目:山东省软科学研究计划项目“山东省低碳排放产业体系和消费模式研究”(2011RKGB1074)

作者简介:姜东晖(1971-),女,山东招远人,山东农业大学经济管理学院副教授,管理学博士。

业的影响;岳超等对我国 2050 年碳排放进行了预测;卢俊宇等采用 1997-2008 年全国省级区域化石能源消费数据和土地利用结构数据,构建碳足迹计算模型,测算了不同时间、不同区域的碳足迹。

综上所述,已有的研究大多以国家为研究对象,而以省及居民的角度探讨碳排放量的研究较少,本文立足于经济与资源大省——山东省,以碳足迹方法对山东省 2009-2010 年的碳排放量以及居民的碳排放量进行了计算,一定程度上弥补了这方面的研究空白。本文在山东省进行了与碳足迹有关的问卷调查并结合山东省统计年鉴进行数据搜集,关于 IPCC 的碳排放系数则使用国际通行的碳足迹计算方法,借助碳足迹计算器完成对山东省碳足迹的计算,并以此为依据对山东省的产业体系和消费模式进行评估,期望对山东省低碳排放产业体系及消费模式的构建提出合理建议。

## 二、山东省经济生产活动的碳足迹评估

联合国气候变化委员会推荐了一套计算经济生产活动的碳足迹方法(下文简称“IPCC”):

$$\text{碳排放量} = \text{活动数据} \% \times \text{排放因子}$$

即为各年的碳排放量,而碳排放系数采用国家发展和改革委员会能源研究所拟定的各类能源碳排放系数标准:煤炭 0.746,石油 0.582 5,天然气 0.443 5,单位为:碳/万吨标准煤。结合山东省的统计数据(2009-2010 年的简单平均数),计算出山东省经济生产活动的碳足迹(见表 1)。

表 1 山东省各行业的碳排放

项目	2009 年综合 能源消费量 (吨标准煤)	2010 年综合 能源消费量 (吨标准煤)	2009 年 耗碳量(t)	2010 年 耗碳量(t)	2009-2010 平均耗碳量(t)
废弃资源和废旧材料回收加工业	6.46	3.41	4.88	2.58	3.73
烟草制品业	5.49	5.3	4.15	4.01	4.08
水的生产和供应业	15.18	15.69	11.47	11.86	11.67
仪器仪表及文化、办公用机械制造业	15.34	17.45	11.60	13.19	12.39
文教体育用品制造业	26.01	23.25	19.66	17.57	18.62
印刷业和记录媒介的复制	23.65	26.03	17.88	19.68	18.78
有色金属矿采选业	30.59	25.97	23.12	19.63	21.38
家具制造业	33.43	31.79	25.27	24.03	24.65
燃气生产和供应业	53.69	22.22	40.58	16.80	28.69
皮革、毛皮、羽毛(绒)及制品业	42.33	40.73	32.00	30.79	31.39
非金属矿采选业	46.94	37.2	35.48	28.12	31.80
工艺品及其他制造业	63.68	54.93	48.14	41.52	44.83
化学纤维制造业	70.2	68.89	53.06	52.07	52.57
塑料制品业	83.37	81.15	63.02	61.34	62.18
通信设备、计算机及电子设备制造业	85.75	82.48	64.82	62.35	63.58
饮料制造业	84.61	86.28	63.96	65.22	64.59
纺织服装、鞋、帽制造业	92.2	81.72	69.69	61.77	65.73

续表 1

项目	2009 年综合 能源消费量 (吨标准煤)	2010 年综合 能源消费量 (吨标准煤)	2009 年 耗碳量(t)	2010 年 耗碳量(t)	2009-2010 平均耗碳量(t)
黑色金属矿采选业	75.4	130.31	56.99	98.50	77.75
木材加工及竹、棕、草制品业	146.38	111.24	110.65	84.09	97.37
金属制品业	136.24	135.36	102.98	102.32	102.65
医药制造业	172.43	181.48	130.34	137.18	133.76
专用设备制造业	162.98	227.24	123.20	171.77	147.48
交通运输设备制造业	195.8	232.03	148.01	175.39	161.70
橡胶制品业	230.02	227.62	173.87	172.06	172.97
电气机械及器材制造业	285.69	182.81	215.95	138.19	177.07
食品制造业	386.32	353.97	292.02	267.57	279.79
石油和天然气开采业	388.82	379.75	293.91	287.05	290.48
通用设备制造业	498.02	455.65	376.45	344.43	360.44
农副食品加工业	635.62	598.16	480.47	452.15	466.31
造纸及纸制品业	786.55	823.01	594.55	622.11	608.33
纺织业	829.17	972.04	626.77	734.77	680.77
有色金属冶炼及压延加工业	879.57	996.28	664.87	753.09	708.98
煤炭开采和洗选业	1143.81	1254.95	864.61	948.62	906.61
石油加工、炼焦及核燃料加工业	1641.53	1771.64	1240.83	1339.18	1290.01
非金属矿物制品业	2237.73	1963.65	1691.50	1484.32	1587.91
化学原料及化学制品制造业	3225.14	3180.54	2437.88	2404.17	2421.03
黑色金属冶炼及压延加工业	3557.13	3627.79	2688.83	2742.25	2715.54
电力、热力的生产和供应业	4894.6	5208.97	3699.83	3937.46	3818.64

资料来源:本表数据根据山东省 2010 年统计年鉴、联合国气候变化委员会碳足迹计算指南计算得出。

根据计算出的各行业两年平均耗碳量的数据进行分类,划分为高碳、中碳、低碳排放三个行业,将行业耗碳量在 0-20 之间分布的归为低碳排放行业,耗碳量在 20-100 之间的为中碳排放行业,耗碳量在 100 以上的为高碳排放行业,得出分类结果如下:

1. 低碳排放行业包含:废弃资源和废旧材料回收加工业,烟草制品业,水的生产和供应业,仪器仪表及文化、办公用机械制造业,文教体育用品制造业,印刷业和记录媒介的复制;

2. 中碳排放行业包含:有色金属矿采选业,家具制造业,燃气生产和供应业,皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业,非金属矿采选业,工艺品及其他制造业,化学纤维制造业,木材加工及竹、藤、棕、草制品业等行业;

3. 高碳排放行业包含:金属制品业,医药制造业,专用设备制造业,食品制造业,纺织业,通用设备制造业,石油加工、炼焦及核燃料加工业,煤炭开采和洗选业等行业,电力、热力的生产和供应业,化学原料及化学制品制造业等行业。

综合上述分析结果可知,山东省 38 个行业中,低碳行业有 6 个,约占 16%,中碳行业有 13 个,占

35%，高碳行业 19 个，约占 49%。其中，有 5 个产业的碳排放高达 1000 以上。通过数据分析得知山东省是以煤炭为主的能源消费大省，大量燃煤造成了严重的环境污染，排放的二氧化碳和二氧化硫中分别有 85% 和 90% 是由燃煤形成的。200 多年来人类依赖碳基能源创造了很多人间奇迹，但它们燃烧过程中排放的大量二氧化碳和二氧化硫等温室气体，也是造成大气灰霾、酸雨和温室效应的罪魁祸首。目前山东省产业结构具有高投入、高能耗、高污染、低效益的“三高一低”特点，山东省经济“三高一低”的发展模式已不能适应现代低碳经济发展的需要，在资源短缺、环境污染、人口规模巨大的压力下，山东省必须大力发展绿色经济，走可持续发展道路，除淘汰、调整落后产能企业外还应该按照国家产业政策，严格行业准入管理，调整能源结构，逐步实现向低碳清洁能源转型。

### 三、山东省居民消费的碳足迹评估

“碳足迹”就是个人的能源意识和行为对自然环境造成的影响，碳足迹计算是包括一切用于电力、建设和运输的能源，以及我们所使用的所有消耗品。本文利用保护国际中国项目组及美国大自然保护协会提供的碳足迹计算器，共分发了 1230 份调查问卷，收回有效问卷 1158 份。根据问卷调查的数据进行分析，把山东省居民消费分为五大类：购买服装类、食品类、居家类、交通类、办公学习类，共 16 个子项目，通过计算得到相关数据，见表 2。

表 2 山东省居民消费的碳排放量

消费类型	项目	使用量	二氧化碳排放量(Kg)	分类合计(占比%)
居家类	每年用电量(度)	76.4	60.0	328.74(17.47%)
	每年用天然气(立方米)	88.0	184.8	
	每年用水(立方米)	38.8	7.54	
	用塑料袋(个/年)	624.0	62.4	
	使用筷子(双/年)	87.0	14.0	
交通类	乘飞机(公里/年)	130.0	35.75	1032.81(54.88%)
	乘火车(公里/年)	955.0	47.8	
	乘公交(公里/年)	37.0	2.96	
购买服装类	开汽车(公里/年)	3960.0	871.0	27.2(1.44%)
	乘电梯(层/年)	345.0	75.3	
食品类	购买衣服(件/年)	6.8	27.2	467.2(24.83%)
	主食(公斤/年)	365.0	175.2	
办公学习类	肉食(公斤/年)	146.0	292.0	25.89(1.38%)
	用电脑(小时/天)	2.0	9.49	
	买书(册/年)	24.0	2.4	
合计	打印纸(张/年)	156.0	14.0	
	—	1881.8	1881.8	

表 2 数据表明，山东省居民生活消费的年均二氧化碳排放量为 1 881.84 kg。从大类来看，碳排放最大的是交通，占比 54.88%；排第二位的是食品类，占比 24.83%；其他依次是：居家类，占比 17.47%；服装类，占比 1.44% 和办公学习类，占比 1.38%。从消费单项看，碳排放最大的是汽车(871.0Kg)。需要特别注意的是，尽管塑料袋并不是衣食住行的必需品，但其碳排放量竟然也达到了 62.4Kg。与此相反，公共交通、图书等项目明显消费不足。除了高耗能行业和燃煤引起的空气污染是引发雾霾的主要原因

外,机动车排放在引发雾霾的PM<sub>2.5</sub>排放源中排名第二,机动车辆猛增、污染物排放和悬浮物大量增加也直接导致能见度的下降。因此,应尽量选择乘坐公共交通工具出行,限制家庭汽车购买,减少汽车上路行驶中停车及熄火时原地怠速运行等。

## 四、山东省经济转型发展的对策措施

### (一)调整和优化能耗结构和产业结构

英国可以说是经济转型比较成功的例子,19世纪英国进入工业急速发展期,伦敦工厂所产生废气形成极浓的灰黄色烟雾,为此催生了世界上第一部空气污染防治法案《清洁空气法》的出台。法律规定在伦敦城内的电厂都必须关闭,只能在大伦敦区重建;要求工业企业建造高大的烟囱,加强疏散大气污染物;还要求大规模改造城市居民的传统炉灶减少煤炭用量,逐步实现居民生活天然气化,冬季采取集中供暖。80年代后,交通污染取代工业污染成为伦敦空气质量的首要威胁,为此政府又出台了一系列措施抑制交通污染,包括优先发展公共交通网络、抑制私车发展,以及减少汽车尾气排放、整治交通拥堵等。

山东省长期以煤炭、油品为主要能源,使得碳排放量一直居高不下。节能减排的第一努力方向应该考虑调整能耗结构,尽量减少煤炭、石油等化石能源的消耗量,开发利用风能、太阳能、核能等低碳能源。事实上,山东省的太阳能资源充裕,年平均日照时数2488小时,太阳能辐射总量为每平方米4948.9兆焦耳,其中胶东半岛、黄河三角洲、泰山等地区的太阳能辐射总量更高。<sup>[6]</sup>山东省的太阳能开发也具有良好的技术和产业基础,已经形成济南、德州两个重要开发基地,太阳能利用企业已有400余家,最有代表性的太阳能企业包括皇明集团、力诺集团、桑乐公司、福德公司等大型企业。除次之外,光伏发电也有一定基础,未来发展空间特别巨大。

节能减排的另一重要努力方向是调整和优化产业结构,淘汰“高碳低效”行业发展“低碳高效”行业。根据表1的耗碳量排序,碳排放总量超过千吨的产业主要有5个:石油(含炼焦及核燃料加工)、非金属矿物制品、化学原料及化学制品制造、黑色金属冶炼及压延加工、电力及热力生产供应,接近1000吨的产业还有煤炭和有色金属。减少碳排放应该从这些碳排放“大户”入手,必要时淘汰这些产业的落后产能,推动山东省产业结构向第三产业大幅度转换。

### (二)调整和优化居民消费结构

居民消费意识直接影响个人消费行为,要减少碳排放就要相应优化和约束某些消费活动,提高居民的低碳意识,倡导低碳消费。在居民消费碳排放结构中,交通消费的碳排放占有最大比重,高达54.88%。<sup>[7]</sup>因此,调整和优化居民消费结构降低居民消费的碳排放,首先应该从交通消费结构的调整和优化加以考虑。在现有的居民交通消费中,汽车的消费量为3960Km/年,是乘公交的10倍、乘火车的4倍,汽车出行的碳排放量最大,达到871.0Kg/年,是乘公交的294倍、乘火车的18倍。<sup>[8]</sup>因此,陆地交通消费结构应该是调整的重点,要大幅度压缩汽车出行的消费量同时提倡公交出行,充分利用公共交通工具。从碳排放系数(每公里碳排放量)来看,汽车的碳排放系数是0.22Kg/Km,而乘公交的碳排放系数只有0.080Kg/Km、乘火车的碳排放系数是0.050Kg/Km,<sup>[9]</sup>汽车出行明显属于高碳排放消费行为,应适当加以约束。另外可以借鉴伦敦市政府的办法,对进入市中心的私家车征收“拥堵费”,并将此笔收入用来改善公交系统发展。

塑料消费的碳排放总量虽然不是很大,但从“非生活必需品”的角度看,塑料消费的碳排放就属于偏高排放了。因此,消费结构的调整和优化也应对“限塑消费”加以重视。2008年国家曾颁布过“限塑令”,明文限制塑料袋的消费量,五年多的时间过去了,除了超市增加了收费塑袋外其他领域几乎没有有什么大的变化,限塑消费还有许多工作要做。<sup>[10]</sup>

### (三)政府加强对山东省经济转型发展的政策支持

山东省政府应成立专门机构指导“低碳经济”发展。首先,构建低碳产业发展政策导向机制,政府应进一步完善低碳转型政策和法律,对二氧化碳减排指标进行预算式控制和管理;其次,构建低碳财政税收激励机制,开征能源使用税,鼓励使用清洁能源;再次,构建低碳环境监测机制,环境监测是低碳生活的重要基础和保障;最后,构建低碳生态城市建设诱导机制,以政府“有形之手”和市场“无形之手”共同推进低碳生态城市的建设,引导人们向低碳生活方式转变,实现低碳消费。此外,可以借鉴美国“新城市主义”创始人彼得·卡尔索普的核心理念,用自行车与步行代替汽车成为城市交通的主流,而且在道路设计上应使人的机动性达到最大化,而不是车辆通行能力的最大化。

### 参考文献:

- [1] DRUCKMAN A, JACKSON T. The Carbon Footprint of UK Households 1990-2004: A Socio Economically Disaggregated, Quasi Multi Regional Input Output Model[J]. Ecological Economics, 2009(7): 2066-2077.
- [2] 戴亦欣. 中国低碳城市发展的必要性和治理模式分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2009(3): 12-15.
- [3] 马学禄. 低碳经济: 可持续发展必由之路[J]. 城市住宅, 2008(5): 24-25.
- [4] 王飞. 英国发展低碳经济的经验浅谈[J]. 生态经济, 2010(4): 49-51.
- [5] 李迅. 中国低碳生态城市发展策略[J]. 城市发展研究, 2010(1): 32-39.
- [6] 庄贵阳. 低碳经济引领世界经济发展方向[J]. 世界环境, 2008(2): 34-36.
- [7] 刘薇. 北京发展低碳经济的路径探析[J]. 商业研究, 2010(9): 161-164.
- [8] 耿涌, 董会娟, 等. 应对气候变化的碳足迹研究综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2010(10): 6-12.
- [9] 焦文献. 甘肃省能源消费碳足迹变化及影响因素分析[J]. 资源科学, 2012(3): 559-565.
- [10] 邓明君. 国际碳足迹研究前沿演进的可视化[J]. 湖南科技大学学报: 社会科学版, 2013(3): 94-97.

## Economic Transformation Development in Shandong Province from the Perspective of Carbon Footprint

JIANG Donghui<sup>1</sup>, ZHANG Sihan<sup>1</sup>, WANG Hua<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271000, China;

2. Economic Management Audit Center, Xunshan Subdistrict Office, Rongcheng, Shandong 264300, China)

**Abstract:** Carbon emissions of Shandong province (2009-2010) and its residents carbon emissions are calculated by the carbon print method with findings as follows: Shandong's high dependence on coal as its major energy source has caused serious environmental pollution plus high residents carbon dioxide emission, which not only requires the province to adjust its industrial structure, but to optimize resident consumption pattern. Rational consumption of resources should be called for, and LC fiscal levy incentive mechanism, LC environmental monitoring mechanism and LC ecological city building induction mechanism should be established for the promotion of LC economy in Shandong province.

**Key words:** carbon footprint; low carbon economy; Shandong province; economic transformation

(责任编辑:魏 霄)