

长三角地区碳排放的测度、 比较及影响因素分析:1990—2009 年

华 坚,任 俊

(河海大学商学院,江苏 南京 211100)

摘 要:依据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)碳排放计算指南中的计算公式,计算了长三角地区 1990—2009 年间 CO₂ 排放量,对比分析了江浙沪三省市的碳排放总量、排放强度、人均排放量等指标。结果表明:自 1990 年以来,长三角地区 CO₂ 排放总量、人均碳排放量不断攀升,碳排放强度逐年减小,但区域之间仍存在较大差异;江苏的碳排放总量高于浙江,上海最低,且江浙两省碳排放总量增长速度最快;江苏年均 CO₂ 排放强度高于上海,浙江最低;能源结构、产业结构是造成区域性差异的主要因素。根据上述研究结果,提出实现 CO₂ 减排的政策建议。

关键词:长三角;碳排放;碳排放强度;能源结构

中图分类号:F127 文献标志码:A 文章编号:1671-4970(2012)03-0057-05

当今世界,气候变暖严重威胁着人类的生存和发展,而温室气体排放是气候变暖的关键原因。因此减少温室气体排放尤其是 CO₂ 的排放极为重要。随着经济的高速发展和人口增加,我国 CO₂ 排放量已超过美国,成为全球第一大 CO₂ 排放国^[1]。虽然中国不需要承担《联合国气候变化框架公约》中要求的减排任务,却自愿承担减排义务,已于 2009 年 11 月 26 日正式对外宣布,到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%。由此可见,无论从国际义务还是从可持续发展的角度来说,我国减少碳排放是必须的。

以上海为中心,包括江苏、浙江两省在内的“长江三角洲”(以下称“长三角”)地区是我国目前经济最发达、城市化程度最高、最有经济增长潜力的地区之一。因此,全面、完整、准确地测定长三角地区碳排放量的变化趋势,并研究其影响因素尤为重要,能够有效寻找降低碳排放的空间和方向,进而实现两省一市的可持续发展,为中国其他区域的低碳发展提供示范。

一、文献综述

纵观国内外学者在碳排放方面的研究,主要集

中以下方面。在碳排放与经济增长关系方面研究较早的是 Selder^[2]等,开创性地利用环境库兹涅茨曲线研究其关系,认为存在 CO₂ 的 Kuznets 曲线(简称为 CKC),但是 Jie 等均发现并不存在 CKC^[3]。国内学者如林伯强等也对 CKC 进行了有意义的探究^[4]。在碳排放、能源、经济增长关系方面的研究成果中,陈诗一估算了中国工业全要素生产率变化并进行绿色增长核算^[5];巴曙松等于 VAR 模型和脉冲响应函数构建了二氧化碳减排成本计算模型^[6]。在碳排放驱动因素方面,Wang 的研究发现代表技术因素的能源强度是减少碳排放的最重要因素^[7];王锋等把中国能源消费的 CO₂ 排放增长率分解为 11 种驱动因素的加权贡献^[8]。

综上所述,目前从全国区域角度来对碳排放进行研究的较多,但对具体区域碳排放的研究并不多见。因此,本文在上述研究成果的基础上,对经济发展速度快、能源需求多的长三角地区(江浙沪三省)的碳排放进行完整、准确地测度,以提供更为精确的碳排放计算思路,并比较了三省市的碳排放的特征和差异,深入分析造成差异的因素,针对性地提出减少碳排放的政策建议,为响应中央提出的发展低碳经济的目标服务。

收稿日期:2012-01-13

基金项目:江苏省社会科学基金(10EYC023)河海大学中央高校基本科研业务费项目(2010B10414);江苏省教育厅高校哲学社会科学基金项目(09sjb790019)

作者简介:华坚(1974—),女,江苏南京人,副教授,博士,从事资源环境经济学研究。

二、全国及长三角地区碳排放总量的测度

1. 碳排放总量测算方法

据 IEA(International Energy Annual)统计,人类向大气中排放的 CO₂ 占全球排放总量的 95%,而化石类能源燃烧是人工碳排放的主要来源。因此,本文将化石能源产生的碳排放作为估算重点,工艺生产碳排放主要考虑水泥生产过程的二氧化碳排放。

(1) 能源活动产生二氧化碳排放估算方法

在综合比较主要国际机构的计算方法后,本文根据 IPCC 公布的《IPCC2006 温室气体排放清单指南》(以下称《IPCC 指南》)中提供的基准方法^[9]来估算能源消费产生的 CO₂ 排放量。化石燃料消费产生 CO₂ 排放量的计算公式为:

$$\text{CO}_2 \text{ 排放量} = \text{化石燃料消耗量} \times \text{CO}_2 \text{ 排放系数}$$

$$\text{CO}_2 \text{ 排放系数} = \text{低位发热量} \times \text{碳排放系数} \times \text{碳氧化因子} \times \text{碳转换系数}$$

通过上述方法,转化成以下方法计算:

$$E = \sum_{i=1}^{15} M_i \cdot \delta_i = \sum_{i=1}^{15} m_i \cdot \epsilon_i \cdot \delta_i$$

式中: E 为二氧化碳排放量, 10^4 t; M_i 为 i 类能源的消费量,按标煤计, 10^4 t; δ_i 为能源 i 碳排放系数, 10^4 t/ 10^4 t; m_i 为 i 类能源消费的实物量; ϵ_i 为各种能源转换标煤的系数; i 为能源种类,本文取 8 类,如表 1 所示。

(2) 水泥生产过程产生二氧化碳排放估算方法

在生产水泥熟料的过程中,生料中的碳酸钙和碳酸镁都将分解,释放出大量 CO₂。本文参考《IPCC 指南》的方法,使用水泥产量数据估算 CO₂ 排放量。计算公式如下:

$$Q = M_c \cdot K \cdot EF_{\text{clinker}}$$

其中, Q 为水泥生产过程中的二氧化碳排放量; M_c 为活动数据,即水泥的产量; K 为水泥耗熟料含量; EF_{clinker} 为《IPCC 指南》给定的经过 CKD 修正(水泥窑尘的排放修正)的熟料排放因子。

2. 碳排放系数确定与数据收集

在学者们的研究成果之上,笔者确定了各种能源的碳排放系数,见表 1。

表 1 各种能源的碳排放系数^[10]

能源种类	碳排放系数 (10^4 t/ 10^4 标煤)	能源种类	碳排放系数 (10^4 t/ 10^4 标煤)
原煤	0.7559	煤油	0.5714
焦炭	0.8550	柴油	0.5921
原油	0.5857	燃料油	0.6185
汽油	0.5538	天然气	1.33

本文采用默认熟料含量,即水泥耗熟料含量 K 取缺省值 75%;熟料排放因子 EF_{clinker} 取缺省值 0.52 tCO₂/t 熟料。选取 1990—2009 年为研究区间,历年江浙沪三省市及中国各种主要能源终端消费实物量的原始数据来自 1990—2010 年《中国能源统计年鉴》,再通过折标煤系数折算成标准煤量。历年三省市及全国水泥生产量的原始数据整理自历年统计年鉴。

三、长三角地区碳排放的比较

根据以上计算方法、碳排放系数和数据来源,我们对江浙沪及全国 1990—2009 年由化石能源消费和水泥生产工艺过程产生的 CO₂ 排放量分别进行了计算。

1. 总量的区域比较

从 GDP 的总量来看,江浙沪三省市均呈现高速增长态势,GDP 年平均增长率分别为 18.29%、18.56%、16.84%,见图 1。

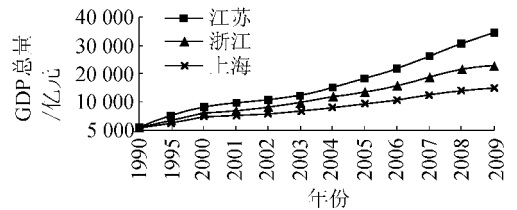


图 1 1992—2009 年江浙沪的 GDP 变化趋势

从图 2 可见,江浙沪 CO₂ 排放总量差异明显。1990—2009 年,江苏省 CO₂ 排放总量始终远高于浙江和上海。上海的 CO₂ 排放总量在 2000 年以前略高于浙江省,而在此之后,浙江超越上海,排放量逐年攀升。纵向来看,江浙沪 CO₂ 排放量均呈现逐年上升的趋势。

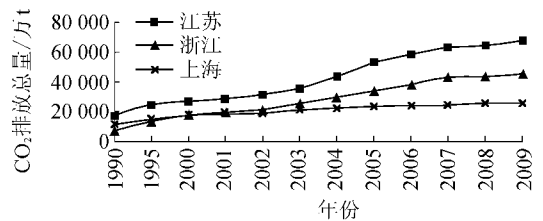


图 2 1992—2009 年江浙沪的 CO₂ 排放总量变化趋势

2. CO₂ 排放强度比较

CO₂ 排放强度等于 CO₂ 排放量与 GDP 的比值,反映了一个国家或地区的发展进程中经济增长对 CO₂ 排放的贡献程度。CO₂ 排放强度越小,表明相同数量 GDP 的增加带来的 CO₂ 排放的增量越少,从侧面反映了经济结构、能源结构的合理性和相应碳

①数据来源: <http://www.iea.org/>

排放政策的效益水平。

根据上述计算的 CO₂ 排放量和 GDP 可比价数据,得到 1990—2009 年江浙沪及全国的 CO₂ 排放强度,见表 2。

表 2 1990—2009 年江浙沪及全国 CO₂ 排放强度 t/万元

年份	全国	江苏	浙江	上海
1990	11.14	12.43	8.15	14.45
1995	4.28	4.88	3.77	5.98
2000	2.80	3.15	3.04	3.75
2001	2.40	3.02	2.81	3.54
2002	2.24	2.92	2.66	3.34
2003	2.25	2.86	2.61	3.19
2004	2.25	2.89	2.57	2.78
2005	2.34	2.87	2.56	2.58
2006	2.14	2.69	2.47	2.25
2007	1.83	2.43	2.30	1.95
2008	1.60	2.08	2.04	1.83
2009	1.56	1.97	0.20	1.70

从表 2 可看出,江浙沪 1990—2009 年间 CO₂ 排放强度均呈不断下降趋势。浙江下降最快;上海其次,江苏下降速度最慢,略低于全国平均递减速度。从数值来看,样本期间三省市平均 CO₂ 排放强度分别均高于全国,表明长三角地区单位 GDP 增量带来的 CO₂ 排放量较大,经济发展对高能耗产业、能源的依赖性较强。比较而言,20 世纪 90 年代初,上海的 CO₂ 排放强度最高;1995—2003 年间,差距逐步减小,2004 年以后,上海 CO₂ 排放强度进一步降低,而江苏、浙江降低幅度较小。

3. 人均 CO₂ 排放量的区域比较

为了去除不同地区人口密度对总排放的影响,使 CO₂ 排放的地域差异更具有可比性,本文选用了人均 CO₂ 排放量这一指标对江浙沪三省市进行对比分析。其中人口数据选用中国统计年鉴的各省区年末人口总数。

由图 3 可知,江浙沪人均 CO₂ 排放量历年来几乎都远高于全国平均水平,尤其是上海。三省市比较来说,上海市人均 CO₂ 排放量均为江苏、浙江的两倍左右。据统计数据,2009 年末上海总人口仅为 1400.7 万人,而江苏为 7724.5 万人,浙江为 4716.18 万人,因此尽管上海碳排放总量较低,但人均排放却很高。

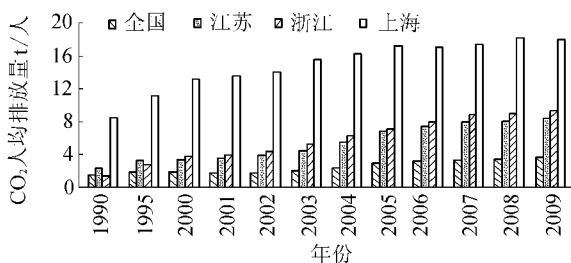


图 3 1990—2009 年江浙沪及全国人均 CO₂ 排放量

4. CO₂ 排放弹性的区域比较

为了从纵向上对长三角地区各省市随经济发展过程变化的 CO₂ 排放状况的变化趋势进行分析,本文选择 CO₂ 排放弹性系数这一指标来判断未来各省市的减排形势。CO₂ 排放弹性是指 CO₂ 排放量变化与 GDP 变化的比率,即地区生产总值每增长 1%,该地区的 CO₂ 排放量增长的百分比。

如图 4 所示,江苏的 CO₂ 排放弹性经历了持续下降阶段、一个倒 U 型阶段和 2008—2009 年的上升阶段。浙江与江苏类似,而各阶段时间跨度不同。上海经历了持续下降阶段、缓慢变动阶段和三个倒 U 型阶段。

综上所述,上世纪 90 年代至本世纪初,长三角地区江苏的碳排放总量高于浙江,上海最低,且江浙两省碳排放总量增长速度也最快;上海的人均 CO₂ 排放量远高于江浙两省;上海的 CO₂ 排放弹性的波动性最大,经历了三个倒 U 型阶段。这些差异与三省市的经济发展格局、人口等自然资源有着密切的联系。

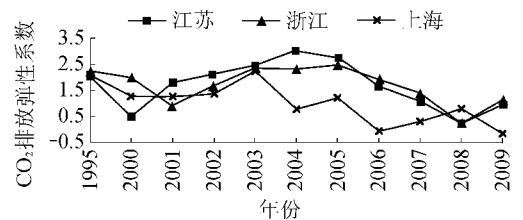


图 4 1995—2009 年江浙沪的 CO₂ 排放弹性变化趋势

四、长三角地区碳排放差异的成因分析

自 1990 年以来,江浙沪 CO₂ 排放总量、人均碳排放量都不断攀升,碳排放强度逐年减小,但区域之间仍存在较大差异。这种差异性首先是由三省市的经济发展水平不同导致的,包括产业结构水平、城市化水平等,除此之外,还有资源禀赋、人口构成、居民生活习惯、政策等社会、文化因素。根据长三角地区的特点,笔者认为,引起上述碳排放差异的原因主要有如下几点:

1. 能源结构的差异

如表 3 所示,近 20 年来江浙沪的主要化石能源仍然是煤炭这种高碳能源。江苏能源消费中,煤炭一直占据 60% 以上比例,故江苏的 CO₂ 总排放量逐步上升。浙江煤炭比重下降趋势明显,然而比重仍然超过一半,造成了浙江的碳排放同样居高不下。相对而言,上海的煤炭消费比重下降幅度较大,能源结构比江浙两省合理。

2. 产业结构布局不尽相同

产业结构的布局直接影响着整个经济结构的合

理性和经济效益的高低,在资源日益稀缺的今天,产业结构成为影响区域 CO₂ 排放的关键性因素。总体来说,第一、二产业的 CO₂ 排放量高于第三产业的排放量。产业结构越高级,第三产业越发达,区域碳排放便越少。

表 3 1990—2009 江浙沪煤炭消费比重 %

年份	江苏	浙江	上海	年份	江苏	浙江	上海
1990	68.16	67.41	44.25	2004	64.44	56.67	40.79
1995	71.14	64.03	49.08	2005	64.84	56.13	39.32
2000	64.51	57.05	45.77	2006	64.59	58.67	38.19
2001	65.55	56.85	45.39	2007	64.59	60.50	37.78
2002	65.45	56.95	44.46	2008	64.96	59.45	37.28
2003	64.30	58.01	42.14	2009	62.92	58.02	36.16

表 4 2009 年江浙沪产业结构布局及 CO₂ 排放量比重 %

产业	江苏		浙江		上海	
	占 GDP 比重	CO ₂ 排放比重	占 GDP 比重	CO ₂ 排放比重	占 GDP 比重	CO ₂ 排放比重
第一产业	6.5	2.94	5.1	5.18	0.8	1.01
第二产业	53.9	85.04	51.9	75.86	39.9	50.37
第三产业	39.6	12.03	43.0	18.96	59.4	48.62

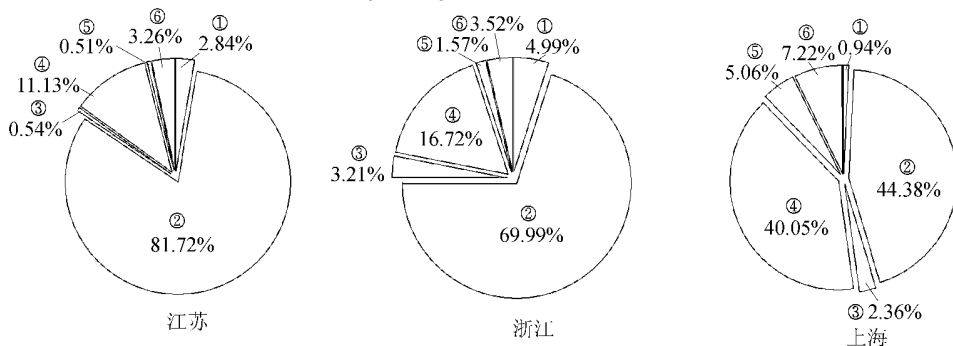
从表 4 可看出,2009 年江浙沪三大产业 CO₂ 排放比重均呈现“二、三、一”格局,即第二产业碳排放最高,其次是第三产业、第一产业。

具体而言,江浙第二产业碳排放明显占据主导地位。浙江第三产业碳排放比江苏高近 7 个百分点,表明其第三产业比江苏发展得好,产业结构层次更高,这与各产业产值比重和事实情况一致。

上海各产业 CO₂ 排放比重中,第一产业碳排放仅占 1.01%,第二产业略高于第三产业。这与上海近年来的产业格局有着紧密的联系。2009 年上海三产之比为 0.8:39.9:59.4,呈“三、二、一”结构,经济发展过程中起主导作用的是第三产业,而非第二产业,直接减少了当地 CO₂ 排放总量,同时降低了 CO₂ 排放强度。

3. 行业分布存在差异

本文研究的行业为《中国能源统计年鉴(2010)》



① 农、林、牧、渔、水利业; ② 工业; ③ 建筑业; ④ 交通运输、仓储和邮政业; ⑤ 批发、零售业和住宿、餐饮业; ⑥ 生活消费

图 5 江浙沪各行业 CO₂ 排放比重

中统计的 6 个经济部门。数据来源于 2009 年江苏、浙江、上海能源平衡表。

从图 5 可以看出,在碳排放行业分布方面,江浙两省的 CO₂ 排放比重格局相类似。江苏工业碳排放占绝对主导地位,是另外 5 个部门总和的 4.47 倍。浙江工业碳排放比重较江苏稍小,同样超过了总量的一半。上海的碳排放行业分布格局与江浙差别较大,工业碳排放比重明显较低,交通运输、仓储和邮政业碳排放比重明显较高,生活消费 CO₂ 排放比重也较高。工业行业碳排放比重较大一方面是由于国民生产总值中工业产值占据较大比例,另一方面是因为结构失衡,行业结构重复性严重。

4. 高碳产品产量存在差异

高碳产品的产量直接关系到 CO₂ 排放量。长三角地区经济发展速度快,产业规模大,各省市高碳的支柱产业或主导产业不尽相同。典型的高碳支柱产业包括火电、建材(如水泥、玻璃等)、化工(如汽油、烧碱、纯碱、黄磷、轮胎、电石等)、汽车、房地产等^[1]。本文统计整理 2009 年下游高碳支柱产业典型产品产量,见表 5。

在选取的 7 个高碳产品中,江苏的火力发电量、水泥产量、竣工建筑面积均位居全国第一,钢材产量、烧碱产量列全国第二位。可见,江苏的高碳产品产量很高,经济发展对高碳行业的依赖性较强,造成碳排放量居高不下。浙江的各项高碳产品中,竣工建筑面积居全国第二,相较江苏而言,浙江高碳产品稍有减少。上海的高碳产品中除了汽车外,其余各项产量均较低,高碳行业对经济发展的支撑较小,产业结构较为合理,相应的减排压力也较小。

五、对策建议

通过对江浙沪碳排放的多项比较,可以发现长三角区域碳排放存在着显著差异,能源、产业、行业等诸多方面造成了上述差异。江浙沪应根据碳排放

表 5 2009 年典型高碳产品产量

地区	发电量 (亿 kW·h)	钢材/万 t	水泥/万 t	平板玻璃/ 万箱	烧碱/万 t	汽车/万辆	竣工建筑面积/ 万 m ²
江苏	2928.4(1)	7892.4(2)	14475.6(1)	5257.8(4)	232.3(2)	50.6(14)	43307.521(1)
浙江	2246.2(4)	2364.6(7)	10822.2(4)	3372.4(6)	98.4(5)	28.1(17)	40239.705(2)
上海	778.2(19)	2181.3(10)	754.1(28)	1.1(27)	72.9(9)	125.0(2)	5719.931(15)

注:资料来源于《中国统计年鉴(2010)》,括号中数字为全国排名。

的区域性特征以及自身的发展阶段,采取相应的措施,实现 CO₂ 减排,寻求适合的低碳发展道路。

首先,调整能源结构,逐步减少传统工业对化石能源的过度依赖,提高能源体系的效率将是长三角地区经济快速健康发展的重要保障。其次,利用经济手段和行政手段,按照技术密集程度高、产品附加值高和能耗少、排污少的原则,促进第二产业“高加工度化”,控制高碳产品的产量,调整和优化产业结构。同时努力提升发展第三产业,不断提高第三产业在国民经济中的比重。最后,应在全社会大力宣传低碳经济的重要性和紧迫性,积极引导公众接受合理的低碳生活方式,培育全民低碳意识,形成自觉减排的绿色生活方式和消费观念。

参考文献:

[1] LEVINEM D, ADENN T. Global carbon emissions in the coming decades: the case of China[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2008, 33(11):12-38.

[2] SELDEN T, SONG D. Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27(2):147-162.

[3] JIE H, RICHARD P. Environmental kuznets curve for CO₂ in Canada[J]. Ecological Economics, 2010, 69(5):1083-1093.

[4] 林伯强, 蒋竺均. 中国二氧化碳的环境库兹涅茨曲线预测及影响因素分析[J]. 管理世界, 2009(4):27-36.

[5] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究, 2009(4):41-55.

[6] 巴曙松, 吴大义. 能源消费、二氧化碳排放与经济增长: 基于二氧化碳减排成本视角的实证分析[J]. 经济与管理研究, 2010(6):5-11.

[7] WANG C, CHEN J, ZOU J. Decomposition of energy-related CO₂ emission in China: 1957-2000[J]. Energy, 2005, 30(1):73-83.

[8] 王锋, 吴丽华, 杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. 经济研究, 2010(2):123-136.

[9] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: volume III[EB/OL]. (2008-07-20) [2011-10-10]. Japan: the Institute for global environmental strategies, 2008. http://www.ipcc.ch/ipccreports/Methodology_reports.htm.

[10] 赵敏, 张卫国, 俞立中. 上海市能源消费碳排放分析[J]. 环境科学研究, 2009, 22(8):984-989.

[11] 胡志伟, 刘勇. 低碳经济视角下的省域竞争研究[J]. 中国工业经济, 2010(4):69-78.

《河海大学学报(哲学社会科学版)》征订启事

(CN32-1521/C, ISSN1671-4970, 季刊, 自办发行)

《河海大学学报(哲学社会科学版)》以马列主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻落实科学发展观,坚持实事求是的思想路线,贯彻“双百”方针,弘扬时代主旋律,理论联系实际,为社会主义物质文明与精神文明建设服务。

《河海大学学报(哲学社会科学版)》为哲学与社会科学类学术期刊,主要刊登哲学、政治学、文学、法学、社会学、经济学等社会科学方面的学术性文章,可供上述有关专业的研究人员、管理人员和大专院校师生阅读与参考。《河海大学学报(哲学社会科学版)》为中国学术期刊(光盘版)入编期刊与中国学术期刊网入编期刊。

《河海大学学报(哲学社会科学版)》由河海大学主办,每季末出版,国内外公开发行。2013年每本定价10元,每本邮费1元,全年订费44元,欢迎广大读者直接向编辑部订阅。

联系地址:南京市西康路1号《河海大学学报(哲学社会科学版)》编辑部

邮政编码:210098

电话/传真:025-83786376

E-mail: sk1999@vip.163.com

网址: kkb.hhu.edu.cn/sxb/index_sxb.htm