

基于能源消费结构和产业结构视角的湖南省碳排放研究

唐诗佳

(湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081)

[摘要] 利用 IPCC 提供的碳排放计算方法, 得出湖南省 2007~2012 年的碳排放量、碳排放强度、人均碳排放量, 并从能源消费结构和产业结构两大视角深入分析湖南省碳排放特征。研究表明: 湖南省能源利用效率逐步提高; 能源消费结构优化是碳排放强度下降的主要原因; 碳排放主要集中在第二产业, 特别是第二产业中的高耗能行业, 碳排放相对强度第二产业 > 第三产业 > 第一产业。

[关键词] 湖南省; 碳排放强度; 能源消费结构

[中图分类号] X321

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-117X(2014)03-0010-06

Study of Carbon Emissions in Hunan Province Based on Energy Consumption Structure and Industry Structure

TANG Shijia

(School of Resource and Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: By using the calculation methods of IPCC, the carbon emissions, carbon emissions intensity and Per capita carbon emissions of 2007~2012 in Hunan province have been calculated, as well as the carbon emissions characteristics based on energy consumption structure and industry structure are analyzed. The study showed an outcome as follows: firstly, the energy efficiency of Hunan is gradually increasing; Secondly, optimization of energy consumption structure is the main reason for the decline in carbon intensity; Thirdly, carbon emissions are mainly in the secondary industry, especially in the high consumption energy. In the aspect of carbon emissions relative intensity, the secondary industry is more than tertiary industry, and tertiary industry is more than primary industry.

Key words: Hunan province; Carbon emissions intensity; energy consumption structure

研究表明, 人类活动排放以 CO₂ 为主的温室气体是导致全球气候变暖的主要原因, 节能减排已成为全球关注的重大问题之一。英国丁铎尔气候变化研究中心“全球碳计划”2012 年度研究成果表明, 在 2011 年全球碳排放中, 中国碳排放量占世界碳排放总量的 28%, 是世界上碳排放量最大的国家, 且呈上升趋势, 中国的节能减排问题十分严峻。

碳排放问题引起了国内外相关学者的广泛关注, 并进行了大量的研究工作; IPCC 于 2006 年推出了温室气体排放清单, 并提出了碳排放量的计算方法; 刘竹等人提出了基于能源平衡表、基于一次能源消费量和基于终端能源消费量的能源碳排放计算方法; 陈飞等人认为: 应该采用人均 GDP 增长率的能耗及 CO₂ 排放增长率比例系数, 来评价中国发展低

收稿日期: 2014-02-01

基金项目: 国家统计局科学研究项目(2012LY119; 2013LY107)

作者简介: 唐诗佳(1989-), 女, 湖南师范大学硕士研究生, 研究方向为区域经济与区域开发。

碳城市的效果,并建立了低碳模型;赵先超等人对不同土地利用方式的碳排放效应进行了分析,认为在不同的土地利用方式中,林地是主要的碳汇,耕地和建设用地是主要的碳源。综合分析发现,国内外研究主要集中在低碳的研究理论、计算方法、碳汇碳源的界定等,对确定区域的具体碳排放分析有一些,但是不多,也不够全面。

湖南省位于中国中部,是中部崛起的主要参与者,长江经济带的重要组成部分,也是中国“资源节约型和环境友好型”社会建设试验区。随着经济的高速发展,湖南省的能源消费量逐年加大,节能减排面临较大压力,“两型”社会建设面临较大挑战。因此,对湖南省的碳排放进行全面分析,提出低碳排放的相关策略,一方面有助于进一步充实碳排放理论的研究成果,丰富碳排放理论的实践应用,另一方面有助于湖南省经济又好又快发展。

一 数据来源与计算方法

本文数据主要来自《湖南省统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》,包括 2007 ~ 2012 年湖南省煤炭、石油、天然气等能源的年消费量;其中,能源结

构和产业结构的划分标准参照《湖南省统计年鉴》;GDP 的数据参照《湖南省统计年鉴》以 1952 年为基准年的生产总值指数,经数学换算,以 2007 年为物价基准年。

能源消费碳排放量根据 IPCC 碳排放指南^[1],采用以下公式计算:

$$A = \sum_{i=1}^n B_i \times C_i$$

式中, A 为碳排放量; B_i 为能源 i 消费量,按标准煤计; C_i 为能源 i 碳排放系数; i 为能源种类,取 8 类(见表 1)。如无特殊说明,本文所指碳排放量均指碳当量,而不是二氧化碳当量。

表 1 各种能源的碳排放系数和折标准煤系数

能源种类	碳排放系数	折标准煤系数
原煤	0.755 9	0.714
原油	0.585 7	1.428
汽油	0.553 8	1.471
煤油	0.571 4	1.471
柴油	0.592 1	1.547
燃料油	0.618 5	1.428
液化石油气	0.504 2	1.714
天然气	0.448 3	1.330

表 2 2007 ~ 2012 年湖南省碳排放总量

单位:万吨

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
煤炭	5 519.64	5 488.34	5 802.67	6 111.34	7 019.37	6 521.73
原油	561.77	513.63	473.20	491.46	640.36	316.84
汽油	221.31	188.83	200.49	213.73	240.36	316.84
煤油	20.59	21.36	25.59	25.43	26.93	29.60
柴油	361.85	343.96	460.72	514.52	459.47	459.47
燃料油	35.51	36.57	60.40	66.44	60.92	54.08
液化石油气	70.16	64.66	56.73	55.80	67.11	71.47
天然气	4.56	4.91	6.10	6.71	8.73	10.69
总量	6 795.37	6 662.26	7 021.23	7 431.62	8 578.64	8 238.37

二 数据分析

从湖南省的碳排放总量来看,大致呈波动上升趋势,总量由 2007 年的 6 795.37 万吨上升至 2012 年的 8 238.37 万吨,年均增长 3.93%(见表 2);与此同时,湖南省 GDP 持续快速上升,由 2007 年的 9 200 亿元上升至 2012 年的 17 142.09 亿元,年均增

长率达 13.25%;碳排放总量的增长速度远小于 GDP 的增长速度,出现了相对脱钩的现象,且在 2008 年和 2012 年,碳排放总量下降,GDP 依然上升,碳排放总量与 GDP 出现绝对脱钩现象。这在一定程度上反映了湖南省能源利用效率以及相应的碳排放经济效益的提高^[2],在宏观上反映了湖南省的经济发展符合低碳发展的要求^[3]。

碳排放强度等于碳排放总量与 GDP 的比值。湖南省碳排放强度整体呈逐年下降趋势,由 2007 年的 0.72 吨/万元下降至 2012 年的 0.48 吨/万元,年均降低 8.24% (见图 1)。何建坤等^[4]研究认为,碳排放强度下降只能实现 CO₂ 的相对减排,而当碳排放强度的下降率大于 GDP 的增长率时才能实现 CO₂ 的绝对减排。见表 3,湖南省 2007~2012 年碳排放强度年均下降率为 8.24% 小于 GDP 年均增长率 13.25%,只能实现碳的相对减排,不能实现碳的绝对减排(见表 3)。

人均碳排放强度等于碳排放总量与总人口数的比值。湖南省的人均碳排放量整体呈上升趋势,由 2007 年的人均碳排放量 1 吨上升至 2012 年的 1.15 吨,其中,2008 年与 2012 年均短暂下降,与碳排放

总量的变化保持一致。湖南省的人均碳排放量的增速小于人均 GDP 的增速,且出现过短暂下降时期,从侧面反应出湖南省经济发展效率的提升,以及对能源消费依赖性的下降。

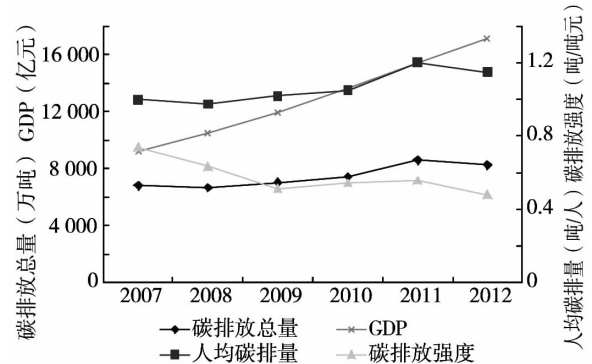


图1 湖南省碳排放总量、GDP、人均碳排放量、碳排放强度关系(2007~2012)

表3 2007~2012年湖南省碳排放总量、人均碳排放量、碳排放强度

年份	碳排放总量(万吨)	人口(万人)	GDP(亿元)	人均碳排放量(吨/人)	碳排放强度(吨/万元)
2007	6 795.37	6 805.70	9 200.00	1.00	0.74
2008	6 662.26	6 845.20	10 478.81	0.97	0.64
2009	7 021.23	6 900.20	11 914.48	1.02	0.51
2010	7 431.62	7 089.53	13 653.99	1.05	0.54
2011	8 578.64	7 135.60	15 401.70	1.20	0.56
2012	8 238.37	7 179.87	17 142.09	1.15	0.48

三 碳排放与能源消费结构的关系

能源消费结构为各类消费能源的构成及比例关系。能源消费结构对碳排放有决定性作用^[5]。从总量看,湖南省各类能源消耗量都有所增加,其中:煤品燃料的消耗量与能源消耗总量的变化一致,整体呈缓慢上升趋势,年均增长3.39%,且总量长期维持在1亿吨以上;油品燃料的消耗量在少量下降后迅速上升,五年内共增长34.01%,年均增长

6.03%;天然气的消耗量增速最大,五年内增长了134.68%,年均增长率达15.27%;电力持续上升,共增长77.68%,年均增长12.18%(见表4)。综合分析表明,在湖南省的能源消费结构中,油品燃料、天然气、电力等能源的消耗量增速大于煤品燃料消耗量的增速,鉴于油品燃料、天然气、电力等能源较之煤品燃料碳排系数更低,且更为清洁,反应出湖南省正在积极推进能源结构的调整,能源消费结构正逐步优化。

表4 2007~2012年湖南省能源消耗量

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
煤炭(万吨)	10 227.00	10 169.00	10 751.41	11 323.33	13 005.75	12 083.71
原油(万吨)	671.67	614.11	565.77	587.60	766.03	926.00
汽油(万吨)	271.66	231.80	246.11	262.36	295.05	388.93
煤油(万吨)	24.50	25.41	30.44	30.25	32.04	35.22
柴油(万吨)	395.04	375.51	432.38	502.98	561.72	501.62
燃料油(万吨)	40.20	41.41	68.39	75.22	68.98	61.23
液化石油气(万吨)	81.18	74.82	65.65	64.57	77.66	82.70
天然气(亿立方米)	7.64	8.23	10.23	11.25	14.65	17.93

从各类消费能源占能源消费总量的比例来看,湖南省的能源消费结构长期以化石燃料为主,其它能源为辅(见表5)。化石燃料的消费比重虽已由2007年的81.1%降至2012年的73.52%,但仍占主导地位,水电、核电、风电等清洁能源虽增速较快,但所占比重仍然有限,最高时也只有17.88%,其他能源也处于较快增长中。在各种能源中,化石燃料的消耗量与碳排放量关系最为密切。2008年与2012年的碳排放总量较前一年有所下降(见表2),同期,化石燃料的比重也出现较大幅度的下降。可见,调节能源结构,减小化石燃料比重,增加水电、核电、风电等清洁能源,发展其他清洁能源对湖南省碳排放总量的减少有积极的作用。

表5 2007~2012年湖南省能源消费结构(%)

	煤品燃料	油品燃料	天然气	水电、核电、风电等	其他能源
2007	67.59	12.64	0.87	14.84	4.06
2008	66.04	10.91	0.89	17.76	4.40
2009	65.82	11.23	1.02	16.42	5.51
2010	62.88	11.11	1.06	15.18	9.77
2011	65.19	11.01	1.26	14.47	8.07
2012	60.81	11.22	1.49	17.88	8.60

碳基能源与碳排结构保持高度一致。在有碳排的能源中^①(见表1),煤炭的碳排放系数最高,其次是油品燃料,天然气的碳排系数最低,风能、核电、水电等清洁能源的碳排放量非常少,可忽略不计。在湖南省碳基能源的碳排放量中,煤炭的碳排放量居高不下,一直占80%左右,这与煤炭的碳排放系数较大有关;油品燃料碳排量比重略有上升,由2007年的17.7%上升至2012年的19.8%,天然气等能源在能源消费中所占比例极低,在碳排放结构中比重也一直很低。湖南省的平均碳排放系数(碳排放总量与消耗能源总量的比值)一直维持在0.71左右,最为接近煤炭的碳排放系数为0.7559,这与湖南省长期以煤炭为主的能源消费结构相关。因此,在调整能源消费结构时,重点应在于调整以煤为主的碳基能源消费结构,增加煤炭的利用效率,提升煤炭净化技术,逐步降低煤炭的比重,增加碳排放系数较低的油品燃料和天然气的比重。

四 碳排放与产业结构的关系

碳排放与产业结构有着密切的联系。碳排放量在各大产业以及产业内部的各行业之间均存在显著差异,优化产业结构对降低碳排放有积极作用,因而,要研究碳排放特征,必须将其与产业结构联系起来分析。

碳排放量在三大产业内部存在较大差异。按《湖南省统计年鉴》产业分类标准,将湖南省的产业分为9大类,其中农、林、牧、渔业属于第一产业;工业和建筑业属于第二产业;交通运输储运业和邮政业,批发、零售业和住宿、餐饮业,其他行业和城乡居民生活消费都属于第三产业。经科学计算发现,各产业碳排放量差异悬殊,其中工业的碳排放占绝对主导地位,占总量的80%左右。2007~2012年,湖南省产业结构呈现“二三一”结构,第一产业比重一直低于18%,呈缓慢下降趋势,第二产业的比重逐年上升,由42.1%上升至47.4%,第三产业比重变化相对较小,维持在40%左右(见图2)。第一产业碳排放量最少,虽呈缓慢上升趋势,但占碳排放总量的比例非常小,常年小于3%;第二产业是碳排放的主体,所占比例一直在77%以上,但整体呈缓慢下降趋势,其中2008年与2012年出现较大幅度的下降,与碳排放总量的变化一致,这与湖南省积极推进产业转型有关;第三产业的碳排放比例总体呈缓慢上升趋势,由14.31%上升至16.10%(见图3)。

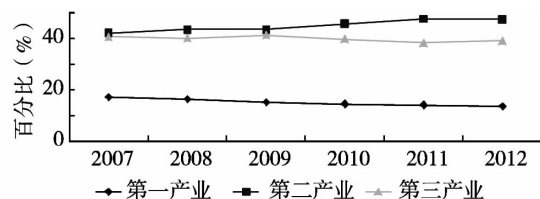


图2 湖南省各种能源的碳排放量比例

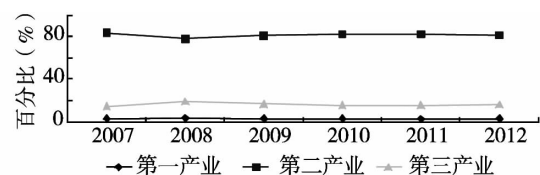


图3 湖南省各种能源的碳排放量比例

① 这里仅指煤炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、天然气,后文如无特殊说明,碳基能源也仅指这8种能源。

从三大产业碳排放的相对强度来看,以平均碳排放强度为基础值1,各产业的碳排放强度等于其碳排放量比重值与产业比重值的比值(见表6),值越大,表明能源利用效率越低,值越小表明能源利用效率越高,若值大于1,证明其效率低于整体效率,小于1,则证明其效率高于整体效率。其中,第二产业的碳排放相对强度最大,且始终大于1.5,表明第二产业的能源利用效率最低,且一直远低于整体能源利用效率,但其碳排放相对强度值逐渐下降,表明其能源利用效率在不断提高,这与湖南省积极推进能源结构调整有关。第一产业和第三产业的碳排放相对强度均小于1,且呈上升趋势,表明其能源利用效率高于整体利用效率,但呈下降趋势。其中第一产业的能源利用效率最高,第三产业次之。

表6 湖南省各产业碳排放相对强度表			
	第一产业	第二产业	第三产业
2007	0.16	1.98	0.35
2008	0.19	1.79	0.48
2009	0.19	1.85	0.41
2010	0.18	1.79	0.38
2011	0.19	1.72	0.40
2012	0.22	1.71	0.41

第二产业内部各行业的碳排放也存在较大差异。碳排放集中在高耗能行业,主要包括煤炭开采和洗选业、造纸及纸制品业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、化学原料及化工制品制造业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、电力、热力的生产和供应业、建筑业等10个行业。以2012年为例,这10个行业的碳排放总量占第二产业碳排放量的93.42%,占湖南省碳排放总量的74.26%(见表7)。

表7 2012年第二产业内部各行业碳排放量

行业	碳排放量(10 ⁴ t)	行业	碳排放量(10 ⁴ t)
采掘业	619.36	医药制造业	28.26
煤炭开采和洗选业	524.52	化学纤维制造业	1.90
石油和天然气开采业	0.00	橡胶制造业	12.11
黑色金属矿采选业	8.09	塑料制造业	0.00
有色金属矿采选业	25.28	非金属矿物制品业	791.31
非金属矿采选业	61.29	黑色金属冶炼及压延加工业	892.44
其他采矿业	0.18	有色金属冶炼及压延加工业	344.95
制造业	4 194.22	金属制品业	95.59
农副食品加工业	48.57	通用设备制造业	19.75
食品制造业	25.87	专用设备制造业	21.63
饮料制造业	16.49	交通运输设备制造业	7.37
烟草制造业	25.39	电气机械及器材制造业	10.31
纺织业	47.36	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	5.61
纺织服装、鞋帽制造业	2.78	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	1.37
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	5.48	工艺品及其他制造业	22.62
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	32.87	废气资源和废旧材料回收加工业	4.46
家具制造业	3.10	电力、燃气及水的生产和供应业	1 735.77
造纸及纸制品业	138.26	电力、热力的生产和供应业	1 735.16
印刷业和记录媒介的复制	3.85	燃气生产和供应业	0.22
文教体育用品制造业	1.90	水的生产和供应业	0.38
石油加工、炼油及核燃料加工业	1 173.75	建筑业	114.21
化学原料及化学制品制造业	403.57	工业合计	6 549.35

五 湖南省低碳排放的对策与建议

(一)调整能源消费结构

能源消费结构优化是指在一定的资源与技术

条件下使这种比例趋于合理,以达到提高能源开发利用整体效益的目的^[6]。从能源消费结构优化的角度出发,湖南省应鼓励发展和推广水电、风电等其他清洁能源,逐步增加其在能源结构中的比重,

逐步降低煤炭在能源结构中的比重。此外,要积极开展新能源,寻找相对低碳的替代能源。

(二) 优化产业结构

产业结构的优化是指调整各产业比重,改变产业的生产方式,以实现在经济增长的同时达到碳排放减速增长甚至下降的目的。湖南省的产业结构优化应从以下几点入手:第一,“退二进三”,即降低第二产业比重,增加第三产业的比重。湖南省已进入工业社会中期,产业结构却仍是“二三一”结构,且第二产业的比重与第三产业比重差值逐渐加大,第三产业发展明显滞后。鉴于第三产业的碳排放相对强度远低于第二产业,因而积极发展第三产业,对湖南省的经济发展与“节能减排”均有积极作用。第二,提高行业准入门槛。湖南省正处于产业转型,承接沿海地区产业转移的关键时机,提高行业准入门槛,即在招商引资的过程中,要有所选择,有所要求,对于高污染、高耗能的产业要限制甚至禁止入湘。第三,转变发展模式,探索循环经济和绿色经济之路。变传统的“资源—能源—产品—废弃物”的生产模式为“资源—能源—产品—再生资源”的相对封闭的环路发展方式。

(三) 发展低碳技术

发展低碳技术是提高能源利用效率的关键。湖南省对以煤为首的化石能源占主导的能源结构在短期内进行大规模调整的阻力较大^[7]。这也说明在积极调整结构的同时,湖南省需提高低碳技术。第一,发展以煤净化为主能源净化技术,降低煤炭等化石能源的污染能力。第二,提高能源利用效率,特别是提高第二产业中高耗能行业的能源利用效率。高耗能行业做为能源消耗大户,对化石能源的依赖性很强,提升其能源利用效率,提高单位能源的 GDP 产出量,对湖南省的低碳排放会产生显著影响。

(四) 增加林地、湿地等碳汇作用

碳汇主要通过陆地植被固碳,植被通过光合作用吸收大气中的 CO₂,并将其固定在植被体内和土

壤中。在不同的土地利用方式中,林地为主要的碳汇,平均每公顷绿地日平均吸收 1.767 吨 CO₂^[3],湖南省林地每年的碳汇量可达 769.67 万吨^[8]。从整体上看,湖南的植被覆盖率较高,但分布不均,林地主要集中在湘南和湘西,东北部经济发展较好区域林地较少。因而,增加林地、湿地固碳的重点是在保证现有林地不减少、洞庭湖湿地面积不减少的情况下,增加东北部经济发达地区城市群绿心、城市绿地、街头绿地、沿江绿化带、道路绿化带等的建设,建立良好的生态系统,进一步增强碳汇能力。

参考文献:

- [1] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume2(Energy) [EB/OL]. Japan: the Institute for Global Environmental Strategies, 2008 [2008 - 07 - 02]. [http:// www. ipccngip. iges. or. jp/public/ 2006gl/vol2. html](http://www.ipccngip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html).
- [2] 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.
- [3] 陈飞,诸大建. 低碳城市研究的理论与上海实证分析 [J]. 城市可持续发展, 2009, 16(10): 71 - 79.
- [4] 何建坤,刘滨. 作为温室气体排放衡量指标的碳排放强度分析 [J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 15(3): 31 - 33.
- [5] 吴彼爱,高建华,徐冲. 基于产业结构和能源结构的河南省碳排放分解分析 [J]. 经济地理, 2010, 30(11): 1902 - 1907.
- [6] 邓成科,等. 湖南省 2001 - 2010 年能源类碳排放特征 [J]. 湖南林业科技, 2012, 39(3): 6 - 9.
- [7] 林伯强,姚昕,刘希颖. 节能和碳排繁复约束下的中国能源结构战略调整 [J]. 中国社会科学, 2010, 1: 58 - 71.
- [8] 赵先超,朱翔,周跃云. 湖南省不同土地利用方式的碳排放效应及时空格局分析 [J]. 环境科学学报, 2013, 33(3): 941 - 949.

责任编辑:徐蓓