

# 山东省农村能源消费的碳排放核算与分析

王萍, 段英豪, 尹凯

(曲阜师范大学地理与旅游学院, 山东日照 276826)

**摘要:**随着工业化、城镇化进程加快和消费结构持续升级,山东省能源需求呈刚性增长,节能减排形势十分严峻。该文利用2000-2007年山东省农村能源消费数据对农村能源消费的碳排放进行了核算,分析了农村能源消费碳排放的局势以及结构,找出在农村能源消费碳排放中占据较大的比重的能源,即电力与原煤。同时发现碳排放总量的逐年递增符合一元线性模型: $Y=567.93+132.02 \times X$ 。最后,提出相应的节能减排举措。

**关键词:**碳排放;能源利用;农村;山东省

中图分类号:X37

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2013)04-0053-04

## CARBON EMISSION ACCOUNTING AND ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION IN RURAL AREAS OF SHANDONG PROVINCE

WANG Ping, DUAN Yinghao

(Department of Geography and Tourism, Qufu Normal University, Rizhao, Shandong, 276826, China)

**Abstract:** Along with the acceleration of industrialization, urbanization and continuous upgrading of consumption structure, energy demand of Shandong province is in rigid growth and situation of energy-saving and reduction is very grim. Based on the data of rural energy consumption from 2000 to 2007, this paper calculated carbon emission in rural areas of Shandong province, analyzed the energy consumption structure and revealed power and coal as the larger carbon emission source of rural energy consumption. Meanwhile, total carbon emissions year by year was found to increase with a linear model:  $Y=567.93+132.02 \times X$ . Finally, a few measures about energy saving and carbon emission reduction were put forward.

**Keywords:** Carbon Emission, Energy Consumption, Rural Areas, Shandong Province

2009年,根据世界二氧化碳分析中心发布的数据来看,中国的二氧化碳排放量已经位居世界第二,中国面临着更大的节能减排压力。党的十八大将单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放大幅下降列入全面建成小康社会和全面深化改革

开放的目标之一,并且提倡建设生态文明。山东省在全国经济发展中位居前列,经济产业迅速发展带来了二氧化碳排放量的增长,由于大部分经济产业在于城镇之中,“十一五”期间省内的主要节能减排措施集中实施在城镇工业产业中。但是,与城镇相比,山东省农村地区面积较广,人口数量众多,农村居民的日常生活能源消费主要以煤炭和生物能源为主,且利用率较低,所以农村地区的节能减排有着很大的潜力。

收稿日期:2013-01-10

基金项目:曲阜师范大学博士科研启动基金项目。

第一作者简介:王萍(1983年-),女,汉族,2010年毕业于中国矿业大学(北京),博士,讲师,目前从事土地资源管理和生态保护的研究工作。

因此, 本文将会在分析山东省农村能源消费构成的基础上, 对山东省农村能源消费数据进行整理, 核算农村能源消费二氧化碳的排放情况, 补充目前山东省农村地区能源消费碳排放研究的不足。比较历年二氧化碳排放量, 预测今后山东省农村能源消费的碳排放趋势; 分析能源消费结构现状, 提出相应的节能减排举措。

## 1 数据整理与碳排放核算

### 1.1 数据整理

山东省 2000-2010 年农村能源消费数据主要是从山东省统计局的历年统计年鉴中获得的, 但是山东省统计年鉴的能源部分缺少了对农村地区生物质能源的统计。2000-2007 年生物质能源消费数据中的秸秆和沼气部分的数据来自于《中国农村能源年鉴》<sup>[1]</sup>。2000-2007 年农村薪柴使用量数据来自于中国农业部的统计资料《分地区农村非商品能源生活消费情况(薪柴)》部分。本文使用了所收集到的数据中的交叉部分——2000-2007 年的数据作为分析数据。

### 1.2 碳排放核算

本文采用的碳排放核算方法是政府间气候变化委员会出版的《2006 年 IPCC 国家温室气体指南》中第二卷能源部分介绍的固定源燃烧的温室气体排放求算方法<sup>[2]</sup>。以下为本文采用的碳排放求算公式:

$$\text{排放 GHG}_{\text{HG}} = \text{消耗量}_{\text{燃料}} \times \text{排放因子}_{\text{GHG, HG}}$$

其中: 排放<sub>GHG, HG</sub>: 与燃料类型相对应的温室气体排放, kg;

消耗量<sub>燃料</sub>: 燃烧的燃料量, tJ;

排放因子<sub>GHG, HG</sub>: 按燃料类型给出的 GHG 缺省排放因子对于 CO<sub>2</sub>, kg/tJ。

公式中所涉及的排放因子可以在《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》中查询到, 本文只列出所需要的排放因子(见表 1)。在碳排放数据求算过程中, 由于所采用的能源燃烧碳排放系数的单位有所不同, 还需要利用表 2 中的转换系数, 将部分搜集的能源由质量单位转换为能量单位。

在农村电力部分碳排放求算过程中, 因未收集到历年山东省火电比重数据, 本文按照国家火电比重(见图 1)求算山东省农村电力消费中火电的碳排放量, 会有一定误差存在<sup>[3]</sup>。

表 1 各种能源碳排放系数

种类	系数
原煤/(kg/TJ)	94 600
汽油/(kg/TJ)	693 00
煤油/(kg/TJ)	71 900
柴油/(kg/TJ)	74 100
液化石油气/(kg/TJ)	63 100
天然气/(kg/TJ)	56 100
电力/(kg/万 Wh)	6 603
秸秆/(kg/t)	1 247
沼气/(kg/万 m <sup>3</sup> )	11 720

表 2 平均低位发热量系数

种类	系数
原煤	20 934
汽油	43 124
煤油	43 124
柴油	42 705
液化石油气	47 472
天然气	35 588

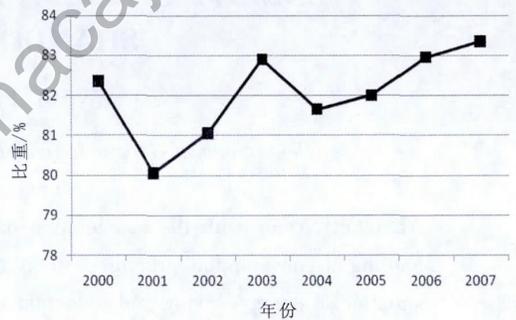


图 1 国家火电比重

## 2 结果分析

### 2.1 碳排放的现状

2000-2007 年山东省农村能源消费的碳排放总量总体趋势为逐年增长(见图 2)。在 2000 年为 763.21 万 t, 到了 2007 年为 1652.93 万 t, 增长了 151.2%, 年均增速为 21.6%。其中, 2000~2001 年碳排放总量增长明显, 2002 年后又有下降, 恢复到逐年增长的趋势。

图 2 同时给出了人均碳排放量的变化趋势。从图上两条折线的增长趋势不难看出, 总量与人均的增长趋势近乎一致, 导致这一现象的原因是: 2000-2007 年山东省农村人口不断下降, 从 2000 年的 6 566 万人下降至 2007 年的 6 909 万人, 而碳排放总量却是在增加的, 所以造成了人均碳排

放的增长。农村人口在下降,碳排放总量却在增多,一种原因是农村地区节能减排政策可能未能得到充分的实施,效果并不理想;另一种原因是农村地区经济发展,小作坊、小工厂在农村地区不断增加,能源消费量远大于个人日常生活所用能源量,从而导致了碳排放总量的增加。

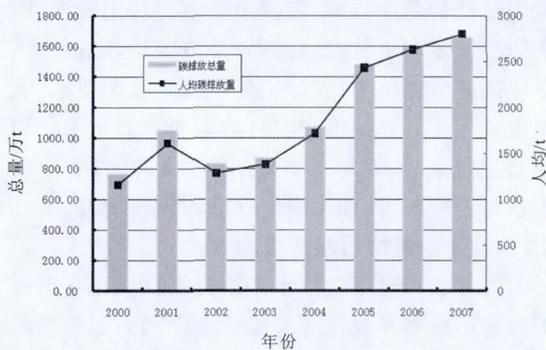


图 2 2000~2007 年山东省农村能源消费碳排放总量及人均趋势

## 2.2 碳排放的主要消费能源

在图 1 中,2001 年碳排放总量的增加较为明显,而在 2002 年又急剧下降,与整体碳排放变化趋势并不吻合。通过分析引起 2001 年比 2000 年碳排放增长的消费能源,发现原煤和电力的消费量明显提高,由此猜测,农村能源消费碳排放的历年增长受电力和原煤用量的影响显著。图 3 显示的是历年农村能源消费中原煤与电力的消耗造成的碳排放以及碳排放总量的增长变化情况,我们容易得出原煤与电力两类能源的排放总量对碳排放总量有着很大的影响,且两者的增长变化存在近乎正相关的关系。因此,在山东省农村能源消费碳排放中,电力与原煤消费造成的碳排放是主导因素。

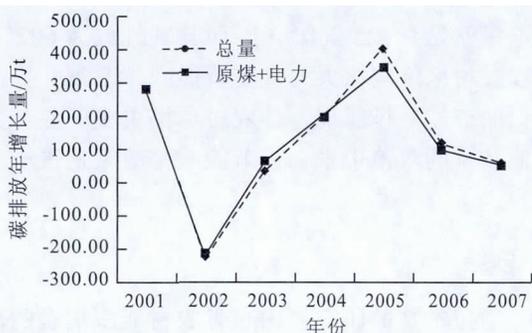


图 3 原煤、电力碳排放年际增长与碳排放总量年际增长的相关变化图

下面,将进一步分析电力与原煤两类能源消费造成的碳排放在全省碳排放总量中所占的结构

比例。

## 2.3 能源消费结构分析

从能源消费碳排放比例看,2000 年山东省农村能源消费碳排放最高的三种能源分别是电力(45.8%)、薪柴(23.6%)、原煤(16.3%);至 2007 年,最高比例的三种能源分别是电力(44.9%)、原煤(35.0%)、薪柴(11.4%)(见表 3)。这说明,在 2000~2007 年的山东省农村能源消费碳排放结构中,商品能源碳排放量呈现上升趋势。2000 年非商品能源碳排放百分比为 25.60%,2007 年下降到 13.81%,作为非商品能源的薪柴所占百分比已经下降超过一半,而作为商品能源的原煤所占比例已经超过薪柴。非商品能源消费的下降,同时也说明了农村居民生活水平以及经济收入的提高,更多地农村居民开始购买商品性能源产品。

表 3 山东省 2000~2007 年农村各能源消费产生碳排放百分比

年份	原煤	汽油	煤油	柴油	液化石油气	天然气	电力	沼气	秸秆	薪柴
2000	16.32	0.00	9.69	0.00	2.55	0.00	45.84	1.49	0.49	23.62
2001	13.41	0.00	6.97	0.00	1.75	0.00	59.24	1.14	0.37	17.12
2002	16.30	0.00	6.96	0.00	2.61	0.00	50.05	1.53	0.54	22.02
2003	18.27	2.76	0.10	0.00	2.76	0.03	52.91	1.59	0.49	21.09
2004	29.13	2.51	0.00	0.00	2.06	0.03	47.20	1.38	0.38	17.31
2005	37.99	1.92	0.00	0.50	4.37	0.00	41.02	1.17	0.23	12.80
2006	36.22	1.82	0.00	0.48	4.17	0.00	43.29	1.49	0.00	12.53
2007	34.97	1.79	0.00	0.47	4.08	0.00	44.86	2.35	0.06	11.40

在 2000~2007 年间,山东省农村原煤、液化石油气、沼气产生碳排放的比重呈上升趋势,并且以电力和煤炭的所占比重最大,说明电力和煤炭在影响碳排放量变化方面起着主导作用,这进一步验证了 3.2 部分中所阐述的问题。由此可以判断出,未来山东省农村地区的节能减排工作重点应该是促进电力、原煤资源以及生物质能源的高效利用,提高能源利用率,最终实现减少碳排放的目标。

## 2.4 碳排放趋势预测

通过求算得到一元线性回归模型为:  $Y = 567.56 + 132.07 \times X$ , 相关系数为:  $r = 0.90$ 。由相关系数可知,碳排放量与年份(X)由较强的相关性,可用于预测未来几年的碳排放量。碳排放量随年际变化的趋势见图 4 所示。

## 3 农村节能减排讨论

### 3.1 节能减排潜力分析

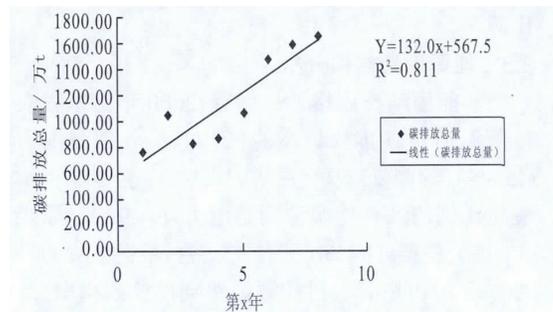


图4 碳排放量随年份变化趋势图

从2000至2007年山东省农村能源消费碳排放从763.21万t跃升至1652.93万t,增长了近2倍。农村地区碳排放量逐年递增,应当受到政府部门重视,在农村地区也应当大力推广节能减排政策。农村地区的节能减排政策的实施,应当针对不同的碳消费能源,提出不同的目标。对于在碳排放中占有较高比重的电力和原煤两个领域,应当重点实施节能减排政策,提高减排技术科技含量。通过本文分析,薪柴消耗量变化幅度较小,作为一种以直接燃烧为主的能源,在农村其燃烧利用率较低,碳排放较大。因此,在减排的同时,要积极调整能源结构提高能源利用效率,积极开发可再生能源,积极利用太阳能、风能,提高此类能源在农村地区能源消费的所占比例,政府应该加大对农村地区科技扶持的力度,投入资金鼓励农村集体建立沼气池,引入风力发电,太阳能发电等先进技术。

### 3.2 优化农村能源消费结构

根据表1中数据显示,在提供相同热量的情况下,天然气和液化石油气的碳排放是最低的;而根据表3分析,这两种能源在农村能源消费结构中的比例是非常小的。相反,碳排放比较大的原煤与电力(火电)所占比重较大。因此,在以后的节能减排过程中,有必要重视农村能源消费结构调整,提高低碳排放能源所占比例。电力、原煤成为农村的主要消费能源,是因为当下农村电力覆盖广泛、原煤流通性较强,加快农村天然气管道建设可以提高天然气在农村地区的消耗比例。

### 3.3 提高生物质能源利用效率

本文提到的生物质能源主要包括沼气、秸秆、薪柴。农村地区拥有丰富的生物质能源,这部分生物质能源可以用于直接燃烧、气化发电、生产沼气,但在目前的农村地区,还是以直接燃烧为主,这种燃烧的利用率低,消耗量大,碳排放多。山东

省的农业人口超过6000万,如果可以通过科学技术提高农村地区的生物质能源利用率,就可以很好的平衡能源消费结构,减少能源消费量,降低碳排放<sup>[4]</sup>。

同时积极推进农业部制定的十大节能减排技术:畜禽粪便综合利用技术、秸秆能源利用技术、太阳能综合利用技术、农村小型电源利用技术、能源作物开发利用技术、农村省柴节煤炉灶炕技术、耕作制度节能技术、农业主要投入品节约技术、农村生活污水处理技术和农机与渔船节能技术。抑制产能过剩,淘汰落后产能,降低能源消耗,促进主要污染物减排,加强资金管理和完善政策。

### 3.4 改变农村炊事取暖用能方式

随着农村经济生活水平的提高,电饭锅、电磁炉等家用电器在农村越来越普及,因为家用电器以及煤气灶的使用具有干净卫生方便的特点,这也是薪柴使用比例减少的重要原因。但是在目前的农村消费水平条件下,农村居民不能完全依靠电能、煤炭等能源,因此农村应该采取措施改进传统的火灶方式,将单纯的炊事火灶设计改变为具有炊事与取暖两个功能的设计方式。同时利用气化技术,将传统火灶改为沼气灶,沼气渣又可作为有机肥料,满足人们对干净卫生的需求,同时减少了碳排放<sup>[5,6]</sup>。

### 3.5 宣传节能减排政策

在农村地区,一个家庭普遍会有数盏生活用电灯,但是有些时候部分电灯在需要的时候打开,在不需要的时候却忘记了关上。“人走灯不关”这一个小小的习惯如果在百万家庭中存在,对于全省的节能减排就有很大的影响。如果有一百万盏50W的电灯每天多余的点亮半小时,那么一年的用电量就是9125000Kwh,而其碳排放为6025t,所以农村地区应该大力宣传节能减排政策,提高人们的节能减排意识。让农村居民更多的参与大节能减排的政策中来,让节能减排政策走进千家万户。

## 4 总结

通过本文的研究,山东省农村能源消费的碳排放是不断增加的,其总量从2000年的763万t增长至2007年的1653万t。农村地区生活水平提高,商品能源的碳排放比重不断增加。并且,山

底板岩层垂直应力不平衡,造成底板岩层向上鼓起,即底鼓。此时底板岩层裂隙场也随之发育,底鼓量逐渐增大,裂隙场沟通形成了瓦斯向上运移的通道,随着采面推进瓦斯压力是接近似线性趋势逐渐下降的。当采面推进到测压孔时,下煤层所受垂直应力骤减,使得在煤体和附近岩体上的吸附瓦斯游离出来,瓦斯压力在此时反而有了一个短暂的上升。但当采面推过该孔时,孔的周围裂隙沟通形成通道导致瓦斯直接向上释放,所以压力骤降到了一个极小值,之后采空区顶板岩层塌落。使被保护煤层所受压力又有了一定上升<sup>[5]</sup>。此时所测煤层瓦斯压力也有了一定回升。但由于2个煤层之间距离较近。岩柱比较薄且岩石的抗拉能力弱,已经产生的裂隙无法完全恢复。因此形成的瓦斯运移通道也不会重新封闭,煤层瓦斯压力值维持在一个较小的水平<sup>[6]</sup>。

### 3.2 保护层瓦斯治理效果

通过采取上述综合治理措施后,在10801采面正常生产时期,回风巷的瓦斯体积分数为0.2%~0.7%,上隅角瓦斯体积分始终在1.0%以下。采面平均月产原煤为10万t,最高月产达13.2万t,抽放纯瓦斯560万m<sup>3</sup>,杜绝了瓦斯超限事故,实现了安全生产。

### 3.3 被保护层开采后效果

为解决突出煤层的安全高效开采问题,实现瓦斯治理由局部治理向区域治理的转变该矿在一采区开采C8煤层解放C9煤层对上保护层开采进行探索研究。10901回风巷位于一采区南翼

下部,下伏10801工作而开采上保护层,于2011年4月回采结束。在此区段非保护范围内直接执行抽采钻孔措施。在执行排放钻孔措施时,夹钻、顶钻、塌孔、喷孔等现象严重。进入保护层范围后夹钻、顶钻、塌孔现象明显减少,未见喷孔、煤炮声等异常现象。后来10901回风巷的掘进改为预测进尺,月进尺90m以上,上保护层开采后工作面实现了安全快速掘进。

## 4 结语

在恩洪煤矿二号井开采C9煤层时,曾经发生过25次的煤与瓦斯突出,在开采10901回采工作面时,其瓦斯涌出量明显减少,月进90m以上,其开采的C8煤层保护效果明显。在开采C8煤层时,由于采取了相应的瓦斯治理技术,瓦斯涌出量大的情况得到了改善。杜绝了瓦斯超限事故,实现了安全生产。

## 参考文献

- [1] 张世金,赵朝法.保护层开采治理瓦斯技术在金岭煤矿的应用[J].中州煤炭,2011年第5期.
- [2] 朱传杰,林柏泉,翟成,董涛,王力,孙鑫超.近距离保护层开采工作面瓦斯治理[J].煤矿安全,2008年8月.
- [3] 王应德.近距离上保护层开采瓦斯治理技术[J].煤炭科学技术,第36卷第7期,2008年7月.
- [4] 王汉民.开采下保护层的瓦斯综合治理技术[J].矿业安全与环保,第30卷第4期,2003年8月.
- [5] 袁东升,张子子敏.近距离保护层开采瓦斯治理技[J].煤炭科学技术,第37卷第11期,2009年11月.
- [6] 吴建亭,石宪群,钱高峰.保护层开采瓦斯综合治理与利用技术[J].煤矿安全,第42卷第2期,2011年2月.

(上接第56页)

东省农村能源消费结构不平衡,电力、原煤占比例最高。今后,节能减排既要利用科技手段减少碳排放,又要发展其他能源,优化能源消费结构。

## 参考文献

- [1] 农业部科技教育司.2000/2008中国农村能源年鉴[M].北京:农业出版社,2009.
- [2] 政府间气候变化专门委员会(IPCC).2006年IPCC国家温室气体清单指南[M].2006.

体清单指南[M].2006.

- [3] 王长波,张力小,栗广省.中国农村能源消费的碳排放核算[J].农业工程学报,2011,27(增刊1):6-11.
- [4] 郑艳琳,李福利,刘芳.山东省生物质能总量测算及其环境效益分析[J].安徽农业科学,2011,39(27):16734-16735.
- [5] 赵明娟.山东省生物质能源科技创新发展机制研究[J].能源与节能,2011,第6期:21-24.
- [6] 张力小,胡秋红,王长波.中国农村能源消费的时空分布特征及其政策演变[J].农业工程学报,2011,27(1):1-9.