

Dynamic Characteristics of Carbon Emission from Land Use in Typical Areas of the Yellow River Delta

Pandi Li, Xiaoguang Zhang*

School of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong
Email: 2683817691@qq.com

Received: Mar. 17th, 2020; accepted: Apr. 2nd, 2020; published: Apr. 9th, 2020

Abstract

The carbon emission caused by land use change can not be ignored. It is of great significance for economic construction, energy conservation and environmental protection to study the carbon emission characteristics of regional land use. This paper takes Dongying City in the Yellow River Delta as the research area, calculates and analyzes the characteristics of carbon emission change and regional carbon emission image factors of different land use types by obtaining the data of land use types and energy consumption from 1990 to 2015. The results show that the overall carbon emission of Dongying City shows an increasing trend, from 886.97×10^3 t in 1990 to 43689.23×10^3 t in 2015, with a large increase. Construction land is the main carbon source, which has a major impact on carbon emissions. Water area is the main carbon sink. With the rapid development of urbanization and industrialization, the energy consumption gradually increases, thus increasing the carbon emission. By 2015, the carbon emissions of major energy sources have reached 43507×10^3 t, with an increase of 42782×10^3 t in 25 years. The GDP of the tertiary industry and the per capita consumption level of residents have the greatest impact on energy consumption.

Keywords

Yellow River Delta, Energy, Land Use Type, Carbon Emission, Influencing Factors

黄河三角洲典型区土地利用碳排放动态变化特征

李盼弟, 张晓光*

青岛农业大学资源与环境学院, 山东 青岛
Email: 2683817691@qq.com

*通讯作者。

收稿日期: 2020年3月17日; 录用日期: 2020年4月2日; 发布日期: 2020年4月9日

摘要

土地利用变化引起的碳排放不容忽视, 研究区域土地利用碳排放特点对于经济建设、节能减排和环境保护有非常大的意义。本文以黄河三角洲地区东营市为研究区, 通过获取1990年至2015年土地利用类型数据和能源消耗数据, 计算并分析了不同土地利用类型碳排放变化特点及其区域碳排放影响因素。结果表明: 东营市的碳排放量整体呈增长趋势, 从1990年 886.97×10^3 t, 增长到2015年的 43689.23×10^3 t, 增长幅度较大。建设用地为主要碳源, 对碳排放量起主要影响作用, 水域是主要碳汇。随着城市化和工业化的进程快速发展, 能源消耗量逐渐增加, 从而使碳排放量增加, 到2015年主要能源碳排放量达到 43507×10^3 t, 25年增长了 42782×10^3 t。第三产业生产总值和居民人均消费水平对能源消耗影响最大。

关键词

黄河三角洲, 能源, 土地利用类型, 碳排放量, 影响因素

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

从20世纪开始, 中国经济迅速发展, 随着城市化和工业化步伐的加快, 第二产业、第三产业发展迅速。土地作为人类生产生活的基本资料, 在人类发展过程中, 其利用范围不断扩大, 利用类型也不断改变。相应的温室气体排放不断增加, 从而引起气候变暖等一系列的环境问题。在发展过程中, 化石燃料等能源的消耗所产生的碳排放对环境造成非常大的影响[1] [2]。

目前, 国内外学者在碳排放的影响因素研究方面开展了较多的研究。徐士春等运用LMDI加和分解法对我国碳排放的影响因素多角度探讨, 认为其主要驱动因素是经济产出效应[3]; 曹娟玲运用IPCC法对我国北方地区13个省份的能源碳排放进行研究, 认为经济弹性系数在碳排放的影响因素中占比最大, 且碳排放量具有路径依赖性[4]; 在省域尺度下, 漆雁斌等基于VAR模型分析得出, 四川省碳排放量与能源消费总量、产业结构和人均GDP有关[5]; 冯杰等利用STIRPAT模型分析出第二产业是影响各省碳排放的主要因素, 从根本上减少碳排放问题需通过第二产业的能源消耗[6]; 在地区尺度, 颜伟等运用改进的kaya恒等式和对数平均迪氏分解模型对山东半岛蓝色经济区影响因素进行驱动分析, 认为排放强度效应是促进碳排放的主导因素, 能源效应强度对碳排放起到遏制作用[7]; 丁胜、温作民基于IPAT改进模型对长江三角洲地区碳排放影响因素的定量分析得出, 能源结构优化和能源技术进步率的减排作用明显[8]。要实现国家总体的低碳发展, 就要先从区域尺度开始, 结合区域性碳排放的自身特点, 分析碳排放的驱动因素并进行针对性改善, 可以为实现国家“绿水青山”的目标提供重要的政策指导。

黄河三角洲地区作为生态经济开发区, 其发展深受国家关心。随着黄河三角洲地区经济发展和人口数量的增多, 环境问题日益突出。分析土地利用类型的变化、相关影响因素刻不容缓。东营市是黄河三角洲地区的典型城市, 在经济发展中有非常重要的地位。因此, 本文以东营市为研究区, 通过获取1990年至2015年土地利用类型数据和能源消耗数据, 计算并分析不同土地利用类型碳排放变化特点及其区域碳排放影响因素。结果对东营市经济建设、节能减排和环境保护有非常大的意义。

2. 研究地区与研究方法

2.1. 研究区现状

东营市位于山东省北部, 典型的黄河三角洲地区。东营市地理位置为北纬 $36^{\circ}55' \sim 38^{\circ}10'$, 东经 $118^{\circ}07' \sim 119^{\circ}10'$ 。东营市属暖温带大陆性季风气候, 地势沿黄河走向自西南向东北倾斜。截至 2016 年底, 东营市下辖 3 区 2 县, 总人口 213.21 万人。东营市是典型的资源型城市, 工业以石油及其相关化工工业为主。

2.2. 数据来源及数据分析方法

本文使用的东营市 1990~2015 年土地利用数据来源于遥感解译, 1990~2015 年能源消耗数据来自于《东营统计年鉴》。土地利用类型划分为: 耕地、林地、草地、水域、建设用地(城乡住宅和公共设施用地、交通运输及通信用地、工矿用地、旅游用地等)及未利用地。选取的能源有: 原煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、天然气等。

文中建设用地的碳排放量和影响因素之间的关系采用 SPSS13.0 软件进行相关分析, 不同年份各土地利用碳排放量的趋势折线图用 Excel 制作。

2.3. 碳排放计算方法

不同土地利用类型的碳排放估算法不同, 可以分为直接碳排放和间接碳排放。

2.3.1. 直接碳排放计算

直接碳排放主要针对耕地、林地、草地、水域、未利用地, 对于这五种类型土地的碳排放量, 采用直接碳排放系数法估算, 使用的公式如下:

$$E = \sum e_k = \sum T_k \times \delta_k \quad (1)$$

式中: E 代表直接碳排放量; e_k 代表不同土地利用类型产生的碳排放量; T_k 代表各土地利用类型面积; δ_k 代表各土地利用类型的碳排放(吸收)系数, 排放为正, 吸收为负。 $K = 1, 2, 3, 4, 5$, 分别代表不同土地利用类型。

学者们对不同土地利用类型的碳排放系数进行过较多研究[9] [10] [11] [12], 本文通过对比, 结合研究区的特点确定该种土地利用类型的碳排放系数。

(1) 耕地的碳排放系数。东营市的土壤类型主要为褐土、砂姜黑土、潮土、盐土及水稻土, 耕作改良适种小麦、玉米、棉花等作物, 根据其土壤特点, 采用 $0.0497 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [9]。

(2) 林地的碳排放系数。东营市林地面积大, 固碳能力强, 树种主要有刺槐、毛白杨、旱柳、国槐、白榆等。根据肖红艳[10]的研究及东营市气候和林地树木类型, 采用 $-0.0581 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

(3) 草地的碳排放系数。草地类型有很多, 东营市的草地是种植牧草和天然牧草。该地区有 288 万亩天然草场, 其中可利用草地 202 万亩, 是山东省天然草连片面积最大的地区。草地属于碳汇, 根据东营市草地类型及气候特点使用 $-0.0021 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [10]。

(4) 水域的碳排放系数。水域吸收 CO_2 , 一般被认为是碳汇。东营市除黄河外共有骨干排水河道 30 条, 河流较多, 水资源丰富。水域的碳排放系数采用赖力[11]和段晓男[12]的平均值 $-0.0253 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

(5) 未利用地的碳排放系数。未利用地是指没有被利用的土地和难利用的土地, 多是一些偏僻地或者盐碱地、沙地或其他用途的用地等。未利用地的碳排放和碳吸收的能力都比较弱, 采用的系数是 $-0.0005 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [11]。

2.3.2. 间接碳排放计算

间接碳排放针对建设用地, 主要考虑人类活动中的能源消耗和使用产生的排放。建设用地, 指建造建筑物等的土地, 包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、能源等基础设施用地、旅游、军事用地等。在该类土地上, 主要开展各项人类生活和经济活动, 消耗大量的能源, 因而造成大量的 CO₂ 的排放。因此建设用地的碳排放主要根据能源消耗来计算, 公式如下:

$$E_s = \sum E_{sk} = \sum E_{nk} \cdot \theta_k \cdot f_k \quad (2)$$

公式中: E_s 代表建设用地的碳排放量, E_{sk} 代表各能源的碳排放量, E_{nk} 代表各能源消耗量, θ_k 是各能源的转换为标准煤的系数, f_k 代表各能源碳排放系数。利用上述公式粗略求出建设用地的碳排放量。

3. 结果分析

3.1. 土地利用变化分析

通过 GIS 技术对 1990~2015 年东营市土地利用数据进行处理分析, 得出东营市不同土地利用类型的面积及其变化。由表 1 可以看出, 东营市的土地利用类型以耕地为主, 其次是建设用地、水域、草地和未利用地, 林地面积最小。2015 年耕地面积为 4198 km², 占土地总面积的 55.69%; 建设用地面积为 1206 km², 占土地总面积的 16%; 水域、草地和未利用地也占据较大的比例。面积分别为 901 km²、592 km²、589 km², 所占土地总面积分别为 11.95%、7.85%、7.81%。

Table 1. Area of land use type in Dongying City from 1990 to 2015 (km²)

表 1. 1990~2015 年东营市土地利用类型面积(km²)

	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建设用地
1990	3717	22	1227	732	970	993
1995	3379	20	1023	847	1173	1102
2000	3677	28	1207	765	829	990
2005	4285	46	599	774	624	1114
2010	4228	52	585	895	585	1194
2015	4198	52	592	901	589	1206

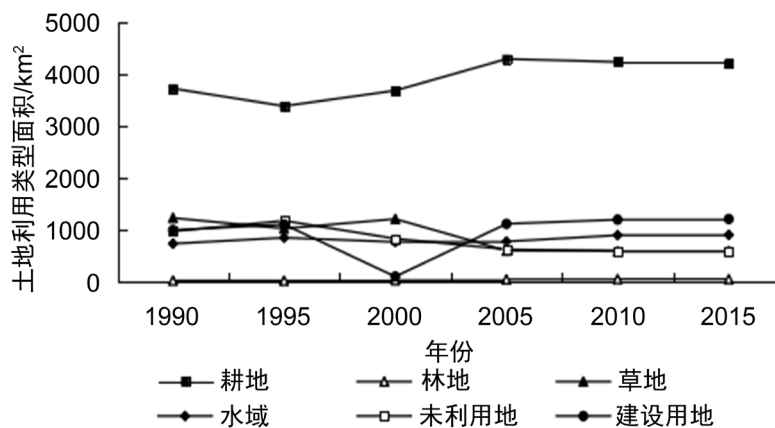


Figure 1. Comparison of land use types of Dongying City from 1990 to 2015

图 1. 1990~2015 年东营市土地利用类型对比折线图

根据表 1 数据, 制作 1990~2015 年土地利用类型面积随时间变化的折线图。由图 1 可看出, 耕地面积变化较大, 整体呈现增长趋势。具体表现为先减少(1990~1995 出现了一定程度减少), 之后逐渐增加, 2005 年后耕地面积趋于平缓。其中, 1995 年~2005 年间增幅较大, 由 3379 km² 增加到 4285 km², 2005 年耕地面积较 1995 年增长了 78.86%。建设用地和水域的面积也呈现缓慢增长趋势。草地和未利用地面积先增长再减少, 总体上呈现减少趋势。林地面积在 1990 至 2015 年间, 呈缓慢增长趋势, 从 22 km² 增加到 52 km²。综合来看, 在六种土地利用类型中, 耕地、林地、水域、建设用地的面积均处于扩大趋势, 草地和未利用地的面积不断减少, 以上数据说明, 东营市人民开发利用的能力在提升, 但经济发展方式对于草地的破坏很严重, 因此建议综合各类土地的现状合理发展方式。

3.2. 土地利用碳排放变化特点

根据各土地利用类型面积, 可直接计算出不同土地类型的碳排放量。不同土地利用类型的碳排放量的变化特点如表 2 所示。1990~2015 年间东营市总碳排放量总体呈现增长趋势, 大致可分为三个阶段: 第一个阶段是 1990~1995 年, 碳排放量呈缓慢短暂下降, 1995 年的总碳排放量为 25 年中最低, 为 148.24×10^3 t。第二个阶段是 1995~2010 年, 该时期处于碳排放相对快速增长阶段, 碳排放量从 1995 年最低的 148.24×10^3 t 增长到 2010 年的 18900.68×10^3 t。第三个阶段是 2010~2015 年, 这五年的时间里碳排放量呈快速增长。这一时期建设用地明显扩张, 城市化进程加快, 人们对能源的需求也升高, 导致了碳排放量的剧烈增加。

Table 2. Carbon emission of land use in 1990 to 2015 ($\times 10^3$ t)

表 2. 1990~2015 年土地利用碳排放量($\times 10^3$ t)

	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建设用地	总碳排放量	碳源	碳汇
1990	184.73	-1.28	-2.58	-18.52	-0.49	725.11	886.97	909.84	-22.38
1995	167.94	-1.16	-2.15	-21.43	-0.59	5.63	148.24	173.57	-24.74
2000	182.75	-1.63	-2.53	-19.35	-0.41	4455.24	4614.07	4637.99	-23.51
2005	212.96	-2.67	-1.26	-19.58	-0.31	10,664.21	10,853.35	10,877.17	-23.51
2010	210.13	-3.02	-1.23	-22.64	-0.29	18,717.73	18,900.68	18,927.86	-26.89
2015	208.64	-3.02	-1.24	-22.80	-0.29	43,507.94	43,689.23	43,716.58	-27.35

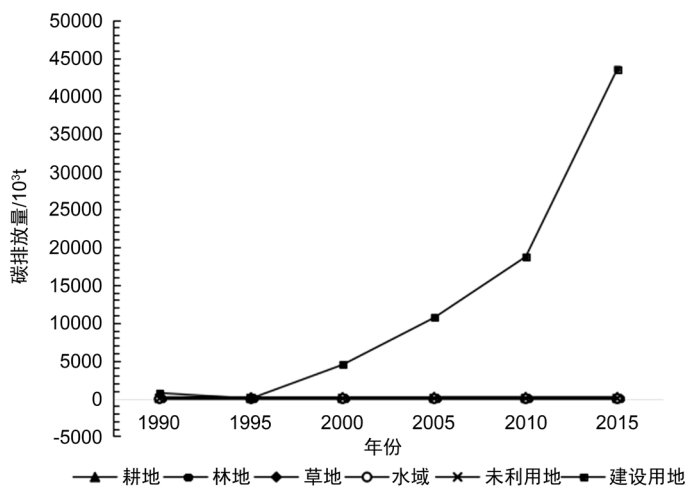


Figure 2. Carbon emissions changes of land use in Dongying City from 1990 to 2015

图 2. 1990~2015 年东营市土地利用碳排放量的变化

结合表 2 和图 2 可看出, 不同的土地利用类型碳排放量中, 只有建设用地的碳排放量一直呈剧烈增长趋势。虽然耕地面积占土地总面积最多, 但耕地的碳排放量与草地、林地、未利用地及水域的碳排放量基本相同, 变化趋势也基本相同, 呈缓慢增长的趋势。因此, 减少碳排放量最主要手段, 就是控制建设用地的碳排放量, 也就是减少建设开发过程中能源的消耗量。

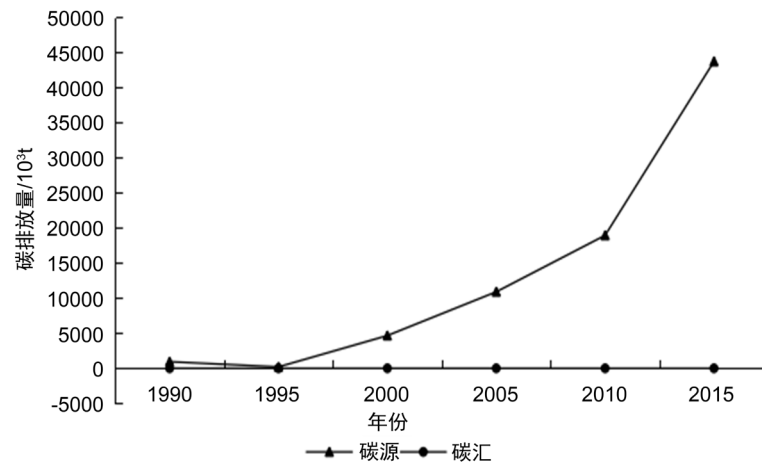


Figure 3. Changes of carbon sources and carbon sinks in 1990 to 2015
图 3. 1990~2015 年碳源碳汇变化

根据表 2 每个年份的碳源及碳汇排放作出图 3, 可以看到碳排放中碳源和碳汇的贡献。

在碳源变化中, 建设用地的碳排放量大致变化趋势基本与碳排放总量的变化趋势一致, 这说明建设用地作为主要碳源, 在东营市碳排放减少中起到举足轻重的作用。1990~1995 年建设用地的碳排放量基本维持在 725.1×10^3 t, 1995~2010 年呈相对较快增长, 2010~2015 年建设用地的碳排放量呈快速增长趋势, 从 18717.73×10^3 t, 到 2015 年的 43507.94×10^3 t, 与碳排放总量的第三阶段基本一致。建设用地的碳排放量影响碳源, 国家应出台相关政策来控制建设用地的碳排放量。

在碳汇变化过程中, 与其他地区研究中林地作为主要碳汇不同的是[13][14][15], 本地区的主要碳汇土地类型为水域, 说明东营市的水资源十分丰富。从另一方面这也表明了水资源的重要性, 一方面我们要对无污染的水域进行保护, 减少工业污水及生活污水的排放; 另一方面, 对于已污染的水域要进行清理修复, 保持水资源清洁。从整体上看, 碳汇呈缓慢增长的趋势, 与林地、草地、水域的变化趋势基本一致, 在 2011 年, 国家出台《国家环境保护“十二五”规划》使东营市环境保护意识加强。

东营市 1990~2015 年主要能源消耗碳排放量变化

本文建设用地的碳排放量采用间接碳排放的计算法, 用各种能源消耗排放碳代表建设用地的碳排放量, 因而有必要分析各能源消耗的碳排放量的变化特征。这有助于对建设用地中能源的使用和产业结构的调整起到很好的借鉴作用。

选取的能源有原煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、天然气等。图 4 显示, 原煤的碳排放量在 1990~2010 年一直呈增长趋势, 到 2010~2015 年才呈下降趋势, 下降趋势相对平缓。原煤是指煤矿生产出未经洗选、筛选加工而只经过人工拣矸和杂物的产品。1990 年中国经济刚开始发展, 工业刚起步, 原煤主要用于刚起步的工业生产和冬季取暖, 使用量较少。但随着经济发展和人口的增加, 原煤使用量增加, 2005~2010 年时增长趋势相对平缓。后期出现能代替的相对清洁的能源, 原煤使用量减少。焦炭碳排放量数值较小, 总体变化趋势和原煤的碳排放趋势类似。

焦炭被大量用于炼铁和有色金属冶炼,2005 以后钢铁的需求量增加以及东营地区有色金属企业的兴起,焦炭使用量突然增多,其碳排放量也随之增加。2010 年以后随着政府和企业对环境的治理,焦炭碳排放逐渐下降。

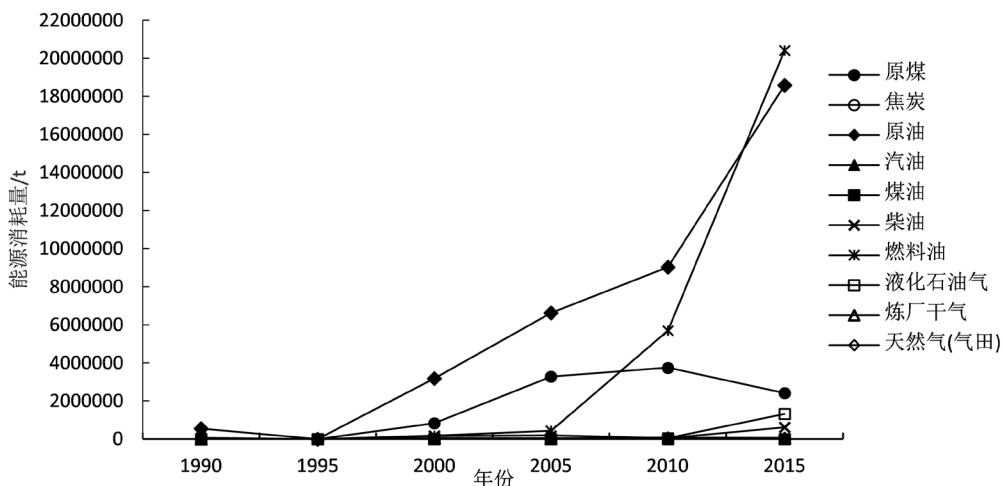


Figure 4. Changes in carbon emissions of major energy sources in 1990 to 2015
图 4. 1990~2015 年主要能源碳排放量变化

原油碳排放量一致是增加的趋势,说明整个时期工厂企业机械设备的运行、人们生活生产过程对石油总量的需求增加,导致对原油及其制品的消耗量增加,从而使碳排放量增加。柴油碳排放量变化趋势和原油碳排放量变化相似,但是其数值很小。柴油由原油加工而来,主要用于大型车辆、船舶等的柴油发动机。东营市柴油消耗的变化说明了该地区重型车辆的及其对柴油的消耗是增加的。汽油碳排放从 2000 年以后一直在波动中极其缓慢的增长。汽油的消耗主要靠车辆和橡胶、油漆、油脂类化工企业的消耗,说明东营市该类消耗源的数量(车辆、企业)稳步的缓慢增长。燃料油碳排放的变化趋势也是和原油的变化趋势一致。燃料油主要用于沥青生产、发电、锅炉燃料等。2005 年以来,人们对电力的需求逐渐增加;同时道路交通基础设施的大量修建也需要较多的沥青,因而燃料油的消耗也就随之而剧烈上涨。煤油碳排放量数值很小,持续下降。煤油主要用于灯件制作燃料、机械部件洗涤剂、溶剂等。随着时间的发展,各方面技术逐渐提高,部分使用煤油的方面逐渐被液化石油气替代。

液化石油气碳排放量剧烈增加。随着石油工业的发展,液化石油气作为化工基本原料和新型燃料需求量猛烈增长。天然气碳排放量从 2000 年一直保持稳定中增长。炼厂干气碳排放量逐渐增长。炼厂干气可以用于化工原料、肥料生产,很大一部分提供岛居民燃气管网中。而天然气也是主要的化工燃料和城市居民生活能量来源。随着能源的清洁使用,居民对于燃气的需求增加,炼厂干气利用率的有效提高,使得天然气和炼厂干气总量也是出于增长中。因而碳排放量也是增加的。

综合分析各能源的碳排放量,能源总碳排放量随年份的增加呈上升趋势。1990 年主要能源碳排放总量为 725×10^3 t,随着城市化和工业化的进程快速发展,能源消耗量逐渐增加,从而使碳排放量增加,到 2015 年主要能源碳排放量达到 $43,507 \times 10^3$ t。温室效应出现后,人类开始意识到环境问题的严峻,开始注重清洁能源的使用。从 2010 年起,原煤、焦炭等消耗量较多、碳排放量较大的能源使用量减少;同时液化石油气和汽油等相对清洁的能源被广泛使用。

东营市作为山东半岛蓝色经济区之一,工业化程度不断增强,经济快速发展,需要大量消耗能源。经济的增长使劳动力需求大,人口数量逐渐增多,取暖出行等人类生活需求使能源消费量增多。各方面

的原因使能源使用量逐年增多, 导致能源碳排放量增加。这在一定程度上反映出东营市经济发展状况。在发展过程中, 应着手于优化能源结构, 减少煤炭的使用。推广使用碳排放系数小的石油、天然气等清洁能源, 继续开发太阳能、风能、可燃冰等新能源。

3.3. 土地利用碳排放影响因素分析

为了分析东营市建设用地碳排放影响因素, 本文采集了 1990~2015 年能源碳排放总量、全市生产总值(第一产业生产总值、第二产业生产总值、工业生产总值、第三产业生产总值)、人口数量、居民人均消费水平、城市居民居住面积等指标, 在 SPSS 13.0 进行相关分析(表 3)。

Table 3. Influencing factors to carbon emission of land use

表 3. 土地利用碳排放影响因素

	能源碳排放量	全市生产总值	第一产业生产 总值	第二产业生产 总值	工业生产总值	第三产业生产 总值	人口	居民人均消费 水平
能源碳排放量								
全市生产总值	0.93 (**)							
第一产业生产总值	0.95 (**)	0.99 (**)						
第二产业生产总值	0.90 (**)	1.00 (**)	0.98 (**)					
工业生产总值	0.90 (**)	0.99 (**)	0.98 (**)	1.00 (**)				
第三产业生产总值	0.97 (**)	0.98 (**)	0.98 (**)	0.95 (**)	0.96 (**)			
人口	0.86 (**)	0.92 (**)	0.93 (**)	0.93 (**)	0.93 (**)	0.86 (**)		
居民人均消费水平	0.97 (**)	0.99 (**)	0.99 (**)	0.97 (**)	0.97 (**)	0.99 (**)	0.92 (**)	
城市人均居住面积	0.94 (**)	0.97 (**)	0.96 (**)	0.96 (**)	0.96 (**)	0.95 (**)	0.96 (**)	0.97 (**)

**代表 0.01 水平下显著相关。

本文通过相关分析可以看出, 全市生产总值与能源碳排放量呈极其显著正相关, 其中第一产业生产总值、第二产业生产总值和第三产业生产总值都对能源碳排放量有促进作用。随着生产总值的增长, 对能源的消耗也会增加, 继而导致能源碳排放量增加。第三产业生产总值与能源碳排放量相关度最大, 为 0.97, 这与我们通常认为的工业生产总值与能源碳排放量相关性最大的情况不同。1992 年 6 月中共中央出台关于加快发展第三产业的决定, 用以调整产业结构, 安置劳动力, 加快经济发展; 1992 年 12 月东营市设立经济开发区, 重点发展盐化工等, 配套发展商贸等第三产业。但随着经济发展, 第三产业在 GDP 占比都大于第一、第二产业, 预示东营市正在向低碳经济迈进。通过调整产业结构, 在保证经济发展水平提高的同时减少碳排放量。

居民人均消费水平与能源碳排放的相关度居第二位, 为 0.97, 与第三产业的生产总值几乎一样。这体现了东营市居民消费水平和生活质量较高, 居民用于取暖、照明、炊饮、交通出行等使用煤炭、汽油、原油等能源, 使用各种商品和享受服务过程中间接消耗了能源[16]。颜伟等[7]对山东半岛经济区的碳排放因素进行分解, 认为能源消耗是促进碳排放量的主导因素, GDP 对碳排放的增长具有促进作用, 人口影响因素对其贡献率几乎为 0。郑颖等研究发现经济发展和人口增长是碳排放的主要影响因素[17]。在本文研究中, 人口与能源碳排放量的相关系数为 0.86, 说明人口数量对能源碳排放有显著影响。但是人口规模效应对 CO₂ 排放的正向作用低于经济产出效应[18]。通过对能源消耗量和土地利用类型面积的变化, 可以从侧面反应东营市经济发展水平和城市化程度。

4. 结论

1) 1990~2015 年间, 东营市耕地、林地、建设用地和水域的面积整体呈现增长趋势, 草地和未利用地面积总体上呈现减少趋势。相应的土地利用碳排放量整体呈增长趋势, 在 25 年间有三个阶段: 1990~1995 年碳排放量缓慢下降, 1995~2010 年相对快速增长, 2010~2015 年快速增长。

2) 建设用地作为主要碳源, 其碳排放量变化趋势基本与碳排放总量的变化趋势一致, 这说明建设用地在东营市碳排放调控中起到举足轻重的作用。碳汇呈缓慢增长的趋势, 主要碳汇土地类型为水域。表征建设用地碳排放的能源碳排放总量在 1990 年为 $725 \times 10^3 \text{ t}$, 随着城市化和工业化的进程快速发展, 2015 年主要能源碳排放量达到 $43507 \times 10^3 \text{ t}$, 节能减排刻不容缓。

通过相关分析, 能源碳排放量与人口数量、全市生产总值、各产业生产总值、居民人均消费水平、城市居民居住面积均存在显著的相关性。说明各项产业经济生产、居民生活居住均会影响碳排放量。期中第三产业生产总值和居民人均消费水平对能源碳排放量的影响最大, 相关系数均为 0.97。

基金项目

本文受青岛农业大学大学生科技创新项目资助。

参考文献

- [1] 于左, 孔宪丽. 产业结构、经济增长与中国煤炭资源可持续利用问题[J]. 财贸经济, 2011(6): 129-135.
- [2] 洪业应. 产业结构和能源结构的变动对碳排放的影响分析: 基于环境库兹涅兹曲线检验[J]. 环境科学与技术, 2015, 38(8): 266-272.
- [3] 许士春, 习蓉, 何正霞. 中国能源消耗碳排放的影响因素分析及政策启示[J]. 资源学报, 2012, 34(1): 2-12.
- [4] 曹玲娟. 我国北方地区碳排放测度及其驱动因素分析[J]. 辽宁行政学院学报, 2019(5): 88-91.
- [5] 漆雁斌, 韩绍葵. 四川省碳排放量影响因素的 VAR 模型分析[J]. 中国经贸刊, 2019(10): 36-38.
- [6] 冯杰, 张胜, 王涛. 中国省际土地利用碳排放及其影响因素分析[J]. 统计与决策, 2019(5): 141-145.
- [7] 颜伟, 孙佳欣, 高梦斐, 张晓莹. 山东半岛蓝色经济区碳排放的影响因素[J]. 济南大学学报: 自然科学版, 2019(6): 550-555.
- [8] 丁胜, 温作民. 长三角地区碳排放影响因素分析: 基于 IPAT 改进模型[J]. 技术经济与管理研究, 2014(9): 106-109.
- [9] 方精云, 郭兆迪, 朴世龙, 等. 1981~2000 年中国陆地植被碳汇的估算[J]. 中国科学 D 辑, 2007, 37(6): 804-812.
- [10] 肖红艳, 袁兴中, 李波, 等. 土地利用变化碳排放效应研究——以重庆市为例[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2012, 29(1): 38-42, 115.
- [11] 赖力. 中国土地利用的碳排放效应研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京大学, 2010.
- [12] 段晓男, 王效科, 逯非, 等. 中国湿地生态系统固碳现状和潜力[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 463-469.
- [13] 李春丽, 唐宏, 张志丹, 车晓翠. 基于不同土地利用的吉林省碳排放时空格局分析[J]. 水土保持学报, 2016, 30(1): 250-254.
- [14] 文枫, 鲁春阳. 重庆市土地利用碳排放效应时空格局分异[J]. 水土保持研究, 2016, 23(4): 257-262.
- [15] 彭文甫, 周介铭, 徐新良, 等. 基于土地利用变化的四川省碳排放与碳足迹效应及时空格局[J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7244-7259.
- [16] 周嘉, 时小翠, 赵靖宇, 等. 中国居民直接生活能源消费碳排放区域差异及影响因素分析[J]. 安全与环境学报, 2019(3): 954-963.
- [17] 郑颖, 逯非, 杨师帅, 等. 城市能源消费 CO₂ 排放及其影响因素研究[J]. 环境保护科学, 2019(5): 85-94.
- [18] 王长建, 张虹鸥, 汪菲, 等. 城市能源消费碳排放特征及其机理分析——以广州市为例[J]. 热带地理, 2018, 38(6): 759-770.