

城市能源消费结构变动的环境效应探析

——以兰州市为例

赵延德^{1,2}, 张 慧²

(1. 临沂师范学院地理与旅游学院, 山东 临沂 276005; 2. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000)

摘 要: 城市生态经济系统是一个由“环境-资源-生产-消费-环境”组成的物质循环系统, 在这一物质循环系统中消费通过前后向关联, 从生产到资源利用和直接向环境排放废弃物两个方向影响着城市环境。以河谷型大城市兰州市为例, 利用灰色关联度模型, 通过分析 1990~2002 年间能源消费与环境变量之间的关联度, 来探讨城市能源消费结构变动的环境效应及其作用机理。

关键词: 能源消费结构; 变动; 环境效应; 灰色关联度; 兰州市

中图分类号: F063.2; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0327-03

Study on the Effects of Energy Consumption

Structure Change on the Environment

——A Case of Lanzhou City

ZHAO Yan-de^{1,2}, ZHANG Hui²

(1. Department of Geography and Tourism, Linyi Normal University, Linyi, Shandong 276005, China;

2. Key Laboratory of Western China Environmental System,

Ministry of Education, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Through forward-backward relation in the city matter cycle system, energy consumption will have effects on environment from resource production to using and waste deserted. Using the degree of grey incidences model, Lanzhou City is taken as a case to analyze the degree of incidences between the energy consumption structure and the environment variable from 1990 to 2002, as an aim to probe into the environment effects and discuss the interior action rules. At last, action mode is established to visualize the effect action process.

Key words: energy consumption structure; change; environment effects; degree of grey incidences; Lanzhou City

能源是支撑经济发展的血液, 是国民经济持续发展和人民生活水平不断提高的物质基础, 也是实现城市可持续发展中相互关联的经济、社会和环境目标的核心。随着城市的快速发展, 经济总量的提升, 以及产业结构的变化, 能源消费结构、方式等也随着城市化的演进而发生变化, 在促进城市社会经济发展的同时, 能源消费通过其在时间纵向序列上和内部组成横向序列上结构的变动, 从生产到资源利用和直接向环境排放废弃物两个方向影响着城市及其腹地环境。

1 研究区概况

兰州市是一个典型的東西长、南北窄的狭长沿河带状河谷型城市。其作为一个由经济、社会和环境组成的有机大系统, 在气候、地质、水文、植被和文化背景等方面有着不同于其他区域所独有的特点, 尤其是以封闭性为主要特征的河谷川地地形, 严重削弱了河谷环境的自净能力, 降低了环境容

量的阈值, 使城市这个有机大系统在发展过程中产生“外部不经济性”环境污染效应放大、增强, 城市能源生产和消费活动与城市环境的矛盾开始出现并逐渐尖锐化。

2 兰州市能源消费结构变动的环境效应研究

2.1 能源消费结构变动的环境效应

根据能源消费结构变动对城市环境的不同影响及资料可得性等实际情况, 选取工业废水排放量、工业废气排放量、工业粉尘产生量和工业固体废弃物产生量等作为城市环境变量; 相应的能源消费结构以兰州市终端能源消费的主要组成为变量: 原煤、焦炭、汽油、柴油、燃料油、石油液化气、热力和电力, 两者之间做 1990~2002 年 13 年尺度下的灰色关联度分析^[1-3]。分析所用数据均来源于《兰州市社会经济统计资料汇编(1949~1998 年)》、《兰州年鉴(2000~2003 年)》及兰州市环境保护局、兰州市清洁能源行动规划报告等有关数

* 收稿日期: 2006-02-17

基金项目: 国家自然科学基金(40401007)资助

作者简介: 赵延德(1979-), 男, 山东济南人, 硕士, 讲师, 主要从事干旱、半干旱地区城市环境变化研究。

据。分析结果如表 1 所示。

表 1 能源消费结构与环境变量之间的关联度

	原煤	焦炭	汽油	柴油	燃料油	石油液化气	热力	电力
工业废水	0.858	0.697	0.630	0.763	0.866	0.855	0.777	0.768
工业废气	0.812	0.648	0.527	0.757	0.749	0.604	0.854	0.835
工业粉尘	0.758	0.604	0.485	0.752	0.720	0.640	0.789	0.782
工业固废	0.881	0.654	0.570	0.764	0.771	0.750	0.776	0.777

从能源消费结构分别与工业废水、工业废气、工业粉尘和工业固废污染物排放或产生量的关联度分析来看,以原煤、热、电力和燃料油的消费对兰州市环境污染的影响最大,以汽油和焦炭影响最小,这也是与其在能源消费结构中所占的重要比重所分不开的,以煤、油为主的能源结构,其结构的变化将直接对兰州市环境产生影响,表现在废弃物产生和构成比例上。总体来看,目前兰州市能源消费结构中各种能源的消费量与污染物排放量的关联度大部分是偏大的,对环境影响也比较显著。鉴于此有必要根据能源、社会经济发展和环境保护之间的密切关系,合理优化能源消费结构,做到既要保证兰州市社会经济的快速发展,又要将能源消费过程中对环境造成的“外部性”降到最低,实现能源、社会、经济 and 环境的协调可持续发展。

2.2 能源消费结构变动的大气环境效应

兰州地区能源消费结构以煤、油为主,因此煤烟型污染是兰州市区大气污染的主要类型^[4]。3 种主要污染物(SO₂、NO_x 和 TSP)浓度值采暖期> 全年均值> 非采暖期,是因为在采暖期集中燃煤量大于平常,大量化石燃料的燃烧,使得每年采暖期这一阶段污染物浓度明显高于平常,属于典型的煤烟型大气污染。因此我们以 SO₂、NO_x 和 TSP 的 13 年平均浓度值作为环境变量,分别与能源消费结构组成做同期 13 年尺度下的灰色关联度分析,结果见表 2。

表 2 能源消费结构与主要大气污染物之间的关联度

	原煤	焦炭	汽油	柴油	燃料油	石油液化气	热力	电力
SO ₂	0.778	0.570	0.528	0.608	0.773	0.695	0.617	0.612
NO _x	0.707	0.592	0.544	0.635	0.733	0.824	0.643	0.638
TSP	0.854	0.593	0.523	0.696	0.843	0.705	0.716	0.724

注:分析数据均来源于《兰州市社会经济统计资料汇编(1949~ 1998 年)》、《兰州年鉴(2000~ 2003 年)》。

从关联度大小来看,原煤、燃料油、电力和热力是影响兰州市主要大气污染物浓度的关键因素。另外从每种能源消费对大气污染物的影响力度来看,原煤在消费结构中的比例对主要大气污染物影响力度按大小逐次为 TSP、SO₂ 和 NO_x;燃料油则对 TSP 影响较大,其次为 SO₂ 和 NO_x;而石油液化气则主要影响 NO_x,其次为 TSP 和 SO₂。

总之,以煤、油为主的能源消费结构,特有的地形地貌及其形成的特殊的气象条件,再加上工业布局 and 产业结构的不合理所造成的污染源分布 and 能源消费结构的不合理,是影响兰州市大气环境质量的重要因素。

2.3 能源消费结构变动引起的其他环境效应

在兰州市城市化过程中,以煤、油为主的能源消费结构对兰州市的大气环境构成很大的压力,大气污染物直接或间接作用于河谷环境,改变城市生态系统的组成成分,使生态系统中的某些环节发生变化,进而影响生物生存环境和人类

健康。

2.3.1 热岛环境效应

随着城市化进程的加快,城市能源消费强度和污染源增多,加上城市土地覆盖条件的改变,使城市气温变暖,城市热岛强度远比城市建设初期要强,使得兰州市区比其郊区农村的平均气温要高,像被包围的温暖岛屿,形成了兰州城市的热岛效应。兰州市区平均气温比其周边的榆中县要高,无论春夏秋冬都明显高于榆中,从图 1 见,1990 年以来兰榆温差处于波动上升的走势,在 1997 年出现峰值 4℃,总体趋势仍有不断加强之势。

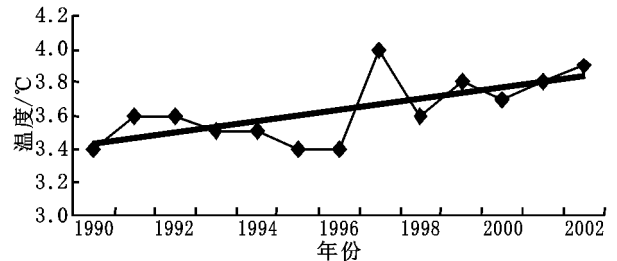


图 1 1990~ 2002 年兰榆年均温差

2.3.2 生物效应

大气污染给人体健康带来很大的危害,主要表现在与污染相关的疾病人数的增加。据田裘学等对兰州市大气污染对居民健康影响的研究表明:室内外空气的严重污染,已对人群的健康产生了明显的影响,相对于非采暖期(夏季)而言,在大气污染物急剧增加的采暖期,呼吸系统疾病、眼部炎症的患病率显著上升,兰州市居民的健康指标与大气污染指数数大都在 0.7 左右,具有较强的相关性^[5]。另外,刘军^[6]对兰州市人群血液中碳氧血红蛋白含量(COHb 值)研究结果发现,兰州市人群血液 COHb 值较高,且 COHb 值夏季低于冬季,在冬季燃煤型污染区又略高于化工型污染区,总之兰州市大气污染特别是在冬季对人群血液 COHb 值的影响已十分严重。通过研究兰州市区与郊区儿童及其父母呼吸系统的健康表明,市区人群呼吸系统的患病率明显高于郊区,特别是父母的患病率比郊区高 71.4%^[7]。吴佩君等通过对兰州市城关区疾病死亡率的研究认为主要由大气污染所引起的呼吸系统疾病,以总死亡率 130.36/(10⁵·人)位居第一^[8]。

总之,因大气污染引发城市热岛效应和各种对人体、生物健康等衍生出的环境效应外,还引发诸如浑浊岛效应、酸雨效应以及改变局地环流条件等其他一系列环境效应。这种由大气环境衍生的环境效应应具有滞后性,往往在污染发生的当时不易被觉察或预料到,然而一旦发生就表示环境污染已经发展到相当严重的地步。有害物质和有害因子进入环境并在环境中发生扩散、迁移和转化,使生态系统的结构和功能发生变化,直接影响人类居住环境质量的下降。城市化过程是人口集中、社会经济结构升级的过程,也是能源消费结构不断升级、变动的过程,在这一过程中,人为因子成为制约城市发展的重要因素,通过能源消费结构的变化,引起对城市环境作用方式、强度、水平和造成“外部性”的不同,通过连锁反应,对城市生物、环境等产生影响。

3 作用机理分析

为了形象的表征出能源消费结构变动对环境产生的效应及影响作用机理,我们以能源消费结构变动的环境效应截面简图 2 来表示:

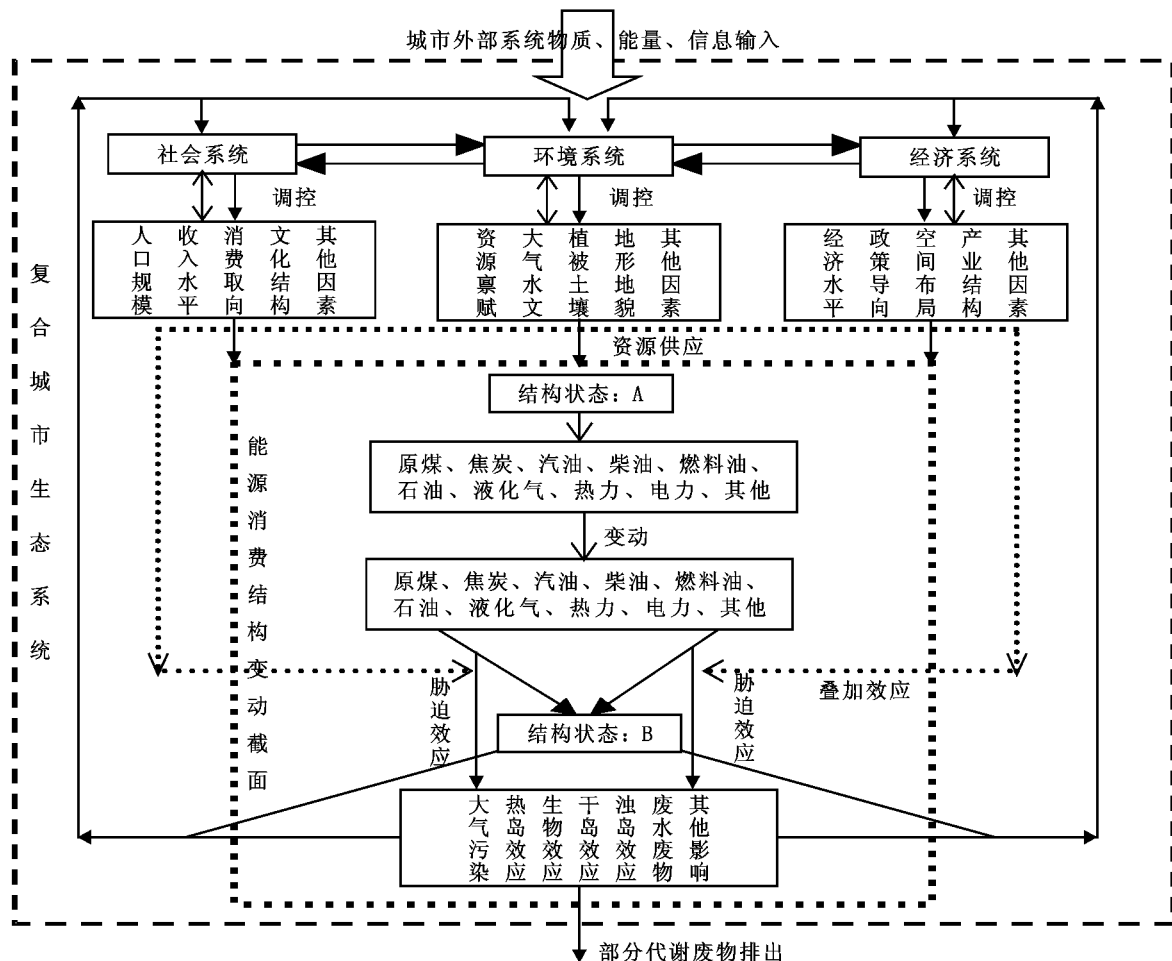


图 2 能源消费结构变动的环境效应作用机理图

在城市“社会-环境-经济”复合生态系统背景支撑下,随着社会的发展,能源消费不断提升消费水平、消费模式和观念,由一种结构状态 A 变化到另一种结构状态 B,使得城市消费的能源资料的比例关系及其构成状态都相继发生了变化,最终通过能源消费结构组成上物化表现出来,使得越来越多的新物质进入消费领域,从而使得物质代谢呈现多样化,排放到环境中的有毒、有害、不易降解、不易净化和处理的物质不断增多,使“三废”污染成分越来越复杂,处理难度和处理成本巨增。而所有这些过程,都在兰州市以封闭式为主要特征的特殊地理环境的背景值下被叠加放大,产生胁迫效应加重对城市生态经济系统的影响。

(下转第 332 页)

(上接第 326 页)

参考文献:

- [1] 梁在潮. 雾化水流理论[J]. 泄洪工程与高速水流, 1996, (2): 43- 46.
- [2] 陈惠玲. 小湾水电站泄洪雾化研究[J]. 云南水力发电, 1998, (4): 51- 55.
- [3] 刘进军, 等. 白山电站泄洪雾化原型观测与模型试验研究[J]. 东北水利水电, 2002, 20(2): 41- 45.
- [4] 刘宣烈. 二滩水电站泄洪水流雾化及其影响的研究[J]. 天津大学学报, 1989, 22(4): 15- 23.
- [5] 梁在潮. 雾化水流溅水区的分析和计算[J]. 长江科学院院报, 1996, 13(3): 9- 13.
- [6] 梁在潮. 三峡水利枢纽挑流雾化流问题的研究[J]. 武汉水利电力大学学报, 1994, 27: 636- 642.
- [7] 苏建明, 等. 二滩水电站泄洪雾化对下游边坡的影响[J]. 水文地质工程地质, 2002, 29(2): 22- 24.
- [8] 董槐三. 高水头大流量泄洪消能研究[J]. 水力发电, 1998, 24(3): 21- 24.
- [9] 曾祥. 高坝泄洪水流雾化问题研究介绍[J]. 长江科学院院报, 1997, 30(2): 22- 25.
- [10] 向光红, 等. 构皮滩水电站泄洪雾化及防护研究[J]. 贵州水力发电, 2005, (3): 34- 36.
- [11] 孙双科, 刘之平. 泄洪雾化降雨的纵向边界估算[J]. 水利学报, 2003, 34(12): 53- 57.
- [12] 朱济祥, 等. 龙羊峡水电站泄流雾化雨导致岩质边坡的蠕变变形分析[J]. 水力发电学报, 1997, 16(3): 31- 38.
- [13] 梁在潮, 等. 小湾水电站泄流雾化水流深入研究[J]. 云南水力发电, 2000, 16(1): 28- 32.
- [14] 宋恩来. 白山水电站泄流雾化和溅水研究[J]. 东北电力技术, 2002, 16(8): 9- 11.
- [15] 潘瑞文. 高坝挑流消能述评[J]. 云南水力发电, 1998, (3): 18- 19.
- [16] 黄荣彬. 拉西瓦水电站泄洪消能优化设计中的几个水力学问题[J]. 水力发电, 1996, 22(8): 50- 53.

数、铁。

2.2 综合法

综合法的评价结果见表 6。评价结果表明, 综合评分值小于 0. 8, 属于优良水质的监测井有 4 眼, 只占 5. 3%; 评分值在 0. 8~ 4. 25, 属于水质良好的或较好的监测井 11 眼, 占 14%, 分布在青龙城关、抚宁柳江盆地、昌黎县城关一带; 评分值在 4. 25~ 7. 20, 属于水质较差的监测井 30 眼, 占近 40%, 分布在青龙县、昌黎平原及市区北部一带, 主要污染物有铁、锰、硝酸盐氮等; 评分值大于 7. 20, 属于水质较差的监测井 31 眼, 占 40%, 分布在昌黎县东南沿海、抚宁县东南沿海、市区滨海区及山海关桥梁厂, 主要污染物有高锰酸盐指数、硝酸盐氮、氯化物、总硬度等。说明海水入侵造成的影响较大。(详见表 6)

表 6 综合法评价结果表				
综合 评分值	水质 类别	评价井 数量(眼)	所占 比例/ %	主要污染物
< 0. 8	(优良)	4	5. 3	
0. 8~ 4. 25	、 (良好)	11	14. 5	
4. 25~ 7. 2	(较差)	30	39. 5	Fe、Mn、NO ₃ -N
> 7. 2	(极差)	31	40. 8	高锰酸盐指数、Cl ⁻ 、NO ₃ -N、总硬度

综合法与单因子法评价比较: 单因子法评价直观, 可以较好地说明地下水水质是否污染或污染物是否超标, 但不能反映地下水质量的整体状况, 在多种污染共存时难以评价或检验。综合法评价比较符合客观实际, 但超标因子较多时, 也存在分辨率也高的情况。综合分析两种方法的评价结果, 可较客观地掌握秦皇岛市地下水环境质量状况。

2.3 地下水水质变化趋势分析

在地下水水水位漏斗区, 海水入侵区外围及城市区选取 4 眼常年监测井进行水质变化趋势分析, 包括昌黎县城关的钱庄及刘台庄, 市区的邹吕庄和戴河村, 根据本区地下水水质特点及污染物, 选用硬度、矿化度、氯离子、硝酸盐氮、氨氮、氯化物和高锰酸盐指数等主要污染物进行单项趋势分析, 根据单项权重计算该监测井的变化趋势, 评价结果见表 7。

参考文献:

[1] 彭文启, 张祥伟. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 56~ 58.

[2] 宋秀杰, 丁庭华. 北京市地下水污染的现状和对策[J]. 环境保护, 1999, (11): 44~ 47.

[3] 杨建设, 牛显春, 林东年. 近海岸水环境污染评价与对策[J]. 水土保持研究, 2003, 10(2): 38~ 40.

[4] Asia Development Bank. Development of Environment Statistics in Developing Asian and Pacific Countries[Z]. 1999.

[5] WHO. Guidelines for Drinking- Water Quality, Volume I, Recommendations[M]. Geneva: World Health Organization, 1993.

[6] 张笑归, 刘树庆等. 白洋淀水环境污染对策[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 27~ 31.

[7] 唐小鹏, 吴普特. 杨陵区地表水及地下水环境质量评价[J]. 水土保持研究, 2002, 9(2): 135~ 140.

(上接第 329 页)

参考文献:

[1] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.

[2] 李英年, 周华坤, 沈振西. 高寒草甸牧草产量形成过程及与气象因子的关联分析[J]. 草地学报, 2001, (9): 234.

[3] 刘思峰, 郭天榜, 党耀国, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 44~ 66.

[4] 祈斌, 张志元, 朱学义, 等. 环境与空气污染[M]. 兰州: 甘肃民族出版社, 2001. 63~ 210.

[5] 田裘学, 周伶芝. 兰州市大气污染对居民健康影响的研究[J]. 中国环境科学, 1994, 14(3): 200~ 205.

[6] 刘军. 兰州市人群血液 COHb 值初探[J]. 甘肃科技, 1994, 10(6): 22.

[7] 田裘学, 周伶芝, 田瑞. 兰州市空气污染对儿童及其父母呼吸系统健康的影响[J]. 中国环境监测, 2001, 17(7): 48~ 51.

[8] 吴佩君, 张守斌, 王克兰, 等. 兰州市城关区疾病检测点 1990~ 1996 年居民病伤死因分析[J]. 疾病监测, 1998, 13(6): 219.