

榆林煤炭开发过程中区域水土保持及生态环境趋优的社会经济机制研究

杨博¹, 王征兵^{1*}, 郭佐宁², 王宏科², 全泽林², 许海龙², 王朝辉³

¹西北农林科技大学经济管理学院, 陕西 杨陵

²陕西煤业化工集团陕北矿业公司, 陕西 榆林

³西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵

收稿日期: 2023年6月12日; 录用日期: 2023年6月23日; 发布日期: 2023年8月3日

摘要

作为全国主要能源基地, 榆林市在平衡煤炭产业与生态环境关系上做出了重要贡献, 水土流失及生态破坏问题得到明显改善。基于此背景, 本文创新性的以榆林市煤炭开发对水土保持及生态环境的正面影响为研究视角, 采用Tobit模型分析煤炭开发的生态环境响应度的社会经济影响因素。结果显示: 1) 1996~2020年榆林市煤炭开发指数明显低于生态环境指数, 且均呈现波动上升趋势, 说明生态环境整体趋好; 2) 1997~2020年榆林市煤炭开采的生态环境响应指数与响应度集中在零附近波动, 正响应指数多于负响应指数, 说明煤炭开发在一定程度上促进了生态环境的改善, 且两者关系相对稳定; 3) 地区经济发展水平、第一与第三产业结构对榆林市煤炭开发的生态环境响应度有显著的正向影响。据此, 本研究从助力煤炭产业发展、提高第一与第三产业比重、加强煤炭企业与各级部门联系、增强煤炭产业反哺生态环境能力、推进生态环境补偿机制等方面为煤炭产业的可持续发展提供建议, 进一步保证地区经济发展与资源开采间的良性的发展。

关键词

煤炭开发, 生态环境, 响应指数, 响应度, 影响因素

Social and Economic Mechanisms of Regional Soil and Water Conservation and Ecological Environment Improvement as a Result of Coal Mining in Yulin

Bo Yang¹, Zhengbing Wang^{1*}, Zuoning Guo², Hongke Wang², Zelin Quan², Hailong Xu², Zhaohui Wang³

*通讯作者。

文章引用: 杨博, 王征兵, 郭佐宁, 王宏科, 全泽林, 许海龙, 王朝辉. 榆林煤炭开发过程中区域水土保持及生态环境趋优的社会经济机制研究[J]. 现代管理, 2023, 13(8): 980-991. DOI: 10.12677/mm.2023.138124

¹School of Economics and Management, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling Shaanxi

²Shaanxi Coal Chemical Group Shanbei Mining Company, Yulin Shaanxi

³School of Resources and Environment, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling Shaanxi

Received: Jun. 12th, 2023; accepted: Jun. 23rd, 2023; published: Aug. 3rd, 2023

Abstract

As a major energy base in China, Yulin has made important contributions to the balance between the coal industry and the ecological environment, and the problems of soil erosion and ecological destruction have been significantly improved. With this background, This paper innovatively takes the positive impact of coal development on the soil and water conservation and ecological environment in Yulin City as a case study to analyze the socio-economic factors by Tobit model. The results showed that: 1) The coal development index of Yulin was significantly lower than the ecological environment index from 1996 to 2020, both showing an upward trend of fluctuation, indicating the overall ecological environment is improving. 2) The eco-environmental response index and responsiveness of coal mining in Yulin mainly fluctuated around zero from 1997 to 2020, and the positive response index was significantly more than the negative response index. Coal development promoted the improvement of ecological environment to a certain extent, and the relationship between the two was relatively stable. 3) The level of regional economic development, the first and the third industry structure of coal development of Yulin city have significant positive influence on ecological environment responsivity. On this basis, this study from promoting the coal industry development, raising the proportion of the first and the third industry, strengthening the relationship of the coal enterprises and other departments, enhancing the feedback capability of the ecological environment for the coal industry, promoting the ecological environment compensation mechanism and so on to provide suggestions for coal industry sustainable development, further guarantee benign development between economic development and resources exploitation.

Keywords

Coal Development, Ecological Environment, Response Index, Responsivity, The Affecting Factors

Copyright © 2023 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

榆林煤炭具有储量大、品质优、易开发、保护好的资源优势。自 1998 年陕北能源化工基地建设以来，榆林煤炭产业飞跃发展，建成国家重要的煤炭基地，煤电基地、煤化工基地，成为世界最大的兰煤生产基地，截止 2021 年榆林地区煤炭产量达到 5.52 亿吨，同比增长 6.2%，占全国煤炭产量的 13.6%，榆林也成为我国“东煤西运”的重要源头[1]。但榆林地处黄土高原和毛乌素沙地交界地带，生态环境脆弱，伴随煤炭开发，矿区乃至市域水土保持与生态环境发生了巨大变化。从间接影响来看，煤炭开发会使煤炭企业更加注重水土保持与生态环境，加大其对植被修复的投入，为煤炭产业的可持续发展提供良好的基础；从直接影响来看，伴随煤炭开发而来的是气候日益温和，地表降水渗入率与土壤富氧含量增加，地表植被增加，水土流失量明显减少，区域人口持续显著增加，宜居宜业程度明显改善。2021 年 9 月，习总书记在陕西榆林考察时，提出榆林地区煤炭产业要按照绿色低碳的发展方向，推进其转型升级。基于此背景，深刻认识

榆林市煤炭开发与水土保持及生态环境的关系,明确煤炭开发、生态环境与社会经济三大系统之间的作用机制,对于实现榆林地区煤炭产业转型升级及维护黄河中下游地区生态环境安全具有重要意义。

2. 文献综述

煤炭开发与水土保持、生态环境的关系长期以来是学界研究的重点,集中在生态煤炭开采对两者的负面影响[2]。强调煤炭开采对土地及景观、水体、大气以及对矿区生态环境的影响四个方面[3] [4] [5]。具体来说,煤炭开采扰动矿区生态环境[6] [7],诱发植被损伤、景观破碎、土地退化等系列问题[8] [9]。煤炭开采业耗水量巨大,加剧了流域水资源短缺,同时,高强度采煤不仅会加重风沙区,沙漠化态势,也会胁迫黄土区水土流失[10]。关于煤炭开采对于水土保持及生态环境带来的负面影响,当前学者一部分坚持通过强化环境管理、加大生态修复投入、改进开采技术等方式进行改善[11] [12],而解决矿区水土流失的主要措施是工业场地、采掘场、排土场、道路工程、供电线路等防治区内的土地整治、拦挡、排水、绿化等工程措施和林草措施[13]。另一部分学者主张通过矿区生态补偿机制消除煤炭开采带来的负外部性[14] [15],但是关于矿区生态补偿的范围、主体以及受偿主体等方面仍然存在较大差异[16]。榆林地处毛乌素沙漠边缘,生态环境脆弱,同时由于长期对煤炭产业的过度依赖,榆林地区产业结构不合理问题严重[17],存在一定程度的“荷兰病”效应[18]。

现有研究几乎只单纯的讨论煤炭开采与水土保持、生态环境的关系,且主要集中在煤炭开采对水土保持及生态环境的负面影响方面,关于煤炭开采在带动地区经济的同时,会通过生态补偿、增加植被修复与保护投入助力地区水土保持与生态环境的改善这一机制的研究鲜有涉及。基于此,本文重新审视了榆林煤炭开发与水土保持及生态环境的关系,且以此为切入点,分析榆林地区煤炭开发过程中两者的变化趋势及其背后的社会经济因素。通过进一步完善榆林煤炭开发带动地区经济发展,从而助力水土保持与生态环境趋优的作用机制,为榆林地区走生态友好型煤炭开发道路,协调地区经济发展与生态环境的关系提供理论支持。

3. 榆林市煤炭开发过程中区域水土保持与生态环境趋优的社会经济机制

从区域经济发展角度来看,煤炭产业不仅带动地区经济发展,也引起地表裂缝松动,增加了降水渗入率与土壤富氧含量,对于地区植被的发育与特色农产品的种植均有积极的刺激作用,有利于提高农产品质量。同时,煤炭企业周边的酒店、餐饮等服务业开始崛起,部分矿区农户从原有以农牧业为主的生产模式中跳出,转向服务业,第三产业得到发展,地区原有单一的产业结构被打破,实现一、二、三产业协同发展。现阶段对煤炭企业的征税主要由三个方面组成,分别是资源税、增值税与所得税,其中,资源税在一定程度上补偿了煤炭开发过程中造成的水土流失以及对生态环境的破坏,是确保煤炭开发过程中水土流失及生态破坏得到改善的重要保障,而增值税与所得税则是保证地区经济发展与财政水平的基础[19],三种税收的共同使用,平衡了地区发展的经济效益与环境效益,煤炭企业的快速发展也使其成为当地税收的主要来源。

从社会发展角度来说,伴随煤炭开采应运而生的诸如酒店、餐饮等服务行业的发展,不仅为矿区居民提供了大量就业岗位,使农业从业者转向工业与的服务业,也因地表与土壤环境的变化,使种植业结构发生改变,从而使地区整体产业结构发生改变(图 1)。

基于以上分析,现提出以下假设:

- 1) 地区经济发展水平的提高能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。
- 2) 政府农林水务扶持水平能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。
- 3) 采矿业税收水平能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。
- 4) 第一产业结构能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。
- 5) 第二产业结构能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。
- 6) 第三产业结构能够显著正面影响生态环境对煤炭开发的响应水平。

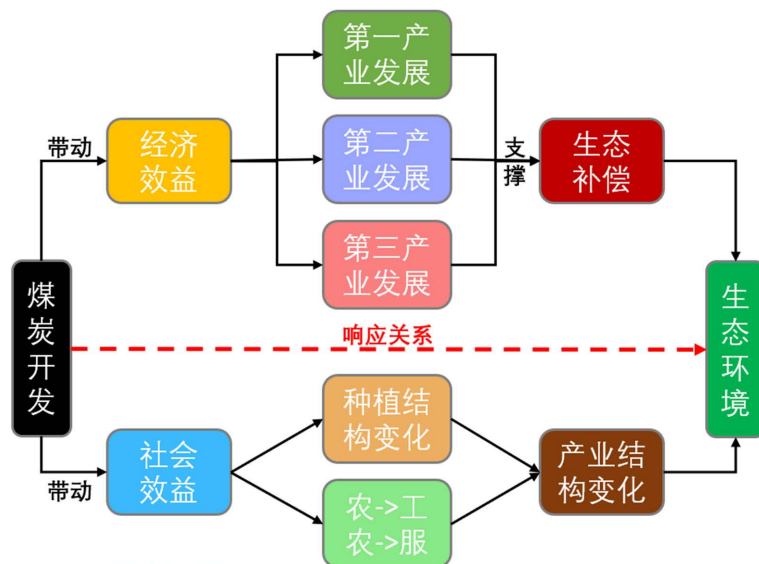


Figure 1. Social and economic mechanism of regional soil and water conservation and ecological environment improvement during coal development in Yulin
图 1. 榆林市煤炭开发过程区域水土保持及生态环境趋优的社会经济机制

4. 榆林市生态环境与煤炭开发变化趋势分析

图 2 为 1990~2020 年榆林市水土保持林存量面积、年末耕地面积趋势图，可以看到年末耕地面积从 1991 年大幅度上升，随后出现小幅度下降，但很快又处于上升趋势；水土保持林面积在 2002 年以前增速较快，2002 年以后增速明显放缓，但整体是增加趋势。图 3 为 1996~2020 年榆林市退耕还林还草存量面积趋势图，可以看到 1996~2005 年退耕还林还草存量面积大幅度增加，随后增加幅度明显下降，这与全国退耕还林政策实施年份基本重合。基于以上对榆林市营造林存量面积、年末耕地面积、水土保持林存量面积以及退耕还林还草存量面积变化趋势的分析，可以发现榆林市植被覆盖状况明显增加，水土流失问题得到较好解决，整体生态环境驱优。

榆林市原煤开采量与采矿业产值在 2000 年以前处于平稳变动趋势，其中原煤产量平稳增加；2000 年后煤炭产能激活，资源优势逐渐显现，原煤产量与采矿业产值均出现大幅度增加，且增速不断加快，逐渐步入良性发展轨道(图 4)。

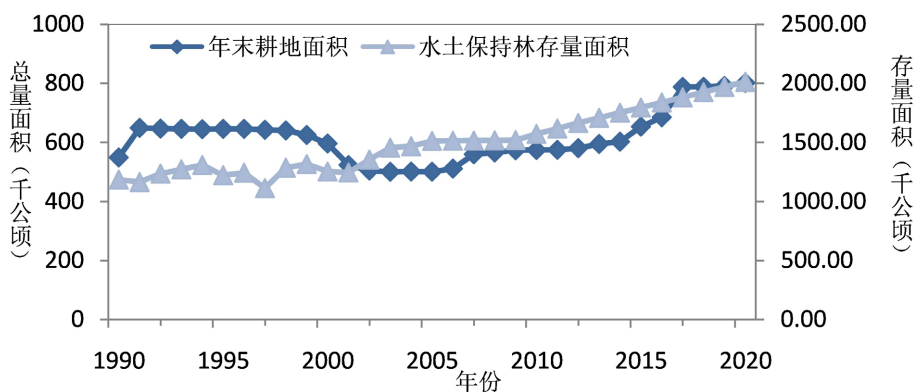


Figure 2. Trend chart of forest stock area for soil and water conservation and cultivated land area at the end of the year from 1990 to 2020 in Yulin
图 2. 1990~2020 年榆林市水土保持林存量面积、年末耕地面积趋势图

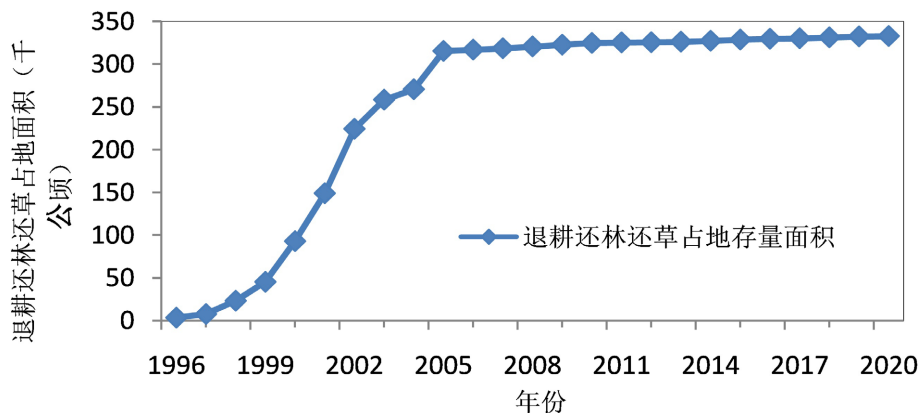


Figure 3. Trend of the stock area of returning farmland to forest and grassland in Yulin from 1996 to 2020

图 3. 1996~2020 年榆林市退耕还林还草存量面积趋势图

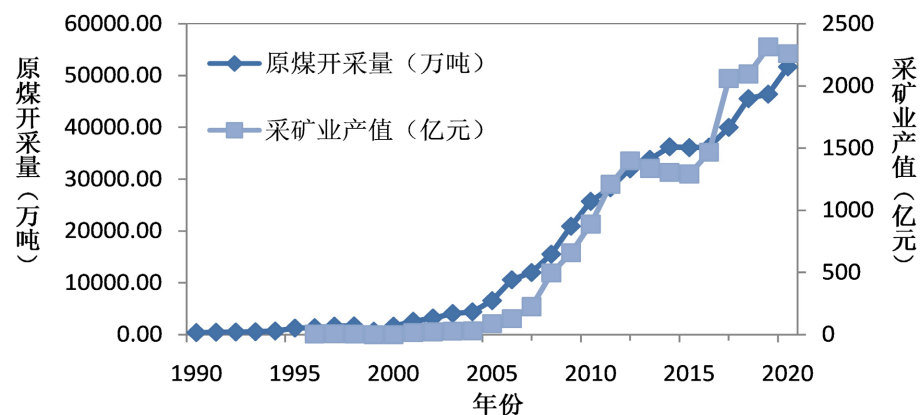


Figure 4. 1990~2020 Yulin coal mines and 1996~2020 mining production of Yulin

图 4. 1990~2020 年榆林市原煤开采量与 1996~2020 年榆林市采矿业产值

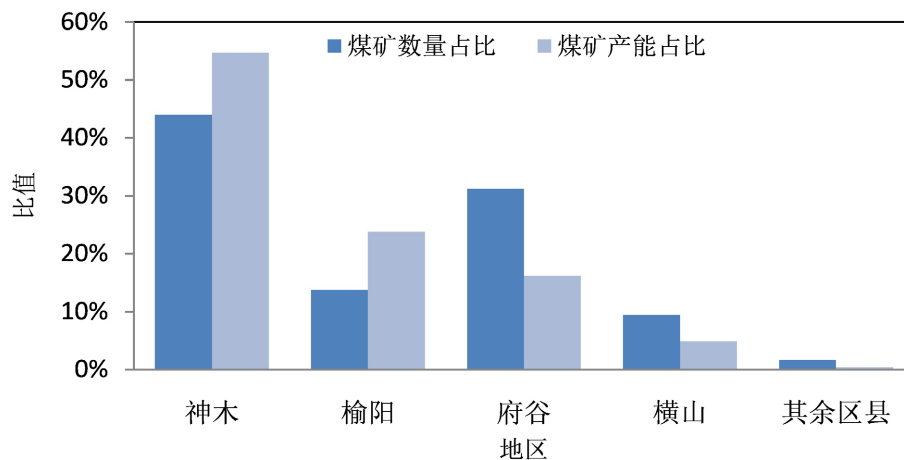


Figure 5. Proportion of coal mine quantity and capacity in Yulin by district and county in 2020

图 5. 2020 年榆林各区县煤矿数量占比与产能占比情况

2020 年榆林各区县煤矿数量占比与产能占比情况中，神木煤矿数量占比最高，103 处煤矿占比 54.7%，其次是府谷、榆阳、横山。而产能占比中，神木以 28,010 万吨/年，位列首位，其次是府谷、

榆阳、横山(图 5)。在生产结构方面,2020 年榆林各井型煤矿数量与产能占比情况,中型煤矿数量最多,大型煤矿产能占比最大(图 6)。同时榆林民营煤矿 179 处,产能 14,850 万吨/年,分别占比 76.5%、29%,国有煤矿 55 处,产能 36,330 万吨/年,分别占比 23.5%、71%。神木作为榆林地区煤炭开采的重要重点,煤矿数量与产能占比均在各县区首位。府谷虽然煤矿数量占比较大,但产能占比远低于应有水平,主要原因可能是该地区煤矿多以民营为主,受限于技术水平、经营规模的因素,产能远低于大型国有煤矿。同时,国有煤矿仍然是榆林地区煤炭生产的主要力量,而不断兴起的民营煤矿在社会经济发展的作用也日益重要。

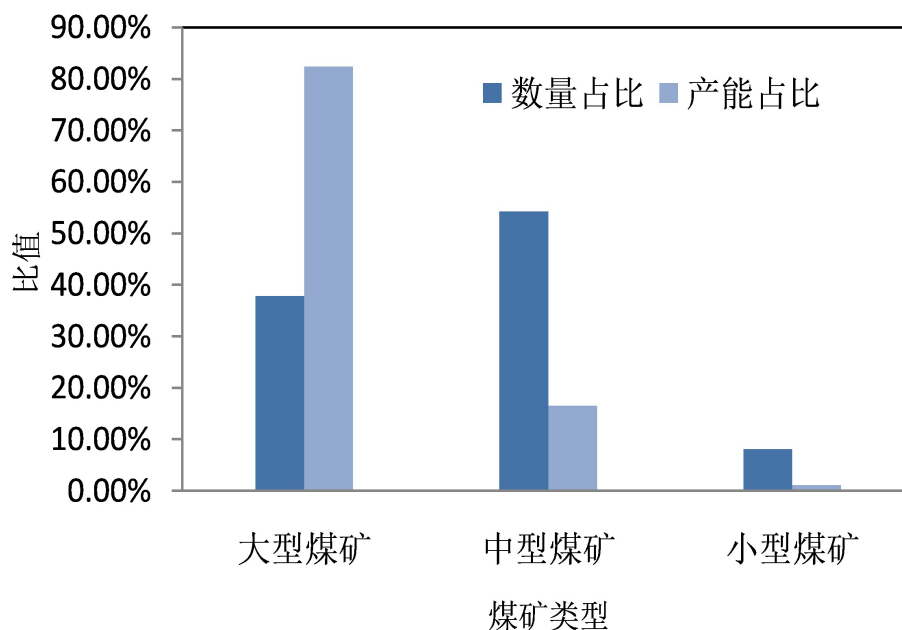


Figure 6. The number and capacity ratio of each well type coal mine in Yulin in 2020
图 6. 2020 年榆林各井型煤矿数量与产能占比情况

5. 实证分析

5.1. 数据来源与变量选取

本文数据由 1996~2020 年《榆林统计年鉴》《陕西省水利统计年鉴》《榆林市统计公报》整理得到。其中地区生态环境指标体系与地区煤炭开发水平指标体系为 1996~2020 年数据。参考王奎峰等(2014) [20]、史建军(2019) [21]、谢莉娟等(2021) [22]、张鑫等(2022) [23]、刘芳等(2022) [24]的已有研究成果,采用 RSP 分析框架,从生态环境状态、生态环境压力和生态环境响应三个方面构建地区生态环境水平指标体系,同时构建榆林市地区煤炭开发水平及地区社会经济水平指标体系,具体指标体系如表 1 所示。

为便于研究,对指标体系进行以下说明:

- 1) 由于数据缺失,2009 年及以前的工业废水处理量指标采用工业废水排放达标量指标代替;2000 年及以前的废气治理设施运行费用采用污染项目本年完成投资代替。
- 2) 考虑到价格因素的影响,这里以 1996 年为基期,采用 1996 年 CPI 指数对涉及价值的变量进行平减。
- 3) 对于部分缺失数据,本文采用 SPSS 进行插补。

Table 1. Index system of ecological environment level and coal development level in Yulin**表 1.** 榆林市地区生态环境水平与煤炭开发水平指标体系

指标体系	具体指标	
地区生态环境水平	生态环境状态	森林覆盖率(%) 年降水量(毫米) 年平均气温(摄氏度) 年日照数(小时) 园林绿化覆盖面积(公顷) 年末耕地面积(千公顷) 全年供水量(万立方米)
	生态环境压力	一般工业固体废物产生量(万吨) 工业废水排放量(万吨) 二氧化硫排放量(吨) 烟尘排放量(吨)
	生态环境响应	工业固体废物处置量(万吨) 工业废水处理处置量(万吨) 废气治理设施运行费用(万元) 累计水土流失治理面积(千公顷) 营造林面积(千公顷)
	地区煤炭开发水平	原煤开采量(万吨) 煤炭采选业规模以上企业数量(家) 煤炭采选业全社会实际投资(万元) 煤炭采选业产值(万元)

5.2. 榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数及响应度的测算

在测算榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数及响应度之前,采用 Shannon 的熵值法计算指标权重,得到生态环境系统与煤炭开发的综合发展指数。

1、数据的标准化

由于各指标的数量级、量纲以及指标属性的不同,这里对两系统中所有指标进行标准化处理。有些指标是越大越好的正向指标,有些是越小越好的反向指标[25],正向指标与反向指标的标准化公式分别为(1)、(2),本文两系统中所有指标均为正向指标。

$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (1)$$

$$u_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2)$$

上式中 x_{ij} 表示某系统中第 i 年第 j 个指标的原始值 p_{ij} , u_{ij} 表示某系统第 i 年第 j 个指标标准化后的值,

其中生态环境系统 $j=1,2,\dots,16$ ，煤炭开发系统 $j=1,2,\dots,4$ ， $i=1,2,\dots,25$ 。借鉴周振和孔祥智(2015) [26] 对于标准化以后为零的数据，选取该组数据中非零最小值的十分之一取代零值。

2、确定指标权重

参考廖文梅等(2020) [27]的做法，计算第 i 年第 j 个指标的权重，具体计算公式如(3)式所示。

$$p_{ij} = u_{ij} / \sum_{i=1}^{25} u_{ij} \quad (3)$$

3、计算第 j 个指标的熵值 e_j

$$e_j = -\frac{1}{\ln 25} \sum_{i=1}^{25} p_{ij} * \ln p_{ij} \quad (4)$$

4、计算各指标权重 ω_j

$$\omega_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j) \quad (5)$$

m 表示某一系统中指标个数，这里 $m=16$ 或 $m=4$ 。

5、计算两系统中各省的综合发展指数 λ_{ij}

$$\lambda_{ij} = \sum_{i=1}^{25} \omega_j * u_{ij} \quad (6)$$

测算得到 1996~2020 年榆林市生态环境体系与煤炭开发体系综合发展指数变化趋势(图 7)

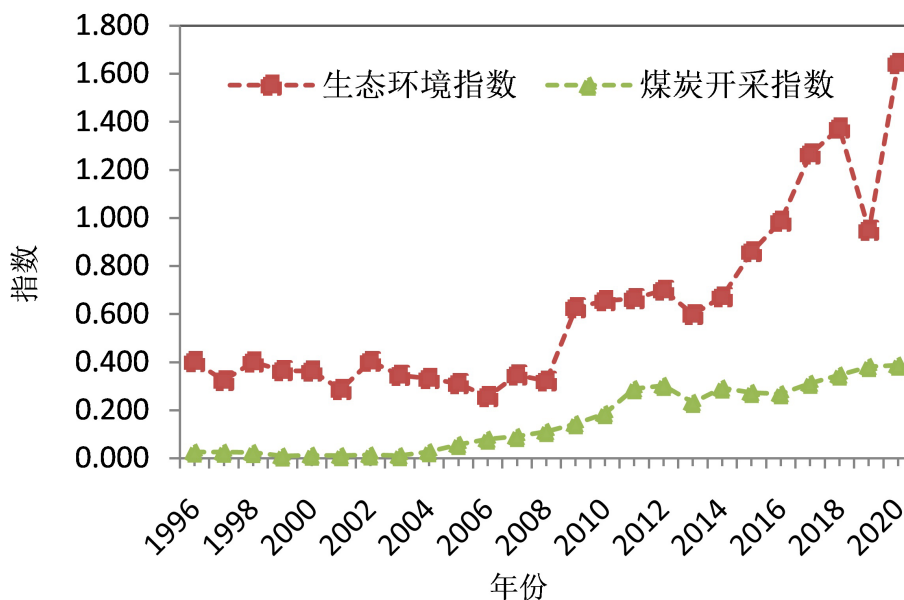


Figure 7. Change trend chart of ecological environment index and coal development index of Yulin from 1996 to 2020

图 7. 1996~2020 年榆林市生态环境指数与煤炭开发指数变化趋势图

就榆林市煤炭开发水平而言，1996~2020 年榆林市煤炭开发指数不断提高且增速逐渐加快。这一点反映在 2004 年煤炭开发指数提高幅度增大，此后各年煤炭开发提高幅度逐渐增大，可能的原因是煤炭开采技术的革新、管理水平的提高以及生产规模的不断扩大，全市整体煤炭开采水平不断提高。就榆林市生态环境水平而言，1996~2020 年榆林市生态环境指数呈现波动上升趋势，其中 1996~2009 年间，榆林

市生态环境指数较低且基本保持平稳,波动不明显,2009年后生态环境指数增速明显加快,说明这一时期,榆林市生态环境趋优势头强劲,整体环境得到了明显改善。其中,2019年生态环境指数出现一定程度下降,但2020年又快速回升,说明榆林市生态环境的整体韧性较强,恢复能力得到提高。整体来看,榆林市煤炭开发指数低于其生态环境指数,同时,2014年后生态环境指数增速快于煤炭开发指数增速,两者差距逐渐拉大,说明榆林市在保证地区优势产业发展、资源开发的基础上,对生态环境的重视程度不断增加,这就使得煤炭开发水平虽然有所提高,但与生态环境水平的差距逐渐拉大。

基于1996~2020年榆林市煤炭开发指数与生态环境指数的测算,本文参照史建军(2019) [21]年研究成果,测算榆林市生态环境水平对煤炭开采水平的响应指数,具体计算公式如(7)所示。

$$A_t = \frac{(H_{et} - H_{et-1})/H_{et-1}}{(H_{ct} - H_{ct-1})/H_{ct-1}} \quad (7)$$

上式中, A_t 为第 t 年榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数,分子为生态环境指数变动率,分母为煤炭开发指数变动率。 H_{et} 为第 t 年榆林市生态环境指数, H_{ct} 为第 t 年榆林市煤炭开发指数。当 $A_t > 0$ 时,表明榆林市煤炭开发有助于当地生态环境的改善,生态环境对煤炭开发具有正向响应,数值越大,正向响应越大;当 $A_t < 0$ 时,表明榆林市煤炭开发降低了当地生态环境的整体水平,生态环境对煤炭开发具有负向响应,数值越小,负向响应越大;当 $A_t = 0$ 时,表明榆林煤炭开发与生态环境没有关系,两者处于临界值。

为比较不同时期榆林市生态环境对煤炭开发响应强弱程度,参考刘凯等(2016) [28]研究成果,定义榆林市生态环境对煤炭开发的响应度,具体计算公式如(8)所示。

$$D_t = |A_t| \quad (8)$$

其中, D_t 为第 t 年榆林市生态环境对煤炭开发的响应度,即为榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数的绝对值。 D_t 数值越大,表示榆林市煤炭开发对地区生态环境的影响越大,两者间关系不稳定; D_t 数值越小,表示榆林市煤炭开采对地区生态环境的影响越小,两者之间的关系相对稳定。

基于公式(7)、(8),测算得到1997~2020年榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数及响应度,如图8所示。1998年与2015年榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数出现较大幅度下降,说明煤炭开采力度与当期生态环境的保护力度的相差较大,煤炭开发降低了地区生态环境的整体水平,生态环境表现出负向响应。其余年份,榆林生态环境对煤炭开发的响应指数在零附近上下波动,且波动幅度较小,说明这些年份中地区生态环境整体水平趋于平稳,受煤炭开发的影响较小。榆林市生态环境对煤炭开发的响应度与响应指数的变化趋势保持高度一致,存在生态环境对煤炭开采的约束效应及煤炭开采对生态环境的威胁效应。

整体来说,1997~2020年榆林市生态环境对煤炭开采的正响应指数明显多于负响应指数,说明生态环境对煤炭开发主要存在正向响应,煤炭开发在一定程度上促进了生态环境的改善,两者关系相对稳定。但由于煤炭开发过程中存在不可避免的生态环境问题,使得两者关系的不稳定性增大,而生态环境的逐步改善使得煤炭开发的生态环境响应指数随之增大,煤炭开发对生态环境的正面影响显现。

5.3. 榆林市生态环境对煤炭开发响应度的影响因素分析

为进一步分析1997~2020年榆林市生态环境对煤炭开发响应度的社会经济影响因素,构建榆林市地区经济社会发展水平指标体系,同时,为保证数据的平稳性,对各指标进行取对数处理,具体指标体系如表2所示。

为便于研究,对指标进行如下说明:

1) 政府农林水务扶持支出分别采用1997、1998~2002、2003~2006、2007~2019年的水利事业费、农林水利气象等部门的事业费、林业水气支出、农林水气事务支出代替。

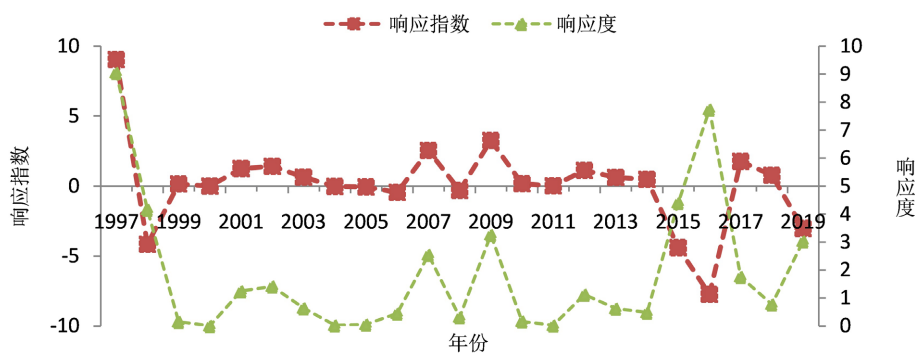


Figure 8. Response index and response degree of ecological environment to coal development in Yulin from 1997 to 2020

图 8. 1997~2020 年榆林市生态环境对煤炭开发的响应指数与响应度

Table 2. Index system of regional economic and social development level in Yulin

表 2. 榆林市地区经济社会发展水平指标体系

指标体系	具体指标	指标解释
地区社会经济发展水平	地区生产总值(万元) (<i>lngdp</i>)	取对数
	第一产业结构(%) (<i>lnastr</i>)	第一产业增加值/地区生产总值, 取对数
	第二产业结构(%) (<i>lnistr</i>)	第二产业增加值/地区生产总值, 取对数
	第三产业结构(%) (<i>lntstr</i>)	第三产业增加值/地区生产总值, 取对数
	政府农林水务扶持水平(%) (<i>lngov</i>)	政府农林水务支出/地方财政总支出, 取对数
	采矿业税收水平(%) (<i>lntax</i>)	资源税/地方财政总收入, 取对数

同时, 为有效避免最小二乘法带来的估计偏差, 本文构建如下 Tobit 模型:

$$\ln D_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln pgdp_t + \alpha_2 \ln astr_t + \alpha_3 \ln istr_t + \alpha_4 \ln tstr_t + \alpha_5 \ln gov_t + \alpha_6 \ln tax_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

其中, D_t 为第 t 年榆林市生态环境对煤炭开发的响应度, $pgdp_t$ 为第 t 年榆林市人均地区生产总值, $astr_t$ 为榆林市第 t 年第一产业结构, $istr_t$ 为榆林市第 t 年第二产业结构, $tstr_t$ 为榆林市第 t 年第三产业结构, gov_t 为榆林市第 t 年政府农林水务扶持水平, 反映政府对煤炭开发过程中造成的水土流失及生态环境破坏的扶持力度; tax_t 为榆林市第 t 年采矿业税收水平, 反映煤炭企业对水土流失及生态环境破坏的补偿水平; ε 为随机干扰项。检验结果如表 3 所示。

Table 3. Regression results of Tobit model

表 3. Tobit 模型回归结果

变量	系数	标准误
<i>lngdp</i>	1.56***	0.475
<i>lnastr</i>	2.92***	0.807
<i>lnistr</i>	-0.05	-0.08
<i>lntstr</i>	5.80**	2.29
<i>lngov</i>	-0.49	0.35
<i>lntax</i>	-1.44*	0.80
<i>cons</i>	-6.02	4.25

Log likelihood = -18.69 LR = 15.44

注: *, **, ***分别表示 1%、5% 以及 10% 的显著性水平。

由表 3 检验结果可知, 回归模型的 LR 检验结果拒绝原解释, 可以采用 Tobit 模型进行检验。其中, 人均地区生产总值、第一产业结构、第三产业结构回归系数显著为正, 分别在 1% 以及 5% 的显著水平上对榆林市煤炭开发的生态环境响应度起正向作用, 假设 1、4、6 得到验证。煤炭开发过程中带来的地区经济的发展及第三产业的发展, 特别是第三产业中旅游业的发展, 使得地方政府对于生态环境的重视程度加大, 生态环境得到根本性改善。采矿业税收水平对榆林市煤炭开发的生态环境响应度在 10% 的显著水平上具有负影响, 可能的原因是资源税的征收加重了部分煤矿企业的支出负担, 从而缩减了其在生态环境修复与水土保持层面的支出, 使整体生态环境水平下降。第二产业结构与政府农林水务扶持水平对榆林市煤炭开发的生态环境响应度影响为负, 但不显著, 可能的原因是政府农林水务扶持力度不够、同时可能存在资金不到位、监管不利等因素的影响, 煤炭产业整体治理效率较低, 治理速度无法追赶上生态环境问题的出现速度, 加之第二产业的发展的要求也加快了煤炭发展的脚步, 使整体生态环境水平下降。

6. 结论与建议

本文通过测算 1996~2020 年榆林市煤炭开发的生态环境响应指数与响应度, 采用 Tobit 模型分析影响响应度的经济社会因素, 主要研究结论如下:

1) 1996~2020 年榆林市煤炭开发指数不断提高且增速逐渐加快, 生态环境指数也呈现波动上升趋势, 且煤炭开发指数低于其生态环境指数, 且两者差距逐渐拉大, 生态环境趋优明显。

2) 1997~2020 年榆林市煤炭开采的生态环境响应指数集中在零附近波动, 说明这一时期生态环境整体水平相对平稳, 受煤炭开发的影响较小。同时, 正响应指数明显多于负响应指数, 说明煤炭开发在一定程度上促进了生态环境的改善, 两者关系相对稳定。但由于煤炭开发过程中的存在不可避免的生态环境问题, 两者关系的不稳定性仍然存在, 而生态环境的逐步改善使得煤炭开发的生态环境响应指数随之增大, 煤炭开发对生态环境的正面影响显现。

3) 地区经济发展水平、第一产业结构与第三产业结构对榆林市煤炭开发的生态环境响应度有显著的正向影响, 说明能够通过促进地区经济发展和带动第一产业与第三产业发展促进地区生态环境的改善; 采矿业税收水平对榆林市煤炭开发的生态环境响应度有显著的正向影响, 说明资源税的征收在一定程度上加重了部分煤矿企业的支出负担, 从而缩减了其在生态环境修复与水土保持层面的支出; 政府农林水务扶持水平与第二产业结构的回归系数为负, 但影响均不显著。

基于以上结论提出以下建议:

1) 继续强化煤炭产业在榆林地区经济发展中的主导作用, 积极发挥其带动第一、三产业发展的作用, 优化地区产业结构。以煤炭产业为主导, 为榆林地区经济发展提供动力, 同时围绕煤炭企业, 大力发展住宿、餐饮等第三产业, 平衡各产业的发展。煤炭的开发引起地表裂缝松动, 增加降水渗入率与土壤富氧含量, 这些都为农业的发展提供了优势条件, 重点围绕山地苹果、蔬菜、羊子、马铃薯、小杂粮五个特色农产品产业展开, 推进三产融合, 改善地区生态环境, 实现产业结构的优化及经济与环境协调的发展。

2) 强化煤炭产业在带动地区经济发展过程中, 反哺生态环境的作用。通过加大煤炭企业内部水土保持与生态环境治理投资力度、政府生态环境保护与扶持力度, 逐步推进生态环境补偿机制, 形成以煤炭产业带动地区经济发展, 从而反哺生态环境的局面; 以减少黄河泥沙输入为目标, 综合采用工程、生物、耕作等措施, 形成以小流域为单元分区治理的水土保持体系。强化政府干预, 明确环境权、特定补偿责任主体, 做到“谁受益、谁治理; 谁破坏、谁治理”, 同时, 建立行之有效的补偿标准体系, 采取财政转移支付、保证金制度、区域共治等措施避免煤炭开发过程中出现“公地的悲剧”。

基金项目

陕西煤业化工集团神南矿业有限公司项目: 榆林煤炭开发对水土保持的影响研究。

参考文献

- [1] 翟小伟, 成倬, 艾小斐, 尚博, 宋波波. 榆林市能源开发现状及引起的环境问题分析[J]. 中国矿业, 2019, 28(S2): 154-158, 165.
- [2] 王喜莲, 陈亚军. 煤炭开采的环境影响及模型探讨——以榆林为例[J]. 能源技术与管理, 2007(5): 94-96, 137.
- [3] 蔡林美, 郭佐宁, 张金锁. 中国煤炭行业绿色全要素生产率研究[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版), 2023, 25(1): 161-180.
- [4] 陈谢扬, 史兴民. 煤矿社区居民的资源开发态度及其影响因素分析[J]. 自然资源学报, 2021, 36(4): 965-977.
- [5] 王文铭, 闫庆武, 仲晓雅, 李茂林, 刘政婷, 赵蒙恩, 吴振华. 基于 RS-GIS 的干旱半干旱煤矿区生态累积效应研究——以鄂尔多斯为例[J]. 煤炭科学技术, 2022, 50(10): 235-241.
- [6] 于昊辰, 卞正富, 陈浮. 矿山土地生态动态恢复机制: 基于 LDN 框架的分析[J]. 中国土地科学, 2020, 34(9): 86-95.
- [7] 卞正富, 雷少刚, 金丹, 王丽. 矿区土地修复的几个基本问题[J]. 煤炭学报, 2018, 43(1): 190-197.
- [8] 卞正富, 雷少刚. 新疆煤炭资源开发的环境效应与保护策略研究[J]. 煤炭科学技术, 2020, 48(4): 43-51.
- [9] 胡振琪, 肖武, 赵艳玲. 再论煤矿区生态环境“边采边复”[J]. 煤炭学报, 2020, 45(1): 351-359.
- [10] Tiwary, R.K. (2001) Environmental Impact of Coal Mining on Water Regime and Its Management. *Water, Air, and Soil Pollution*, 132, 185-199. <https://doi.org/10.1023/A:1012083519667>
- [11] 彭苏萍, 毕银丽. 黄河流域煤矿区生态环境修复关键技术及战略思考[J]. 煤炭学报, 2020, 45(4): 1211-1221.
- [12] 卞正富, 于昊辰, 雷少刚, 尹登玉, 朱国庆, 牟守国, 杨德军. 黄河流域煤炭资源开发战略研判与生态修复策略思考[J]. 煤炭学报, 2021, 46(5): 1378-1391.
- [13] 吕文星, 高亚军, 徐十锋, 李东. 多沙粗沙区露天煤矿水土保持生态效应的监测评价[J]. 水土保持通报, 2019, 39(3): 101-107, 118.
- [14] 落志筠. 矿产资源生态补偿制度探析[J]. 内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版), 2015, 44(2): 83-87.
- [15] 张复明. 矿产开发负效应与资源生态环境补偿机制研究[J]. 中国工业经济, 2009(12): 5-15.
- [16] 李国志, 张景然. 矿产资源开发生态补偿文献综述及实践进展[J]. 自然资源学报, 2021, 36(2): 525-540.
- [17] 康晓琴. 新形势下煤炭资源型城市提高经济抗压能力的路径研究——以榆林市为例[J]. 西部金融, 2020(4): 81-85+91
- [18] 王保乾, 李靖雅. 中国煤炭城市资源开发对经济发展影响研究——基于“资源诅咒”假说[J]. 价格理论与实践, 2017(9): 140-143.
- [19] 陕西省国家税务局课题组, 赵恒, 王谦英, 王雪绒. 促进煤炭经济发展方式转变的税收制度变革研究——基于陕西省榆林市煤炭经济发展的调查[J]. 税务研究, 2011(11): 59-63.
- [20] 王奎峰, 李娜, 于学峰, 王岳林, 刘洋. 基于 P-S-R 概念模型的生态环境承载力评价指标体系研究——以山东半岛为例[J]. 环境科学学报, 2014, 34(8): 2133-2139.
- [21] 史建军. 城镇化进程中生态环境响应的时空分异及影响因素研究[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(5): 60-66.
- [22] 谢莉娟, 万长松, 武子歆. 流通业发展对城乡收入差距的影响——基于公有制经济调节效应的分析[J]. 中国农村经济, 2021(6): 111-127.
- [23] 张鑫, 张心灵, 袁小龙. 环境规制对生态环境与经济发展协调关系影响的实证检验[J]. 统计与决策, 2022, 38(2): 77-81.
- [24] 刘芳, 刘志, 吕宁. 长江经济带城市化与农村生态环境耦合协调特征及影响因素研究[J/OL]. 重庆工商大学学报(社会科学版): 1-12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1154.C.20220309.1802.002.html>, 2022-06-08.
- [25] 岳良文, 李孟刚, 武春友. 城市化、信息化和绿色化互动评价模型: 基于耦合理论的实证分析[J]. 经济问题探索, 2017(6): 71-80.
- [26] 周振, 孔祥智. 中国“四化”协调发展格局及其影响因素研究——基于农业现代化视角[J]. 中国软科学, 2015(10): 9-26.
- [27] 廖文梅, 虞娟娟, 袁若兰. 脱贫攻坚与乡村振兴的耦合协同性——基于不同时期脱贫县(市)的比较[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(10): 132-142.
- [28] 刘凯, 任建兰, 张理娟, 王泽楠. 人地关系视角下城镇化的资源环境承载力响应——以山东省为例[J]. 经济地理, 2016, 36(9): 77-84.