

供应链视角下山西煤炭开采外部 成本估算与内部化研究

徐伟¹, 马昌文¹, 段治平²

(1. 山东科技大学 交通学院, 山东 青岛 266590; 2. 山东科技大学 财经系, 山东 济南 250031)

摘要: 基于实地调研及参考文献数据, 重点选取煤炭开采外部成本中煤资源损耗、水资源损耗、土地塌陷、煤矸石堆存及大气污染五部分, 通过对数据的分析发现, 外部成本在逐年递增并在未来的2年中增幅明显。此外从政府管制、经济措施、自愿协商等方面进行探析, 并重点分析外部成本内部分担及政府调控负外部性稀释问题, 使各项外部成本尽可能在生产过程中得到补偿, 实现“谁开发, 谁保护, 谁污染, 谁治理”的环保基本原则, 促进煤炭采选业的可持续发展。

关键词: 煤炭; 外部成本; 估算; 内部化

中图分类号: P618.3

文献标志码: A

文章编号: 1008-7699(2017)04-0065-11

一、引言

我国能源消费中, 煤炭作为主体能源的地位短期内不会改变, 煤炭资源的大规模开发不仅占用不可再生资源, 而且造成了生态环境的破坏。我国目前正大力调整能源结构, 减少环境污染及碳排放, 国家、社会与企业合力解决煤炭开采造成的矿区环境问题已成为可持续发展的重要组成部分。从煤炭企业供应链成本角度分析, 供应链成本中包含关系维度成本, 即企业的利益相关主体对供应链成本的影响, 它不仅包括企业内部各部门的利益相关项, 还包括供应链上游的供应商、下游的客户以及各级政府部门。传统的成本核算也应该在一定程度上考虑到利益相关体的影响, 如土地塌陷补偿、煤矸石堆存损耗和大气污染环境损失等。基于此, 本文认为解决因开采所造成环境问题的支出应当计入供应链成本, 即应作为外部成本内部化的重要组成部分, 更确切的说, 就是要本着“污染者付费”的原则, 将环境费用计算到产品成本中, 反映产品的真实价值。

本文从采煤资源损耗、水资源损耗、土地塌陷损耗、煤矸石堆存损耗和大气污染环境损失核算等五个方面展开。研究主要基于调研数据, 建立外部成本回归模型, 并结合山西省统计局、社科院、财政厅等针对煤炭开采外部性研究数据, 汇总后得到结论。以期加强企业层面负外部性内部化的水平, 并在保证煤炭企业成本稳定的前提下, 逐步形成全过程、全覆盖的负外部性内部化程序。

二、外部成本估算

由于煤炭资源损耗、水资源损耗、土地塌陷损耗及煤矸石堆存损耗等成本数据变化近年来并不剧烈,

收稿日期: 2017-02-27

基金项目: 国家社会科学基金项目(11BJY121); 教育部人文社科基金项目(15YJA790076)

作者简介: 徐伟(1979—), 男, 山东巨野人, 山东科技大学交通学院讲师, 工学博士。

因此,较适合采用三次样条插值等方法进行缺失数据值的插值处理。

三次样条插值(简称“Spline 插值”)是通过一系列形值点的一条光滑曲线,在数学上通过求解三弯矩方程组得出曲线函数组的过程。本文采用具有稳定性与收敛性的三次样条插值函数,并就一维的情况进行如下定义:

对于给定的实数对 $(x_i, f(x_i)), i=0, 1, \dots, n$, 其中 $a=x_0 < \dots < x_n=b$, 若存在函数 $S(x)$ 满足:

- (1) $S(x)$ 在每一个子区间 $[x_{j-1}, x_j]$, 其中 $j=0, 1, \dots, n$ 上是一个不超过三次的多项式;
- (2) $S(x)$ 在每一个内接点上 x_j 具有直到二阶连续导数, 即 $S(x) \in C[a, b]$;
- (3) $S(x) = f(x_i)$, 其中 $j=0, 1, \dots, n$ 。

则称 $S(x)$ 为三次样条插值函数。

各类损耗成本(大气污染除外)估算选取的是 2003、2006、2007、2009、2012、2013、2014、2015 年数据,其年份并不连续,在后文中的估算中均采用三次样条插值的方法进行缺失值的处理。

在后面具体的插值计算中,直接调用 MATLAB 程序三次样条插值函数进行计算,此后不再赘述。而大气污染损耗成本的估算选取 2003、2005、2006、2008、2011、2013、2014、2015 年数据,比较适合采用分段线性插值,其定义如下:

已知函数 $y=f(x)$ 在给定节点 $a=x_0 < x_1 < \dots < x_n=b$ 的函数值为 $y_i=f(x_i)$, 其中 $i=0, 1, \dots, n$, 若存在一段插值函数 $P(x)$ 并满足:

- (1) $P(x) \in C[a, b]$;
- (2) $P(x_i) = y_i$, 其中 $i=0, 1, \dots, n$;
- (3) 在每个子区间 $[x_i, x_{i+1}]$ 上, $P(x)$ 是线性函数。

则称 $P(x)$ 为分段插值函数。

在后面具体的插值计算时,调用 MATLAB 程序分段线性插值函数进行计算大气污染损耗成本的缺失数据,不再赘述。

(一) 煤炭资源损耗成本测算

煤炭资源损耗成本测算主要根据煤炭的产量及平均回采率,继而计算期间煤炭损耗量,在得到损耗量后根据坑口价、成本平均值、社会贴现率以及全国工业企业税及附加/产品销售收入,计算得到单位开采煤炭资源损耗的成本。

开采煤炭资源损失量以及价值量估算: $Q=K/L$ (1)

其中: Q 为核算期煤炭损耗量, 亿 t; K 为山西煤炭产量, 亿 t; L 为山西煤炭资源平均回采率。

单位价值量: $g=Q \times [R \times (1-e) - P \times (1+\beta)] / K$ (2)

其中: R 为坑口价均值, 元/t; P 为成本价均值, 元/t; β 为社会贴现率; E 为全国工业企业税及附加/产品销售收入。将 8 年的山西煤炭产量、平均回采率代入公式(1)中,得到各年的煤炭损失量。另外将 8 年山西煤炭坑口均价成本价、全国工业企业税及附加/产品销售收入、社会贴现率(取值 12%)代入到(2)式中,分别得出各年损失的价值量。

利用三次样条插值,可得 2003—2015 年十三年中的煤炭资源损耗成本,分别为 63.75 亿元、70.24 亿元、73.05 亿元、73.95 亿元、74.73 亿元、76.58 亿元、78.36 亿元、78.68 亿元、77.61 亿元、75.56 亿元、73.47 亿元、73.12 亿元、72.13 亿元。可见,2003—2015 年开采吨煤造成煤炭资源损耗变化不大,具体而言,在 2003—2011 年呈增长趋势,2011 年达到最大值,之后呈下降趋势,这与此时段山西资源整合和兼并重组、采煤机械化水平大幅提升等现实情况相契合,具体见图 1。

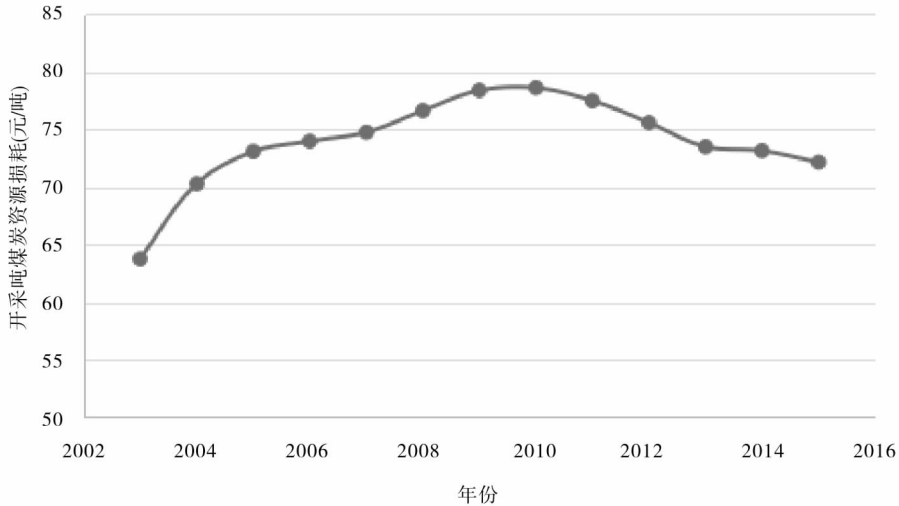


图1 2003—2015年煤炭开采吨煤造成资源损耗走势图

(二)水资源破坏及损耗成本测算

采煤是造成山西水资源损耗的重要因素。其中,采煤排水造成的水资源损耗、采煤造成的难以恢复水资源、采煤漏水造成的土地质量下降、土地资源损耗和采矿漏水造成的人畜吃水困难等经济损失是采煤导致的水资源破坏损耗核算的主要方面。^[2]

1. 矿井排水所产生的水资源损耗及其价值量

山西煤炭资源以石炭-二叠纪为主,其煤层在碳酸盐地层之上,受到沉积建造和“区域耕造”控制,形成“水煤共有”的基本环境,每生产一吨煤排出矿井水 0.87~1.22 吨。矿井排水所产生水资源损耗的实物量由排水系数和原煤产量共同决定。价值量的计算是基于矿井排水可恢复利用的前提,采取影子工程法进行计量,具体公式为:

$$S_1 = K_p \times Q \tag{3}$$

其中: S_1 为矿井排水所造成的水资源损耗量,亿立方米; K_p 为吨煤排水系数,立方米/t; Q 为原煤产量,亿立方米。

$$P_1 = S_w \times (C_1 + C_y) \text{ (其中: } S_w = S_1 \times K_w \text{)} \tag{4}$$

其中: P_1 为矿井排水造成水资源损耗的价值量,亿元; S_w 为矿井水回用量,亿立方米; K_w 为矿井水回用率; C_1 为矿井水回用投资成本,亿元; C_y 为矿井水回用运行成本,亿元。

计算结果表明,山西省煤炭开采吨煤排水系数为 0.87 立方米/t,将矿井水利用率、矿井水回用量、矿井水投资成本及矿井水回用投资成本和运行成本代入公式(4)可得因排水而产生的水资源损耗的价值量。2003—2015年间的矿井排水所产生的水资源损耗的价值量如表1所示。

表1 矿井排水所产生的水资源损耗的价值量

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
水资源损耗价值量	25.46	26.61	29.08	32.87	37.99	44.44	52.21	61.30	71.72	83.47	96.55	103.4	109.76

由表 1 可见,2003—2015 年矿井排水所产生的水资源损耗价值量一直呈增长趋势。

2. 采煤造成的难以恢复水资源及其价值量

采煤对水资源的破坏主要是对静储量和动储量的破坏,被破坏的水资源中除一部分被排出可供处理利用外,其余部分很难恢复利用,造成水资源的严重浪费,加剧地区缺水的紧张状况。采煤造成的难以恢复的水资源价值量主要从两方面进行核算,首先是直接损耗,运用水资源价格进行计算;其次是间接损耗,采用替代费用法进行计算,即因采煤造成水资源破坏需新建水利设施而增加的投资,具体公式为:

$$S_2 = K_m \times Q - S_w \quad (5)$$

其中: S_2 为采煤对地下水破坏产生的不可恢复的水资源损耗量,亿立方米; K_m 为吨煤开采破坏水资源的系数,立方米/t。

价值量:
$$P_{21} = S_2 \times R \quad (6)$$

其中: P_{21} 为采煤所造成的难以恢复的水资源直接损耗的价值量,亿元; R 为单位水资源价格,元。

$$P_{22} = S_2 \times C_2 \quad (7)$$

其中: P_{22} 为采煤所造成的难以恢复的水资源间接损耗的价值量,亿元; C_2 为投资兴建水利设施的单位成本,元/t。

$$P_2 = P_{21} + P_{22} \quad (8)$$

其中: P_2 为采煤所造成的难以恢复的水资源损耗的价值量,亿元。

依据《山西省煤炭开采对水资源评价》提供的数据,8 年间采煤所造成的难以恢复的水资源损耗量分别为 9.4 亿立方米、12.13 亿立方米、13.0 亿立方米、11.64 亿立方米、16.9 亿立方米、17.126 亿立方米、18.43 亿立方米、19.612 亿立方米。根据山西省水资办提供的信息,将水资源价格带入公式(6),可得采煤所造成的难以恢复的水资源直接损耗的价值量。据规划调查统计,投资兴建水利设施的单位成本为 2.75 元/吨,将其带入公式(7)可得采煤所造成的难以恢复的水资源间接损耗的价值量。将以上结果代入公式(8)可得到 8 年中采煤所造成的难以恢复的水资源损耗的价值量。利用三次样条插值,得到 2003—2015 年 13 年间采煤所造成的难以恢复的水资源损耗的价值量如表 2 所示。

表 2 采煤所造成的难以恢复的水资源损耗的价值量

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
水资源损耗价值量	30.55	33.32	36.37	39.43	42.23	44.69	47.48	51.17	55.18	58.68	60.80	62.8	64.75

由表 2 数据可知,2003—2015 年损耗价值量呈稳步增长趋势。

3. 采煤漏水造成土地质量下降损耗及其价值量

采煤造成地下水漏失,地表径流减少或大面积干涸,会使大量土地质量下降。最直接的表现是水浇地变为旱地,在此,采用恢复成本法对其损耗值进行计量。具体公式为:

$$P_3 = V \times C_3 \quad (\text{其中: } V = K_v \times Q) \quad (9)$$

其中: P_3 采煤漏水造成土地质量下降经济损失,亿元; V 当年水浇地变旱地面积,公顷; C_3 土地恢复成本,元; K_v 吨煤开采造成的耕地质量下降面积,公顷。计算结果根据山西省在 21 世纪初规划调查,将数据代入公式(9)中可得 2003—2015 年采煤漏水造成土地质量下降损耗的价值量,如表 3 所示。

表3 采煤漏水造成土地质量下降损耗的价值量

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
损失	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.097

4. 开采吨煤造成水资源损耗及其价值量

由煤炭开采所造成的水资源损耗的价值量为 $W=f(y_1, y_2, y_3)$, 其中 y_1 为产生的水资源损耗, y_2 为采矿造成难以恢复水资源直接损耗和间接损耗之和, y_3 为土地质量下降间接损耗。

煤炭开采所造成的水资源损耗的价值量为: $W=y_1+y_2+y_3$, 除以每年的煤炭产量, 得到 2003—2015 年开采吨煤水资源消耗, 见图 2。

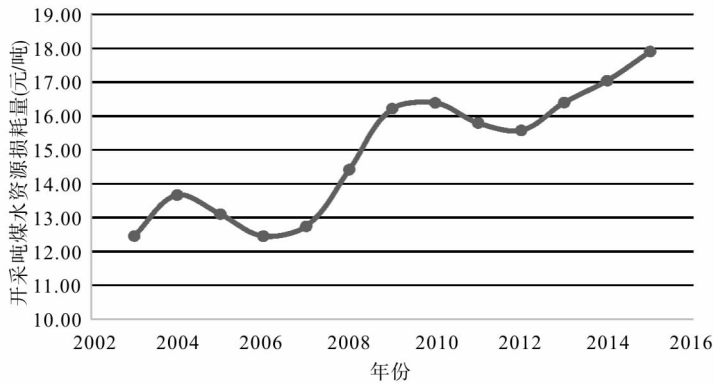


图2 2003—2015年开采吨煤水资源消耗量走势图

(三) 土地塌陷损耗成本测算

采煤塌陷地补偿和治理费主要包括采煤塌陷地农作物减产绝产补偿费、采煤塌陷导致的土地资源损耗费及采煤塌陷引发的地面建筑物损坏补偿费、采煤塌陷区移民搬迁补偿费和采煤塌陷地治理费等。由于不同受灾体遭受塌陷破坏后的价值损失形式不同, 根据采煤塌陷所造成的实际情况, 分别采用了恢复费用法、市场价值法、调查评价法等评估方法。^[3]其计算公式如下:

$$D_1 = S_1 \times P_1 + S_2 \times P_2 \quad (10)$$

其中: D_1 为土地塌陷造成的资源损耗价值, 亿元; S_1 为采煤塌陷耕地面积, 公顷; P_1 为每公顷塌陷耕地复垦费用, 元/t; S_2 为采煤塌陷耕地面积, 公顷; P_2 为每公顷塌陷非耕地复垦费用, 元/t。

根据调研所得数据, 代入公式(10)得到 8 年间的塌陷造成的资源损耗价值。利用三次样条插值, 计算出 2003—2015 年的土地塌陷损耗价值, 除以各年的煤炭开采量, 可得到 2003—2015 年间土地塌陷损耗成本分别为 2.11 亿元、2.48 亿元、2.51 亿元、2.48 亿元、2.62 亿元、3.05 亿元、3.48 亿元、3.53 亿元、3.40 亿元、3.35 亿元、3.56 亿元、4.03 亿元、3.705 亿元。可以看出 2003—2015 年间采煤土地塌陷损耗价值量呈增长趋势; 吨煤土地塌陷损耗费用变化不大, 变化范围在 2.11~3.88(元/t)之间, 具体见图 3。

(四) 煤矸石堆存损耗成本测算

煤矸石是煤炭开采和加工过程中产生的主要固体废弃物, 其市场效益不高, 如果不进行综合利用, 对土地环境、生态环境都将造成极大危害。我国井工开采煤矿的煤矸石产出量很大, 其排放量约占煤矿原煤产量的 8~10%。大量排放的煤矸石堆积成山, 不但压埋了土地资源, 而且矸石中含有的有害微量元素经降水的淋溶作用进入土壤中, 造成严重的土壤污染。^[4]

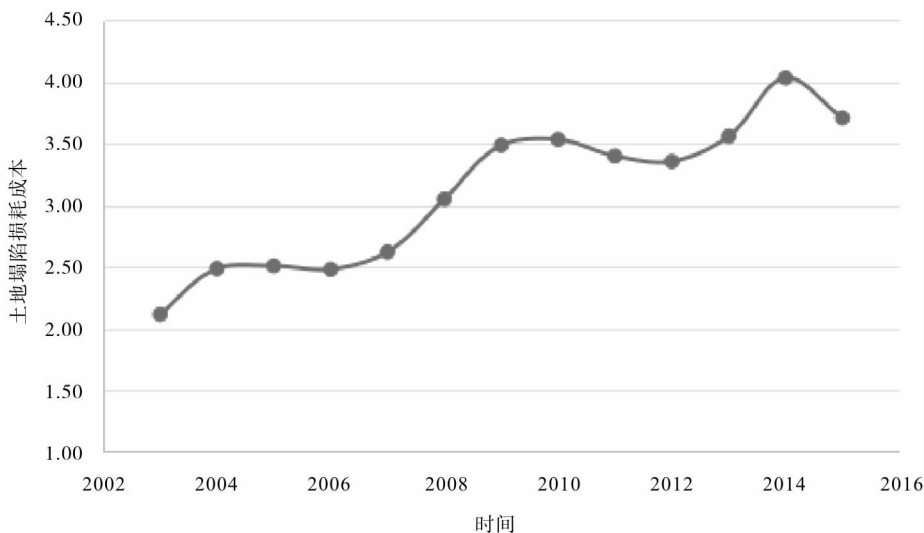


图 3 2003—2015 年吨煤土地塌陷损耗费走势图

山西煤矸石的产生主要来源于两部分：一部分是煤炭开采工程中随煤排放的煤矸石(采矸)；另一部分为由选煤厂排放的矸石(洗矸)。煤矸石产生量、堆存量和占地面积的计算公式如下：

$$W = [Q \times (1 - \alpha) \times K_q] + [Q \times \alpha \times K_x] \quad (11)$$

其中： W 为煤矸石产生量，亿 t； Q 为原煤产量，亿 t； α 为原煤入选率； K_q 为采矸排矸率； K_x 为洗矸排矸率。

根据《山西省人民政府办公厅关于印发山西省资源节约和综合利用“十二五”规划的通知(晋政办发〔2012〕69 号)》中的相关数据，将其代入公式(11)可计算得平均每开采 1 吨煤造成的煤矸石堆存损耗。

根据 8 年数据，利用三次样条插值进行插值，可得 2003—2015 年中煤矸石堆存损耗成本分别为 12.50 亿元、12.26 亿元、14.54 亿元、17.74 亿元、20.25 亿元、20.94 亿元、20.65 亿元、20.47 亿元、20.53 亿元、20.70 亿元、20.91 亿元、21.30 亿元、22.14 亿元。2003—2015 年间采煤煤矸石损耗价值量在 2009 年之前呈增长趋势，且在 2009 年达到最大值，之后呈下降趋势；吨煤煤矸石污染损耗相对变化不大，变化范围在 1.64~3.29(元/t)之间，具体见图 4。

(五) 大气污染损耗成本测算

大气环境损耗的涉及因素多且核算复杂，需要大量的统计与监测资料和科研工作为基础。参照国内外比较系统、完善和规范的损耗计量方法，考虑到山西大气污染的情况，本文重点核算大气污染对人体健康与福利的影响、对农业的影响以及引起额外清洗三方面的内容。

1. 大气的污染对人体健康和福利的损害

煤炭开采过程对大气环境产生影响的环节主要包括矿井瓦斯的排放、煤矿生产生活锅炉燃煤排污、原煤由矿井短途运输至集运站的运输扬尘、煤炭储存起尘、矸石山自燃和煤炭出省运输沿途遗洒造成的大气污染。

首先考虑采煤造成大气污染对人体健康和福利的损害，根据山西环保局发布的《山西省煤炭开采环境污染和生态破坏经济损失评估研究报告》(以下简称“《研究报告》”)，8 年间山西省煤炭开采大气污染造成的人体健康和人类福利损失分别为 18.26 亿元、26.96 亿元、30.202 亿元、34.469 亿元、35.322 亿元、32.202 亿元、33.341 亿元、32.83 亿元。

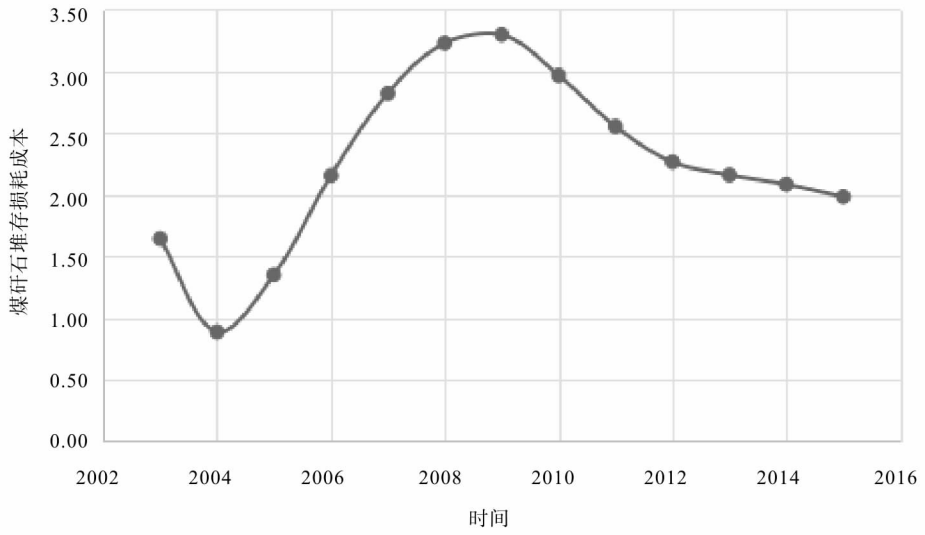


图 4 2003—2015 年吨煤煤矸石污染耗费图

利用已知的大气污染造成的人体健康和人类福利损失和分段线性插值函数,估计 2003—2015 年大气污染造成的人体健康与福利损失如表 4 所示。可见,2003—2015 年大气污染造成的人体健康与福利损失在 2011 年之前呈增长趋势,在 2010 年达到最大值,之后呈下降趋势。

表 4 大气的污染对人体健康和福利的损害

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
损失	18.26	22.98	26.96	30.20	32.71	34.47	35.49	35.78	35.32	34.13	32.20	33.34	32.83

2. 大气污染造成农业损失核算

根据山西环保局所作《研究报告》计算 8 年间煤炭业大气污染造成的农业损失分别为:3.178 亿元、5.08 亿元、5.743 亿元、6.494 亿元、6.177 亿元、5.009 亿元、4.83 亿元、4.42 亿元。利用分段线性插值,得到 2003—2015 年大气污染造成的农业损失如表 5 所示。可以看出,2003—2015 年大气污染造成的农业损失在 2010 年之前呈增长趋势,在 2009 年达到最大值,之后呈下降趋势。

表 5 大气污染造成的农业损失

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
损失	3.18	4.23	5.08	5.74	6.21	6.49	6.58	6.47	6.18	5.69	5.01	4.83	4.42

3. 大气污染增加清洗费用

根据《研究报告》计算,8 年间山西省因煤炭开采受污染人群年增加清洗费用分别为 5.906 亿元、9.06 亿元、10.193 亿元、11.566 亿元、11.397 亿元、9.806 亿元、9.23 亿元、8.79 亿元。利用分段线性插值,得到 2003—2015 这些年中大气污染造成的额外清洗费用如表 6 所示。可见,2003—2015 年大气污染造成的额外清洗费用也是在 2009 年之前呈增长趋势,在 2009 年达到最大值,之后呈下降趋势。

表 6 大气污染造成的增加清洗费用

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
额外清洗费用	5.91	7.63	9.06	10.19	11.03	11.57	11.81	11.75	11.40	10.75	9.81	9.23	8.79

4. 煤炭开采造成大气污染环境损失估算

由煤炭开采所造成的大气污染环境损失的价值量为： $A=f(A_1, A_2, A_3)$

其中， A_1 为大气污染对人体健康及福利的损害， A_2 为大气污染造成的农业损失， A_3 为大气污染造成的额外清洗费用。

煤炭开采所造成的大气污染损失的价值量 $A=A_1+A_2+A_3$ ，除以 2003—2015 年间各年的煤炭产量，即可得各年的大气污染损耗成本，具体见图 5。

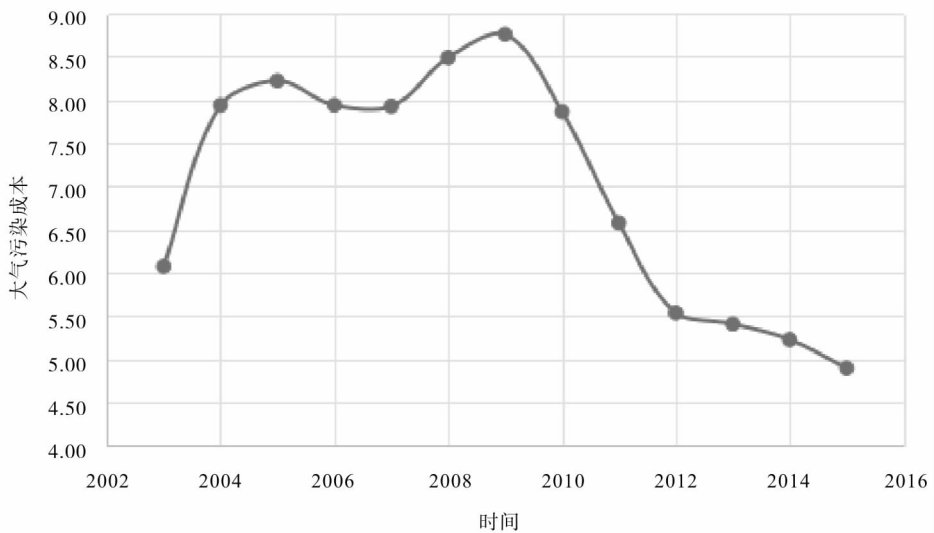


图 5 2003—2013 年开采吨煤造成大气污染损耗成本走势图

由图 5 可以看出，2003—2015 年间煤炭开采所造成的大气污染损失的价值量在 2009 年之前大致呈增长趋势，在 2009 年达到最大值，之后呈下降趋势；开采吨煤造成大气污染损失变化不大，变化范围在 4.90~8.76 元/t，且在 2015 年达到最小值。

三、外部成本变动趋势分析

(一) 外部成本的计算

外部成本包括煤炭资源损耗、水资源损耗、土地塌陷损失、煤矸石堆存损失以及大气污染环境损失五部分，通过上文中外部成本各部分的计算，将其相加，可得到 2003—2015 年各年的外部成本，见表 7。

表 7 2003—2015 年各年度外部性成本

(单位:亿元)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
外部成本	436.03	467.71	556.96	665.63	745.10	763.92	783.97	871.57	996.10	1102.26	1144.65	1174.66	1175.90

(二)外部性成本的预测

为了预测外部成本未来几年的走势,根据已得出的 2003~2015 年各年份的外部成本,结合实际情况可知,煤炭外部成本是一个连续型的变量,不会在某一时刻发生跳跃式变化,波动性并不是很大,由此建立灰色预测模型。

虽然 GM(1,1)模型适用于具有较强指数规律的序列,但是只能描述单调的变化过程,这里将采用 GM(2,1)模型进行预测。

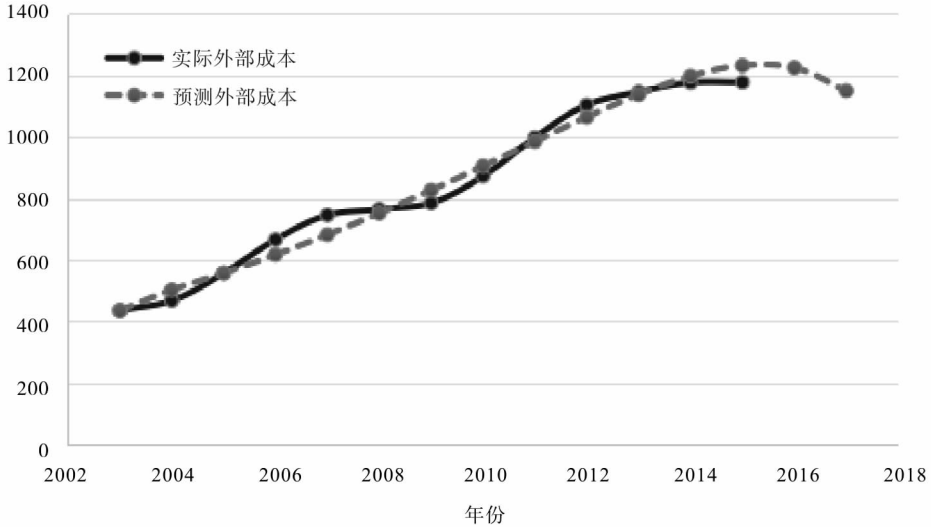


图 6 外部成本变动预测趋势图

设原始序列为 $x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$, 其 1 次累加生成序列 $(1-AGO)x^{(1)}$ 和 1 次累减生成序列 $(1-IAGO)\alpha^{(1)}x^{(0)}$ 分别为 $x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n))$ 和 $\alpha^{(1)}x^{(0)} = (\alpha^{(1)}x^{(0)}(2), \dots, \alpha^{(1)}x^{(0)}(n))$, 其中 $\alpha^{(1)}x^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1), k=2, 3, \dots, n$, 那么 $x^{(1)}$ 的均值生成序列为 $z^{(1)} = (z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(n))$ 。

则称 $\alpha^{(1)}x^{(0)}(k) + \alpha_1 x^{(0)}(k) + \alpha_2 z^{(1)}(k) = b$ 为 GM(2,1)模型。

利用 MATLAB 编程,预测未来外部成本,得到 2016—2018 年的外部成本(见图 6),以及 GM(2,1)模型检验表(见表 8)。通过表 8 可知,平均相对误差为 3.54%,这意味着模型预测精度较高,可用于预测未来外部成本走趋。

观察图 6 可知,外部成本处于逐年增长趋势,虽然增长率近几年有所降低,但是外部成本的逐渐增长态势即意味着煤炭开发所带来的资源损耗、水资源损耗、土地塌陷损耗、煤矸石堆存及大气污染等问题日趋严重。因此,为了煤炭工业和社会的良性发展,有必要对煤炭资源开发中的外部成本问题进行深入分析,从而达到防治污染和保护环境的目。

表 8 GM(2,1)模型模型检验表

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
实际外部成本	436.03	467.71	556.96	665.63	745.1	763.92	783.97	871.57	996.1	1102.26	1144.65	1174.66	1175.9
预测外部成本	436.03	502.87	557.33	616.89	681.64	751.46	825.91	904.00	983.96	1062.82	1135.79	1195.44	1230.34
相对误差	0.0000	0.0752	0.0007	0.0732	0.0852	0.0163	0.0535	0.0372	0.0122	0.0358	0.0077	0.0177	0.0463

四、煤炭开发外部成本内部化的措施

在对煤炭企业供应链成本管理过程中不能仅针对直接成本、间接成本进行管控,还要结合其他与成本相关的影响因素进行综合管理。对于煤炭供应链成本当中外部成本问题的传统解决方法主要有以下几个方面:首先是政府的直接管制,通过直接干预市场及企业来减少外部成本的产生;其次是经济措施,通过税收与补贴对负外部性进行修正;最后是自愿协商,依据科斯定理与交易费用理论,通过自愿协商的方法来规避负外部性。本文主要分析外部成本内部分担问题及政府调控负外部性的稀释问题,使各项外部成本损失尽量在生产过程中得到补偿,实现煤炭采选业的可持续发展。这应当在理顺国家相关政策基础上,加强企业层面外部成本内部化的水平,在保证煤炭企业成本稳定的前提下,逐步形成全过程、全覆盖的外部成本内部化程序。

(一)煤炭企业层面措施分析

依据我国环境保护之基本原则“谁开发谁保护,谁破坏谁恢复,谁使用谁付费”。本文分析山西煤炭资源开发成本、价格及外部成本之间的关系,讨论外部成本对价格的影响。为将外部成本内部化,拟采用比例法将部分外部成本以生态环境保护税的形式体现于成本中,从而进一步影响价格。

本文提出将外部成本按比例内部化记为负权利金,也就是资源耗竭补贴机制,采用“小步徐趋、渐进到位”的方法,从利润总额中扣除一部分用于补贴转产、可持续发展、矿山环境恢复治理、新矿井的建设等。负权利金按照“企业所有、政府监管、专户储存、专款专用”的原则,纳入财政专户专账管理,所有权属缴纳人。通过与价格相比得到从价征收比例 R 为:

$$R = \frac{\omega \cdot O_c}{P}$$

其中: ω 为外部成本内部化比例, O_c 为外部成本, P 为价格。2003—2015 年不同 ω 对应从价征收比例如表 9 所示。

表 9 负权利金从价征收区间表

年份	外部成本 (元/吨)	价格 (元/吨)	从价征收比例 $\omega=0.3(\%)$	从价征收比例 (%)	从价征收比例 $\omega=0.4(\%)$	从价征收比例 $\omega=1(\%)$
2003	96.90	175.05	16.61	22.14	33.21	55.36
2004	106.59	226.68	14.11	18.81	28.21	47.02
2005	111.42	296.2	11.28	15.05	22.57	37.62
2006	114.57	309.58	11.10	14.80	22.20	37.01
2007	118.27	330.65	10.73	14.31	21.46	35.77
2008	123.47	514.58	7.20	9.60	14.40	23.99
2009	127.47	475.11	8.05	10.73	16.10	26.83
2010	126.94	555.9	6.85	9.13	13.70	22.84
2011	123.91	627.91	5.92	7.89	11.84	19.73
2012	120.73	597.88	6.06	8.08	12.12	20.19
2013	119.23	548.72	6.52	8.69	13.04	21.73
2014	120.35	438.98	8.22	10.97	16.45	27.42
2015	120.61	440.71	8.21	10.95	16.42	27.37

从表9可以得出随着外部成本内部化比例的提高,从价征收比例区间逐步增加,当 $\omega=0.3$ 时,从价征收比例区间为5%~16%; $\omega=0.4$ 时,从价征收比例区间为7%~22%; $\omega=0.6$ 时,从价征收比例区间为12%~33%; $\omega=1$ 时,从价征收比例区间为19%~55%。综合各类因素,应采用 $\omega=0.3$,即将外部成本的30%作为负权利金制度起点,从而得到最优的从价征收比例区间。

(二)政府规制层面措施分析

1. 政府规制应从粗放干预转为精确干预

再高效的市场也无法实现经济可持续发展,此时政府规制成为必须。政府要解决各类煤炭开采企业公平竞争、共同发展的问題,就要发挥政府扶持之手、无为之手的作用,限制掠夺之手。积极推动国有重点煤炭集团公司股权多元化,吸纳不同类型资本进入,^[5]特别是民间资本的自由进出问題是关键。按照现代企业制度规范运行,健全企业法人治理结构,同时保证政策的延续性。未来山西煤炭采选业可发展混合所有制经济,不同经济利益主体之间相互制衡,在企业发 展问題上相互协商,使政企分开在混合所有制基础上变成现实。

2. 完善国有资本的产权内容和矿业权市场建设

政府规制要合理利用资本市场,健全归属清晰、权责明确、保护严格、流转顺畅的现代产权制度。^[6]同时要进一步完善市场配置机制,积极采取竞价方式配置出让煤炭资源。公平、透明的矿业权市场也为煤炭企业进行资源交易提供了良好的平台;^[7]进一步完善探矿权、采矿权的交易市场,创新探矿权和采矿权的金融工具,从而实现国家煤炭资源资产价值最大化。

3. 尽快完成煤炭行业环境污染与损耗的普查

全面掌握山西煤炭主产区污染物相关信息的第一手资料,建立省域内煤炭行业环境污染与损害的数据库,以此作为由费制向资源环境税制过渡的基本依据,构建煤炭行业生态环境损耗破坏监管制度。设立统一、完备的煤炭环境外部成本相关统计指标体系和统计申报制度,建立专职的煤炭生态环境损耗破坏检测评估专业技术队伍和执法队伍,设立统一的矿区环境治理与恢复标准,编制集中的煤炭行业生态环境治理规则。在此基础上,推进监控、监管的法制化和制度化,使煤炭的环境外部成本管理有据可依。^[8]

参考文献:

- [1] 窦梦忠,陈佳鹏. 煤炭企业供应链成本构成及控制方法研究[J]. 煤炭工程, 2013(10):142-144.
- [2] 刘晔. 山西采煤对水资源破坏影响的评价分析[J]. 煤炭学报, 2004(1):124-128.
- [3] 王云. 山西省采煤土地塌陷损耗分析与测算[J]. 能源环境保护, 2007(12):24-30.
- [4] FRANGOPOULOS C A, CARALIS Y C. A method for taking into account environmental impacts in the economic evaluation of energy systems[J]. Energy conversion and management, 1997(15):1751-1763.
- [5] 杨丽颖. 关于发展混合所有制经济的思考[J]. 新经济, 2015(2):38-42.
- [6] 周绍朋,朱晓静. 论加快混合所有制经济发展[J]. 中国行政管理, 2015(4):31-36.
- [7] 刘青山. 蓝图现国企改革再亮剑[J]. 国企, 2013(12):51-61.
- [8] 庄静怡,何炼成. 我国煤炭的环境外部成本内部化探析[J]. 现代企业, 2010(5):36-41.

(下转第 116 页)