



The

True Cost of Coal

煤炭的真实成本

茅于轼 盛洪 杨富强 等著

煤炭工业出版社



煤炭的真实成本

The True Cost of Coal

茅于轼 盛 洪 杨富强 等著

煤炭工业出版社

·北京·

编者名单

主要作者

茅于轼 天则经济研究所
盛 洪 天则经济研究所
杨富强 能源基金会
姜克隽 国家发展和改革委员会能源研究所
马 中 中国人民大学环境学院
王宏英 山西省社会科学院能源经济研究所
潘小川 北京大学医学部
尚 琪 中国疾病预防控制中心环境所

课题组成员

高 岩 天则经济研究所
胡安彬 天则经济研究所
钱 璞 天则经济研究所
孔志国 天则经济研究所
贺菊煌 天则经济研究所
张曙光 天则经济研究所
王晓霞 中国人民大学环境学院
马文君 北京大学医学部
丛 泽 北京大学医学部
木拉提 北京大学医学部
张文丽 中国疾病预防控制中心环境所

评审专家 (按姓氏笔画排序)

王庆一 煤炭信息研究院研究员
王金南 环境保护部中国环境规划院总工程师
叶荣泗 中国电力企业联合会专职顾问、中国法学会能源法研究会会长
张昕竹 中国社会科学院规则与竞争研究中心主任
贾 康 中国财政部财政科学研究所所长
曹远征 中银国际控股有限公司副执行总裁、首席经济学家

项目协调员

杨爱伦 绿色和平
刘 爽 绿色和平
孟 蔚 绿色和平
胡 敏 能源基金会
陈冬梅 世界自然基金会
雷红鹏 世界自然基金会

摄影师

© 绿色和平 / Simon Lim Natalie Behring John Novis

匡 钢 谭庆驹 沈 煜

其他摄影师: 吴东俊 周雪峰 江 涛

摘要

《煤炭的真实成本》对煤炭带来的环境社会影响的讨论涵盖了从煤炭开采、运输到燃烧的各个环节。报告利用人力资本法、支付意愿法等拟合方法，在现有研究的基础上，考虑煤炭带来的环境外部成本和现有管制导致的价格扭曲等因素，综合计算出了煤炭的外部成本。报告结论显示，仅 2007 年，我国煤炭开采、运输和使用造成的外部成本达到 17450 亿元，相当于当年 GDP 的 7.1%。

要从根本上解决煤炭带来的一系列问题，必须对现有的煤炭价格体系进行彻底的改革，使所有的煤炭外部成本都能够真实地反映在煤炭价格当中。结合了当下煤价飞涨、电煤短缺的形势，报告提出了一揽子煤炭外部成本内部化的政策建议，包括深化煤炭市场化改革、完善煤炭资源有偿使用制度、开征能源税和环境税以及改进责任规则等。显然，煤炭价格体系改革并不是一个一蹴而就的过程，报告进一步针对煤炭的环境外部成本内部化和政府管制及价格扭曲的内部化给出了政策建议路线图，以期使煤炭价格体系改革更具有可操作性。

最后，考虑到煤炭作为中国经济基础能源的地位，特别是在 CPI 持续走高的情景下，报告运用一般均衡模型，对煤炭价格改革给经济、居民消费、国际竞争力等带来的影响进行了定量分析：将现有煤炭外部成本全部内部化后，煤炭价格将会上升 23.1%，这会使 GDP 减少 0.07%，但长期国际竞争力将会加强。另外，依照 2007 年的价格水平，煤炭外部成本全部内部化后将使社会财富净增量超过 9400 亿元。

结论显示，要合理利用资源并切实改善环境，必须对现有的煤炭价格体系进行彻底的改革，使所有的煤炭外部成本都能够真实地反映在煤炭价格当中，为整个煤炭市场提供一个没有扭曲的价格信号，从而实现煤炭的合理生产和消费。

前言

毋庸置疑，煤炭作为中国工业化进程的能源基础，对整个国家的经济发展起着举足轻重的作用。中国煤炭资源丰富，而石油、天然气的储量相对较低，一直以来的能源结构都是以煤为主。目前，煤炭占中国能源消费的七成之多，比世界平均水平高40%。随着经济的快速发展，中国早已成为了全世界煤炭开采量和消费量最大的国家。

然而，对煤炭资源的大肆开发利用，其背后却隐藏着巨大的环境、社会代价。从开采到燃烧，煤炭使用过程中的每一步都留下了环境破坏的痕迹。尤其在其燃烧过程中所产生的大量二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒物，是中国空气污染的主要来源。在世界范围内，煤炭使用所导致的大量二氧化碳排放，是气候变化的罪魁祸首。

可见，摆脱对煤炭的过度依赖，对于中国的能源安全、环境保护和经济社会的健康发展有着至关重要的意义。要实现这一目标，建立合理的煤炭价格形成机制是关键。

在中国，除了缺乏有效的政策来反映煤炭的环境社会成本，政府管制也是造成煤炭价格扭曲的重要原因。因此，理顺煤炭价格，是一个同时将某些外部成本内部化，并降低、取消那些不合理的外部成本的过程。

但是如何将各项煤炭的“外部成本”进行量化，作为完善价格体制改革的基础，是一个难题。正是在这种背景下，在2007年，绿色和平、能源基金会和世界自然基金会共同发起了“煤炭的真实成本”的研究。

本研究由天则经济研究所、国家发展和改革委员会能源研究所、中国人民大学、山西省社会科学院、北京大学和中国疾病预防控制中心的多位不同学科领域的专家学者共同完成。研究目的在于整合国内已有的关于煤炭“外部成本”的各项成果，用经

济学的方法进行量化分析，并针对各项具体问题提出切实的政策建议。报告还吸取了王庆一、王金南、贾康、曹远征、叶荣泗，以及张昕竹等专家的宝贵意见，在此一并致谢。

作为国内第一份综合性的煤炭外部成本的研究报告，我们希望这份报告能为煤炭的价格体制改革进一步深化提供有益的借鉴，同时吸引更多的政策制定者和研究工作者加入到对煤炭外部成本的关注和讨论之中。

由于时间所限，而课题巨大，报告尚有一些不尽如人意之处，衷心希望有关专家、读者提出宝贵意见。

作者

2008年9月16日

目录

第一章 煤炭使用及市场现状 /1

一、煤炭使用现状 /2

二、煤炭市场现状 /3

第二章 煤炭的环境外部成本 /5

一、煤炭的环境外部成本 /6

二、环境外部成本的计算 /12

三、对环境外部成本的基本估计 /14

第三章 煤炭的管制成本及价格扭曲 /15

一、煤电联动机制对煤炭价格的影响 /16

二、政府管制对煤炭价格形成的影响 /17

三、要素价格形成机制中的扭曲 /21

四、“企业办社会”对煤炭价格的影响 /21

五、我国司法制度对煤炭价格的影响 /22

六、煤炭的政府管制成本和价格扭曲的基本判断 /24

第四章 运输价格—成本形成机制及外部成本分析 /25

一、运输价格对煤炭价格的影响 /26

二、煤炭运输的环境外部成本 /26

三、煤炭运输的其他外部成本 /27

四、煤炭运输外部成本的基本判断 /29

第五章 现有的外部成本内部化措施及其分析 /31

- 一、环境外部成本内部化措施及其分析 /32
- 二、政府管制和价格扭曲内部化措施及其分析 /37
- 三、现有外部成本内部化措施的综合分析 /39

第六章 煤炭外部成本内部化的政策建议 /41

- 一、深化煤炭市场化改革 /42
- 二、完善煤炭资源有偿使用制度 /43
- 三、开征能源税、环境税 /43
- 四、加强监管责任 /46
- 五、煤炭外部成本内部化政策建议路线图 /46

第七章 煤炭外部成本内部化对社会福利和国内生产总值的影响 /49

- 一、煤炭外部成本内部化价格变动总量 /50
- 二、煤炭外部成本内部化的影响 /51

参考文献 /55





第一章

煤炭使用及市场现状

1

一、煤炭使用现状

煤炭作为主要能源，对我国社会经济有着重要的影响。我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国。2007年我国煤炭生产量为25.2亿吨，比上年增长8.2%；煤炭销售量25.8亿吨，同比增长7.9%。2007年我国煤炭消费量占一次能源消费总量的69.5%，比世界平均水平高42个百分点。我国的煤已查明资源储量1万亿吨。2006年煤炭开采和洗选业增加值为3587亿元，占当年GDP的1.7%。加上电力、热力的生产和供应业的增加值占GDP的比重4.15%。

我国煤炭消费结构中，电力用煤比例最大，2007年占到全部煤炭消费量的53%。在工业部门中，钢铁、建材、化工是主要耗煤行业，分别占到2007

年煤炭总消费的17%、16%和5%。民用和服务业（不包括交通运输）用能转向电力、燃气、热力等能源，直接燃煤减少，占煤炭总消费量的比重下降。随着城市发展和环境保护的需要，电力和天然气利用迅速扩大，在城市中，居民用煤的比例大幅下降，但居民燃煤在中小城镇和农村仍然普遍。

煤炭开采、运输和利用会带来严重的环境污染。据有关部门统计，全国烟尘排放量的70%、二氧化硫排放量的85%、氮氧化物(NO_x)的67%、二氧化碳的80%都来自于燃煤。目前，全国空气污染超过二级标准的城市已经占到监测城市的34%。全国酸雨面积已经占到国土面积的30%。全国储存煤矸石达到36亿吨，占全国工业固体废物排放总量的40%以上^①。全国煤矿累计采空塌陷面积已经超过70万公顷。

我国煤矿95%以上瓦斯含量高，国有重点煤矿



^① 2007-2008年中国煤矸石工业分析及投资咨询报告，中研网。

中，高瓦斯和煤与瓦斯突出的矿井约占一半。煤矿瓦斯成为煤矿安全生产的重大隐患。2005年全国煤矿发生事故3306起，死亡5938人。从多年的统计情况看，煤矿伤亡事故的绝大部分发生在中小煤矿，中小煤矿百万吨死亡率是国有重点煤矿的5~6倍，安全生产面临的形势十分严峻。

二、煤炭市场现状

我国煤炭中间环节的盈利高于生产者。中间环节导致了煤炭批发市场和零售市场居高不下。中间环节一是铁路运输和水运的运力部门；二是从事营销的煤炭供销商。中间环节费用飞涨说明煤炭运输价格不合理，利润过高，需要降低运价。同时也说明煤炭营销秩序混乱，不规范甚至违法经营现象比较严重，有的供销商利用供不应求的煤炭哄抬价格。中间环节越多加价越高，正常的市场秩序被扰乱。

目前，我国煤炭配置的主要形式是市场。煤炭交

易平台包括以下4种：

第一种，全煤会，即由国家发展和改革委员会、铁道部、交通运输部、国家煤矿安全监察局、中国煤炭工业协会等部门和行业机构组织的“全国重点煤炭产运需衔接会”，一年一度定期举行，为全国的煤炭企业和用煤行业的企业提供了一个集中交易的市场机会，同时解决相关的运力分配问题。

第二种，各地区依托煤炭生产基地或者运输基地形成的交易中心。例如已经成立的中国太原煤炭交易中心、华南煤炭交易中心和秦皇岛海运煤炭交易市场等等，属于全国性的或地方性的煤炭企业和用煤企业经过组织者的认证便可以参与的经常性的、较具规模的集中交易市场。

第三种，煤炭企业与用煤企业、煤炭销售企业之间的一对一零星交易。这些企业一般经过了长期的合作，互相比较了解，交易不一定需要通过集中的、制度化的交易来完成。

第四种，电子交易网络，即各种各样的网上煤炭交易渠道，例如中国煤炭交易市场网、中国选矿选煤

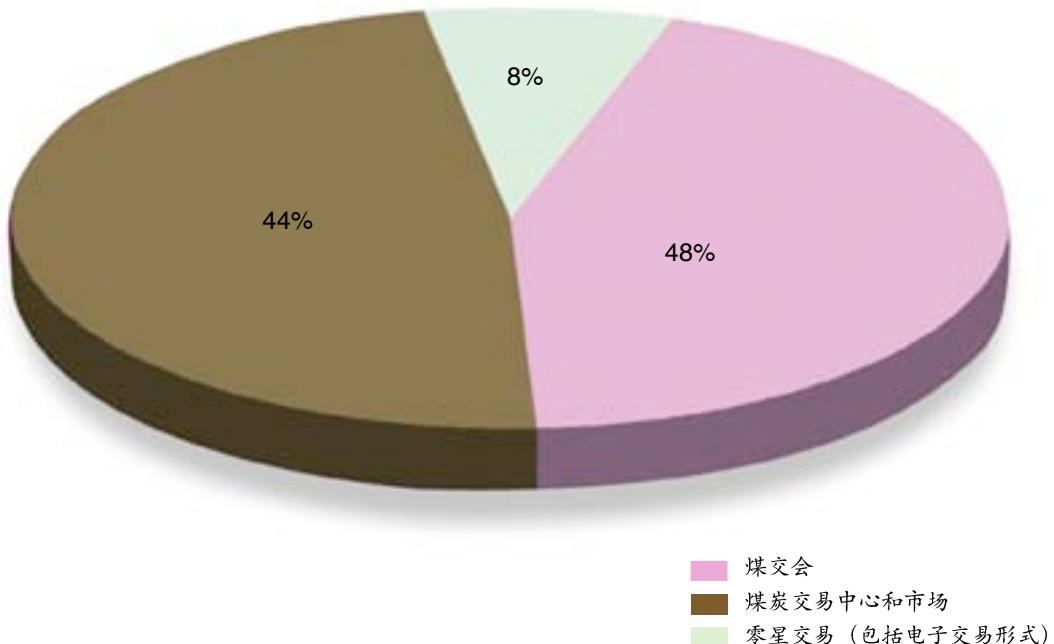


图 1.1 不同交易方式的交易量在整个煤炭交易中所占的比重

网、中国煤炭网、中国煤炭资源网，等等，同样为经过资格认证的煤炭企业和用煤企业提供了集中进行线上交易的市场机会。

不同交易方式的交易量在整个煤炭交易中所占的比重，如图 1.1 所示。

煤炭交易虽然也存在中长期合同和现货交易的区别，但是，中长期合同基本上只属于意向性合同，合同中规定的煤炭交割时间不同，不同批次的煤炭价格也会不同，主要取决于交货期的煤炭市场价格。坑口煤主要和煤质、产地、交易规模相关，而终端市

场煤炭价格则主要与煤质、销售地和产地距离、交易规模相关。因为在煤炭的销售和运输中，一个环节连着一个环节，基本上不存在各方对煤炭产品信息不对称的情形。

总而言之，如果不考虑煤炭的下游市场和替代产品市场的影响，不考虑煤炭要素的定价和配置的非市场因素，仅仅局限于各类煤炭产品本身，几乎在所有的环节，煤炭价格都是在完全竞争市场上由供求关系决定的。当然，上述这些“扭曲”是存在的，我们将在后面讨论。



第二章 煤炭的环境外部成本

2

煤炭的环境外部成本是煤炭开采、加工、储存、运输、消费过程对环境造成各种损害的成本，其中包括气候变化、空气污染、水污染、土地破坏等各类环境问题的成本。这一类的环境外部成本即使在正常的产权制度、市场制度和司法制度条件下，依然会产生。

一、煤炭的环境外部成本

煤炭在开采、加工、运输以及燃烧过程中，排出废水、废气、废渣对环境、生态以及人体自身的健康产生副作用，带来大量的环境外部成本，却没有反映在现有的价格体系中。

煤的开采造成的外部成本包括水及空气污染、噪音污染、对含水层的影响、对水文平衡的破坏、地表破坏等。煤的加工和处理所排放的废水造成水体污染，破坏水生态系统。煤的运输也会产生外部成本，如粉尘的遗落等。煤炭燃烧对环境造成的污染包括粉尘、氮氧化物、硫氧化物、二氧化碳以及汞带来的空气污染，这些污染物会导致哮喘和呼吸系统的疾病，危害公众的身体健康甚至生命。

按对象划分，煤炭污染所造成的危害有如下几种：

1. 空气污染

(1) 煤炭开采、运输和燃烧导致的空气污染

① 煤炭开采过程中的空气污染

在煤炭开采过程中形成的大气污染主要来源于矿井瓦斯和矸石自燃释放的气体。煤矿开采中释放的矿井瓦斯（主要成分是甲烷）不但是我国煤矿的主要灾害之一；而且是导致气候变化的主要气体之一，其温室效应是二氧化碳的 21 倍。根据国家发改委有关数据，2005 年，全国煤矿的瓦斯排放量达 153.3 亿立方米，相当于排放 2.2 亿吨二氧化碳。不仅浪费

了大量的能源，还进一步加剧了气候变化。

煤矸石是煤伴生废石，是在煤矿掘进、开采和洗煤过程中排出的固体废物。煤矸石自燃产生大量二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳等有毒有害气体。据国家煤矿安全监察局统计，我国目前国有煤矿共有矸石山 1500 余座，其中长期自燃矸石山 389 座^①，严重污染了矿区和周边地区的大气环境，影响着周边居民的身体健康，甚至造成居民中毒死亡事故。

② 煤炭贮存、运输过程中的空气污染

目前我国约有贮煤场 6000 多个，这其中多为露天煤场，由于缺乏防尘、降尘及除尘设备，煤尘到处飞扬，不仅造成大量煤炭损失，而且对环境造成严重的污染。经有关部门分析预测，全国每年因贮煤而产生煤尘达 1000 万吨左右。在我国，由于煤炭生产与消费之间巨大的空间差异，导致“北煤南运、西煤东输”的长距离运煤格局。运输中产生的煤尘，既损失大量的煤炭，又污染沿线周围的生态环境。若以 1% 的扬尘损失计算，由于铁路、公路运输煤炭向大气中排放的煤尘至少 1100 万吨，造成直接经济损失高达 12 亿元人民币以上，同时，造成对铁路、公路沿线两侧地区环境的严重污染。^②

③ 煤炭利用过程中的空气污染

煤炭燃烧是中国最大的空气污染源。煤炭燃烧后产生的对大气的污染物主要包括二氧化硫、一氧化碳、悬浮颗粒物、氮氧化物，由于二氧化硫和氮氧化物排放造成的酸雨，以及氮氧化物、一氧化碳和挥发性有机物受日光照射产生的臭氧等。我国燃煤产生的二氧化硫排放量占全国同类排放物总排放量的 75%；二氧化氮的排放量占全国同类排放物总排放量的 85%；一氧化氮排放量占全国同类排放物总排放量的 60%；总悬浮颗粒（TSP）排放量占总排放量的 70%。

(2) 空气污染物的危害

① 二氧化硫

① 张其仔，“我国煤、电工业结构调整透析”，《经济参考报》，2005 年 6 月 11 日。

② 刘彩英，“面向可持续发展的煤炭价值与价格理论和实践”，《2004 高峰论坛论文集》。

二氧化硫对人的结膜和上呼吸道粘膜具有强烈的刺激作用，长期接触低浓度二氧化硫，会出现倦怠、乏力、鼻炎、咽喉炎、支气管炎、味觉障碍、感冒不易康复等症状。二氧化硫污染具有低浓度、长期污染特点，对生态环境是一种慢性、叠加性的长期危害。二氧化硫对人体健康的影响机理主要通过呼吸系统进入人体，引起或加重呼吸器官疾病。有肺功能不全及呼吸道循环系统疾病的病人、老年人和儿童对二氧化硫气体特别敏感。

② 可吸入颗粒物

燃煤产生的颗粒物包括灰粒子、微量金属、碳氢化合物和烟尘等。直径 $\leq 10\text{ }\mu\text{m}$ 的微粒进入呼吸道后，会随其大小、轻重的差异而黏附或沉积在不同水平的气管黏膜上；直径在 $0.1\sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ 的微粒约有20%可进入肺泡内；直径 $\leq 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 的微粒，可自由扩散并黏附在下呼吸道的管壁黏膜上。这些微粒直接作用于人体的呼吸器官，久而久之，将导致咽喉炎、支气管炎、肺炎、肺癌等。煤炭燃烧释放的微量金属，如锑、锡、钡、镉、铝、铁、钙等与水溶性低浓度的有害气体 SO_2 、 NO_2 、氯气等结合可以全部被上呼吸道和肺吸收，形成支气管炎和尘肺病等。

③ 一氧化碳

一氧化碳是无色、无臭、有剧毒的气体。一氧化碳与血红蛋白的结合力是氧的300倍，会削弱血红蛋白向人体各组织输送氧的能力。尤其是脑组织缺氧，神经中枢受损最大。如果在含有0.1%（体积比）一氧化碳的空气中呼吸1小时，就会头痛和呕吐；含量达0.5%时，经过20~30分钟，就会导致感觉、反应、理解力和记忆力减退，严重的甚至会导致生命危险。

④ 臭氧

臭氧水溶性较小，极易进入呼吸道深部。人体短期暴露于高浓度臭氧，导致呼吸道炎症、肺功能下降和气道反应性增强。研究显示，健康成人在 $160\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 臭氧浓度下4~6小时出现肺功能降低。儿童更为敏感。大气中臭氧 $210\sim 1070\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 可引起哮喘发作，

并刺激眼睛使人体视力下降。资料显示，如果大气中臭氧浓度每增加 $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，人群呼吸道疾病住院率增加5%。

臭氧还可以降低机体对感染的抵抗力，还可以损害机体某些代谢酶活性产生溶血反应。动物实验表明，臭氧对微生物、昆虫和哺乳动物细胞具有致突变作用。

⑤ 氮氧化物

大气中的氮氧化物主要指二氧化氮和一氧化氮。二氧化氮毒性较大，能通过上呼吸道到达呼吸性细支气管和肺泡部分，引起肺功能降低，严重者导致肺气肿。健康成人暴露于 $4700\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 二氧化氮2小时以内，出现显著肺功能降低。研究表明，二氧化氮可激活细胞的氧化应激系统，使肺组织发生炎症反应；二氧化氮还可引起肺泡表面物质的过氧化，损害肺细支气管的纤毛上皮细胞和肺泡细胞，破坏肺组织较远纤维，导致肺水肿发生。吸入的二氧化氮以亚硝酸根和硝酸根的形式进入血液，与血红蛋白结合生成高铁血红蛋白，导致组织缺氧，机体对感染的抵抗力降低。

同时，二氧化氮与大气中的二氧化硫和臭氧协同作用，可造成机体呼吸道阻力增加，更加削弱了机体对细菌、病毒感染的抵抗力。

⑥ 酸雨

酸雨是硫化物和氮化物与空气中水和氧之间发生化学反应的产物。燃烧化石燃料（包括煤炭）产生的硫氧化物与氮氧化物排入大气层，与其他化学物质形成硫酸和硝酸物质。这些排放物可在空中滞留数天，并迁移数百或数千公里，然后以酸雨的形式回到地面。酸雨危害是多方面的，主要是破坏森林生态系统，改变土壤性质与结构，破坏水生生态系统、腐蚀建筑物和损害人体的呼吸系统和皮肤。酸雨可随人的呼吸进入肺部组织，严重时可能引起肺部炎症及肺水肿。酸雨可使儿童免疫功能下降，慢性咽炎、支气管哮喘发病率增加，同时可以使老人眼部、呼吸道患病率增加。

2. 水污染

(1) 开采阶段的水污染和损耗

开采阶段的水污染主要来自两个方面：

一是煤炭的开采使地下水位大幅降低，地面水系枯竭。井工矿和露天矿坑抽排的大量地下水，不但导致大面积区域性地下水位下降，破坏矿区水均衡系统，使原来用井泉或地表水作为工农业供水的厂矿、村庄和城镇发生水荒，土地贫瘠，植被退化，加上矿区地表塌陷破坏植被及矿山辅助工程设施的建设，加剧了矿区水土流失。

据调查，全国 96 个国有重点矿区中，缺水矿区占 71%，其中严重缺水的占 40%。水资源的破坏在我国煤炭主产区山西、陕西和内蒙古西部尤其严重，将

对这些地区的生态条件造成不可逆转的破坏性损失。

随着煤炭开采强度和延伸速度的不断加大，矿区地下水位大面积下降，使缺水矿区供水更为紧张。

二是煤矿排放的废水污水、煤矸石的堆放经雨淋后的废液渗入地下水系，洗煤的废水的排放对水体的污染。一般洗选 1 吨原煤用水 4~5 立方米，这些洗煤水含有大量的煤泥和泥砂等悬浮物，以及大量石油类药剂、甲醇和有害重金属离子^①。在煤炭加工过程中因选煤全国每年排出选煤废水 4000 万吨^②。全国每年排出矿井水 22 亿立方米，利用率不到 40%^③。矿井水的含盐量和硫酸盐含量大大超过农灌水标准，但一般均被农民引灌，造成农业土壤板结，破坏农业生态。



① 刘彩英，“面向可持续发展的煤炭价值与价格理论和实践”，《2004 高峰论坛论文集》。

② 张其仔，“我国煤、电工业结构调整透析”，《经济参考报》，2005 年 6 月 11 日。

③ “中国煤炭工业面临根本性的变革”，2007 年，中研网。

据统计，中国煤矿每年产生的各种废污水约占全国总废污水量的 25%。

(2) 运输阶段的水污染

露天贮煤场煤炭装卸时所用的降尘洒水、煤堆自燃时灭火用的洒水、洗胶带等冲洗用水等，如未做处理即排入江河湖海，也会对水体造成污染。煤堆的淋溶水，不仅带有大量的煤粉，同时含有煤中的各种有害有毒元素污染水环境。自燃煤堆的淋溶水往往造成酸性水性质的水污染。

3. 土壤污染

煤炭在开采、加工和消费过程中产生大量的固体废弃物，例如煤矸石、粉煤灰的堆放占有大量的土地，造成对土壤的污染。煤矸石每年的排放量相当于当年煤炭产量的 10% 左右。2006 年，我国有煤矸石山 1600 多座，煤矸石累积堆存约 42 亿吨，占地达 26 万亩，且每年产生煤矸石 7000 万吨，新增占地面积 3000 多亩。煤矸石是目前我国排放量最大的工业固体废弃物之一，煤矸石长期堆存，占用大量土地，同时容易自燃，污染大气和地下水水质。相关部门统计，因采煤造成的地表塌陷和煤矸石堆存也是耕地损失的原因之一。

4. 土地塌陷和生态破坏

煤炭开采引起地表沉陷造成了土地资源的严重破坏。大规模开采煤炭，造成矿区土地塌陷，地表扰动还诱发了山体滑坡、崩塌和泥石流等严重的地质灾害。资料表明，对于井工开采，每采 1 万吨煤炭就有 0.01 ~ 0.29 公顷的土地塌陷，平均为 0.2 公顷的土地塌陷^①。截至 2006 年 12 月 3 日，全国煤矿累计采空塌陷面积超过 70 万公顷，造成的损失已经超过 500 亿元。矿区的地表塌陷同时对地面的建筑

物、道路、铁路、桥梁和输电线造成不同程度的破坏，特别是在村庄稠密的平原地区，土地塌陷使村庄破坏引起人口迁移，一般生产 1000 万吨煤炭需迁移约 2000 人^②。

井工开采造成采空地面塌陷等地质灾害，降低了林地的涵养水源、调节气候等生态功能，影响土地耕作和植被生长，减少土地利用率，加剧了水土流失，引发土地沙漠化。平均每生产 1 亿吨煤造成水土流失影响面积约为 245 平方公里。塌陷还会引起山地、丘陵发生泥石流，山体塌陷滑移，严重破坏矿区的植物资源、土地资源和生态环境。开采和洗煤排除的废水、废渣使土壤、植被及湿地水体的大面积污染，使得生物多样性遭到破坏，野生动植物种类和数量在逐渐减少。煤炭开采改变水文下垫面也是造成河川径流量减少的主要原因。

煤矸石自然会产生大量的烟尘以及 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 、 CO 等有毒有害气体，严重污染矿区及周边的大气环境，还会造成矿区附近树草枯萎、农作物减产，对于植被的生长有严重的甚至是灭绝性的毁坏，生态环境遭到破坏。

我国 60% 以上的矿区生态环境十分脆弱。煤炭开采使地表、地下水系遭到破坏，地下水位下降，导致人畜饮水困难，农业生产受到严重影响。在山西省，治理煤矿开采造成的生态环境破坏，消除安全隐患，估计需要 1000 多亿元。

5. 重金属（汞）

我国煤炭的平均含汞量为 0.038 ~ 0.32 mg/kg。20 世纪 90 年代中期，来自燃煤的汞排放总量每年约为 302.9 吨，包括大气中附着于灰烬上的 213.8 吨和煤渣中的 89.07 吨。

汞对土壤的污染非常严重。我国每年因为汞等

^① 李树志，“中国煤炭开采土地破坏及其复垦利用技术”，《资源产业》，2000 年 7 月。

^② 刘彩英，“面向可持续发展的煤炭价值与价格理论和实践”，《2004 高峰论坛论文集》。

重金属遭到污染的粮食达1200万吨，造成的经济损失达200亿元。

通过食物进入人体的甲基汞可直接进入血液，主要与红细胞结合，少数存留在血液中。当全血中含汞量为 $20\sim60\mu\text{g}/100\text{mL}$ 时，即可出现神经中毒症状。据调查，人食用含汞 $5\sim6\text{mg}/\text{kg}$ 的粮食，半个月后即可发生中毒，即使食用含汞 $0.2\sim0.3\text{mg}/\text{kg}$ 的粮食，半年左右也可发生中毒。汞可在肾脏和肝脏中蓄积，并通过血脑屏障进入脑组织。甲基汞易于扩散并进入各种组织细胞中。汞在人体中引起慢性中毒的症状主要是：疲乏、头晕、失眠，肢体末端、嘴唇、舌和齿根等麻木，继而刺痛，随后发展为运动失调、言语不清、耳聋、视力模糊、记忆力减退，严重者可导致死亡。

6. 气候变化

气候变化对人类社会诸多方面（包括自然和生

物系统）都有着严重的影响，主要表现在对工业、人居环境和社会、健康、淡水资源、粮食、生态系统和海岸带系统的影响上。

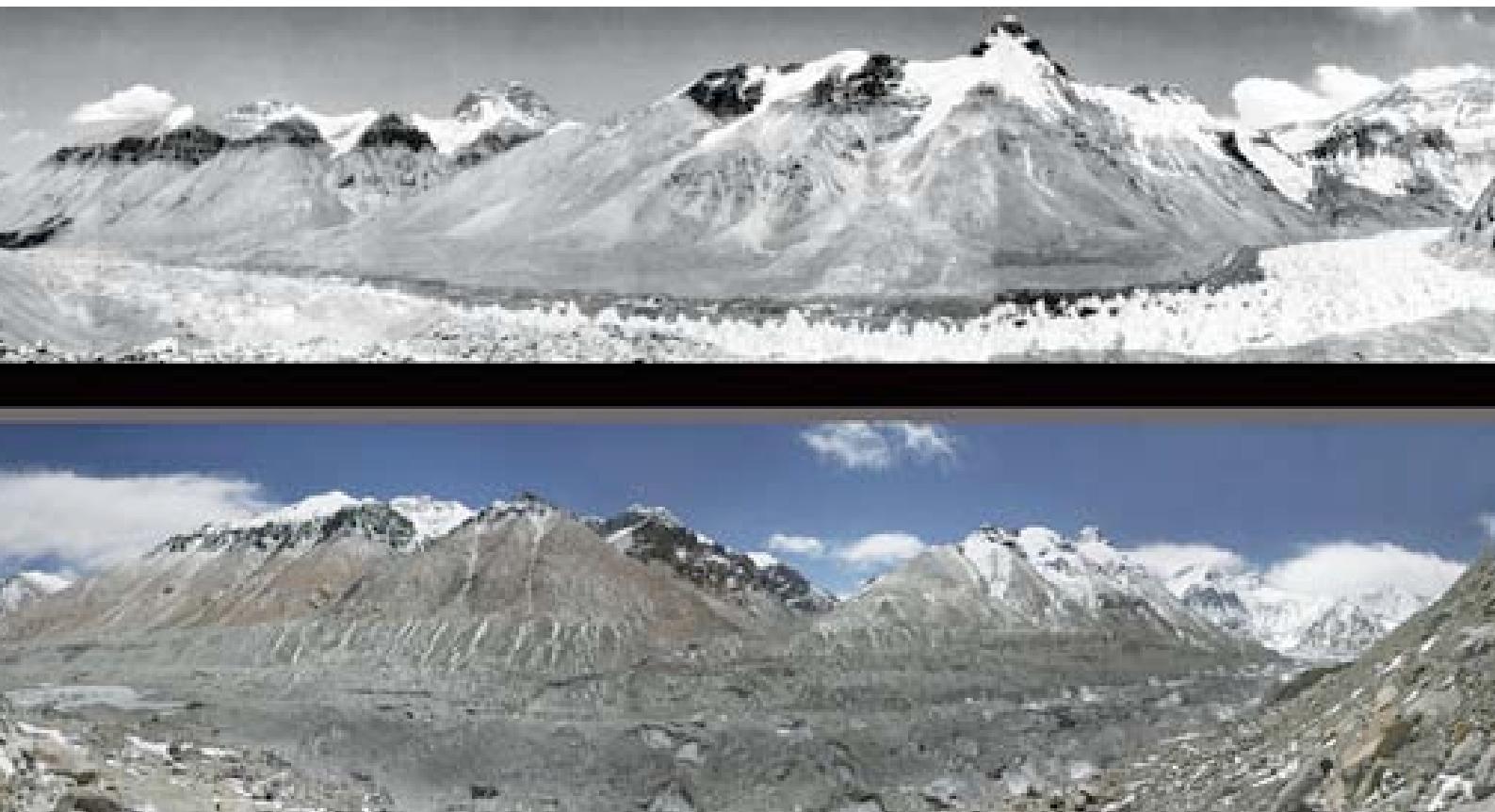
根据《气候变化国家评估报告》和政府间气候变化专门委员会的第四次评估报告，气候变化对我国的影响主要有：

(1) 农业

- 气候变化导致我国种植业生产能力总体下降，到2030年会达到 $-10\% \sim -5\%$ ；同时对农作物品质产生影响，导致大豆、玉米等作物的营养物质含量下降；

- 气候变化会导致农业病、虫、草害的发生区域扩大，病虫害生长季节延长，作物受害程度加重；同时氮肥等施肥量增加，农民投入增加，对土壤和环境也十分有害；

- 气候变化会加剧农业水资源的不稳定性与供需矛盾，对农业灌溉蓄水量的影响很大，加剧水资源



供需矛盾；

- 气候变化及降水量减少使土壤表层干燥，干旱发生频率和强度增加，加重土壤侵蚀和沙化趋势，进而引起土壤有机质大量损失，农田土壤肥力不断下降，导致土壤贫瘠，农田土壤环境质量变差。

(2) 水资源

- 气候变化会导致储存在冰川和积雪中的水量下降，这将使得目前 **1/6** 的世界人口居住的区域水流量减少；
- 约有 **20%** 的世界人口生活在河流流域，气候变化会增加这些河流流域遭受洪灾的几率；
- 气候变化导致的海平面上升会使地下水和河口被盐化的地区进一步扩大，导致海岸地区可用淡水减少；
- 气候变化导致的水温升高和降水强度增强等会加剧多种形式的水污染；
- 气候变化对淡水系统有不利影响，甚至会在

有些地区造成严重威胁；

- 水资源的可持续利用是中国经济可持续发展的基础，因此气候变化对水资源的影响会进一步影响到中国经济发展的战略。

(3) 极端天气

- 气候变化导致极端天气气候事件（暴雪、暴雨、洪水、干旱、冰雹、雷电、台风）发生的频率和强度都有所增强，给人民生命财产安全带来极大的危害；

- 近年来，我国每年因气象灾害造成的农作物受灾面积达 **5000** 万公顷，因灾害损失的粮食有 **4300** 万吨，每年受重大气象灾害影响的人口达 **4** 亿人次，造成经济损失平均达 **2000** 多亿元人民币。

(4) 健康

- 气候变化导致的旱灾、水灾、暴风雨、寒潮、沙尘暴、热浪等极端天气事件会使某些疾病的死亡率、伤残率、传染病发病率上升，并增加社会心理



压力；

- 气候变化会加大疟疾等传染性疾病的传播；
- 气候变化会减少农作物的产量，从而增加饥荒、营养不良的发生，影响儿童的生长发育。气候变化还会加大心血管疾病等的死亡率。

(5) 生态系统

- 气候变化会加大沙漠化的扩展；
- 气候变化会使我国林火灾害发生的频率增高，森林病虫害与病菌传播范围扩大、程度加重；
- 气候变化会导致多年冻土层大部分消失，冰川退缩，高原湖泊萎缩；
- 气候变化会导致我国三江平原湿地资源减少、生物多样性减少，长江三角洲附近湿地面积减少、质量下降，内陆湖泊加速萎缩。

(6) 海岸带系统

- 气候变化会导致海平面上升；
- 海水温度升高会加剧珊瑚的白化和死亡。盐沼和红树林将受到海平面上升的不利影响；
- 气候变化，强热带风暴影响的加强，海平面加速上升，会加剧我国海岸侵蚀。

气候变化的影响十分复杂，涉及众多方面，且具有全球性的特征，对其进行量化估计比较复杂。

目前世界上对气候变化造成影响的经济代价的研究主要有，斯特恩报告：气候变化的经济学（Stern Review）和盖洛特气候变化报告（Garnaut Climate Change Review）等。其中，斯特恩报告于2006年10月30日由英国政府独立发表，详述了气候变化造成影响的经济代价和温室气体减排的花费及收益。报告指出，“如果不采取行动，气候变化的总代价和风险将相当于每年至少损失全球GDP的5%，而且年年如此。如果考虑到更广泛的风险和影响，损失将会上升到GDP的20%甚至更多。”相比之下，采取行动的成本，即减少温室气体排放的成本，可以控制在每年全球GDP的1%左右。盖洛特气候变化报告是一份针对气候变化对澳大利亚影响的评估报告。它指出，到2100年，气候变化会给澳大利亚带来的

损失相当于4.8%的GDP，5.4%的居民消费和7.8%的实际工资。

但是，我国对气候变化影响的经济评估还较为欠缺，比较难以贴近地拟和煤炭燃烧带来的气候变化的影响，因此，本报告对煤炭外部成本的核算没有包括气候变化带来的外部成本。

二、环境外部成本的计算

本报告对外部成本的估计主要采用了以下测算方法：

人力资本法 (Human Capital Approach)。此方法一般用于测算环境污染对人体健康造成的损失，是指用收入的损失去估价由于污染引起的人口过早退休和死亡的成本。根据边际劳动生产力理论，人失去寿命或工作时间的价值等于这段时间中个人劳动的价值。一个人的劳动价值是考虑年龄、性别、教育程度等因素情况下，根据每个人的未来收入折算成的现值。

支付意愿法 (Willingness to Pay)。此方法是通过调查人对某种物品（比如更好的空气、水等）愿意付出的最大的金额，来衡量这种物品带来的效用变化。

旅行成本法 (Travel Cost Method)。此方法将旅游者每次旅行中所花费的支出视为旅行活动的价格，并将旅游次数视为对旅行的需求量，通过回归分析得出对资源的旅行需求函数，进而得到旅行地的旅行效益。该方法被广泛用于估算生物多样性以及其他生物资源的价值。

煤炭的环境外部成本估算见表2.1。

表2.1得出的环境外部成本的数据主要是指“直接外部损失”。当投资进行减排时，发生的“预防成本”对最后市场的价格变化有更直接的影响。因为我国目前在实际发生的“预防成本”上缺乏相应的数据，要用替代性的方法来估计。

因为预防成本在上升的同时，环境外部成本会逐

表 2.1 煤炭环境外部成本估算（2005 年）

	污染和损失	外部成本（元/吨）	
开采环境 成本	采煤大气污染、煤 气、瓦斯、矸石山自 燃等污染排放	人体健康和人类福利损失（开采） 农业生产损失（开采）	6.1 1.0
		人畜缺水、工业排放废水、矿坑排水等造成的损失	3.7
		煤矸石堆存处置、自燃煤矸石山处理	4.9
		对土壤、湖泊和河流的污染	1.1
		水资源永久性破坏的损失	22.1
		采煤漏水造成的缺水损失	0.2
		采煤造成的水土流失	8.5
		森林资源生长量损失、生物多样性损失	5.4
		采煤破坏植被损失、涵蓄水分功能下降的损失	9.8
		湿地生态系统损失	1.0
		土地塌陷损耗（土地资源损耗、耕地塌陷农作物损失、塌陷导致 地面建筑和工程设施的损耗、采煤塌陷所需移民搬迁补助）	4.67
		房屋建筑损失	0.8
		交通设施等损失	0.2
	小计		69.47
燃烧环境 成本	健康	44.8	
	农业	25.7	
	工业、交通材料和设施	2.7	
	建筑寿命和污染	4.1	
	水质	12.7	
	重金属对土壤污染	1.2	
	燃烧和发电产生的废渣等	0.5	
	小计	91.7	
总计		161.17	

渐下降，二者相交的点即为最佳预防或补偿成本，因此并不需要对作为环境外部成本进行全成本的补偿。但是计算出边际预防成本的难度较大，因此可把预防成本估算为环境外部成本的一半。则煤炭外部成本内部化后产生的预防成本对成本及价格的影响见表2.2。

三、对环境外部成本的基本估计

将以上分析综合起来，煤炭的环境外部成本对价格的影响约为 5.96%。

表 2.2 煤炭的环境外部成本内部化对成本及价格的影响

	外部成本 (元/吨)	预防成本 (元/吨)	偏离方向	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
开采环境成本	69.47	34.74	低	7.7	2.57
燃烧环境成本	91.7	45.85	低	10.17	3.59
共计	161.17	80.59	低	17.87	5.96



第三章

煤炭的管制成本及价格扭曲

3

煤炭的管制成本及价格扭曲是由我国在市场化改革过程中，现有制度存在的缺陷所导致的。这包括要素价格不完全由市场决定，产权无法正确界定和有效行使，立法有待完善等，由此导致了对煤炭价格的扭曲。

一、煤电联动机制对煤炭价格的影响

在我国的煤炭消费中，从2002—2007年发电用煤平均约占48%左右，呈逐渐上升趋势，2007年高达53%，见表3.1。

1. 煤电联动机制

煤电联动机制是指若联动周期内（原则上一个煤电价格联动周期不少于6个月）平均煤价比前一周期变化幅度达到或超过5%，相应调整电价，超过5%的那部分煤价成本，由发电企业承担30%，其余70%则通过涨价来消化；若变化幅度不到5%，则下一周期累计计算，直到累计变化幅度达到或超过5%，再进行电价调整。

在竞争的市场条件下，受到需求弹性的影响，生产商不可能将上升成本全数转移到下游。中国现在还缺少对电需求的价格弹性的研究；据美国的一项研究，对电需求的价格弹性，居民约为-2.5~0，商业用户约为-4.74~0（C. Dahl, 1993）。在煤电价格联动的规则中，电力生产商承担约30%的煤炭上

表 3.1 煤炭的消费量及占生产总量比例结构表

年份	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
生产总量（万吨）	134796	142811	155093	174129	195212	215000	238000	252300
国内消费量（万吨）	127002	132202	145699	163742	186310	205635	220900	258000
电力（万吨）	59193	64561	73284	85092	98692	108700	116500	130630
钢铁（万吨）	16004	16582	18231	21362	25500	32900	35000	42349
建材（万吨）	25370	25794	27000	29048	32310	35304	36800	40495
化工（万吨）	8020	8740	9700	9875	10808	11731	13400	13362
四行业合计（万吨）	108587	115677	128215	145377	167310	188635	201700	226836
其他（万吨）	18415	16525	17484	18365	19000	17000	16500	16000
电力（%）	43.91	45.21	47.25	48.87	50.56	51.28	52.74	52.99
钢铁（%）	11.87	11.61	11.75	12.27	13.06	15.52	15.84	17.18
建材（%）	18.82	18.06	17.41	16.68	16.55	16.66	16.66	16.43
化工（%）	5.95	6.12	6.25	5.67	5.54	5.53	6.076	5.42
四行业比例（%）	80.56	81.00	82.67	83.49	85.71	88.99	91.31	92.02
需求增速（%）	3.08	6.53	10.83	13.38	15.09	12.74	6.92	12.46

资料来源：2001—2005年统计数字以及2007年统计数字来自招商证券报告；2006年数据来自耿志成《2007年中期煤炭形势分析》。

涨成本，即使考虑到在煤炭价格上涨不足5%时不调电价的情形，也比市场定价机制下更为宽裕。如果考虑技术进步带来的发电煤耗的减少，发电企业受到煤炭价格上涨的影响更是微乎其微。

然而，煤电价格联动机制本身就存在制度性缺陷。因为该机制的本质仍然是政府定价，虽然考虑到市场波动和成本因素，但是一旦政府基于其他非市场因素的原因不执行定价原则，价格扭曲就会产生并且凸显出来。例如，2006年、2007年电煤市场价格上升幅度均已超过5%，但为了避免对经济的冲击和对居民生活的影响，政府没有启动煤电价格联动政策。

2. 电价管制对煤炭价格的实际影响

电价管制从两个方面对煤炭价格产生影响。

一方面，由于煤炭市场是相对竞争性的市场，而作为下游主要需求方的电力市场基本是由五大发电集团构成的垄断竞争市场，因此下游有足够的能力利用其垄断地位压低电煤价格。另一方面，国家对电价进行控制的直接后果就是电的需求增多、供给减少，致使电力供应出现短缺。2007年以来江苏、广

东、湖南、海南、山东等地出现了“电荒”现象。

由于较少的电力供给意味着对电煤的需求增速的减缓，而电煤占有我国煤炭需求总量的50%以上，所以对煤炭的总需求增速也会减少，在其他条件不变的情况下，最终会减缓煤炭的市场价格增长。

当然，在其他市场需求也急剧增加的前提下，这种煤炭价格下降的趋势将会被抵消，整个煤炭市场的价格都处于上升的趋势。

这些就是2002年以来煤炭价格逐步放开以后电煤价格增长率始终未能超过煤炭平均价格增长率的主要原因，发电用煤占煤炭平均价格比也一直趋于下降，这在2006年表现更为明显，发电用煤价格占煤炭平均价格的比例比往年平均低约10%。由于电煤消费量平均占总消费量48%，因此可以大致认为，煤炭平均价格因此被平均低估约4.8%，具体如图3.1所示。

二、政府管制对煤炭价格形成的影响

尽管我国煤炭价格基本上由市场决定，但政府

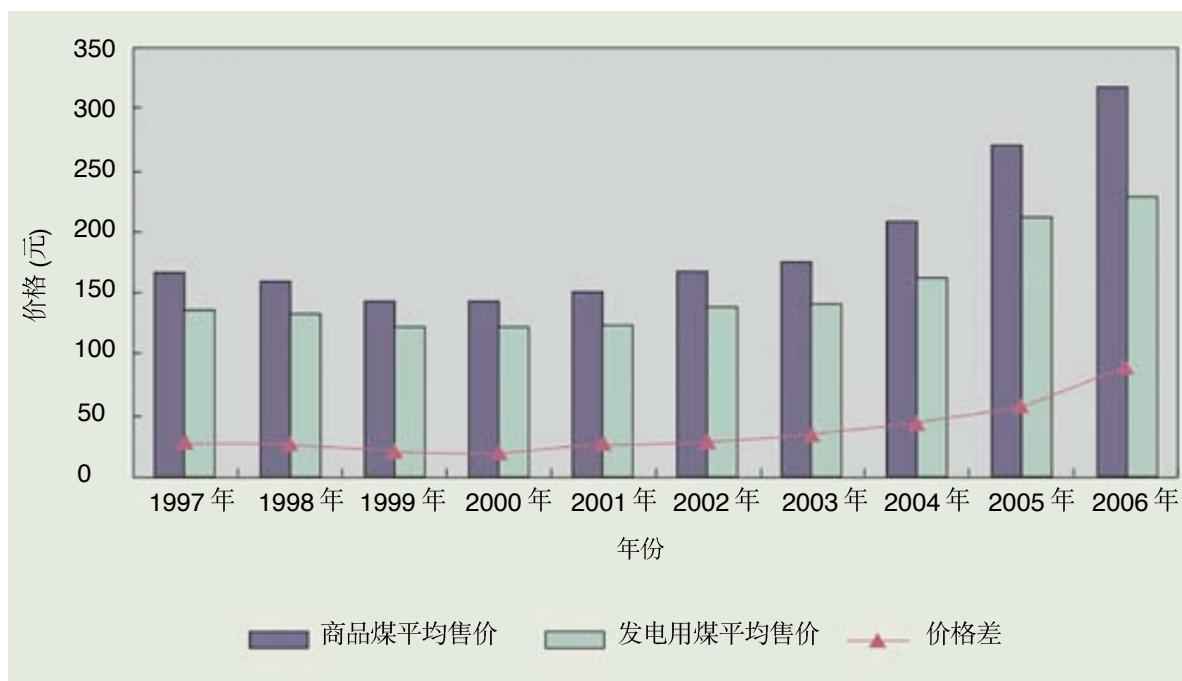


图 3.1 历年电煤和商品煤价格差距图

有关煤炭企业进入资格的规定和管理、有关煤炭进出口的鼓励或限制、有关煤炭企业和重要用煤企业发展战略和规划、有关煤炭企业生存的司法环境都会影响到煤炭的供给和需求，从而间接地影响煤炭价格。

1. 对市场进入的管制及其对市场定价的影响

目前，涉及煤炭行业进入的门槛的法律和法规包括：《安全生产法》、《煤炭法》、《矿产资源法》等等。

法律规定，企业进入煤炭开采领域需要向不同政府部门申请办理“六证”，包括工商营业执照、矿长安全资格证、采矿许可证、矿长资格证、安全生产许可证、煤炭生产许可证。“六证”制度抬高了煤炭行业的准入门槛，这将增加企业进入煤炭开采行业的成本，减少企业进入的数量，使煤炭的供给少于企业自由进入时的供给，从而使价格在原有基础上升高。在实际办理“六证”的过程中，有安全不达标的煤矿主贿赂官员取得“六证”的情况存在。

然而，在实际生产中，六证齐全的煤矿比率很低。如河北省张家口市共有煤矿 194 处，六证齐全的只有 31 处，占煤矿总数 15.98%，其中蔚县共有煤矿 87 处，六证齐全的只有 6 处，占煤矿总数的 6.9%。山西省太原市晋源区共有煤矿 31 处，其中六证齐全的只有 2 处，占煤矿总数的 6%。

2. 煤炭的安全监管的缺陷对生产安全及煤炭价格的影响

(1) 煤炭开采的安全和劳动力损伤

煤炭开采中的劳动力损耗成本是煤炭造成各类社会问题中的主要部分。

与一般工业行业相比较，煤炭行业井下矿工损

耗问题十分突出，主要表现在两个方面：

一是体力过度损耗。由于有的矿井多年开采，矿井不断向纵深延伸，工作面向边远扩展，职工从入井到工作地，路程最远的需要 2 小时左右，加上实际作业时间，每天工作时间很长。与此同时，井下矿工劳动强度大，综采工作面各生产工种平均劳动强度为 3 级（重体力劳动）。矿工长年在井下粉尘、噪音环境下高强度与长时间的生产作业，使体力严重透支，提前丧失劳动能力，造成不仅就业年限短，而且寿命相对缩短。

二是遭受发生几率较高的工伤、残疾、工亡与患职业病等特殊损伤。井下特殊的生产条件与工作环境使矿工遭受特殊损伤的几率要大大高于一般工业行业。仅以山西为例，从 1996 年 10 月 1 日至 2003 年底，山西煤矿企业发生工伤 1~10 级的伤残职工约为 42986 人，百万吨煤炭伤残率为 18.41。其中，1~4 级伤残职工 9690 人（需生活护理职工 2907 人）占总数的 22.54%；5~6 级伤残职工 13759 人，占总数的 32%；7~10 级伤残职工 19538 人，占总数的 45.45%。工亡职工供养亲属 17290 人。

如表 3.2 所示，2000—2006 年，我国煤矿共发生事故 18516 起、死亡 31064 人，分别占工矿商贸企业事故起数和死亡人数的 26.91% 和 40.26%。发生一次死亡 10~29 人特大事故 214 起，发生一次死亡 30 人以上特别重大事故 42 起，分别占全国各类特大事故起数的 36% 和各类特别重大事故起数的 58%。2005 年，我国煤炭产量约占全球的 37%，事故死亡人数则占近 80%，煤矿百万吨死亡率约为美国的 70 倍、南非的 17 倍、波兰的 10 倍、俄罗斯和印度的 7 倍。另外，我国煤矿尘肺病患者达 30 万人，占全国

表 3.2 2000 年以来我国煤炭生产百万吨死亡率

年份	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
百万吨死亡率	6.096	5.07	4.64	4.17	3.1	2.836	2.041

数据来源：国家安全生产监督管理总局。

尘肺病患者 50% 左右。仅国有重点煤矿每年新增尘肺病患者近 5000 例，平均每年死亡 2500 人以上。

总体来说，井下矿工将会受到两类损失：一是因为工作时间缩短（包括工作岗位调整、丧失劳动能力后与企业解除劳动关系及工亡失去生命）在经济收入方面（包括工资、津贴、福利待遇等）的损失，二是在医疗费、护理费、营养费等方面的损失。这些损失其中一部分由矿工个人与亲友自己承担，有一部分由企业负担，还有部分转移为社会负担。

本研究主要以同煤集团为分析样板，主要运用人力资本法，估算井下矿工的过度损耗与特殊损伤后的经济损失，即这部分劳动力损伤成本的价值量。在此基础上，运用统计学分析方法，推算山西煤炭行业煤炭开采中的劳动力特殊损伤成本。

根据人力资本法计算，综合考虑过渡损耗与特殊损伤的人数，人均收入损失量和受损失时间，仅山西省同煤集团井下矿工体力过度损耗收入损失为 42755.4 万元，伤残损失为 16308.8 万元，工亡损失为 609.15 万元，患职业病损失为 5732.2 万元。可以推算，全国平均吨煤井下矿工损伤耗成本为 14.53 元。

（2）煤炭安全监管缺陷

应该说，我国关于安全方面的法律、法规、规章这一层级的规范就已经相当完备，涉及煤矿企业设立、生产和事故的预防与处理等各个环节，但是，这些规范性条文，都存在着实施上的缺陷或者弱点。主要体现在下面几点：

首先，缺少负责任的执行主体。例如《中华人民共和国矿山安全法》及《中华人民共和国矿山安全法实施条例》中对安全教育和培训的强调非常到位，甚至有时间的强制性规定，但是，却大都要靠矿长的自觉，执行力度不够。

其次，虽然有针对各种情形的责任性条款，但责任的追究往往得不到企业重视。



最后，行政部门外在的监督方式缺乏效率。目前，在煤矿安全监督机制方面，实行的是“国家监察、地方监管、企业负责”，而在实际中安全事项的当事人和监督人往往是煤矿生产企业。

因此，在几乎所有特大和特别重大安全事故中，安全监管失察总是比较突出的。由于安全监督机制不够完善，使得企业为尽可能地降低成本，大肆降低安全投入，造成了煤炭生产过程中的安全欠账。根据公开报道，到 2005 年，我国国有重点煤矿安全欠账总额为 689 亿元^①。

^① “煤矿安全投入欠账超 500 亿”，《新京报》，2005 年 1 月 18 日；“我国重点煤矿安全欠账高达 689 亿元”，《上海证券报》，2006 年 2 月 27 日。

表 3.3 我国煤炭行业上市公司生产安全费用提取标准

单位: 元/吨

公司名称	2004年	2005年	2006年
西山煤电	15	15	15
神火股份	5	5	5
金牛	8	8	15
郑州煤电	6	15	30
兰花科创	15	15	15
兖州煤业	8	8	8
国阳新能	15	35	35
盘江股份	15	25	25
上海能源	5~8	5~8	5~8
恒源煤电	5	约10 (占销售收入的4%)	约10 (占销售收入的4%)
开滦股份	5	15	15
伊泰B股	5	5	5
潞安环能	15	30	30
靖远煤电	8	8	8
平煤天安	8	30	30
大同煤业	15	15	15
煤气化	15	15	15
平均	10.25	15.6	17

(3) 为了提高煤矿安全水平的煤炭安全投入

根据 2004 年的《煤炭生产安全费用提取和使用管理办法》规定, 不同类型煤矿将根据生产规模和地质灾害情况在吨煤生产成本中提取 2~10 元的安全费用。山西省财政厅和山西煤炭工业局在 2004 年末联合发布了有关政策, 将山西省的标准定为国有重点煤炭企业吨煤 10~15 元。事实上, 大部分煤炭企业都超过上述计提标准, 绝大部分煤炭

企业的安全费用提取标准在吨煤 5 元以上, 最高达 35 元。然而该费用不能足够有效使用, 影响了安全生产水平, 我国煤炭行业上市公司生产安全费用提取标准, 见表 3.3。

美国、德国等国家的煤炭安全成本约占总成本的 25%~30%^①, 是 2000—2006 年煤炭平均价格的 17.5%~21%, 取中位数为 19.25%。而我国煤矿的安全成本仅维持在价格的 3.5%。与市场经济成熟国

① 杨世勇、朱学义, “煤炭上市公司生产安全费用超额提取的利弊分析”, 《煤炭经济研究》2007 年第 3 期。

家煤炭安全水平相比，我国煤矿少投入相当于煤炭价格的 15.75% 的安全成本，考虑需求和供给的价格弹性导出的系数 0.33，煤炭价格被低估约 5.25%。

三、要素价格形成机制中的扭曲

1. 土地成本的低估

土地成本主要表现为土地的市场租金。根据一些地方的资料，我国农用土地的市场地租（表现为转包费），一般从 200~700 元/（亩·年）不等，在城市近郊会达到 1500 元/（亩·年）。考虑到我国土地价值会随着城市化进程而不断上涨，采用偏高的地租 600 元/（亩·年）作为基准。但这一水平只是农业用途的地租，只能作为煤矿占用土地租金水平的下限。

由于市场化改革，我国许多地方对征用土地的补偿已经突破了《中华人民共和国土地管理法》的规定。广东佛山耕地被征用补偿标准达到 75000 元/亩。考虑到城市化进程和农产品价格将长期持续上涨，广东佛山的标准大概接近土地的市场价格。将广东佛山的土地补偿标准 75000 元/亩为基准，按贴现率 2% 倒算地租为 1500 元/（亩·年）。

在实际中，由于大多数煤矿都是在 1987 年以前创立的，近年来政府一直在限制和减少中小煤矿数量，新建的大中型煤矿很少，所以总体来讲国有煤矿并不支付或很少支付土地成本。大多数情况下，土地成本基本上不计入煤炭企业的成本核算^①；众多的煤炭上市公司报表中，土地成本也没有被列出。可以大致认为我国的煤矿基本上不支付土地成本。

根据《矿山开发生态环境破坏与重建调查报告》，“全国中型以上国有矿山企业用地面积总量 754061.2 公顷”，煤炭企业用地在全国所有矿山用地中占到 67.3%，换言之，煤炭企业用地约占 507483.2 公顷，即 7612247.8 亩，按照 1500 元/（亩·年）的地租

计算，平均每年 114.2 亿元的土地成本没有计入选有企业生产煤炭的成本框架。2005 年国有重点煤矿煤炭产量约为 10.2 亿吨，因此仅国有煤矿就导致 11.2 元/吨的土地成本损失。占全国产煤量 48% 的国有煤矿的土地成本低估影响了煤炭价格。因此，土地成本低估导致的成本偏低约 2.5%，价格因此偏低约 0.8%。

2. 煤炭资源价值低估

作为矿产资源的所有者享有取得租金的权利，这被称为权利金或矿区使用费（royalty）。而在我国，由于矿产资源所有者和开采者主要是国有企业，所以长期以来从不征收权利金。但是随着市场经济逐渐深入，国有企业公司化，多种经济成分进入矿产资源的开采领域，直接导致了煤矿企业和相关部门的利益与国家利益的不一致。

政府已经开始逐步建立起矿产资源有偿获得制度，但是由于历史的原因，征收效果十分有限，征收的额度也远低于资源的实际价值。

我国目前已经征收或实施的体现煤炭资源价值的税费有：资源税、资源补偿费以及探矿权、采矿权使用费及价款，除此之外，探矿权、采矿权拍卖也是实现煤炭资源价值的一种方式。根据表 3.4，现有税费征收的总额度仅在 6~10 元/吨，取中位数，现有煤炭资源税费征收额度大概为 8 元/吨。

2002 年，我国开采 1 吨煤炭的资源损耗成本为 62.64 元，考虑现有的资源损耗补偿，煤炭的资源损耗外部成本为 54.64 元/吨，致使成本偏低 19.65%，价格被低估 6.55%。

四、“企业办社会”对煤炭价格的影响

目前，各大型国有煤矿仍然保留着“企业办社

^① 岳福斌：“煤炭成本构成存在的问题及解决思路”，《宏观经济研究》，2007 年第 3 期；钱平凡：“完善国有煤炭企业成本核算框架的研究”，《中国煤炭》，2004 年第 9 期，等。

表 3.4 各种煤炭资源税费征收金额及方式

税费种类	额度	征收方式
资源税	2~4 元/吨	按量征收
煤炭资源补偿费	1% 销售额	按销售额征收
探矿权	最高不超过 500 元/平方千米	按矿区面积征收
采矿权使用费	1000 元/平方千米	按矿区面积征收
探矿权、采矿权价款	2~4 元/吨	按储量征收
总计	6~10 元/吨，相当于 2005 年煤炭价格的 1.3%~2.2%	

资料来源：《中华人民共和国资源税暂行条例》、《矿产资源法》、《探矿权、采矿权使用费和价款管理办法》等。

会”的负担，医院、学校、食堂，甚至税务、警察、财政等机构一应俱全。

根据国家发改委 2006 年 8 月份公布的报告，原中央财政煤炭企业办社会支出超过 100 亿元 / 年，“大部分煤炭企业分离办社会职能进展依然缓慢”^①

按中央财政煤炭企业“企业办社会”支出 100 亿元 / 年计，国有重点煤矿煤炭年产量 10 亿吨（2005 年）计，平均 1 吨煤含承担企业办社会成本 10 元。与此相印证的是，国有企业本身就一直在收取企业办社会成本，如同煤、阳煤、焦煤、潞安、晋煤等企业均计提 14 元 / 吨。考虑到在剥离了企业办社会的功能后，企业仍然要向职工支付相关的成本，以使他们继续享受如住房、医疗、教育等服务，并假定由于这些功能社会化后效率提高和成本降低，只支付相当于企业办社会的成本的一半（7 元）即可，所以企业办社会使煤炭成本高估了 7 元。按照 2005 年价格水平，所有国有煤矿均承担每吨 7 元左右的企业办社会成本，这意味着煤炭成本被高估了 1.55%，根据需求弹性和供给弹性计算，价格将被高估约 0.5%。

五、我国司法制度对煤炭价格的影响

1. 司法制度在安全事故处理方面作用甚微

我国有《中华人民共和国国家赔偿法》、《中华人民共和国民事诉讼法》和《中华人民共和国民法通则》等众多涉及煤矿伤亡赔偿的法律、法规与行政条例。依照这些规定，伤亡工人或其家属将依照自己的个人和家庭状况及所就职企业状况获得包括医疗补助、精神赔偿、家庭成员抚恤金等各种补偿费在内的赔偿金或补偿金。如果不包括医疗费，一般来讲，对死亡者的补偿要高于对工伤者补偿。

理论上而言，一个人寿命赔偿应是这个人未来收益的贴现值。如果在事故中遇难的矿工的平均年龄为 35 岁，60 岁退休，工资为每月 3000 元，将因矿难而不能获得的未来收益按贴现率 2% 计算，应一次性赔偿 716901 元。然而，目前各省市出台死亡赔偿多为 20 万元，人均死亡赔偿比理论计算值低估了 51.7 万元。

按 2006 年百万吨煤死亡率 2.041 计算，因上述赔偿标准过低而少支付的煤炭成本约为 25 亿元，平均每吨煤的成本被低估 1.05 元。

^① “发改委：我国煤炭行业上半年经济运行形势分析”，新华网，2006 年 8 月 30 日。



在矿工伤亡问题上，我国仅有极少数的法院案例是赞同对矿难工人进行低于 20 万元规定的赔偿。例如，2007 年一名在山西省太原市柏林区私人煤矿打工的工人在遇难后，分别被柏林区法院、太原中级法院两级法院判赔 9.5 万元。^①

2. 可通过直接赔偿弥补的周边生态环境破坏外部成本

煤炭的采掘活动会对矿区周边的生态环境产生影响，这些影响主要包括水资源损耗，土地塌陷损耗、固体废弃物污染损耗和矿区生态恶化损耗。以上

这些因煤矿采掘导致的破坏使得临近区域的居民或者其他经济体受到的经济损失，可以通过双方的协商或者司法诉讼途径，由煤矿直接赔偿，这是因为可以直接明确损害方及损失程度。

在环境事故方面，主要涉及《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》等法律、法规。根据上述法律，虽然可以对环境侵害案件提出诉讼，但是由于各种原因，极少数能真正诉诸法庭，真正进入司法程序的往往是那些施害者因为触犯了刑事法律而被检察部门起诉的案件。

^① “矿工一命价几何”，《山西市场导报》，2007 年 6 月 21 日。

煤炭行业污染事故的处理基本上是我国环境污染防治状况的缩影。第一，表现在不多的环境民事诉讼案件中，根据公开数据，只能发现一起受害人通过集体诉讼赢得环境官司的案例，即“梁平七星镇仁安村4组111位村民诉仁安村委会及3家煤矿环境侵害案”。第二，相对于安全事故，虽然环境事故是煤炭生产纠纷的重要成因之一，但环境事故的受害人通常没意识也很少想到要获得司法救济，法院也没有表现出更积极的态度。根据目前公开资料无法发现法院参与处理了煤矿环境污染事故的民事案例。

因此，煤炭生产引发的环境事故真实成本和安全事故的真实成本一样，在司法的视野中被遗漏了。与安全事故的情形一致，由于可以不为环境事故造成损失承担责任，煤炭生产的成本偏低。

基本判断

由于经济系统的复杂性，对成本和价格的变动做出精确的分析和预测是不可能的，本章对影响煤炭价格的诸元素进行静态的分析，即其他因素不变的前提下，煤炭价格将发生何种程度的扭曲，目的在于找到影响价格扭曲的主要因素，并估计其影响的程度。事实上，对于制度缺陷导致的外部成本，只要完善相关的产权、行政和司法等制度，这些扭曲均会在市场的作用下逐渐得到纠正。

表3.5将本章讨论的制度缺陷产生的价格扭曲因素加以综合，这些因素使得煤炭的开采产生外部成本，并且使煤炭成本被低估或者高估，并推动价格偏离市场价格。

因此，因政府管制的缺陷，导致我国的煤炭价格偏低约17.73%。

六、煤炭的政府管制成本和价格扭曲的

表3.5 可量化的政府管制对煤炭价格的扭曲

扭曲现象	偏离方向	外部成本 (元/吨)	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
电价管制对煤价的抑低	低	65	15.27	5.09
煤矿安全投入偏低	低	71.03	15.75	5.25
井下矿工损伤耗成本	低	14.53	1.61	0.54
土地成本偏低	低	11.2	2.5	0.8
资源价格偏低	低	54.64	19.65	6.55
企业办社会	高	-7	-1.55	-0.5
总计		209.4	53.23	17.73



第四章

运输价格 – 成本形成机制及 外部成本分析

4

一、运输价格对煤炭价格的影响

1. 运输价格在煤炭价格中的重要性

我国煤炭资源和生产力主要集中在西部和北部，特别是山西、陕西、内蒙古地区，而煤炭需求旺盛的地区集中在华东、华南沿海发达地区，资源分布和生产力布局的特点决定了我国长期存在“西煤东调”、“北煤南运”的运输格局，在这种情况下煤炭的运输环境尤其重要。

从表4.1可以看出，煤炭从山西大同经秦皇岛港运至上海、广州，在大同地区铁路装车以后，剩余环节的运输费用、税金、利润等非煤费用的总和，已经占到了终端用户煤炭价格的55%~60%。其中，2006年我国铁路煤炭运输量为13.82亿吨，占当年全国煤炭产量的58%。煤炭的运输成本特别是铁路运输成本在整个煤炭价格体系中占有举足轻重的位置。

2. 煤炭的铁路运输

在我国，铁路处于垄断地位，且属于政企合一的管理体制。相应的公平竞争的市场规则没有建立，也没有形成真正独立的市场主体。这种畸形的市场推动成本刚性上扬，加剧了成本虚高、经济效益低下等垄断行业普遍存在的问题。

另外，我国铁路运输能力不足，不能满足煤炭运输的需要，运输供不应求的形势又进一步造成运输价格上涨。但是运价是由铁道部统一制定的，不能随市场波动，结果形成了大量寻租成本，使运价大大地超过了成本，成为终端煤价不合理的一个组成部分。

在不断上升的铁路运输成本中，有很多合法不合理或不合法的因素，其中铁路建设基金所占的比例最高。铁路建设基金，是指经国家批准征收的、专门用于铁路建设的政府性基金，从1991年3月1日开始征收至今。铁路建设基金主要用于国家计划内的大中型铁路建设项目以及与建设有关的支出。根据国家规定，对运输煤炭收取的铁路建设基金按0.33元/(吨·公里)计费。煤炭的铁路运输一直是煤炭产业发展的制约因素。在运力不足的情况下，煤炭运输成本一直不断上升。据中国煤炭工业协会初步匡算，仅在1995—2006年，煤炭企业累计支付铁路建设基金1700亿元，其中2006年铁路建设基金超过220亿元，占当年全国规模以上煤炭企业利润总额的32.54%，平均每吨煤炭承担的铁路建设基金相当于7元。

除了不当的运输价格，铁路发展的滞后也严重限制了煤炭的正常使用。尽管近年来铁路部门通过既有线路扩能改造等措施，已经在一定程度上缓解了铁路运力不足的问题。然而，铁路整体煤炭运输能力仍然紧张。2008年夏经历的电力缺口，除了煤炭价格控制导致的煤炭供给短缺，铁路运输的滞后也是另一个主要的原因。

二、煤炭运输的环境外部成本

1. 运输的外部成本

根据本研究开始的定义，道路运输同样存在两种外部成本。煤炭的道路运输所带来的环境外部成本主要包括煤尘的遗撒，尾气排放增大了公路沿线污染

表 4.1 煤炭各流通环节价格对比

单位：元/吨

优质动力煤	大同(坑口价)	秦皇岛(平仓价)	上海(提货价)	广州(提货价)
2006年9月	250~255	420~440	505~515	515~525
2007年10月	265	480~500	580~590	610~620

数据来源：上述数据均分别整理自国家能源领导小组网站(www.chinaenergy.gov.cn)，中国西部煤炭网(<http://cn.cwestc.com>)。

强度,另外车辆数量的增多还加剧了许多干线公路的交通阻塞。政府管制成本和价格扭曲主要原因是超载超限所带来的公路的破坏及引发的交通事故。

而铁路运输和水路运输所带来的外部成本主要是环境外部成本,如噪音、废气和煤尘的遗撒等。

2. 公路、铁路、海路的环境外部成本比较

(1) 噪音、废气的外部成本

中国铁道科学研究院2002年《运输系统的外部成本》给出的数据,再根据煤炭运输分别占各种运输形式的比重,见表4.2,计算得出:总的运输外部成本(噪音、废气等)约为34.05元/吨,预防成本为17.02元,相当于2002年价格水平的6.12%,根据需求弹性和供给弹性,价格被低估约2.04%。

(2) 煤尘遗撒外部成本

煤炭的运输中产生的环境外部成本中还有一种独特的成本,即煤尘在途遗撒成本。煤炭在运输途中,经常会发生遗撒,撒落在路面上的煤尘会污染路面,产生的扬尘被人吸入呼吸道会危害身体健康,撒落在建筑物上也会对建筑物产生破坏作用,此外由于清扫煤尘也会增加道路环卫的成本。

水陆联运的大宗煤炭在最后交接时允许损耗可能达到3%~5%,这只是铁路和水运的一般损耗,公路运输的实际损耗可能会更大。

由于数据及相关研究的极度匮乏,较为全面的煤尘在途遗撒成本难以估算。

三、煤炭运输的其他外部成本

在中国的特殊国情条件下,由于制度不健全产

生的外部成本,主要是公路煤炭运输中的超载和超限引发的外部成本。

(1) 超载超限对公路的破坏

超载超限对公路的破坏所产生的外部成本并没有被有效的内部化,即使车主因为超载超限被处以罚金,但是一方面罚金并不能完全覆盖公路破坏的损失,另一方面罚金也没有被用于弥补公路损失。

科学实验证明,1辆超载两倍的车辆行驶1次,对公路的损害相当于不超限车辆行驶16次;载重10吨的货车超载1倍,对公路的破坏力相当于正常载重时的16倍,超载2倍,对公路的破坏力增加80倍。超载越多,对公路的破坏越大。一条设计使用15年的公路,如果行驶车辆超载1倍,使用年限会缩短90%,即只能使用1.5年。

我国运输市场中货运车辆超载超限违章现象,造成了许多严重损失和破坏,危及人民生命财产安全。交通部公路司提供的数据表明,因超载超限车辆对公路、桥梁造成的损害,国家每年要额外多支出300亿元人民币的维修费用。

根据《中国主要年份交通运输业基本情况统计》中公路运输货运量2005年为134.18亿吨,则因超载导致的每吨货物的外部成本大概2.24元/吨,这个数字也是煤炭超载的外部成本。

(2) 超载超限引发的交通事故

超载超限车辆的轮胎、发动机、转向系统负荷过大,极易发生爆胎、断轴、侧翻、制动方向失灵等情况,从而不断引发恶性交通事故。

根据中国铁道科学研究院“运输系统的外部成本”课题的资料显示,高速公路交通事故带来的外部成本0.0021元/(吨·公里),而如果通过有效的高速

表 4.2 中国不同运输方式的煤炭运输外部成本(2002年)

	铁路	公路	水路
货运(百万元)	32248	3300	7009
外部成本(元/吨)	2.08	2.1	4.5

公路管理，减少超载情况的发生，外部成本能够降到 0.00105 元 / (吨·公里)。根据统计，货车事故 55% 以上由货车超载超限引发的，可以测算出超载超限引发的交通事故的外部成本在 0.0012 元 / (吨·公里)。

以太原到秦皇岛全程高速计，全程 790 公里，平均运输 1 吨煤的交通事故外部成本为 0.95 元；以大同到秦皇岛全程高速计，全程 630 公里，平均运输 1 吨煤的交通事故外部成本为 0.76 元。

(3) 超载超限的外部成本另外一种计量方式

由于市场竞争，普遍超载超限导致的运输市场价格要远远低于正常状态下(不超载超限)的运输市场价格。由于政府和社会采取措施避免了超载的发生，货运市场价格增加值就是市场已经将货运超载的外部成本内部化的那部分价值，这个增加值即为超载的外部成本。

整理得到治理超载前后的货运平均价格，见表





4.3。

根据上面的数据，治超前后的价格差大概在0.2~0.3元，相当于公路超载超限的外部成本。

由于预防成本一般小于直接的外部损失，并且避免所采取的手段已经可以有效减少外部成本，是可以实际内部化的外部成本。所以采用治超前后价格差作为外部成本，即0.25元/(吨·公里)。根据计算，我国煤炭运输超载超限的外部成本约为16.25元/吨，按2005年平均价格水平，运输成本被低估约3.6%，价格被低估约1.2%。

四、煤炭运输外部成本的基本判断

根据前面章节的计算数据，煤炭运输的外部成本的偏离比例可见表4.4。



表 4.3 部分地区治理超载前后的货运平均价格

单位: 元 / (吨·公里)

	江苏省 (2003年)	山西省 (2003年)	湖北省 (2004年)	天津 (2004年)
治理超载前	0.3	0.25	0.2	0.22
治理超载后	0.52	0.45	0.53	0.45

表 4.4 煤炭各流通环节价格对比

扭曲现象	偏离方向	外部成本 (元/吨)	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
铁路、水运和路运的环境污染	低	34.05	6.12	2.04
超载运输外部成本	低	16.25	3.6	1.2
铁路建设基金	高	-7	-2.52	-0.84
总计	低	43.30	7.20	2.4



第五章

现有的外部成本内部化 措施及其分析

5

一、环境外部成本内部化措施及其分析

1. 征收税费形式的生态环境外部成本内部化

(1) 目前, 我国征收的对生态环境补偿的主要税费包括:

① 排污费

二氧化硫排污费, 自 2005 年 7 月 1 日起, 每一污染当量征收标准为 0.6 元。氮氧化物在 2004 年 7 月 1 日前不收费, 2004 年 7 月 1 日起按每一污染当量 0.6 元收费。

粉煤灰、煤矸石、尾矿, 如果没有专用贮存或处置设施, 或者专用贮存或处置设施达不到环境保护标准 (即无防渗漏、防扬散、防流失设施), 一次性征收固体废物排污费。每吨征收标准为: 粉煤灰 30 元、煤矸石 5 元、尾矿 15 元。矿井水排污费按矿井口排出量计征, 征收标准为每一污染当量征收 0.7 元。

一般污染物的污染当量数=该污染物的排放量(千克) ÷ 该污染物的污染当量值(千克)。 SO_2 和 NO_x 的污染当量值为 0.95 千克, 烟尘的污染当量为 2.18 千克。

排污费征收标准, 见表 5.1。

② 水土流失补偿费

当前的水土流失补偿费标准为:

- 水土流失补偿费应依据生产建设占地面积和破坏面积, 每平方米一次性交纳 0.2~0.4 元。

- 工矿企业和从事采矿、冶炼、烧制砖瓦和石灰的个人对其造成的水土流失应积极治理, 不能或不便自行治理的, 应按下列标准交纳水土流失治理费: 采矿、筑路及其他有破坏地貌、植被行为的, 按采挖面积和倾倒占地面积, 每平方米一次性交纳

0.3~0.5 元的水土流失治理费。弃土弃渣按实际排放量每立方米一次性交纳 2~5 元的水土流失治理费。为方便起见, 也可按照弃渣量折算的产品产量计收, 煤炭为 0.5~0.8 元 / 吨。

③ 林业建设基金

《山西省林业建设基金代征办法》(晋政办发[1995]35 号) 中规定, 林业建设基金由地方税务部门代征, 代征标准为: 国家统配煤矿按原煤开采量每吨 0.05 元征收; 地方国有煤矿、集体、个体开办的煤矿, 以及以各种形式投资开办的煤矿, 均按原煤开采量每吨 0.1 元征收。林业建设基金是林业部门用以发展林业的专项基金, 按预算外资金管理, 统一安排使用。

此外, 山西省 2006 年开始决定从每吨煤的销售收入中提取 0.15 元育林基金进行生态补偿, 用于矿区造林绿化。

④ 矿山环境治理恢复保证金

截止到 2008 年, 全国已经有 21 个省份得以实行矿山环境治理恢复保证金制度, 具体征收标准各地有所不同。其中, 山西省矿山环境治理恢复保证金按 10 元 / 吨提取。

⑤ 煤炭可持续发展基金

山西省于 2007 年 4 月起征收煤炭可持续发展基金, 其中, 动力煤 5~15 元 / 吨、无烟煤 10~20 元 / 吨、焦煤 15~20 元 / 吨。

(2) 生态环境税费的效果分析如下:

第一, 收费面不全。例如排污收费以及一些行政事业性收费的对象主要是大中型企业, 对于一些乡镇企业煤矿和小煤矿, 难以有效收缴。

第二, 收费标准偏低。没有根据自然环境资源的

表 5.1 排污费征收标准

污染种类	单位 (元 / 污染当量)	污染当量值 (千克)
SO_2	0.6	0.95
NO_x	0.6	0.95
烟尘	0.6	2.18

价值以及开发活动的损失为基础制定收费标准，标准偏低，从而难以刺激开发者珍惜自然资源，保护生态环境。根据收费标准收取的排污费，至少不应当低于污染治理成本。而在2003年之前的排污收费标准仅为污染治理设施运转成本的50%左右，某些项目甚至不到污染治理成本的10%。

第三，征收上来的资金使用管理责权不清，缺乏有效监管，管理程序不规范、使用重点不明确。

第四，综合补偿机制需要完善。矿山环境治理恢复保证金和可持续发展基金具有对生态环境进行综合补偿的职能，但是这种补偿机制尚未得到全面的实施，并且目前征收的额度相对偏低。

2. 排污权交易

2007年11月14日，国内首个排污权储备交易中心在嘉兴挂牌运营。按照嘉兴市政府的规定，排污权申购的具体程序是：需求方向储备中心提交主要污染物申购预约申请，储备中心进行初审，待需求方收到环保部门对环境影响评价报告批复文件后，储备中心与需求方签订《主要污染物排污权交易转让合同》，收取交易款项，环保部门发放排污权交易证。这意味着新上项目审批多了一道排污量申购环节。

而排污权出让的具体操作程序是：出让方提交主要污染物出让申请，储备中心受理后进行审核确认，确认后，储备中心与出让方签订《主要污染物排污权交易出让合同》，并支付交易款项。企业与企业之间交易无效，必须通过储备中心，分别与中心签合同交易。目前，二氧化硫的价格被统一为每吨2万元。

我国污染权交易市场发展的主要障碍：

第一，缺乏法律依据。迄今为止，我国还没有一部国家法律明确规定排污许可证的法律地位。我国的《环境保护法》（1989年），《大气污染防治法》（1995年修正）和《水污染防治法》（1996年修正）仅对作为许可证制度重要内容之一的排污申报登记

做了明确的规定。缺乏法律依据给全面贯彻排污许可证制度造成了困难。

第二，排污总量很难确定。构建排污权交易体系必须以实现污染总量控制为前提的，如何科学、准确地测算出一个控制区域的最大污染物排放允许量，是进行整个排污权交易首先需要解决的问题，而这一问题的研究在我国尚处于初始阶段。同时，由于地方上片面追求经济发展的粗放型经济增长方式仍未从根本上得到改变，造成了经济增长与总量控制直接的尖锐矛盾，使得排污总量的确定成为排污权交易的难点，个别地区总量控制的底线不断被突破，使得整个排污权交易体系非常脆弱。

第三，排污权的市场化价格机制难以形成。市场交易环境的不完善，信息的不充分，使得排污权交易的价格不是真正的市场价格。我国已经实现的排污权交易案例，都是在环保总局、当地环保部门以及地方政府的牵线搭桥和运作下完成的，形成的交易价格低于污染治理的平均价格水平。而在分配了污源初始份额后，排污权作为一种稀缺资源，目前在市场上又形成了事实上的卖方垄断，市场供给不足。

第四，不能有效监测企业污染情况。准确的排放连续监测系统是排污交易成功实施的保障。我国的环境监测网络虽已基本形成，但设备简单、技术落后，监测的方式是排污源自己申报，管理部门抽测，对排污源的连续监测非常少，很难掌握其实际的排污状况。

我国火电厂使用的烟排监测设备，除个别厂家经过有资质的计量检定单位检定外，大部分厂家的监测设备只是通过各级环保协会的“计量认定”，在调查的75家火电厂中，只有3家火电厂的烟排监测设备通过具备资质的计量检定单位检测。^①

第五，排污许可证的分配难题。排污总量确定后，如何公平公正地分配给企业是一个目前争论的

^① 章轲，“2亿元资金浪费 全国电厂烟排监测装置八成瞎眼”，《第一财经日报》，2005年8月8日。

热点。目前存在着新建污染企业和已建污染企业之间在排污权初始分配方面的不公平，同时排污企业和掌握着排污许可证发放权的环保监管部门之间还可能存在寻租行为，这都会打击企业减排的积极性。

3. 环境外部成本内部化后对价格的影响

(1) 开采阶段产生的环境外部成本内部化后对价格的影响，见表 5.2、表 5.3。

(2) 利用阶段产生的环境外部成本内部化后对价格的影响。

我国在煤炭利用阶段产生的外部成本主要通过排污费补偿，目前实际只针对 SO_2 征收，征收的水

平均为 12.6 元/吨，见表 5.4。

(3) 目前的内部化措施实施后，环境外部成本及其煤炭价格的影响。

环境外部成本包括跨越代际的外部成本和环境外部成本。我国目前还没有针对代际外部成本的内部化措施。在环境外部成本方面，我国目前有部分内部化的措施，例如征收排污费，但与造成的外部成本比较，征收标准是远远偏低的。对于利用阶段的环境外部成本，主要是开征了硫税进行内部化，而还未征收碳税。总之，内部化措施还远远不够补偿环境外部成本。现有部分内部化后的环境外部成本对价格的偏离程度见表 5.5。

表 5.2 开采阶段外部成本与现有补偿水平的比较（2005 年）

阶段	环境外部成本 (元/吨)	估计的预防成本 (元/吨)	现有补偿和预防措施成本 (元/吨)	剩余外部成本 (元/吨)
开采阶段	69.47	34.74	水土流失补偿费 0.7 (0.5~0.8) 林业建设基金/育林基金 0.2 矿山环境恢复治理保证金 10 煤炭可持续发展基金 17 (14~20)	6.84
小计	69.47	34.74	27.9	6.84

注：补偿和预防措施的费用取中间值。

表 5.3 开采的环境外部成本对价格的影响（2005 年）

项目	剩余外部成本 (元/吨)	偏离方向	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
开采阶段环境成本	6.84	低	1.53	0.51

表 5.4 煤炭利用的外部成本现有内部化后对煤炭价格的影响

	环境外部成本 (元/吨)	现有税费 (元/吨)	剩余外部成本 (元/吨)	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
燃烧阶段环境成本	91.7	SO_2 排污费 12.6	79.1	7.37	2.46

表 5.5 现有部分内部化后的环境外部成本对价格的偏离程度

项目	剩余外部成本 (元/吨)	偏离方向	成本偏离 (%)	价格偏离 (%)
开采阶段 环境外部成本	6.84	低	1.53	0.51
利用阶段 环境外部成本	79.1	低	7.37	2.46
运输阶段外部成本	43.3	低	7.21	2.4
总计	129.24	低	16.11	5.37

国外环境税和能源税的经验

一、SO₂环境税

1. 捷克：对汽车燃料和其他能源产品征税，税率为每吨 SO₂ 0.1 欧元。
 2. 丹麦：对含硫量超过 0.05% 的矿物燃料征税，同时还对发电能力超过 1000kW、以含硫生物废料为燃料的电厂征税，税率为每千克硫 200 丹麦克朗。1996 年开始对电厂燃料免征含硫税。

3. 意大利：在 1998–2005 年期间，税金将做如下调整：高含硫油从 46 欧元/吨增加到 129 欧元/吨；低含硫油从 23 欧元/吨增加到 62 欧元/吨。

4. 立陶宛：对包括 SO₂ 在内的所有空气污染物进行征税。

5. 挪威：从 1970 年开始对 SO₂ 征税，涉及产品包括矿物油（如柴油、燃料油）、轻质和重质油，税率按含硫量大于 0.25% 的燃料比例进行计算。

6. 瑞典：对煤炭、燃料油、航空用油、泥炭征税。煤炭、焦炭、油及泥炭的税率为每千克 SO₂ 3.45 欧元，航空燃料税率为每千克 SO₂ 1.38 欧元。含硫量小于 0.1% 的油免税，如果采用脱硫措施，还可以获得补贴。

二、NO_x环境税

1. 爱沙尼亚：征收排放 NO_x 污染税，税率为 0.1 欧元/吨。

2. 立陶宛：对所有污染空气的物质（包括 NO_x）征收环境污染税（1999 年）。
 3. 挪威：对国内航空燃料、燃烧炉、燃气轮机征税。

4. 波兰：征收硫化物和氮氧化物（按 NO_x 计算）排放税，税率是 80 欧元/吨。罚款直接从企业利润中支付，这样企业就不能将成本转移到消费者身上。

5. 斯洛伐克：对 NO_x 在内的污染物征税。

6. 瑞典：对锅炉、燃气机轮、每年发电量超过 25GW·h 的化石燃料电厂征收 NO_x 税，税率为 4.6 欧元/千克。税金按能源产出总量和能源效率进行计算。

三、能源税

1. 奥地利：1996 年对天然气和电征收能源税，税率为 0.0436 欧元/m³ 和 0.007 欧元/(kW·h)。税收收入拨给各地，用于节能、环保和公共交通等项目。2000 年电税增加到 0.015 欧元/(kW·h)。能源税收入主要用于节能和环保项目，2000 年用于节能和环保措施的为 6600 万欧元，用于地方

公共交通运输的为 1410 万欧元。此外还对矿物油征收能源税。能源税有一些减免政策。

2. 比利时:以采暖用油的能源税率为基准计算单位能源的税率。汽油和煤油,550 比利时元 / 1000L; 采暖用油,340 比利时元 / 1000L; 石蜡,520 比利时元 / 1000L; 液化气,690 ~ 700 比利时元 / 1000L; 天然气,0.01367 比利时元 / 1000L; 电(低压进口电),55 比利时元 / 1000L。

3. 丹麦: 单位能源的税率按 47 丹麦克朗 / GJ 进行计算。无铅汽油, 3.808 丹麦克朗 / L; 柴油(汽车燃料), 2.286 ~ 2.565 丹麦克朗 / L; 采暖用油, 1.79 丹麦克朗 / L; 天然气, 1.60 丹麦克朗 / m³; 煤炭, 47 丹麦克朗 / GJ; 电, 0.536 丹麦克朗 / (kW · h); 采暖用电, 0.471 丹麦克朗 / (kW · h)。将能源税的税率提高 0.006 丹麦克朗 / (kW · h) 用作节电基金。

4. 法国: 法国最主要的能源税是对国内石油产品征税和其他能源产品征税。

5. 德国: 1999 年对所有使用电、天然气、石油的用户征收能源税。热电联产的效率超过 70% 可免税, 火车和电车用电也免税。2009 年前将降低以天然气为燃料的机动车的税率。

6. 荷兰: 法定能源税主要针对天然气、电以及家庭和小公司使用的矿物油。对天然气消耗量超过 100 万 m³, 年用电量超过 1000 万 kW · h 的用户征税。对以天然气燃料的发电厂免税。

7. 罗马尼亚: 1994 年开始对电征收 10% 的能源税, 对热能征收 2% 的能源税, 税收收入用作能源系统开发的专项基金。

8. 捷克: 对汽车燃料和其他能源产品征税, 税率为 23.3 欧元 / 吨。

9. 挪威: 每度电征收 0.00036 欧元, 用于补偿电力传输和分配。此外, 税收收入还用于信息项目和网络建设。1991 年开始对生产过程中燃用的矿物油、天然气和石油征税。1992 年开始对煤炭和焦炭征税。同时还对汽车燃料征税, 税率为每升汽油 0.099 欧元, 每升柴油 0.049 欧元。

四、碳税

1. 丹麦: 对燃油(包括汽车用油)、天然气、煤和电征收碳税, 税率为每吨 CO₂ 13.5 欧元, 其他税金和补贴可以充抵该税。

2. 芬兰: 对煤炭、天然气、泥煤、重油、轻油(不包括汽车用油)征收碳税, 税率为每吨 CO₂ 3.7 欧元。没有免税措施。

3. 格鲁吉亚: 税率为每吨 CO₂ 0.05 拉里

4. 意大利: 2004 年实施动能源产品碳税政策。

5. 荷兰: 对矿物油、煤炭和天然气征收燃料税, 税率按照燃料的碳含量和热值计算。对铀也有类似的税收政策。

6. 波兰: 对汽车燃料和其他能源产品征税, 税率为每吨 CO₂ 0.035 欧元。

7. 斯洛文尼亚: 1996 年开始征收碳税。

8. 瑞典: 对燃油(包括汽油和柴油)、煤炭、焦炭、天然气和液化气, 以及国内航空燃料征税, 税率为每千克 CO₂ 0.037 欧元。

9. 英国: 2001 年 4 月 1 日开始对除住宅以外的部门(工业、商业、农业和公共部分)征收气候变化税。其目的是鼓励提高能源效率, 帮助实现《京都议定书》中英国温室气体的减排目标。税率仍以 1999 年 11 月 2 日公布的、按不同能源产品的热值计算, 大致为: 液化气 0.07 便士 / (kW · h); 天然气和煤炭 0.15 便士 / (kW · h); 电 0.43 便士 / (kW · h)。

二、政府管制和价格扭曲内部化措施及其分析

1. 产权缺陷外部成本的内部化

产权缺陷的外部成本相当于资源产权的市场价格与现有制度下收取的类似于资源费的费用之差。煤炭在开采的过程中，涉及产权缺陷问题主要包括煤炭资源产权和土地资源产权的缺陷。

(1) 煤炭资源产权缺陷外部成本内部化

我国现阶段煤炭矿业权取得上还存在“双轨制”，据统计，我国约15万个矿业权中仅有2万个左右是通过市场机制取得的^①。大部分企业的矿业权是无偿或廉价取得的。针对这些问题，我国在这一领域开始实行了试点改革，试图纠正由于产权缺陷带来的外部成本。

2002年11月18日，经过34轮竞拍，新疆广汇实业股份有限公司以4900万元拍得新疆托克逊县黑山煤矿20年的采矿权，这是全国首次以拍卖方式出让煤矿采矿权。

2006年4月份，国务院常务会议批准在山西开展煤炭工业可持续发展政策试点。试点政策中规定有存量资源矿业权出让收益，中央政府与山西省政府按2:8分成。2006年11月财政部、国土资源部、国家发展和改革委员会《关于深化煤炭资源有偿使用制度改革试点的实施方案》，经国务院批复，我国将在山西、内蒙古、河南、陕西等8个煤炭主产省区进行煤炭资源有偿使用制度改革试点。试点省区出让新设煤炭资源探矿权、采矿权，除特别规定之外，一律以招标、拍卖、挂牌等市场竞争方式有偿取得。

此前企业无偿占有属于国家出资探明的煤炭探矿权和无偿取得的采矿权，必须对剩余资源储量评估作价后，缴纳探矿权、采矿权价款。一次性缴纳探矿权、采矿权价款确有困难的，经探矿权、采矿权登

记管理机关批准，可在探矿权、采矿权有效期内分期缴纳。

从目前的情况来看，改革是以增量和小型煤矿产权拍卖为主，尚未触及分配利益更加敏感的国有大型煤矿^②。并且，矿业权一级市场上的招、拍、挂制度在现实中实行得也不够理想。主要是由于历史原因，各地中小煤矿的投资主体和所有权性质不够明确，煤矿有市、县、乡政府投资的，村集体投资的，乡村联营的，社会单位与乡村联营的，还有极个别的个人办矿等多种形式。中小煤矿多年来层层转手，投资主体和经营主体不断变更，形成了十分复杂的产权关系。

(2) 土地产权缺陷外部成本内部化

由于土地成本的低估，煤矿企业占用的土地资源的机会成本不能得到完全补偿，目前主要通过缴纳土地复垦费实现这一外部成本的内部化。

土地复垦费是指有关企业和个人为履行土地复垦义务，在自行没有条件复垦或者复垦没有达到规定要求时，向当地政府或土地行政主管部门缴纳的进行土地复垦的费用。政府或土地行政主管部门利用收取的土地复垦费，组织单位或个人按规定要求进行土地复垦，详见表5.6。

国家虽然设立土地复垦专项基金，但真正能够到位并见效的屈指可数。复垦资金支付迟延或筹措困难的现象普遍存在。目前，全国土地复垦率虽然已由《土地复垦规定》实施前的2%上升到约12%，但是煤炭开采破坏土地，每年仍以70万亩左右的速度递增，其中约60%是好耕地。

(3) 环境产权缺陷外部成本内部化

① 水资源补偿费

水资源补偿费金额各地方有不同的规定。以山西为例，山西省对于煤炭开采、洗选企业征收水资源补偿费的标准为原煤每吨2元、洗煤每吨3元、焦煤

^① 刘伟，“煤炭资源成本缺失及其补偿政策”，中国经济信息网，2007-08-22。

^② 马红漫，“山西矿改，尝试优于止步”，国际在线，2006-07-19。

表 5.6 土地复垦费征收标准

单位：元/亩

省市	名称	征收标准
江苏	土地复垦保证金	1000~3000
上海	土地复垦基金	5000
河南	土地复垦费	2000~2500
山西	土地复垦费	6666~13332
辽宁	土地复垦费	6666

每吨4元。水资源补偿费由地方税务代收。

② 煤矸石排污费

2003年出台《排污费征收使用管理条例》以及配套的《排污费征收标准及计算方法》中规定：粉煤灰、煤矸石、尾矿如果没有专用贮存或处置设施和专用贮存或处置设施达不到环境保护标准（即无防渗漏、防扬散、防流失设施），一次性征收固体废物排污费。每吨征收标准为：煤矸石5元。一般每采1吨原煤排矸0.2吨，则1吨煤征收煤矸石的排污费为1元/吨。

2. 司法制度缺陷外部成本内部化

(1) 以政府征收税费的方式内部化

山西省人民政府规定：山西煤矿转产发展基金吨煤提取为5元，按月由企业从成本中提取，企业所有、政府监督、专户储存，专门用于煤炭企业转产、职工再就业、职业技能培训和社会保障等的专项资金。

(2) 由损害方向被损害方直接补偿

① 对沉陷区的居民拆迁安置的补偿

由于煤矿开采造成大量的土地塌陷、房屋沉裂、机井干枯，当塌陷比较严重时，当地村民将面临搬迁的问题。一般来说，对于搬迁安置的原则是：谁破坏，谁出钱。由煤炭企业造成的，由煤炭企业或者当地煤炭企业的主管部门负责出钱征地。征地除了要交纳土地赔偿、土地附属物的赔偿外，还要部分负责农民的拆迁安置资金和部分基础设施



的建设。

但是，总体上对于沉陷区居民的拆迁安置的搬迁房标准定得过低，并且随着建材、劳务费等资料的上涨，如果政府没有额外补贴，单靠拆迁补偿费农民很难建起新房。

② 对道路损毁的补偿

煤炭在公路运输中，超载现象比较普遍，对道路的损害非常严重。

由于考虑到煤炭公路运输造成的外部性，一些



地方政府在维修或者新建道路时，往往通过协商的方式由地方煤炭企业承担一部分费用。将煤炭公路运输造成的外部成本部分内化于煤炭企业之中。

(3) 以行政手段实现外部成本内部化

① 安全监管体制

国家煤矿安全监察局及其分支机构与其负责监管的煤矿之间，没有任何经济或体制上的联系，成为独立的第三方监管人。

2003年6月，《煤矿安全监察员管理办法》、《煤矿安全监察行政复议规定》颁布；2003年7月，《煤矿安全监察行政处罚办法》颁布；2003年11月，《煤矿安全评价导则》发布。

2003年11月，国务院安全生产委员会成立，旨在加强对全国安全生产工作的统一领导。

② 超载治理体制

对于超载的治理，主要由交通部门、公安部门和路政部门负责。具体分工是：路政部门对超载车辆主要征收的是超限运输补偿费；交通和公安部门对超载车辆进行的是超载的处理，其中交通部门主要负责第1~5种情形，公安部门主要负责第6种情形，见表5.7。

由于没有有效治理超载的长效机制，超载超限的情况屡禁不止，并且花样繁多，而法律制度不完善，使治超工作缺乏保障基础。

三、现有外部成本内部化措施的综合分析

1. 对生态环境和资源损耗外部性补偿的费用偏低

研究表明，我国煤炭在开采、加工、运输和利用过程中产生的外部成本要高于目前所补偿的费用。尤其是利用阶段排放的SO₂等污染物对环境所造成的外部成本，没有通过相应的税收或交易市场内部化，使得这一部分补偿欠账较多。

2. 税费征收目的不明确，存在拖欠挤占现象

表 5.7 超载超限分类

1	两轴车辆，其车货总重超过 20 吨
2	3 轴车辆，其车货总重超过 30 吨（双联轴按照两个轴计算，3 联轴按照 3 个轴计算，下同）
3	4 轴车辆，其车货总重超过 40 吨
4	5 轴车辆，其车货总重超过 50 吨
5	6 轴及 6 轴以上车辆，其车货总重超过 55 吨
6	虽未超过上述 5 种标准，但车辆装载质量超过行驶证核定载质量

一些税费的征收目的和课税对象不明确，并且对于这一部分的补偿费的性质都是行政事业性收费，在征收过程中容易产生拖欠和被征收单位挤占、挪用的现象，被破坏的资源或受损一方不能得到必要的补偿。

3. 安全监管和治超治限的行政手段难以有效落实

现行的安全监管体制和治超治限体制都不是一种长效的机制，并且各相关部门间缺乏有效的协调机制，在监督管理和执法过程中各自为政，相互脱节，造成了管理上的混乱局面。对管理者监管的缺位，为有关人员提供了权力寻租的空间。

总体而言，基于以下原因，这些针对政府管制成本和价格扭曲的内部化措施无法不计入对现有政府管制成本和价格扭曲的抵消或补偿中：

(1) 缺乏法律基础；(2) 借助于政府部门推行，效率很低；(3) 费用收缴困难；(4) 全国各地实施得并不普遍，且程度不同。

4. 在全国范围内推行排污权交易难度较大

在全国范围推行排污权交易，至少要有以下几个前提条件：一是科学确定排污总量，这建立在确定各地区环境容量的基础之上；二是在各地区间进行排污权的初始分配；三是建立公开、公平、公正、信息充分的排污权交易市场；四是对各排污企业能够进行实时的排污监测和跟踪。在我国目前的环境下，不论建立哪一个条件都有很大的困难，并且都不是可以在短时期内可以完成的。排污权交易实施的成本较高，这就削减了排污权交易本身所具有的节约成本的优势。



第六章 煤炭外部成本内部化的 政策建议

6

本章着重提出煤炭外部成本内部化的多种手段。针对环境外部成本，主要措施包括完善煤炭资源有偿使用制度，和开征能源税和环境税。而政府管制和价格扭曲的成本内部化，则需要深化煤炭市场化改革和加强监管责任。本章的最后部分对各种主要政策实施的时间表提出了建议。

一、深化煤炭市场化改革

煤炭市场化改革的方向是建立完全竞争性煤炭市场，使煤炭价格能真实反映其社会生产成本。目前的煤炭价格制度尚不完善，其中政府过度管制所导致的价格扭曲是主要原因之一。要改善这种状况，主要应采取以下四方面措施：

1. 取消煤电价格联动机制

由于中国绝大部分的发电依赖煤炭，煤炭价格的变动一直是制定上网电价的重要考虑因素。国家发改委自2005年开始推动煤电价格联动机制，电厂可根据煤价的上涨情况，适当上浮电价。这种机制给煤炭行业造成错误的信号，即煤炭价格的上涨可以完全由电力生产者来承担，结果削弱了煤炭市场的竞争。

而事实上，在我国各种能源资源中，煤炭资源量大、分布广，生产者和消费者多，不易产生垄断现象，可以建立完全竞争性的煤炭市场。2006年底，国家发改委弃用煤炭价格的“双轨制”，开放电煤市场竞争，这原本是深化煤炭市场化改革的契机。但若煤炭行业可以通过煤电联动，随意将煤炭市场竞争压力转嫁给发电企业，这势必导致煤炭价格的扭曲。

煤电价格联动的政策同时也给电力行业造成错误的信号。电力企业已多次呼吁启动煤电联动，以应对高企的煤炭价格，缓解“市场煤”和“计划电”之间的矛盾。在政府不愿意放开对上网电价限制的前提下，煤电联动机制被看成帮助电力企业缓解原材

料成本上升压力的途径，而电力企业间的竞争对成本上涨的缓解作用却被忽视了。

由此可见，在煤电价格联动的政策下，煤炭和电力市场的价格都会受到扭曲，并导致社会经济效益低下。只有取消煤电联动，并进一步深化煤炭市场化改革和电力体制改革，才能理顺中国的煤电价格。

2. 建立公平的煤炭开采准入机制

在煤炭开采中，直接和非直接的生产成本在不同煤矿各不相同。通过竞争的手段，提高劳动效率和管理水平，杜绝浪费，可以把一部分成本降下来，增强企业的竞争能力。因此，在煤矿开采领域采取“自由进入”的市场准入原则，但是在安全方面采取管制；在规模上，通过对煤炭矿产资源规模的划定和对矿区使用费的竞价来鼓励煤矿企业改组改制，走规模化、集约化经营道路。

3. 完善土地要素的市场价格形成机制

方面的措施主要包括国有煤矿土地转让的公开竞价；鼓励租地交易，形成市场地租；国有企业使用国有土地的，要按临近土地的市场地租水平收取地租，或按土地的市场价值折算纳入企业资本；农村集体土地由农村集体组织直接谈判定价。

4. 改善煤炭的铁路运输状况

铁路运输是煤炭价格扭曲的重要部分。在这方面的政策建议主要分成两方面。

一方面要提高政府的监管能力，降低运输环节由于铁路部门的垄断性而形成的不合理成本。政府应取消目前的铁路建设基金，理顺煤炭铁路运输费用。

另一方面，铁路运输瓶颈使不合理的运输价格飞涨，运输能力反过来成为煤炭市场化改革的障碍，政府部门应在能源供应运输上加大投资力度，改善运输能力，促进煤炭市场化改革。

二、完善煤炭资源有偿使用制度

为了促进煤炭资源合理有序开发，鼓励提高煤炭资源回采率，需要深化煤炭资源探矿权、采矿权有偿取得制度，相应调整煤炭资源税费政策，逐步使煤炭企业合理负担煤炭资源成本，煤炭产品价格真实反映价值。

在完善煤炭资源税费政策方面，除了在充分考虑煤炭资源有效利用率的基础上，合理提高煤炭资源税的税率，完善煤炭资源税的计征办法，也可以考虑合理调整煤炭资源相关的收费政策。

目前，煤炭资源相关的收费主要包括资源补偿费、探矿权使用费及采矿权使用费。前者（资源补偿费）按销售收入计费，后者（探矿权使用费及采矿权使用费）按占地面积收费。两者之间互有交叉，可用“矿区使用费”的概念对这两者统一和替代。

资源补偿费和探（采）矿权使用费由政府规定，既低于市场价值，又没有反映不同矿区的级差收益，因而造成外部成本。矿区使用费的定价则应采取市场方式，即由采矿企业对特定的探明煤矿资源进行竞价，最后形成矿区使用费的市场价格。

为了鼓励煤炭开采企业努力提高回采率，可以将探明储量而不是销售收入作为矿区使用费的费基，具体征收方法如下：

征收目的：体现煤矿资源价值的产权所有关系。通过产权的限定，激励开采者提高回采率，避免滥采滥挖和对环境的破坏。

费基 煤矿探明储量。按储量征收是整个矿区使用费的征收目的得以实现的关键。

征收对象：煤矿经营者。

费率确定：探矿权、采矿权拍卖，或者政府确定费率。

征收执行者：由资源管理部门，如省国土资源局组织煤炭资源的竞标或征收，纳入财政收入。

征收方式：对于新开发煤矿，通过拍卖确定；对于现有煤矿，由政府参照市场拍卖价格确定费率。

在落实矿区使用费的同时，也需要完善相应的配套措施，包括建立探矿权、采矿权的流转市场，创新探矿权、采矿权的金融工具。这将有利于扩大探矿权和采矿权的市场竞争，从而发现煤矿资源的真实价值。此外，还应尽快建立中立和职业的煤矿资源价值评估机构。政府应规定所有采矿权、探矿权的价值评估都应由专业评估机构做，如开采难度系数、最大经济开采成本、价值比较等。

三、开征能源税、环境税

现实中，比起排污权交易，征税有着操作成本低的好处。

1. 能源税

能源税是基于物质的能源量（热值）进行征收。主要目的是通过提高能源价格，刺激减少能源消费并增加节能、改善能源结构和提高能源使用效率。同时，征收能源税客观上会起到减少温室气体及其他环境污染的作用。

如果在实施能源税的同时能够减少其他税收，实现税收的中性原则，还可以减少其他税种对国家税收结构的扭曲，实现经济和环境的所谓“双重红利”。从这个意义上讲，能源税是一种“无悔”政策。尽管如此，在实际实施能源税时，还面临很多需要解决的问题。从世界上已有的能源税的实施来看，各国在设计能源税时，考虑的问题主要有：税率，实施时间和步骤，税收的减免和返还，对不同区域、行业、阶层的影响等。

对中国这样的发展中国家来说，能源税的设计需要特别考虑对低收入人群的影响。由于能源支出占低收入人群支出的比例较大，对其冲击和影响也更大，在设计时需要特别考虑对这部分人群进行补贴或减免。

很多国家在设计能源税时采用了分阶段实施的策略，这样可以避免实施能源税所带来的对经济的

剧烈冲击，增加实施能源税的可行性，减少实施能源税对社会带来的负面影响，将其实施成本最小化，力争以最小的代价获得环境改善的最优效果。

能源税的设计应该尽量缓冲实施能源税对行业产品的国际竞争力的影响，特别是对一些交易性较强的行业和产品，需要考虑其在国际上的竞争力和进口产品的影响。对某些高耗能行业，也需要实施税收减免，尽管这会降低实施能源税的环境效果，但在特定的场合也是不得已之选。但是，作为税收减免的附加条件，可以让高耗能企业与国家签订提高能效的自愿协议，这在很多国家已经证明是一条可以实现改善环境目标的有效措施。

大部分国家的能源税收入都纳入国家的总税收收入中再分配，并力求保持税收的中立性，减少其他税种对税收结构的扭曲，实现所谓的“双重红利”。还有一部分税收收入可以用于资助能源效率的提高和可再生能源的发展，同时实现能源税的经济效率和环境效益。

最后，能源税不可能单独实施，它始终作为一揽子环境和能源政策的一部分出现的，其作用也是辅助性的。因此，在实施能源税时，需要跟其他的一些政策相配合，才能发挥其最佳效果。

能源税的具体征收方案如下：

征收对象：煤炭、石油、天然气。

税收优惠：可再生能源为零税率；作为原料的能源利用为低税率，或者税收返还；天然气为低税率。

纳税环节：能源开采环节为煤矿、油田、天然气开采、非常规能源开采企业。

进口环节：海关代征。

计税方式：从量计征。

纳税期：方案一：以一个月为纳税单位，期满15日内交纳；方案二：半年为纳税单位，期满15日内交纳。

纳税地点：企业总部所在地；能源生产的地点。

税率：逐渐提高，推荐采用研究中的税率，但考虑到企业的承受能力和社会接受能力，可以从一个较

小的税率开始，如30元/吨，之后过渡到较高税率。

2. 环境税

环境税主要是针对使用煤炭造成的环境外部成本的措施。使用煤炭造成的污染排放物排放有很多种，这里主要讨论煤炭燃烧排放的二氧化碳和二氧化硫。这两种排放物或者直接影响人的健康，或者通过对环境的影响损害人的利益。但这种外部损害是无法辨明具体损害关系，所以要由政府出面代表公众利益。

环境税的征收应该针对煤炭消费导致排放的行为。由于煤炭需求的价格弹性约为 -1，所以，环境税被销售者和购买者大致对半分担。

煤炭的利用对环境的破坏既有地区性的，也有全国性的和全球性的（如气候变化），所以环境税应该在中央政府和地方政府间分配，比例应为煤炭使用造成的地区性环境外部成本和全国性、全球性环境外部成本的比例。

建议的二氧化硫税为 44.8 元/吨（按 2006 年价格），约为煤炭零售价格的 9%，具体征收方案如下：

二氧化硫税

课税目的：将二氧化硫排放的外部成本内部化。

课税对象：以煤炭为工业燃料的企业，以电厂为主。

税基：大中型电厂为二氧化硫排放量，难以检测的小型电厂为煤炭购买量。

课税者：地税局，以地方财政为主。

税率：煤炭价格的 9%。

用途：征收的二氧化硫税应专项用于政府对二氧化硫排放量的监测系统装置，对二氧化硫造成损害的补偿以及对减少二氧化硫排放量显著的企业补贴。

二氧化碳税

随着中国二氧化碳等温室气体排放量的快速增长，中国在全世界应对气候变化的努力中所扮演的角色也越来越重要。而另一方面，进一步优化能源

结构,有效控制二氧化碳排放的压力也是非常大的。因此,尽早确定二氧化碳征税方案,可以给国内的行业、企业和消费者明确的信号,以帮助中国的低碳式发展道路。建议二氧化碳税征收税率及时间表,见表 6.1。

具体征收方案如下:

课税目的: 将二氧化碳排放的外部成本内部化。

课税对象: 煤炭消费者,零售商代扣。

税基: 煤炭消费量(二氧化碳税应对所有化石燃料收取,这里仅考虑煤炭)。

表 6.1 二氧化碳税税率建议

单位: 元/吨

年份	2005 年	2012 年	2020 年	2030 年
碳税	0	100	150	200



课税者：国家税务总局，应以中央财政为主。

税率：煤炭零售价格的 10.4%。

课税办法：对煤炭的平均含碳量计算，对特定不燃煤行业可以予以税收返还。

课税用途：专项用于新能源的研发，市场化补贴。

征税方案中需要注意的是，由于各个地区煤矿之间有竞争关系，比如内蒙古的煤矿和山西的煤矿之间有竞争关系，地方政府可能存在地方保护主义，不征或少征能源税或环境税，以保持本地区经济竞争力。为了避免这一缺陷，需要由中央政府通过立法对能源税和环境税设立全国统一的税率。

在实施时，可以在增加能源税和环境税的同时，减少相等数量的其他税种，如增值税、营业税等间接税。这种作法，虽然整个社会的平均税负水平不变，但能源税和环境税的功效并没有被削弱，反过来，由于这些间接税的减少，还会给经济增加动力。

四、加强监管责任

1. 煤炭生产安全事故责任规则

根据过错原则，在安全上的投入和关注来区分事故责任。如在安全设备的投入上已经达到标准的企业，比没有达到标准的企业要承担较小的过错责任；企业和工人任何一方，过错程度大者承担更多责任。

煤矿安全事故的赔偿水平，也应按照保险市场中的一般计算方法来确定，即按因事故而导致的损失计算。原则上，矿难死亡者的赔偿额应按该人的平均工资水平和预期的剩余领取报酬时间来计算所有未来收入的贴现值。

在要求煤炭生产企业按照规定提取煤矿安全生产费用和维简费，确保煤炭安全技术改造资金来源的同时，可以将对煤矿安全事故的赔偿责任，转变为对煤矿工人的强制人身安全保险制度。因为煤矿安全事故发生几率较高，对煤矿伤亡事故的赔偿保险

的保费会较高。

2. 超载与公路事故责任规则

运输车超载的外部成本，包括对公路路面损坏和增加安全事故的几率。对于前者，可通过额外的从重计价加以内部化；对于后者，则要在事故的责任认定上强调过错原则，即将超载视为对公路安全负有过错，因超载而造成的公路事故，超载方应负更大责任。

3. 对周边水源、空气和景观破坏的责任规则

煤矿对周边环境的破坏，包括对水源、空气和景观等的破坏，应被视为一般的侵权，适用《民法通则》认定侵权责任。煤矿周边居民相对而言是弱势群体，在诉讼中可以申请法律援助。

五、煤炭外部成本内部化政策建议路线图

影响上述这些外部成本内部化措施实施的有两个因素。一是实施的条件，包括外部条件及政策本身的难易程度；另一个是实施所带来的内部化影响大小。分析政策实施的影响可以为煤炭外部成本内部化提供总体上的指引。然而在具体的操作层面，政策间的配套协调尤为重要。同时不论量化的效果如何，有条件的政策都可以配套一起出台。

1. 煤炭环境成本内部化政策建议路线图

征收税费是将环境外部成本内部化的重要手段，但是税费种类的设计与出台是与整个国家的税费体制改革的大方案密不可分的。因此，认清各种税费出台的条件，理顺各种税费种类之间的关联与互补性至关重要。

在中国目前的条件下，当务之急是推进资源税费，以完善全民所有的资源的有偿使用制度。但是我国的煤炭资源分布不均，确定全国统一的煤炭资源

表 6.2 煤炭环境成本内部化政策建议路线图

煤炭价格体系改革措施	目的	具体政策	实施时间表
完善煤炭资源有偿使用制度	合理反映煤炭资源价值。提高回采率，避免滥采滥挖和对环境的破坏。同时使煤炭企业合理负担煤炭资源成本	提高矿区使用费收费标准	2009 年提高
征收能源税、环境税	减少温室气体、二氧化硫的排放和其他环境污染等。刺激减少能源消费，增加节能、改善能源结构和提高能源使用效率	征收能源税	2010 年起征
		征收二氧化硫税	2009 年，将现行的二氧化硫费改成二氧化硫税，并开始征收
		征收碳税	2009 年，确定征税方案，从 2012 年起征，并在 2020 年和 2030 年进一步提高税率

税税率的难度较大，而像目前这样的低资源税率并不能起到合理反映煤炭资源价值的目的。同时，对于煤炭资源所征收的能源税也需要与资源税费相协调。在设计政策路线图时，建议将目前的煤炭资源税改成煤炭资源费（矿区使用费），并提高收费标准。此外，从 2010 年开始对煤炭征收能源税。

报告之前的部分分析了现有条件下，排放权交易体制在中国大规模开展的困难性。相比之下，同样是为了促进二氧化硫、二氧化碳等污染物的减排，环境税和能源税一旦立法设立，操作起来不太困难。因此，排污权交易措施可在充分研究并提出成熟方案之后再实施。

具体的政策建议路线图见表 6.2。

2. 煤炭政府管制和价格扭曲的成本内部化政策建议路线图

比较而言，政府管制成本和价格扭曲内部化的效果要比环境外部成本内部化的效果更大些，即前者会导致煤炭价格上涨 18.09%，高于后者的 5.01%。从实施的难易程度来看，政府管制成本和价格扭曲内部化措施主要是“广义的市场手段”，比“广义的政府手段”要容易些。对煤炭产业进一步的市场化，是我国市场化改革的进一步深化，既有其他产业市场化改革的经验，又有市场化改革的基础。从改革动力角度看，对政府管制成本和价格扭曲内部化措施既导致煤矿的成本上升，也带来了收入增加，两相对冲，并且还会由消费者分担部分成本，比较容易为煤矿所接受；而环境外部成本内部化措施主要是征税，所以会带来成本的上升，并主要由企业承担。

具体的政策建议路线图见表 6.3。

表 6.3 煤炭政府管制和价格扭曲的成本内部化政策建议路线图

煤炭价格体系改革措施	目的	具体政策	实施时间表
深化煤炭市场化改革	消除政府过度管制煤炭市场而导致的价格扭曲	取消煤电联动机制，逐步实现发电企业竞价上网	2009 年取消
		建立公平的煤炭开采准入机制	到 2010 年前落实
		完善土地要素的市场价格形成机制	到 2010 年前落实
		取消煤炭铁路建设基金	2009 年取消
	强化煤炭铁路运输通道		到 2010 年完成铁路“十一五”规划，并在下一个五年计划中进一步完善 扩建煤炭运输系统
改进责任规则	提高煤矿安全投入，减少煤矿安全事故	明确并实施煤炭生产安全事故责任规则	到 2010 年前落实
	减少超载对路面的破坏和对交通安全的影响	明确并实施超载与公路事故责任规则	到 2010 年前落实
	刺激煤矿减少对周边环境的破坏	明确并实施对煤矿周边水源、空气和景观破坏的责任规则	到 2010 年前落实



第七章

煤炭外部成本内部化对社会
福利和国内生产总值的影响

7

一、煤炭外部成本内部化价格变动总量

根据第六章的讨论，将煤炭的所有外部成本，按百分比表示，见表 7.1。由表可知，煤炭的所有外部成本，按保守的估计，应占煤炭价格的约 70.41%，由于存在着价格弹性，所以将这些外部成本内部化对价格的影响约为 23.1%。

细分的煤炭外部成本内部化导致的价格变动幅

度，见表 7.2。

煤炭外部成本内部化是一种制度变迁，是用内部化的制度替代了无内部化的制度。当外部成本被反映在价格体系中时，人们会找到更便宜的替代措施，即预防措施和可再生能源等煤炭替代品等。大量经验证明，预防措施的成本要大大低于外部成本。所以从长期看，一个经济主体要内部化的外部成本会大大下降。

表 7.1 煤炭外部成本内部化导致的成本变动和价格变动

外部成本形式	偏离方向	内部化后的变动方向	成本变动 (%)	价格变动 (%)
环境外部成本	低	上升	16.11	5.01
政府管制成本和价格扭曲	低	上升	54.3	18.09
总计	低	上升	70.41	23.1

表 7.2 煤炭外部成本完全内部化后的价格变动

大项	小项	价格变动 (%)
环境外部成本	开采阶段环境外部成本	0.51
	利用阶段环境外部成本	2.46
	运输环境外部成本	2.04
政府管制成本和价格扭曲	电价管制对煤价的抑低	5.09
	安全管制低效的外部成本	5.25
	井下矿工损伤耗外部成本	0.54
	土地要素低估的外部成本	0.8
	资源价值低估的外部成本	6.55
	运输超载外部成本	1.2
	企业办社会的外部成本	-0.5
	铁路建设基金的收取	-0.84
总计		23.1

二、煤炭外部成本内部化的影响

1. 对国内生产总值的影响

将上述价格变动的数值 23.1% 代入，可计算一般均衡模型，得出表 7.3 的数据。

表 7.3 内部化方案对宏观经济的影响

项目	%
GDP	-0.069
折旧	-0.074

表 7.3 表明，煤炭外部成本内部化导致的价格上升，会稍微减少国内生产总值 (GDP)，其幅度为 0.069%。

2. 对收入分配的影响

在国内生产总值只有稍微减少的情况下，国民经济的各大部门，如企业、政府、居民等的可支配收入却大于 GDP 变动的变动，见表 7.4。

表 7.4 内部化对收入分配与支出的影响

项目	部门	%
可支配收入	企业	3.088
	政府	1.186
	乡村居民	-0.41
	城市居民	-0.57
	国外部门	5.904
消费与投资	居民消费	-0.52
	政府消费	0.740
	固定投资	1.343

虽然城乡居民的收入略有减少，但如上所述，在增加能源税和环境税的同时降低同等数量的个人所

得税，甚至这一小部分收入减少也会被弥补，更不存在收入分配的问题了。

3. 对经济结构的影响

煤炭价格上升 23.1%，对煤炭的生产和消费影响最大。估计煤炭产量将减少约 9.616%，消费量减少约 6.852%，见表 7.5。

表 7.5 内部化方案对煤炭生产和消费的影响

项目	%
产量	-9.616
进口量	68.051
出口量	-58.506
消费量	-6.852

与煤炭互替的其他能源产业，如石油、天然气开采业，石油加工、炼焦及核燃料加工业产量略有上升，而以煤炭为主要原料的产业，如燃气生产和供应业和电力、热力的生产和供应业的产量则有所下降，详见表 7.6。

从价格角度看，无论是与煤炭产业互替的其他能源产业，还是以煤炭为原料的产业，价格都有所上升，见表 7.7。

表 7.6 内部化方案对一些部门产量的影响

变动大于 1% 的部门	%
煤炭开采和洗选业	-9.616
石油和天然气开采业	0.826
金属矿采选业	-0.571
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2.859
仪器仪表及文化办公用机械制造业	1.248
电力、热力的生产和供应业	-1.084
燃气生产和供应业	-4.573

表 7.7 内部化方案对一些部门价格的影响

变动大于 1% 的部门	%
煤炭开采和洗选业	23.060
石油和天然气开采业	1.788
金属矿采选业	1.011
纺织业	0.792
木材加工及家具制造业	0.828
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2.460
化学工业	1.212
非金属矿物制品业	1.899
金属冶炼及压延加工业	1.605
金属制品业	1.138
通用、专用设备制造业	0.963
交通运输设备制造业	0.865
电气、机械及器材制造业	0.928
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.867
仪器仪表及文化办公用机械制造业	0.917
电力、热力的生产和供应业	4.891
燃气生产和供应业	7.190
水的生产和供应业	1.036
建筑业	0.900

4. 对各项指标的影响

如果按前面所说，将煤炭外部成本内部化的措施分5年完成，或交错地进行，其效果大约分5年显现，其所带来的负面影响更是微小，从而更有实施的可行性和可操作性。

从表 7.8 可以看出，每年对 GDP 的影响仅为 -0.0149%，略微降低农村居民可支配收入 0.013%，城市居民可支配收入降低约为 0.02%。在宏观经济指

标，这些都是微乎其微的，甚至低于误差。因此，从 5 年的时间长度来看待煤炭外部成本内部化措施，这样的改革几乎是“不动声色”的。

表 7.8 5 年完成内部化措施的每年影响

项目	%
GDP	-0.0149
乡村居民可支配收入	-0.013
城市居民可支配收入	-0.02
居民消费	-0.06
煤炭产量	-2.329
煤炭进口量	11.821
煤炭出口量	-17.368
煤炭消费量	-1.558

5. 对国际竞争力的影响

在其他国家情况不变的条件下，我国采取内部化煤炭外部成本的措施，导致煤炭价格上升约 23.1%，会提高我国企业的生产成本，降低国际竞争力。然而，我们应看到，由于我国市场改革还未完成，与煤炭领域完成市场化的国家相比，煤炭价格大大低于这些国家，这种情况并非公平。

针对环境外部成本，许多国家已经开征了碳税和硫税等环境税以及燃油税等能源税。在煤炭完全由市场定价且替代能源零售价高于我国的情况下，其煤炭价格显著高于我国，如图 7.1 所示。

与其中煤炭价格比较偏低的日本比，日本的动力煤价格也比中国高约 49%；日本的炼焦煤价格比中国高约 58%。因此中国煤炭价格因内部化措施上升 23.1%，仍比许多国家的煤炭价格低。

在煤炭价格升高的压力下，企业和居民会选择节约用煤的措施，减少能源浪费，更有效率地使用煤炭，并采取更新的节能技术，从而降低单位能耗，降低成本，提升竞争力。

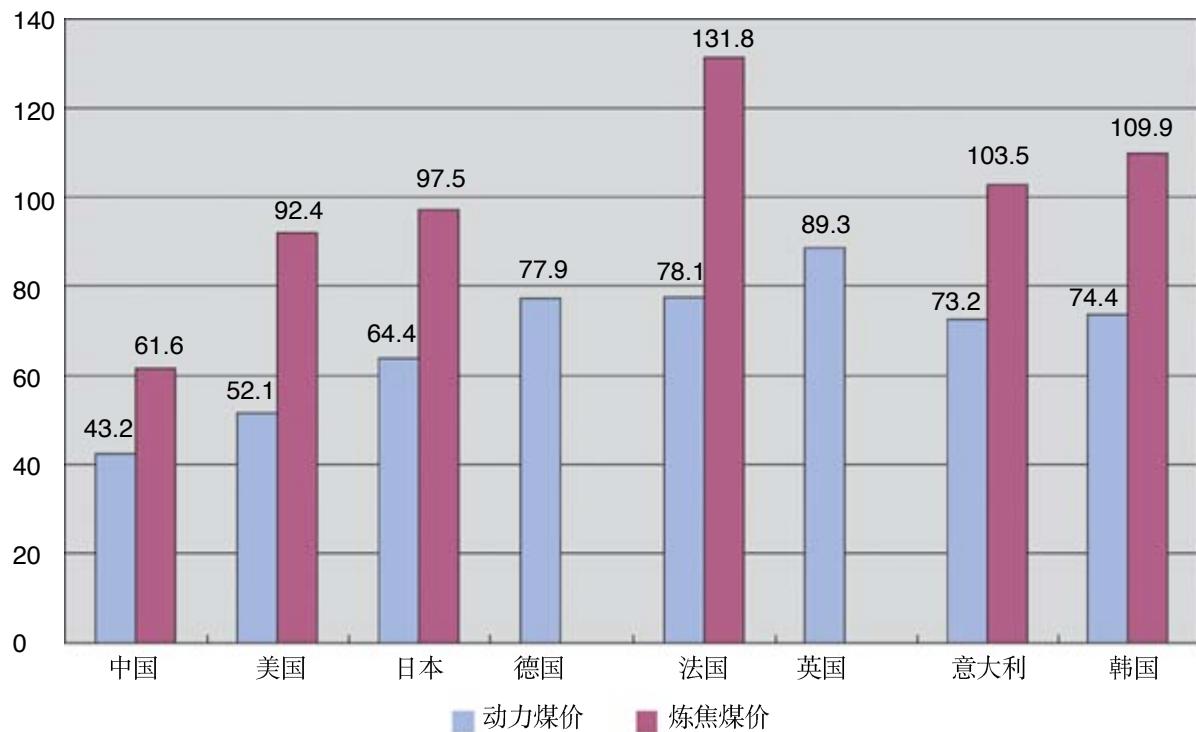


图 7.1 各国煤炭价格比较 (2005 年) 单位: 美元/吨

资料来源 Energy Prices & Taxes - Quarterly Statistics, First Quarter 2007, Part II, Section D, Table 18, and Part III, Section B, Table 15, Paris: International Energy Agency, 2007.

从长远来看,将煤炭的全部外部成本内部化,给出了煤炭的真实成本,也就给出了煤炭与其他能源和其他资源之间的正确比价,从而更有效地配置资源,也就提升了我国社会的效率,进而提升我国的国际竞争力。

煤炭外部成本内部化还会使我国企业和居民按照跨越代际最优配置资源的方式去生产和消费煤炭,从长远看,中国的经济发展可以更为持续,这是一种长远的竞争力。

6. 对社会福利的影响

根据前面各部分的分析,将煤炭负外部性导致的直接外部成本汇集于表 7.9。由于近几年我国也采取了一些将外部成本内部化的措施,假定这些措施提高了预防直接外部侵害的水平,降低了直接外部成本,且降低的部分两倍于预防成本的投入,剩余的直接外部成本约为煤炭价格的 140.22%,见表

7.9。

将剩余外部成本与 2007 年的煤炭平均价格 498 元/吨相乘,每吨煤炭的外部成本约为 698 元。2007 年我国煤炭的产销量约为 25 亿吨,则煤炭的外部成本约 17450 亿元。如果假定煤炭外部成本的内部化措施完全有效,这一部分外部成本就会消失,反过来就应该被视为社会财富的增长。

另一方面,外部成本内部化是要付出成本的,这就是所有预防成本的总和。在本书中,扣除已经实施的内部措施的成本,需要付出的预防成本相当于煤炭价格的 70.11%,按 2007 年的煤炭价格 498 元/吨,外部成本内部化的附加预防成本为 349 元/吨。由于外部成本内部化后价格将上升 23.1%,产量将下降 9.6%,所以按 2007 年的煤炭产量水平,产量将会减至 23 亿吨。因此外部成本内部化的成本约为 8027 亿元。收益减去成本,煤炭的外部成本内部化的社会财富净增量约为 9423 亿元。

表 7.9 直接外部成本及剩余成本

项目	外部成本 (%)	现有预防成本 及其效果 (%)	剩余外部成本 (%)
开采环境成本	7.7×2	6×2	3.4
利用环境成本	10.17×2	3×2	14.34
运输环境外部成本	6.12×2	—	12.24
电价管制抑低煤价	15.27×2	—	30.54
安全管制低效	15.75×2	—	31.5
井下矿工损伤耗成本	1.61×2	—	3.22
土地要素低估	2.5×2	—	5
资源价值低估	19.65×2	—	39.3
企业办社会	-1.5	—	-1.5
运输其他外部成本	1.09×2	—	2.18
共计	158.22	18	140.22

注：外部成本相当于预防成本的两倍。

参考文献

- [1] 崔民选.2007 中国能源发展报告 [M].北京: 社科文献出版社, 2007.
- [2] Daniel J,Dudek,等.中国长江三角洲地区电力行业 SO_2 排放控制的经济分析 [J].环境科学研究, 2005 (4).
- [3] Daniel J,Dudek,等. SO_2 排污权交易在中国的发展与挑战 [J].电力环境保护, 2007(2).
- [4] 国家煤矿安全监察局.中国煤炭工业年鉴 [M].北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [5] 黄盛初.2006 中国煤炭发展报告 [M].北京: 煤炭工业出版社, 2007.
- [6] 恒宇.中国二氧化硫排放致每年损失 5000 亿元 [J].青年参考, 2006.
- [7] 李树志.中国煤炭开采土地破坏及其复垦利用技术 [J].资源产业, 2000.
- [8] 李纬娜.中国煤炭安全监管体制格局 [J].财经, 2004.
- [9] 李艳芳,糖芳.环境保护法典型案例 [M].北京: 中国人民大学出版社, 2006.
- [10] 罗伯特·考特, 托马斯·尤伦.法和经济学,上海: 上海三联书店, 1991.
- [11] 罗杰·珀曼,等.自然资源与环境经济学 [M].北京: 中国经济出版社, 2002.
- [12] 吕忠梅.环境法案例辨析, 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [13] 钱平凡.完善国有煤炭企业成本核算框架的研究 [J].中国煤炭, 2004.
- [14] 盛洪.外部性问题与制度创新 [J].管理世界, 1995.
- [15] 童小英.浅议排污收费政策的改革 [J].企业经济, 2002(12)
- [16] 王晓玲.二氧化硫税的国际比较及在减排中的作用评析 [J].涉外税务, 2002(5).
- [17] 王娅.控制二氧化硫要抓源头 [N].中国环境报, 1999-11-06.
- [18] 杨世勇,朱学义.煤炭上市公司生产安全费用超额提取的利弊分析 [J].煤炭经济研究, 2007(3).
- [19] 岳福斌.煤炭成本构成存在的问题及解决思路 [J].宏观经济研究, 2007(3).
- [20] 张其仔.我国煤、电工业结构调整透析 [N].经济参考报, 2005-06-11.
- [21] 章轲.2 亿元资金浪费 全国电厂烟排监测装置八成瞎眼 [N].第一财经日报, 2005-08-08.
- [22] 赵小平.以节能减排为切入点促进能源结构高速和增长方式转变 [J].财经界, 2007(3).
- [23] 郑玉歆.环境影响的经济分析: 理论、方法与实践 [M].北京: 社会科学文献出版社, 2003.
- [24] 郑行周,等.煤炭开采总量控制与生产技术结构调整 [J].中国煤炭, 2004(4).

责任编辑：向云霞 史杰
编 辑：张江成 罗秀全
装帧设计：徐道会

