

Meitan Gongye
Shengtai Chanyelian
Youhua Fangzhen Yanjiu

煤炭工业 ■ 生态产业链 优化仿真研究

黄飞 刘剑 李兰兰 著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

煤炭工业生态产业链 优化仿真研究

黄 飞 刘 剑 李兰兰 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

煤炭工业生态产业链优化仿真研究/黄飞,刘剑,李兰兰著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2013.6

ISBN 978-7-5625-3064-0

I. ①煤…

II. ①黄…②刘…③李…

III. ①煤炭工业—生态工业—产业链—系统仿真—研究—中国

IV. ①F426.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 046036 号

煤炭工业生态产业链 优化仿真研究

黄 飞 刘 剑 李兰兰 著

责任编辑:蒋海龙 姜 梅

责任校对:代 莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司

邮政编码:430074

(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

电 话:(027)67883511 传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:880 毫米×1 230 毫米 1/32

字数:158 千字 印张:5.5

版次:2013 年 6 月第 1 版

印次:2013 年 6 月第 1 次印刷

印刷:武汉三新大洋数字出版技术有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-3064-0

定价:32.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 研究目的及意义	(1)
1.1.1 研究目的	(1)
1.1.2 研究意义	(4)
1.2 国内外有关产业链及煤炭生态产业链的研究现状	(6)
1.2.1 国外研究综述	(6)
1.2.2 国内研究综述	(7)
1.2.3 系统动力学在煤炭行业中的应用综述	(12)
1.2.4 研究述评	(14)
1.3 研究内容、技术路线及创新点	(15)
1.3.1 研究对象与内容	(15)
1.3.2 研究方法与技术路线	(17)
1.3.3 拟解决关键问题与创新点	(19)
1.4 本章小结	(21)
2 煤炭工业生态产业链优化的相关理论概述	(22)
2.1 煤炭工业生态产业链优化的内涵	(22)
2.1.1 产业链的内涵	(22)

2.1.2	生态产业链的内涵	(24)
2.1.3	生态产业链优化的内涵	(26)
2.2	工业生态学	(27)
2.3	循环经济理论	(28)
2.3.1	循环经济的产生	(28)
2.3.2	循环经济的内涵	(29)
2.4	交易费用理论	(31)
2.5	环境控制理论	(33)
2.5.1	环境污染控制理论概述	(33)
2.5.2	污染控制的目标	(34)
2.5.3	污染控制的手段	(35)
2.6	本章小结	(36)
3	煤炭工业生态产业链优化要素分析	(37)
3.1	产业链的形成机制与运行机制	(37)
3.1.1	形成机制	(37)
3.1.2	运行机制	(39)
3.2	产业链优化调控的系统结构分析	(44)
3.2.1	优化的逻辑起点与系统范围	(44)
3.2.2	优化调控的系统结构分析	(45)
3.3	产业链优化的微观因素分析	(47)
3.3.1	内链的概念与结构分析	(47)
3.3.2	内链因素分析	(49)
3.4	产业链优化的中观因素分析	(52)
3.4.1	资源环境因素分析	(52)

3.4.2	行业市场结构因素分析	(54)
3.5	产业链优化的宏观因素分析	(56)
3.6	产业链优化指标体系的构建	(58)
3.7	本章小结	(59)
4	煤炭工业生态产业链优化方法	(60)
4.1	系统动力学概述	(60)
4.1.1	基本概念	(61)
4.1.2	数学描述	(65)
4.1.3	基本特点	(66)
4.1.4	建模步骤	(67)
4.1.5	系统动力学在煤炭工业生态产业链中的应用	(68)
4.2	煤炭工业生态产业链优化数学模型	(70)
4.2.1	线性规划模型	(70)
4.2.2	非线性规划模型	(72)
4.2.3	动态规划模型	(73)
4.2.4	多目标规划模型	(74)
4.2.5	煤炭工业生态产业链优化模型的选择	(79)
4.3	煤炭工业生态产业链 SD-MOP 整合模型	(80)
4.4	本章小结	(82)
5	煤炭工业生态产业链系统动力学模型	(83)
5.1	模型的总体结构	(83)
5.2	经济发展子系统模型	(85)
5.2.1	系统因果回路	(85)

5.2.2	变量与流图	(89)
5.2.3	主要变量的因果关系分析	(96)
5.3	环境污染子系统模型	(98)
5.3.1	系统因果回路	(98)
5.3.2	变量与流图	(100)
5.3.3	主要变量的因果关系分析	(104)
5.4	行业结构子系统模型	(106)
5.4.1	系统因果回路	(106)
5.4.2	变量与流图	(111)
5.4.3	主要变量的因果关系分析	(115)
5.5	本章小结	(116)
6	煤炭工业生态产业链的 SD-MOP 模型	(118)
6.1	系统模拟	(118)
6.1.1	系统参数的确定	(118)
6.1.2	模型的有效性检验	(119)
6.1.3	煤炭工业生态产业链系统的仿真与分析	(121)
6.2	敏感性因素识别	(123)
6.3	煤炭工业生态产业链多目标优化	(129)
6.3.1	多目标优化模型的建立	(129)
6.3.2	模型的求解	(132)
6.4	优化前后结果对比分析	(134)
6.4.1	产值结果分析	(134)
6.4.2	利润结果分析	(134)
6.4.3	万元产值煤耗量结果分析	(137)

6.4.4	污染物排放量结果分析	(138)
6.5	本章小结	(140)
7	我国煤炭工业生态产业链优化的政策改进措施	(141)
7.1	微观层面改进措施	(141)
7.1.1	内链对接的优化	(141)
7.1.2	延伸风险的防范与优化	(143)
7.2	中观层面的改进措施	(144)
7.2.1	加强矿区生态环境保护	(144)
7.2.2	绿色技术支撑能力的提升	(146)
7.3	宏观层面的改进措施	(148)
7.3.1	政府职能的改进	(148)
7.3.2	财政转移支付制度的改进	(150)
7.3.3	政府绩效考评机制的改进	(150)
7.3.4	政策环境的改进	(152)
7.4	本章小结	(153)
8	结论与展望	(154)
8.1	结论	(154)
8.2	本书下一步的工作	(157)
参考文献		(158)

1 绪 论

1.1 研究目的及意义

1.1.1 研究目的

随着生产力的不断发展,产业经济学与管理科学的研究领域越来越关注产业链的研究。学者们从不同视角运用不同方法对其展开研究,成果颇丰。但由于对产业链理论内涵的界定、理论体系的梳理仍存在较大差异,甚至很难形成统一的研究基础,所以研究至今仍处于探索、探讨阶段,研究深度有限,给该领域的进一步研究带来重重障碍。目前,国内学界有关产业链、生态产业链以及煤炭产业链的研究仍处在起步阶段,对煤炭生态产业链的理论研究则基本处于空白或是简单术语阐释阶段。当前产业链的理论研究主要集中在产业链演化机理和产业链整合上。有关产业链的优化调控研究还比较薄弱。毫无疑问,产业链的优化整合将成为今后产业链理论研究的主要方向与重要分支。

当前,有关煤炭工业生态产业链的理论研究框架体系仍未形成。根据国内外文献检索结果来看,研究成果的数量与质量仍相当欠缺。目前的研究内容与研究边界停留在对煤炭产业链、生态产业链以及煤炭工业生态产业链这一术语的简单介绍阶段,使得学者在对相关理论体系进一步深入研究、企业在进行投资决策以

及国家有关部门在制定相关政策时缺乏具有说服力的理论依据与支撑。从而使得政策措施的制定与执行也就相应地缺乏科学性与指导性,煤炭产业发展的正确轨道也就很难把握。2008 年以来的国际金融危机余波未了,2011 年以来的欧债危机又进一步加剧了对我国煤炭产业的冲击与挑战,国内 2002 年以来煤炭周期发展的进一步调整,出现了煤化工纵向产业链的大势扩张,其后遗症主要体现在:从微观层面看,企业将在今后几年出现较大技术与资金风险,进而诱发生存危机;从中观层面看,煤炭产业的结构同构化严重,行业周期性起伏较大,危机重重;从宏观层面看,能源资源消耗以及能源调控等问题进一步恶化,危及国家能源安全。随着煤炭资源的不断开采,由此产生的生态环境问题也将日趋严重。因此,当前对煤炭产业链基础理论的研究就显得尤为紧迫与重要。

近年来,尤其是煤炭工业“十一五”规划以来,随着我国经济的强势增长,对能源资源的需求也在不断增长,国家也相应出台了一系列旨在促进煤炭工业健康发展的政策和措施,进一步消除了煤炭产业链延伸的体制机制障碍。尤其是 2002 年以来煤炭产业的发展态势更为突出,我国煤炭产业进入了新一轮产业周期性调整,煤炭市场逐渐出现恢复性上升的态势,煤炭企业的经济效益也逐步回暖。基于以上背景,国内不同规模、不同性质的煤炭企业相继制定了大投入、大发展的跨越式发展战略,随之,煤炭行业掀起了一轮煤炭产业链尤其是纵向产业链的大扩张与大发展热潮,甚至在许多不符合产业链扩张实际的小矿区,也出现了盲目上项目、盲目筹款大投资的倾向。2010 年我国煤炭蓝皮书显示:2010 年我国煤炭企业百强中有近 86 家煤炭企业都不同程度地进行了产业链延伸。更有甚者,年产量才几十万吨、年销售收

人才几亿元的小煤矿都对产业链延伸跃跃欲试,动辄投资上千万元甚至上亿元。当然,煤炭产业链的横、纵向延伸对调整矿区产业结构、促进企业资源循环利用以及保护环境等具有重要意义,但产业链延伸仍以资源的不断消耗为基础,而且一些新投产延伸项目属于新兴不成熟产业,前期投入巨大,存在经济、技术、资源以及政策等风险,尤其是高耗能、高投入的煤化工产业的发展对资金投入、煤炭电力和水等资源能源消耗以及社会配套条件等软环境要求较高。为此,国家发展改革委员会 2006 年出台了《关于进一步加强煤化工建设管理促进产业健康发展的通知》(发改委[2006]1350 工业号)指出:在近一段时间内,煤化工等煤炭纵向产业在快速发展并取得良好成绩的同时,也不同程度地出现了令人担心的问题。各部门、地方与企业不顾当地资源供给能力、经济发展水平以及生态环境承载力等方面的实际情况,盲目上项目、竞相发展煤化工、煤冶金等项目,对当地经济结构的优化升级以及后续健康、稳步发展将产生潜在的负面影响。在此轮的产业链延伸热潮中,另外一个较为突出的问题就是产业结构的同构、区域布局的同质化,从而出现重复建设、恶性竞争,普遍采取煤化工、煤冶金、煤电等煤炭产业链的延伸模式。从区域经济的角度来看,战略上的趋同必然导致生产要素配置的单一化,进一步趋向于同一产业,随之产生产业规模的不合理扩大与不合理分工,资源要素市场的配置与流动进一步不合理化,产业内部的过度竞争也会进一步加剧,资源保值与增值的优势与能力大为降低。以煤化工产业项目为例,全国主要产煤省、市、地区无一例外地在煤炭产业“十二五”规划中将煤化工项目作为未来经济的主要增长点来培育,很多煤炭资源欠丰富地区也已经规划或是正在规划煤化工产业,规模还相当大。中国煤炭工业协会 2011 年报告显示,

近两年以来,各主要产煤省区竞相投产规模庞大的煤化工产业项目,产能扩张较快的有甲醇、合成氨、PVC 等传统煤化工产品,也有一些甲醇、煤制油、二甲醚和甲醇制烯烃等非传统煤化工项目。据不完全统计,截至 2011 年,全国在建和拟建的甲醇项目达到 42 个,年总产能近 2 800~3 280 万吨每年;在建和规划中的煤制油项目总规模达到了 4 217 万吨每年;二甲醚产能将达到 1 100 万吨每年。在煤气化技术并不成熟的今天,大批技术的无序重复引进、大批化工实验以及基地的规划与建设,未来必将成为制约煤化工行业健康、稳定发展的障碍。

根据前文所讨论的煤炭产业链规划发展过程中存在的实际问题以及相关理论研究的匮乏,本书以煤炭工业生态产业链的优化仿真与调控为研究对象,致力于回答煤炭产业链优化调控的三大问题。

第一,煤炭生态产业链优化的系统结构与要素。

第二,如何运用更加科学的方法对煤炭生态产业链进行量化描述与系统模拟。

第三,根据系统仿真结果对煤炭生态产业链的优化参数进行调控,找到制约当前我国煤炭工业生态产业链健康、可持续发展的主要障碍以及与之相应的解决措施。

1.1.2 研究意义

虽然国内学者认识到煤炭产业链优化的必要性,但有关煤炭工业生态产业链的系统理论仍相当欠缺,目前主要还是对产业链的概念以及产业链的形成机理等学术问题的零星研究,使得国家在制定煤炭产业相关政策时缺乏理论指导,企业在进行投资规划与决策时容易盲目跟风,导致煤炭产业链在规划与发展过程中存

在着诸多误区与误导。所以,本书的研究意义可包含理论与实践两个方面。

(1)理论意义

从理论视角考察,当前有关产业链、煤炭产业链以及煤炭工业生态产业链的基础理论体系仍处于起步阶段,至今仍未形成一个完整、统一的理论框架体系,尤以当前煤炭产业链的延伸以及煤炭工业生态产业链的优化调控等相关问题的研究相对薄弱,理论与实际情况还存在较大差距。同时,由于对煤炭产业链系统的运行机理、内部结构与外部环境闭合之间的关系等问题认识不清或是分立认识,使得煤炭工业生态产业链的研究仍处于夹缝之中,依附于区域经济学以及产业经济学的研究。本书通过开展煤炭工业生态产业链优化仿真研究,构建煤炭工业生态产业链的系统动力学模型与多目标规划相结合的优化模型,以期获得理论与实践上的突破。

(2)现实意义

从实践的视角来考察,煤炭行业的周期性调整以来,煤炭工业产业链的规划与延伸行为亟须相关系统理论的指导。本书以解析煤炭工业生态产业链的内在运行机理、预防煤炭产业链风险、促进煤炭产业健康持续发展为目标,将相关理论运用于实践并指导于实践,系统研究煤炭生态产业链优化调控问题,对政府与企业完善煤炭产业政策、合理调整产业结构、促进产业结构优化升级、制定行业企业发展战略、预防产业发展风险等都具有深远的现实指导意义。

1.2 国内外有关产业链及煤炭生态产业链的研究现状

1.2.1 国外研究综述

17 世纪中后期的古典主流经济学家就开始对产业链进行研究,他们主要从宏观层面研究社会劳动分工以及专业化对经济发展的影响。20 世纪初才开始研究有关“基于分工的迂回生产经济”理论。很多国外学者主要研究供应链、价值链等更为微观层面的链条关系,对处于中观层面的产业链、生态产业链却几乎未曾涉足。经过对此类文献特点比较分析,决定利用 EBSCO(含 BSP、ASE、CMM、AHI、ERIC、NS、WBM、EBSCO Animals、MEDLINE、PDE 和 RBN)、ABI(Proquest)、ELSEview 国外三大著名电子文献数据库进行检索,检索词为 Industrial Chain 或 Industry Chain(产业链),检索时间为 2012 年 2 月 20 日,检索路径为篇名和全文。

对国外文献检索结果进行分析发现,有关产业链的基础理论研究几乎处于空白状态(见表 1—1)。在按标题路径检索的 30 篇相关文献中,仅有 4 篇是与本书产业链主题相关、相近或仅为相关消息报道,在按全文路径检索到的 866 篇与“产业链”相关的英文文献可以发现以下三大特点。

表 1—1 外文数据库检索结果

路径/数据库	EBSCO	ABI(Proquest)	ELSEview
篇名	11	15	4
全文	201	599	66

首先,有近三成的相关文献是重复的。

其次,仅有 1/6 左右的文献或相关报道提及“Industrial Chain 或 Industry Chain”(即本书研究主题所指的“产业链”),而其他则更多从链条的功能与作用入手作相关研究,总之,相当一部分检索结果与我们检索的本意是不相关甚至是无关的。

最后,在上述 1/6 左右提及“Industrial Chain 或 Industry Chain”的相关文献或是消息报道中,更多的是以石油化工产业链、3G 通信产业链、钢铁生产产业链、文化发展产业链、海洋生物淡化产业链等与产业链术语相关的文献,且仅仅作概念的应用与阐述,还有一些消息是报道前苏联的相关产业链、前南斯拉夫汽车产业链、哥伦比亚棕榈油农业产业链以及加拿大南方的产业链,等等。只有不到十篇文献是在分析、研究有关问题时运用到了产业链的概念,如 Wesley M. Cohen(2003)等人的《关联与作用:公共政策之于工业发展研究的影响》,Leovanden Berg(2002)等人的《欧洲城市中成长的产业集聚:一整套体系的方法》,以及刊登在麦肯锡公司季刊 1999 年第 3 期上的 Berkson Brand 等人的文章《The Automization of markets》(整体市场的细分)。在国外的诸多文献研究中不难发现,有相当一部分是在报道我国的产业以及产业链的发展情况。由于国情以及学术关注热点等不同,鲜有外国学者将产业链、生态产业链单独作为研究对象作具体深入研究。关于煤炭产业链以及煤炭生态产业链的相关研究则近乎空白。

1.2.2 国内研究综述

(1)产业链研究

近几年,“产业链”一词经常见于国内各种媒体以及报道

中。利用谷歌中国与百度两大搜索引擎,以产业链为检索名,出现的中文检索结果共有 1.1 亿条网页。由此可见,产业链这一术语与问题也越来越引起学术界、企业界和政府部门的重视。从谷歌中国搜索的文献内容看,2002 年以前的文献基本都属于相关新闻报道或领导讲话等,仅仅提及“产业链”这一术语;2003 年以后,随着国家经济结构的战略性调整,有关产业链的国家级、省级科研课题也开始涉足这一领域,相应地出现了一些研究生将此课题作为研究对象来做硕士论文、博士论文等学位论文研究。从国内主要检索文献来看,我们运用中国知网、万方以及维普三个国内文献检索数据库进行了检索,检索情况详见下表 1-2(截至 2012 年 2 月 26 日)。

表 1-2 外文数据库检索结果

路径/数据库	中国知网 (1979—2011 年)	万方 (截至 2011 年)	维普 (1989—2011 年)
篇名	4 635	3 521	12 837
关键词	29 375	3 801	12 302

从研究内容看,目前国内产业链研究的理论研究文章仍相当不足,不到 100 篇。以 1999—2011 年为检索跨度,从中国期刊网全文数据库中检索到的文献中题名包含产业链的博士论文 54 篇,其中包括“生态产业链”的博士学位论文共 5 篇,“煤炭生态产业链”博士论文为 0 篇,有关理论研究 3 篇,行业性应用 7 篇,涉及煤炭产业链的仅 1 篇,煤炭生态产业链的 0 篇。由此可见,有关生态产业链相关理论研究严重滞后。从检索情况来看,国内近年研究产业链、生态产业链的学者主要有芮明杰教授、王凯教授、尹琦教授、刘刚教授、吴金明教授、龚勤林博士、蒋国俊博士、赵绪

福教授等。目前关于产业链的研究文献,从研究内容分析大致可归结为以下六个方面。

1)产业链的类型研究。根据不同的分类标准与研究视角,产业链的分类也会不一样。郁义宏以产业链产品的特征、不同阶段、技术结构等因素为标准将产业链分为中间、最终产品类型以及中间与最终产品混合型的三种产业链类型。李心芹、李仕明等从产业之间的关联性出发,认为产业之间的最主要关系就是供需关系,根据产业链条内部成员企业之间的供需依赖程度可将产业链分为资源导向型、产品导向型、市场导向型以及需求导向型四种结构类型。

2)产业链的形成机理研究。蒋国俊博士从产业集群的视角,分析了产业链的形成原因,认为产业链的形成与发展主要取决于竞价谈判机制、利益协调机制、沟通信任机制三种机制的相互作用以及三者之间的相互关系。龚秦林从区域产业链的视角研究认为,产业集群与集聚是区域产业链得以形成的必要非充分条件。吴金明教授从宏观、中观、微观、机制四个维度将产业链的形成机制抽象为“三个四”模型,也就是四位调控与四维对接,将产业链分为价值链、供应链、技术链、空间链等子链条,并认为子链条之间所存在的内在联系即是产业链的形成机制。但是,对产业链形成与发展的规律没有作进一步分析与研究。邵昶将产业链组织看成是一个“波粒二象性”的产业组织,他认为产业链就像“玻尔原子”结构关系式的结构关联状态,这种特性与结构系统也就决定了未来产业链的研究核心应该为如何优化整合产业链,从而实现产业的优化创新。

3)产业链的构建研究。龚秦林较为系统地研究了产业链的内在运行机理与外在影响因素,认为产业链的构建主要包括产业