

本书是对煤炭矿区生态环境补偿机制的研究，但对各类生态环境补偿机制的研究具有很大的借鉴作用。本书兼顾了生态环境补偿机制研究的普遍性，又体现不同类型生态环境补偿的特殊性，代表了目前国内生态环境机制研究方面的领先水平。

秦 格 著

Study on the Ecological Environment Loss Prediction and
Compensation Mechanism in Coal Mining Regions

生态环境

损失预测及补偿机制 ——基于煤炭矿区的研究



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

广东金融学院出版专著资助
当代会计改革热点博论文库
教育部财政部创新实验区项目

生态环境

损失预测及补偿机制

——基于煤炭矿区的研究

Study on the Ecological Environment Loss Prediction and
Compensation Mechanism in Coal Mining Regions

秦 格 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

生态环境损失预测及补偿机制——基于煤炭矿区的研究/秦格著

北京: 中国经济出版社, 2011. 2

ISBN 978 - 7 - 5136 - 0243 - 3

I. ①生… II. ①秦… III. ①煤矿—矿区—生态环境—补偿性财政政策—研究—中国

IV. ①X322. 2 ②X - 012

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 186980 号

责任编辑 赵静宜

责任审读 贺 静

责任印制 张江虹

封面设计 华子图文设计公司

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京市昌平区新兴胶印厂

经销者 各地新华书店

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 15.75

字 数 216 千字

版 次 2011 年 2 月第 1 版

印 次 2011 年 2 月第 1 次

书 号 ISBN 978 - 7 - 5136 - 0243 - 3/C · 107

定 价 36.00 元

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换(联系电话: 010 - 68319116)

版权所有 盗版必究(举报电话: 010 - 68359418 010 - 68319282)

国家版权局反盗版举报中心(举报电话: 12390)

服务热线: 010 - 68344225 88386794

前 言

人类通过经济活动来获取生存所需要的物质资料,早期人类主要是本能地利用环境,采集和捕食所必需的生活物质,并以生理代谢过程与环境进行物质和能量的交换,人类的经济水平融于天然食物链之中,人类对环境的影响主要是人口的自然增长及乱捕乱采而引起的局部物种减少和物质资料的短缺。此时,人与环境的影响处于原始状态的协调。后来,人类开始利用简单的工具自觉地改造自然,由于生产方式具有一定的天然生态性,从总体上说,生态环境与经济的发展还可以保持基本协调发展。但是进入工业化阶段以后,情况则发生巨大的变化,一方面,大量矿藏的开发和利用,使得地圈与大气圈之间产生强烈的物质流和能源流;另一方面,工业生产消耗大量物质资料,产生大量的废物进入生态环境,几十万种人工合成化学物质进入水圈与大气圈,超过了地球本身的调节能力,打破了上亿年来地球表面形成的生态平衡。

本书在笔者博士论文研究的基础上,经过相应修改和增删,兼顾了理论探索和应用研究的需求,以期使其既可以作为生态研究的参考文献,又可以作为制定生态政策的有益工具。主要研究成果体现在以下几个方面:

在生态环境损失预测研究中,笔者以补偿目的去研究生态环境的损失,笔者参阅了大量相关文献,按照演绎推理的逻辑关系,提出煤炭矿区生态系统应符合生态系统演化的一般规律,阐述了煤炭矿区生态系统演化的机理。该部分的理论探索为建立煤炭矿区生态环境损失系统动力学模型奠定了理



论基础。

在煤炭矿区生态环境补偿机制的研究中,按照矿产资源权益理论,按照对损害权益进行赔偿的要求,吨煤应该给予矿区生态环境补偿的数额就是应该向吨煤征收生态环境补偿税的税额,通过征收生态环境补偿税就可以形成生态环境补偿的大部分资金,进而对生态环境补偿税的开征机理进行了探讨。同时借鉴国外生态环境建设的相关经验,设计了生态环境补偿形成和管理机制,依据会计原理设计了生态环境补偿会计的会计核算方法,形成了生态环境补偿的控制机制,构建了煤炭矿区生态环境补偿机制的框架。其中代表阶段性研究成果的《煤炭矿区生态环境补偿税的开征机理》一文,入选了2009年4月召开的全国矿业资源生态补偿机制建设及土地复绿(垦)重建技术研讨会。

由于人类的生态意识和生态实践还处在不断的发展过程中,对生态环境损失预测及补偿机制领域的研究尚不够深入,书中内容难免有疏漏和不妥之处,恳请读者指正。

秦 格

2009年11月

目 录

CONTENTS

前 言.....	1
第一章 绪论	1
第一节 问题的提出与研究的意义 / 1	
一、问题的提出 / 1	
二、研究的意义 / 3	
三、研究的必要性和可行性 / 4	
第二节 三个基本概念 / 10	
一、生态环境补偿机制 / 10	
二、矿产资源权益理论 / 11	
三、矿区生态环境损失 / 12	
第三节 研究的主要内容及目标 / 12	
一、研究的主要内容 / 13	
二、研究的目标 / 15	
第四节 研究方法和技术路线 / 16	
一、研究的方法 / 16	
二、技术路线 / 16	
第二章 生态环境的研究动态及其研究进展	19
第一节 生态环境与可持续发展 / 19	
一、国外关于生态环境与可持续发展的文献综述 / 20	
二、国内关于生态环境与可持续发展的文献综述 / 23	



生态环境损失预测及补偿机制

——基于煤炭矿区的研究

第二节 资源环境价值研究 / 31

一、国外关于资源环境价值研究的文献综述 / 32

二、国内关于资源环境价值研究的文献综述 / 35

第三节 生态环境补偿机制研究 / 38

一、国内外生态恢复研究的文献综述 / 40

二、国内外生态环境建设研究的文献综述 / 54

三、煤炭矿区生态环境补偿机制的文献综述 / 62

第四节 现有研究状况和研究展望 / 68

第五节 本章小结 / 69

第三章 煤炭矿区生态环境损失研究 71

第一节 煤炭矿区生态环境演化机理 / 71

一、生态环境演化机理 / 72

二、煤炭矿区生态环境演化机理 / 73

三、煤炭矿区生态环境损失系统动力学模型的构建机理 / 76

第二节 煤炭矿区生态环境损失预测研究 / 78

一、煤炭矿区生态环境损失仿真预测研究 / 80

二、淮南煤炭矿区生态环境损失仿真预测研究 / 107

第三节 本章小结 / 134

第四章 煤炭矿区生态环境补偿预测分析 137

第一节 煤炭矿区生态环境补偿的方式 / 137

一、原有使用价值的补偿方式 / 138

二、转换使用价值的补偿方式 / 138

第二节 煤炭矿区生态补偿成本的分析 / 139

一、原有使用价值生态补偿成本 / 139

二、转换使用价值生态补偿成本 / 141

三、煤炭矿区生态恢复成本 / 143	
第三节 淮南煤炭矿区生态补偿工程的预测分析 / 143	
一、淮南煤炭矿区原有使用价值生态补偿工程成本分析 / 146	
二、淮南煤炭矿区转换使用价值生态补偿工程成本分析 / 152	
三、淮南煤炭矿区生态补偿工程成本分析 / 155	
第四节 本章小结 / 156	
第五章 煤炭矿区生态环境补偿的效益分析	159
第一节 煤炭矿区生态环境补偿的效益分类 / 159	
一、煤炭矿区生态环境补偿的直接效益 / 159	
二、煤炭矿区生态环境补偿的间接效益 / 162	
第二节 淮南煤炭矿区生态环境补偿的效益分析 / 165	
一、淮南煤炭矿区生态环境补偿的直接效益 / 165	
二、淮南煤炭矿区生态环境补偿的间接效益 / 168	
第三节 煤炭矿区生态环境补偿的其他效益分析 / 172	
第四节 本章小结 / 172	
第六章 构建煤炭矿区生态环境补偿机制研究	173
第一节 煤炭矿区生态环境补偿机理研究 / 173	
一、生态环境补偿机制研究 / 173	
二、煤炭矿区生态环境补偿的特殊性研究 / 174	
第二节 煤炭矿区生态补偿资本运营研究 / 176	
一、煤炭矿区生态环境补偿税的开征机理研究 / 176	
二、煤炭矿区生态环境补偿资本运营经济分析 / 183	
三、煤炭矿区生态环境补偿资本运营制度研究 / 186	
第三节 煤炭矿区生态环境补偿机制构建研究 / 187	
一、煤炭矿区生态环境补偿的形成机制研究 / 187	



二、煤炭矿区生态环境补偿的管理机制研究 / 190

三、煤炭矿区生态环境补偿的控制机制研究 / 193

第四节 淮南煤炭矿区生态环境补偿机制研究 / 203

一、淮南煤炭矿区生态环境补偿的形成机制研究 / 203

二、淮南煤炭矿区生态环境补偿的运作机制研究 / 204

三、淮南煤炭矿区生态环境补偿的控制机制研究 / 206

第五节 本章小结 / 209

第七章 研究结论与政策建议 211

第一节 主要研究结论 / 211

一、理论研究结论 / 211

二、实证研究结论 / 212

第二节 政策建议 / 214

一、各个煤炭矿区应尽快建立生态环境补偿机制 / 214

二、各个煤炭矿区生态环境补偿机制建设必须因地制宜 / 215

三、新的煤炭矿区建设和建立生态环境补偿

机制必须同步进行 / 215

四、建立煤炭矿区生态环境补偿的全国统筹机制 / 216

第三节 创新点与学术价值 / 216

一、主要创新点 / 216

二、理论价值 / 217

三、实践价值 / 217

第四节 研究展望 / 218

参考文献 / 219

附录 / 237

后记 / 241

绪 论

■ 第一节 问题的提出与研究的意义 ■

一、问题的提出

根据中国国家统计局公布的 2006 年国民经济统计数字,我国全年国内生产总值(GDP)实现 26847.05 亿美元,人均 GDP 首次超过了 2000 美元,达到了 2042 美元,2007 年 GDP 比上年又增长 11.4%。随着中国经济的快速发展,中国已成为世界第三大经济体,中国经济已成为影响世界经济的重要因素。但是中国经济的发展,也带来了相当多的社会问题,其中环境的污染就是一个最重大的问题,这当中煤炭矿区的环境问题则显得更加突出,这几年因为煤炭价格上涨,大量的外来资本流入像山西这样的煤炭大省,但是因为煤炭生产破坏环境,造成土地塌陷、固体废弃物污染、大气污染、水污染等环境问题,山西每年的环境损失超过 90 亿元,山西省各类矿山采空区已达 2 万多平方公里,也就是说,山西全省超过 1/7 的地面悬空。采煤造成地面塌陷,塌陷面积正以每年 94 平方公里的速度增加,造成了“有井没有水,有田不能种,裂缝到处有,走路要小心”的恶劣生态环境^[1]。其他的煤炭生产省



虽然整体没有山西那么严重,但是煤炭矿区的生态问题也是相当恶劣,已经严重影响到了煤炭矿区的可持续发展。

1997年中国矿业大学朱学义教授主持国家社会科学基金项目“矿产资源权益价值及资本化问题研究”(编号为9670097),1998年,朱学义教授提出了矿产资源权益价值理论,其基本框架由“矿产资源发现权权益价值理论”、“矿产资源所有权权益价值理论”、“矿产资源开采权(或称使用权)权益价值理论”、“矿产资源权益价值内在机制理论”和“矿产资源权益价值社会特征理论”五个方面组成。其中,“矿产资源所有权权益价值理论”是该理论框架的核心。在我国矿产资源所有权权能是由国家所有权派生出来的围绕所有权管理而展开的权利,国家行使矿产资源行政管理职能,保护矿产资源的合理开发和利用。它的作用不仅在于建立稳定的生产经营秩序,而且在于形成合理、有效利用矿产资源,保证资源消耗和开发的良性循环,促进经济持续发展的环境机制。因此,煤炭矿区生态环境的严重恶化实质是矿产资源所有权权益没有得到应有保护,即所有权权益价值没有在经济上得到体现。2006年8月,朱学义教授主持江苏省高校哲学社会科学基金项目“煤炭矿区环境成本会计研究”(编号为06SJD790053),对煤炭矿区环境成本会计研究是将生态环境补偿研究从定性引向定量的阶梯,煤炭矿区环境成本的测度,为有效补偿煤炭资源所有权权益价值提供了依据。

在党的十七大闭幕后的人民日报社论中指出:“科学发展观,第一要义是发展,核心是以人为本,基本要求是全面协调可持续,根本方法是统筹兼顾。全面把握科学发展观的科学内涵和精神实质,增强贯彻落实科学发展观的自觉性和坚定性,把全社会的发展积极性引导到科学发展上来,把科学发展观贯彻落实到经济社会发展的各个方面”^[2]。

煤炭矿区生态恶化的现实状况,促使我们不得不思考煤炭矿区经济发展和生态环境的关系,如何促进煤炭矿区的可持续发展,落实科学发展观,

需要我们在矿产资源权益价值理论的指导下,开展煤炭矿区生态环境补偿机制研究,综合分析煤炭矿区生态环境补偿的条件、成本费用、资本运作方式和制度等因素相互作用的内在机理。通过有效的环境资本运作体制及相应的制度安排,建立健全煤炭矿区生态环境补偿理论和实践研究,促进煤炭矿区的可持续发展。

二、研究的意义

煤炭在我国能源消费中占有特殊的地位。中国是世界上极少数几个能源结构以煤为主的国家之一。建国 50 多年来,煤炭在一次性能源消费构成中一直占 70% 左右,且不说 50 年代煤炭占到一次商品能源消费量的 92% ~ 95%,即使自 60 年代中期石油大量增产之后,煤炭的比重最低也在 69.9% (1976 年),整个 80 年代则在 72% ~ 76% 之间,90 年代前半期一直在 75% 左右。1995 年 12 亿吨的煤炭年产量提供了全国 70% 的工业燃料和动力、60% 的化工原料和 80% 的民用商品能源。2002 年国内煤炭消费 13 亿吨,占国内一次能源消费量的 66%。由于电力、冶金、建材等高耗煤行业持续快速增长,导致煤炭需求 2004 年将增加 1.8 亿吨左右,其中火力发电增加煤炭消费量在 1.1 亿吨以上,冶金行业增加煤炭消费约 4000 万吨,建材等行业增加需求煤炭约 3000 万吨,到 2006 年全国的煤炭产量更是达到 23.73 亿吨。各方面普遍认为,这种格局在今后 50 年内不会有根本性的变化,也就是说能源需求的增长仍将主要靠增产煤炭来满足。

从煤炭资源分布情况看,主要分布在山西、陕北、内蒙古西部、新疆、山东、河南、苏北以及黑龙江等干旱、半干旱区域,所以我国煤炭矿区大多在边远地区,自然条件比较差,而且大多数矿区由于煤炭的大量开采,产生了严重的生态问题,主要有以下六个方面:一是土地破坏;二是植被破坏;三是水体污染和破坏;四是大气污染;五是重金属污染;六是水土流失和土地沙



漠化^[3]。

煤炭矿区的可持续发展是整个社会可持续发展的一个重要组成部分,煤炭矿区的可持续发展离不开煤炭矿区优良的生态环境,在矿产资源权益价值理论指导下进行的煤炭矿区生态环境补偿机制研究,就是落实科学发展观在我们研究工作中的具体体现,是为煤炭矿区资源、环境、社会协调发展提供依据,从而保证煤炭矿区生态系统向良性方向发展建立补偿机制,使煤炭矿区的生态环境处于一个可以有效补偿的状态。

三、研究的必要性和可行性

可持续发展是当今国际社会的主题。可持续发展就是要正确处理自然资源的永续利用与生产废弃物排放之间的关系,强化环境的价值观念和生态道德、促进资源的有效利用,抑制环境污染的发生,促进经济效益、社会效益和环境效益的协调统一^[4]。然而我国的煤炭工业在促进国民经济发展的同时却带来了一系列的生态环境问题,如空气、地表水、地下水、土壤的质量下降,生态系统退化,生物多样性丧失,景观受到破坏,农作物减产^[5]等。由于煤炭开采而造成的经济损失相当巨大,具体的损失情况见表 1-1。

表 1-1 煤炭开采造成的经济损失

水、大气和植被等的破坏和污染造成的经济损失						事故和职业病造成的经济损失
塌陷土地	每采 10Mt 煤	2000 年废水排放量	甲烷排放	矸石山堆积量	经济损失	约 40 亿元/年
0.2 公顷/ 万吨煤	迁移 2000 人	27.5 亿吨	96 亿 立方米/年	30 亿吨	约 240 亿元/年	

从表 1-1 中我们可以看出煤炭开采带来的经济损失非常巨大,再不对煤炭矿区的生态环境进行治理将使矿区的可持续发展变得更加艰难。而煤炭矿区的生态环境治理要想行之有效,必须建立体现矿产资源权益的有效补偿机制。因为生态环境问题已不单纯是一个环境污染问题,在国民经济

快速发展的今天,生态环境问题能否从机制层面上得到解决,更是关系到一个国家经济可持续发展的关键问题。

(一)社会经济可持续发展现实需要对生态环境的要求,使得这项研究的必要性日益显现

中山大学管理学院毛蕴诗教授认为:人均 GDP2000 美元的含义对各国来说差异也非常大,即要看人均 GDP2000 美元是“污染的 2000 美元”,还是“清洁的 2000 美元”。从中国目前发展情况来看,人均 GDP2000 美元中所含能源和环境成本太高。降低单位 GDP 的能耗,加速产业结构调整,减少那些高能耗、高污染的生产企业,加速环境的治理,多发展环保和低能耗的第三产业是这一阶段中国经济发展的重要课题。

在构建和谐社会的进程中,人与自然的和谐发展也是其中重要的一个组成部分,我国计算中国社会发展的环境成本和绿色 GDP 的考核指标也正在制订当中,国家对环境保护的重视程度与日俱增,国家环保总局对节能减排不达标的地区重拳出击——实行了流域限批政策,环保总局副局长潘岳 2007 年 7 月 3 日向新闻界通报,针对中国当前严峻的水污染形势,环保总局自即日起对长江、黄河、淮河、海河四大流域部分水污染严重、环境违法问题突出的 6 市 2 县 5 个工业园区实行“流域限批”;对流域内 32 家重污染企业及 6 家污水处理厂实行“挂牌督办”。潘岳表示,当前水污染持续恶化的趋势已非分割的治水管理体制所能解决,应该尽快建立跨区域跨部门的流域污染防治机制和新环境经济政策体系,坚决完成减排目标。此次限批地区包括:长江安徽段的巢湖市和芜湖经济技术开发区;黄河流域的甘肃白银市与兰州高新技术产业开发区、内蒙古巴彦淖尔市、陕西渭南市、山西河津市(县级)与襄汾县;淮河流域的河南周口市、安徽蚌埠市;海河流域的河北邯郸经济技术开发区、河南濮阳经济开发区、山东莘县工业园区”^[6]。当然也有不少地方各级政府对招商引资项目实行环境保护“一票否决制”,同时连



续的“暖冬”天气和雪灾等异常的气候变化,也使民众的环保意识大幅度增强。所以说国家、地方政府及民众的生态意识有了显著提高。

国务院近日确定了第二批 32 个资源枯竭城市,中央财政将给予包括此前确定的 12 个资源枯竭城市在内的共 44 个城市财力性转移支付资金支持(人民网北京 2009 年 3 月 5 日电,记者朱剑红)。同时国务院要求,资源型城市的可持续发展工作由省级人民政府负总责,并强调省级人民政府要切实加强对资源型城市可持续发展工作的领导和支持。资源枯竭城市要抓紧制定、完善转型规划,提出转型和可持续发展工作的具体方案,进一步明确转型思路和发展重点,切实做好相关工作,用好中央财力性转移支付资金,为保增长、促协调,为全国资源型城市的经济转型和可持续发展探索出一条新路。

对整个国家经济发展来说,工业化国家曾经依靠的资源(特别是不可再生资源)高消耗来支撑和刺激经济高速增长的发展模式,已经被证明是一种不可持续的发展模式,中国也不可能再像以前一样采取以资源的高消耗和环境的高污染来换取经济的快速发展。严酷的环境现实使中国不得不寻求一种与外国不同的、非传统的现代化发展模式——科学发展观。这就要求经济的发展要与环境的状况相互协调,目前煤炭矿区存在突出的环境问题,严重威胁着矿区的可持续发展,是我们实现社会经济可持续发展目标的一大障碍。

煤炭矿区生态环境补偿机制研究是为煤炭矿区的可持续发展服务的,它不仅仅是环境污染治理的问题,还要为煤炭矿区经济转型服务。要想将煤炭矿区的生态环境补偿工作落实到位,就必须有健全的生态环境补偿机制来维护矿产资源权益。而对于生态环境补偿的资本计提形式、来源渠道和运作方式,即煤炭矿区生态环境补偿的形成和管理机制,还有生态环境补偿的控制机制,都需要进行专项系统的理论和实证研究。

(二)煤炭矿区生态恢复技术的日臻成熟,使这项研究的资源测度工作可行性显著增加

这几年国内和国际对煤炭矿区的生态恢复的技术研究非常重视,煤炭矿区的生态资源测度技术和生态恢复技术也日臻成熟。

生态资源测度技术主要是指以地理信息系统(Geographical Information System, GIS)、遥感(Remote Sensing, RS)和全球定位系统(Globe Positioning System, GPS)及其集成所代表的空间技术。其在煤炭矿区资源环境实物量测度中的应用,为煤炭资源开发对矿区资源环境影响的测度研究^[7],提供了先进的技术手段,使我们能够从可以计量的角度掌握煤炭开采对矿区环境的影响情况。

煤炭矿区的生态恢复技术,主要是指以下几项技术:

(1)对于矿井水和煤矸石的无害化、资源化技术,比如对高矿化度矿井水关键是脱盐处理。脱盐的方法主要有:化学法,热力法,膜分离法(包括电渗析和反渗透)。其中电渗析脱盐技术较为可靠,且这种处理方法在北方许多矿区已经应用。我国大同煤业集团同家梁矿、甘肃阿干煤矿、徐州张集煤矿都采用电渗析法来处理矿井水,并且取得了很好的效果,在煤矸石综合利用方面以煤矸石制硅酸盐水泥最为成功。

(2)对于煤矿区大气污染治理技术,比如对煤矿瓦斯可采取抽放、积储技术,建立储气厂再经调压供矿区居民和当地居民的使用,进行综合利用和无害化处理。

(3)矿区土地恢复技术,根据技术方法可分为工程技术复垦和生物技术复垦两种^[8]。目前,国内外在采煤塌陷地、露天开采以及废弃物堆积地等复垦方面已有比较成熟的技术。从总体来讲,土壤系统的恢复分为两个部分,即稳定化处理和土壤改良。

(4)植被恢复技术,目前我国在植物种类选择方面做了许多工作。陈振



金等^[9]通过研究发现禾本科的类芦、五节芒、象草、糖蜜草、宽叶雀稗、马唐,豆科的大翼豆、勒子树、多花木兰等在煤矸石无土植被恢复中可以作为先锋物种。李晋川等^[10]对安太堡露天矿进行了植被恢复研究,发现豆科牧草适合做复垦的先锋植物,沙棘、柠条等少数灌木生长优势明显,刺槐和新疆杨为优良树种,可用于安太堡露天煤矿和黄土区类似矿区植被恢复选用,冯杰等^[11]研究发现多年生豆科牧草如小叶银合欢、大翼豆、距瓣豆、紫花圆叶舞草、柱花草、野大豆等适合于酸性土壤。

(5)土壤重金属污染治理技术,在现有的土壤重金属污染治理技术中,生物恢复技术被认为是最有生命力的^[12-13]。重金属污染生物恢复技术主要包括微生物修复和植物修复。

(6)水土流失与沙漠化防治技术,我国的大型露天煤矿大多处于干旱、半干旱的生态脆弱区,如平朔矿区、准格尔矿区位于黄土高原水土流失严重区,霍林河矿区、伊敏河矿区位于草原风沙区,神府东胜矿区位于毛乌素沙漠和西北黄土高原过渡地带的沙化区。故水土流失和沙漠化治理更应引起高度重视。水土流失和沙漠化治理分为工程治理技术和生物治理技术两种^[3]。

煤炭矿区生态实物测度技术为煤炭开采对矿区生态影响确定了危害程度;煤炭矿区生态恢复技术,又为恢复矿区生态环境提供了技术上的可能,为管理科学研究煤炭矿区生态恢复测度模型奠定了基础条件。

作为计量和预测生态恢复技术手段的数量经济工具,也相当完备。主要是系统动力专用软件 Vensim 软件和计量经济学软件 Eviews 软件。

系统动力学进行复杂系统动态分析方法,是依据系统动力学中无限分割、以不变代变和递推的思想方法,设计系统动力学专用仿真语言,并借用计算机技术,成功得到了一套近似解流位流率系下方程的仿真方法^[14]。美国 Ventana 公司在 Windows 操作平台下的系统动力学软件包 Vensim 软件,