

大气环境可持续发展动力机制的研究

韩洁平 杨晓龙 丛日杰

(东北电力大学经济管理学院, 吉林 132012)

摘要: 本文通过分析及预测我国大气环境, 以大气污染作为环境污染研究的主要对象, 应用系统动力学研究方法, 根据经济、资源、环境复合系统的结构图绘制出环境、资源、人口以及国民生产总值 (GDP) 之间因果关系图, 建立了大气环境、经济、资源的系统动力学仿真模型, 该模型能够充分反映废气排放、资源的开发以及空气污染与GDP的关系, 具有一定的通用性和扩充性。

关键词: 低碳经济; 大气环境; 系统动力学; 绿色GDP; 仿真模型; 可再生能源

中图分类号: F062.2; X51 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2010.07.010

冰川融化、海平面上升、生态系统退化、自然灾害频发等大量事实表明, 全球气候变暖的后果将触及粮食、水资源、能源、生态以及公共安全, 已经直接威胁到人类的生存和发展, 人类不得不选择走向“低碳经济”。低碳经济是以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式, 是人类社会继农业文明、工业文明之后的又一次重大进步。低碳经济的实质是能源高效利用、清洁能源开发、追求绿色 GDP, 是能源技术和减排技术创新、产业结构和制度创新以及人类生存发展观念的根本性转变^[1]。因此, 我们必须在发展的同时注重环境保护, 实现资源开发、经济增长、社会发展与环境保护的共赢。

系统动力学方法是一种以反馈控制理论为基础, 以计算机仿真技术为手段, 通常用以研究复杂的社会经济系统的定量方法。建模时借助于“流图”, 其中“积累”、“流率”和其他辅助变量都具有明显的物理意义, 因此可以适用于处理长期性和周期性的问题。如自然界的生态平衡、人的生命周期和社会问题中的经济危机等都呈现周期性规律, 并需通过较长的历史阶段来观察, 目前已有不少系统动力学模型对其机制做出了较为科学的解释^[2]。本文

拟采用系统动力学(SD)方法, 系统研究废气排放、资源、经济和环境的关系, 并建立起系统的仿真模型, 力求提出有针对性的对策与建议。

一、大气环境现状分析

与我国大气环境相关的统计数据如表 1、表 2、表 3 所示, 根据相关的统计数据对我国的能源消费总量、能源工业投资总量以及工业废气排放总量相关数据进行了预测, 预测结果见图 1、图 2、图 3。预测结果表明在未来的几年内能源工业的投资总量

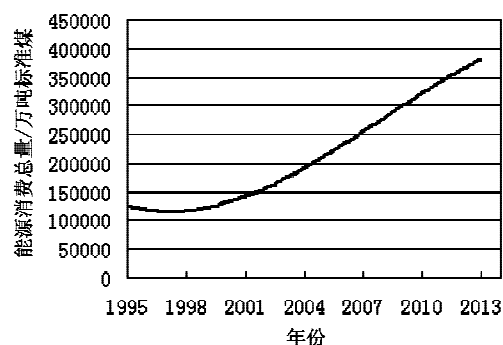


图 1 我国能源消费预测曲线

作者简介: 韩洁平 (1969-), 女, 吉林省吉林市东北电力大学经济管理学院副教授, 硕士生导师; 研究方向: 管理信息系统, 产业经济。

收稿日期: 2010年5月13日

表 1 我国能源消费总量(单位:万吨标准煤)

年份	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
能源消费总量	125 763	132 469	167 273	193 990	214 466	235 156	253 488

注:数据来源于 1995~2009 年《中国能源统计年鉴》。

表 2 我国能源工业投资总量(单位:亿元)

年份	1995	2000	2004	2005	2006	2007
投资总量	2025.28	2839.59	3643.01	4766.08	5686.60	6715.04

注:数据来源于 1995~2009 年《中国能源统计年鉴》。

表 3 我国工业废气排放总量(单位:亿标准立方米)

年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
废气排放总量	175 257	198 906	237 696	268 988	330 992	388 169	403 866

注:数据来源于 1995~2009 年《中国能源统计年鉴》。

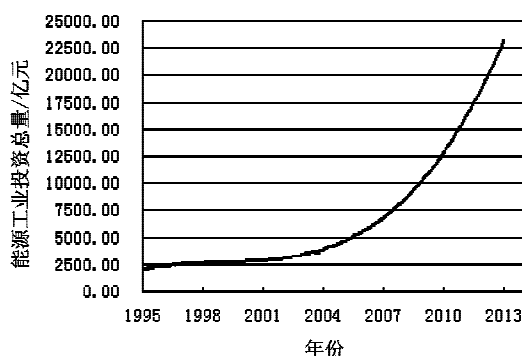


图 2 我国能源工业投资预测曲线

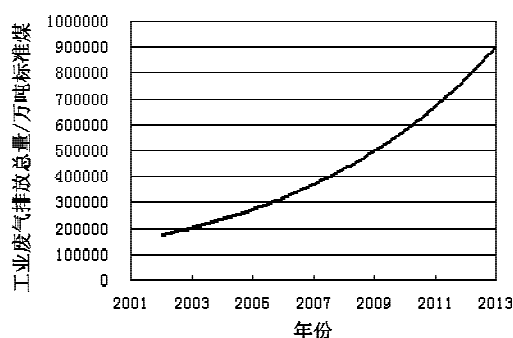


图 3 我国工业废气排放预测曲线

增长幅度会较大,即使在能源开发以及环保方面取得显著成就,但是能源消费总量和废气的排放总量增幅也会相应增大。因此在气候变暖已经成为全人类的威胁,并且全球都在发展低碳经济的今天,我们更需要针对大气环境可持续发展问题展开相关研究。

二、系统仿真模型的结构分析

1. 资源、经济、环境复合系统的结构

系统的结构是系统内部组成要素之间的相互作用和联系,是系统的内部组织。资源、经济、环境的系统结构如图 4 所示。

在资源、经济、环境复合系统中,是人与自然的相互作用,即自然系统和经济

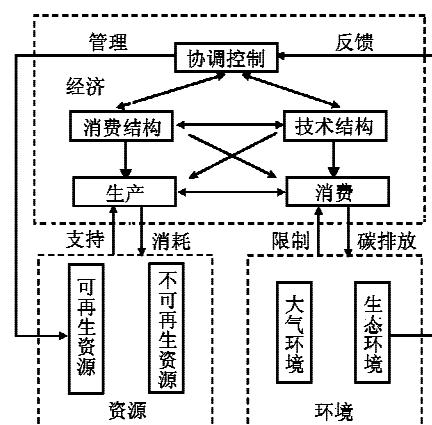


图 4 资源、经济、环境的系统结构图

系统的相互作用,主要发生在社会物质产品的生产和消费过程中。这个过程也就是复合系统的运行过程,主要包括以下四个方面:从自然系统中获取自然资源;将自然资源转化或是加工成社会产品;社会产品的消费;向自然系统中排放废弃物^[9]。

2. 因果关系图

目前,环境污染主要包括:大气污染、水污染和固体废物污染 3 个部分。通过对各年的数据分析可看出,环境污染和 GDP 密切相关。本文以大气污染为例根据系统动力学原理,确定各元素的因果关系,如图 5 所示,其中主要反馈回路如下:

人口总量↑→废气排放量↑→环境质量↓→人口总量↓;

人口总量↑→资源消耗↑→自然资源↓→人

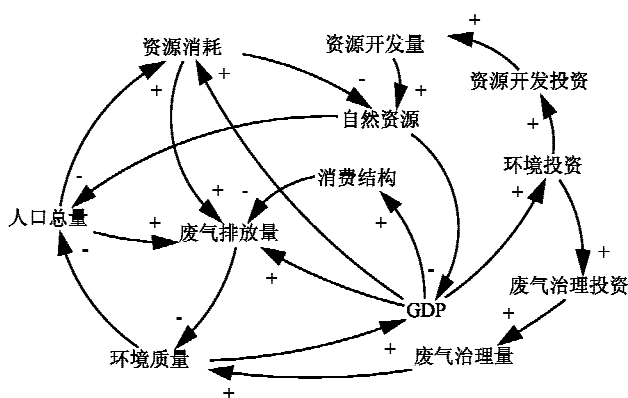


图5 环境、经济、资源 SD 仿真模型因果关系图

口总量↓；
 GDP↑→资源消耗↑→自然资源↓→GDP↓^[4]；
 GDP↑→废气排放量↑→环境质量↓→GDP↓；

消费结构↑→废气排放量↓→环境质量↑→GDP↑→消费结构↑；

GDP↑→环保投资↑→废气治理投资↑→废气治理量↑→环境质量↑→GDP↑；

GDP↑→环保投资↑→资源开发投资↑→资源开发量↓→自然资源↑→GDP↑。

3. 大气污染及治理子系统

大气污染是我国目前最突出的环境问题之一，而工业废气则是大气污染物的主要来源。工业废气主要包括烟尘、粉尘、CO₂、SO₂和NO₂等，大量工业废气排入到大气中，必然使大气环境质量下降，给人体健康带来严重危害，给国民经济造成巨大损失^[5]。本子系统的结构关系如图6所示。从图中可以看出，废气的治理途径主要是增加环保投资，大力发展科学技术，提高废气回收利用的效率，变废为宝，实现资源的再利用，从而提高大气的环境质量，做到可持

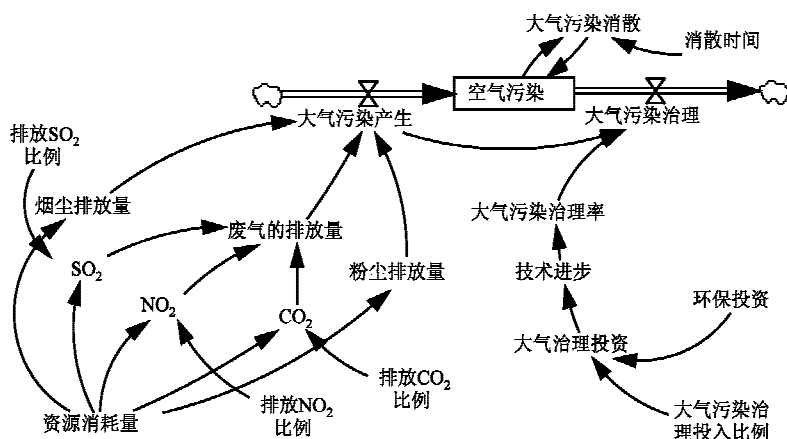


图6 空气污染及治理子系统

续发展。

4. 资源子系统

资源是人类生存和发展的物质基础，具有客观的实在性。本文主要研究的是自然资源，包括可再生资源 and 不可再生资源。可再生资源是可以借助于自然循环或人类的有效管理和维护，通过不断自我繁殖、自我更新来维持其资源的存量。不可再生能源里也有些资源是可以回收重复利用的，人类一方面可以通过科学技术的投资减少其资源的消耗和提高回收利用的效率，另一方面可以开发利用恒定性资源，如太阳能、潮汐能、风能等来减缓或代替不

可再生资源的消耗，实现其可持续发展，资源子系统如图7所示。

5. 经济及投资子系统

经济子系统是人类利用资源子系统提供的资源进行物质的资料生产、流通分配，然后再通过消费活动将废弃物排放到环境子系统系统中的系统，由经济组织、经济实体、经济产业等要素构成。经济子系统是复合系统的核心。经济发展是人类社会永恒的追求，经济发展可以加大环保投资，调整消费结构，达到有效减排、治理废气、实现其可持续发展的目的。经济及投资子系统如图8所示。

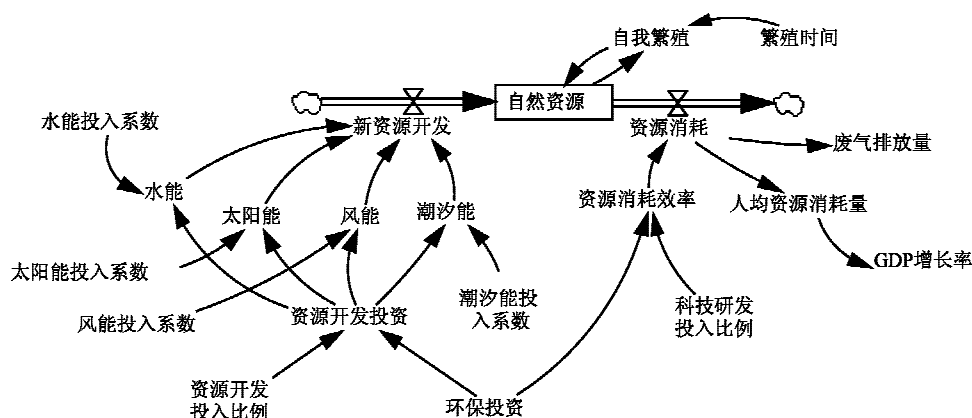


图7 资源子系统

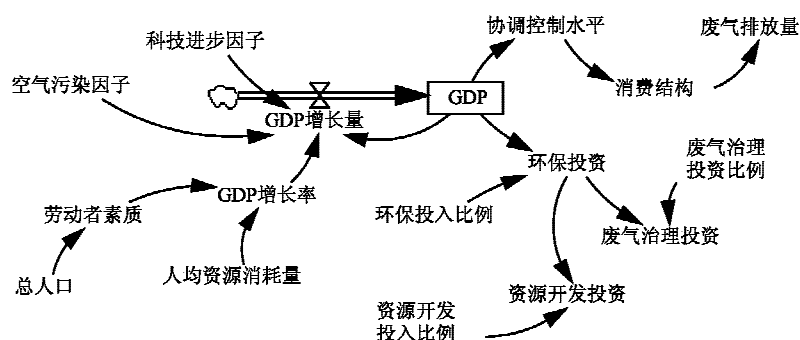


图8 经济及投资子系统

三、模型的有效性检验

现实的环境系统是十分复杂的,模型只是现实系统的抽象和近似。指标的选取还有待进一步的调查与研究,因为目前国家相关统计年鉴还没有对大气污染程度和新能源投入与开发的详细数据进行相关统计。因此,本文模型因缺少数据还不能对其有效性进行检验,但它还是为资源、经济、环境复合系统做进一步细化的研究提供了参考。根据复合系统的结构图绘制出环境、资源、人口以及国民生产总值之间的因果关系图,建立了大气环境、经济、资源的系统动力学仿真模型,该模型能够充分反映废气排放、资源的开发以及空气污染与GDP的关系,具有一定的通用性和扩充性。

四、结论与建议

综上所述,为了改善目前大气环境的状况,减少环境对经济社会发展越来越多的制约,真正的实

现大气环境可持续发展,总结出如下建议。

1. 增加环保投资

中央和各级地方政府应采取多种形式(例如:提高各种资源税费的地方留成比例),筹集用于生态环境治理的资金,同时,也要提高中央财政性环保资金用于能源化工基地生态恢复和治理的比例^[6],提高资金的投入使得环保技术进一步提升,改善人类活动对环境的负面影响。

2. 调整产业结构,构建循环经济型生产、消费结构

要在生产和消费过程中少产生废气或是回收利用其废气,在物质不断循环的基础上发展经济,实现“低能耗、高利用、低排放”的资源可持续利用目标^[7]。

3. 控制人口,提高劳动者素质

20世纪六七十年代中国人口的迅速增长已经证实了人口的过快增长会对生态和环境造成巨大影响,所以我们一方面要继续控制人口的增长速

度,另一方面要进一步提高劳动力素质,培养创新型人才,提高人们节约资源、使用节能产品的意识。

4. 开发新能源

应完善可再生能源发展配套技术规范 and 目标的制定问题,建立可再生能源产品的检测和认证制度,规范和引导可再生能源市场良性发展,目前在海洋能利用方面只有潮汐能发电技术比较成熟,其他形式海洋能的应用大都还停留在探索阶段。而太阳能发电,由于成本太高,近期很难得到大规模发展。但是在风能方面技术还是越来越成熟,发电的成本接近煤电成本^[9],所以还应进一步加大研发力度,重视利用高新科学技术的发展,带动整个新能源产业的革命性技术突破,使风能、太阳能和潮汐能等可再生能源得到充分的利用,实现从单纯的概念设想到产业化运作的飞跃。■

参考文献:

- [1] 陈柳钦.低碳经济:国外发展的动向及中国的选择[J].甘肃行政学院学报,2009,(6):83-89.
- [2] Forrester J W. Urban Dynamics [M]. Cambridge MA: Productivity Press, 1969:32-34.
- [3] 王慧敏,仇蕾.资源-环境-经济复合系统诊断预警方法与应用[M].北京:科学技术出版社,2007.19-20.
- [4] 陈永霞,薛惠锋等.基于系统动力学的环境承载力仿真与调控[J].计算机仿真,2010(2):294-297.
- [5] Goudriaan J, Ketner P. A Simulation Study for the Global Carbon Cycle, Including Man's Impact on the Biosphere[J]. Climatic Change 6,1984:167-192.
- [6] 郭凯,张金锁,赵京.基于SD模型的榆林市环境发展趋势研究[J].管理学报,2008(9):699-701.
- [7] 2009.8.8.http://ccrbszb.chinajilin.com.cn/html/2009-08/08/content_1842133.htm.
- [8] 王仲颖,任东明,高虎.中国可再生能源产业发展报告2008[M].北京:化学工业出版社,2009.108-111.

Motive Mechanism of Atmospheric Environment Sustainable Development

HAN Jieping, YANG Xiaolong, CONG Rijie

(School of Economics and Management, Northeast Danli University, Jilin 132012)

Abstract: This paper draws the causality of environment, resource, population and gross domestic product (GDP) by using the System Dynamics approach based on the analysis and forecast of atmospheric environment in china. The system dynamics simulation model of atmospheric environment, economy and resource can fully reflect the emission, resource, the relationship between air pollution and GDP, and has some versatility and scalability.

Key words: Low Carbon Economy; Atmospheric Environment; System Dynamics; Nature Resources; Simulation Model