

系统工程

SYSTEMS ENGINEERING

第2号专辑

系统动力学

一九八六年全国系统动力学会议文集

《系统工程》编辑部

系 统 动 力 学

一九八六年全国系统动力学会议文集

主 编：王其藩

《系统工程》编辑部

参加编辑人员:

王亚平 严广乐 张晓波
黄海洲 董江林 程绪正

系 统 动 力 学

——一九八六年全国系统动力学会议文集

王 其 藩 主 编

《系统工程》编辑部出版

(长沙市东风路1号)

长沙铁道学院印刷厂印刷

787×1092毫米 1/16 20印张 49万字

1987年5月印刷 印数1—2500

湖南省期刊登记证号104 定价4.20元

目 录

系统动力学在我国的发展——在一九八六年全国系统动力学会议闭幕式上的发言(代序) 王其藩(1)

第一部分 综 述

回顾与展望——系统动力学在中国的发展……………杨通谊(6)

第二部分 系统动力学理论研究

系统动力学的哲学观与基本理论……………	王其藩	(10)
系统动力学论复杂系统……………	王其藩	(18)
宏观社会经济SD模型的有效性检验……………	吴健中 顾慰文 杨征伟	(25)
系统动力学模型参数统计估计问题……………	王其藩	(34)
用模型参考自补偿方法研究系统整体、部分与环境之间的关系……………	王其藩 严广乐	(43)
系统动力学与灰色系统理论的比较研究……………	王其藩 黄海洲	(49)
系统动力学与协同学:比较与借鉴……………	王其藩 杨炳奕	(54)
关于系统动态学与现代控制理论的几点注记……………	齐寅峰	(60)
系统动力学的耗散结构……………	张 照	(65)
关于突变论的系统动力学宏函数……………	王其藩 严广乐	(70)
系统动力学与模型库……………	邹 刚 李建明 王占鹏	(76)
系统动力学计算机教学系统……………	裴伟民 金 放 何 庆 朱 军	(81)
一种适用于微机的系统动力学仿真语言——SDSL……………	吴 彪 孙国基	(85)

摘 要

系统思维与新型管理学……………	杨通谊	(90)
系统中的信息结构及其对系统稳定性的影响……………	胡仰曾	(90)
社会经济模型体系与系统动力学……………	吴健中 王浣尘 苏懋康	(91)
系统动态学的规则与性质……………	林瑞基	(91)
构模考虑……………	蒋永宁	(92)
系统动力学与政策分析……………	顾凯平	(92)
系统动力学中延迟计算的若干问题探讨……………	顾凯平	(93)
系统动力学投入产出模型初探……………	郭庆才	(93)
系统动力学在发展战略研究中的方法论意义……………	李时彦	(94)
作用因子的概念与系统建模……………	候树文	(94)
关于我系SD方法教学及汉字MINIDYNAMO编译工作的汇报……………	方美琪	(95)

知识摄取动力学研究初步·····	郭伟刚 (96)
圆圈学·系统动力学·圆圈动力学构想·····	戴镇中 (96)

第三部分 系统动力学应用研究

一、国家专题研究

我国经济增长的动力与障碍——系统动力学在社会经济系统研究中的应用 ·····	王其藩 张晓波 (98)
关于我国积累率问题初探·····	王其藩 王小亭 (103)
系统动力学在市场经济研究中的应用·····	徐功仁 朱之轅 (107)
关于我国技术进步及对经济发展作用的定量分析·····	王其藩 杨莘农 (114)
技术进步促进经济动力学模型·····	胡玉奎 贾玉玲 (119)
国家研究与发展投资决策的动态模拟·····	王稼生 (126)
工业资产技术改造和能源价格调整对解决我国能源问题的动态作用 ·····	王其藩 张晓波 (131)
我国电子工业发展的战略研究·····	王其藩 董江林 (138)

摘 要

中国有计划商品经济发展 SD 模型结构探讨·····	程玉玺 刘涌康 (147)
国民经济货币资金系统动力学模型·····	陶建华 王胜令 徐燕椿 梁慧民 王国民 (147)
国家科研经费分配的 SD 模型·····	邢以群 许庆瑞 (148)

二、城市专题研究

大城市宏观社会经济系统动力学模型的建模研究·····	吴健中 顾慰文 杨征伟 (149)
城市社会经济——生态环境系统的发展战略研究·····	王毓基 向元望 (163)
在北京城市生态系统研究中系统动力学的应用 ·····	秦大唐 赵彤润 吴峙山 聂桂生 (169)
天津市城市用水 SD 模型·····	李璞华 汤纯鹏 (174)
北京科技——经济协调发展 SD 模型·····	魏宏森 肖广岭 张彤 殷立 (180)
沈阳未来的一百年——介绍沈阳市长远发展仿真模型·····	裴伟民 (185)
自贡市工业经济系统动态仿真模型研究·····	陈学彬等 (190)

摘 要

城市动力学简介及其发展构想·····	郭兴凯 常本英 (202)
重庆发展战略中固定资产投资 SD 模型·····	裴长福 王青 徐军 刘颖婷 (202)
马鞍山市初级发展模式·····	陈进洪 黄兵 陈燕燕 (203)
我国城市电话发展战略研究·····	王定 (203)
北京城市水资源系统 SD 模型模拟分析·····	聂桂生 粟文辉 秦大唐 (204)

三、地区专题研究

县级地区经济结构问题的探讨·····	吴健中 张乃光 金志有 刘云鹤 贺立群 (205)
--------------------	---------------------------

某地区国民经济系统动力学模型及其分析	李一智 林曦和	(211)
龙山县经济、社会发展总体规划系统动力学模型研究	梁先彬 王小凤	(217)
福建省经济发展模型	蔡建华 庄展	(224)
地区经济发展投资问题研究	王振江	(231)
汉寿县经济发展规划的总体结构的系统动力学模型	魏力仁	(238)
地区教育发展战略与政策分析初步系统动力学模型	杨通道 徐子远	(242)
瓦房店市(县级)经济社会系统动力学模型	张庆峰 黄小原	(251)

摘 要

区域人才发展战略的系统动力学模型	牛长立 余幼新	(256)
区域电力—经济系统宏观决策规划模型	丁恩国	(256)
地区宏观能源—经济动态模型	张学庆	(257)
吉安地区工业固定资产投资结构的模拟研究	黄卫伟	(257)
内蒙古自治区煤炭生产的系统动力学模型	王林江 宝力道 李海 凌呼君	(258)
吉林省经济发展系统动力学模型	杨光	(259)
湖区社会经济系统动力学研究	胡承红 张乃光	(259)
内蒙古草原管理畜牧生产辅助决策系统	北京大学管理中心	(260)
吕梁地区社会经济系统动态模型	崔毅 邢吉传	(260)
商丘经济发展战略研究	潘云鹏	(261)
黑龙江省杂粮区农业机械作业模拟模型的建立	李智广	(262)
汉寿县林业最优经营管理的研究——系统动力学的一个应用	袁桓	(262)
汉寿县渔业生产的动态调节与控制	李伯经	(263)
系统动力学在郟县经济发展规划中之应用	朱之轅 徐功仁	(264)

四、其它专题研究

用于森林工业系统政策分析的系统动态学模型	王洪斌 姚德民	(265)
钢铁工业生产系统动力学模型和仿真的研究	徐英田	(270)
辽宁省煤炭供需的系统动力学模型初探	王松才	(278)
农业系统动力学及其应用	钱伟曾	(284)
R—SD江河水资源综合开发利用模型	孙东川	(288)

摘 要

高等学校师资队伍系统动力学模型	郭荣呈	(293)
城市地区水资源规划系统动力学模型及初步应用	张超	(294)
综合利用水库群调度策略分析——SD模型简介	沈曾源 谈为雄 徐子恺	(295)
货运汽车适宜报废期限的系统动力学仿真研究	孙晓丹 惠益民 冯允成	(295)
应用系统动力学原理控制北京市汽车靠垫厂窗框生产产品质量	张思福 闫智民	(296)
具有概率学生产模拟的多水库水火电力系统联合运行规划	李渝萍	(296)

计算机辅助生态经济系统研究.....	裘聿皇 (298)
武汉市猕猴桃产业经济系统的动态分析.....	武汉市计划委员会 (298)
系统动力学在社会服务系统中的应用.....	胡达沙 庄国强 (299)
系统动力学方法在林业生产结构研究中的应用.....	李先争 徐国楨 (299)
广告投资对销售增长的影响.....	赵红潮 胡达沙 庄国强 (300)
洞庭湖管理的动态仿真.....	王立健 (300)
系统动力学方法在制订人才培养战略规划方面的应用.....	王印水 (301)
战争因素的一般性分析.....	栗 钢 (301)
肺结核临床过程的系统动力学仿真模型.....	曾建瀚 (302)

系统动力学在我国的发展

——在一九八六年全国系统动力学会议闭幕式上的发言

(代 序)

王 其 藩

系统动力学是一门新兴的学科，其应用范围很广，近几年来系统动力学的理论与应用研究正在我国蓬勃兴起，今天，来自全国22个省、市、自治区的141名代表聚会上海就系统动力学的理论及应用等各方面的成果进行了广泛的交流，并就系统动力学的进一步发展交换了意见。就大会交流的93篇文章及本次大会取得的成果来看，这次首届全国系统动力学学术交流会必将在系统动力学的发展史上写下光辉的一页。可以预料，将来系统动力学还会有更加广阔的前景。同时，我国的系统动力学的研究工作者也面临着新的挑战。本文重点，一是简略回顾系统动力学在我国的发展历史及其现状；二是展望系统动力学今后的发展及我国系统动力工作者面临的任务。

一、系统动力学在我国的发展及其现状

系统动力学的研究工作在我国起步较晚，直至七十年代中期，它在我国尚鲜为人知，到了七十年代末才开始从该学科的发源地美国麻省理工学院直接引进。按起步的时间而言，比美国晚25年，比日本约晚15年，甚至比东南亚某些国家，如泰国等也晚了五年以上。尽管如此，系统动力学在我国的发展却具备三方面有利条件：

1. 直接系统、全面地从该学科的创始人、发源地学习当今最高水平的理论与应用，并已建立起密切的学术交流关系。

2. 系统动力学是一门新学科，其理论与应用两方面的研究尚远未完善穷尽。因此，对起步较晚的我国而言，固然有起步难，难度高的不利因素，却也有它在时间上与西方先进国家的平均水平相差不太长（约十至十五年），在理论与技术水平的绝对差距不是太大的有利一面。只要我们敢于进取，抓住时机急起直追，充分发挥主、客观的有利条件，就完全有希望以较其他老学科更高的速度跻身于世界先进行列。

3. 由于系统动力学是一门交叉、综合性的新学科，它的发展比起其他学科更需要自然科学家、工程技术专家与社会科学家相互之间的支持，合作和渗透。具体说，系统动力学的发展要特别注意汲取系统论、系统科学其他分支与管理科学等学科的新成就。在实现诸方面力量密切合作这一点上，在我们社会主义的国家里，充分显示出西方国家望尘莫及的优越性。事实也如此，自从系统动力学刚在我国呱呱落地，在人力、物力和财力上就得到来自上级和左右各方的大力支持。

几年来的事实雄辩地说明，系统动力学在我国已走上一条健康发展的道路，主要体现在以下几个方面：

1. 队伍已初具规模

据不完全统计，目前国内从事系统动力学理论与应用研究的人数已超过五百。从队伍规模上看，已超过西欧一些发达国家如英国、法国与挪威等，甚至能与系统动力学发源地的美国相比。已经完成与正在进行的研究课题已逾百个，其中属于国家与部委重点项目者超过十个。中国未来学会、上海机械学院、湖南《系统工程》杂志社、清华大学等单位先后举办近十次系统动力学学习班，参加人数有三百余人，为国内普及和推广系统动力学做出了一定的贡献。

2. 教授系统动力学课程的高等院校日益增加

目前，已有十几所高等院校，诸如哈尔滨工业大学、国防科技大学、上海机械学院、上海交通大学、上海工业大学、北京航空学院、人民大学等先后开设了系统动力学课程。这些课程具有以独立课程为主和以研究生（包括博士生）为主要对象的特点，部分学校已为硕士和博士研究生系统讲授有关系统动力学原理与社会经济动力学的四门课程。迄今从北京环境保护研究所、上海机械学院、上海交通大学、浙江大学等单位毕业的硕士研究生已逾六人。到1986年底，以系统动力学为主修方向的博士研究生将达三人。

3. 理论与应用研究的进展

我国在系统动力学理论与应用研究方面取得了可喜的成绩。从理论研究方面而言，几年来已先后发表有关系统动力学哲学观、基本理论与方法论以及系统动力学与系统科学其他分支的关系等方面的论文近二十篇。另外，从1985年起已出现申请到中国科学院基金（即国家自然科学基金）项目的高等院校，组织起一支较强的理论研究队伍，系统地开展系统动力学理论研究工作。在应用方面，工作开展得更加广泛，硕果成批出现。其中有全国级模型（如由上海机械学院和上海交通大学分别完成的2000年中国总体定量系统动力学模型）、省级模型（如福建省）、市级模型（如沈阳市）和县级模型（如海伦县）。此外，还有产业、企业以及其它类型的模型研究。

4. 著、译与教材出版情况

系统动力学的译作与教材建设方面也有了可喜的进展。学科创始人福瑞斯特撰写的《系统原理》与《工业动力学》已翻译出版，由一些院校自行编印的系统动力学教学参考讲义已有了几个版本，作为高校本科与研究生学习教材和参考资料的《系统动力学》即将正式出版。

5. 国际会议、刊物上发表论文篇数逐年增加

自1983年我国系统动力学学者首次在国际系统动力学会议上发表两篇论文以来，头三年逐年在系统动力学、数学与计算机模拟等世界会议和国外刊物上发表的论文数目几乎是成指数增长。截至1986年底，累计约有25篇。在国内会议与刊物上发表的系统动力学理论与应用研究的论文数目就更多了，单是在1986年8月的国内系统动力学学术会议上发表的文章就有93篇之多。

此外，我国已拥有十名以上的国际系统动力学协会会员，国际系统动力学协会中国分会和国内系统动力学的学术组织正在筹建中，经国际系统动力学协会决定，并报请中国国家科委批准，1987年国际系统动力学会议将在上海召开，与会中外代表将达一百五十余人，中外

各半。这将是首次在非欧美国召开系统动力学国际会议，是一次国际系统动力学学者在中国的空前盛会，毫无疑问，它将标志着我国系统动力学理论与研究工作进入更加蓬勃发展时期。

综前述可见，系统动力学在我国的发展速度是很快的，成绩是喜人的，我国系统动力学理论与应用研究水平已经步入世界先进水平的行列。但还应该指出，从总体上看，我国现有的系统动力学研究人员的素质还有待于进一步提高，在系统动力学理论与应用方面，还有许许多多的工作有待于人们去开拓。

二、系统动力学今后的发展和系统动力学工作者所面临的任务

根据国内系统动力学发展的实际情况和我国的国情，指导我国系统动力学未来发展的总方针是：在继续普及的同时注意提高，在继续向国外学习的同时逐渐走上独创与创新的道路。

1. 大力培养一支素质好的理论与应用研究队伍

系统动力学是一门软科学。在软科学研究中，作为系统动力学工作者，应具有唯物的求实精神与严谨的科学作风，必须坚决摒弃那种“大胆假设，小心求证”以迎合某种主观意图的实用主义做法。

系统动力学工作者应具备坚实的理论基础，掌握系统动力学的基本理论、原理与方法，熟悉应用系统动力学解决问题的定性分析与定量分析的程序和步骤，并且精于检验模型和使用模型。在解决问题和建模过程中，应注意理论联系实际，要与有关的专业工作者密切合作，并且在不断的实践中提高理论水平和积累丰富的经验。可以说，唯物的求实精神，严谨的科学作风，坚实的理论基础与丰富的实践经验应是系统动力学工作人员努力追求的素质。

2. 人才培养渠道和学术交流活动

(1) 促使更多的高等院校设置系统动力学课程，让更多的本科生有机会以系统动力学为必修课或选修课，促进更多的高校与科研机构以系统动力学为主修方向培养硕士和博士研究生。培养系统动力学高级人才应立足于国内，根据我国系统动力学发展的现状，系统动力学硕士研究生一般均可在国内培养，博士研究生可通过国内培养、以我为主与国外合作和少量完全由国外培养三条途径。

(2) 在各地挑选一些少年科技站和中学与高校挂钩，开展课外的系统动力学学习活动或设置选修课程，为培养一批高级系统动力学专门人才及早打下基础。

(3) 争取每年选派1—2%的高级教学与研究人員到国外相应的院校与机构作短期访问、考察与进修，及时把国内最新科研成果与信息带回国内，同时国内的高等院校、研究机构应尽量通过各种合作途径进行人才与学术交流。

(4) 积极筹备成立系统动力学学术组织，开展国内外学术交流活动。

① 积极筹建全国系统动力学学术组织，并使国际系统动力学协会中国分会尽早得到确认。以倡导协调系统动力学的学术活动，并为系统动力学在我国的全方面发展与繁荣，为1987年在我国召开的国际系统动力学会议作好组织准备。

② 积极开展国内与国际间学术交流活动，全国性系统动力学会议每年举行一次，并争取召开地区性的学术研讨会及举办各种形式的学习班。积极争取每隔七、八年在我国举办一次国

际系统动力学会议。

③ 建立国际间学术交流与交换访问学者制度，邀请国外系统动力学及其流派、学术上有成就、有代表性的学者、教授来讲学，同时也派出国内学有成就的学者到国外讲学，进行学术交流。

(5) 创办《系统动力学评论》杂志，为系统动力学工作者提供一个学术交流的园地。

3. 理论与应用研究的任务

系统动力学是一门前景十分诱人的新兴学科，其广阔的理论与应用研究领域等待着人们去探索与开拓。

(1) 有关系统动力学本身的理论与方法。

① 系统动力学的哲学思想与方法论。

② 系统的结构与功能、行为的关系。这方面的研究应侧重系统的非平衡、突变现象，系统振荡的内在机制、涨落、随机因素对系统的影响，噪声对模型运行的影响、复杂系统主回路的判别等内容。

③ 系统的建模方法。

1/ 模型的简化问题。模型的阶数与降阶问题；

2/ 通用模型的基本单元与通用单元、系统标准化、通用化的研究；

3/ 模型参数的估计问题；

4/ 动态模拟语言的改进。

④ 模型的检验。期待研究出一套既简便又更加有效的新的模型检验方法。

(2) 研究系统动力学与系统科学的关系、系统动力学在系统科学体系中的地位，及其它与其他系统科学分支的关系，系统动力学在为建立完整的系统科学体系工作中的作用。

(3) 探索以系统动力学为基础，藉助计算机模拟技术并汲取数量经济，优化理论及其他方法的精髓，形成一种解决非线性复杂系统问题更加有效的理论与方法的可能性。

在系统动力学的应用方面，众所周知，西方世界的经济结构已在酝酿新的变革，工业化的时代将让位于未来的全面信息时代。处在这样的时代背景下，对我国的未来加强整体性与综合性研究显得尤其必要。系统动力学作为一门软科学，其研究问题的一大特点是，分析过去、剖析现在、面向问题、设计未来；因此它可成为未来研究的理想工具。它不仅适用于研究全国一级，区域一级的问题，而且可应用于企业一级和家庭、个人的天地中去。

① 公元2000年及下世纪的中国的研究。

这是一个复杂、巨大的系统。历来，对我国未来的经济、社会、科技和生态问题较偏重于定性、局部的研究。显而易见，对这一类问题仅有定性的研究是不够的，唯有同时开展定量与全局性的研究才能深入地进行分析与比较。由于系统动力学具备自己独特的特点，它无疑地将能在这一类课题的研究工作中发挥作用；

应用系统动力学建立我国国家一级或地区一级的经济——社会——科技——生态模型，从总体上研究全局性、长远性、综合性和战略性的理论与实践问题，并制定对策与解决方案。

把公元2000年、2011年及2049年的中国作为长期过程（五十年、一百年以上）中的历史断面来研究。

研究上述年份中国的社会环境和生产系统、经济区域和城市系统、社会经济与信息系统

诸子系统之间的关系。探索它们的相互依存、相互补充与相互制约的机制与条件。

研究世界发展动向与我国经济、社会发展的相互联系与影响。

② 研究全国或一个区域的经济战略与社会战略问题。

经济战略：工业、农业、资源、生态、人口和消费的关系。

社会战略：人口就业、家庭、生活水平、住房和教育等的关系。

③ 系统动力学如何普遍地应用于企业的经营管理与决策。

④ 个人计算机日益普及的年代即将到来，家庭与个人如何把系统动力学作为简便有效的手段去规划、设计家庭的发展与个人的前程。

⑤ 系统动力学在其他领域，诸如医学、生物和工程问题等方面的广泛应用。

可以预料，系统动力学将以较高的速度在我国发展起来。到八十年代末打下较坚实的理论基础，突破一些有较重大意义的的应用；在高等院校与科研单位培养出一支百人的理论与技术骨干队伍，达到欧洲当时的先进水平或美国八十年代初的水平。在九十年代以后进一步消除与世界最先进水平的差距，从而跻身于系统动力学国际水平的最前列，在理论与应用研究的深度和广度上达到与世界科技最先进国家并驾齐驱的境地。

第一部分 综 述

回顾与展望——系统动力学在中国的发展

上海交大系统动力研究中心 杨通谊

系统动力学这门学科自1980年冬引入我国以来，只有短短的五年多的历史。最近的五年恰恰是我国自建国以来经济社会发展最好的时期，在这种历史背景下，系统动力学在我国获得迅速的发展，以至今天可以召开全国性的系统动力学学术交流会，这是值得庆贺的。万里同志在最近召开的软科学研究工作座谈会上精辟地指出，“软科学研究在我国的兴起，是我们党和政府决策工作中总结正反两方面经验，坚持实事求是的思想路线的产物，也是适应新时期开放与改革形势下经济社会发展的紧迫需要的产物，又是当代科学技术高度发展的产物。我想，这段话同样也适用于作为软科学之一的系统动力学。”

一、为什么系统动力学值得引进？

党的十二大提出了我国到本世纪末经济建设的宏伟战略目标之后，我国就进入了一个实现上述战略目标的系统规划阶段。全国各地、各部门和各行业都在着手研究和制定各自的科技、经济、社会发展的中远期规划。建国以来，我们曾多次制定过各类发展规划并积累了一套经验。但是，不可否认，我们以往的许多规划由于种种原因没有能够发挥出应有的作用。究其原因，主要是在制定规划过程中依靠的是有关领导和专家的思考、设想和估计，缺乏全面的、科学的、系统的分析、预测和评估，更谈不上优化。我国是一个具有十亿人口的巨大的复杂系统。要规划这样一个大而复杂的系统，现在还是靠思考、设想、估计就不行了，还必须依靠定量的科学的分析方法。与凭经验拍脑袋的决策方法（实际上是利用决策者头脑中的经验模型(mental model)相对应的是利用数学模型的方法。在我国已经引进了不少建模学派，如数学规划、投入产出分析、经济控制论、计量经济学等。为什么还要再引进系统动力学方法呢？众所周知，对社会经济系统进行定量分析研究的不同学派的数学模型，其理论基础及技术手段是各不相同的，它们各有其适用的场合，也各有优缺点，可谓“尺有所短、寸有所长”。

系统动力学是一种以反馈控制理论为基础，以数字计算仿真技术为手段的研究复杂的社会经济大系统的定量方法。它是由美国麻省理工学院的福雷斯特教授于50年代中期创立的。系统动力学的理论基础可以追溯到本世纪40年代维纳教授创立的控制论。系统动力学建模强调系统的反馈结构，这就是脱胎于控制论中两个最基本的概念：信息与反馈。控制论认为，世界上一切系统（有生命系统或无生命系统）都充满着信息和信息运动，其内部都存在或强或弱的反馈机制。福雷斯特教授自开创系统动力学以来，博采众长，融控制理论、系统论、

控制论、信息论、计算机仿真技术、管理科学及决策论等学科的知识于一体，在公司经营、城市问题、全球问题、美国经济等一系列社会经济系统问题的创造性研究中取得了令人瞩目的成果。30年来，尤其是70年代以来，系统动力学经历了发生、发展到逐渐成熟的过程，在国际范围内得到传播。我们认为系统动力学之所以值得引进到我国来，可以归结为如下的四点原因。

1. 系统动力学研究问题首先是从系统的观点来看待研究对象。所谓系统就是一个整体，即由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的、具有特定功能的有机整体。如人体就是一个总的系统。它由呼吸系统、消化系统、泌尿系统、内分泌系统等子系统组成。社会经济也是一个系统，只不过是一个巨大的系统。劳动力、资金、资源等子系统组成了这个母系统。这些子系统都是互相作用的，就象呼吸系统的紊乱必然会引起身体其他部位的病变一样，资源的匮乏会使资金剩余，找不到投资场所。这又必然会影响就业……由此可见，在制定经济社会发展规划或制定政策时必须从系统观点出发，将诸如人口、教育、就业、科技进步、国民经济各部类平衡发展、农业、环境污染、能源、资源、水、交通、价格调整与控制等经济因素以及如社会观念、心理、人的素质变化、家庭变化、世界形势影响、政策法规等非经济因素都包括在内。才能求得整体平衡，不致顾此失彼。

2. 系统动力学模型是一种结构型的模型，它对数据的要求不高，不一定需要精确的数字而着重研究系统结构及其动态行为。而有些模型，如参数型的计量经济模型需要的却恰恰是量的内容。目前我国的经济统计资料还不够齐全。因此引进系统动力学是比较适合于我国国情的。

3. 系统动力学模型能作长期（比如20年或更长时期）的动态的、战略性的、定量分量研究。我们大家都知道，在制订经济社会发展规划时，一般要求从将来的观点、长期的观点、动态的观点、全局的观点来研究近、中期的、静态的、局部的问题。系统动力学恰恰具有这方面的特长，它往往能得到其他类型的经济模型难以得到的结果。

4. 系统动力学模型尽管本质上是一阶微分方程组，它不用解析方法求解，而依靠专门的DYNAMO软件在计算机上求取其数值解，因而它不需要建模者具有高深的数学知识和编制计算机程序的技巧。社会经济系统的数学模型一般是非线性、高阶的，目前唯有依靠电子计算机才能求得数值解，我们称之为仿真。因此，“数学模型+电子计算机”就被称为社会经济系统的仿真实验室。利用这个有效的手段，人们就可以在某个方案、某项政策尚未真正实施前就及时发现问题，展示运行过程及后果，以避免不必要的损失。由此可见，引进系统动力学方法对于提高决策的科学性具有十分重要的意义。

二、五年来系统动力学在我国的发展

人类在改造自然、控制社会及至控制人类本身的活动中希望能从自然科学、工程技术的行之有效的办法中寻求解决社会经济问题的某些途径。过去，社会经济问题的研究仅属社会科学的范畴，往往多做定性分析。但最近二、三十年以来，在自然科学、工程技术及社会科学之间不断出现新的边缘学科。作为这样的边缘学科之一，系统动力学在我国的经济振兴时期，经过各方面学者的大力鼓吹获得迅速的发展，已引起学术界与各级领导的关注。近五年来系统动力学领域所取得的成果主要表现在以下四个方面：

1. 应用系统动力学方法建立一批社会经济模型。例如,上海交大与上海机械学院参加了国务院技术经济中心组织的“2000年中国”的科研项目,建立了中国经济系统动力学模型,受到国家有关领导部门的重视。这就标志着系统动力学已经获得我国学术界和领导部门的承认,被纳入国家级的宏观社会经济模型体系。在区域规划方面,上海交通大学研制的“新疆宏观社会经济模型—SD”为新疆自治区的2000年描绘蓝图,获得自治区人民政府的好评。此外比较成功的还有北京市环保模型、海伦县经济发展主体模型、西双版纳综合开发模型等。目前系统动力学方法在我国已经被运用于国家级地区级的社会经济发展规划以及工业、资源、农业、生态、环保等广泛的领域。

2. 翻译出版了一批系统动力学名著。在引进、推广系统动力学的过程中遇到一个很大障碍就是有关系系统动力学的名著国内寥寥无几,汉译本更是没有,我们认为及时翻译出版国外新学科的名著是十分有意义的。1983年5月被公认为学习系统动力学起点的福雷斯特的“系统学原理”出版了。由此迈出了可贵的第一步。去年福雷斯特的“工业动力学”汉译本又出版了。以上两本书是在麻省理工学院学习系统动力学所必读的。在这期间,关于著名的世界模型Ⅲ的研究报告——米都斯等的“增长的极限”也出版了。这个由罗马俱乐部主持的研究报告曾被译成34种语言,在世界上发行了六百万册,如今也终于有了中文本了。此外,已经译完今年年底可望出版的名著还有理查森和皮尤的“系统动力学建模导论”及罗泊茨的“计算机仿真导论”。我们相信,以上五册的名著出版对于推动系统动力学在我国的发展一定会起到积极的作用。

3. 在一些高等院校陆续成立了系统动力学教学、科研的机构并开设了系统动力学的课程。例如上海交大、上海机械学院等自1984年起就成立了系统动力学研究室(组)、教室,并对管理专业、系统工程专业的研究生本科生开设了系统动力学课程。这对于系统动力学学科的发展、对于系统动力学应用人才的培养、对于促进系统动力学为国民经济服务起了卓有成效的作用。

4. 举办系统动力学学习班,普及系统动力学知识、推动系统动力学应用。例如,福雷斯特教授的高足斯特曼博士1983年曾应邀在沪作了系统动力学系列讲座。这次高水平的学术讲座使高校管理专业系统工程专业的师生及科研单位的研究人员开阔了视野,了解到系统动力学在国际上发展的水平与动向。国内的系统动力学学习班就更多了,例如,《系统工程》杂志编辑部曾两次组织全国性学习班,为培训系统动力学应用的骨干队伍,推广DYNAMO软件的应用作出了贡献。

三、谈谈不足之处兼谈今后努力的方向

虽然在系统动力学领域我们是从无到有并在这短短五年多的时间里取得了不少成果,但是应当承认在这一领域我们与国际先进水平还有相当大的差距,表现在以下三个方面:

1. 与应用相比,理论研究更嫌不足。目前系统动力学在理论及应用方面进入了一个更为成熟的阶段。福雷斯特教授等主持研究的美国国家模型代表了系统动力学领域的最新成果。在理论研究方面,系统动力学正加强与控制理论、系统数学的联系,突变理论、耗散结构、分叉,结构稳定性分析、灵敏度分析与参数估计、最优化技术应用、类属结构及专家系统方面也正在展开研究。同时,在应用方面,系统动力学的对象也日益广泛,美、英、法、西德、日本、南斯拉夫等纷纷采用系统动力学方法来研究其社会经济问题,涉及到经济、能源、交

通、环境、生态、生物、医学、法律、工业、城市等各个领域。今后我们要一方面继续开展应用研究，注意拓宽应用面，让系统动力学更好地为我国国民经济服务，为四化建设服务，另一方面更要注意加强对系统动力学基础理论的研究，这是目前我国在系统动力学领域的薄弱环节。我们相信，经过大家的努力，我国在系统动力学领域的学术水平有可能在90年代中期赶上国际先进水平。

2. 高等院校有关专业开设系统动力学课程的为数不多。目前世界上已有一百多所高等院校开设了系统动力学课程并展开科研工作。根据一项对38所讲授系统动力学的高校的最新国际调查，获得的情况如下：从课程设置看，独立设课的为24所，占63%，作其他课程的独立部分的为六所，占16%，完全融合在其他课程中的为八所，占21%；从学生层次看，以研究生为对象的有24所，占63%，以大学生为对象的有六所，占16%，兼以研究生和大学生为对象的有8所，占21%；从课程类型看，作必修课的有9所，占24%，作选修课的有29所，占76%。由此可见，国际上系统动力学课程的主流是：以独立设课为主，以研究生为主，以选修课为主，福雷斯特教授还曾有远见地主张把系统动力学这门学科推向大学本科和高中，并专门为此组织了教材。我们认为，今后我国高等院校中的有关专业，如管理工程、系统工程等在条件具备的都应开设系统动力学课程，为培养更多的掌握现代化手段的高级管理人才作出新的努力。

3. 系统动力学的教材缺乏、专著缺乏、译著缺乏、人才缺乏的局面尚未根本扭转。上面提到已经或即将翻译出版的系统动力学名著有五本，这当然对于扭转上述四缺局面不无小补。但是与日本相比，我们相差尚远。日本在系统动力学领域的起步比美国约迟十年，以后美国每出一本系统动力学的名著，日本几乎立即就有日译本。日本一方面在大力引进，另一方面在消化之后推出自己的成果。例如，早在美国推出适用于IBM-PC机的Micro-DYNAMO软件之前，日本看到微机的普及就抢先开发了基于BASIC的系统动力学。日本NEC公司还推出了自己的DYNAMO软件。今后我们要继续翻译出版系统动力学的权威著作，另一方面还要编写系统动力学的教材，促进人才的培养，更要注意在引进、消化之后结合我国国情推出自己的系统动力学专著。

我们相信，经过各方面的努力，系统动力学这门学科一定会在我国获得更加蓬勃的发展，在社会主义建设中发挥更大的作用。

第二部分 系统动力学理论研究

系统动力学的哲学观与基本理论

上海机械学院 王其藩

一、 引 言

系统动力学 (*system dynamics*) 是一门分析研究信息反馈系统的学科。1956年由福瑞斯特 (*Jay W. Forrester*) 教授始创于美国麻省理工学院。

50年代后期,系统动力学逐步发展成为一门新的领域,初期它主要应用于工业企业管理,处理诸如生产与雇员情况的波动,市场股票与市场增长的不稳定性等问题。尔后其应用范围日益扩大,从民用到军用;从科研、设计工作的管理到城市摆脱停滞与衰退的决策;从世界面临人口指数式增长的威胁与资源诸量日趋殆尽的危机到检验糖尿病的病理假设;从犯罪到吸毒问题等等。总之,其应用几乎遍及各类系统,伸入到各领域。自70年代初始,历时十几年,福瑞斯特完成了美国全国系统动力学模型。该模型把美国的社会经济问题作为一个整体加以研究,解开了一些在经济方面长期存在的,令经济学家们困惑不解的疑团。其最有价值的研究成果还在于揭示了美国与西方国家经济长波 (*Long wave*) 形成的内在奥秘。由于在美国全国模型与长波理论研究方面取得的成就使系统动力学这一门新学科在80年代里,在理论与应用研究两方面都取得了飞跃性进展,达到了更加成熟的水平。

近几年来,系统动力学的理论与应用研究工作已在我国起飞。全国系统动力学学术交流会已于1986年8月召开了。1987年国际系统动力学会议将首次在我国召开。

二、唯物辩证法是系统动力学理论的核心

系统动力学理论的基本点鲜明地表明了它的唯物辩证法的特征。它强调系统观,联系发展的观点,主要矛盾与矛盾的主要方面,事物的可知性,以及实践是检验真理的标准。

1. 系统动力学的系统观。30年前,系统动力学就以其突出鲜明的系统观而呱呱落地。系统是客观的,普遍的,无所不在的。万物皆系统,大至无限的宇宙、小至微观世界,都毫无例外地由系统组成。系统中包含子系统,若干相互联系、制约的系统则可组成更大的系统。作为系统动力学初期阶段的工业动力学,在五十年代就曾经尖锐鲜明地示出当时在工业、企业界存在的弊端:把加工工业、金融、分配、组织工作,广告和科学研究都视着彼此不相干、分离的方面;而不是把它们看成统一系统中的组成部门。到60年代,这门学科已广泛应用到各种领域,其理论体系亦日臻成熟,终于升华成为一门研究各类系统的一般学科。于是系统动力学之称也就顺理成章,应运而生。