



中国国家环境经济安全的 政策模拟分析

王 铮 等/著

中国国家环境经济安全的 政策模拟分析

王 铮 等 著

国家自然科学基金资助研究

教育部博士点基金资助研究

上海重中之重学科建设项目资助出版

中国科学院政策与管理研究所基金资助出版

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全球变化是人类面临的重大挑战,如何应对全球变化是当前亟需解决的科学问题,不同的应对策略可能引起不同的环境经济后果。本书从保障中国可持续发展的目标出发,系统地研究了中国应对全球变化的策略,这些策略包括推动农业技术进步、优化产业结构、控制 CO₂ 排放与协调经济发展、保障就业以及确定合适的国际协作政策等,试图寻求水资源利用和控制排放的优化政策。本书对中国发展中的热点资源环境问题作了科学回答。本书是新兴的应用政策模拟技术的作品。

本书适合环境管理领域、经济发展领域以及一般的可持续发展领域、政策制定与分析领域的科研人员、管理人员参考,也适合作为研究生学习政策模拟和环境管理的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国国家环境经济安全的政策模拟分析/王铮等著. —北京:科学出版社, 2004

ISBN 7-03-012342-5

I. 中… II. 王… III. 环境经济-国家安全-研究-中国 IV. X196

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 092191 号

责任编辑:朱海燕 李久进/责任校对:张怡君

责任印制:钱玉芬/封面设计:高海英

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年5月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2004年5月第一次印刷 印张:8

印数:1—3 000

字数:149 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<科印>)

前 言

在冷战结束以后,世界的基本主题是和平与发展,然而,1996~1997年东亚普遍发生金融危机,它向世界显示,国家经济安全问题是新世界的逆流。实际上,早在1995年,美国总统克林顿就批准了“美国增强国家经济安全的科学技术战略”报告,驱动了美国国家经济安全问题的研究。国家经济安全问题的研究是不可替代的。中国作为发展中大国,国家经济安全问题也不能不引起重视。

在最近的几年中,一个个问题在困扰着中国,中国的发展速度也困扰了一些人。最初美国人布朗提出“谁来养活中国”,在中国人给予反驳后,布朗提出中国的水资源将构成发展瓶颈问题,提出中国的环境安全将影响世界。此后,美国政府拒绝批准保护气候的“京都议定书”,并提出中国、印度等发展中国家的碳排放问题,中国的经济发展又一次受到挑战。接着,国内涌起了对政府关于东西部发展平衡与经济安全问题的争论,国际上涌起“中国威胁论”的雀噪,认为中国的经济发展将通过竞争手段威胁他国经济发展。最后中国加入了世界贸易组织,环境壁垒成为了阻碍中国的贸易障碍。所有这些都与国家环境经济安全问题紧密联系。

笔者在20世纪90年代初研究历史气候时发现,乾隆“盛世”结束于气候突变,“开元盛世”的结束,也与气候突变有时间上的一致性。开始注意气候变化与国家经济安全问题,此后从人地关系研究出发,研究了历史气候变化对社会经济的影响,不得不接触国家经济安全问题。1997年,针对东亚金融危机,计算分析发现,人民币不可贬值。从此开始了对这个问题的系统研究。在几经课题申请的挫折后,终于2000年获得教育部重点课题研究“全球变化下的国家经济安全问题”资助,同年获得国家自然科学基金“可计算人地关系协调模型”资助,后来笔者又参加中国科学院其他项目获得了部分资助。三个项目经费有限,研究中常常捉襟见肘,原计划研究不包括减排与国际贸易问题,但是,主要因为国家需求的推动,也因为课题组老师与学生的勤奋,笔者不仅完成了预订的目标,而且超出原计划,研究了减排问题和中美GDP溢出问题,这是两个最热点的国家经济安全问题。

在本书中,笔者把全球变化下中国国家经济安全问题严肃地提了出来,并且避免用“指标体系”去评估,因为笔者认为如果没有科学理论和方法支持,人为猜测的“指标体系”是不科学的,至少是不慎重的,更重要的是指标体系缺乏政策的可操作性。1996年笔者在“可持续发展:从指标体系到政策”一文中,强烈地表达了这个思想。因此,本项工作的研究是以政策模拟为基础的。

国家经济安全是一个复杂的问题,笔者在这里给出的研究结果,可能还不完

整,可能有错误,笔者甚至希望那些国家存在经济不安全的结论是错误的。但是这毕竟迈出了第一步。科学是可以证伪的,科学是发展的。笔者希望在中国将关于国家经济安全问题作为科学问题的研究能得以持续下去。

王 铮

2003年8月15日

目 录

前 言	
绪 论 政策模拟	王 铮
0.1 政策模拟的发展	1
0.2 政策模拟的建模	3
0.3 政策模拟的计算机实现	7
第 1 章 全球变化下的粮食供应安全	郑一萍 王 铮 黎华琼
1.1 问题提出	10
1.2 技术进步的影响	11
1.2.1 建模	11
1.2.2 全球变化下中国粮食需求与供应关系的变化	13
1.2.3 小结	15
1.3 历史比较	15
1.3.1 中国历史上的温暖期是农业条件好的时期	15
1.3.2 不良气候事件	17
1.3.3 气候变化对土地荒漠化的影响	18
1.3.4 计算分析	20
第 2 章 经济发展与全球变化下中国水资源安全	冯皓洁 王 铮 郑一萍
2.1 引言	23
2.2 全国水资源安全分析	24
2.2.1 建模	24
2.2.2 参数估计	27
2.2.3 中国发展与水资源问题的情景分析	32
2.3 经济核心区粮食安全的水资源供需安全分析	34
2.3.1 模型介绍	34
2.3.2 长江三角洲地区	34
2.3.3 京津唐地区	36
2.4 分区水资源供应安全分析	38
2.4.1 基本假设	38
2.4.2 东北地区	38
2.4.3 西南地区	39

2.4.4	华北地区	40
2.4.5	东南地区	42
2.4.6	西北地区	43
2.5	全球变化的影响	44
2.6	结论	45
第3章	气候保护对经济增长的影响	胡倩立 王 铮 崔丽丽 郑一萍
3.1	问题的提出	47
3.2	最优排放模式	49
3.2.1	Nordhaus-Pizer 模型	49
3.2.2	模型的改进	50
3.2.3	模型参数与初值	52
3.2.4	中国的 CO ₂ 减排政策优化分析	53
3.3	气候保护支出对经济安全影响	56
3.3.1	建模	56
3.3.2	对 Leimbach 模型的修改	58
3.3.3	模拟计算	60
3.3.4	对减排方案的国家经济安全分析	65
3.4	结语和讨论	65
第4章	气候保护的特殊经济问题	崔丽丽 刘 扬 王 铮
4.1	引言	67
4.2	减排与就业	67
4.2.1	建模	67
4.2.2	模拟结果	70
4.3	减排与粮食供应	72
4.3.1	建模	72
4.3.2	模拟结果	73
4.4	结论与讨论	75
第5章	技术进步作用下中国 CO₂ 减排的可能性	王 铮 蒋轶红 郑一萍
5.1	引言	76
5.2	模型研究	77
5.2.1	模型结构	77
5.2.2	宏观经济模块	78
5.2.3	气候系统模块	80
5.2.4	干中学模块	81
5.3	模型参数取值	83
5.3.1	宏观经济模块参数	83

5.3.2	气候系统模块参数	84
5.3.3	干中学模块参数	85
5.4	模型变量初值确定	85
5.4.1	宏观经济模块变量	85
5.4.2	气候系统模块变量	86
5.4.3	干中学模块变量	87
5.5	模拟情景设定	87
5.6	模拟结果	88
5.6.1	中国经济发展预测	88
5.6.2	能源需求预测	89
5.6.3	效用分析	90
5.7	结论与讨论	91
第 6 章	中美 GDP 溢出与气候保护	王 铮 龚 轶
6.1	引言	93
6.2	中美 GDP 溢出建模	93
6.3	中美气候保护财政支出的相互影响	96
6.4	碳税与中美 GDP 变动的相互影响	98
参考文献		101
附录	CO₂ 减排政策模拟系统的实现	蒋轶红 王 铮
A.1	数据库开发与数据存储	105
A.1.1	数据库管理系统(DBMS)的选择	105
A.1.2	数据表的设计	105
A.2	ADO 数据存取技术与实现	106
A.2.1	ADO 数据存取技术	106
A.2.2	Delphi 的 ADO 开发	107
A.2.3	应用系统与数据库的连接	107
A.3	系统功能实现	108
A.3.1	系统界面设定	108
A.3.2	模型运行参数的设定	109
A.3.3	模型计算功能实现	110
A.3.4	计算结果绘图显示功能实现	115
跋		117

绪论 政策模拟

王 铮

0.1 政策模拟的发展

在最近的 10 年中,政策科学在分析技术上有了迅速的发展,这个发展就是政策模拟的兴起。什么是政策模拟呢?政策模拟是对 policy modeling 的翻译,按字面直译, policy modeling 准确的译文似乎应该为政策建模,但是在中国“建模”往往指建立模型,不包括对模型的计算分析,然而, policy modeling 包含了大量计算工作,所以把 policy modeling 翻译为政策模拟是恰当的。给政策模拟下个定义是困难的,因为它在迅速地发展中。我们可以这样来理解政策模拟:政策模拟指针对政策问题开展的建模、计算模拟和基于计算机的政策虚拟试验;这种模拟和试验可能是试验多种政策的,分析确定政策的最优性的,也可能是模拟多种政策环境下的单一政策作用,认识政策的有效性的。由于政策环境的不确定和政策本身的可调整,政策的这种模拟分析往往是多情景的。这里要强调的是,在我国一些教科书中强调政策是种“大型计划”,有的还把“政府企业”等可能影响市场政策的政策工具作为政策。笔者认为这种理解至少对政策分析来说是不恰当的。政策分析的“政策”指的是针对某种组织目的,特别是具体目标采取的行动准则、行动方案和行动的纲领计划。在政策指导下,我们可能制定计划,发展政策工具。政策模拟作为政策分析的一部分,是作为认识实现具体目标的行动准则、行动方案和行动的纲领计划而存在的,它为最后的行动决策提供分析工具。从这个理解看政策模拟可以应用在国家、区域(国家是一种特殊的区域)的决策分析中,也可以应用在企业的决策分析中。实际上笔者最早接触的政策模拟问题,就是一个企业新产品投放时间的决策问题,它包括投放时间、投放数量、广告方式等,制定的是纲领性计划,这个计划本身是小型的不是大型的。

显然,政策模拟是计算机时代政策科学的发展,因为政策模拟离不开计算机,这里的“离不开”不仅是因为政策模拟需要计算分析,而且还因为政策模拟往往需要信息系统支持。因此政策模拟向技术方面的延伸是决策支持系统(DSS)。政策模拟向基础科学方面的延伸主要是计算经济学,计算经济学为政策模拟提供算法研究,从而使得政策模拟在纯学术方面或多或少成为一种算法研究。除了计算分析外,由于政策环境往往是复杂的,所以政策模拟的建模工作往往需要以复杂系统的观点来认识问题。认识复杂系统就需要涉及复杂性科学。综

上所述，从学科上看，政策模拟是包含数学建模、计算机建模、算法研究等，与信息系统、DSS 和复杂性分析研究紧密地联系在一起的学科领域。

政策模拟作为一门学科的发展，是以 *Policy Modeling* 杂志 1979 年创刊为标志的。其后 1982 年 *Economical Modelling* 创刊，1984 年 *Computational Economics* 创刊，几乎同时，主要的经济动力学杂志 *J. Economic Dynamics & Control* 每期也开设专栏 *Computational Economics*。从这些事例我们可以认为政策模拟是最近 20 年发展起来的。从发展的历史看，政策模拟主要是被应用在涉及复杂系统的政策分析中，在宏观经济分析领域和环境经济分析领域发表的论文最多。但是这不是说在微观经济领域政策分析应用少，而是因为企业的政策分析经过往往是保密的，一般不会轻易发表。例如笔者前面提到的那个企业问题，在研究完成后 8 年才正式发表出来，有的研究可能永远被埋没了。

政策模拟广泛应用的例子是以可计算一般均衡 (CGE) 技术为基础的各国建立的宏观经济模拟分析系统。作为宏观经济分析工具的 CGE 技术是计算机技术发展后对经济学基础分析——一般均衡的实现。CGE 技术把宏观经济体系划分为大量可计算的部分，通过计算模拟而不是解析分析，研究在一般均衡框架下价格变动导致的经济体系变动，适合与在宏观经济框架下对微观经济现象的认识，具有混杂 (hybrid) 分析的特点。目前它的应用涉及大量分析计算，一般情况下，涉及 $10^2 \sim 10^3$ 个方程和变量，表 0.1 是国外一些基于 CGE 的经济政策分析体系的情况。

表 0.1 国外宏观经济 CGE 模拟系统状况 (主要据 Powell, Murphy, 1995, 修改)

名 称	Murphy Model 系统	Fair-model 系统	MSG2 系统	Storm 系统
建立国家	澳大利亚	美国	美、日、德、澳	印度
模拟尺度	一国	一国	多国	一国
模拟焦点	国家宏观经济政策和中期、短期经济预报	国家宏观经济政策和中期、短期经济预报	国家间宏观经济相互作用, 政策分析、单国经济预报	国家宏观经济政策和中期、短期经济预报
时间单位	季	季	年	年
规 模	100 个方程, 165 个变量	129 个方程, 251 个变量	260 个方程, 328 个变量	148 个方程
分析功能	汇率、利率、就业、住房、技术变化	不详	国际贸易、投资、消费、能源、就业、技术变化	产业政策、就业、国际贸易

表 0.1 反映的情况说明西方国家为了制定经济政策开展了大型经济模拟系统，正在发展起来的大国印度也不甘落后。这些国家在国际贸易中普遍使用政策

模拟系统，相比之下，我国贸易政策主要依靠统计分析和经验。在国际贸易中，他们用计算机寻优，我们用经验估计，“商场如战场”，这种情况或多或少有些像当年大清军士用冷兵器与洋枪洋炮搏斗。在世界经济一体化中，政策模拟系统就像当年的核弹，有重要的意义，可惜我们国家的有关部门还没有认识到。第二次世界大战以后，在核武器研究方面我们落后美国 19 年。美国在 20 世纪 80 年代中期就建立了面向国际贸易的政策模拟系统，我国到现在还没有设立这样的项目。

0.2 政策模拟的建模

政策模拟，基础的工作是建立可计算的政策分析模型，这个过程就是建模，建立数学模型和算法模型。在成熟的科学分析中，例如物理学，基本的模型已经由牛顿、爱因斯坦这样的科学大师完成，科学研究主要是“解难题”，一个学者从小学开始就受到“解难题”训练，长期下来，熟练了。但是建模分析，一般来说没有系统的训练，因此政策建模分析特别需要创造性思维。

模型的建立，一般来说，是项艺术而不是科学；然而它并不像艺术那样，主要依靠灵感，它还是有规律可循的。在表 0.1 中，我们根据一般的数学建模方法经过众多学者的努力，也总结了一些基本的规律，图 0.1 就是常见的建模步骤的总结。

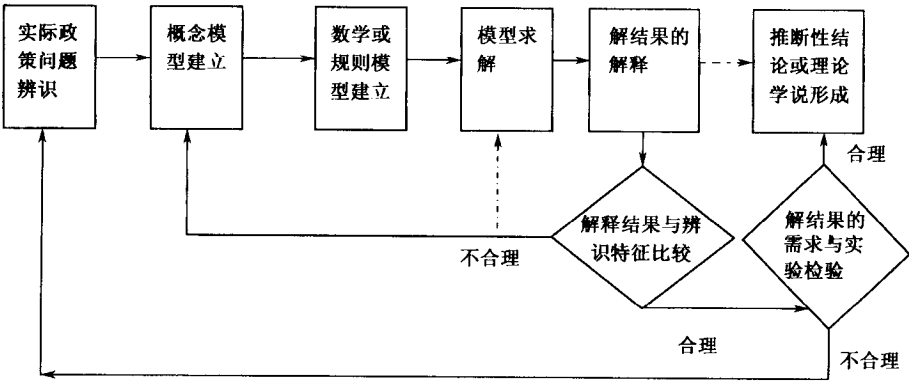


图 0.1 建模步骤

在图 0.1 的模型中，实际问题的辨识是第一步的，辨识内容常规情况下包括问题涉及的变量与参数、问题讨论的空间尺度与时间尺度，问题需要求解的精度。同时也包括认识政策实施的主体、客体和政策环境。

在问题辨识的基础上我们需要建立概念模型，这个模型包括问题涉及过程的

概念体系的澄清，提出某些假设作为模型基础，确定模型的不确定性质。不确定性质包括确定的、知道随机干扰概率分布的风险模型，不知道概率分布参数但知道概率分布形式的一般随机模型和连概率分布形式也不知道的无规模型。不仅如此，如果可能，需要整理已有的观察数据，研究状态可能出现的突变点、极值、拐点以及问题的不确定性。

在概念模型建立的基础上，我们需要建立数学模型或者由规则构成的算法体系。这里的由规则构成的算法体系特指非一般意义下的计算模型，例如，近年流行的复杂性分析用的主体（agent）模拟技术，就是一种算法体系，主体（agent）根据一定的规则在虚拟空间运行，按一定工作相互作用，并且给出统计特征和群体行为特征。政策模拟通常把政策因子作为某种规则纳入系统，根据这一规则作用的结果发现政策的有效性和最优性。显然建模是这个研究的关键。政策模拟首先需要确定用何种基本建模方法建模，是数学公式表达的还是算法规则表达的。

建模求解是一个正常的数学和/或计算过程，需要数学技巧和计算机编程技术。由于软件技术的发展，越来越多的成熟软件已经为这个工作提供了便利，对于计算机求解越来越多的研究者往往是应用软件而不追求了解算法。例如，你可以不知道牛顿迭代法搜索最优解的细节，却可以用某个软件对的牛顿法求解某组非线性方程，这种做法实际上能够帮助研究人员集中精力解决专业问题。不过你最好知道一些算法原理，从而理解可能的计算误差以及结果的意义。例如各种迭代法的步长选取，对搜索结果有影响。对于数学求解，对数学原理的理解往往是必要的。

求解工作完成后需要给出解的科学解释，这个解释就是要给出政策学意义；解释政策学意义时，因为政策主体、客体和政策环境往往是复杂的，通常需要从它的经济学特征、社会学特征、生物学特征、地理学特征，甚至物理学经济学特征认识问题。

在给出解的解释后，需要与问题辨识发现的特征比较，注意定义域、值域和极值的意义，特别是注意拐点、突变点等特征点的意义以及它们的演变特征，研究它们与实际材料的冲突。这种冲突可能是观察错误或者有局限性导致的，不过我们更需要检查概念模型建立的合理性。当然这些是保证求解无错误时的分析思路。根据笔者的经验，算法错误或者误差往往也是辨识特征矛盾引起的。

通过特征检验后需要与新的观察数据比较，或者推断新的区域-环境系统特征，做实验检验，如果有问题，可能是问题辨识不清楚，如果结论可接受，这时可以给出推断性结论或提出新的学说。不过研究工作是一步一步完成的，这时的检验不能要求一切无误，我们称其为“需求检验”。这里的需求检验不是要调整模型和参数，使政策模拟结果“证明”领导人政策的正确，而是检验模拟结果是否回答了我们关心的政策问题。如果通不过检验，需要重新辨识政策问题。

关于政策模拟的建模，这里有几个问题要强调。

首先,政策模拟建立的模型应该是可计算模型,而不是一般的数学模型,一些数学模型往往不具有可计算性。例如,一些模型涉及高度非线性方程,这些方程在计算求解时往往没有合适的、有效的算法,因此它们不具有可计算性。又如,一些模型涉及一些统计资料不能估计出来或者不确定性强的参数,这时计算是不可能的。

其次,政策模型要逼近实际。例如,经济政策模拟模型需要应用经济学提出的经济分析模型,当问题复杂时,这些模型需要由建模者自己组合。在计量经济学中,模型往往是用来统计的,许多统计方法也被应用于政策分析,但是政策建模需要尽可能回避统计模型,因为统计模型可能逼近的是局部范围的现象,模型的结构也是实际现象在某一段被线性逼近,但是模拟的范围可能是宽广的,不恰当的模拟得到的政策判断误差可能太大。

再次,在保证模型逼近实际的情况下,模型需要简洁。例如,美国20世纪80年代建立的CGE系统,方程数和变量数都得到 10^6 级,到了20世纪90年代,这类系统的方程和变量都降到 10^2 数量级。这个变化是建模者归并了许多部门的结果。这类系统一般不能求出诸如汇率对牙膏价格的影响,因为牙膏归并在日用品经济部门中,但是它可能更合理地反映了经济系统情况,因为对经济部门的狭小划分,意味着一个部门的经济规模减小,这种小量受随机干扰影响大,反而导致大的误差,同时部门的狭小意味着部门的增多,这样参数估计也随之增加,可能有些参数无法获得,导致模型不可计算。

对于实际的问题,我们可能需要对部分部门更细致地理解,例如,我们建立的粮食生产分析系统(王铮等 1999)。对农业部门我们细分了水稻、小麦、玉米和大豆生产部门;对工业部门我们细分出化肥和农药生产部门;其余部分为一般工业部门和一般农业部门。这种部分详细,部分笼统的处理,使得对经济系统的分析不在一个层次上,形成了混杂(hybrid)模型。一个混杂模型可能涉及参数的一致性、随机干扰的混杂和相互作用的强度的数量级协调等,目前还有许多问题要做,这些问题已经超出了一般计算经济学的讨论范围,需要把对象作为复杂系统认识。

谈到复杂系统,我们需要讨论一下复杂性。我们认为复杂系统不等于复杂性。洛伦兹方程在数学意义上是简单的,但是它揭示了复杂性。复杂系统有简单性,简单系统有复杂性。在政策模拟中,我们要注意可能有些看似简单的系统,模拟发现存在复杂性,这时政策解释要承认复杂性。有些情况下,某些系统表现得很复杂,我们可能发现不同政策作用下其状态变化不大,表现出简单性,利用这种简单性,我们可能给出政策解释。

政策模拟的建模工作,与一般数学建模有一致性。Wan(1989)总结数学建模时建议:

(1) 从一个适当简单的模型出发,逐渐综合,从现象认识的更多特征上更好

地理解简单模型的结论。

(2) 如果模型是非线性的, 第一步应从相应的线性问题入手, 但是请牢记, 很多非线性现象不能从线性理论捕捉。

(3) 如果你不能以某一个方法取得进展, 那么试一试用别的方法去解决。

(4) 一个“老”的数学方法对于新领域可能是适用的, 值得注意的是数学方法在另外领域的应用发展可能对你研究的问题是有帮助的。

这些建议至少第2条对政策建模是适用的, 第1条也值得注意。第3、第4条却不完全适用。这就是政策模拟建模与一般数学建模的差别。政策模拟要求保证政策分析模型在原理上合理。如果能保证在原理上合理, 这里的第3、第4条准则是可以应用的。例如, 1998年我们在分析人民币是否可以贬值时, 认为一般的统计模型不合理, 一般的金融CGE技术内容多, 参数估计复杂, 我们采用了贸易转价模型(王铮等 1999)。

转价通常是指汇率变化与外币出口价格变化间的关系(Tange 1997)。为了能够说明这种价格行为, 转价联系使用了一个局部均衡模型。在这个模型中, 对于价格这样规定: 即无论商品在何地售卖, 同样的商品以同一种货币表示的价格相同, 我们就可以将外币出口价格与本币出口价格间的关系表示如下

$$p_a = p_x / r \quad (0.1)$$

式中: p_a 为以外币表示的出口价格; p_x 为由成本决定的以本币表示的出口价格; r 为由外币的本币价格定义的汇率。

考虑到 p_a 、 p_x 、 r 是时间 t 的变量, 同时考虑到出口产品外币价格阶段性地与汇率关系的松弛, 即事实上存在的所谓不完全转价贸易, 可将式(0.1)表示为

$$p_a(t) = p_x(t) / r^\alpha(t) \quad (0.2)$$

这里参数 α 是十分重要的。 $\alpha=1$ 意味着完全转价, 即出口产品的外币价格对汇率的响应是等比例的。当 $\alpha \neq 1$, 发生不完全转价, 出口厂商对国外市场和国内市场采用不同的定价策略即“根据市场定价”策略。在长期均衡的要求下, 只能有 $\alpha=1$ 。 $\alpha \neq 1$ 意味着汇率确定得不合理。

完全类似, 汇率对国内市场商品的本币价格 p_d 的作用有

$$p_d(t) = p_x(t) / r^\beta(t) \quad (0.3)$$

在汇率变化对国内商品价格无影响时, 应该有 $\beta=0$ 。如果 β 对 0 有明显偏离, 说明汇率变化可能引起国内的社会经济变化。特别是不同产品的 β 值有正有负时, 如果汇率变化, 经济系统会发生混乱。

我们的模拟研究用历史数据估计了 α 、 β 值, 结果发现中国产品的 α 值为 0.91~0.95, 人民币定价略为偏低, 不存在贬值压力。 β 变化很大, 燃料高达 1.72, 而机电产品却为 -0.38, 如果贬值可能引起中国国内价格系统混乱, 导致印度尼西亚、泰国货币贬值。同期日本的产品, 除机电产品的 β 为 0.16 外, 其

余产品约为 0.05，日元贬值对国内经济系统影响不大。因此我们当时的政策建议是：“人民币不必贬值，人民币不可贬值”。

0.3 政策模拟的计算机实现

政策模拟不仅是算法建模，而且需要在计算机上实现。因为政策分析可能是多情景的，一般情况下需要建立计算机模拟系统。

建立计算机模拟系统，是一项软件工程。软件工程有多种设计方法（周之英 2000），例如，数据流方法、面向对象方法等。面向对象分析 OOA（object-oriented analysis）和面向对象设计 OOD（object-oriented design）是当前系统开发的主流技术。面向对象技术的基本概念有对象与类、方法、要求、继承、封装。

邵维忠、杨芙清（2000）对面向对象的基本概念作了全面的解释。他们认为，对象是面向对象的基本思维单位，是指真实世界中的一个实体或一种抽象概念，是一个具有状态、行为、识别性的个体。在软件中的对象仍是由软件程序代码封装一组彼此相关的程序和数据而成，是系统中的基本操作单元。一个对象包含两个部分：用属性描述对象特性，用方法和操作定义对象内的数据该如何处理。

对象与对象之间的沟通，是通过“消息”的传递来完成。信息是一个对象对其他对象的要求，用以请求其他对象执行某个方法，即是做一些特定的事情。发出信息的对象称为发送者，而接收信息的对象称为接收者。对象通过信息的传递来完成特定工作的好坏在于，发送者只需知道想要完成何种工作，并发出信息给接收者，至于如何完成工作则取决于接收者。

类是一种抽象概念，主要是“归纳”和“演绎”的应用，是一群具有相同属性、相同行为、相同语意以及与其他对象间有相同关系的对象集合。当许多对象具有相同的属性时，可以用“类”的概念来管理这些相似的对象。“类”是一个特定类型对象的样板，它定义相似对象间共有的方法与变量。对于相同类型的对象所共有的方法与变量，可以将其定义于类中。属于同一类的对象，称为该类的“实例”。类作为抽象对象，它由主题、属性、操作和消息通信几个单元组成。

一个类需要封装，封装就是将一些具有相同属性的对象集成为类，实际上就是将主题、属性、操作和消息通信稳定下来。对象不一定是问题域，在面向对象程序设计中，通常把数据和数据的处理过程看作是类的对象，并且可以封装到类中。

总之，对象的概念是面向对象技术的核心所在。从面向对象的观点看来，所有的面向对象的程序都是由对象来组成的，这些对象首先是自治的、自恰的，同时它们还可以互相通信、协调配合，共同完成整个程序的任务和功能。

在政策模拟中，政策主体、客体和政策环境可被看作对象，从这种政策要素的模拟问题中抽象出来。具体的政策方案是外部传入的消息，由此确定系统所要研究的问题域。政策模拟的功能单元是按类实现的，它考虑了外部消息的输入。这个功能单元的模拟目标（主题）、结构属性、操作和消息通信单元是规定好的，这带来了模拟过程的稳定和高效。面向对象的政策模拟系统开发采用政策主体、客体和政策环境对象来描述问题，通过类来归纳对象，在此基础上，确定各个对象之间的关系以及这些数据处理过程的接口、输入、输出等问题，实现各个对象间的消息传递。关于政策模拟系统的设计方法，可以从后面的章节体验。

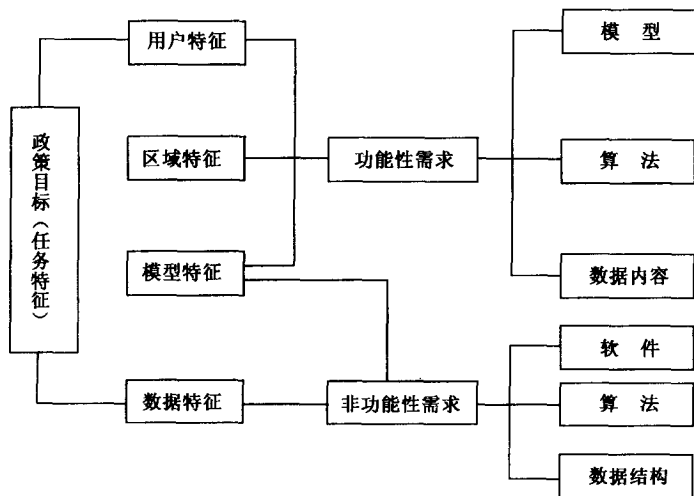


图 0.2 集成计算环境的需求分析模式

在这个模式中。首先需要明确的是政策目标。例如，我们需要分析多区域经济增长政策，因此我们需要一种复杂的具有 DSS 性质的集成计算环境。这个目标可以进一步细化为任务特征，而且显然任务特征是由我们分析问题的对象性质决定的。

由任务特征我们可以确定模型，决定模型的内容，由这些内容开展建模，由建模的结果最后确定模型特征，这些特征包括：是数学的还是算法的，是动态的还是静态的，模型的非线性程度和单元数量等。

另外我们需要考虑用户特征。一般说来，用户对所用软件最起码、最主要的需求，应包括软件需实现的各种功能。而就本系统而言，还应考虑到用户对于输入、输出和其他反应的要求。为此我们在进行功能需求分析时，划分三个步骤：

第一，明确用户范围，即使用软件的人是哪些。

第二，与用户进行全面而充分的交流，弄清用户的需求，以及技术、经济和时间等方面是否可行。当然这一步骤实际上应该贯穿于整个开发过程的始终。

第三，将用户需求规范化，然后据此拟定软件应实现的功能。

数据特征作为第三项内容，数据除了它们在逻辑上联系的组织特征外，还有数据本身的内禀特征和外部特征。所谓内禀特征指数据的取值类型、范围、问题允许的变量定义域。例如，区域经济政策模拟系统中的 GDP 是数据数值型的，一般经济数据也是数据型的，系统一般不考虑字符型、逻辑型数据。外部特征是数据源特征，如 GDP 数据一般以百万元为基础。所有这些决定了未来数据库字段的长度、模型库模型的精度。另外在区域经济分析中，使用的基本数据是统计数据，这些数据决定了我们的系统以数学模型计算为主体，不涉及知识推断。

对于这里强调的区域特征，我们认为存在两方面问题：第一，对数据库来说，关键是我国统计数据特征需要得到反映；同时，国外一些模型应用的统计数据，与我国现有的统计数据不一定配套，因此模型需要修改。第二，对模型库来说，国外的模型特别是模型的参数不一定适应我国情况，需要新的模型和参数估计。