

国民经济

动员系统

建模与仿真研究

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

张纪海 / 著

国民经济动员系统

建模与仿真研究

张纪海 / 著

Es-254
242

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

国民经济动员系统建模与仿真研究/张纪海著. —北京: 北京理工大学出版社, 2008. 4

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1590 - 9

I. 国… II. 张… III. ①国防经济学 - 系统建模②国防经济学 - 系统仿真 IV. E0 - 054

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064435 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 15

字 数 / 263 千字

版 次 / 2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 36.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言

本书将国民经济动员系统作为主要研究对象,综合运用系统科学、管理学、计算机科学、国民经济动员学、国防经济学等理论和方法,对国民经济动员系统进行深入分析,评价现有体制的运行状况,剖析系统运行过程中存在的主要问题,并重点研究国民经济动员系统的建模与仿真方法。

第一,对国民经济动员系统建模与仿真的内容进行研究,将研究工作划分为微观和宏观两个层次。在微观层次上的建模主要涉及对动员联盟的形成机制、组织结构、工作流等方面的内容,在宏观层次上主要对国民经济动员大系统进行建模与仿真。由于国民经济动员系统是一个复杂的大系统,很难通过某一个公式对整个系统进行描述,以多主体方法为核心的集成化建模方法为构建国民经济动员系统模型提供了便利的工具。它将系统中的成员看作具有自主性的个体,将系统的运行机制理解为个体间的相互作用,宏观系统的属性变化可以通过个体的相互作用体现出来。通过构建国民经济动员大系统模型和仿真平台,并在其上进行仿真实验,可以为制定国民经济动员宏观政策和优化国民经济动员体制提供理论和技术的依据。

第二,对国民经济动员系统建模与仿真过程中运用的方法进行研究和对比性分析。按照建模与仿真的层次和建模的内容对离散事件系统建模方法、系统动力学方法、基于多主体的建模方法等进行分析,并对上述方法的特点及适用范围进行评述。

第三,对敏捷动员的核心内容——虚拟动员组织进行研究,提出了动员联盟形成的价值基础、组建动员联盟的方法、动员联盟的管理模式及动员联盟敏捷性的评价方法。另外,提出了基于角色的动员联盟的建模方法,以角色视图为核心将动员联盟的任务视图、工作流视图、主体视图、组织视图和交互视图有机地结合在一起。基于角色的动员联盟建模方法为国民经济动员系统微观层次建模奠定了基础。

第四,以多主体建模方法为基础,重点研究了国民经济动员大系统建模方法。在该建模方法中建立了系统环境模型、系统成员模型和交互模型的框架,通过组合这三大类模型可以构建不同规模和不同层次的经济动员系统模型,为国民经济动员系统仿真提供了理论模型框架,进而为从系统科学、管理科学等方面研究国民经济动员系统提供了基础平台。

第五,在 Swarm 平台上开发了国民经济动员系统仿真框架。运用该仿真框架可以进行不同层次和不同规模的经济动员系统仿真。另外,该仿真框架主要构建

了系统的基本组件模型,并没有限定系统成员之间和系统成员与系统环境之间的关系。因此,该仿真框架具有相对广泛的应用范围,可以进行动员政策仿真、预案仿真、潜力评价等。

通过前期的研究成果可以达到以下三个方面的目的:第一,运用前期研究成果可以对国民经济动员系统的现有体制和管理模式进行分析和评价;第二,可以对国民经济动员系统的体制、运行机制进行设计,并通过系统仿真验证所设计机制的可行性;第三,运用前期研究的理论和方法可以对国民经济动员系统建模与仿真,并建立国民经济动员信息系统的概念模型,为国民经济动员的信息化工作指明方向。

国民经济动员的理论研究工作正处于快速发展时期,现有的理论与技术体系还很薄弱。另外,国民经济动员的内涵正在演变与发展,学术界对某些重要问题的认识还不一致,在研究实际问题时需要重新界定和研究大量的基本问题和概念。这种状况给开展国民经济动员系统建模与仿真研究带来了较大的困难。本书是在我的博士学位论文基础上综合自己近两年的相关思考,吸纳北京理工大学国民经济动员教育培训中心近年来的研究成果撰写而成的。由于研究工作刚刚起步,有关的概念、理论和方法都在不断发展中。本书所展现的仅是阶段性的研究成果,对敏捷动员、动员联盟、国民经济动员大系统建模与仿真等方面的研究还处于初期阶段,后续的研究工作还很多。

我的博士学位论文的完成以及本书的写作都得到我的导师、北京理工大学国民经济动员教育培训中心学术带头人孔昭君教授的悉心指导,在此表示衷心感谢。本书也得到了“985 工程”二期“国防科技管理与国防动员研究中心”哲学社会科学创新基地建设资金的资助,在此对创新基地李金林教授、朱东华教授、冉伦副教授、刘建昌博士的帮助表示衷心感谢。另外,还要感谢在本书写作和审校过程中,北京理工大学国民经济动员教育培训中心博士生胡敏、王成敏、聂彤彤、吴有铭等所给予的帮助。

在本书的写作过程中,我已经尽可能详细地在参考文献中列出各位专家和学者的研究成果,在此对他们的贡献表示深深的谢意。本书也有可能引用了某些文献,而由于疏忽未能标注参考文献的出处或在参考文献的标注上出现差错,在此表示万分的歉意。

愿本书能够为研究国民经济动员理论与实际问题提供新的思路和方法,也恳请各位专家和同行不吝赐教。

作者

2008年2月

录

Contents

○○○○○

第1章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 国民经济动员理论概述	2
1.3 建模与仿真	4
1.4 国民经济动员系统建模与仿真的主要内容	8
1.5 小结	9
参考文献	9
第2章 复杂系统建模与仿真方法	10
2.1 引言	10
2.2 复杂适应系统理论	11
2.3 国民经济动员系统的复杂适应性分析	13
2.4 复杂系统的建模方法	14
2.5 复杂系统的仿真方法	20
2.6 小结	27
参考文献	27
第3章 AnyLogic 仿真软件及其应用	29
3.1 AnyLogic 仿真软件的特点	29
3.2 Anylogic 功能概述	29
3.3 Anylogic 仿真环境	33
3.4 AnyLogic 仿真软件应用	38
3.5 小结	46
参考文献	46
第4章 基于多主体的建模方法	47
4.1 多主体系统及模型	47
4.2 多主体建模方法与其他建模方法的比较	49
4.3 主体的结构	52
4.4 主体的通信方式	55

4.5 主体的协作与协调	57
4.6 多主体建模与仿真的一般流程	61
4.7 AnyLogic 主体建模仿真应用	63
4.8 小结	80
参考文献	81
第5章 系统动力学仿真方法	83
5.1 系统动力学理论概述	83
5.2 系统动力学模型结构	86
5.3 AnyLogic 系统动力学仿真应用	96
5.4 小结	107
参考文献	107
第6章 国民经济动员系统分析	108
6.1 引言	108
6.2 国民经济动员系统	108
6.3 国民经济动员体制分析	110
6.4 小结	124
参考文献	125
第7章 敏捷动员组织形态及其建立过程	126
7.1 引言	126
7.2 敏捷动员的内涵及特征	126
7.3 基于动态联盟的敏捷性动员组织	130
7.4 动员联盟的支撑环境	136
7.5 动员联盟的管理模式	139
7.6 动员联盟敏捷性评价方法	139
7.7 小结	144
参考文献	146
第8章 基于角色的动员联盟建模方法	147
8.1 引言	147
8.2 任务视图	149
8.3 工作流视图	152
8.4 组织视图	158

8.5 主体视图.....	164
8.6 交互视图.....	166
8.7 角色视图.....	167
8.8 基于角色的动员联盟建模过程.....	171
8.9 小结.....	172
参考文献.....	172
第 9 章 基于多主体的国民经济动员系统建模方法.....	174
9.1 引言.....	174
9.2 基于多主体的复杂系统形式化描述方法.....	174
9.3 NEMS 的总体结构.....	176
9.4 NEMS 中的主要模型.....	177
9.5 环境模型的设计与实现.....	179
9.6 协调 Agent 模型的设计与实现.....	183
9.7 资源 Agent 模型的设计与实现.....	190
9.8 NEMS 中的交互模型.....	193
9.9 NEMS 中的通信模型.....	204
9.10 小结.....	208
参考文献.....	208
第 10 章 国民经济动员系统仿真框架.....	210
10.1 引言.....	210
10.2 Swarm 平台概述.....	210
10.3 基于 Swarm 平台的 NEMS 建模与仿真框架.....	214
10.4 模型与仿真框架的使用方法.....	223
10.5 仿真案例.....	224
10.6 小结.....	229
参考文献.....	230

第1章

绪 论

1.1 引 言

近年来,频繁发生的各类突发事件对政府应急能力提出了严峻考验。由于应急机制的不完善,各级政府在处理各类紧急事件时遇到很多问题。为此,国家致力于整合社会资源,构建国家应急机制,这是发展中的国民经济动员工作的机遇和挑战。传统的国民经济动员理论强调国民经济动员为应对战争服务,强调在战争爆发时将国民经济的运行由平时状态转变为战时状态,战争结束后再恢复为平时状态。近年来,我国未爆发大规模的战争,但是各类规模较大、破坏力较强的突发事件却频繁发生,如1998年长江和嫩江流域的特大洪灾、2003年的非典疫情、2008年的雪灾等。国民经济动员系统虽然参加了这些重大事件的处置工作,但因其在国家应急管理体系中的地位和责任尚不明确,还不能高效地发挥经济动员系统在应急处置中的经济支持功能。

2006年国务院总理、国家国防动员委员会主任温家宝在全国交通战备工作会议上号召构建“平时服务,急时应急,战时应战”的国防动员体系,国民经济动员自然也责无旁贷。

国民经济动员是国家调动各类经济资源应对紧急事件的活动。随着应用领域的拓展,现有的理论体系和管理体制已经不适应新时期国民经济动员发展的需要,迫切需要在核心理念、基本理论、管理方式和组织模式等方面进行新的探索。传统的国民经济动员理论基础比较薄弱,又是以应战理论为核心,很难指导日趋复杂的经济动员活动。这也造成经济动员实施过程中出现了一些严重问题,如在抗击非典疫情的过程中就出现了过度动员的问题,造成了对社会资源的不适当占用。

目前,理论上亟待解决的一个问题就是深入剖析国民经济动员系统的运行状

况,努力寻找提高其运行效率的途径,探索新时期国民经济动员机制。由于国民经济动员系统是一个复杂的大系统,对其机制展开研究非常困难。建模与仿真的方法为研究国民经济动员系统提供了新的思路。通过建模抽象出系统的运行方式,可以找出当前运行机制存在的问题和不足,提出改进方法,再通过仿真验证改进的效果。因此,开展国民经济动员系统的建模与仿真方法研究,对丰富国民经济动员理论和指导国民经济动员工作具有重要的现实意义。

1.2 国民经济动员理论概述

经济动员活动是伴随着战争产生的,因而早期的经济动员理论是从战争动员理论中发展起来的。1921年,英国经济学家A·C·庇古在《战时经济学》中首次提出了“经济动员”问题。^[1]此后,1935年,德国军事家埃里希·鲁登道夫在《总体战》中集中论述了“经济动员”。^[2]传统的经济动员概念存在不同的表述形式,其核心是认为国民经济动员是为维护国家安全,有计划有组织地提高国民经济应变能力,将国民经济由平时状态转入战时状态所进行的一系列活动。从这个定义中可以看出,传统的国民经济动员概念具有以下共同特征:^[3]

第一,把经济动员定位于经济体制转型。认为经济动员是将经济部门或经济体制由平时状态转为战时状态,就是说经济动员必须使经济体制发生变更。

第二,把经济动员定位在战时活动上。认为经济动员是将平时状态向战时状态转换的活动。因此,只有爆发战争时才进行经济动员。

第三,把经济动员定位在为军队作战服务或为应战服务上。

传统的国民经济动员理论以军事理论为立足点,把经济动员活动定位于为满足军事需求服务,认为经济动员的目的是为了增加武器装备及其他军用物资生产。另外,经济动员理论以经济理论为支撑,把经济动员定位于国家经济能力的扩充上。如董问樵在《国防经济论》中将国民经济动员解释为:“所谓经济动员,就是把一个民族或国家的所有经济力量,当军事的或经济的战争危机之际,适应国防的需求,组织而活用之。”

自1994年国家国防动员委员会成立以来,国民经济动员理论研究和实践工作进入了新的发展时期,国内学者和实际工作者开始探讨新时期国民经济动员的内涵、特点以及国民经济动员系统的运行机制。

国家经济动员办公室原主任陈德第根据新时期国民经济动员的特点,将国民经济动员定义为:“国家调动经济资源潜力和社会的物力、财力应对紧急事态的活动。”^[3]这个定义具备以下特点:

(1) 在这个定义中使用的是“国民经济动员”一词，而不是“国防经济动员”或“军事经济动员”，主要是强调经济动员活动可以涉及一个国家或地区范围内的所有经济资源，明确了经济动员的对象。

(2) 在这个定义中未强调经济动员活动为战争服务，而是将战争包含于紧急事态的范畴，将经济动员活动从单一的为战争服务扩展到为紧急事态的处理服务。

(3) 在这个定义中未强调国家经济运行状态的转变。由于国民经济动员的应用领域拓展到紧急事件的处置，而紧急事件所涉及的范围和影响国民经济的程度各不相同，并不是每次紧急事件发生时都需要改变国民经济的运行状态。在定义国民经济动员时不强调经济运行状态的转变，更符合国民经济动员的发展趋势。

当前，国民经济动员理论正处于高速发展时期，现有的理论与技术支撑体系已经不能适应其发展，需要创新国民经济动员的运行机制，使国民经济动员系统在处置紧急事件过程中发挥更大的作用。国民经济动员系统已呈现以下特点：

第一，局部动员将成为国民经济动员的主要形式。国民经济动员按照规模划分为总动员和局部动员两种主要形式。总动员是战争爆发时或重大突发事件发生时将国家的经济运行由平时状态转变为战时状态或紧急状态，强调整个国家经济运行状态的转变，属于一种全国性质的动员活动。随着国民经济动员活动在非军事领域应用的不断扩展，所参与处理的各类紧急事件对社会的影响程度和破坏程度各不相同，国民经济动员系统更多地是通过局部动员的形式参与处理各类紧急事件，因此，局部动员将成为新时期经济动员活动的主要形式。

第二，国民经济动员准备的重点由实力建设向潜力建设转变。传统的国民经济动员准备工作以动员实力建设为主。对于武器装备等技术含量较高、资源投入较大的动员物资进行大量的生产和储备，一方面要占用大量的资源，并使这些资源处于闲置状态。另一方面也不利于武器装备等高技术产品品种和型号的更新。为了提高资源的利用效率，经济动员准备在进行实力建设的同时，更需要加大经济动员潜力建设。通过建立各种类型的动员中心、保障基地、保障队伍，做好经济动员能力储备和潜力储备。目前，国民经济动员准备工作的重点正由实力建设向潜力建设方向转变。

第三，虚拟动员组织将成为紧急状态下国民经济动员系统的重要组织形式。国民经济动员活动是在紧急情况下的一种国家行为。突发事件破坏力强，要求的处理时间比较紧迫，因此需要强有力的核心领导统率全局，开展动员活动。在面向战争需求为传统的国民经济动员领域，我国已建立了较完备的国防动员体系。但是，在除战争以外的其他紧急事件的处理活动中，成立临时动员组织处理紧急事件的方法已经得到广泛的应用。如在2003年抗击非典的过程中成立了全国

防治非典指挥部,将抗击非典的众多部门整合到了一起。另外,我国现有的国民经济动员体系属于议事协调机构,并不实际控制国家资源,而是在动员任务出现时协调各有关部门形成临时性组织执行各种动员任务。

第四,基于市场机制的协调方式将在经济动员活动中发挥重要作用。我国是一个法制国家,依法治国已成为我国的一项基本国策。我国宪法的第四次修订案中加强了对公民合法财产的保护,也对征收和征用等工作做出了原则上的规定。另外,我国的市场经济体制已经初步建立。国民经济动员活动尽管是以社会公共利益为目的的国家行为,也必须合法并尊重社会经济组织和公民的合法权益。在国民经济动员准备和国民经济动员实施过程中,要更多地依靠市场手段调节政府与公民或企业之间的关系。因此,市场机制已成为国民经济动员活动中调节国家与社会经济组织或公民之间关系的重要手段。

1.3 建模与仿真

建模与仿真是指构造现实世界实际系统的模型并在计算机上进行仿真的系列复杂活动,主要包括实际系统、模型和计算机三个基本部分,同时考虑其间的关系,即实际系统与模型之间的关系、模型和仿真之间的关系,以及实际系统与仿真之间的关系。建模关系主要研究实际系统与模型之间关系,它通过对实际系统的观察和检测,在忽略次要因素及不可检测变量的基础上,用数学方法或其他方法进行描述,从而获得实际系统的简化近似模型。仿真关系主要研究计算机的程序实现与模型之间的关系,其程序应该能为计算机所接受并在计算机上运行。

系统是研究的对象,模型是系统的抽象,仿真则是通过对模型进行实验以达到研究系统的目的。现代仿真技术均是在计算机支持下运行的,因此,系统仿真也被称为计算机仿真。系统仿真有三个基本的活动,即系统建模、仿真建模和仿真试验,联系这三个活动的是系统仿真的三要素,即系统、模型、计算机(包括硬件和软件)。它们之间的关系如图1-1所示:

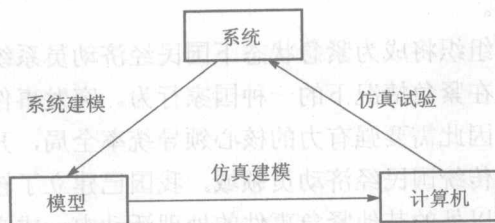


图 1-1 计算机仿真三要素及三个基本活动

传统上,系统建模属于系统辨识技术的范畴,仿真技术侧重于仿真建模,即针对不同形式的系统模型研究其求解算法,使其在计算机上得以实现。仿真试验往往只注重仿真程序的检验,至于如何将仿真试验结果与实际系统的行为进行比较这一根本性的问题尚缺乏深入的研究。

1.3.1 实际系统

实际系统是现实世界的某个部分,它具有独立的运行规律,是相互联系又相互作用的对象的有机组合。实际系统可能是自然的或人工的、现实存在的或是即将实现的。本书所研究的实际系统就是国民经济动员系统。对于一个系统来说,通常包括实体、属性和活动三类要素。实体是指组成系统的具体对象,系统中的实体既具有一定的相对独立性,又相互联系构成一个整体。在国民经济动员系统中被动员企业就是实体——系统的组成部分,生产能力、库存量等是实体的属性,动员生产属于构成系统的具体活动。

实际系统不是孤立存在的,任何一个系统都将受到外界因素的影响而发生变化。这种对系统活动产生影响的外界因素称为系统的环境。在系统建模的初始阶段,应考虑系统所处的环境,并划清系统与其所处环境之间的边界。系统边界包围系统中的所有实体。系统边界的划分在很大程度上取决于系统研究的目的。在国民经济动员系统研究过程中我们可以根据不同的研究目的,确定不同的系统边界。如果我们要研究国民经济动员系统管理能力,那么我们所确定的系统范围可能只包括国民经济动员工作系统,即由各级经济动员办公室、动员中心、相关政府部门、主要动员企业构成的系统。如果我们要研究国民经济动员系统的宏观规律,就需要将更多的经济资源纳入研究的视野,即扩大系统的边界。

1.3.2 系统建模

在构建系统模型的基础上进行实验,是我们分析和研究实际系统的重要手段之一。为了达到系统研究的目的,就需要建立系统模型用来收集系统的有关信息和描述系统的有关实体。也就是说,模型是用数据描述系统行为的一组指令,它可以用数学公式、图形、表格等形式来表示;模型是对真实对象和真实关系中有用特性的抽象,是对系统某些本质方面的描述,它以各种可用的形式提供被研究系统的描述信息。模型描述可视作为对真实世界中的物体或过程的相关信息信息进行形式化的结果,模型在某一侧面具有与实际系统相似的数学描述或物理描述。从某种意义上说,模型是系统的代表,同时也是对系统的简化;模型应足够详细,以便从模型的实验中取得关于实际系统的有效结论。

建模指的是对实际系统进行观察或检测，在忽略次要因素和不可检测变量的基础上，用物理、数学或其他方法描述实际系统，从而获得简化的近似模型。模型的建立不是原型的复现，而是按照研究工作的实际需要和侧重，寻找一个便于进行系统研究的“替身”。^[4]因此，系统建模一般包括两方面的内容：第一是建立模型结构，第二是提供数据。在建立模型结构时，既要确定系统的边界，又要鉴别系统的实体、属性和活动。而提供数据则要求能够使包含在活动中的各个属性之间有确定的关系。在选择模型结构时，要满足两个前提条件：一是要细化模型研究的目的，二是要了解建模目标与系统结构性质的关系。

在复杂系统中，建模的实质是对于一个难于描述清楚的问题，用形式化的方法来描述它的一部分或者全部，由于复杂系统本身的特点和人类认识的局限性，用形式化的方法来完全描述一个具体的复杂系统通常是不可行的，因此，建模只可能是某种形式或者某种程度上对复杂系统中某些部分的复制。

一个好模型的标准应该是：能够满足用户对系统的需求，能够描述用户所需要知道的系统部分。好的模型应该能够对用户的问题提供令人信服的解答。而所谓解答，是指能够基于该模型来预测真实系统下一步将做什么，或者能够很好地用来解释已经发生的事情。因此，同一个系统的系统模型通常不是唯一的。不同的需求，会有不同的模型。一个好模型通常需要具备以下特点：

(1) 逼真度。逼真度指的是对于模型的构造目的而言，模型所具有的表示真实性程度的能力。逼真度是模型的最重要原则。但是，完全逼真并不是一个好模型的必要条件。这主要是基于以下两点考虑的：① 真实系统的复杂性——由于对系统的理解和认识的不完备性，不可能仿真系统的所有行为，而对系统尽可能多行为的仿真，在很多情况下会影响我们对仿真结果的分析和判断，大大增加系统仿真的难度；② 模型的通用性——过多地考虑与真实系统的完全一致，会导致模型应用范围的局限性，很难推广模型。

(2) 简单性。从实用的观点来看，由于在模型的建立过程中，忽略了一些次要因素和某些非可测变量的影响，因此实际的模型已是一个被简化了的近似模型。一般而言，在实用的前提下，模型越简单越好。简单性是理论科学中的重要原则之一。14世纪英国哲学家奥卡姆提出的“凡非必要，无需杂陈”原则，是简单性原则的经典陈述，称为“奥卡姆剃刀”。在建模过程中，对一个系统建立的模型应该尽可能简单，模型的变量或维数应该达到最少。

(3) 清晰性。清晰性指的是人们理解模型的容易程度以及它为真实世界现象提供预言或解释的容易程度。好模型应该足够清晰，可以被任何感兴趣的研究人员所理解，并且能够产生相同的结果。

(4) 无偏见性。无偏见性指的是模型摆脱建模者偏见的程度,建模者与模型所表明目标或意图无关。好模型应该具有客观性。模型不会因为研究人员的个人因素而导致不同的结果。

(5) 易操作性。易操作性指的是为达到建模目标或仿真目的,对计算机资源的需求程度。对于数学模型和试验模型之外的计算机模型,应该易于操作,不会为获得结果而需要付出高昂的代价。因此,寻找增强模型可操作性的方法是非常重要的。

模型的有效性用符合程度来度量,它可分三个不同级别的模型有效性:^[5]

(1) 复制有效。建模者把实际系统看作一个黑箱,仅在输入输出行为层次上认识系统。这样,只要模型产生的输入输出数据与从实际系统所得到的输入输出数据是相匹配的,就认为模型复制有效。实际上,这类有效的建模只能描述实际系统过去的行为或试验,不能说明实际系统将来的行为,这是低水平的有效。

(2) 预测有效。建模者对实际系统的内部运行情况非常清楚,也就是掌握实际系统的内部状态及其总体结构,可预测实际系统将来的状态和行为变化,但对实际系统内部的分解结构尚不明了。在实际系统取得数据之前,能够由模型看出相应的数据,就认为模型预测有效。

(3) 结构有效。建模者不但搞清了实际系统内部之间的工作关系,且了解了实际系统的内部分解结构,可以把实际系统描述为由许多子系统相互连接起来而构成的一个整体。结构有效是模型有效的最高级别,它不但能重复观察实际系统的行为,且能反映实际系统产生这个行为的操作过程。

1.3.3 系统仿真

1961年, G. W. Morgenthater 首次对仿真进行了技术性定义,将仿真定义为“在实际系统尚不存在的情况下对系统或活动本质的实现”。Kom 给出了“仿真”的另一个典型定义,他在1978年的著作《连续系统仿真》中将仿真定义为“用能代表所研究系统的模型进行实验”。1982年, Sprier 进一步扩充了仿真的内涵,他将仿真定义为“所有支持模型建立与模型分析的活动即为仿真活动”。1984年 Oren 在“建模-试验-分析”概念框架的基础上,提出了“仿真是一种基于模型的活动”的定义,该定义被认为是现代仿真技术的一个重要概念。实际上,随着科学技术的进步,特别是信息技术的迅速发展,仿真的技术含义得到了不断的发展和完善。

对于系统仿真虽然存在着多种定义,但是基本上都认为:系统仿真指的是在计算机上建立系统模型,运转和实验这个模型以研究一个现存的或者虚拟的系统。^[6]系统仿真方法的基本原理是基于客观世界中系统之间的相似或者同构的特点,通

过建立系统模型以研究实际系统。和物理仿真相比,系统仿真具有以下优点:^[7]

(1) 系统仿真模型利用计算机进行试验,具有费用低廉、易于修改、模型执行速度快,可以进行真实系统难以实现的各种实验等优点。

(2) 可以处理一些难以用一般的数学形式表达的系统模型,或者可以用数学形式表达,没有解析方法可以求解,或者虽然有解析解,但是数学计算过程过于复杂、计算量大的模型。这样的模型可以通过计算机或者分布计算机环境处理。

(3) 在真实系统中要实现完全相同条件下的重复试验,通常会非常困难,而通过仿真实现比较方便。

但是,仿真方法也存在着一些缺点和不足:

(1) 仿真方法得到的解为近似解而非精确解,同时,其结果有时难于进行验证。

(2) 系统模型的建立和验证比较困难。

系统仿真中的仿真关系主要关注的是计算机执行模型所规定的指令的真实性。一个模型的程序能否真实地体现模型所具有的内涵,称之为程序的正确性。这一特性主要关心由计算机产生数据的准确性;主要确认计算机是真实地产生实际模型的行为还是产生错误的输出;主要确认计算机是反映了模型本身的特征,还是仅产生了一个假象。

要验证模型的有效性,需要把模型的行为同实际系统的行为进行比较。这样,首先要检验模型程序实现的正确性,才不会把程序的问题和模型的问题混淆起来。这也要求我们必须懂得仿真过程,包括仿真机理和仿真策略。除了关注程序的正确性外,仿真关系也包括模型的仿真机理和仿真策略研究。

1.4 国民经济动员系统建模与仿真的主要内容

建模是人们认识事务规律的一种方法。国民经济动员系统建模是对国民经济动员系统体制的模型化,其研究目的主要有四个方面:

(1) 以国民经济动员系统建模与仿真研究为手段,剖析现有国民经济动员系统机制,探究现有系统存在的问题。

(2) 在对国民经济动员机制进行分析的基础上,对相关体制、运行机制进行设计,然后通过系统仿真验证所设计机制的合理性和可行性。

(3) 在构建国民经济动员系统模型基础上,对国民经济动员的各种政策进行仿真研究。

(4) 通过对国民经济动员系统进行建模与仿真,可以建立信息系统的概念模型,进一步推动国民经济动员的信息化建设。

目前,国民经济动员系统建模与仿真的研究尚处于初期阶段。国民经济动员系统建模主要涉及流程建模、组织建模和系统建模等方面的内容。从所涉及的系统层次看,主要包括微观层次的建模和宏观系统的建模。在微观层次上的建模主要涉及对动员联盟的形成机制、组织结构、工作流等方面建模;在宏观层次上可以对国民经济动员大系统建模,通过大系统建模构建仿真模型可以为制定国民经济动员宏观政策和优化国民经济动员机制提供理论和技术的平台。

1.5 小 结

建模与仿真是构造实际系统模型和在计算机上进行仿真的复杂活动。系统是建模与仿真的研究对象,模型是系统的抽象,仿真是通过模型进行实验以研究系统的手段。

参考文献

- [1] A·C·庇古. 战时经济学 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007.
- [2] 埃里希·鲁登道夫. 总体战 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007.
- [3] 陈德第. 新时期国民经济动员理论框架 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2003, 5 (3): 44~48.
- [4] 约翰·L·卡斯蒂. 虚实世界——计算机仿真如何改变科学的疆域 [M]. 上海: 上海科技教育出版社, 1998.
- [5] 王红卫. 建模与仿真 [M]. 北京: 科学出版社, 2002 年.
- [6] 王正中, 屠仁寿. 现代计算机仿真技术及其应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
- [7] 王惠刚. 计算机仿真原理及应用 [M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1994.