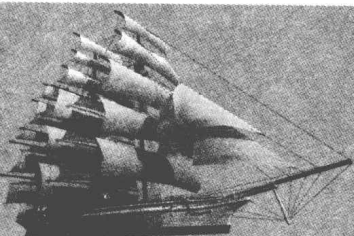


理论与实践



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

■ 知行实验实训系列 ■



物流系统仿真理论与实践

WU LIU XI TONG FANG ZHEN LI LUN YU SHI JIAN

蒋淑华 桑小娟 柳 莹 等编著

SE 东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

图书在版编目(CIP)数据

物流系统仿真理论与实践 / 蒋淑华等编著. —南京:
东南大学出版社, 2015. 4

(知行实验实训系列 / 赵彤主编)

ISBN 978-7-5641-5660-2

I. ①物… II. ①蒋… III. ①物流—系统仿真—
研究 IV. ①F252-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 076292 号



物流系统仿真理论与实践

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)

网址 <http://www.seupress.com>

责任编辑 孙松茜(E-mail:ssq19972002@aliyun.com)

经销 全国各地新华书店

印刷 南京京新印刷厂

开本 700mm×1000mm 1/16

印张 15.5

字数 312 千字

版次 2015 年 4 月第 1 版

印次 2015 年 4 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5641-5660-2

定价 39.80 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

知行实验实训系列编委会名单

(按姓氏拼音排序)

主 任: 赵玉阁

副主任: 季 兵 林 彬 刘宏波 张志军

赵 彤 朱长宏

委 员: 鲍 森 陈少英 陈奕熙 戴孝悌

高振杨 何晓明 季 兵 李民权

林 彬 刘宏波 单以红 沈 毅

王 宁 席佳蓓 许国银 叶 晋

张俊杰 张美文 张志军 赵 彤

赵玉阁 赵正保 周 娇 朱长宏



总序

教材是体现教学内容的知识载体,人才的培养离不开教材。高质量教材是高质量人才培养的基本保障。培养目标不同,教材的编写亦不同。作为新办地方性本科院校,其办学指导思想是坚持以科学发展观为指导,遵循高等教育发展规律,以教学为中心,规范管理,提高质量,凝聚特色,其时代使命是面向区域产业发展,提供既掌握现代科学技术知识又接受系统技能训练的高素质应用型、创新型人才。基于这一办学指导思想和人才培养定位,学校在人才培养过程中,不仅要强调理论教学,更应加强实践教学。实验实训是实践教学环节的重要内容,为了加强实验实训教学的规范性,使实验实训教学“有据可循”,提高实验实训教学效果,我们特地组织教师编写了知行实验实训系列教材。

实验实训教材的编写需要理论与实践双重知识作为基础,其编写难度并不逊于理论教材的编写难度。参加编写的教师在大量阅读国内外文献的基础上,结合自身教学实践,大胆创新,编写了具有自身特色的系列教材。

知行实验实训系列教材与其他同类教材相比,具有以下鲜明特点:

(1) 新颖性。本系列教材的编写,十分强调与最新的相关法律法规相贴合。例如根据国家最新财经法律法规和会计准则的变化,及时修订了教材中的相关内容,体现了最新的财经法律法规要求。

(2) 仿真性。本系列教材中引用的大量数据资料来源于实践。本系列教材的编写,引入了行业企业的参与。教师根据合作企业提供的数据与资料,编写了案例与练习,具有很强的针对性,让学生直接面向现实企业经营管理中的问题。

(3) 实践性。本系列教材经过了反复的实践和修订,是编写教师多年实践教学教研成果的凝聚,同时也得到了行业一线人员的指导和帮助,经历了“实践出真知”的过程。

在本系列教材的编写过程中,编写人员参阅了国内外学者的研究成果和观点资料,在此,我们致以诚挚的谢意!

感谢参加知行实验实训系列教材编写和审稿的老师们付出的大量卓有成效的辛勤劳动。由于编写时间紧等原因,本系列教材肯定还存在一定的不足和疏漏。但本系列教材是开放式的,我们将根据社会经济发展和人才培养的需要、学科发展的需要、教学改革的需要、专业设置和课程改革的需要,对教材的内容不断进行补充和完善。我们相信在各位老师及读者的关心和帮助下,知行实验实训系列教材一定能够得到不断改进和完善。

赵玉阁

2015年4月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 系统与系统模型	2
1.2 系统仿真	9
1.3 系统仿真技术的发展	10
1.4 物流系统建模	13
本章小结	17
习题	17
第 2 章 仿真数据的输入分析	18
2.1 随机变量和概率分布	18
2.2 随机数和随机变量的生成	24
2.3 随机变量的统计检验	30
2.4 物流系统数据的收集与分析	41
本章小结	45
习题	45
第 3 章 离散事件仿真模型的构建与实现	46
3.1 概述	46
3.2 离散事件仿真模型的构造	51
3.3 离散事件系统仿真的实现	65
本章小结	72
习题	73
第 4 章 仿真结果分析与评价	74
4.1 系统仿真的类型	74

4.2 终止型仿真结果分析	76
4.3 非终止型仿真结果分析	79
4.4 仿真模型的确认与校验	83
本章小结	92
习题	92
第5章 ED 软件基础	93
5.1 ED 软件简介	93
5.2 ED 软件用户界面介绍	96
5.3 ED 建模的基本步骤	102
5.4 4DScript 语言初步介绍	105
本章小结	113
习题	113
第6章 ED 功能模块基础案例分析	114
6.1 基本模型的建立	115
6.2 人员的调用	125
6.3 流通加工设备的仿真介绍	134
6.4 运输设备仿真介绍	143
6.5 储存设备仿真介绍	152
6.6 其他辅助模块介绍	159
本章小结	164
习题	165
第7章 综合案例分析	166
7.1 排队论系统建模与仿真	166
7.2 生产物流系统建模与仿真	177
7.3 配送中心的建模与仿真	190
7.4 库存系统建模与仿真	206
本章小结	236
习题	236
参考文献	238
后记	239



第1章 绪论

在现实世界中,事物并不是孤立存在的。它们之间存在着内在有机的联系。作为一个研究对象,我们将这种由相互联系、相互作用的事物或元素构成的统一整体称为系统。

随着人们认识自然、改造自然能力和手段的不断增强,作为实践经验总结的科技水平也有了迅猛发展。从开普勒的行星运动三大定律,到牛顿的万有引力定律,再到爱因斯坦的相对论,利用数学手段对事物描述的理论越来越完善,而且研究的范围也越来越广,从身边发生的自然现象到广袤无垠的宇宙奇观。

长期以来,人们已经充分认识到利用数学模型描述所研究系统的优越性,并且逐渐发展了系统研究和系统分析理论。但是,由于数学手段的限制,人们对复杂事物和复杂系统建立数学模型并进行求解的能力非常有限。电子计算机的出现,对科学技术的发展产生了无可估量的深远影响。许多复杂的数学模型可以通过计算机来进行计算求解。由此,利用数学模型描述系统的特征并进行求解的手段逐步发展成为现代的计算机仿真技术。计算机仿真技术有着巨大的优越性:利用它可以求解许多复杂而无法用数学手段解析求解的问题;利用它可以预演或再现系统的运动规律或运动过程;利用它可以对无法直接进行实验的系统进行仿真试验研究,从而节省大量的能源和费用。

由于计算机仿真技术的优越性,它的应用领域已经非常广泛,而且也越来越多受到普遍的重视。诚然,计算仿真技术中仍然存在着许多需要解决的问题,需要不断进行努力探索。

物流教学通常困惑于缺少可以亲手操作的实验工具、可以让学生探究并以自己的进度再次温习课堂上所教授的物流方法。现在,各种交互式软件包可以作为物流领域的教学资源。每个软件包都允许学生创建自己的计划或者应用已有的标准算法,可以看到结果被立即评估,并通过图形呈现。

1.1 系统与系统模型

1.1.1 系统

1. 系统的定义

系统仿真的研究对象是具有独立行为规律的系统。“系统”一词频繁出现在社会生活和学术领域中,不同的人在不同的场合往往赋予它不同的含义。长期以来,系统的概念及其特征的描述尚无统一规范的定论。一般我们采用如下的定义:系统是由一些相互联系、相互制约的若干组成部分结合而成的、具有特定功能的一个有机整体(集合)。

(1) 系统是由若干要素(部分)组成的。这些要素可能是一些个体、元件、零件,也可能其本身就是一个系统(或称之为子系统)。如运算器、控制器、存储器、输入/输出设备组成了计算机的硬件系统,而硬件系统又是计算机系统的的一个子系统。

(2) 系统有一定的结构。一个系统是其构成要素的集合,这些要素相互联系、相互制约。系统内部各要素之间相对稳定的联系方式、组织秩序及失控关系的内在表现形式,就是系统的结构。例如钟表是由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成的,但一堆齿轮、发条、指针随意放在一起却不能构成钟表;人体由各个器官组成,各单个器官简单拼凑在一起不能称其为一个有行为能力的人。

(3) 系统有一定的功能,或者说系统要有一定的目的性。系统的功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功能。例如信息系统的功能是进行信息的收集、传递、储存、加工、维护和使用,辅助决策者进行决策,帮助企业实现目标。

与此同时,我们还要从以下几个方面对系统进行理解:系统由部件组成,部件处于运动之中;部件间存在着联系;系统各主量的贡献大于各主量贡献的和,即常说的 $1+1>2$;系统的状态是可以转换、可以控制的。

2. 系统的特性

(1) 集合性。系统的集合性表明,系统是由两个或两个以上可以相互区别的要素或子系统组成,要素是构成系统的最基础部分。例如,一个计算机系统,一般都是由中央处理机、存储器、输入与输出设备等硬件所组成的,同时,还包含操作系统、程序设计、数据库等软件,这是一个由要素组合而成的完整系统。一个物流系统则可以由运输系统、装卸搬运系统、仓库系统、配送系统、物流信息管理等于系统组成。

(2) 相关性。组成系统的要素是相互联系、相互作用的,相关性说明这些联系之间的特定关系。

(3) 层次性。复杂系统通常具有分岔、混沌、有序以及它们之间错综复杂的相互转变,一个具有复杂的和内在特点的复杂系统,同时存在着有序元素和随机元素。在系统的参数空间内经常存在多重子结构。事实上,复杂性系统存在着不同的等级及层次结构,而且宏观层次和微观层次的复杂性也不一样。

(4) 整体复杂性。系统中子系统的种类繁多,子系统之间有交互作用。一个复杂的非线性系统,不能简单地从个体局部行为的细节去判断,系统的整体行为绝不是所有局部行为的简单相加。系统的整体行为与子系统的局部行为之间存在复杂的联系,必须从整体上去把握系统的发展趋势和特点。由于复杂系统中子系统的行为之间充满着竞争,其行为往往是共同竞争的结果,或是协同效应,或是优胜劣汰。

(5) 不确定性。复杂系统具有随机性和模糊性。复杂系统是指具有大量交互成分、其内部关联复杂、行为具有不确定性的非线性系统,即不能通过系统的局部特性,形象地或者抽象地描述整个系统特性的系统。客观世界的许多系统的行为既不是完全有序的和可以预测的,也不是完全随机的和绝对不可预测的,它们经常处于模糊的边界,或介于二者之间。一个复杂系统中共同存在着有序态、随机态和混沌态等多样性行为。这些行为能够依据系统内外的不同参数条件随时间和空间而变化,表现出多姿多态的优化行为。

(6) 统计性。由于系统是由大量子系统组成的,所以系统的基本动力学行为都是大量子系统统计的平均行为。表征系统复杂性的各种物理量具有统计性,应用统计理论能够很好地处理复杂性问题。

(7) 自相似性。系统的某种结构或者过程的特征,从不同的时空尺度来看都是相似的,或者某些系统和结构的局域性质和局域结构与整体类似从而构成自相似性。

(8) 自组织性。自组织理论是 20 世纪 60 年代末期开始建立并发展起来的一种系统理论。它的研究对象主要是复杂自组织系统(生命系统、社会系统)的形成和发展机制问题,即在一定条件下系统是如何自发地由无序走向有序、由低级有序走向高级有序的。自组织是指无需外界特定指令就能自行组织、自行创生、自行演化,能够自主地走向有序,形成有结构的系统。

3. 系统的分类

(1) 根据系统的形成方式不同,系统可分为自然系统、人工系统及复合系统。自然系统即系统内的个体按自然法则存在或演变,产生或形成一种群体的自然现象与特征。自然系统包括生态平衡系统、生命机体系统、天体系统、物质微观结构系统以及社会系统等等。人工系统即系统内的个体根据人为的、预先编排好的规

则或计划好的方向运作,以实现或完成系统内各个体不能单独实现的功能、性能与结果。人工系统包括立体成像系统、生产系统、交通系统、电力系统、计算机系统、教育系统、医疗系统、企业管理系统等等。复合系统是自然系统和人工系统的组合。复合系统包括导航系统、交通管理系统和人机系统等等。维纳在创立控制论的过程中,把动物、机器的通讯和控制看做是一个系统。为了明确研究的对象,人为地将物质或空间与其余物质或空间分开,被划定的研究对象称为系统。在热学中,通常把一定质量的气体作为研究对象,此研究对象就称为系统。在流体力学中,众多流体质点的集合称为系统。人体由运动系统、神经系统、内分泌系统、循环系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统、生殖系统八大系统构成。

(2) 根据系统的物理特征可以将系统划分为两大类,即工程系统和非工程系统。所谓非工程系统是指自然和社会在发展过程中形成的,被人们在长期的生产劳动和社会实践中逐渐认识的系统。例如社会、经济、管理、交通、生物系统等属于非工程系统,这类系统离不开仿真技术的帮助,因为这样一类系统往往不允许在实际系统上进行试验,如经济系统中一般不允许随意改变销售和供给以避免对市场的冲击。所谓工程系统是指人们为满足某种需要或实现某个预定的功能,利用某种手段构造而成的系统。工程系统的例子非常多,如机械、电气、动力、化工、武器系统等,它们通常是用微分方程描述的系统。虽然从原则上讲,这类系统是允许在实际系统上进行试验的,但是利用仿真技术对它们进行分析研究,既可以保证安全,又能节省大量费用。

(3) 根据系统的变化特性,系统分为连续系统和离散系统。连续系统是时间和各个组成部分的变量都具有连续变化形式的系统。当系统各个物理量随时间变化的规律不能用连续函数描述时,而只在离散的瞬间给出数值,这种系统称为离散系统。

4. 系统的要素

对于一个系统来说,不论它是大是小,都必然存在三个要素,即实体、属性和活动。

所谓实体是指组成系统的具体对象。例如在商品销售系统中的实体有经理、部门、商品货币、仓库等。系统中的各个实体既具有一定的相对独立性,又相互联系构成一个整体。所谓属性是指实体所具有的每一项有效特性。例如商品的属性有生产日期、进货价格、销售日期、售价等。所谓活动是指随着时间的推移、在系统内部由于各种原因而发生的变化过程。例如零售商品价格的生长等。

系统是在不断地运动、发展、变化的。由于组成系统的实体之间相互作用而引起实体属性的变化,使得在不同的时刻,系统中的实体和实体属性都可能会有所不同,这种变化通常用状态的概念来描述。在任意给定时刻,系统中实体、属性以及活动的信息总和称为系统在该时刻的状态;用于表示系统状态的变量称为状

态变量。

系统不是孤立存在的。自然界中的一切事物都存在着相互联系和相互影响。任何一个系统都将经常由于系统之外出现的变化而受到影响。这种对系统的活动结果产生影响的外界因素称为系统的环境。在对一个系统进行分析时,必须考虑系统所处的环境,而首要的便是划分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。例如在商品销售系统中,如果仅考虑商品仓库库存量的变化情况,那么系统只需包括采购部门、仓库以及销售部门即可。但若若要研究商品进货与销售的关系时,系统中还要包括市场调查部门,因为商品销售状况及对进货的影响这部分职能是由该部门完成的。另一方面,系统在某些条件下是可以分解的。也就是说,构成系统的某个实体本身也可以看成为一个单独的系统来进行分析研究,这个系统称为原系统的一个子系统或分系统。系统研究包括系统分析、系统综合和系统预测等方面。

研究系统首先需要描述清楚所研究系统的实体、属性、活动及环境。因为系统的概念不仅与实体有关,而且与研究者的目的有关,只有在对实体、属性、活动、环境作了明确的描述之后,系统才是确定的。

1.1.2 系统模型

1.1.2.1 模型

1. 模型的定义

模型是对于现实世界的事物、现象、过程或系统的简化描述,或其部分属性的模仿。在一般意义下是指模仿实物或设计中构造物形状制成的雏形,其大小可以分为缩小型、实物型和放大型。有些模型甚至连细节都与实物一模一样,有些则只是模仿实物的主要特征。模型的意义在于可通过视觉了解实物的形象,除了具有艺术欣赏价值外,在教育、科学研究、工业建设、土木建筑和军事等方面也有极大的效用。

模型是对相应的真实对象和真实关系中那些有用的、令人感兴趣的特性的抽象,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信息。模型描述可视为是对真实世界中的物体或过程相关信息进行形式化的结果。

2. 模型的组成

任何模型都是由三个部分组成的,即目标、变量和关系。

(1) 目标。编制和使用模型,首先要有明确的目标,也就是说,这个模型是干什么用的。只有明确了模型的目标,才能进一步确定影响这种目标的各种关键变量,进而把各变量加以归纳、综合,并确定各变量之间的关系。

(2) 变量。变量是事物在幅度、强度和程度上变化的特征。在组织行为学研究中要测定三种类型的变量,即自变量、因变量和中介变量。

因变量在组织行为学中就是所要测量的行为反应,而自变量则是影响因变量的变量。在组织行为学中通用的因变量是生产率、缺勤率、离职率以及工作满意度等,而通用的自变量也是各种各样的,如个性、领导方式、沟通方式、奖励制度、组织设计、工作压力水平等。

中介变量又称干扰变量,它会削弱自变量对因变量的影响。中介变量的存在会使自变量与因变量之间的关系更加复杂。例如,加强现场监督(自变量)会使工人劳动生产率提高(因变量),但还要加上一个条件,即这种效果要视任务的复杂程度而定。这里的任务复杂程度就是中介变量。

(3) 关系。确定了目标,确定了影响目标的各种变量之后,还需要进一步研究各变量之间的关系。在确定变量之间的关系时,对何者为因、何者为果的判断,应持谨慎态度。不能因为两个变量之间存在着统计上的关系,就简单地认为它们之间存在着因果关系。现实生活中有许多表面上看来是因果关系的情况,实际上并不一定是真正的因果关系。

3. 模型的特性

由实际系统构造出模型的任务主要包括两方面内容:一是建立模型结构,二是提供数据。在建立模型结构时,主要确定系统的边界,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。在构建模型结构时,要满足两个前提条件:一是要细化模型研究的目的,二是要了解有关特定的建模目标与系统结构性质的关系。

一般来说,系统模型的结构具有以下一些性质:

(1) 相似性。模型与所研究的系统具有相似的特征和变化规律,这就是说真实系统与模型之间具有相似的物理属性或数学描述。

(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,故实际的模型已是一个被简化了的近似模型。一般来说,在实用的前提下,模型越简单越好。

(3) 多面性。对于由许多实体组成的系统来说,由于其研究目的不同,所要收集的与系统有关的信息也不同,所以用来表示系统的模型并不唯一。由于不同的分析者所关心的是系统的不同方面,或者由于同一分析者要了解系统的各种变化关系,所以对同一个系统可以产生相应于不同层次的多种模型。

4. 模型的种类

(1) 数学模型。数学模型是指在对实际问题进行分析和高度抽象基础上所建立的一组数学表达式(公式),它是客观事物运行规律和变化发展趋势的反映。

在信息处理系统中,通过对数学模型的处理,可以实现人类掌握客观事物发展变化规律的目的。

(2) 程序模型。程序模型是指对实际问题求解的一种形式化的表达方法。它可以是一组有序的求解问题的公式,也可以是一个问题的处理流程(框图或步骤),甚至可以是我們常用来解决某个实际问题的计算机语言程序模块等。

(3) 逻辑模型。逻辑模型是指我们在实际描述某类管理问题时的逻辑表达方式。这种逻辑表达方式的内容不外乎是:条件—结果—、IF—THEN—ELSE—、AND、OR、NOT、大于(GE)、小于(LE)、等于(EQ)、所有($\forall$)、存在($\exists$)等。逻辑模型可以通过表达式、图和关系表等几种形式来表示。

(4) 结构模型。结构模型是指系统按一个个子系统有序构成的结构形式。结构模型可分为两类,反映逻辑关系的为逻辑结构模型,反映实际物理构成关系的为物理结构模型。

(5) 方法模型。方法模型是指在求解某一问题的众多方法中,拟采用哪种方法,以及用该方法求解问题的基本形式。在信息系统开发过程中,方法模型的选定是客观的、战略型的,它的好坏与否(即是否适用于本单位情况)直接关系到系统开发工作的效率。

(6) 分析模型。分析模型是对管理问题分析的方法。分析模型可以是一组用于分析问题的数学模型加上图形、图表等软件工具,也可以是某个分析方法、思路、工具和经验等。

(7) 管理模型。管理模型是对某个问题和业务管理控制方式的统称。管理模型可以是一个量化的管理方法(即数学模型),也可以是一套规范化的管理过程或规章制度等。

(8) 数据模型。数据模型一般多指在设计和建立数据库时,用于提供数据表示和操作手段的形式构架。数据模型是严格定义的概念集合,这些概念精确地描述了系统的静、动态特征和完整性约束条件。因此,数据模型通常由数据结构模型、数据操作模型和数据的完整性约束模型三部分组成。

(9) 系统模型。系统模型一般多指系统内部的结构形式以及各部分之间的连接方式。在信息系统开发方法中所讨论的系统模型不同于在系统工程中所说的系统模型(一个反映特定物理问题的数学模型),它一般是指一个信息系统的结构模型,故常用结构图来表达。

5. 建立模型的步骤

从某种意义上说,模型是人们间接地研究和处理事物的一种工具,模型的种类如此繁多,如何准确地分析事物,建立起能适当反映事物变化的模型,就成了解决问题的关键。建立适当的模型一般分为如下几个步骤:

- (1) 客观、正确地调查和分析你所要解决的问题；
- (2) 在弄清了问题的实质和关键所在后, 根据你拥有的知识进行归纳和总结；
- (3) 抽象地建立起求解问题的模型；
- (4) 考察和证实模型是否准确地反映了实际问题运行的规律。

1.1.2.2 系统模型

1. 系统模型的作用

(1) 有助于提取系统需求信息。由于系统本身的复杂性, 使用模型可以在不同细节层次上来描述系统。

(2) 有助于系统分析员整理思路。建立模型的过程能帮助系统分析员澄清思路和改良设计, 建模过程本身对系统分析员有直接的帮助。

(3) 有助于系统的分解和集成。管理信息系统往往是复杂的, 在系统分析阶段对系统需求建模有助于问题的简化, 并能够使系统分析员的精力一次只集中在系统的几个方面上。

(4) 有助于记忆和把握相关细节。系统分析需要收集和处理数量庞大的信息, 规范通用的模型成为帮助记忆的有效工具。

(5) 有助于系统开发小组以及小组成员之间进行交流。通用规范的模型是项目小组成员之间进行交流和协作的有效工具。

(6) 为未来的维护和升级提供文档参考。系统分析员建立的需求模型可以作为以后的开发小组在维护和升级系统时的文档, 使以后的开发者能够继续使用。

2. 系统建模的要求、遵循原则和方法

系统建模的要求可概括为: 现实性、简明性、标准化。

系统建模的遵循原则是: ①切题; ②模型结构清晰; ③精度要求适当; ④尽量使用标准模型。

根据系统对象的不同, 则系统建模的方法可分为推理法、实验法、统计分析法、混合法和类似法。

根据系统特性的不同描述, 则系统建模的方法可以有状态空间法、结构模型解析法(ISM)以及最小二乘估计法(LKL)等。其中, 最小二乘估计法(LKL)是一种基于工程系统的统计学特征和动态辨识, 寻求在小样本数据下克服较大观测误差的参数估计方法, 它属于动态建模范畴。

1.2 系统仿真

1.2.1 系统仿真的概述

1. 系统仿真的定义

从一般意义上讲,系统仿真可以被理解为:在对一个已经存在或尚不存在但正在开发的系统进行研究的过程中,为了了解系统的内在特性,必须进行一定的实验,而由于系统不存在或其他一些原因,无法在原系统上直接进行实验,只能设法构造既能反映系统特征又能符合系统实验要求的系统模型,并在该系统模型上进行实验,以达到了解或设计系统的目的。由此可见,系统仿真本质上是由三个要素构成的,即系统、系统模型和实验。系统是问题的本源,是系统分析的目的;实验是解决问题达到目的的手段;而系统模型则是连接系统和实验(目的和手段)之间的桥梁。

系统仿真是一项社会实践活动。凡是包含系统、系统模型和实验三个要素的活动都可以广义地理解为系统仿真活动。

2. 系统仿真的实质

(1) 系统仿真是一种对系统问题求数值解的计算技术。尤其当系统无法通过建立数学模型求解时,可以用仿真技术来处理。

(2) 仿真是一种人为的试验手段。它和现实系统实验的差别在于,仿真实验不是依据实际环境,而是作为实际系统映象的系统模型以及相应的“人造”环境下进行的。这是仿真的主要功能。

(3) 仿真可以比较真实地描述系统的运行、演变及其发展过程。

1.2.2 系统仿真的一般步骤

对于每一个成功的仿真研究项目,其应用都包含着特定的步骤。不论该研究的类型和目的,仿真的过程是保持不变的。一般要进行如下9步:①问题定义;②制定目标;③描述系统并对所有假设列表;④罗列出所有可能替代方案;⑤收集数据和信息;⑥建立计算机模型;⑦校验和确认模型;⑧运行模型;⑨分析输出。下面对这九步作简洁的定义和说明。它不是为了引出详细的讨论,仅仅起到抛砖引玉的作用。注意仿真研究不能简单遵循这九步的排序,有些项目在获得系统的内在细节之后,可能要返回到先前的步骤中去。同时,验证和确认将贯穿于仿真工程的每一个步骤当中,如图1-1所示。