



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物流系统仿真

WULIU XITONG FANGZHEN

董绍华 周晓光 赵宁 刘玉坤 编著



内附光盘



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物流系统仿真

董绍华 周晓光 赵 宁 刘玉坤 编著



北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

“物流系统仿真”技术是一门实践性很强的科目,该课程要求学生掌握离散系统仿真理论和仿真建模技术,理论和实践相结合。

本书在第1、2、3章中介绍了离散系统仿真原理,在第4章对仿真数据分析方法和模型验证方法进行了介绍,在第5章介绍了当前市场上流行的仿真软件,在第6章和第7章分别着重介绍了UGS公司和达索公司的物流仿真产品Em-Plant和Quest,并根据多年使用这两种仿真软件进行教学、科研的积累,提供了详细的使用案例。

本书可作为工业工程、物流工程、物流管理、系统工程等专业的高年级本科生和研究生的教学用书。对于企业的工作人员,本书也是一本很好的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

物流系统仿真/董绍华等编著. —北京:北京邮电大学出版社,2008

ISBN 978-7-5635-1682-7

I. 物… II. 董… III. 物流—计算机仿真 IV. F253.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第060498号

书 名: 物流系统仿真

作 者: 董绍华 周晓光 赵 宁 刘玉坤

责任编辑: 孔 玥

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(100876)

发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 13

字 数: 284千字

印 数: 1—3 000册

版 次: 2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-1682-7

定 价: 26.00元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

近年来,我国的制造业、物流业发展很快,很多制造企业也在新建或改建自己的生产线,规划和建设了很多物流中心。但由于规划和设计的不完善,很多系统在正式使用时都出现了问题。生产线、物流中心都属于大型复杂工程,系统一旦建成,就很难改变,而系统设计人员又很难在系统规划时期就把未来系统运行的各种情况都能予以考虑,在系统出现问题时,物流系统管理人员也往往难以找到问题症结之所在。因此,规划设计人员和物流管理人员都需要有效的系统分析方法和工具。

物流系统仿真通过计算机建立能反映真实物流系统规律的仿真模型,对模型进行仿真实验,对实验数据进行分析,进而科学地开展系统方案评价和系统分析的关键技术。它具有效率高、费用少、灵活直观等优点,可模拟未来系统的性能,为物流系统规划设计人员和物流管理人员提供决策支持。

目前,国内许多高校的物流专业开设了物流系统仿真课程,2008年在教育部物流类专业本科教学指导委员会制定的《“物流管理”和“物流工程”教学培养计划指导性意见》中,将“物流系统仿真”作为核心课程,认为系统仿真技术是物流学科人才必须掌握的技术之一。另外,国内外的许多大型制造企业和物流企业开始普遍应用仿真技术来解决其规划、分析等关键问题,并取得了许多成功的经验,企业也迫切需要大批精通物流系统仿真的专业技术人才。

本书由北京科技大学与北京邮电大学共同编写,全书共分为7章,第1、2、3章介绍了离散系统仿真的基本原理。第4章对仿真数据分析方法和模型验证方法进行了介绍。因为该课程实践性比较强,学生有必要了解或掌握一种或几种仿真软件,为此,本书在第5章对当前市场上流行的仿真软件——作了介绍,并在第6章和第7章着重介绍了UGS公司和达索公司的物流仿真产品Em-Plant和Quest,同时根据多年使用这两种仿真软件进行教学、科研的经验,提供了详细的使用案例。随书配有与书中内容相配套的“案例光盘(含电子教案)”,以方便教师和学生使用。

本书可作为工业工程、物流工程、物流管理、系统工程等专业的高年级本科生和研究生的教学用书,而对于企业中希望用仿真手段来设计或改善物流系统或生产系统的技术人员,也是一本很好的参考书。

由于作者水平所限,本书的编写难免有不足之处,欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 仿真的基本概念

1.1 系统、模型与仿真	1
1.2 系统仿真的作用	2
1.3 系统仿真的优缺点	4
1.3.1 系统仿真方法的优势	4
1.3.2 仿真方法的局限性	5
1.4 物流系统仿真	7
1.4.1 物流系统的概念	7
1.4.2 物流系统仿真	8
1.4.3 物流系统仿真的类型	8

第 2 章 离散系统仿真基础

2.1 离散系统仿真模型的基本要素	10
2.2 离散系统仿真的一般步骤	13
2.3 时间仿真	14
2.4 仿真中的随机变量	16
2.4.1 伪随机数的产生	16
2.4.2 随机变量的产生方法	17
2.5 三种常用的仿真策略	21
2.5.1 事件调度法	21
2.5.2 活动扫描法	21
2.5.3 进程交互法	22
习题	22

第 3 章 典型物流系统仿真与建模方法

3.1 排队系统	23
3.1.1 排队系统的基本参数	24

3.1.2 排队系统的性能指标	26
3.1.3 排队系统手动仿真示例	28
3.1.4 排队系统的类型	30
3.2 库存系统	32
3.3 生产系统	34
3.4 Petri 网建模方法	36
3.4.1 Petri 网建模原理	37
3.4.2 冲突机制	38
习题	39

第4章 仿真数据分析与模型验证

4.1 仿真数据分析	41
4.1.1 单一系统终态仿真数据分析	41
4.1.2 单一系统稳态仿真数据分析	43
4.1.3 两系统比较分析	45
4.2 仿真模型的验证与分析	48
4.2.1 模型的验证与确认	48
4.2.2 模型确认与模型验证的概念	48
4.2.3 常用 V&V 方法的类型	51
4.2.4 V&V 作用于建模与仿真全生命周期	54
4.3 仿真分析实例	56
习题	59

第5章 典型物流系统仿真软件

5.1 Witness	61
5.2 ProModel	62
5.3 Flexsim	65
5.4 RaLc	69
5.5 AutoMod	73
5.5.1 AutoMod 模型编辑模块	74
5.5.2 AutoMod Runtime 模块	80
5.5.3 AutoStat 统计分析模块	80
5.5.4 AutoView 动画生成模块	81
5.5.5 AutoMod 辅助模块	81

5.6	Arena	82
5.7	Em-Plant	83
5.8	Quest	84
5.9	仿真软件的选择	86
	习题	87
 第 6 章 Em-Plant 仿真系统		
6.1	Em-Plant 功能简介	88
6.1.1	主界面	88
6.1.2	工具栏	89
6.1.3	主菜单	90
6.1.4	创建新模型的准备工作	92
6.1.5	建模视图中 Frame 框架	95
6.2	Em-Plant 基本建模对象	101
6.2.1	MU 对象	101
6.2.2	物流对象	102
6.2.3	信息流对象	112
6.2.4	用户接口对象	120
6.2.5	建立一个新仿真模型	125
6.3	SimTalk 仿真语言	128
6.3.1	命名规则	129
6.3.2	预定义的 Method 名称	129
6.3.3	预定义的关键词	130
6.3.4	预定义的匿名标志	130
6.3.5	绝对路径与相对路径	132
6.3.6	常量与变量	132
6.4	Em-Plant 3D 仿真	135
6.4.1	3D 场景浏览	135
6.4.2	3D 建模	137
6.4.3	3D 仿真	140
6.5	Em-Plant 案例	141
6.5.1	办公桌生产线	141
6.5.2	半导体针测厂	145
6.5.3	柔性生产线	155
	习题	161

第 7 章 Quest 仿真系统及案例

7.1 Quest 功能简介	163
7.1.1 Quest 模型的基本构成	163
7.1.2 Quest 模型建立	164
7.1.3 Quest 仿真语言	164
7.2 Quest 案例及典型应用	168
7.2.1 生产加工系统的仿真建模	168
7.2.2 AGV 加工系统的仿真建模	186
参考文献	199

第 1 章 仿真的基本概念

仿真是对已经存在或尚未真实存在并且处于规划设计中的系统,构造系统模型并在计算机上进行仿真的复杂活动。在信息时代,仿真被赋予继理论推导和科学试验之后的第三种新型科研方法的地位,被广泛应用于各个行业的各个环节。尤其在物流这个新兴产业和新兴学科中,仿真成为不可或缺的支持技术之一。本章主要介绍仿真的基本概念、作用及其优缺点,以及物流系统仿真的概况。

1.1 系统、模型与仿真

系统(system)这一概念可以追溯到古希腊德莫克里特的著作《世界大系统》一书。它论述了系统的含义为:任何事物都是在联系中显现出来的,都是在系统中存在的,系统联系规定每一事物,而每一联系又能反映系统的联系的总貌。可以这样理解系统:它是按照某些规律结合起来,相互作用、相互依存,具有特定功能对象的有机组合。

系统表达的本质是复杂的研究对象。在现实生活中,很多问题是复杂的系统问题,比如卫星系统、核能系统、汽车动力系统、物流系统,又比如教育系统、法制系统、农业系统,等等。采用“系统”这个概念和相应的一系列研究方法,是一种认识世界的角度和方法,强调了客观对象的整体性、层次性、交互性和协调可控性。

模型(model)是对相应真实的或处于设计想象中尚未转化为真实的研究对象和对象内部组成要素之间的相互关系中那些与所关注问题相关的有关特征,以及对象与外界环境之间的关系的抽象,是对研究对象某些本质方面的描述。

构造一个系统模型,在模型上进行实验,根据对模型的研究来认识、掌握对象系统的特性和规律,是非常有效的研究手段。例如,用等比例缩小的物理模型来研究木结构桥梁的力学结构;用复杂的数学模型来研究金属再结晶过程中晶粒的长大等。模型有 3 大类,

物理模型、数学模型和非形式化模型。其中,非形式化模型是指通过描述模型的本质而非细节,帮助人们抓住模型的基本特征和特性,形成完整清晰的认识,从而使对象世界、模型和研究者建立自然联系的方法。

仿真(simulation)是用模型来研究对象系统的方法,因此也常称为系统仿真。仿真是基于模型的,通过对模型的实验来达到研究实际系统或尚未建立的系统的目的。现代仿真技术通常是在计算机支持下进行的,因此,系统仿真又被称为计算机仿真。

建立模型并对模型进行实验来研究对象系统的活动是系统仿真方法的基础,系统仿真方法有 3 个基本要素和 3 种基本活动,如图 1.1 所示。

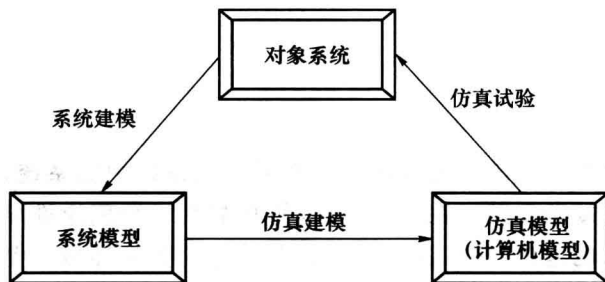


图 1.1 系统仿真方法的要素和相互关系

基于这 3 个基本要素和 3 种基本活动的仿真方法是一套新型的研究问题的方法。要使这个研究过程有效,必须有相应的理论作为这种方法的依据。系统仿真的理论基础有相似理论、数理统计理论、控制理论。同时,要使这种模型方法有效,还需要信息处理技术、计算机技术、网络技术等一系列新技术的支持。

1.2 系统仿真的作用

系统仿真技术与方法从第二次世界大战末期之后,经过半个多世纪的发展已经进入高级发展阶段,有着广泛的应用领域,如军事、制造、物流与供应链、运输、建筑、医疗健康、经济和生态环境等,并在各个领域发挥了巨大的作用。

仿真所处理问题的范围很广,从最简单的单服务台排队系统到整个国民经济分析,都是仿真方法可以发挥作用的领域。仿真在各个领域中的具体应用特点不同,但是从总体上看,系统仿真这一方法的本质决定着其发挥的作用具有许多本质的特点。系统仿真方法的作用可以从研究对象系统所处的生命周期阶段来体现,也可以从系统仿真所做的具体内容和目的来体现。

按照所研究对象所处的时间、空间来划分,仿真的作用体现在:

(1) 对已经发生的系统所经历的历史过程,通过仿真进行再现,以研究其规律。

许多复杂系统在实际运作中出现的复杂问题,难以在发生当时得到充分的理解和较好的解决,难以得到更优的解决方案。而当实际系统的动态过程成为过去,再想要去分析当时的过程,往往很难把握各种复杂的因素。这时,采用仿真方法,可以把当时复杂的过程动态再现出来,从而更充分地加以认识,并可以在仿真模型上做各种方案的对比,从而更好地理解系统和解决问题。

(2) 研究一个尚未存在的对象系统的特征、性能、规律等。

对于一个尚处于规划、设计阶段的对象系统,由于系统的复杂性,尽管在系统设计时使用了各种数学解析方法或其他方法进行了系统各部分的设计计算,但仍难以预料,在整个系统运行起来时,由于各个部分的交互作用,尤其是在众多随机因素的作用下,整个系统将体现怎样的特性,表现出怎样的系统性能。这时,采用仿真方法,可以构建这个尚未真实存在的系统,充分体现系统各子系统和各部分之间的交互作用的动态执行过程,从而把握所设计系统的特征、系统性能以及系统运行中体现的各种规律性。

(3) 对于存在,但由于各种因素难以在实际系统上进行实验的系统。

有些现实中的系统,虽然实际存在,但是难以在实际系统上直接进行实验研究。这往往要考虑安全、经济和时间成本等因素。这时,仿真就起到了不可替代的作用。通过建立实际系统的仿真模型,可以避免在实际系统上的直接研究带来的一系列影响,如停工、停产、安全隐患、研究时间过长或过短等问题。

按照仿真应用的目的、内容来划分,仿真的作用体现在:

(1) 用于理解实际系统,进行 What-if 分析。

采用仿真方法可以进行多种实验,通过改变系统的各种输入、系统边界条件或系统特征参数、设定各种不同的实验情景来预测系统可能发生的情况,揭示和理解系统运作的规律。根据多种对比,捕捉系统关键要素,更深入地了解系统成分、特征变量、外部条件和输入变量等对系统产生的影响、这些因素之间的相互作用以及系统各种性能参数之间的相互影响和变化规律。例如,虽然用数学模型和解析方法。能够解释一个复杂系统在运作中可能出现的瓶颈问题,但是,在设计时,各个部分构成的整体难以用极复杂的数学模型来描述,即使描述出来也往往无法求解析解,也难以事先发现瓶颈;而如果用仿真方法,在改变系统输入、系统特征参数或其他设定的情况下,就能及时直观地暴露系统的瓶颈问题。

(2) 用于对一个系统的多种方案对比研究。

通过仿真可以对比同一个系统的多种不同策略、方案在系统多个性能参数方面的异同和差别。实际中,对于同一个对象系统,往往有多个解决方案,仿真方法可以定性或定量地对多个方案进行分析评价,给出多个方案的多个系统性能参数的评价,从而为决策者提供一个全面的、可信的参考依据。

(3) 对其他研究方法得到的研究结果进行验证。

仿真还是验证其他数学算法的有力工具。在研究实际问题时,通常可能会给出解决

问题的策略、数学模型和相应的算法,如何验证所提出的策略(方案)以及相应的模型和算法是可信的呢?仿真可以将其算法的实现展现出来,通过仿真评价,来验证所给的策略、模型和算法是否正确。仿真应用于算法的验证也是仿真发挥的主要作用之一。

(4) 其他

仿真作为一种新型方法,发挥着多方面的作用。例如,由于仿真发展了三维图形动画技术,使它成为有效的沟通工具。一些用数学语言不便交流或难以发现、理解的问题,可以用仿真直接展示出来。正因为如此,仿真正越来越多地被应用到各个领域的商业技术交流中。又如,仿真可以用于培训。设计仿真系统,可以使受培训者根据设定的程序为仿真模型提供决策的输入,通过与仿真模型的交互,达到认识、训练的目的。这当然也体现了仿真的低成本和安全性优势。

仿真正越来越多地被应用于多样化的目的,这也是人们不断挖掘仿真方法优势的体现。

1.3 系统仿真的优缺点

系统仿真作为一种新型方法,已经被人们广泛的接受,并在实际应用中发挥了巨大作用,有时甚至是其他方法无法替代的。但这并不表明系统仿真方法在任何情况下都是最优的。系统仿真方法同时具有优势和不足。

1.3.1 系统仿真方法的优势

系统仿真方法的优势主要体现在如下几个方面:

1. 对复杂性问题的优势

仿真在解决复杂性问题方面具有相对优势。越复杂的系统,采用解析方法研究的难度越大,甚至往往是难以描述和求解的。而仿真的长处恰恰在于能考虑到系统的复杂组成和系统各部分之间复杂的交互作用,从而在理解复杂系统、规划设计复杂系统和评价复杂系统的动态特性及性能方面具有显著的优势。

2. 对随机性问题的优势

对于确定性问题,往往更优先采用解析方法来分析解决。而当问题受到多个随机因素的影响,系统自身包含多个随机特征变量时,需要用概率方法估计。而采用数学方法求解的期望值很难全面反映具有多个随机因素的系统全面情况和动态特征。这时,运用仿真就成为有力的分析、评价和问题求解工具。

3. 安全性优势

对于许多实际问题,出于对人、财、物的安全的考虑,不允许在实际系统上进行研究,以免造成无法挽回的损失,这时可以采用仿真方法。例如,研究商贸中心火灾、恐怖事件

等的应急系统,如果采用现场模拟,可能造成人员伤亡和较大经济损失,则可采用仿真方法来研究。另一方面,采用仿真方法研究问题,可以不中断、不干扰实际系统的正常运行,保证了系统的正常安全运行。例如,对于生产线上的问题,可以在保证生产继续进行的情况下,用仿真方法来研究新策略、流程等。

4. 重复性优势

实际中某些系统过程一经发生,是不能重复的,例如一次海啸和一次恐怖袭击事件,其相关需要研究的问题无法在实际系统上进行研究,而仿真方法则可以无限次重复同一个历史过程,以达到充分认识、反复试验、多种方案对比的研究目的。

5. 时间优势

有些实际问题,系统变化的过程太快或太慢,有些过程在几个微秒内就完成了,而有些过程需要许多年,这对于问题研究来说都是不好处理的。这时,仿真方法就体现了在研究上的优势,可以将研究对象过程拉伸或者压缩到方便考察和分析的时间范围内。

当然,对于对象系统在时间纬度上的研究,仿真也独具优势。仿真方法可用于研究系统的过去、现在和将来,对历史问题的再现和分析,对在线问题的实时分析,对将来的改造、规划设计等。

6. 风险优势

合理正确使用仿真方法,可以提高决策的合理性和科学性,降低投资风险。例如,一个配送中心的投建,如果事先在规划设计阶段经过了充分的科学论证,采用仿真方法进行了方案的比较评价,就能大大降低系统投资风险。

7. 成本优势

仿真方法的一个突出优势是,它所花费的仅仅是人力和计算资源,这在许多情况下可以大大节约问题研究的成本。一次破坏性实验需要消耗的资金通常是数以十万、百万甚至上亿计的,而采用仿真方法则可避免耗资巨大的实验研究。例如1995年,福特模拟一次汽车碰撞的成本是60 000美元,现在用福特超级计算机,模拟汽车碰撞过程只需要几分钟。

8. 可视化优势

现代仿真技术通常提供三维动画效果的动态运行展示,可以形象地观察所设计的尚未真实建立的系统的空间结构和动态运行效果,这为理解和掌握系统的特性和性能提供了极大的方便。首先,它能够帮助设计者找到二维设计中,如在CAD设计中看似合理的设计错误;其次,动态运行仿真模型,可以帮助设计者直观地发现瓶颈,并直观地看到设计中可能出现的瓶颈对整个系统的运行带来的一系列的影响。

1.3.2 仿真方法的局限性

由于系统仿真方法基于一定的理论基础,在应用中有诸多的限制和困难,也存在着自身固有的不足和缺点。仿真的局限性主要体现在如下几个方面。

1. 建模和计算困难与代价较大

仿真是基于建模的研究方法,首要的工作是建立模型,而建立模型需要相当大的工作量,有时甚至是难以完成的。有时,由于系统行为太复杂,或者无法掌握其规律,无法定义,难以建立模型进行仿真。例如,要建立人类或生物群落的行为模型就极为复杂,甚至难以完成。有时,从理论上讲,某个系统的详尽建模是可以完成的,但是,由于缺乏更有效的建模方法,使得建模工作量十分巨大,以至于实际上无法实现。对于一般一个用解析方法和仿真方法都能研究分析的问题,通常,仿真方法所花费的建模代价是较大的。这也是为什么能用解析方法的时候,就不使用仿真方法的原因。

仿真的分析也十分耗时。仿真分析基本上要消耗与仿真建模相当甚至更多时间。仿真分析包括定性分析、定量分析、敏感度分析、对单一方案的结果分析和多个方案的比较分析等等,这些都是为了更好地理解系统和对系统的单一或多个方案做出评价。而对仿真模型的分析,不能以一次运行或一段仿真长度运行结果为准,而必须进行足够长时间或足够多次独立重复运行,才能得到分析结果,这大大增加了仿真分析的耗时。

2. 往往不能得到最优解

与最优化方法相比,仿真方法并不是直接求解的方法,它是“执行”某种方案,不断推演下去,得到此种方案的结果,并按此得到多个方案的结果,根据结果再反过来决定方案的选择。这种“执行+展示评价”的方式不是自动寻求最优解的方法,所以仿真往往无法求得理论上的最优解,而只能得到几个被比较方案中的最优,即整体的较优或满意解。

3. 要求完备的和足够的数据、条件和约束

要采用仿真方法,必须有完备的、足够的数据、条件和约束来建立模型,否则建立的模型本身的可信性就会受到质疑,是否应该相信仿真的结果也成为问题。仿真方法的基本原理是切实描述系统,然后执行系统,做出评价,如果系统的条件、约束描述不清晰,系统的输入数据不完备或者不足够多,无法建立正确的输入数据模型,那么整个仿真试验方法就失去了可信赖的基础。这是仿真在实际应用中经常遇到的巨大困难之一。

4. 模型的验证、确认相当困难

虽然,已经根据各种已知的条件、约束和输入数据以及系统特征参数建立了系统的仿真模型,如何确认所建立的模型是有效的,是可以在研究目标下与实际系统逻辑等效的?如何验证所建立的仿真模型本身在代码程序、实体属性、参数设置等方面都是没有系统和人为错误的?如何能够证明在此模型上所进行的仿真试验是能够反映真实系统的特征和性能的?尽管目前已经发展了许多模型验证与确认的方法,但是,仍然都是必要而不充分的。在对新问题、复杂问题的研究中,仿真方法受到的最致命的攻击就是对其可信性的怀疑。

5. 被不当使用的风险

仿真方法被不当使用有两种情况:一是仿真模型本身和结果错误而被决策者使用;二是仿真结果没有能够反映真实系统的特性,反而会误导决策。

6. 在应用中往往受到专业人员的限制

正是由于上述原因,使得仿真成为一门需要花费时间和掌握理论、积累经验才能掌握的“艺术”。它不仅要求建模和分析人员熟悉仿真理论和建模方法以及各种仿真分析经验,而且要求必须熟悉各个应用领域的专业知识。而目前,实际现状是懂得仿真技术的人员不熟悉应用领域,应用领域的人员没有足够的仿真理论和经验。结果往往导致仿真技术在应用中无法发挥出其优势,反而遭到冷遇,被决策者搁置一边。这是仿真在应用中遇到的实际困难,也是仿真应用受阻的一个不可忽视的原因。

1.4 物流系统仿真

1.4.1 物流系统的概念

物流系统是指在一定的时间和空间里,由物资、包装设备、装卸搬运机械、运输工具、仓储设施、人员和通信联系等若干相互制约的动态要素所构成的具有特定功能的有机整体。传统的物流是流通与制造过程的附属品,其基本任务仅仅是完成商品流通或制造过程中物料的物理位置的转移,以确保流通或生产过程的正常进行。因此,物流的各个功能环节长期以来是相互分散和孤立的。而现代物流系统作为多因素、多目标的复杂系统,追求其整体的优化,是一个复杂的系统分析问题,越来越多地强调物流的系统化和综合化。物流系统往往具有如下的特点。

1. 复杂性

物流系统的复杂性主要体现在贯穿于物流系统中的随机性和各实体要素间的非线性关系。物流系统中的每个节点和环节都存在随机性。例如,客户需求是随机的,原材料采购准备时间、运输时间是随机的,产品价格也是经常变动的,等等。同时,组成物流系统的各个实体的行为和决策都依赖于其自身状态和相关的某些实体的行为,而同时,所有实体都会受到内部和外部环境的影响。物流系统的各个实体主动改变自己的内部或外部结构,以适应环境变化,从而呈现出物流系统的非线性。

2. 多样性

物流系统的组成和特点千差万别,即使同类子系统也形式多样。例如,生产物流系统、供应链物流系统、物流运输与配送系统、仓储物流系统、交通物流系统、区域物流系统等,各类物流系统的系统特征差别甚大,从建模与仿真的角度看,需要不同的建模方法支持。而即使同一类物流子系统,具体的系统模式也多种多样,表现的规律和特性也完全不同。例如对于分拣系统,不同的作业模式的具体流程、布局、资源配置和系统作业效率、适用范围等也各不相同。

3. 动态性

现代物流系统的一大特征是必须具有足够的柔性,以适应不确定的环境和需求及影

响因素的变化,做出快速动态调整。现代物流系统通常是一个动态变化着的系统,处于动态平衡中。要对现代物流系统进行有效的管理和控制,必须能够把握其动态特性。

1.4.2 物流系统仿真

正是由于现代物流的上述特点,系统仿真方法越来越多地应用到现代物流系统的规划、设计、评价和优化中。《物流术语》将物流系统仿真(Logistics System Simulation)定义为:借助计算机仿真技术,对现实物流系统建模并进行实验,得到各种动态活动及其过程的瞬间仿效记录,进而研究物流系统性能的方法。物流系统仿真的目的是模拟物流系统的动态行为,辅助决策者对系统的优化和控制作出科学决策,提高物流系统的效率和服务水平,降低物流系统的运行成本。

目前物流系统仿真正处于成长期,越来越多的物流系统问题借助仿真手段来进行决策和加以解决。从具体的物流子系统领域来看,早期的物流系统仿真主要是研究生产物流过程中的控制与优化问题。随后,更多的研究关注于集采购、生产和销售一体化的供应链仿真。随着物流网络规模的扩大和物流量的巨大增长,配送物流的瓶颈作用越来越突出,一些学者开始用仿真的手段来解决物流配送系统中存在的问题。

1.4.3 物流系统仿真的类型

从技术与管理的角度看,系统仿真在物流领域的应用主要包括对物流作业流程的仿真、物流管理的仿真和物流成本的仿真等。

1. 作业流程的仿真

物流作业包括运输、仓储、装卸、包装等物流功能过程。物流作业流程仿真的目的是研究物流系统各功能过程是如何发生和完成的,即,这些过程在时间上是如何逐步推进的?推进过程中发生了哪些事件?这些事件引起物流系统状态发生了哪些状态变化等等。

例如,一个配送中心在规划设计时,为了满足用户提出的更加苛刻的及时配送条件,需要改变传统的作业流程,以缩短货物在物流配送中心内的停留时间,及时配送到目的节点。基于经验和一定的计算,设计了新的收货、越库、入库的作业流程。由于整个系统的规划涉及到布局、作业区划分和面积、设备与人员岗位配置等诸多内容,虽然各部分都有一定的计算依据,但无法从理论上保证所设计的作业流程能够满足一定任务量和一定作业时间限制的要求。这时,可以建立所设计系统的仿真模型,来动态展示其物流作业全过程,并定量评价具体的定量参数设计是否能够满足需要。

2. 物流管理的仿真

物流管理仿真是为物流管理决策分析服务的。例如,交通运输网络的布局规划、自动化物流系统的策略运用、物流园区规划、供应链库存控制策略等,专门针对物流系统的管理策略进行多策略的仿真比较,从而选择较优的方案。

3. 物流成本的仿真

准确的物流成本计算对于改进物流作业与管理是十分重要,而物流成本的计算是一件极其细致复杂的事情。传统制造业中,物流成本通常是和供应或销售的成本混在一起计算的,很难核算清楚物流作业究竟花费了多少成本。目前,基于活动的物流成本核算是研究的一个热点,而利用仿真方法较为准确统计各项物流作业的成本成为有效工具。