

21世纪
高等学校

物流管理
与物流工程
规划教材

物流系统仿真

WULIU XITONG
FANGZHEN



© 张智勇 杨磊 等编著

Logistics 



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高等学校物流管理与物流工程规划教材

物流系统仿真

张智勇 杨磊 等编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

“物流系统仿真”是一门实践性很强的课程，主要强调系统的描述、系统仿真建模及模型运行后的分析与优化，因此，不仅需要对系统工程、数学等方面的知识有深刻的了解，以求准确地描述实际系统的各种特性，同时，也需要将系统描述转化为系统仿真模型，以便进行分析和优化。

本书共分为三部分：第一部分是基础理论篇，介绍了系统与物流系统的相关概念、仿真方法在物流系统中的运用、随机数和随机变量的产生方法、仿真数据的分析和模型的验证，以及目前较为流行的几款仿真软件的介绍；第二部分是 Flexsim 篇；第三部分是 eM-Plant 篇。第二部分和第三部分是基于目前流行仿真软件的实践操作篇，两部分分别通过典型的物流系统建模案例将建模技术与方法串接起来。

本书可以作为工业工程、物流工程、物流管理、系统工程等专业的本科高年级及研究生教学用书，对于企业中刚刚接触仿真这一领域的工作人员来说，本书也是一本很好的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目 (CIP) 数据

物流系统仿真/张智勇等编著. —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2011.6

(21世纪高等学校物流管理与物流工程规划教材)

ISBN 978-7-5121-0614-7

I. ①物… II. ①张… III. ①物流-系统仿真-高等学校-教材 IV. ①F252-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 125133 号

责任编辑：郭东青

出版发行：清华大学出版社 邮编：100084 电话：010-62776969

北京交通大学出版社 邮编：100044 电话：010-51686414

印刷者：北京市德美印刷厂

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印张：20.25 字数：505千字

版 次：2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5121-0614-7/F·846

印 数：1~4000册 定价：33.00元

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评，我们表示欢迎和感谢。

投诉电话：010-51686043, 51686008；传真：010-62225406；E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

物流系统仿真是一门综合性的学科，涉及系统工程学、运筹学、统计学等多门学科。物流系统的特点之一是一旦建成更改的代价很大。随着物流业的快速发展，很多企业都在新建或者改建物流等相关系统，但由于规划和设计的不足，导致很多前期规划阶段预料不到的问题，这是因为运用以往数学量化的方法很难在前期规划阶段就充分认识到未来系统可能面临的问题而采取相应的规避措施，同时，在系统建成运行出现问题的时候也很难对其进行排查，所以，物流管理人员需要一个行之有效的方法或者工具对物流系统进行前期充分的准备及系统运行时的监控。

计算机仿真是运用计算机技术对现实系统进行仿真模拟的技术，其提供了大量的方法对现实系统进行充分详尽的描述，具有数学严密的逻辑性，同时具有系统仿真相关支持软件，如 eM-Plant、Witness 等，这些软件都发展得较为成熟。物流系统仿真具有高效率、低成本、高柔性、直观等优点，可以模拟未来系统的性能，为物流系统规划设计及管理人员提供决策支持。

本书定位为仿真技术入门水平，全书的布局是在第一部分先进行基础知识的讲解，以帮助刚入门的读者对物流系统仿真有一个全面的了解及掌握一些理论基础知识，为实践操作部分奠定理论基础。后两部分分别介绍了两款较为流行的仿真软件 Flexsim 和 eM-Plant 的仿真建模技术。使用本教材的教师在完成理论部分的讲解之后，可以选择一款或者两款仿真软件进行讲授。本书选用 Flexsim 和 eM-Plant 进行仿真技术的介绍，是因为这两款仿真软件在 3D 和 2D 仿真建模中较为成熟，并且掌握这两款仿真软件的使用，便可以针对大部分物流系统及其他离散系统进行建模分析。在第二部分和第三部分的软件实践操作篇中，编者首先简单介绍了各仿真软件所涉及的概念及建模思想，然后通过系统性的仿真建模过程将仿真软件中应用的各种技术和思想融合起来，从而使得在学习不同仿真软件的仿真技术的同时，也可学习其建模的步骤及方法。读者可以先学习各款软件的概念及思想，然后采取由后往前的方式进行学习，在进行系统建模学习的同时，向前查阅建模过程中遇到的问题及概念。

本书在编写过程中参考了有关学者的著作、教材与案例，刘杰、涂桂禄、何山、乐学斌、张丽娜等做了大量的资料收集与文字整理工作，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳求读者批评、指正。

编者
2011 年 6 月

目 录

第一部分 理论篇

第 1 章 物流系统概述	3	2.2.5 物流系统仿真的主要步骤	17
1.1 系统	3	2.2.6 物流系统仿真的应用领域	19
1.1.1 系统的定义	3	复习思考题	22
1.1.2 系统的特点	3	部分参考答案	23
1.1.3 系统的模式	4	第 3 章 随机数和随机变量	24
1.1.4 系统的分类	5	3.1 伪随机数的产生	24
1.2 物流系统的概念	5	3.1.1 线性同余法	24
1.3 物流系统的目标	6	3.1.2 中值平分法	25
1.4 物流系统的要素	7	3.1.3 加同余法	25
1.4.1 资源要素	7	3.2 随机变量的产生方法	25
1.4.2 功能要素	7	3.2.1 逆变换法	25
1.4.3 流动要素	7	3.2.2 卷积法	27
1.4.4 物质基础要素	8	3.2.3 合成法	27
1.4.5 支撑要素	8	3.2.4 取舍法	27
复习思考题	8	3.2.5 函数变换法	28
部分参考答案	9	3.2.6 表搜索法 (经验分布法)	28
第 2 章 仿真方法在物流系统中的应用	10	3.2.7 近似法	30
2.1 仿真方法	10	3.2.8 正态分布的直接变换法	30
2.1.1 系统模型	10	3.2.9 泊松分布的接受-拒绝法	30
2.1.2 系统仿真	10	复习思考题	31
2.1.3 仿真方法的特点	12	部分参考答案	31
2.2 物流系统仿真	12	第 4 章 仿真数据分析与模型验证	32
2.2.1 物流系统仿真意义	12	4.1 仿真输入数据分析	32
2.2.2 物流系统仿真类型分析	13	4.1.1 概述	32
2.2.3 物流系统仿真模型分析	14		
2.2.4 物流系统的仿真策略分析	16		

4.1.2 数据的收集与处理	33	4.3.5 仿真输出与实际系统观察结果的对比统计方法	59
4.1.3 数据的分布分析与假设 (分布类型识别)	34	4.3.6 系统仿真与专家系统	60
4.1.4 参数的估计	36	复习思考题	61
4.1.5 拟合优度检验	38	部分参考答案	62
4.1.6 随机变量的相关分析和回归分析	39	第5章 典型物流系统仿真软件	63
4.1.7 经验分布	41	5.1 Flexsim	63
4.2 仿真输出数据分析	42	5.2 eM-Plant	64
4.2.1 单系统仿真输出数据分析	42	5.3 其他典型物流系统仿真软件	66
4.2.2 多系统仿真输出分析	45	5.3.1 Witness	66
4.2.3 仿真结果的方差缩减技术	50	5.3.2 AutoMod	67
4.3 仿真模型的验证与分析	52	5.3.3 RaLC	67
4.3.1 模型的验证与确认	52	5.3.4 Arena	68
4.3.2 模型确认与模型验证的概念	53	5.3.5 Quest	68
4.3.3 常用 V&V 方法的类型	55	5.3.6 Extend	69
4.3.4 V&V 作用于建模与仿真全生命周期	57	5.3.7 ProModel	69
		5.3.8 Vensim	69
		5.4 仿真软件的选择	70
		复习思考题	71
		部分参考答案	71

第二部分 Flexsim 篇

第6章 Flexsim 软件的基本概念	75	部分参考答案	93
6.1 Flexism 软件的层次结构	75	第7章 Flexsim 软件的基本应用及建模步骤	94
6.1.1 面向对象思想	75	7.1 菜单功能介绍	94
6.1.2 软件层次结构	76	7.1.1 File 菜单	94
6.1.3 树和节点	77	7.1.2 Edit 菜单	96
6.1.4 实体与临时实体	78	7.1.3 View 菜单	97
6.2 实体库	78	7.1.4 Execute 菜单	99
6.2.1 固定实体	78	7.1.5 Stats 菜单	100
6.2.2 移动实体	82	7.1.6 Tools 菜单	101
6.2.3 其他实体	84	7.1.7 Presentation 菜单	102
6.2.4 实体属性和参数	86	7.1.8 Window 菜单	102
6.3 端口	91		
复习思考题	92		

7.1.9 Help 菜单	103	实例分析	135
7.2 工具条功能介绍	103	8.5 基本建模函数	138
7.2.1 工具条	103	8.5.1 常用命令的快捷参考	138
7.2.2 仿真运行控制面板	104	8.5.2 高级函数	141
7.3 基于 Flexsim 建模的基本步骤	105	复习思考题	142
复习思考题	106	部分参考答案	143
部分参考答案	107		
第 8 章 Flexsim 二次开发的关键技术	108	第 9 章 基于 Flexsim 软件的物流仓储系统仿真实例	144
8.1 任务序列技术	108	9.1 基于 Flexsim 的自动化立体仓库系统仿真建模与分析	144
8.1.1 任务序列的概述	108	9.1.1 自动化立体仓库子系统的简单模型	144
8.1.2 定制创建简单任务序列	109	9.1.2 堆垛机复合作业方式的实现	151
8.1.3 Changetask 技术	110	9.1.3 货架的二次开发	156
8.1.4 协同任务序列技术	112	9.2 基于 Flexsim 自动分拣系统仿真建模与分析	162
8.1.5 任务类型	113	9.2.1 货物分拣和打包模块仿真模型	162
8.2 设施设备定制化与运动学实现开发	114	9.2.2 机器人码盘应用模块	164
8.2.1 虚拟现实 3D 模型制作与导入	114	9.3 基于 Flexsim 的 DPS 自动拣货系统仿真建模与分析	170
8.2.2 设备参数化定制	119	9.3.1 DPS 自动拣货系统仿真模型	170
8.2.3 设备集成与运动分析	120	9.3.2 DPS 自动拣货系统的二次开发	176
8.2.4 设备运动的运动学实现	121	9.4 基于 Flexsim 的其他自动化系统仿真建模与分析	181
8.2.5 运动学函数	124	9.4.1 基于 Flexsim 的 AGV 运输系统仿真建模与分析	181
8.3 图形用户界面	129	9.4.2 基于 Flexsim 的自动输送系统仿真建模与分析	184
8.3.1 图形用户界面概述	129		
8.3.2 建立一个简单的 GUI	129		
8.4 基于 ExpertFit 的数据建模技术	135		
8.4.1 数据建模技术方法	135		
8.4.2 基于 ExpertFit 的数据建模技术	135		

第三部分 eM-Plant 篇

第 10 章 eM-Plant 初步	193	10.1 eM-Plant 工作界面介绍	193
---------------------------------	------------	----------------------------	-----

10.2 eM-Plant 功能菜单功能介绍	194	12.2.2 预定义函数介绍	247
10.3 eM-Plant 对象库菜单及功能介绍	196	12.2.3 控制语句	248
10.4 eM-Plant 建模窗口菜单及功能介绍	197	12.3 Method 对象	254
复习思考题	200	12.3.1 Method 对象介绍	254
部分参考答案	201	12.3.2 Method 的语法	254
		12.3.3 Method 的运行与调试	255
		复习思考题	257
		部分参考答案	258
第 11 章 eM-Plant 概念及对象介绍	202	第 13 章 仿真建模综合案例——桌子加 工厂	259
11.1 eM-Plant 中对象的概念及其分类	202	13.1 eM-Plant 基础对象的应用	259
11.1.1 对象与继承	202	13.1.1 准备移动对象	259
11.1.2 eM-Plant 对象分类及其应用	203	13.1.2 基础物流对象的使用与设置 ——简单流程模型	262
11.2 eM-Plant 常用对象介绍	204	13.1.3 客户定制参数及 Method 和 Variable 对象的使用——货物 质量属性设置	266
11.2.1 移动对象	205	13.1.4 综合应用——货物的回流 处理	269
11.2.2 物流对象	207	13.2 eM-Plant 对象的高级应用	272
11.2.3 信息流对象	223	13.2.1 层次结构及其图形化的实 现——细化模型	272
11.2.4 用户交互接口对象	230	13.2.2 Container 对象的应用——桌 腿组装实现	279
11.3 eM-Plant 层次结构建模介绍	234	13.2.3 ShiftCalendar 对象和 Trigger 对象的使用——工作排班的 实现	290
11.3.1 层次结构建模的概念	234	13.3 eM-Plant 用户交互应用	299
11.3.2 层次结构的实现	235	13.3.1 数据表类对象的使用——生 产信息搜集的实现	299
11.3.3 层次结构的动画显示	237	13.3.2 图形及数据显示类对象的 应用——数据显示的实现	305
复习思考题	240	13.3.3 Dialog 对象的使用——用户交 互的实现	309
部分参考答案	241		
第 12 章 SimTalk 语言	242	参考文献	315
12.1 SimTalk 基础	242		
12.1.1 SimTalk 语言简介	242		
12.1.2 命名规则、名称空间和访问 路径	243		
12.1.3 匿名指代符	244		
12.2 SimTalk 编程初步	245		
12.2.1 数据类型及其运算转换	245		

第一部分

理论篇



开篇案例

近年来，伴随着国内经济持续增长，人们的收入和生活水平大大提高。同时，对金融服务的需求呈几何级数增长。尽管各家银行不断进行网点扩张和服务功能优化，但还是无法满足民众日益增长的金融服务需求。更由于大众对金融服务需求具有相当的趋同性，导致一般性的金融服务供不应求。银行大厅在人们的记忆中永远是熙熙攘攘。其实，即使在金融服务比较成熟发达的地区，银行排队问题仍然存在。作为深受排队之苦的顾客，对银行服务满意度降至冰点。如何大幅提高银行的管理水平和服务水平，有效地缓解排队等待问题，已经成为国内银行业的一个难题。

对于银行的排队问题，一些学者进行了研究，提出了很多独特的见解。但是究竟是采用先来先服务呢，还是个别客户特殊对待呢，一个客户的排队等待时间要控制在什么范围内呢，怎样找到一个最佳的平衡点，成为银行抉择的一个重要的问题。然而，我们不能把客户当成实验品，也不可能一下子找到这么多的员工来模拟现实的情况。这时候，系统仿真就成为最有效的分析工具。通过收集、处理和分析有关信息，拟订多个决策方案。通过计算机建模、仿真现实系统，可以对决策方案进行多次运行，按照既定的目标对不同的决策方案进行比较，从中选择最优方案。

由此可见，仿真不仅仅在物流、制造业中显现出强大的作用，还深入到生活的方方面面，成为解决现实问题的辅助工具，所以对于仿真的学习显得更加的必要。在第一部分中，先来学习一些基础理论知识，在此基础上建立一个物流系统的概念，了解仿真方法在物流系统中的应用，学会分析仿真数据和对模型的验证。

物流系统概述

本章学习目标：

- 了解物流定义、特征、模型及分类；
- 理解物流系统的概念和目标；
- 掌握物流的五大要素。

1.1 系 统

1.1.1 系统的定义

“系统”一词最早可以追溯到古希腊德谟克里特的著作《世界系统大全》，此书把系统定义为“任何事物都是在联系中显现出来的，都是在系统中存在的，系统联系规定每一个事物，而每一个联系又能反映系统联系的总貌”。系统论的创立者贝塔朗菲也同样把系统定义为“相互作用的要素的综合体”。

目前比较被认可的系统的定义为：系统是为了达到某种目的而将有相互作用、相互关系的若干要素结合起来的具有特定功能的有机整体。根据自然辩证法的观点来看，自然本身就是系统，系统是绝对的。现实生活中很多问题都可以看做是系统，而非系统是相对的。比如：天气系统，物流系统、配送系统，山川河流系统等。

1.1.2 系统的特点

根据系统定义可知，系统是具有特定功能的不同要素的综合体。那么，要理解系统的特征就可以根据定义，从系统具有的特定功能和不同要素的结构两个角度进行分析论述。

1. 系统的结构特点

从结构角度分析，系统具有以下六个特征。

(1) 多单元、多要素。一般情况下，系统都是可分的，那么系统应该是由两个或两个以上的单元或者要素构成的，这样才能达到可分的性质。

(2) 单元之间相互区别又相互联系。系统中的单元在构成系统时，部分单元具有的功能会被屏蔽，但是整个系统会凸显出单元简单加和所没有的功能，这就体现了单元之间是可

以相互区分的，但又统一于一个整体之中。

(3) 具有特定功能。系统和系统之间是相互区别的，这都是由系统的特有的功能所决定的，但是从系统的观点来看，系统的功能是由系统内部单元的结构所决定的。

(4) 有机的结合体。虽然系统是由多个单元或要素构成的，但并不是这些要素的简单加和，而是根据结构有机地结合在一起，凸显出新的性质。

(5) 既是系统的集合体，又是系统的构成要素。任何一个系统都处于更大的系统之中，同时该系统向下又可以分成更小的系统。

(6) 都有一个环境。在特征(5)中提到任何一个系统都处于一个更大的系统之中，换言之就是，这个更大的系统就是本系统所处的环境。系统的外部环境是系统生成和正常运行的条件，没有这个环境条件，系统就不能生存和正常运行。

2. 系统的功能特点

从功能角度进行分析，系统具有整体性、相关性、目的性和环境适应性四个特征。

(1) 整体性。根据系统的多单元、多元素和有机的结合体的结构特点可知，系统是一个有序、有效率的整体，并不是所有构成要素的简单加和，而是具有整体性，具有单个单元所不具有的整体性质，追求系统的效益最大化。

(2) 相关性。系统中的多要素是根据整体的需求（即一定的关系）结合在一起的，不是随机的、杂乱无章的。这些关系主要表现在：单元之间的关系、系统层次之间的关系、单元与系统之间的关系、系统与外部环境的关系。

(3) 目的性。任何一个系统都是为了解决一定的问题而存在的，也就是带有一定的目的性。这也是系统之间相互区别的主要标志。系统都是为了完成系统的功能、实现系统的目标而建立和运行的。

(4) 环境适应性。任何系统都处在一个更大的系统之中，也就是环境。不管系统愿不愿意都要与环境进行交互，这是系统得以生存和运行的前提条件。系统的进化也要以系统和环境的交互为前提。但是系统不只是被动地去适应环境，而是通过系统本身对周围的环境进行影响和改造，使之更加适合系统的发展。

1.1.3 系统的模式

从系统本身来看，系统主要由系统处理、系统输入和系统输出三个基本组成部分，即系统的三要素构成。这是在准确把握一个系统时所必须考虑的三个因素。在昭家俊和于宝琴编著的《现代物流配送管理》中勾勒出了系统的模式，如图1-1所示。

从图1-1中可知，系统的模式由两部分构成：一部分是系统本身，即系统处理，它是一个等级层次结构，一个有机结合体，承担着特定的功能，即将环境对它的输入转化为它对环境的输出，同时受到环境的制约。另一部分是系统所处的环境。环境对于系统的作用包括对系统的直接输入和间接输入。直接输入是系统的处理对象，而间接输入是系统运行时运行的条件和约束条件。这些输入中，有形的物资用实线表示，无形的信息用虚线表示。信息的输入和输出往往是双向的，因此用双向箭头来表示。系统和环境有一个清晰的交界。而环境，从绝对意义上讲可以说是无限的，没有一个清晰的边界，但是为了说明问题区间，设想有一个虚拟边界，或者模糊边界，为了界定系统的边界，方便研究系统，所以用虚线表示。

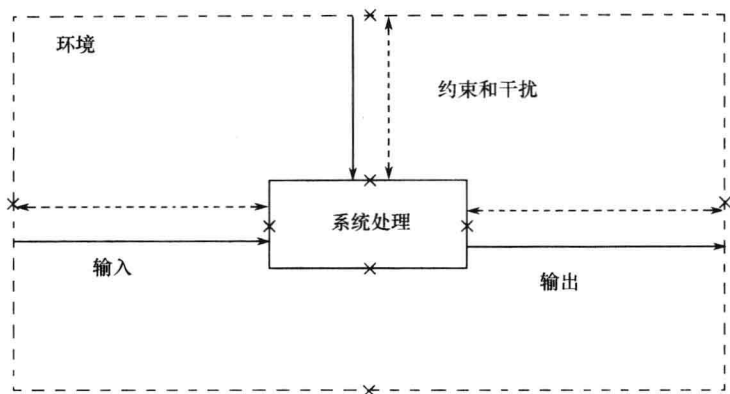


图 1-1 系统模型

1.1.4 系统的分类

按照不同的特征可以将系统分为不同种的类别，下面介绍几种典型的分类方式。

(1) 按照系统的形成方式可分为自然系统和人工系统。这种分类方式主要取决于系统形成的主体，一个是自然界，而另一个则是人类自身对自然界的改造或是人类创造的系统。

(2) 按照系统的实体性质可分为实体系统和概念系统。这种分类方式关键在于系统的实体性质，简单地说就是可见性，如计算机系统就是真实可见的，而网络系统就是虚拟的，需要借助一定的实体才能体现出来。

(3) 按照系统的运行性质可分为静态系统和动态系统。这种分类方式最主要的是观察系统是否处于不断变化中。

(4) 按照系统与环境的关系可分为开环系统和闭环系统。这种分类方式关键在于系统与外部环境的交互性，系统是否与外部环境存在资源、信息等交互。

(5) 按照系统的变化特性可分为连续系统和离散系统。这种分类方式是区分系统变化的驱动因素，连续型系统的驱动一般是随时间连续变化的，而离散型系统的驱动因素一般为离散分布的事件。

(6) 按照系统的确定性可分为确定型系统和随机型系统，这主要取决于系统中是否含有随机因素。

1.2 物流系统的概念

物流系统是在一定的环境下，由最基本的物流系统（包装、装卸、运输、存储、加工和信息处理等）中既相互区别又相互联系的多个单元结合而成的有机体。其以物资为工作对象，以完成物资实体流动为目的，这也是物流系统与其他系统的区别所在。

人们认识的传统物流只是流通和制造过程的附属品，其基本的任务只是完成商品流通或制作过程中物料的物理位置的转移，以此确保流通或生产制造过程的正常进行。而这并不是立足于物流整个大系统的，往往导致各个单元的相互分散和孤立。现代物流系统是一个多因

素、多目标的复杂系统，追求的是整体最优化。其系统化和综合化越来越受到重视，物流系统往往具有以下特点。

(1) 复杂性。物流系统的复杂性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，如：客户的需求是随机的。而各个实体主动改变自己的内部或外部结构，以适应环境的变化，从而呈现出物流系统的非线性性。

(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。

(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，从而根据不确定的环境和需求影响因素的变化，作出快速动态的调整。现代物流系统通常是一个动态变化的系统，处于动态平衡状态。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。

1.3 物流系统的目标

物流系统的根本目标是实现物质实体的时间转移和空间转移，分别由存储和运输来完成。为了辅助储运功能的实现，物流系统还包括包装、装卸搬运、流通加工、配送和信息处理等。

物流活动中包含了很多要素，这些要素能否合理衔接并取得最佳的经济效益，关键在于它们是否在一个共同的目标下经过权衡和协调达到较优的配合，组成一个科学合理的物流系统，从而达到系统整体最优。物流系统作为一个多目标的系统，通常实现五个最基本的目标，即物流系统的5S：服务（Service）、及时（Speed）、空间节约（Space saving）、规模优化（Scale optimization）和库存调节（Stock control）。

(1) 服务目标。物流系统具体地连接着生产与再生产、生产与消费，因此要求有很强的服务性。物流系统采取送货、配送等形式，就是其服务性的体现。在技术方面，近年来出现的准时供货方式、柔性供货方式等，也是其服务性的重要表现。

(2) 快速、及时目标。及时性不但是服务性的延伸，也是流通对物流提出的要求。快速、及时既是一个传统目标，又是一个现代目标。随着社会化大生产的发展，这一要求更加强烈。在物流领域采取直达物流、联合物流等管理技术就是这一目标的具体体现。

(3) 节约目标。节约是经济领域的重要规律，在物流领域中除流通时间的节约外，还可以降低投入，所以通过节约来降低投入，是提高相对产出的重要手段。

(4) 规模优化目标。以物流规模作为物流系统的目标，是指以此来追求规模效益。在物流领域以分散或集中等不同方式建立物流系统，研究物流集约化程度，就是规模优化这一目标的具体体现。

(5) 库存调节目标。库存调节是服务性的延伸，也涉及物流系统本身的效益。在物流领域中正确确定库存方式、库存数量、库存结构就是这一目标的具体体现。

物流系统的五个目标之间存在矛盾，尤其是降低成本和提高服务这两方面，所以需要进行权衡，及时将物流系统的目标确定下来。物流系统的作用就是采用系统的思想和处理方法来协调这些冲突的目标，制定一个物流系统的统一目标，最终实现整个物流系统的协调和优化。

1.4 物流系统的要素

物流系统是由各个物流要素所组成的，要素之间存在着的各种有机联系，使得物流系统具有总体合理功能。在王红卫等编著的《物流系统仿真》一书中介绍的物流系统要素包括资源、功能、流动、物质基础和支撑五个方面。

1.4.1 资源要素

物流系统的资源要素包括人的要素、资金的要素、物的要素和其他要素四个方面。

(1) 人的要素。人的要素是资源要素中的核心要素。提高供应商、仓储商、承运商等人员的素质，是建立一个合理的物流系统并使之有效运转的根本。

(2) 资金的要素。对于物流系统来说，主要体现为降低物流成本、提高经济效益等内容。它是物流系统设计与管理的出发点，也是物流系统设计和管理的归宿点。

(3) 物的要素。它既包括物流系统的劳动对象，又包括劳动工具。在物流系统中，物的管理贯穿于物流活动的始终并涉及物流活动的诸要素，如：物的运输、存储、包装和流通加工等。

(4) 其他要素。它主要包括为了完成物流过程所需要的管理技术和信息资源等要素。管理技术是指各种物流技术的研究与推广普及、物流科学研究工作的组织与开展。信息资源是物流系统的神经中枢，只有做到有效地处理信息即传输物流信息，才能对系统内部的人、财、物、方法等要素进行更有效的管理。

1.4.2 功能要素

物流系统的功能要素是指物流系统的七大功能，即仓储、运输、包装、装卸搬运、流通加工、配送和信息处理。

各个功能要素具体包括的内容如下。

仓储功能要素主要包括堆存、保管、保养、维护等工作；运输功能要素体现在运输方式上，主要包括供应及销售物流中的车、船、飞机等运输方式及生产物流中的管道、传送带等运输方式；包装功能要素包括产品的出厂包装、生产过程中的在制品、半成品的包装及在物流过程中换装、分装、再包装等活动；装卸搬运功能要素包括对输送、保管、包装、流通加工等物流活动进行衔接的活动，以及在保管等活动中为进行检查、维护、保养所进行的活动，伴随着装卸活动而产生；流通加工功能要素，是指物品在生产地到使用地的过程中，根据需要施加的包装、分割、计量、分拣、刷标签、组装等简单作业；配送功能要素包括物流进入最终阶段后，以配货、送货形式最终完成社会物流并最终实现资源配置的活动；信息系统功能要素包括对物流系统起到融会贯通作用的活动。

上述的七个功能要素中，运输及仓储分别解决了供给者与需求者之间场所和时间的分离，同时分别是物流创造空间效用和时间效用的主要功能要素，因而在物流系统中处于主要功能要素的地位。

1.4.3 流动要素

本书主要是按照构成物流系统的“流”的性质来分析流动的要素。物流系统的构成要

素包括流体、载体、流向、流量、流程、流速六要素。

流体，物流的对象，即物流中的物，一般指物质实体。载体，指流体流动时所依托的设施和设备，如：运输设备、输送设备等。载体是物流活动得以完成的物质基础。流向，指流体从起点到终点的流通方向，包括正向和反向。流量，通过载体的流体在一定流向上的数量表现，是流体多少的反映。流程，通过载体的流体在一定流向上行驶路径的数量表现，通常表现为物流经过的路径的长短，直接影响物流的成本和效益。流速，单位时间流体转移的空间距离大小，反映流体转移速度的大小。

流体、载体、流向、流量、流程和流速这六要素在任何物流系统中都存在，它们之间有极强的内在联系。如：流体的自然属性决定了载体的类型和规模，流体的社会属性决定了流向和流量，而载体的状况对流体的自然属性和社会属性均会产生影响。物流六要素横跨整个供应链，存在于原材料采购、制造、销售、消费、废弃物回收等所有物流环节中，也存在于运输、存储、包装、装卸、流通加工、物流信息等各种物流活动中，存在于公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输及管道运输等各种运输系统中。

因此，分析物流六要素可以帮助人们更好地认识物流系统。从“流”的角度看，任何一个具体的物流业务都可以看做是这六要素的结合。这种分类抽象弱化了物流的具体特征，有助于把握物流的一般性质，从而可以研究出优化这种“一般物流”的方法和技术。

1.4.4 物质基础要素

现代物流系统的建设和运行，需要投入大量的基础设施和技术装备，这些设施和技术装备在很大程度上决定现代物流系统运行的成败。因此，对物质基础要素要有一个充分的认识，下面是物流系统的物质基础要素的主要内容。

(1) 物流基础设施。它是组织现代物流系统运行的基础物质条件，包括物流站、站场、港口、物流中心、配送中心、物流线路等基础设施。

(2) 物流系统设备。物流系统设备又可分为物流装备、物流工具和信息及网络设备三大类。物流装备是保证现代物流系统得以存在和维系的前提和基础，包括仓库货架、进出库设备、加工设备、运输设备、装卸机械等；物流工具是现代物流系统运行的物质条件，包括包装工具、维护保养工具、办公室设备等；信息及网络设备是掌握和传递物流信息的手段，根据所需信息水平不同，包括通信设备及路线、计算机网络设备。

1.4.5 支撑要素

物流系统是一个综合性的系统，其功能的实现需要许多要素来支撑。尤其是物流系统处于复杂的社会经济系统中，要实现其综合性功能，还必须协调与其他系统的关系，因此这些支撑要素是必不可少的。这些支撑要素构成了物流系统运行支撑的环境。物流系统的支撑要素主要包括：体制和制度、法律和法规和物流标准化体系三个方面。

复习思考题

一、名词解释

物流 系统 物流系统 流体 载体 流速

二、填空题

1. 物流系统的_____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。
2. 物流系统的根本目标是实现物质实体的_____和_____, 分别由存储和运输来完成的。
3. 物流系统作为一个多目标的系统, 通常实现的五个最基本的目标, 即物流系统的5S: _____、_____、_____、_____和_____。
4. 物流系统的构成要素包括_____, _____、_____, _____、_____, _____、_____六要素。
5. 物流系统的支撑要素主要包括: _____、_____和_____三个方面。

三、选择题

1. 下面子系统不属于物流系统的是()。
 - A. 仓储
 - B. 运输
 - C. 制造
 - D. 包装
2. 现代物流系统是一个多因素、多目标的复杂系统, 物流系统具有很多特点, 以下不属于其特点的是()。
 - A. 复杂性
 - B. 动态性
 - C. 多样性
 - D. 分散性
3. 物流系统的资源要素不包括()。
 - A. 人的要素
 - B. 物的要素
 - C. 资金的要素
 - D. 信息技术
4. 物流系统是由()个物流要素所组成, 要素之间存在着各种有机联系。
 - A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5
5. 对于物流系统来说, 支撑要素是必不可少的。这些支撑要素构成了物流系统运行支撑的环境, 下面不属于支撑要素的是()。
 - A. 体制和制度
 - B. 物流设备
 - C. 物流标准化体系
 - D. 法律和法规

四、简答题

1. 简述物流系统的目标。
2. 简述物流系统的功能要素及它们之间的关系。
3. 物流系统的物质基础主要包括哪些?
4. 物流系统为什么需要支撑要素?


部分参考答案

- 二、 1. 复杂性
2. 时间转移 空间转移
3. 服务 (Service) 及时 (Speed) 空间节约 (Space saving) 规模化 (Scale optimization) 库存调节 (Stock control)。
4. 流体 载体 流向 流量 流程 流速
5. 体制和制度 法律和法规 物流标准化体系
- 三、 1. C 2. D 3. D 4. D 5. B