



普通高等教育「十一五」国家级规划教材

高等学校物流类专业主要课程教材



# 物流系统工程

(第二版)

王 转 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育「十五」国家级规划教材



高等学校物流类专业主要课程教材

# 物流系统工程

(第二版)



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容简介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书是在第一版的基础上,对内容体系进行了优化。全书分为四个层次,第1章至第3章阐述物流系统工程的基本原理、建模和分析方法;第4章至第8章以物流系统的各种典型环节为主线,阐述物流系统需求分析、目标决策、网络优化、输配送规划和库存决策的原理、方法和应用;第9章介绍物流系统动力学原理;第10章阐述物流系统评价方法及应用。

本书注重实例及案例分析,在每章均配有案例和复习题。

本书可作为物流管理、物流工程、管理科学与工程、工业工程等专业本科生和研究生的教材,亦可作为物流科技人员、管理人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

物流系统工程 / 王转主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2010.12

ISBN 978 -7 -04 -030551 -7

I. ①物… II. ①王… III. ①物流-系统工程-高等学校-教材 IV. ①T252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 208695 号

策划编辑	曾飞华	责任编辑	王文颖	封面设计	于涛
责任绘图	尹莉	版式设计	张岚	责任校对	俞声佳
责任印制	张泽业				

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 三河市华润印刷有限公司

开 本 787×960 1/16  
印 张 23.25  
字 数 430 000

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>  
版 次 2004年7月第1版  
2010年12月第2版  
印 次 2010年12月第1次印刷  
定 价 34.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究  
物料号 30551-00

## 第二版前言

随着全球竞争环境和客户个性化需求的变化,先进高效的物流系统越来越成为增强企业竞争力的核心要素。构建现代化的物流系统需要系统工程理论和技术方法的支持。

物流系统工程以物流系统为研究对象,将系统工程的基本理论和方法应用于物流领域,从物流系统整体出发,把物流和信息流融为一体,看做一个系统,把生产、流通和消费全过程看做一个整体,运用系统工程的理论和方法进行物流系统的规划、管理和控制,选择最优方案,以最低的物流费用、高的物流效率、好的客户服务,完成以提高社会效益和经济效益为目的的综合性组织管理活动。

本书系统地介绍了物流系统工程的基本概念、原理和方法,详细介绍了各类物流系统决策中常用的系统分析、优化和评价方法,并以物流系统的各典型子系统为主线,系统阐述了各类典型物流系统的构成、系统分析、系统规划和系统控制的方法。

本书是在第一版的基础上,对内容体系进行了优化,在每章增加了典型案例分析、小结、关键名词和复习题等。

全书共分10章。第1章介绍物流系统的基本概念以及物流系统工程的结构和原理;第2章介绍物流系统分析步骤和模型化的基本原理和实现方法;第3章介绍各种典型物流系统规划和优化模型;第4章介绍物流系统需求分析的内容和需求预测的方法,并详细介绍区域物流需求分析和节点物流需求分析的方法;第5章介绍物流系统目标决策的原理和方法,并详细阐述企业物流系统的目标体系及服务水平决策方法;第6章以物流网络为研究对象,介绍物流网络的布局、规划与优化方法;第7章以输配送系统为研究对象,阐述运输路线优化、行车路线和时刻表规划和配送路线的优化等典型问题;第8章以库存系统为研究对象,阐述库存控制系统以及供应链库存控制系统的特点和控制策略。第9章介绍物流系统动力学原理、动力学仿真方法及应用;第10章介绍物流系统的评价体系和评价方法以及在配送中心系统评价的应用。

全书共分10章,其中第7章和第9章由程国全编写;第3章和第8章由冯爱兰编写;第4章的4.1节和4.2节为张庆华编写;其余由王转编写。全书由王转进行统稿。另外,谭颖、尹迎、高树城等参与了部分章节的资料整理工作,在此表示感谢。

本书可作为物流管理、物流工程、管理科学与工程、工业工程等专业本科生和研究生的教材，亦可作为物流科技人员、管理人员的参考书。

由于时间仓促，书中难免存在错误和不足，希望广大读者提出宝贵意见。

编者

2010年3月

# 第一版前言

随着全球竞争环境和客户个性化需求的变化,先进高效的物流系统越来越成为企业增强自身竞争力的核心要素。构建现代化的物流系统需要系统工程的理论和技术方法的支持。系统工程以系统为对象,研究系统的规划、组织、协调和控制的原理和方法。系统工程在我国建设事业、生产管理、商业经营、资源利用、环境保护、经济体制改革和科学研究等诸多领域均已取得了显著成效,其重要作用已被人们广泛认识和接受。

物流系统工程以物流系统为研究对象,将系统工程的基本理论和方法应用于物流领域,从物流系统的整体观念出发,研究各个子系统和各组成因素之间的关系,寻找系统的最佳方案,使物流系统总体效果达到最佳。

本书系统介绍了物流系统工程的基本概念、原理和方法,详细介绍了物流系统决策中常用的各类系统分析、优化和评价方法,并以各典型物流系统为主线,系统阐述了各典型物流系统的构成、系统分析、系统规划和系统控制的方法。主要包括物流目标决策、物流网络系统、仓储系统、运输系统、配送系统、库存控制系统和物流信息系统等。

为了增强对该书内容的理解,本书同时配备了典型物流系统案例光盘,内容包括:各章学习目标和学习要点、例题解析、分析工具的运用和相关案例的介绍,各类典型物流系统——物流作业系统、物料搬运系统、自动仓储系统、自动分拣系统、配送中心系统的多媒体演示,便于读者更好地理解各物流系统工程的特点。另外,该光盘还提供了阅读导向和物流相关知识等方面的内容,为读者构建了一个深入学习、扩展物流理论和知识的基础平台。

本书顾问为北京科技大学吴清一教授,他对本书的编写提出了许多建设性的意见和建议。全书共分9章,其中第1、3、4、5、7章由王转编写;第6、9章由程国全编写;第2、8章由冯爱兰编写。全书由王转统稿。王敏丽、令狐克志参与了部分章节的资料整理工作,特此表示感谢。

本书可作为物流管理、物流工程、管理科学与工程、工业工程等专业本科生和研究生的教材,亦可用作物流科技人员、管理人员的参考书。

由于时间仓促,书中必还存在错误和不足,希望广大读者提出宝贵意见。

编者

2004年3月

# 目 录

<b>第 1 章 物流系统工程概论</b> .....	1
1.1 系统与系统工程 .....	1
1.2 物流系统 .....	13
1.3 物流系统工程 .....	21
1.4 案例:神龙公司物流系统 .....	26
1.5 本章小结 .....	32
1.6 关键名词 .....	32
1.7 复习题 .....	32
<b>第 2 章 物流系统分析与建模</b> .....	33
2.1 物流系统分析概述 .....	33
2.2 物流系统模型化 .....	40
2.3 物流系统结构模型化原理 .....	46
2.4 基于 Petri 网的物流系统结构建模方法 .....	53
2.5 案例:基于 Petri 网的生产物流系统建模 .....	58
2.6 本章小结 .....	62
2.7 关键名词 .....	62
2.8 复习题 .....	62
<b>第 3 章 物流系统分析方法</b> .....	63
3.1 数学规划方法 .....	63
3.2 系统模拟方法 .....	92
3.3 系统评价方法 .....	103
3.4 系统决策方法 .....	115
3.5 案例:市政工程项目决策问题的层次分析法应用 .....	126
3.6 本章小结 .....	129
3.7 关键名词 .....	129
3.8 复习题 .....	129

<b>第 4 章 物流系统需求分析与预测</b> .....	131
4.1 物流系统需求分析.....	131
4.2 物流需求预测方法.....	143
4.3 区域物流需求预测.....	150
4.4 物流节点有效需求预测.....	160
4.5 案例:某物流节点有效需求预测 .....	164
4.6 本章小结.....	169
4.7 关键名词.....	170
4.8 复习题.....	170
<b>第 5 章 物流系统目标优化与决策</b> .....	171
5.1 物流目标系统化原理.....	171
5.2 物流目标系统化方法.....	180
5.3 物流服务水平决策.....	187
5.4 案例:博登食品公司物流成本分析 .....	199
5.5 本章小结.....	201
5.6 关键名词.....	202
5.7 复习题.....	202
<b>第 6 章 物流网络系统优化与决策</b> .....	203
6.1 物流网络概述.....	203
6.2 物流网络布局与优化.....	211
6.3 物流网络优化方法及应用.....	221
6.4 案例:南方酒业公司 .....	234
6.5 本章小结.....	236
6.6 关键名词.....	237
6.7 复习题.....	237
<b>第 7 章 输配送系统分析与决策</b> .....	238
7.1 输配送系统概述.....	238
7.2 运输路线优化.....	245
7.3 行车路线和时刻表的制定.....	250
7.4 配送路线的优化.....	256



7.5	案例:奥利安食品有限公司 .....	264
7.6	本章小结 .....	268
7.7	关键名词 .....	269
7.8	复习题 .....	269
<b>第 8 章 库存控制与决策 .....</b>		<b>270</b>
8.1	库存管理的基本概念 .....	270
8.2	库存控制系统 .....	277
8.3	供应链库存管理策略 .....	291
8.4	案例:绿风电动车行的库存控制 .....	300
8.5	本章小结 .....	303
8.6	关键名词 .....	304
8.7	复习题 .....	304
<b>第 9 章 物流系统动力学与仿真 .....</b>		<b>305</b>
9.1	系统动力学概述 .....	305
9.2	系统动力学建模原理与方法 .....	309
9.3	物流系统动力学分析 .....	315
9.4	物流系统动力学仿真 .....	322
9.5	本章小结 .....	328
9.6	关键名词 .....	329
9.7	复习题 .....	329
<b>第 10 章 物流系统评价 .....</b>		<b>330</b>
10.1	物流系统评价概述 .....	330
10.2	物流系统评价指标体系的确定 .....	332
10.3	物流系统的评价方法及其应用 .....	339
10.4	配送中心的综合评价 .....	346
10.5	本章小结 .....	356
10.6	关键名词 .....	356
10.7	复习题 .....	357
<b>参考文献 .....</b>		<b>358</b>

# 第 1 章 物流系统工程概论

## 引言

在自然界和人类社会中,任何事物都是以系统的形式存在的。系统工程是用科学的方法组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用,规划和组织人力、物力、财力,通过最优途径的选择,使我们的工作在一定期限内收到最合理、最经济、最有效的成果。

物流系统是指在一定的时间和空间里,由所需位移的物资、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要素所构成的具有特定功能的有机整体,物流系统的目的是实现物资的空间效益和时间效益,在保证社会再生产顺利进行的前提条件下,实现各种物流环节的合理衔接,并取得最佳的经济效益。物流系统是社会经济大系统的一个子系统或组成部分。物流系统具有规模庞大、结构复杂、目标众多等大系统所具有的特征。

本章将系统介绍系统与系统工程的基本概念、物流系统的要素和系统框架,并系统介绍物流系统工程的程序和分析技术。

## 学习目标

- 了解系统和系统的概念
- 掌握物流系统的概念、特点和模式
- 掌握物流系统工程的结构和技术方法

## 1.1 系统与系统工程

### 1.1.1 系统

#### 1. 系统的定义

“系统”这个词来源于古希腊语 system,有“共同”和“给以位置”的含义。

系统思想古已有之,但是将系统作为一个重要的科学概念予以研究,则是由

奥地利理论生物学家冯·贝塔朗菲(Ludwing Von Bertalanffy)于1937年第一次提出来的,他认为系统是“相互作用的诸要素的综合体”。到目前为止,系统的确切定义依照学科不同、使用方法不同和所要解决的问题不同而有所区别。我国系统科学界对系统的通用定义是:

系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的,具有特定功能的有机整体,而且这个整体又是它从属的更大的系统的组成部分。换句话说,系统是同类或相关事物按一定的内在联系组成的整体。相对于环境而言,系统具有一定目的和一定功能,并相对独立。

简单地讲,系统是由两个以上相互区别或相互作用的单元有机地结合起来,完成某一功能的综合体。每一个单元也可以称为一个子系统。系统与系统的关系是相对的,一个系统可能是另一个更大系统的组成部分;而一个子系统也可以继续分成更小的系统。在现实中,一个机组、一家工厂、一个部门、一项计划、一个研究项目、一套制度都可以看成一个系统。由定义可知,系统的形成应具备下列条件:

- ① 由两个或两个以上要素组成。
- ② 各要素间相互联系,使系统保持相对稳定。
- ③ 系统具有一定的结构,保持系统的有序性可使系统具有特定的功能。

在日常生活中,人们对系统这个词并不陌生,自然界和人类社会中的很多事物都可以看做系统,如一个工厂可以看做由各个车间、科室、后勤部门等构成的系统;一部交响乐也可以看做由多个乐章构成的系统。系统是有层次的,大系统中包含着小系统,如在自然界中,宇宙是一个系统,银河系又是一个从属于宇宙的系统,是宇宙的子系统,而太阳系又是从属于银河系的一个子系统,再往下,地球又是太阳系的一个子系统等。大系统有大系统的特定规律,小系统不仅要从属于大系统,服从大系统的规律,而且本身又有自己的特定规律性,这是自然科学、社会科学普遍存在的带有规律性的现象。

## 2. 系统的特征

系统应当具备四个基本特征:

### (1) 整体性

系统是由两个以上有一定区别又有一定相关的要素所组成的,系统的整体性主要表现为系统的整体功能。系统的整体功能不是各组成要素的简单叠加,而是呈现出各组成要素所没有的新功能,概括地表述为“整体大于部分之和”。

### (2) 相关性

各要素组成了系统,是因为它们之间存在相互联系、相互作用、相互影响的关系。这个关系不是简单的加和,即 $1+1 \neq 2$ ,它有可能是互相增强,也有可能是互相减弱。有效的系统中,各要素之间互补增强,使系统保持稳定,具有生命力。要做到这一点,系统必须有一定的有序结构。

### (3) 目的性

系统具有能使各个要素集合在一起的共同目的,而且人造系统通常具有多重目的。例如企业的经营管理系统,在限定的资源和现有职能机构的配合下,它的目的就是为了完成或超额完成生产经营计划,实现规定的质量、品种、成本、利润等指标。

### (4) 环境适应性

环境是指出现于系统以外的事物(物质、能量、信息)的总称,相对于系统而言,环境是一个更高级的复杂的系统。所以系统时时刻刻存在于环境之中,与环境是相互依存的。因此,系统必须适应外部环境的变化,能够经常与外部环境保持最佳的适应状态,才能得以存在。对于社会系统而言,任何系统都是发展和变化着的,根据系统的目的,有时增加一些要素,有时删除一些要素,存在系统的分裂及合并。人们应当用发展的观点研究系统,尤其是研究社会系统。

## 3. 系统的模式

系统是相对外部环境而言的,它与外部环境的界限往往是模糊过渡的。所以严格地说,系统是一个模糊集合。

外部环境向系统提供劳力、手段、资源、能量、信息,称为“输入”。系统以自身所具有的特定功能,将“输入”进行必要的转化处理,使之成为有用的产成品,供外部环境使用,称之为系统的输出。输入、处理、输出是系统的三要素。如一个工厂输入原材料,经过加工处理,输出一定的产品,这就成为生产系统。

因资源有限、需求波动、技术进步以及其他各种变化因素的影响,外部环境对系统加以约束或影响,称为环境对系统的限制或干扰。此外,输出的结果不一定符合理想,可能偏离预期目标,因此,要将输出结果的信息返回输入,以便调整和修正系统的活动,称为反馈。

根据以上关系,系统的模式可用图 1-1 表示。

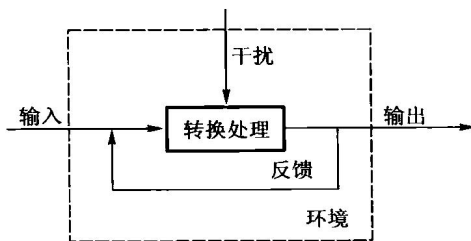


图 1-1 系统的一般模型

系统是由两个或两个以上元素及元素间形成的特别关系所构成的有机整体。其中元素是形成系统的基础,元素之间的关系是构成系统的不可缺少的条件。系统的变化是系统元素通过各种关系不断运动变化引起的。系统作为一个整体并具有一定功能,都要通过元素之间相互联系来实现。在一个企业系统中,只有通过

人、财、物、信息等诸元素相互结合而形成各种联系,才能进行各种各样的生产经营管理活动。所有元素在各种关系中不断运动,相互作用,表现为企业系统的运行情况。研究各元素之间的关系是研究系统的中心问题,是分析和改善系统的关键。

提出系统的概念,是科学研究方法的一个发展。系统概念的出现,不再把事物看成孤立的、不变的,而是看成发展的、相互关联的一个整体。当然只有系统的概念还不能解决具体问题,现代科学技术把系统的概念应用具体化,建立了一套逻辑推理、数学运算、定量地处理系统内部的关系等一整套系统分析方法。

## 1.1.2 系统工程

### 1. 系统工程的产生发展

20世纪30年代末,英国面临德国的侵略,一批科学家研究雷达系统的运用问题,运筹学(operating research)应运而生。在第二次世界大战中,运筹学获得了迅速的发展,并显示了巨大的威力。

但是最早使用系统工程这个名词的是美国电话电报公司属下的贝尔研究所。20世纪40年代,贝尔研究所在发展美国微波通信网络时,管理人员认识到,如果仅仅有第一流的科学家,而且只是孤立地引进新设备,研究新技术,效果并不一定好。必须把资源、需要、经济、技术、社会等因素结合在一起通盘考虑,模拟出多种可行的解决办法,然后选出合理、经济的方案,做出正确的规划决策,才能达到好的经济效果。当时,人们把这样一套科研管理的方法称为系统工程。以后,贝尔公司和丹麦哥本哈根电话公司在电话自动交换机的工程设计中也运用了系统工程方法。

第二次世界大战之后,美国一些大企业把贝尔研究所初步研究的系统工程方法结合运筹学应用在经营管理工作,得到了极大的成功。系统工程的研究和实践迅速开展起来。直到1957年,美国人谷德(H. Goode)和迈克尔(R. Machol)合著出版了第一本以系统工程命名的专著,这标志着这门新兴学科的产生。值得一提的是,美国阿波罗登月计划的实施和成功,对系统工程的发展起到了巨大的推动作用。该计划从1961年开始到1972年登月成功,历时11年,参加的工程技术人员大约42万人,有2万多家公司和工厂、120所大学和研究机构参加此项计划,使用电子计算机600多台,耗资300多亿美元。为了完成这个计划,除了考虑每一部分之间的配合和协调工作外,还要在制订计划时估算各种未知因素可能带来的种种影响。这些千头万绪的工作、千变万化的情况,靠一个“总工程师”或“总设计师”的智慧和实际经验是无法解决的。也就是说,这样复杂的总体协调任务不可能靠一个人来完成。因为他不可能精通整个系统所涉及的全部专业知识,他也不可能有足够的时间来完成数量惊人的技术协调工作,这就要求一个总体规划部门运用一种科学的组织管理方法,综合考虑统筹安排来

解决这些问题。而阿波罗登月计划,在实施该项目的整体计划、设计和组织管理中采用了系统工程的思想和方法,取得了巨大的成功。由于该计划是采用系统工程来处理和完成的,所以,系统工程引起了人们的广泛关心和注意,并被世界各国加以引进和推广。

系统工程理论由于在实际运用中取得了显著效果,发挥了很大作用,才引起世界各国的普遍重视。此后不断发展,从而奠定了现代系统工程的基础。20世纪70年代,系统工程得到了迅速的普及和发展。目前在发达国家,许多高校均设有系统工程课程。以系统工程为主体的各种咨询公司遍布世界各地。总部设在维也纳的国际应用系统分析研究所(IIASA)完成了几百项重大的国际性和地区性的系统工程科研任务,其权威性和知名度堪称一流。

在我国,系统工程的普及与发展也取得了令人瞩目的成就。早在1956年,中国科学院力学研究所就建立了我国第一个运筹学研究组,1960年成立了运筹学研究室。我国已故著名科学家华罗庚教授从20世纪60年代初期就在我国推广“统筹学”、“优选法”,并取得了显著的成就。与此同时,在著名科学家钱学森的积极倡导下,在军事系统中成立了总体设计部,把技术与管理、设计与使用结合起来,并在导弹研制、人造地球卫星、航天武器等大而复杂的工程项目系统中进行了尝试,也取得了巨大的成就。钱学森等在1979年9月于《文汇报》上发表“组织管理技术——系统工程”一文,对系统工程做了全面的描绘。文章指出:系统工程是一门组织管理的技术,也就是把传统的组织管理工作总结成科学技术,并使之定量化,以便运用数学方法;系统工程是一大类工程技术的总称,而不是一个单一的学科,正如我们传统理解的工程是土木、机械、电机等等工程的总称一样。于是便将“人各一词,莫衷一是”的情况澄清为“分门别类,共居一体”。这就给了系统工程一个确切的描绘,并从整个系统科学体系上论述了系统工程所处的地位。

20世纪80年代,系统工程在我国的发展更加迅速,并取得了一系列的成果。第一,1980年11月成立了中国系统工程学会;第二,随着系统工程学术活动的蓬勃发展,在我国许多高校、研究设计机构,相继成立了系统工程研究所或研究室,许多高校的有关专业开设了系统工程课程,有些院校设置了系统工程专业,招收本科生和研究生;第三,系统工程在我国军事、社会、经济、能源、农业、矿业、水利、环保、生态、人口、交通、城市规划、大型工程项目、企业管理、教育、卫生、体育等领域都有广泛的应用,并取得了显著效果;第四,创办了《系统工程理论与实践》等学术刊物,出版了较多的系统工程教材和专著。

国务院经济社会技术发展研究中心从1983年起组织了上百个单位、400多位专家,采用系统工程的思想方法完成了《2000年的中国》的研究。该项研究提出了一系列重要的战略思想和政策性建议,为政府做重大决策提供了科学依据。

## 2. 系统工程的定义

由于观点不同,国内外系统工程学家对系统工程有着各种不同的解释,这里不一一引述。总之,系统工程就是用科学的方法组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用,规划和组织人力、物力、财力,通过最优途径的选择,使我们的工作在一定期限内获得最合理、最经济、最有效的成果。所谓科学的方法就是从整体观念出发,通盘筹划,合理安排整体中的每一个局部,以求得整体的最优规划、最优管理和最优控制,使每个局部都服从于一个整体目标,做到人尽其才,物尽其用,以便发挥整体的优势,力求避免资源的损失和浪费。

## 3. 系统的核心内容

### (1) 系统管理理论

随着社会经济的发展和管理工作复杂化,人们逐渐认识到,从全局着眼,统筹安排,抓主要矛盾,要有动态观点等许多辩证思维的思想方法确实能帮助管理人员获得成功,这些原则在管理实践中被自觉或不自觉地运用,并有所发展。人们把这些行之有效的管理方法和原则总结出来,称为系统管理理论。这是系统工程的第一个核心内容。

系统管理理论,既把研究的对象看做一个系统整体,又把研究对象的过程看做一个整体。这就是说,一方面对于任何一个研究对象,即使它是由各个不相同的结构和功能部分所组成的,都要把它看成一个为完成特定目标而由若干个要素有机结合的整体,并且还应把这个整体看做它所从属的更大系统的组成部分;另一方面,对于研究对象的研制过程也作为一个整体来对待,即以系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用作为整个过程,分析这些工作环节的组成和联系,从整体出发来掌握各个工作环节之间的信息以及信息传递路线,分析它们的控制、反馈关系,从而建立系统研制全过程的模型,全面地看待和改善整个工作过程,以实现整体最优化。

### (2) 运筹学管理数学模型

有很多学者把数量化看做系统工程的特点,即运用数学模型来加强管理工作的定量分析。其实这种说法只抓住了问题的一个方面。因为在管理科学中运用数学方法是由来已久的,泰罗(F. Taylor)制就有制定工时定额的定量分析内容。著名的库存数量模型(威尔逊公式)早在1915年以前就产生了。所以问题不仅在于用不用数学方法,还在于用什么样的数学方法。系统工程中运用的数学方法比以前的管理数学方法更加深化了,它运用20世纪40年代后发展起来的运筹学作为主要的定理分析手段,建立了运筹学管理数学模型。这是系统工程的第二个核心内容。

### (3) 综合应用方法

系统工程强调综合运用各个学科和各个技术领域内所获得的成就和方法,

使得各种方法相互配合,达到系统整体最优化。系统工程对各种方法的综合应用,并不是将各种方法进行简单的堆砌叠加,而是从系统的总目标出发,将各种相关的方法协调配合,互相渗透,互相融合,综合运用。由于系统工程研究的对象在规模、结构、层次、相互联系等方面高度复杂,综合应用日益广泛,其科学的现代化组织管理的重要性也显得日益突出。这是系统工程的第三个核心内容。

#### 4. 系统工程的技术内容

系统工程综合了工程技术、应用数学、社会科学、管理科学、计算机科学、计算技术等专业学科的内容。它以多种专业学科技术为基础,为研究和发展其他学科提供共同的途径。系统工程不是孤立地运用各门学科的技术内容,而是把它们横向联系起来,综合利用这些学科的基础理论和方法,而形成一个新的科学技术体系。系统工程所涉及的学科内容极为广泛,主要的技术内容有:

##### (1) 运筹学

运筹学是一门应用学科,它主要研究的内容是在既定条件下对系统进行全面规划,用数量化方法(主要是数学模型)来寻求合理利用现有人力、物力和财力的最优工作方案,统筹规划和有效地运用,以期达到用最少的费用取得最大的效果。

运筹学的具体程序,大致可归纳为五个步骤:

第一步,收集资料,归纳问题。大量收集所要处理问题的现象和有关数据资料,经归纳提炼后,确定问题的性质、特征和类别。

第二步,建立相应的模型。用获得的资料,建立各种相应的数学模型。

第三步,求解模型。有关运筹学问题的求解,往往需要复杂的计算。目前,由于高性能电子计算机的发展,已研制出多种软件,方便了模型的求解。

第四步,检验和评价模型的解。利用模型进行判断、预测,并对各种结果进行比较,以确定出最优值(极值)。

第五步,参考所获得的最优值,做出正确的决策。

可以看出,运筹学是系统工程重要的技术内容,它为系统工程的发展和应用程序奠定了重要的技术基础。运筹学的主要分支有规划论、对策论、库存论、决策论、排队论、可靠性理论、网络理论等。

##### (2) 概率论与数理统计学

概率论是研究大量偶然事件的基本规律的学科,广泛应用概率型的描述。数理统计学是用来研究取得数据、分析数据和整理数据的方法。

##### (3) 数量经济学

数量经济学是我国经济学的一门新学科。它是在马克思主义经济理论的指导下,在质的分析的基础上,利用数学方法和计算技术,研究社会主义经济的数量、数量关系、数量变化及其规律性的一门学科。其主要内容有:国民经济最优计划和最优管理、资源的最优利用问题、远景规划中的预测技术、储备问题的经



济数学分析、经济信息的组织管理和自动化体系的建立等。

#### (4) 技术经济学

技术经济学是一门兼跨自然科学和社会科学,同时研究技术与经济两个方面问题的交叉学科。它用经济学的观点分析评价技术上的问题,研究技术工作的经济效益。它既要研究科学技术进步的客观规律性,如何最有效地利用技术资源促进经济增长,又要分析和评价技术工作的经济效果,从而确定技术上先进和经济上合理的最优方案,为制定技术政策、确定技术措施和选择技术方案提供科学的决策依据。

#### (5) 管理科学

管理科学是在 20 世纪初形成的。1911 年,泰罗在总结了他几十年的管理经验和泰罗制的有关管理理论的基础上,出版了《科学管理原理》一书,从而开创了“科学管理”的新阶段。这一理论在 20 世纪初得到广泛的传播和应用。但是从科学管理的理论和内容中,可以看出泰罗所解决的问题还只是涉及生产作业方面的有关问题,当时还没有注意到管理组织和管理职能之间的相互关系,即尚未涉及管理系统化方面的有关问题。但它毕竟加强了生产过程中的现场管理,从而为系统化管理准备了条件,奠定了基础。其后,法约尔(Henry Fayol)(法)、韦伯(Max Weber)(德)、甘特(Henry L. Gantt)(美)、吉尔布雷斯夫妇(Frank and Lillian Gilbreth)(美)、福特(Henry Ford)(美)等人的有关管理的理论为科学管理的发展做出了杰出的贡献。

第二次世界大战后,由于运筹学、工业工程以及质量管理等理论的出现和应用,从而形成了新的管理科学。一方面,它强调建立数学模型和定量分析以及应用电子计算机技术,从而为实现现代化管理提供了技术、方法和工具;另一方面,以梅奥(Elton Mayo)、巴纳德(Chester L. Barnard)等人为代表的心理学家、社会学家和企业家等,以“霍桑试验”为起点,把心理学、社会学、人类学等科学应用到企业管理领域,形成一个重要的学科分支——行为科学理论。这一理论的特点在于侧重对人的研究,研究人与人的关系(人群关系),研究对人的管理问题。与此同时还出现了其他一些现代管理理论,其中主要有:社会系统理论、系统管理理论、权变理论、管理过程理论等。这些新的理论的形成使企业管理从“科学管理”阶段逐步地过渡到“管理科学”阶段。

管理科学的形成促进了系统工程的进一步发展。系统工程思想和方法在现代化管理中的具体运用,必须在管理科学的基础上才能实现,从而使管理走向管理体制的合理化、经营决策的科学化、管理方法的最优化、管理工具的现代化。

### 5. 系统工程方法论

系统工程方法论,是指运用系统工程研究问题的一套程序化方法,即为了达到系统的预期目标,运用系统工程思想及其技术内容解决问题的的工作步骤。系统工