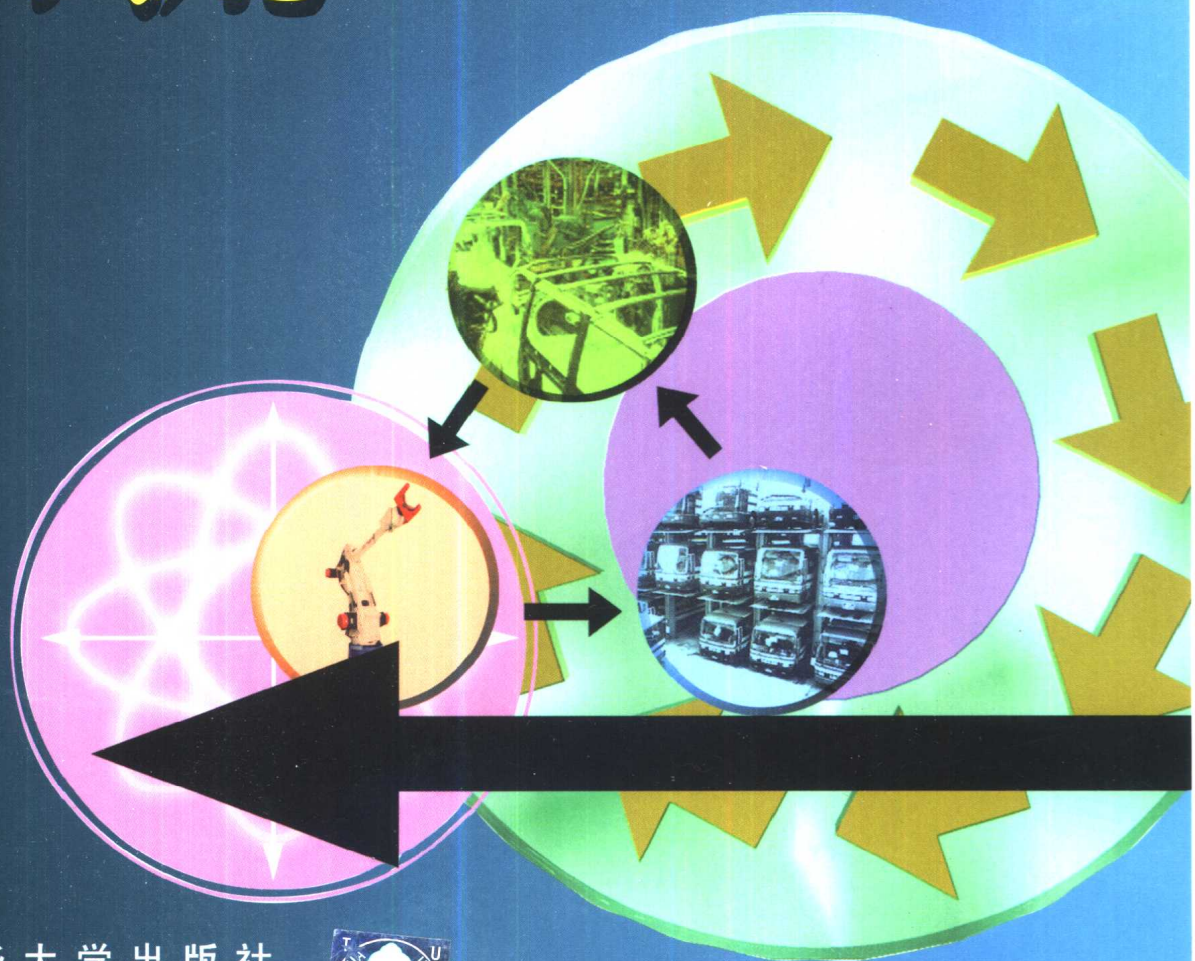


中国物流
流通协
会推
荐用
书

《企业物流管理培训教材系列》

物流系统工程

丁立言 张 铎 主编



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



中国物资流通协会推荐用书

《企业物流管理培训教材系列》

物 流 系 统 工 程

主编 丁立言 张 铎

胡双增 张 明 编

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书把系统工程的基本理论和方法推广应用到物流系统,结合我国实际情况,重点探讨了物流系统的运筹学模型和数学方法的应用。主要内容包括物流系统的基本概念、模型建立、预测、规划、控制、评价、决策和仿真等内容,并且在各章例举了应用实例。

本书可作为企业物流管理部门和物流咨询机构的职工培训教材;可作为大专院校物资管理专业、管理工程专业的教学用书;亦可作为交通运输企业、外贸物流服务企业、从事物流研究与教学人员的参考用书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 物流系统工程

主 编: 丁立言 张 铎

作 者: 胡双增 张 明 编

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

[http:// www. tup. tsinghua. edu. cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 13.75 字数: 292 千字

版 次: 2000 年 4 月第 1 版 2001 年 9 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01095-1/F·269

印 数: 9001~14000

定 价: 22.00 元

**《企业物流管理培训教材系列》
顾问委员会**

徐苗文 胡俊明 牟惟仲 吴润涛

感谢中国物资流通协会的领导和专家对丛书出版的大力支持, 特别感谢徐苗文、胡俊明、牟惟仲、吴润涛等同志, 在百忙中对丛书进行了认真的审阅, 提出了许多十分有益的建议和意见。

《企业物流管理培训教材系列》已由中国物资流通协会推荐为物流企业培训用书。

丛书前言

物流学是研究物料流、人员流、信息流和能量流的计划、调节和控制的科学。一个国家的“物流”水平充分反映出该国的综合实力和市场竞争能力。

综观当今世界,凡是人才和科技水平较高的国家,“物流”的发展速度也快,“物流”水平也高,“物流”业就获得较高的经济效益。“物流”在各个国家不同的历史时期都发挥着重要作用。

物流也和能源流、信息流一样,是人类社会的一大动脉,物流管理的进步直接影响农业、工业、建筑业、交通运输业、商贸以及公用事业等各个领域的管理、生产技术和经济效益。推动物流管理、物流技术和物流科技的进步已经成为当今知识经济和全球经济一体化的重要内容。在今后一段时间内,我国将会有计划、有步骤地发展高科技物流,逐步实现物流和物流管理现代化。

物流通过管理可以提高其经济、技术、组织和信息的效益,调动各方面的积极性。物流管理体制在迅速、安全、可靠的基础上还要保证准时性。根据市场经济发展变化的需求,加速加以调整,改善物流企业的经营方式和方法。不断改革物流管理体制,组织好各生产经营管理要素的有机配合,提高我国物流业的经营管理水平和对市场的应变能力,这正是我们编著该套《企业物流管理培训教材系列》丛书的初衷。

回顾并分析我国物流发展的历史与现状,可以看到物流领域管理人员普遍缺乏物流现代管理与现代技术方面的系统学习,这是我国物流发展滞后的一个重要原因。因此,迫切需要对物流领域的各级管理人员进行系统科学的培训,应该特别重视在职人员的再教育,加强现有物流人员的培训与提高。对在职人员的再教育是一个迫在眉睫的问题,有时比培养或引进新的物流人员更有意义。第一,在职人员的数量要比新补充人员的数量多;第二,在职人员的素质对物流企业的影响较大,同时对新补充人员也有着一定的示范作用;第三,在职人员具有一定的实践经验,如再系统培训可以较快地提高业务水平;第四,科学技术总是在不断进步,即使是高学历的在职人员也需要不断地接受继续教育,以适应知识经济时代的要求。因此,物流管理人员的在职教育应早日纳入物流业领导的议事日程。

在中国物资流通协会的大力支持下,我们特编撰了《企业物流管理培训教材系列》丛书。该套丛书共有5个分册,分别由《物流基础》、《物流管理》、《物流系统工程》、《国际物流学》和《物流企业管理》组成。丛书对物流管理理论做了较为全面、系统、科学的阐述,通俗易懂,并附有案例分析与介绍,特别适合作为我国物流企业和其他企事业单位中从事物流工作的在职人员的培训用书,也适合作为大专院校物流专业的教材或参考用书。

NA-101-207 06

本套丛书已由中国物资流通协会推荐为物流企业培训用书。相信丛书的出版,对我国物流事业的发展和在职人员的培训起到积极的促进作用。

21 世纪已经到来,当今世界将迎来物流管理、物流技术飞速发展的新时代。

感谢所有参加丛书编撰的有关编写者和支持者。

丁立言 张 铎

作者前言

系统工程是关于生产、建设、交通、储运、通信、商业、科学研究以及人类其他活动的规划、组织、协调和控制的科学原理和方法。系统工程以系统为对象,从系统的整体观念出发,研究各个组成部分,分析各种因素之间的关系,寻找系统的最佳方案,使系统总体效果达到最佳。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。

物流系统工程属于物流学和系统工程两门学科的交叉性边缘学科。它把系统工程的基本理论和方法在物流领域中的推广应用,对于促进物流事业的发展有着迫切的现实意义,同时对于推动物流科学的进一步发展将会产生深远的影响。本书不但介绍和总结了物流系统工程的基本概念、原理和方法,而且体现和反映了该学科计算机应用的最新发展。第一章到第八章的内容从物流系统的基本概念、系统分析、模型建立、预测、规划、控制、评价和决策等方面介绍了物流系统工程的基本原理和方法。第九章和第十章的内容概括反映了物流系统工程中计算机仿真技术的发展,重点介绍系统动力学在物流学中应用。

本书由北京科技大学丁立言、北方交通大学张铎主编,由北方交通大学胡双增、中国物资流通协会张明、北方交通大学宋伯慧编写。由北方交通大学物流科学研究所博士生导师张文杰教授审稿。

本书在编辑出版过程中,得到了中国物资流通协会的鼎力支持,在此谨表衷心的感谢。对参与和支持本书出版的所有同志表示我们的谢忱。

由于时间仓促和水平所限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

胡双增 张 明

目 录

第 1 章 物流系统工程概论	1
1.1 系统与系统工程	1
1.2 物流系统	12
1.3 物流系统工程	18
第 2 章 物流系统分析	25
2.1 物流系统分析的基本概念	25
2.2 物流系统分析的实质及相关知识	27
2.3 物流系统分析的适用范围	28
2.4 物流系统分析的要素和准则	29
2.5 物流系统分析的要点和步骤	31
2.6 物流系统分析举例	33
2.7 物流系统分析易犯的错误	37
第 3 章 物流系统模型建立	39
3.1 物流系统模型	39
3.2 物流系统模型的建立	42
3.3 几种常用的物流系统数学模型	47
3.4 物流系统建立模型注意事项	50
第 4 章 物流系统预测	52
4.1 概述	52
4.2 判断预测方法	59
4.3 时间序列预测技术	61
4.4 回归分析预测技术	67
4.5 预测结果分析	73
第 5 章 物流系统规划	78
5.1 概述	78
5.2 物流调运规划	81

5.3	物流分配规划	98
5.4	其他应用问题	103
第6章	物流系统控制	113
6.1	概述	113
6.2	物流系统存储控制	115
6.3	确定型存储模型	121
6.4	随机型存储模型	129
第7章	物流系统评价	134
7.1	概述	134
7.2	物流系统评价指标体系	137
7.3	物流系统经济分析法	139
7.4	物流系统专家评价法	147
第8章	物流系统决策	149
8.1	概述	149
8.2	层次分析法	150
8.3	风险型决策	153
8.4	贝叶斯决策	158
8.5	效用与决策分析	162
8.6	物流系统多目标决策	164
8.7	物流决策支持系统	169
第9章	物流系统仿真	178
9.1	物流系统仿真基础	178
9.2	蒙特卡洛法	181
9.3	计算机仿真	184
9.4	物流系统仿真	187
第10章	物流系统动力学	195
10.1	物流系统动力学的基本概念	195
10.2	因果反馈环	197
10.3	物流系统动力学分析	202
参考文献		210

第 1 章 物流系统工程概论

1.1 系统与系统工程

1.1.1 系统

在自然界和人类社会中,可以说任何事物都是以系统的形式存在的。我们可以把每个要研究的问题或对象看成是一个系统,人们在认识客观事物或改造客观事物的过程中,用综合分析的思维方式看待事物,根据事物内在的、本质的、必然的联系,从整体的角度进行分析和研究,这类事物就被看作为一个系统。

1. 系统的定义

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、使用方法不同和解决的问题不同而有所区别,国外关于系统的定义不下 40 个。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(钱学森)。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。

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作为系统,如消化系统、铁路系统、神经系统等;一个工厂可以看作是由各个车间、科室、后勤等构成的系统;一部交响乐也可以看作是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. 系统的形态

系统是以不同的形态存在的。根据产生的原因和反映的属性不同,系统可以进行各种各样的分类。系统的形态与其所要解决的问题密切相关。系统的一般形态有:

(1) 自然系统和人造系统。自然系统是自然物等形成的系统。它的特点是自然形成

的。自然系统一般表现为环境系统,如海洋系统、矿藏系统、生态系统、大气系统等。人造系统是人为达到所需要的目的,由人类设计和建造的系统。如工程技术系统、经营管理系统、科学技术系统等。

实际上,多数系统是自然系统与人为系统相结合的复合系统,因为许多系统是由人运用科学力量,认识和改造了的自然系统。如社会系统,看起来是一个人为系统,但是它的产生和发展是不以人们的意志为转移的,而是有其内在规律性的。随着科学技术的发展,已出现了越来越多的人造系统。

(2) 实体系统和概念系统。实体系统是以矿物、生物、能源、机械等实体组成的系统。就是说,它的组成要素是具有实体的物质。如人一机系统、机械系统、电力系统等。实体系统是以硬件为主体,以静态系统的形式来表现的。概念系统是由概念、原理、方法、制度、程序等观念性的非物质实体所组成的系统,它是以软件为主体,依附于动态系统的形式来表现的。如科技体制系统、教育系统、法律系统、程序系统等。

(3) 封闭系统与开放系统。封闭系统是指与外界环境不发生任何形式交换的系统。它不向外界环境输出,也不从外界环境输入,一般讲,它是专为研究系统目的而设定的。如封存的设备、仪器以及其他尚未使用的技术系统等。开放系统是指系统内部与外部环境有能量、物质和信息交换的系统。它从环境得到输入,并向环境输出,而且系统状态直接受到环境变化的影响。大部分人为系统属于这一类,如社会系统、经营管理系统等。

(4) 静态系统和动态系统。静态系统是其固有状态参数不随时间变化的系统。它没有既定的相对输入与输出,表征系统运动规律的模型中不含时间因素,即模型中的变量不随时间而变化。如车间平面布置系统、城市规划布局等。静态系统属于实体系统。

动态系统是系统状态变量随时间而改变的系統,它有输入和输出及转换过程,一般都有人的行为因素。如生产系统、服务系统、开发系统、社会系统等。

(5) 对象系统和行为系统。对象系统是按照具体研究对象进行区分而产生的系统。如企业的经营计划系统、生产系统、库存系统等。

行为系统是以完成目的行为作为组成要素的系统。所谓行为是指为达到某一确定的目的而执行某特定功能的作用,这种作用对外部环境能产生一定的效用。行为系统的区别是根据行为特征的内容加以区别的。也就是说,尽管有些系统组成部分及其有关内容是相同的,但如果起执行特定功能的作用不同,那么它们就不能是同类的系统。行为系统一般需要通过组织体系来体现,如社会系统、经济系统、管理系统等。

(6) 控制系统和因果系统。控制系统是具有控制功能和手段的系统。当控制系统由控制装置自动进行时,称之为自动控制系统。因果系统是输出完全决定于输入的系统,其状态与结果具有一致性,这类系统一般为测试系统,如信号系统、记录系统、测量系统等。因果系统必须是开放系统。

具体系统的形态可能千变万化,但是基本上可以看作是由上述各种系统相互组合而形成的,它们之间往往是相互交叉和相互渗透的。

3. 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,系统的整体性就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 $1+1\neq 2$,而是有可能是互相增强,也有可能是互相减弱。有效的系统,各要素之间互补增强,使系统保持稳定,具有生命力。而要做到这一点。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,也存在系统的分裂及合并。研究系统,尤其是研究社会系统,应当有发展的观点。

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,创造了运筹学(operating research)一词来命名这个应用科学的新分支。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,而且只是孤立地抓新设备,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统盘考虑,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方法。

第二次世界大战后,美国一些大企业把贝尔研究所初步创导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)和麦克尔(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。值得提出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成果,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,著名科学家钱学森教授积极倡导,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》上发表的“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。

在中国国务院经济社会技术发展研究中心的组织领导下,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收到最合理、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. 系统工程的核心内容

(1) 系统管理理论。随着社会经济的发展和管理工作的复杂化,人们逐渐认识到,像从全局着眼,统筹安排,抓主要矛盾,要有动态观点等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,这是系统工程的一个核心内容。

系统管理理论,既把研究的对象看作一个系统整体,又把研究对象的过程看作为一个整体。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,都要把它看成是一个为完成特定目标而由若干个要素有机结合的整体来处理,并且还应把这个整体看作是它所从属的更大系统的组成部分来考察和研究;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作是系统工程的特点,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,建立与运筹学管理数学模型。这是它的第二个核心内容。

(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,而是把它们从横向联系起来,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1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2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3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4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5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,来研究社会主义经济的数量、数量关系、数量变化及其规律性。这一学科的主要内容有: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的交叉学科。它是用经济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经济效益,从而实现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。科学管理原理理论在 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,即尚未涉及到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、巩固和提高做出了杰出的贡献。

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 I. 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

系统工程的方法论,是指运用系统工程研究问题的一套程序化方法,也就是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步骤。系统工程方法论的特点,是从系统思想和观点出发,将系统工程所要解决的问题放在系统形式中加以考察,始终围绕着系统的预期目的,从整体与部分、部分与部分和整体与外部环境的相互联系、相互作用、相互矛盾、相互制约的关系中综合地考察对象,以达到最优地处理问题的效果。它是一种立足整体、统筹全局的科学方法体系。

(1) 系统工程方法论的基本原则。近年来,人们通过系统工程的社会实践,对系统工程的基本工作思路进行大量的研究和探讨,认为系统工程的理论基础是系统理论,系统工程方法论的基本原则应以系统理论的原则作为依据。

1) 系统整体性原则。世界上的一切事物、现象和过程,几乎都是自成系统而又互成系