

GAODENGXUEXIAO
SHIYONGJIAOCAI

GJ

物资管理 系统工程基础

杨瑾卿 张文杰 吕昌 编 · 中国铁道出版社

内 容 简 介

系统工程是一门现代化的管理科学。本书在着重阐述系统工程主要理论和方法的基础上,联系物资管理领域的实际,探讨了物资管理系统工程建立、应用及其特点。

物资管理系统工程理论和实践的发展是物资管理工作现代化的一个重要方面。本书的内容包括:系统管理理论、管理数学模型、系统工程的综合优化方法和活动程序、物资管理系统分析、线性规划、网络计划技术、价值工程、库存论等。

本书除作为高等院校物资管理工程专业的教材外,还可供其它专业和企业经济管理人员学习参考。

高等学校试用教材

物资管理系统工程基础

杨瑾卿 张文杰 吕昌 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 潘茂林

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 25.125 字数: 635 千

1987年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—5,000册 定价: 4.15 元

前 言

系统工程是国际上近二十多年来正在迅速发展的一门新兴管理学科。它不仅具有理论上和技术上的先进性，而且是一门综合性很强的组织管理技术。系统工程的理论和方法，已经在工业、农业、科研、国防、环境保护和人口控制等很多领域的应用中获得了显著成果，因此它受到当代管理学者和企业家们的高度重视。

系统工程的研究对象是“系统”。所谓“系统”即是由相互作用和相互依存的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。按照系统工程的这个基本观点，物资部门正是系统工程的研究对象。物资部门通过其所属的各个基层单位和职能机构的相互配合，协调作业，完成国民经济物资管理，保证生产供应的特定功能。所以，把系统工程的基本理论和方法推广运用到物资管理领域中来，一方面对于促进物资管理工作经济效益的提高有着迫切的现实意义，同时对于推动物资管理科学的进一步发展将产生深远的影响。

系统工程的主要内容可以概括为：管理思想方法中的系统理论；定量化技术中的运筹学；综合运用计算机科学、法学、社会学、心理学、经济学等其他学科的成果确立综合分析优化方法。根据学习时课程门数适当分化，应用时各种知识不断综合的教学原则，本书将在阐述系统工程基本概念和理论的前提下，联系物资管理领域的实际，以探讨物资管理运筹学模型和数学方法的应用及其特点为主要内容。这样的重点安排，一方面是由教学计划所决定并为课程的学时所限，同时，这也更好地体现了系统工程中数学与管理科学互相渗透的时代趋势。

本教材按照北方交通大学铁道材料系《物资管理系统工程基础》教学大纲的要求，由吕昌同志编写第一、五章，张文杰同志编写第二、三、四章，我们的老师金若楠教授编写第六章，杨瑾卿同志编写第二、七、八、九章，由袁士高同志主审。在编写与审阅过程中，得到铁道部物资管理局周介英同志、天津物资管理干部学院梅德富及郭兆清同志的热情支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，错误和不当之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

1986年5月

目 录

第一章 系统工程概论	1
第一节 系统工程引言.....	1
第二节 系统管理理论.....	9
第三节 系统工程的定量技术与运筹学.....	16
第四节 系统工程的综合优化方法.....	21
第五节 物资管理系统分析.....	24
第二章 线性规划的基本原理	33
第一节 线性规划的基本概念.....	33
第二节 线性规划问题解的性质.....	45
第三节 线性规划求解的基本方法.....	49
第四节 单纯形解法的进一步讨论.....	60
第五节 改进单纯形解法.....	70
第六节 线性规划的对偶问题.....	82
第七节 线性规划的敏感性分析.....	94
习 题.....	98
第三章 线性规划应用问题	108
第一节 物资调运规划——运输问题	108
第二节 资源分配规划——分派问题	120
第三节 节约用料问题	128
第四节 其它应用问题	136
第五节 整数规划	143
习 题	154
第四章 网络计划技术	159
第一节 网络计划技术的基本概念	159
第二节 网络图及其构成	160
第三节 网络图的绘制	163
第四节 网络图的时间参数计算	168
第五节 计划按期完成的概率分析和计算	180
第六节 网络计划的优化	185
习 题	197
第五章 价值工程	202
第一节 价值工程引言	202
第二节 对象选择与资料收集	214
第三节 功能分析	218

第四节 功能评价	220
第五节 创新改进活动	230
第六节 方案评价与实施	235
第六章 预测技术	245
第一节 概 述	245
第二节 定性分析方法	248
第三节 时间序列预测法	250
第四节 回归预测法	263
第五节 非线性回归预测方法	285
第七章 决策分析	291
第一节 决策分析概述	291
第二节 决策的分类及其程序	293
第三节 决策数学模型的基本结构	296
第四节 确定型决策问题	298
第五节 风险型决策问题	300
第六节 不确定型决策问题	308
第七节 动态决策	315
第八节 效用理论	320
第九节 管理人员的决策修养	324
第八章 投入产出分析	327
第一节 投入产出分析的发展历史及其分类	327
第二节 静态投入产出模型	330
第三节 投入产出分析的应用	345
第九章 库 存 论	354
第一节 库存论的基本概念	354
第二节 确定型的库存模型	362
第三节 随机型的库存模型	378
习 题	392

第一章 系统工程概论

当前，一场以微型电子计算机的广泛应用，生物工程、海洋工程、激光技术、空间技术等飞速进展以及新材料、新能源不断开发为主要内容的世界新技术革命正在蓬勃兴起，科学技术对人类生活和生产活动的影响从来没有达到现在这样的深度和广度。但是，要使这场新技术革命中已经突破和将要突破的各门科学技术，真正变成具体的生产力，运用于生产，运用于社会，却还必须要有相应的管理革命。

从历史上看，十八世纪以纺织机械和蒸汽机的应用而开始的工业革命，是伴随着从手工作坊到工厂化、标准化的管理革命才取得了它在世界范围的胜利；十九世纪末，以铁路发展、电力和钢铁生产技术的应用而展开的工业化新浪潮，是伴随着泰罗制的管理改革，才取得了我们目前仍能感受到余波的重大成果。国内外的一些著名学者指出，系统工程是当前这场新技术革命的助产婆，这门新兴管理科学的应用是使这场新技术革命充分发挥社会作用的前提和依托。管理是生产力的结构性要素。在迎接新技术革命的挑战时，我们必须积极主动地进行管理改革，认真地研究新形势下的管理与管理科学。努力推行和运用系统工程，这应当是我们的一条重要对策。

第一节 系统工程导言

系统工程是国际上近二十多年迅速发展起来的一门新兴管理科学。它不仅具有理论和技术上的先进性，而且是一门综合性很强的学科。系统工程的理论和方法，已经在工业、农业、交通运输、科研、国防、环境保护、人口控制等很多领域的应用中获得了显著成果，因此它受到了世界上许多国家的高度重视。目前，系统工程在我国正方兴未艾，它在促进我国各个领域管理工作现代化方面的巨大作用，以及对加速实现“四化”建设的伟大意义将日益显示出来。

系统工程的研究对象是“系统”。所谓“系统”即是由相互作用和相互依存的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。因此，按照系统工程的这个基本观点，物资管理部门正是系统工程的研究对象。物资管理部门通过其所属的各个基层单位和职能机构的相互配合，协调作业，完成及时、齐备、经济、优质地保证生产供应的特定功能。所以，把系统工程的基本理论和方法推广运用到物资管理领域中来，一方面将促进物资管理工作经济效益的迅速提高，同时也必将推动物资管理工作的科学化和现代化。

一、系统工程的发展历史

系统工程的萌芽，本世纪四十年代初起源于美国。最早使用系统工程 (Systems Engineering) 这个名词的是美国电话电报公司属下的贝尔研究所。这个研究所成立于1925年，六十多年来，它已经有九名科学家获得诺贝尔奖金，先后取得了像半导体、激光等五十多项重大发明，总共获得了二万多项专利，几乎每一个工作日至少可以获得一项专利。现在它有工

作人员二万二千人,其中博士研究生八千人。从这些令人吃惊的数字,我们可以看出贝尔研究所不愧为世界第一流的科研机构。本世纪四十年代,贝尔研究所的管理人员认识到,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,作出正确的规划决策,才能达到好的经济效果。当时,它把这样一套科研管理的方法称为系统工程。

在第二次世界大战中,应用数学特别是运筹学(Operation Research)获得了迅速的发展并显示了巨大的威力。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,经过二十多年的发展,终于在六十~七十年代执行阿波罗登月计划的成功实践中初步确立了自己的体系。阿波罗计划,历时十一年(1961—1972);全部任务分别由地面、空间和登月三部分组成;涉及四十二万技术人员、二万多家公司和工厂、一百二十所高等院校;耗资三百多亿美元;如果其中有一个环节发生故障和不协调,都会使登月飞船无法如期发射。由于采取了系统工程的管理方法,终于使这个非常复杂而又庞大的计划按期完成了。

阿波罗登月飞行的成功使人类第一次登上了别的星球。它确实是科学技术的伟大成就,但它的成功也是科学管理的伟大成就。据说当时一些日本科学家参观了阿波罗工程的“硬”设备和工艺后,认为这些日本都可以做到。但作为如此庞大和复杂的一项工程的科学管理技术,日本还没有达到这个水平。所以随着阿波罗计划的成功,系统工程也开始扬名于世界。

1957年美国密执安大学教授谷德(H·Goode)和麦克尔(R·Machol)合著了第一本以系统工程命名的书籍。从1964年起美国每年都举行系统工程年会,出版专刊。1967年,当时美国还只有系统工程师二万人,七十年代初期,已有系统工程师十七万五千人。据称,美国现在约有三百万从事系统工程的人员。

在英国,兰开斯特大学于1965年第一个成立系统工程学系。从六十年代末到七十年代初,一些专家多次到美国考察系统工程的教育与研究情况,英国在这方面的工作很快开展起来。

六十年代末,日本深感缺乏系统工程人才所造成的困难,从而大量由美国引进这方面的技术和资料,并于七十年代初出版了《系统工程讲座》丛书。最近神户大学组织有关学院的教授,成立了系统科学研究所,尽力加速培养这方面的人才和开展研究工作。

苏联自六十年代以来,也积极开展系统工程的研究,特别是在国民经济的计划、协调以及军事管理等方面。不久前,苏联出版了《军事系统工程问题》一书。书的主要内容是论述系统工程在作战研究、发展武器、物资后勤等方面的应用。苏联元帅、华约部队总司令库利科夫为这本书撰写了长篇前言。从这一侧面,也可以看出苏联对系统工程研究的重视。

现在美、苏、英、法、日等国政府部门都设有专门机构从事管理工作的科学研究,一些大公司、厂家也都纷纷设立系统工程研究所,它们为政府、部门、企业制定各种可供选择使用的管理决策方案,并协助实施方案。因此,人们常称它们是有关领导管理部门的智囊团和思想库。著名的美国兰德公司、斯坦福国际咨询研究所、赫德森研究所、苏联系统科学研究所,以及日本的野村综合研究所、英国伦敦战略研究所等都是从事系统工程研究的机构。1972年,根据美国的建议,经苏、美等国磋商,有苏联、美国、英国、捷克斯洛伐克、日本、法国等十七个国家在奥地利成立了国际应用系统分析研究所,运用系统工程方法来研究解决带有全球性或普遍性的问题,如能源、粮食、矿物资源、地区开发计划的制定和实施以及卫生保健、

交通系统的管理等。据有关资料统计,仅美国1984年就有规模大小不等的各种“思想库”一万七千多个。

1978年,我国著名科学家钱学森等同志在《文汇报》上发表了题为“组织管理的技术——系统工程”的文章,正式开始在我国倡导这门新兴的管理科学。“四化”建设需要现代化的管理科学,由于系统工程体现了时代的需要,经济发展的需要,所以这几年来,它在我国得到了迅速的发展。1980年,中国科学院成立了系统科学研究所;同年十一月,成立了中国系统工程学会;许多高等院校相继成立了系统工程的研究室、研究所或系;中央电视台向全国播放了系统工程电视讲座。中央领导同志提出:希望我国的管理干部,都要学一点系统工程。

随着我国经济改革和经济建设的发展,为了实现工农业年总产值翻两番的战略目标的实现,系统工程的应用将会有更加广阔的天地。

二、系统工程的实质和核心内容

(一) 管理的概念

系统工程既然是一门现代化的管理科学,那么要了解它的实质和核心内容,就应首先对管理作一下总的考察,这是十分必要的。

我们知道,无论在什么样的社会里,凡是有许多人在一起共同劳动,就必须有管理。人类管理活动的历史几乎与人类生产劳动的历史一样久远。马克思曾经指出:“一切规模较大的直接社会劳动或共同劳动,都或多或少地需要指挥,以协调个人的活动”。(《资本论》第一卷第367页)这里所说的指挥和协调,就属于管理的职能。我们可以体会到,管理确实是与其它工作有着不同的性质,而且从广义上来说,一切真正从事管理工作的人,不论具体管理的内容是什么,它们所执行的职能是大致相同的。但是究竟有哪些职能?它的概念是什么?国内外管理学界曾有各种不同的表述:

1. 管理就是经由他人来完成任务,管理就是领导。

这个概念突出了管理的中心工作是管理人和管理人们的工作。这是由于随着生产和管理活动的进展,管理学界对人在管理系统中的地位越来越重视了。在美国,由以“事”为中心的管理发展到以“人”为中心的管理。西欧、日本的一些管理学者已逐渐认识到,虽然先进的装备在企业管理上占有重要的地位,但对人的管理仍然是企业管理的核心。在一个企业中,物不过是被动的要素,人才是企业的主体,要提高劳动生产率,必须向人“投资”;必须研究人在企业中的行为,研究在工作环境中人与人的关系,班组的性质、特点和作用;也必须研究不同风格的领导方法和企业组织形式的变迁。对此,美国《幸福》杂志在谈到当今西方企业经营管理的特点时写道:“企业界越来越依赖学术界的帮助,尤其喜欢请行为科学家——心理学家、社会学家和人类学家——帮忙。”资产阶级无非是“为掠夺而管理”,“借管理来掠夺”,这也就清楚地说明了对人的管理已日益重要地成为资产阶级进行剥削的重要工具。

我们应该看到,西方管理学中重视对人的管理也有着二重性,一方面是加强剥削的需要,另一方面是现代化生产规律的需要。这是因为随着当代科学的进步,技术工艺的日益复杂化和各种生产信息数量的急剧增多,使得职工的脑力劳动大大加强,职工的心理负担逐渐加重。同时,由于职工的社会知识与文化教育素养的丰富和提高,加上普通信息工具的增多,

使得职工之间、个人与集体之间的社会心理关系越来越交叉多变，生产管理中的社会心理因素的影响越来越大。并且，现代生产的进步已更依赖智力的作用，依靠知识的推动。而人是智力和知识的掌握者。所以，管理只有充分发挥人的作用，才会给生产带来最大的收益。

在我们社会主义制度下，劳动者是国家的主人。无论从保护劳动者的健康和充分发挥劳动者的智力能动性出发，管理和科学都必须尽快加强对人的管理的科学研究与实践。

2. 管理就是决策。

本世纪六十年代，管理学界盛行这样一种观点，认为“管理的重心在经营，经营的重心在决策”，突出了决策是管理过程的核心，是执行各项管理职能的基础。这是因为随着经济的发展，新产品、新技术的不断出现，生产节奏的加速和竞争的加剧，这一切都使企业感到环境（包括政治、经济、科学技术等方面）的迅速变化对企业的巨大压力。管理者们逐渐认识到，如何及时地根据外界环境的变化作出合理的决策，是决定企业成败的关键。决策问题比企业内部提高工效更重要。如果决策错了，执行得越好，工效越高，则可能失败得越惨重。例如美国克赖斯勒汽车公司，它是仅次于通用、福特两家汽车公司的美国第三大汽车公司，1978年突然在几个月中亏损七亿美元，濒于倒闭。该汽车公司亏损的原因，并不是汽车质量不好，也不是生产效率不高，而是在决策上犯了错误。这是因为1973年发生了世界性石油危机，许多企业受到打击。危机一过，通用、福特两大公司都设计制造了低油耗、节能的小型汽车；而克赖斯勒汽车公司却犯了决策错误，照常制造大型车。1978年世界油荒重起，大型车无人问津，存货如山，尽管该公司效率很高，但由于决策错了，失败得更为惨重。其他象瑞士钟表业在对待液晶技术上的决策失误，导致霸主地位的丢失；苏联在半导体技术发展初期，采取电子管小型化的错误决策，使其在微电子工业方面落后了十几年。这些例子都说明了如果决策不对，目标错了，虽有很高的效率也无济于事， $\text{效果} = \text{目标方向} \times \text{效率}$ 。所以，著名的管理学家、1978年诺贝尔经济奖获得者H·A·西蒙认为：管理就是决策。

3. 管理就是计划、组织、用人、指挥、协调、报告和编制预算。

1937年美国哥伦比亚大学公共管理学院院长，曾任总统行政管理委员会成员的卢瑟·古利克在系统地阐述泰罗、法约尔等人传统管理理论的基础上，提出了著名的 POSDCORB（POSDCORB是计划Planning、组织Organising、配备人员Staffing、指挥Directing、协调Coordinating、报告Reporting、编制预算Budgeting等七个英语词的字头组合成的）。古利克提出的这七种职能的管理概念，以后虽然有人加以增减或修改，但基本上包括了古典管理学派到那时为止的有关管理论述的各个方面，并成为以后有关这类研究的出发点。

（1）计划——就是管理人员首先必须确定其企业（或机构）所要完成的任务是什么，必须规划出长期目标和短期目标，并选定实现这些目标的手段。管理人员必须对其企业（或机构）所在的经济环境、社会环境和可能得到的各种资源作出预测。后来有人把计划职能又具体分为：目的，即为了指导企业（或机构）活动而设定的目标；方针，即为了实现目标所采取策略的系统阐述和说明；程序，它是方针的具体化，把要进行的活动依据时间顺序予以详细表明；规则，它更加具体和明确地规定某种特定活动如何进行；方案，它是方针、程序、规则、人力和物力分配等要素的综合体，通常还附有所需资金预算等。

管理人员制定的计划有各种类型，这取决于管理人员在企业（或机构）中的级别，取决于企业（或机构）的规模与类型以及计划期的长短等。战略计划是确定在一个较长时期内发展的总目标，以及实现目标的指导方针，由上层管理人员负责制定。战术计划贯彻执行战略计划，由中层和基层管理人员负责制定。近年来，战略计划对管理人员越来越重要，它使企

业（或机构）有一个明确的发展方向，以适应未来环境变化的需要。

（2）组织——就是为了实现目标，建立权力的正式机构和组织体系并规定其各级的职责范围和协作关系。

组织过程包括：确定为实现企业（或机构）目标所必须进行的全部工作，以及为此而设立的相应的组织机构，不同的目标由不同的方式来完成；分配给每一个成员以适当的工作，使每项工作能由最合适的人来完成，并使其工作轻重、工作量大小都恰到好处；协调各级组织和各个成员的工作，使其形成统一整体，并规定管理人员的等级制度、联络人员等。

组织过程的完成体现在产生管理组织的正式机构。正式机构的内部分工、部门设置、领导关系等，可以用一张图表表示。

一般正式组织有以下几种形式：

直线式结构——各级管理权力集中，命令下达单一，直线指挥（如图 1—1）。这种形式结构简单，领导统一，权责分明，但要求管理人员掌握多种专业管理知识，必须能亲自处理繁杂的具体业务。直线式组织形式为早期所用，现在仅适用于规模很小的企业。

职能式结构——各级管理层次设有职能机构，这些职能机构在自己的业务范围内都有权指挥下级单位（如图 1—2）。这样虽然适应现代企业管理复杂的特点，但妨碍集中统一指挥，形成多头领导。

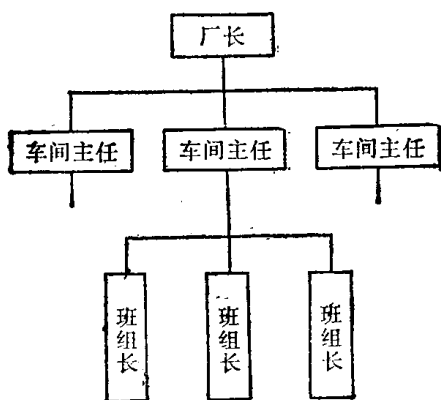


图 1—1

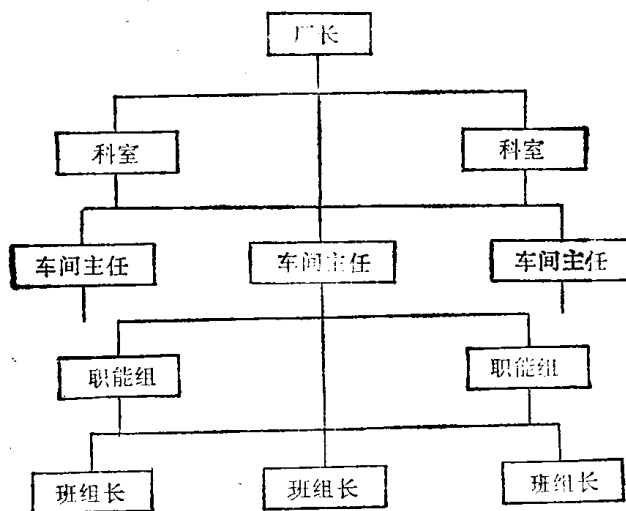


图 1—2

混合式结构——吸取以上两种形式的优点，既有职能机构当参谋，又保证了集中统一指挥（如图 1—3）。这种形式目前采用比较广泛，问题在于各职能机构之间的协调配合是否一致。

美国一些大企业采用事业部式结构。事业部介于总公司与工厂之间，相当于分公司。按产品大类或按地区组织事业部，实行集中指导下的分散经营（如图 1—4）。

近来还流行矩阵式结构（如图 1—5）。这种形式是从各职能机构中抽调专业人员组成临时性特定任务（某产品或某工程项目）小组。在完成任务过程中，小组领导者负全责；小组成员接受双重领导，而以横向为主，任务完成后便各回原单位。

（3）用人——即有关选择、训练、培养和恰当安排职工等人事管理方面的职能。后来有人进一步发展了这方面的思想，认为必须按照企业长期发展的需要来选择和培训人才，并采取各种有效的训练措施。强调人才的培训是企业持续前进的关键。

（4）指挥——即作出决断并通过一般命令和特别指示等方式使之具体化。它包括对下

属的领导、监督、激励等方面。指挥要强调统一的原则或“一个最高领导人员”原则。古利克等人反对采用委员会的管理方法，认为那样会影响效率。如何看待管理人员的权力是一个十分重要的问题。传统的观点认为，正式权力是管理者的等级地位所给予的法权，下级是不得不承认的；现代的一种观点则认为，正式权力是由下级“给予”管理者的，关键在下级是否接受命令，而不在上级的发布。管理者在行使其权力时，一种是对下级采取强制服从的方法，另一种是采取关心下级需求的更加积极的方法。管理者应该善于激发和调动人们为实现企业（或机构）目标而奋斗的热情，鼓励下属发挥自己的才能。

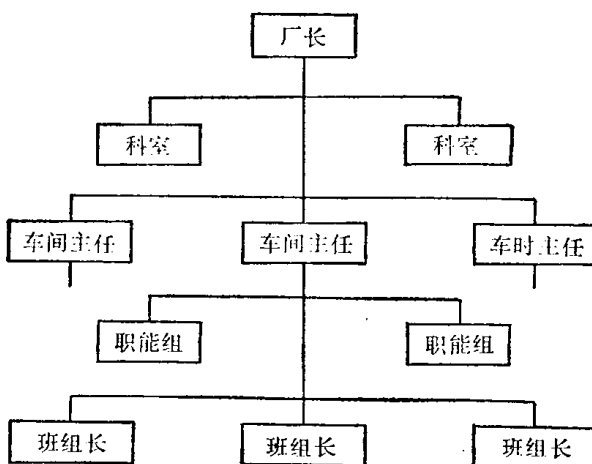


图 1-3

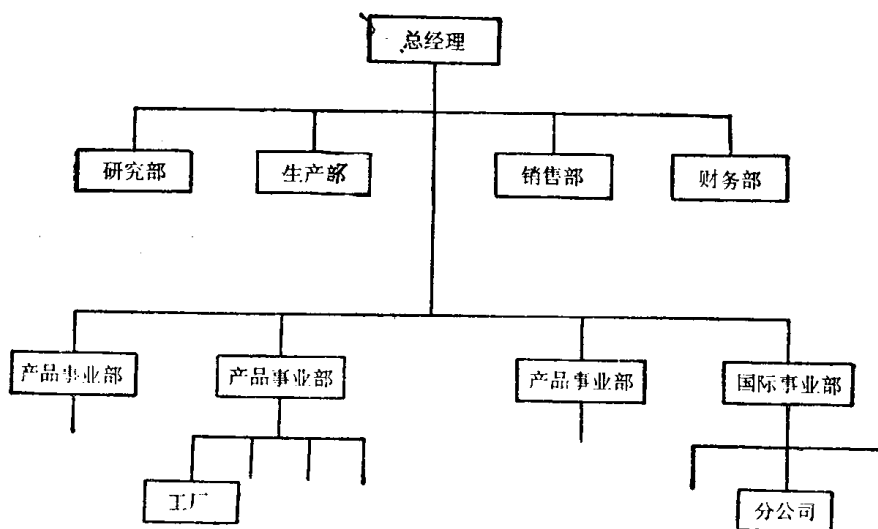


图 1-4

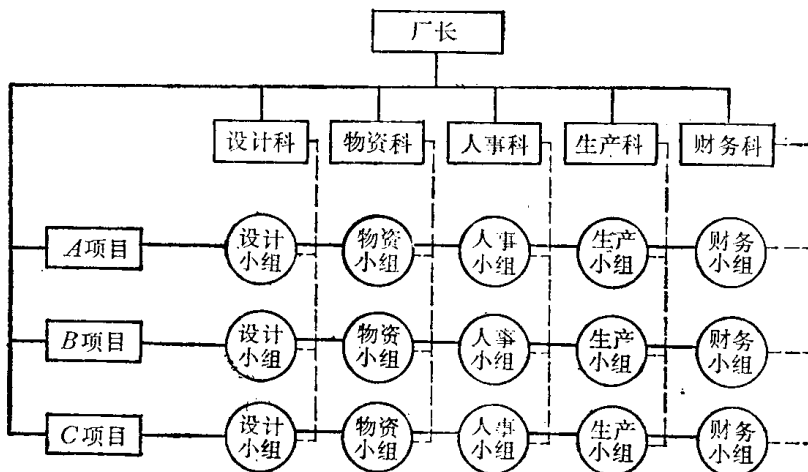


图 1-5

(5) 协调——即使所属各个部门之间的工作密切配合，步伐协调，共同为实现总目标而努力。协调需要有效的沟通，即信息的交流。管理者通过沟通了解各种情况，统一组织行动，改善人群关系。阻碍沟通的因素很多，如只听自己愿意听的，不重视与自己意愿相抵触的信息；不根据信息的内容，而根据发送者的特点评价信息；人们在感觉和语言方面的差别造成的障碍等。这些都应通过反馈、面对面解释，以及便于接收者接受的方式加以克服。

(6) 报告——包括下级对上级的汇报和上级对下级的调查和考核记录。这里提出了所谓“授权原则”，即上级把处理日常工作的职权交付给下级，自己只保留对重大问题的处置权。为了使上级能及时有效地了解和考核下级，又提出了“控制广度”原则，即认为一个上级所直接领导的下级一般不要超过五个，最多不能超过六个。如果下级的个数是按算术级数增加的话，那么其需要由上级加以调节的相互关系则是按几何级数增加的。

(7) 编制预算——包括制订财务计划、核查会计报表、控制等。控制活动是通过以下过程来实现的：经济性的测定；实际成果同预算相比较；对其间的差异进行分析并找出原因；采取必要的手段来消除其差异；在必要时，改变目标和计划。

美国管理学家戴尔对古利克的管理职能概念进行了修改和补充。他认为协调不是独立的职能而是组织职能的一部分；至于进行各种报告的目的，在于使管理人员了解情况进行控制；而编制预算本身既是一种计划职能，又是一种控制手段。因此，他提出控制是管理的一项重要重要职能。他认为：

4. 管理是计划、组织、用人、指挥、控制、创新和代表。

管理人员通过控制使实际活动与计划相一致，保证企业（或机构）始终沿着正确的方向前进，不致偏离目标太远。

控制有三个步骤：衡量实际完成情况；比较实际与计划并说明差异；采取校正措施。进行控制必须具备的条件是标准、信息和措施。没有标准就没有衡量的依据，信息不通就无法知道偏差的情况，措施不力就不能达到目标。在设计一个控制系统时，管理人员必须注意解决诸如衡量的方式与方法、标准的灵活程度、信息反馈的渠道等关键问题。一个可靠而有效的控制系统的特点是：提供信息准确、迅速，采取校正措施及时，控制点在关键部位上。

创新是管理人员的一项正式的职能。如果管理人员只限于继续做那些过去已经做过的事情，那么，即使外部条件和各种资源都得到充分的利用，其所在的企业（或机构）充其量也不过是一个墨守成规的组织。这样下去，不仅是停滞不前的问题，而很可能造成衰退。在竞争的情况下，尤其是这样。最后，管理人员还应该有能力代表他的企业（或机构）对外（政府、其他厂商、顾客等）进行交往、谈判和反映意见。这是由于现代化生产的社会条件，使彼此之间的联系越来越广泛而带来的需要。

讨论管理的概念，决不是为了在纸面上兜圈子，搞文字游戏。通过对管理的各种概念的了解，使我们认识到管理决不仅仅是开开会议，进行一般的号召，填填报表和发发指示，管理有丰富的内涵。

管理是社会生产发展的产物，在一定的社会生产条件下，人们依照某些原则、程序和方法对管理对象的诸要素（人、物、资金、信息、空间、时间）及其运动过程加以计划、执行和控制等，以达到预期的目的，这就是管理。在这种有意识、有目的的各项管理活动中，当所遵循的那些原则、程序和方法具有了普遍意义，因而能够反映出管理事物的客观规律性时，它的总和就形成了管理科学。

(二) 系统工程的特点

系统工程作为一门现代化的管理科学，它所涉及的对象和它的内涵与管理的对象和内涵在本质上是一致的。而系统工程作为一门新兴的管理学科，它在管理科学的整个领域里和发展进程中，究竟具有什么特点呢？它有三个特点：

第一是系统管理理论。辩证法是人们认识世界和改造世界的有力武器。但是在西方管理学界，许多人以前只认为它是马克思主义的宣传，并不相信它。随着社会经济的发展和管理工作复杂化，迫使人们逐渐认识到，象从全局着眼，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。他们在管理实践中自觉或不自觉地运用这些原则，并有所发展。辩证法在管理领域里树立了自己的“权威”。人们把这些行之有效的管理方法论原则总结出来，称为系统管理理论，这是工程学的第一个核心内容。西方管理学界风靡一时的系统化理论也就是由此而来的。可能也正因为这个原因，H·A·西蒙在他的代表作——《管理决策新科学》（1977）一书中认为，“系统方法是一套态度和思想体制”。

第二是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。它运用本世纪四十年代后发展起来的运筹学作为主要的定量分析手段，建立了运筹学管理数学模型。这是它的第二个核心内容。

第三，管理的对象是复杂的，管理的方法也应该多种多样。管理科学打破门户之见，广泛吸收社会学、心理学、计算机科学、法学、经济学、控制论、信息论等各门学科的成就，使管理工作取得更好的效果，这是工程学的又一个特点。这个特点是与当代科学在高度分化的基础上又高度综合，互相渗透的趋势相适应的。阿波罗登月计划的总指挥韦伯认为，重大的技术突破，现在极少，而各项现成技术的综合运用，则是发展趋势。”系统工程的出现，正是体现了这个趋势。

综上所述，随着现代化大生产的发展，管理实践和管理理论也在不断发展。从“泰罗制”出现以来的七十多年里，管理科学的进展主要表现在三个方面：第一，辩证思维在管理科学中越来越普遍地得到反映；第二，数学方法的运用在管理科学中进一步深化；第三，与各学科间彼此横向跨越，相互渗透的趋势相适应，综合运用其他学科的成果越来越广泛（见图1—6）。到本世纪中叶，这三个方面的进展具体体现在管理思想方法中系统管理理论的形成，定量化技术中的构造运筹学管理数学模型以及管理综合分析优化方法的确立。这些，就构成了现代化的管理科学——系统工程的主要核心。

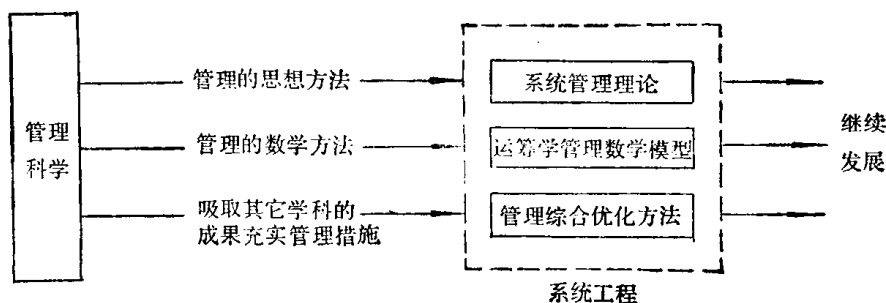


图 1—6

第二节 系统管理理论

一、系统与系统思路

(一) 系统的概念

系统工程把它的管理对象称为系统，并按照系统思路来加以研究和处理。那么什么是系统呢？系统（System）一词源自古希腊语，有“共同”和“给以位置”的含义。在日常生活中，系统这个词我们并不陌生：如消化系统、电力系统、铁路系统等等。系统工程中对系统的定义为：系统就是由若干相互区别和相互作用的组成部分结合起来完成特定功能的综合体。每一个组成部分也可以称为子系统（或称要素），而且它又是另一个更大系统的组成部分。

自然界和人类社会中的事物，从某种角度来分析都可以称为系统。例如，太阳系就是由太阳、行星、卫星、彗星等组成的总体；一部交响乐可以看作是由好几个乐章组成的系统；一个工厂即是包括各生产车间、能源、物资、生活等后勤部门，以及各业务科室等许多基层单位在内的系统。系统通常可分为两大类，一类是自然系统，就是自然界本来存在的系统，如太阳系、自然生态系统；另一类是人造系统，就是经人改造的或由人创造的系统，如企业、仓库、飞机等。

系统一般应具备四个主要属性：

1. 集合性 系统至少是由两个或两个以上的可以区别的要素所组成。因此，我们分析一个系统时，一定要明确它的构成。

2. 相关性 就是说系统内的要素是相互联系相互作用的，这种联系和作用一般都显示出有序的层次；系统的性能不单同组成它的要素的性质有关，而且与它们之间的关联形式有关。例如金刚石和石墨的化学成分相同，都是碳，但由于两者原子排列结构不同，就出现了不同的性能。金刚石是立方晶体结构，外观透明，不导电，硬度很高；而石墨是鳞片状晶体结构，不透明，导电，硬度低。再如一个企业中的机构和人员，由于相互关系处理得适当或不适当，可能会产生两种截然相反的结果，或者是“三个臭皮匠，合成一个诸葛亮”，同心协力，欣欣向荣；或者是“三个和尚没水喝”，窝工扯皮，影响生产。

3. 目的性 系统本身具有一定的目的，系统各要素就是为完成系统的既定目的而协同动作的。系统的目的也即是整个系统所体现的特定功能。在有多个目的情况下，系统工程要抓住主要目的。

4. 环境适应性 任何一个系统都存在于一定环境之中，它必然要与外部环境发生作用，表现为物质的、能量的和信息的交换。一个系统必须要适应外部环境的变化，否则便没有生命力。例如一个企业，要了解产、供、销的动向，要了解新技术、新材料等信息以及产品更新换代的情况，及时迅速地采取措施，以便适应环境的变化，完成企业生产经营的特定功能。能够经常与外部环境保持最佳适应状态的系统，是理想的系统。

环境和系统间的物质、能量和信息的流动，由环境向该系统的流动称为输入，由该系统向环境的流动称为输出。从这个意义上来说，系统又可以理解是一种转换机构，即把输入转换为输出的机构。把系统的这种功能抽象化如图 1—7 所示。

系统概念，特别重要的是强调整体。上述系统的四个特征，都必须从系统的整体来加以

理解。

(二) 系统思路

把一个所要研究和管理的事物，看作一个系统，又从总体的角度把系统中的各要素加以处理和协调，从而使整个系统在完成特定功能时达到最好效果的思想方法和处置程序，就是系统思路。

人们在长期的生产实践和斗争中，很早就形成了系统思路的概念，孕育着系统管理理论的胚胎。公元前四世纪，战国时候有个“田忌赛马”的故事。一天齐王要大臣田忌和他赛

马，规定各人从自己的上马（即头等好马）、中马、下马中各选一匹马来比赛，并且约定每输一匹马就要付出千金，每胜一匹马就可获得千金。当时同等级的马，齐王的都比田忌的强，如果以同等级的马对阵，那么田忌无疑将净输三千金。谋士孙臆给田忌出了个主意，要田忌用下马对齐王的上马，用上马对齐王的中马，用中马对齐王的下马。田忌的下马虽然肯定输，但它是为了服从整体胜利的需要，而整个比赛田忌因此变劣势为优势，反而赢得千金。

又例如，宋真宗时皇宫由于失火被烧毁，当时有一个名叫丁谓的大臣受命主持皇宫的修复工程，其中包括清理废墟、挖土烧砖、运输建筑材料以及修建等工作。这样的工程在当时说来是比较庞大、繁重的。如何最经济、最迅速地完成修复工程呢？丁谓提出了一个“一举三得”的方案：把皇宫前的大街挖成一条大沟，利用挖出的土烧砖，解决了就地取土的问题；然后再把京城附近的汴水引入大沟，于是各地的建筑材料就能从水路直接运到皇宫附近；竣工后又把废砖碎瓦填满大沟，修复原来的大街。这些都是著名的例子。

如果一个系统包含的子系统数目比较少，彼此之间存在的又是线性弱作用，那么我们称这类系统为简单系统。研究简单系统的思路是人们十分习惯的开路的因果逻辑分析，即原因→结果公式。如果系统包含众多的子系统而且相互之间存在着非线性关系的强作用，那么我们称这类系统为复杂系统。例如微观方面的微生命系统，宏观方面的生态系统、社会经济系统，准宏观方面的企业系统、事业系统等。由于原因导致结果是一个发散的过程，即一种原因可能导致许多结果，而结果的产生却是个收敛的过程，即同一个结果可能由许多原因造成。因此作为研究复杂系统的思路，必须把信息反馈的控制原理与因果关系的逻辑分析结合起来，所谓闭路的因果逻辑分析就是这个意思。在这里特别要注意下列问题：

1. 复杂与单调

复杂度的概念指的是系统中元素的数目与元素之间相互作用度的总和。元素越多，元素间相互作用越强，关系就越复杂。也正因为系统元素的多样性和各种奇妙的相互结合，才构成了我们这个生动活泼的大千世界。一旦系统的多样性被破坏，系统的平衡也就丧失。所以说，作为系统复杂度载体的多样性，是维持系统平衡的基本条件之一。在生态学上有所谓食物链和生物种类的金字塔构造一说，一旦某些生物灭绝，就会引起生态系统平衡的破坏。这个道理同样适合于社会系统和经济系统。所以，我们不能任意简化系统使其单调化，而应该在分析和设计系统时如实地将它的复杂度再现。系统越复杂，它与偶然的环境因子作用的机会越多，相互之间的抗衡和冲突越激烈，从而构成了系统变化和发展的动力。

2. 守恒与变异

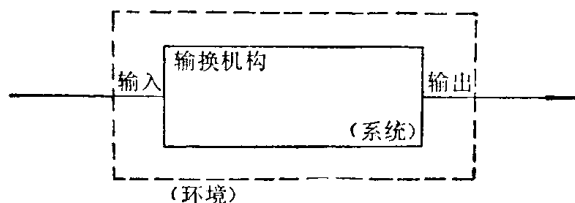


图 1-7

守恒是指系统对环境因素作用下具有内平衡的一种能力。很久以来,生理学家就已注意到生物机体在受到外界强刺激后为维持内平衡而产生的种种现象,如脸色改变、关节颤抖、呼吸加速、脉搏变快等等。以后,控制学家又把这个概念移植到控制论中,发现每一个守恒的系统,它的结构、功能是通过许多动平衡维持的。守恒是变异的对立面,它绝不表示不动;一种守恒的调节实际上是许多方向相反的内平衡的总体过程。守恒是另一个维持系统稳定的必要条件,尤其在环境因素强烈扰动的条件下是这样。比如国民经济系统,如果在天灾的影响下或在国际市场的冲击下失去自调节而失衡,那么这个系统很快就会出现不稳定而走向崩溃。

3. 增长与极限

有两种不同类型的增长,一种是按正反馈因果循环的非稳定增长,另一种是按负反馈因果循环的平衡增长。正反馈是把结果量按同样的符号(+,+)输回到循环的入端,这是一种发散性的动态行为,如生物数量的指数增长、原子核裂变、通货膨胀、癌细胞扩散,这些结果最终都导致系统的崩溃。负反馈是把结果量按相反的符号(+,-)输回到循环的入端,是一种收敛于目标的动态行为,如水箱水位的定量控制过程、某种经济量的调节过程等等。

应该指出,在规划和发展工作中,切忌只对系统中的正反馈环节感兴趣,而对系统内部的负反馈环节不注意。举例来说,在资源开发方面,人们往往很少考察资源逐渐枯竭而给民族以至整个人类带来的负结果。事实上,过高的开发强度只能带来暂时的兴旺,接着是一系列的失调。有些国家为了限制过高的资源开发强度,在价格政策上已采取措施。比如水的价格,在成本中已计入由于水资源不断消耗所带来的上涨因素。

4. 滞后与振荡

滞后指的是过程切换的非跳跃性,这种效应无论在信息流、能量流和物质流中都是存在的。比如一股流动的水,从流动到切断总需要一定的时间。由于滞后,常常会带来过程调节中的振荡现象。拿一个商店库存的调节活动来说,库存需要保持一定的标准量,销售速度是随机的,进货过程有滞后性,所以我们可以看到库存量始终在标准量上下振荡,尽管平均来说两者是吻合的。人们在分析系统动态时,如果能很好地掌握过程切换的时间,所谓不早不晚正是时候,那么系统就将自动地按需要方向调整,而不会出现诸如大起大落的振荡现象。

系统思路具有倾向性思路的优点,但其本质是反馈性思路。倾向性思路是按预定目的倾向发展的,集中指向于问题的解决,却忽视问题的解决有多大价值。而反馈性思路能把思路产生的各种结果与思路本身结合起来,根据实际情况及时纠正思路的偏差,使思路的结果变得更有价值、更有意义。系统思路注意迅速及时地捕捉信息,筛选和处理信息,综合地考察对象,统筹全局,达到最佳地处理问题的目的。

二、系统管理原理

本世纪以来,随着科学和社会生产的飞速发展,管理工作变得越来越复杂、越来越重要了。客观现实要求人们在千头万绪和瞬息万变的环境里,必须按照辩证思维方法来从事管理,才能得到好的效果。它强迫人们在实践中逐渐认识到掌握正确的方法论的重要性。通过这种由不自觉到自觉的管理实践的磨炼,系统思路更加成熟了。到本世纪中叶,它终于在系统工程中确立为系统管理理论,它由以下一些原理来体现。

（一）整体性原理

整体性原理是系统管理理论的精髓。整体性原理认为，作为一个系统，首先必须明确作为一个整体所体现的功能，也就是系统的目的性；而系统中各个子系统的功能和它们之间的相互联系都要从系统整体的角度来加以协调和控制。例如某省物资系统在物资调运中曾发生如下情况：有甲、乙、丙、丁四县，相距分别为70公里、80公里、60公里和40公里；从甲县供应A物资给乙县，从乙县供应B物资给丙县，从丙县供应C物资给丁县。三个汽车队分别驻在甲、丙、丁三县，它们的运输路线见图1—8以虚线表示。则三个车队的空车率均为50%。后来，用整体性原理重新进行规划，把四个县的物资运输看作一个整体，使三个车队依次按照甲→乙→丙→丁转圈进行运输。例如车队在甲县装上A物资，运至乙县卸下并装上B物资，再运到丙县卸下后又装上C物资驶向丁县，再从丁县空车驶往甲县，依次顺序作业，这样将四个县、三个车队的物资调运从一个整体的角度来安排，运输效率大大提高了。这时

$$\text{空车率} = \frac{40}{70 + 80 + 60 + 40} \times 100\% = 16\%$$

比以前的50%降低了34%。

整体性原理还要求在评价各子系统功能时，必须以整体目的性为准则。子系统效能很好，但不利于整体目的，虽好而不足取；相反，子系统效能虽低，若有利于整体目的，则可以酌情选取。在第二次世界大战中，美国为了对付德国飞机的袭击，在一部分商船上安装了高射炮，但经统计，这些高射炮击落敌机率只有4%，效率很低。当时有人提出装这些高射炮是很不合理的，应该拆除。后用整体性原理来进行分析，商船上装置高射炮这一系统的整体功能是为了保证商船安全运输，击落敌机只是其中高射炮子系统的一个功能。再经过统计，装置高射炮的商船被敌机击沉率从原来不装时的25%下降到10%，说明高射炮子系统有力地提高了整体功能，是可取的。

据说法国著名雕塑家罗丹，花了整整七年时间终于完成了巴尔扎克雕像，他十分得意。但当他的一个学生说：“我从来也没有见过这么奇妙而完美的手”时，罗丹却猛然操起身边的一柄斧子，砍去了那双“完美的手”。他解释说：“这双手太突出了！它们已有了自己的生命，不属于这个雕像的整体了。记住，一件真正完美的艺术品，没有任何一部分是比整体更重要的。”

罗丹的这件残缺的雕像，当时曾遭到官学派的挞伐和评击，但终于为举世所公认，成为以“神似”而驰名天下的艺术珍品。罗丹砍去雕像那双令人叫绝的“完美的手”，对于雕像的局部（手）自然是个不小的损失；但却换来了整座雕像浑然一体的和谐美，从而增强了它的整体的艺术魅力。罗丹“砍手”这一果敢行动以及他所阐明的艺术作品处理局部与整体关系的原则，同样也适用于“管理艺术”的园地。

近年来，哈尔滨铁路局主动实行绕道运输方案，为此，该局一年要多支出成本二十多万元，但却可多运出一百五十万吨煤支援国家建设，矿山因而多收益近五千万元。同时，该局

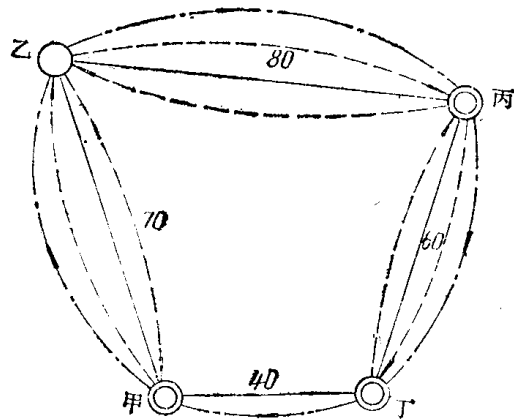


图 1—8

◎汽车队驻地；
---→原运输线路；
-·-→调整后运输线路。