

主编 刘惠生
副主编 李常英 周文杰

管理系统 工程教程



企业管理出版社

管理系统工程教程

主 编：刘惠生

副主编：李常英 周文杰

企业管理出版社

管理系统工程教程

刘惠生 主编

企业管理出版社

(社址: 北京市海淀区紫竹院南路17号)

*

新华书店北京发行所发行

景山学校印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开 15.625印张 427千字

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数: 5000册

定价: 7.30元

ISBN 7—80001—161—5/F·162

《管理系统工程教程》编委会

主 编：刘惠生

副 主 编：李常英 周文杰

编 委 （按姓氏笔划排序）：

王炳午、李常英、刘惠生、林平生、
周文杰、周德群、徐中和、凌光址

序

系统工程的创建，渊源于通讯事业，这一名词的出现较运筹学约晚十年。运筹学的研究对象是既有系统的有效运转，而系统工程则面对着设想中系统的规划与设计等。二者均牵涉到一个评价问题，因而运筹学中所研究和创建的方法就为系统工程师所使用。同时在系统工程本身也出现了一些新的概念和方法。不久，现实的研究对象就由通讯而扩展到其他领域，特别是大型研制项目的管理，如航天工程。

我国科学家在60年代就开始了系统工程的研究与应用，到70年代末，我国学者在总结了系统工程的发展情况后，提出系统工程是一大类工程技术的总称。在科学体系中，钱学森先生将其纳入工程这一层次，而运筹学属于技术科学。这就大大澄清了许多混乱的说法。在另一方面，结合当时的客观需要，又强调了系统工程在系统中的应用，更确切地说，管理系统工程是系统工程的一个分支。

在管理科学这一领域中，60年代是强调量化方法的高潮时期。但管理是人从事的一项重要活动。因而人的经验、素养、智慧将永远起着重要作用。因而纯粹依赖量化方法终非全面之计。这样我们也就认识到定性方法的重要性。当然这是科学的，特别是可以言传讲授的方法。

这本书是符合这一发展历史，适合我国国情，由具有科研和教学经验的学者执笔，并且是在试用多年的教材基础上形成的。我相信这本书的出版大有裨益于我国管理系统工程的教学与研究。

中国科学院系统科学研究所研究员

中国系统工程学会理事长

许国志

1990年12月

编 者 的 话

本书是根据管理工程专业的教学大纲，为适应有关院校经济管理类专业，兼顾有关工程技术专业在高年级讲授管理系统的需要而编写的。

自从1979年7月在芜湖参加了中国自动化学会系统工程分学会成立大会后，我们就着手在中国矿业大学开始摸索管理系统工程的内容。最先，写出了“系统工程的全过程及其梗概”，在内部发行。1982年为了本科教学的需要，编写了《系统工程与系统管理》讲义，以后又于1984年、1986年和1989年几易其稿，先后在中国矿业大学管理类本科班、干部大专班、师资班、双学位班、总工程师岗位培训班、函授大专班，以及有关成人短期培训班试用过十多次，有关院校也作为内部教材试用过，普遍认为通俗、易懂、适用。实践证明，它既适用于有关专业和部门培训管理干部，又可供广大经济工作者和企业的管理人员阅读，特别对不同层次的各级领导者，更值得一读。

近年来，为了更紧密地与实际结合起来，本书在内容设置上，广泛吸取了中国系统工程学会六届学术年会中许多实践性很强的内容；同时又充分考虑到经济管理类专业的培养目标与教学计划的要求，强调实用性。为了使系统工程的思想 and 系统方法能为更多的人了解与掌握，全书力求以简明的文字、通俗的语言、直观的图表、详尽的资料，阐述系统工程思想和方法。仅此来看，它与同类书籍相比，具有明显的特色，它把重点放在以社会经济系统和企业管理系统为主要对象，着眼于管理系统的基本理论和主要方法的应用

上。为了增强该书的可读性，全书在编排上特别注意到与其它相关课程（如运筹学、企业管理、技术经济分析等）的简单重复，做到了合理分工与有机联系。本书以系统性强为主要特点，在编写过程中始终贯彻了系统的观点和思想，贯彻了钱学森教授一贯指出的：我们面临的不光是简单的系统，而且有“开放的复杂系统”，处理这类系统的有效运行，单靠定量方法是不行的，必须采用“定性定量相结合的综合集成方法”，就是将专家群体（各类有关的专家）、数据和各种信息与计算机技术有机地结合起来，把各种学科的科学理论和人的经验知识结合起来的方法。编写中注意了理论与实际并重，而更注重如何把理论用于经济管理的实践中，这便为读者加深理解和掌握系统工程的方法提供了方便。做读者的知心朋友是本书努力追求的目标和愿望。

全书共分为两大部分：

第一部分（1～3章）向读者展现的是管理系统工程的轮廓。

第一章介绍系统与系统思想，直观地提出系统的有关概念以及系统思想的内容，为全书铺垫了基础。

第二章勾划了管理系统工程的轮廓，描述了系统工程研究问题的特点和工作方法。

第三章介绍了系统分析，包括系统分析的含义、实质、要素和实施步骤等，最后特别分析了案例。

第二部分（4～10章）是系统工程解决问题的专门技术。

第四章是系统工程的建模与模拟技术，主要介绍系统的建模方法、程序、模型类型、模拟的一般方法，以及应用领域及其举例。最后专门用一节介绍了系统动力学的基本知识和方法。

第五章是系统结构模型的建立及其解析技术。主要是解析复杂的巨系统，便于进行系统辨识。

第六章是系统工程的网络技术，除以CPM、PERT法作为基础作适当介绍外，着重对GERT、PCPM和VERT法进行了描述。

第七章是系统控制技术，着重从系统的人、财、物和信息的流

动, 研究合理控制与使用的方法, 使之合理有效地运行, 充分发挥系统的功能和效应。

第八章是系统工程的评价技术, 主要体现定性定量相结合的综合集成法, 除经常用到的特示斐法、KJ法、经济效益评价法、技术评价方法外, 还着重介绍了PATTERN法、QUEST法、DARE模型等。

第九章是系统决策技术, 着重介绍了风险决策、效用理论、贝叶斯决策、多目标决策、冲突分析法、模糊决策和决策支持系统与专家系统。

第十章是系统的层次分析法。作为近年来国民经济的各领域广泛应用并取得显著效果的一种方法, 尽管它也是系统工程的一种多目标决策评价法, 但为了在各级领导层引起广泛的重视, 把它作为一章单独介绍, 同时还专门编写了典型应用实例。

由于本书是在长期教学实践的基础上几易其稿逐步完成的, 所以大部分章节都是合作的产物。引言由刘惠生编写; 第一、二、四、七、九章由刘惠生、周德群编写; 第三、八章由周德群、刘惠生编写; 第五、六、十章由李常英编写。全书由刘惠生总纂。

由于我们水平有限, 对于本书的缺点和错误, 殷切期望读者批评指正。

编写过程中参阅了中外大量书刊和文献资料, 个别章节中还直接引用了少量实例, 在此对它们的作者表示衷心的感谢。

最后, 我们特别感谢中国科学院系统科学研究所的研究员、中国系统工程学会的理事长许国志教授在百忙中为本书写序。

编 者

1991年2月于太原

目 录

序

编者的话

引言.....(1)

第一章 系统与系统思想.....(14)

第一节 系统概述.....(14)

第二节 系统思想的形成与发展.....(31)

第三节 系统理论在企业系统中的演示.....(54)

第二章 系统工程综述.....(68)

第一节 什么是系统工程.....(68)

第二节 系统工程的内容、基本任务与实施步骤.....(73)

第三节 系统工程的基础理论.....(75)

第四节 工程学的产生与发展.....(77)

第五节 系统工程的应用.....(82)

第六节 系统工程技术.....(87)

第七节 系统工程的方法论.....(90)

第八节 管理系统工程.....(99)

第三章 系统分析.....(102)

第一节 系统分析的基本概念.....(102)

第二节 系统分析的实质及对其应有的基本知识.....(105)

第三节 系统分析的适用范围.....(106)

第四节 系统分析的要素和准则.....(107)

第五节 系统分析的要点和步骤.....(110)

第六节 系统分析举例.....(113)

第七节	系统分析易犯的错误	(120)
第四章	系统模型与系统模拟	(121)
第一节	系统模型	(121)
第二节	模型建立	(125)
第三节	常用的经济数学模型	(133)
第四节	系统模拟	(135)
第五节	系统动力学	(146)
第五章	网络系统分析技术	(173)
第一节	网络系统概述	(173)
第二节	基础网络系统及其绘制	(177)
第三节	网络系统图的时间参数计算	(193)
第四节	网络系统的优化	(213)
第五节	决策关键路线法——DCPM	(231)
第六节	图解评审技术——GERT	(238)
第七节	风险评审技术——VERT	(245)
第六章	系统控制技术	(252)
第一节	系统控制概述	(252)
第二节	系统物流控制	(257)
第三节	企业经营管理系统的盈亏控制	(265)
第四节	管理系统运行的质量控制	(272)
第七章	系统结构模型及解析	(282)
第一节	大规模系统概述	(283)
第二节	大规模系统构造表述	(286)
第三节	系统结构模型分解与阶层化	(292)
第四节	系统结构模型解析	(313)
第八章	系统评价技术	(331)
第一节	系统评价的复杂性与困难性	(331)
第二节	系统评价的基本内容	(332)
第三节	系统评价的指标体系	(334)

第四节	评价指标的标准化.....	(348)
第五节	系统综合评价.....	(352)
第六节	系统评价应用举例.....	(369)
第九章	系统决策技术.....	(380)
第一节	系统决策概述.....	(380)
第二节	系统决策模型与方法.....	(388)
第三节	风险型决策分析.....	(395)
第四节	贝叶斯决策.....	(403)
第五节	效用与决策分析.....	(409)
第六节	决策案例分析.....	(411)
第七节	决策支持系统与专家系统.....	(423)
第十章	系统层次分析法.....	(434)
第一节	问题提出与解决问题的基本思路.....	(434)
第二节	层次分析法的基本原理.....	(435)
第三节	层次分析法的实施步骤.....	(454)
第四节	AHP应用实例.....	(462)
主要参考文献		

引 言

20 世纪中期以来，在数理科学、运筹学、控制论、信息论、空间技术、电子技术、模拟技术和管理科学等相互交错、相互渗透发展的基础上形成了一门现代组织管理技术——系统工程。

系统工程是人类社会进步和科学技术发展的必然产物，是现代社会中臻完善和非常热门的一门边缘科学。它已受到世界上许多国家的普遍重视，有着广阔的发展前景，对于我们社会主义的国家更是大有用武之地。

系统工程是一门生命力非常强的科学，它在形成和发展的短时期里，就被迅速地用于世界各国的国计民生方面。它对于解决社会经济管理工作有着无可估量的巨大作用。但它并不具体研究和解决“系统”设计、制造和运转过程中的具体技术问题，而是从全面出发研究“系统”的各个组成部分的相互联系，综合考虑各种因素，寻求最优方案、策略和方法，以达到最佳的效果。所以它又是一门为决策者出谋划策的科学，更是当代领导机构和领导者必须掌握的一门科学。系统工程是现代化建设普遍行之有效的科学方法，人们称它是“参谋学”、“顾问学”。

马克思早就断言：一门科学只有成功地运用了数学才算达到完善的地步。管理科学自它卓有成效地运用了现代数学和电子计算机技术，才算达到比较完善的地步从而形成系统管理科学。用系统的思想、系统的方法，进行现代化的管理，这已是客观发展的需要和历史发展的必然。因此，系统工程与系统管理是不可分割的同一体。

由于系统工程不是一般的工程技术，它既横跨了自然科学、社会科学、技术科学和工程技术，又要立足于各自的专业领域。本教材就是以工业部门和大企业为系统而编写的，它着重于管理系统，所以取名为“管理系统工程教程”。顾名思义，其目的主要在于把读者引进系统工程这个学科领域的大门，启发读者从传统的管理方法中跳出来，了解系统管理的思想，树立系统的整体观点，对管理系统工程的性质、任务、作用，以及系统工程研究问题的基本方法和技巧有一个初步的认识，为今后进一步学习系统理论，学习系统技术，并能自觉地运用系统工程的思想、观点和方法解决各自业务范围内的问题奠定基础。

如果说一门科学在正式章节之前都要讲一讲本课程的重要性的话，在此对于系统工程这门还不很成熟、不定型，并且还不被广泛认识的新学科，就更为必要了。但是，我们并不去空讲它如何重要，因为实践已经作出结论，以后章节中会回答这个问题的。下面仅向读者解答两个问题：

一、为什么要学习系统工程？

二、如何学习系统工程？

但愿通过这两个问题的研究，能给读者得出学习系统工程的重要性的结论来。

一、为什么要学习系统工程

概括而言，学习系统工程是时代发展的需要，是新技术革命的必然，是科学技术体系发展的结果。

1. 时代发展的需要

自从大机器工业出现后，整个经济以至整个社会都形成了有机系统。因此，现代经济是系统化的经济，现代社会是系统化的社会，现在的时代是系统化的时代。

在科学技术迅速发展的今天，人类已经走出原来的传统框框，进入信息社会的时代，并且已经开始进入宇宙，走向太空。美国航天研究所的创始人，普林斯顿大学物理学家杰勒德·奥尼尔预言：

到本世纪末宇宙探索飞船将在空间制造，人类将大规模地在空间生活和工作，永久性的载人空间站将要变成现实。在空间站上除了为科学研究、通讯卫星、导航卫星、气象预报以及对地球上食物、水源、森林、土地和矿藏资源进行全球性调查服务外，还可以在零重力状态下制造出许多在地球上不能制造的稀有物质，制造速度将成倍地增长。这就是说，我们所处的时代，是一个翻天覆地的变革时代，是知识、信息成为资本，成为在社会中起决定作用的时代。人类将要由以体力劳动为主，过渡到以智力劳动为主，其奋斗目标是向“三C”、“四A”迈进——实现通讯化（Communication）、计算机化（Computerization）、控制化（Contral）和工厂自动化（Factory-Automation）、办公自动化（Office Automation）、农业自动化（Agricultural Automation）、家庭自动化（Home Automation）。

总之，我们面临的是世界大挑战的时代，是比人类的任何时候都要更加激动人心的时代，是不进则退的时代。

进入这个时代，最突出的表现是：一切传统的习惯作法将会越来越不适应于飞速发展的现实，因此必须不断改革，破旧立新；一个个科学禁区将要被突破。平稳的、静止的作法只是暂时的，不平衡、变动的作法将是经常性的。诸如，人口急剧增长，城市人口过于集中，能源短缺，运输紧张，环境严重污染，生态平衡破坏，……未来学家指出，现在地球上勉强能养活大约四十多亿人口，世界上的人口大约每隔三十九年就要增长一倍，而养活人类的地球却至少存在着如下四个方面的不平衡：人们每年对某种资源的索取量超过了它的再生速度；某些被利用的资源的基础如土地变得疲弱的速度超过了它自然更新的速度；人们对废物的处理速度小于废物产生的速度；目前普遍存在着对自然资源任意破坏或无知的摧残。为了能够利用现代的新兴科学和先进技术有条不紊地治理好整个社会，适应时代迅速发展的需要，必须从系统整体的观点加强横向联系，这横向联系的科学就是系统工程。学习系统工程是时代发展的需要。

2. 新技术革命的必然

纵观人类社会发展的历史，我们把在社会发展进程中的飞跃，称为“社会革命”。把在科学发展道路上出现的质的飞跃，称为“科学革命”。把在技术领域中的重大变革，称为“技术革命”。

产业革命、政治革命、文化革命都是社会革命，它比科学革命、技术革命层次更高，它要引起社会形态的根本变化。但“科学革命”、“技术革命”是导致社会革命的原动力。因为它是人类认识客观世界，改造客观世界的集中表现和物质基础。这无论是最早的“地心说”、“日心说”，乃至到哥伦布发现新大陆证明地球是圆的，还是从牛顿力学→量子力学→广义相对论→最大统一场论（希克斯场）→膨胀理论，而被总结出来的认识客观世界的胀观、宇观、宏观、微观、渺观，以及与之相应发现的打猎、采集→畜牧、农业→商品交换→蒸汽机、纺纱、冶炼、内燃机→电力→原子能，直至微电子、电子计算机、光通讯技术、生物工程、海洋工程、机器人、航天技术、核技术与新材料等科学革命和技术革命的象征，都证明了这一客观存在的真理。

把这些引起社会重大变革的事实，放在一个体系中去研究，就是系统的观点和系统科学的方法。

近三十年来，由于某些科学技术的发展，特别在一些发达国家当中，一组高技术产业群正在兴起，它们的发生和发展，直接、间接地影响着人们的工作对象、生活环境、使用物品、活动范围、生活节律、价值观点和人们的心理状态。在这空间不断“贬值”，时间不断“升值”的时代，事物发展瞬息万变，千姿百态，它迫使人们要进行多角度、全方位的综合思考。带着未来的需要追溯历史，怀着历史观念去探索未来，进行若干历史断面的分析，才能作出有益的决策。

关于技术革命的有关提法和划分法，至今各说不一，什么“第三次浪潮”、“第四次工业革命”、“第四次产业革命”、“后工业社会”、“第三次技术革命”、“大趋势”等等。在西方有关世界上技术

革命的“权威”说法，一般以美国贝尔的《后工业革命》、托夫勒的《第三次浪潮》和奈斯比特的《大趋势》为代表。尽管对于这三部著作中违背马克思主义基本原理的观点我们不能同意。但是，作为西方最有影响的三部未来学著作，却提出了许多引起人们深思和研究的问题。这三位未来学家对未来社会的预测，观点不尽相同，结论也不完全一样，但由于微电子技术等一系列科学技术的突破，使人类社会将出现的如下变化，基本上一致。即：

由工业社会向信息社会过渡；

由国家经济向世界经济发展；

由集体经济向分散经济发展。

近年来，罗斯特等一些专家，又以“世界经济的长期波动和环太平洋时代”为题论证了现在世界的中心正在逐渐从大西洋转向太平洋，形成了环太平洋时代——把过去世界技术、经济、产业以包括美国的东海岸和欧洲在内的大西洋中心，转移到太平洋区域了。

环观全球，面向未来，在我国把以信息技术、生物工程、海洋工程、机器人、航天技术、能源工程、材料工程等为主的高技术引起的产业革命，称为新技术革命。之所以称为新技术革命，是因为我们的工业化还仅仅是一个开始，还需要补课，甚至在国外称为第二次产业革命的课还在补，我们不可能把国家的所有力量都放在高技术产业上，只能采取有限的目标。但又不能因循守旧，跟在别人后面亦步亦趋。

我们的工业化必须赋予新的内容，希望用高技术带动传统工业发展，在补课的同时，跳过某些阶段，直接采用第三次或第四次工业革命成果，走出中国自己的路子。

我国著名的三位钱氏科学家钱学森、钱三强、钱伟长预言：从现在起到下世纪将是一个交叉科学的时代。所谓交叉科学就是自然科学和社会科学的相互交叉。钱学森同志把现代科学按基础学科划分为九个部分：即自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学（广义的）、文艺理论——美学、行