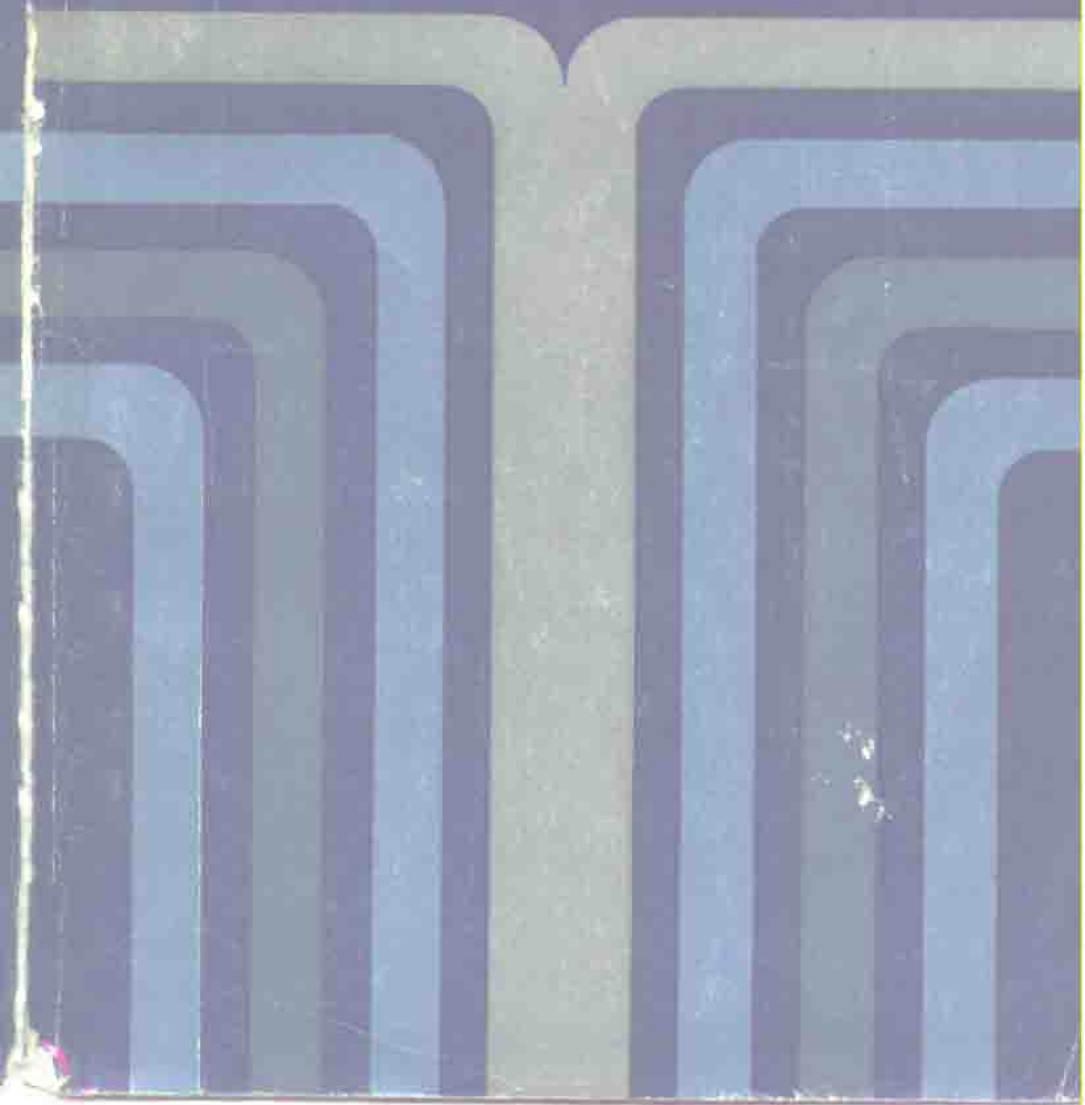


实用管理系统工程

刘余善 谷宝贵 编著

浙江人民出版社



实用管理系统工程

刘余善 谷宝贵 编著



浙江人民出版社

责任编辑 陈贤松

封面设计 矫 健

实用管理系统工程 刘余善 谷宝贵 编著

浙江人民出版社出版
(杭州武林路 196 号)

浙江新华印刷厂印刷
(杭州环城北路天水桥堍)

浙江省新华书店发行

开本 850×1168 1/32 印张 19 字数 467,000 印数 00,001—27,500

1983年7月第1版 1983年7月第1次印刷

统一书号: 4103·49

定 价: 2.02 元

前 言

系统工程是当代正在迅速发展中的一个大门类的综合性技术，是组织和管理各种系统的规划、研究、设计、制造、试验与使用的一种新的科学方法。

系统工程是立足整体，统筹全局，使整体与部分辩证地统一起来的思维逻辑方法。它将分析与综合有机地结合起来，运用数学语言定量地描述系统的状态和规律，使之达到整体效果最优。它是解决复杂系统最优管理和决策的有效工具。

系统工程打破了各门学科之间的界限，沟通了自然科学和社会科学的联系，使人们摆脱了传统方法的束缚，为解决工程系统、自然系统和社会系统的协调发展开辟了新途径，为现代科学技术的发展提供了新思路和新方法。

系统工程在我国开展研究的时间虽然不长，但是在经济、军事、科学技术、工农业生产、能源利用、交通运输、生态平衡、社会管理等许多领域都得到了广泛的应用，效果十分显著，令人鼓舞。它得到了从中央到地方各级领导的重视，引起了各级管理干部的学习兴趣。

为了满足大专院校管理工程专业教学和工业企业管理干部学习与应用系統工程的需要，我们编写了这本书。本书主要内容曾在工业企业厂长培训班、总工程师培训班和管理干部培训班作过多次讲授，并在此基础上作了补充和加工，力求联系实际，通俗易懂，既适宜自学，又可作教材和教学参考书。

本书在编写过程中参考了很多国内外书籍和资料，恕不一一列举。同时，孙祖德等同志提了宝贵意见，在此一并深表谢意。

最后，因作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

一九八二年六月于北京

目 录

第一章 系统工程概论	1
第一节 系统工程产生的客观基础	2
第二节 系统工程的发展简史和作用	10
第三节 系统的概念	16
第四节 系统工程的概念	19
第五节 企业管理系统工程的概念	25
第六节 系统工程人员应具备的条件和职责	34
第二章 系统模型技术	36
第一节 系统模型的概念	36
第二节 线性规划模型及其解法	47
第三节 随机模型及其解法	96
第四节 统计模型及其解法	108
第五节 模拟模型及其解法	125
第六节 模糊模型及其解法	137
第三章 系统网络分析技术	154
第一节 系统网络分析技术概述	154
第二节 网络图的组成及编绘	155
第三节 网络图的参数与计算	169
第四节 任务在规定日期实现的概率	185
第五节 网络图的调整与优化	193
第六节 网络技术的应用	211

第四章 系统预测技术	222
第一节 系统预测技术概述	222
第二节 定性预测方法	230
第三节 时间序列预测方法	241
第四节 回归分析预测方法	262
第五节 马尔可夫分析预测方法	275
第六节 技术预测方法	285
第五章 系统决策技术	297
第一节 系统决策技术概述	297
第二节 肯定性决策方法	306
第三节 风险性决策方法	308
第四节 非肯定性决策方法	329
第五节 博弈性决策方法	338
第六节 其他种类决策方法	353
第七节 有效领导者的职责与素质	362
第六章 系统价值分析技术	370
第一节 价值分析概述	370
第二节 价值分析的基本程序	383
第三节 价值分析对象的选择	386
第四节 系统的功能分析	400
第五节 创造改进方案	423
第六节 方案的评价	433
第七节 价值分析成果总评	453
第八节 价值分析应用实例	456
第七章 系统分析技术	468
第一节 系统分析技术概述	468
第二节 存储分析	469
第三节 更新分析	509

第四节	盈亏分析	532
第八章	管理信息系统	544
第一节	管理信息系统的概念	544
第二节	工业企业信息的分类和编码	550
第三节	工业企业信息处理技术	560
第四节	工业企业管理信息系统实例	575

附 表

正态分布表	581
随机数表	583
t 分布的百分点表	595

第一章 系统工程概论

系统工程是当代正在发展和逐步完善的一门组织和管理的技术，它不是内容单一的工程技术，而是一个大门类工程技术的总类名称。它是以系统为研究对象，把要研究和管理的事物视做系统，进而采用系统工程的理论和方法，求得系统技术上先进、经济上合算、时间上最省、运行中可靠的最佳效果。

国外从本世纪四十年代开始研究，到七十年代基本上确立了独立的系统工程体系。

国内近些年来，在钱学森、华罗庚等科学家的积极倡导与支持下，开展了对系统工程的研究和应用。初步实践证明，领导机关采用系统工程，提高了组织管理水平；经济部门采用系统工程，对国民经济进行科学的规划，提高了经济效益；企业部门采用系统工程，提高了产品的质量和经营效果；军事部门采用系统工程，对国防力量做出战略规划，缩短了武器的研制周期，降低了费用；科学部门采用系统工程，对科学发展做出统一规划，使老学科焕发了青春，新学科获得发展；高等教育部门设立系统工程专业，为整个社会的进步培养着大批组织管理干部，等等。总之，系统工程是社会主义现代化建设的有力工具。因而，系统工程得到了越来越多的领导机关和各级人员的重视。

第一节 系统工程产生的客观基础

一、系统工程产生的实践基础

系统工程的产生不是偶然的，而是来源于人类千百年来生产实践，是逐步形成的。特别是本世纪以来，现代科学技术活动的规模有了很大扩展，现代经济建设的规模更加庞大复杂，现代社会的发展出现很多新问题，等等。人们从效果出发，迫切需要以最短的时间，最少的人力、物力和资金，最有效地利用最新科学技术成就，来完成建设、科研、工程等各项任务。完成这样规模巨大的任务，只依靠某些特定的技术和某个学科的知识以及人们现有的组织管理的技能、经验是不能很好解决的。要解决一个领域的问题，必须考虑对其他领域的影响，要用各个学科的最新成就，综合地、科学地、定量地来处理问题，才能适应时代的发展。系统工程就是为了适应这种客观形势的发展而产生的一个大门类的组织管理技术。因此，系统工程是生产力发展到一个特定阶段的必然产物。具体些讲，系统工程就是为了解决“工程”进入“系统发展时代”所产生的“系统性问题”，而建立起来的一个大门类组织管理的工程技术。对它的含义做如下的解释：

（一）所谓工程的含义。

系统工程中的“工程”二字和一般工程，诸如电机工程、机械工程、建筑工程等中的“工程”含义不同，它是在传统概念的基础上被赋予新的、更广泛的内容。作为传统概念的工程，侧重于制造有形的产品，诸如生产电机、机床、建筑物等，也就是物，统称“硬件”，并相应地把这类技术称为“硬技术”。作为系统工程概念的工程，则侧重于制造无形的产品，诸如为一般工程生产“硬件”提供计划、方案、决策、程序等，也就是事，统

称“软件”，并相应地把这类组织管理技术称为“软技术”。

总之，在系统工程中，工程是“硬技术”和“软技术”相结合的全过程的技术，着重于“软技术”的研究。所以，它被称为“工程的工程”、“技术的技术”。

（二）所谓系统发展时代的含义。

系统发展时代主要是指由于工程本身技术的复杂性和综合性，规模的巨大性，含义的广泛性，以及效率的高度性，所导致的工程开发与外界环境关系的复杂化和强烈化、不确定性和不稳定性这样一种局面。工程的开发不仅涉及工程技术问题，还要涉及社会状况、经济状况、资源、教育、环境污染、生态平衡等一系列的问题。现代工程尤其是重大工程计划的成败往往不仅在于技术，而且还在于工程计划与外界环境的协调。例如，一些大型工程的建设，显然都是重大的系统工程。它涉及的范围很广、部门很多，不单纯是一个业务部门的问题，而且涉及整个国民经济与其他部门的协调问题。如果事先缺乏系统分析，即没有对工程进行技术分析、技术经济分析、经济分析和社会分析等工作，而草率上马，都会造成巨大损失。这在国内外都有许多经验和教训。因此，充分认识现代建设的特点是很重要的。

（三）所谓系统性问题的含义。

系统性问题主要是指工程发展与社会环境和自然环境的相互关系问题，也就是工程的社会性问题。

自然科学和工程技术的发展增强了人们改造自然的能力；同时，科学通过技术这个环节转化为社会的直接生产力，也就是技术进入社会了，因而就产生了工程技术和社会的各种因素之间的相互影响、相互制约的关系问题。科学技术有其自身的发展规律，同时也受社会其他规律的制约，受到社会力量的作用。科学技术是离不开社会的，科学技术只有得到社会的承认，为社会所需要，才能变成巨大的发展力量。正如科学家爱因斯坦说的那

样：“只懂得应用科学本身是不够的，关心人的本身，应当始终成为一切技术上奋斗的主要目标。关心怎样组织人的劳动和产品分配这样一些尚未解决的重大问题，用以保证我们科学思想的成果会造福于人类，而不致成为祸害。”例如，轻便型摩托车，技术上是较先进的，市场上也是需要的。但是，由于设计生产时并未考虑它的系统性问题，亦即对交通安全的影响，对节约能源的影响，对环境污染的影响，因而，在大城市的销量受到限制，从而影响了它的发展和经济效益。这是预先没有考虑它的社会性问题而造成的后果。同时，社会科学的发展和各种社会问题的解决，因为没有用现代自然科学的成果和定量化的技术，而长期停留在基本概念上，得不到发展，影响了社会问题的解决。只有引进自然科学和工程技术的理论和方法，才能使社会科学更加科学化、严密化、定量化。例如，经济学的发展，由于引入数学方法产生了“计量经济学”、“技术经济学”、“工业经济学”等分支，使之成为经济建设的有力工具。

总之，人类社会发展到今天，一个很重要的特点是各个领域、各个学科之间存在着相互影响、相互渗透、相互依存的关系。因而，无论是工程技术问题还是社会问题都必须综合解决。正如有的科学家所说：“现在已经进入了如不考虑和制定相互关系的计划，所有的问题都不能解决的时代。”

二、系统工程产生的理论基础

实践的需要，是系统工程产生的动力，而各种系统理论的出现，为系统工程的发展提供了理论基础。

（一）系统工程的一般理论基础。

各类系统工程的实践带来了运筹学、控制论、信息论、大系统理论的发展，而这些一般理论的发展又为系统工程的发展打下了基础。

1. 运筹学。

运筹学的基本思想很早就有了。但是，它得到发展是在本世纪四十年代，从军事行动效率的研究开始，以后应用到各个领域，用以分析各种系统效率，起到了很好的作用。它是研究系统在给定条件下，统筹规划，合理安排，以求最优效果的数学方法。系统工程要寻找系统实现的最优方案，必须运用运筹学的理论和方法。因此，运筹学是与系统工程有非常密切关系的理论基础。

2. 控制论。

控制论的基本思想也是很早就有了，至少是在一百年前，麦克斯韦尔提出的“反馈”概念就是它的萌芽。但是，作为一个独立的学科是在本世纪四十年代，随着自动化技术、信息论和电子计算机技术的兴起而迅速发展的。它是研究控制系统的状态、功能、行为方式及其变动趋势，使系统按预定的目标去行动的技术科学。控制论在实践中对许多实际问题提供直接答案，可以控制系统的稳定和有针对性的行动。系统工程要实现对系统的最优控制，必须运用控制论的理论和方法。因此，控制论也是系统工程的一个重要理论基础。

3. 信息论。

信息论的基本思想也是很早就有了。但是，作为一个独立的学科是在本世纪四十年代，随着通讯技术、电子计算机技术的兴起而迅速发展的。它是运用信息的观点，把系统看作是借助于信息的获取、传送、加工、处理而实现其有目的性行动的研究方法。信息是系统确定程度的标记，是现代科学技术中普遍使用的一个中心概念。系统工程要对系统进行规划、研究、设计、控制、管理等，都离不开信息，必须运用信息论的理论和方法。因此，信息论也是系统工程的一个理论基础。

4. 大系统理论。

大系统或称巨系统，是七十年代提出的控制论的特有概念。

这个概念并不表示系统的大小，这里所讲的“大”不是指体积大、范围大，而是指系统的复杂程度。大系统是一个由共同目的联合起来的有内在联系的子系统的集合。它可以分为若干部分，各部分之间存在物质、能量和信息的联系，系统与系统之间又有外部联系，相互之间的耦合关系往往是随机的。大系统理论的主要内容是运筹问题和功能问题。大系统的控制方式有“集中控制”和“等级控制”两种形式。总之，它是研究大系统控制与信息过程的共同规律。大系统理论是系统工程中解决大系统整体与部分、整体与外界环境之间的相互关系，以达到最佳控制的研究方法。

（二）一般系统理论。

本世纪三十年代，冯·贝塔朗费(*L·Von·Bertalanffy*)对“分子生物学”进行了研究，认为把生物解剖得越来越细，反而失去全貌，对生命的理解仍然渺茫，好象知道得越来越少了。他开始进行“理论生物学”的研究，就是从生物的整体、把生物的整体及其环境作为一个大系统来研究，创立了他自己称为一般系统论的科学。他还把它应用到研究人的生理、人的心理以及社会现象等广泛问题。一般系统理论的基本原则有四条：1. 整体性原则；2. 相互联系的原则；3. 有序性原则；4. 动态原则。一般系统论从整体的概念来研究问题，这是认识论的一个重要进展，它的基本原则对系统工程有很深的启发意义。因此，一般系统论是系统工程可以借用的一个理论基础。

（三）耗散结构理论。

本世纪七十年代，比利时物理学家普利戈金(*I·Prigogine*)等人对非平衡热力学和非平衡统计物理学的发展提出了一个科学假说：耗散结构(*Dissipative structure*)。经过十年来的发展，初步形成了一个理论框架。用耗散结构来研究物理、化学、生物学、社会现象，都取得了成功。

耗散结构的概念，是相对于平衡结构的概念提出来的。长期

以来，人们只研究平衡系统的有序稳定结构，并认为倘若系统原先是处于一种混乱无序的非平衡状态时，是不能在非平衡状态下呈现出一种稳定有序结构的。但普利戈金等人指出：一个远离平衡的开放系统(不管是力学、物理、化学、生物和社会等)，在外界条件变化达到某一特定阈值时，量变可能引起质变，系统通过不断地与外界交换能量和物质，就可能从原来的无序状态转变为一种时间、空间或功能的有序状态，这种非平衡状态下新的有序结构，叫耗散结构。耗散结构理论成功地引用到某些系统。例如，一座城市可看作是一个耗散结构，每天输入食品、燃料、日用品等，同时输出产品和废品，才能生存下去，保持稳定有序状态，否则将处于混乱。现代经济系统也是一个非平衡的开放系统，系统内部各部门的联系是非线性的，存在有规律的经济波动和无规律的随机扰动，因此也是一个耗散结构。

总之，系统工程所研究的系统一般都是非平衡的开放系统，它的整体化、有组织化、多因素、多过程的相互作用是非加法的，因而不能用一般的分析方法解决，必须引入耗散结构理论。因此，耗散结构是系统工程的重要基础理论。

(四) 协合学理论。

协合学理论是研究和比较不同领域中多元系统元素间合作效应的理论，从而揭示出不同系统间存在着的深刻的相似特征。如从无序走向有序，从不稳定走向稳定等。

协合学理论不仅对物理学、天文学、化学、生物学等研究作出贡献，而且近年来对现代经济管理、城市规划、系统工程等方面的研究，也显示了它的光明前途。因此，它也是系统工程的一个重要基础理论。

综上所述，工程学的产生与发展是由客观条件决定的，是科学技术的进步和社会发展引起的，是人类改造自然、改造社会的需要而产生的。它综合了一百多年来社会科学发展的成果，近

半个世纪来自然科学技术发展的成果，并吸取了近二十多年来计算机科学的发展成果，而建立和产生的一大类工程技术。

三、系统工程在现代科学技术体系中的地位

(一) 科学技术体系的结构。

我们用马克思主义观点，对现代科学技术体系结构做一总结和概括，可以把一大部门科学技术体系分成四个台阶：工程技术、技术科学、基础科学和哲学。工程技术，是指指导各个领域实践的直接创造财富的技术。如工业生产中的产品设计和制造技术，农业生产中的耕作和种植技术等。技术科学，是指直接为工程技术服务的一般理论，是工程技术实践的理论总结，也是许多工程技术产生的直接来源。它是联系工程技术与基础科学的纽带和桥梁。如力学、电子学、运筹学等。基础科学，是指发现和表述自然界与社会界基本的现象和规律的理论，是工程技术和技术科学的基础理论。如数学、物理学、生物学等。哲学，是指人们对于整个世界(自然界、社会和思维)的根本观点的体系，是自然知识和社会知识的概括和总结。如自然辩证法、历史唯物主义、认识论等。

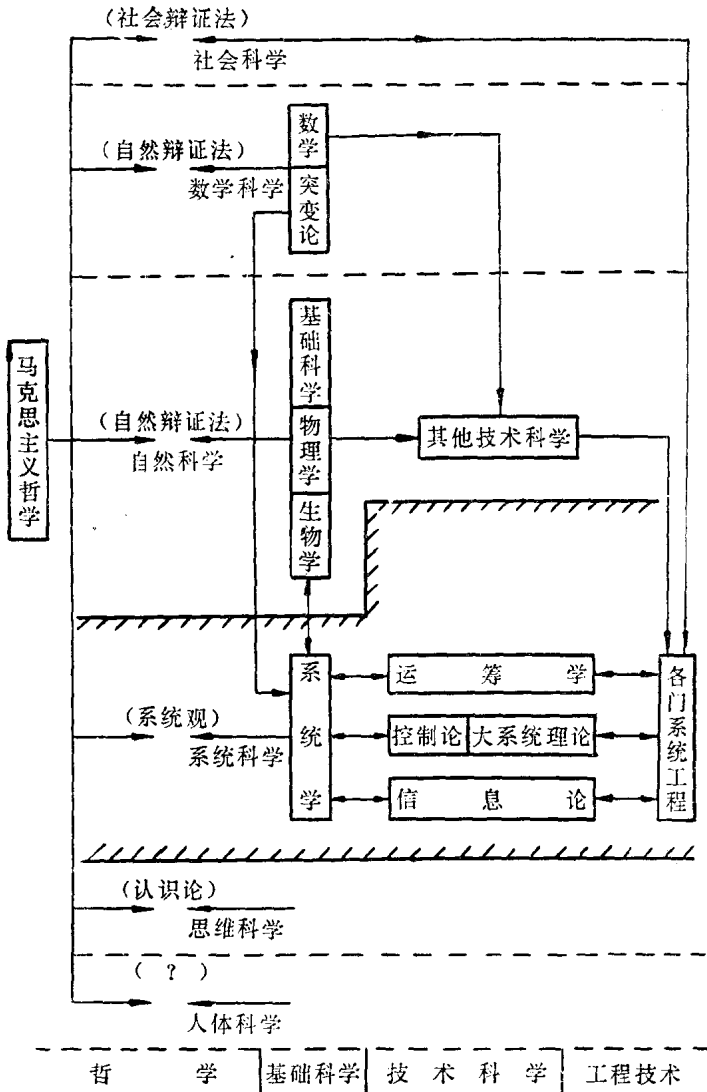
(二) 现代科学技术体系。

用上述四个台阶构筑一大部门科学技术体系，到目前为止，已经形成了三个大部门科学体系：数学科学、自然科学、社会科学。现在还有新的正在形成的三个大部门科学体系：系统科学、思维科学、人体科学。我们用钱学森同志提出的现代科学技术体系的结构，把已经形成和正在形成的科学做一总结与展望，如图 1—1 所示(见第 9 页)。

对已经形成的三个大部门科学体系无须做过多的解释。下面主要说明新的三个大部门科学体系，并重点解释系统科学体系。

所谓系统科学，是由于现代化组织和管理的需要而产生的横

图1-1



断性和整体性的一大部门科学体系。它的工程技术台阶是各门系统工程；它的技术科学台阶是运筹学、控制论、信息论、大系统