

管理系統工程概論

廖泉文 編著

管理系统工程概论

江西人民出版社出版发行

(南昌市新魏路)

新华书店经销 江西印刷公司印刷

开本787×1092 1/32 印张9.375 字数21万

1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数1—2500

ISBN 7-210-00170-4/F·23 定价: 3.50元

序

管理系统工程是系统工程学的一个重要领域，它以系统论、控制论、信息论（“三论”）为理论和方法论基础，以现代数学、运筹学和计算机为工具，将系统思想和系统方法引入现代管理，使管理理论和方法向前推进了一大步。

半个世纪以来，这一新兴的科学领域在西方获得了长足的发展。党的十一届三中全会以来，为适应“四化”建设的需要，我国学术界和企业界的广大理论和实际工作者对包括系统工程在内的现代管理科学的引进、研究和吸收利用表现出极大热情，付出了辛勤劳动，并取得了可喜的成果。系统工程学的理论研究和实际应用，在老一辈杰出科学家钱学森、钱伟长教授等的倡导下，成就尤为显著，并展示了极为广阔的发展前景。

本书作者有深厚的教学基础和较高的马克思主义哲学修养，为她卓有成效地开展系统工程学的研究提供了优越条件。近十年来，她披荆斩棘，在这一新兴科学园地勤于耕耘，取得了不少开拓性成果而为海内方家和广大读者所称道。本书是管理系统工程方面一本基础性教材，全面介绍管理系统工程的基本原理和方法，力图对

国内外在这一领域的最近进展作出新的综合和概括；并着重论述有关数学方法在管理上的有效性与实用性，在纯数学的推导与论证方面则力求简略，力求使在各个专门数学领域未受严格训练的读者亦易于理解、掌握和应用，是本书的两大特色。作者正值年富力强，在科学上又锐意开拓，锲而不舍，勇攀高峰，其未来学术成就诚未可限量也！欣喜之余，爰略书数语为之序。

余绪缨

1987年12月27日于厦门大学经济学院

目 录

第一章 管理系统工程概述	(1)
§ 1. 系统和系统工程.....	(1)
(一) 系统的定义、构成条件和特点.....	(2)
(二) 系统的分类和系统的基本问题.....	(5)
(三) 系统工程的定义和特点.....	(9)
(四) 系统工程的方法论.....	(12)
(五) 系统工程的发展史.....	(16)
§ 2. 管理系统及管理系统工程.....	(22)
(一) 管理系统概念.....	(24)
(二) 管理系统的职能和特点.....	(30)
(三) 物质流与信息流.....	(36)
第二章 管理系统工程的基本方法 (一)	
——系统分析.....	(39)
§ 1. 系统分析的内容.....	(40)
(一) 系统分析的种类.....	(40)
(二) 系统分析在过程模型中的地位.....	(44)
(三) 系统与环境的界限.....	(47)
(四) 系统分析的目的和实施步骤.....	(50)
§ 2. 系统目标的制定.....	(51)
(一) 制定目标和规划思考.....	(51)
(二) 制定目标的方法.....	(53)
(三) 目标寻求.....	(54)

(四) 系统的综合与分析.....	(55)
§ 3. 系统评价.....	(57)
(一) 指标体系和技术经济指标的可比性.....	(57)
(二) 评价方案的标准方法、成本/效果分析法.....	(59)
(三) 评价方案的矩阵法.....	(62)
(四) 系统评价中要注意的几个问题.....	(68)
第三章 管理系统工程的基本方法 (二)	
——建模与仿真.....	(71)
§ 1. 系统模型的分类及应用.....	(71)
(一) 系统模型的分类.....	(72)
(二) 建模过程.....	(73)
(三) 模型的应用举例.....	(77)
§ 2. 结构模型解析法.....	(78)
(一) 有向连接图、相邻矩阵、可达性矩阵.....	(78)
(二) 结构模型的建立.....	(82)
§ 3. 状态空间法.....	(87)
(一) 系统的状态和状态变量.....	(87)
(二) 连续系统的状态空间表达式.....	(88)
§ 4. 仿真技术.....	(103)
(一) 仿真与模型化的技术.....	(103)
(二) 仿真的顺序.....	(104)
(三) 仿真的技术.....	(105)
(四) 联机模型的构造.....	(107)
§ 5. 仿真在系统工程中的应用.....	(107)
(一) 系统仿真在系统研究中的重要性.....	(108)
(二) 系统仿真在社会经济等方面的应用.....	(108)
第四章 管理决策的定量技术.....	(111)

§ 1 决策的基本概念	(111)
(一) 管理科学模型的特征	(111)
(二) 管理科学过程	(112)
(三) 决策种类	(113)
§ 2. 非线性规划 (NLP)	(114)
(一) 一维搜索	(115)
(二) 多变数函数的解析最优化——梯度法、 共轭梯度法	(123)
(三) 最优化的直接方法	(129)
(四) 有约束非线性规划的计算方法	(139)
§ 3. 动态规划	(148)
(一) 动态规划的基本概念和最优化原理	(149)
(二) 动态规划的基本方程和基本思想	(154)
(三) 资源分配问题	(155)
(四) 生产与贮存问题	(164)
第五章 系统的可靠性	(169)
§ 1. 系统可靠性的基本概念	(169)
(一) 可靠性的定义及特征量	(169)
(二) 研究可靠性的重要性	(172)
(三) 可靠度的数学表达式	(173)
(四) 失效规律	(175)
(五) 系统寿命的分布	(176)
§ 2. 可靠性技术简介 (一)	(177)
(一) 逻辑图	(177)
(二) 串联系统的可靠度计算	(181)
(三) 并联系统的可靠度计算	(183)
(四) 综合系统的可靠度计算	(186)

(五) 寻待冗余系统.....	(187)
§ 3. 可靠性技术 (二)	(188)
(一) 模拟法.....	(188)
(二) 界限法.....	(191)
§ 4. 可靠度分配.....	(198)
(一) 等分配法.....	(198)
(二) 加权分配法.....	(199)
第六章 管理信息系统.....	(203)
§ 1. 管理信息.....	(203)
(一) 信息的基本概念.....	(203)
(二) 管理信息.....	(206)
§ 2. 企业管理信息系统.....	(210)
(一) 管理信息系统的定义、特点.....	(210)
(二) 管理信息系统的类型和功能.....	(212)
(三) 管理信息系统的建立步骤.....	(214)
(四) COPICS(面向通讯的生产信息控制系统)	
的组成和意义.....	(216)
§ 3. 电子计算机在企业管理中的应用.....	(226)
(一) 电子计算机与企业管理的关系.....	(227)
(二) 应用小型计算机控制经营管理系统.....	(232)
(三) 利用计算机对进度和成本进行控制.....	(236)
(四) 利用计算机确定经营方针.....	(238)
(五) 电子计算机在我国的应用和发展情况.....	(239)
第七章 系统动力学.....	(241)
§ 1. 系统动力学的基本概念.....	(241)
(一) 系统动力学的发展简史.....	(241)
(二) 系统与系统的动态行为.....	(243)

(三) 社会系统的特征.....	(245)
(四) 研究系统动力学的基本步骤.....	(245)
§ 2. 因果关系环和正负反馈环.....	(246)
(一) 因果关系环.....	(246)
(二) 负反馈环.....	(251)
(三) 正反馈环.....	(257)
(四) S 形增长结构.....	(259)
§ 3. 系统动力学模型.....	(260)
(一) 延迟、倍时和系统.....	(261)
(二) 模型的构成.....	(266)
(三) S D 流程图.....	(269)
(四) 方程式的构造.....	(279)
附录: I 系统工程重要方法和技术应用检查表.....	(281)
II 系统科学的现状及未来的任务.....	(284)

第一章 管理系统工程概述

科学需要更新，在知识爆炸的今天，更新的速度加快了，过去人们预言，今后的时代是大系统的时代，今天人们预言，今后的时代是信息时代，是微电脑时代。但是，无论预言家们如何去预言未来，系统科学和系统工程无疑是人类认识和改造客观世界漫长过程中的又一质的飞跃。

随着国家三个面向：面向未来、面向四化、面向世界的战略目标 and 全国各企业学习现代化管理和系统管理的具体任务，应用系统工程的原理与方法以提高企业管理部门的效率，改革传统的、陈旧的、经验型的管理方法，是迫在眉睫的了。唯其如此，方能提高质量、降低成本、缩短运转周期，从而获得更大的经济效益。

本章概述系统和管理系统的定义、结构和特点，系统工程的方法论和管理系统的职能、分类等。

§1 系统和系统工程

系统作为一个概念是人类开发和改造社会所形成的整体观念。而系统工程则是一大类组织管理技术的总称，它横跨自然科学、社会科学和人文科学，以各学科的相互渗透、相互融合而成为一门极有特色和极具优势的新兴学科。

奥地利籍学者贝塔朗菲作为系统论的创始人，最早提出整

体大于部分之和的整体最优概念。系统工程不追求个体最优，而始终把重心放在各部门的协调、配合以发挥整体最优绩效上。

(一) 系统的定义和特点

1. 系统定义：

所谓系统，是混乱，无秩序的反义词。系统是由二个以上相互区别和相互作用的单元间结合起来完成某一功能的、有机的综合体。每一单元可称为一个子系统，而该系统本身又是一个更大系统的组成部分。

在韦氏大辞典 (Webstor) 中，系统一词应解释为“有组织的或被组织化了的整体。”在日本的JIS工业标准中，“系统”被定义为：“许多组成要素保持有机的秩序，向同一目标引动的东西。”

系统可大可小，可简单可复杂。一个人、一个工厂、一个企业部门、一个研究项目可以视为一个系统，一个国家社会经济、甚至全球经济也可视为一个系统。

2. 系统的特征：

系统的特征可以分为主要特征和次要特征。

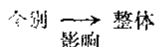
系统的主要特征如下：

(1) 集合性：集合性表明系统研究对象的群体性。系统始终面对“群体”而不是“个体”。任何“个体”不属于系统研究的范围。例如企业系统，它由人、财、物、能源、信息等构成，单独一个机器零件，或单独一个信息，系统不予研究。

(2) 关联性：系统内各元素之间是有机联系的，相互制约的。例如，一个电子计算机系统，各种运算装置，储存装置，控制装置等都存在相互制约的和相互依存的关系。

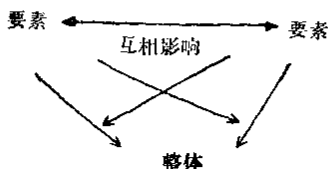
系统各元素之间的关联表现在以下三方面：

(a) 在整体中每一个要素的性质或行为将影响到整体的性质或行为。



(b) 要素之间互相影响。

(c) 每一个要素影响整体的途径和方法受其他要素的制约。



例：人的心脏会影响整个人体的功能；心脏不好会影响肝脏；而心脏对人体的影响大小又受人体其他部分健康与否的影响。

(3) 整体性：系统作为整体保持某种功能，整体性是系统的本质特征。

系统的整体性表现在以下三个方面：

(a) 系统作为整体的功能不等于组成系统的各单元的功能。

(b) 系统的功能不等于各个要素功能的简单集合相加。

(c) 系统整体功能大于各部分功能之和。

例：一个继电器不过是一个开关，如果把继电器单纯汇集中，不会产生新的功能，如果它们被巧妙连接，用于计算目的，就构成计算机。

(4) 目的性：系统作为整体必须具有目的，系统的各组成部分围绕着一个共同的目标，以区别于彼此没有共同目标的一组元素。系统在组建之初，必须具有目的；系统在运行之中，必须围绕目的。系统在评价之时，必须依据初始的目的。

例：教育系统组建的目的是为国家建设培养有用之才；教育系统运行过程中，必须围绕培养人才这一目的；评价教育系统的优劣，也应以培养人才的多少、好坏作为评价标准。

(5) 有序性：有序性包括时间性顺序和结构性顺序，大的系统由小的子系统有机结合而成，子系统又由更小的系统构成，形成一种层次结构，层次性也是系统的本质属性。

例：管理系统由计划系统、运用计划系统、服务系统与人事系统、财务系统等组成。而运用计划系统又可分为产品计划系统、生产计划系统、销售计划系统等。生产计划系统又可分为资料、设备、人员、库存等子系统。

(6) 环境适应性：任何一个系统必须适应环境方能生存和发展。系统具有修正和更新自己以适应环境要求的特性。不能适应环境的系统只能消亡。

例：地处特区的企业系统，必须调整其生产、销售、人事、财务等方面的机能以适应新的环境。

上述六个特征为系统的主要特征。系统还有下述三个次要特征：

(1) 竞争性：竞争性包括系统自身的新旧之争和同类系统的竞争。竞争的失败可能导致系统的消亡。

有些系统是以在竞争中获胜为主要目的，如军队、球队和各种体育专业队。

(2) 可扩性——亦称成长性、生长性。

当系统是大型而且结构复杂时，如系统的构成或建设时间

长，其间由于环境或技术的变化，目标的修正或追加，有必要维修、改良、更新系统，使系统的功能符合情况变化的要求，此时，系统具有生长性。

例：某大学根据需从八个系增加至十三个系，某电视机厂增加了彩电生产线等。

(3) 资源的冗余性：构成系统时所动用的资源不能百分之百发挥功能，这就是资源的冗余性，冗余的资源挖掘得越多，系统就愈能发挥功能，也就愈完善。

例如：收音机发展为收录两用机，此时电源部分、扬声器、某些电路、指示仪表等为共享资源，当发展到收——录——电视三用机时，则共享资源程度更提高了，而冗余资源则减少了。

又如，从单纯统计时间的手表，到电子计算器式手表，到生理监听器手表，到个人定向通讯式手表，资源的共享程度逐步提高，而冗余资源逐渐减少。

显然，综合系统的主、次要特征，共有以下九个：集合性、相关性、整体性、目的性、有序性、环境适应性、竞争性、可扩展性、资源冗余性。

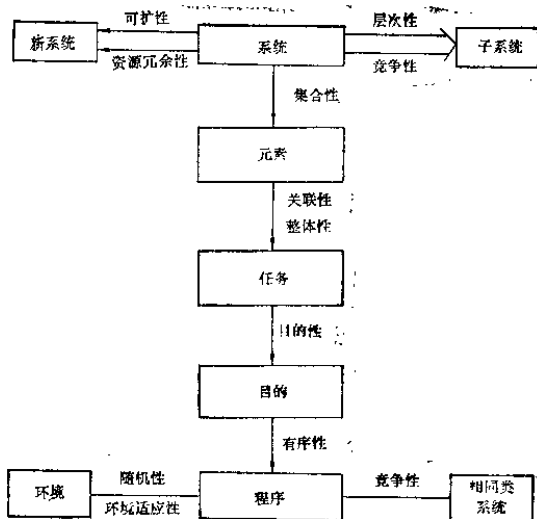
系统的特征见图1—1。

(二) 系统的分类和系统的基本问题

在自然界和人类社会普遍存在着各种系统，这些系统就大的方面划分可以有自然系统、人造系统以及由这二者所组成的复合系统。为了对系统的性质加以探讨，我们可以根据各种不同的属性对系统进行分类。

1. 系统的分类：

(1) 自然系统与人造系统——按自然属性划分



(图 1-1)

自然系统就是系统的组成部分是自然物。例如海洋系统、气象系统、生态系统、矿藏系统等。它们是由矿物、植物、动物等自然物自然形成的系统。

人造系统是由人工造成的各种元素所组成的系统。例如工业企业系统、社会经济系统、科学技术系统等。

(2) 实体系统和概念系统——按物质属性划分

实体系统是由物质实体组成的系统，是概念系统的基础。

例如人机系统、机械系统、供电系统等。

概念系统是由概念、原理、原则、方法、制度、程序等观念性的非物质实体所构成的系统，例如计划系统、管理系统、教育系统等。概念系统往往为实体系统提供指导和服务。

(3) 静态系统和动态系统——按运动属性划分

静态系统是表征系统规律的数学模型中不含有时间因素，即系统的状态不随时间而变化的系统。此时，系统的输入与输出获得平衡。例如车间平面布置系统，稳态的仪器流量平衡管路系统等。

动态系统是指系统的状态随时间变化的系统。在多数情况下，系统的状态变量可以表为时间 t 的函数，例如生产系统、社会系统、服务系统等。

静态系统是动态系统的一种极限状态，系统的“动态”是绝对的，“静态”是相对的。静态系统是一种稳定状态，所以又称“稳态系统”。

(4) 开环系统和闭环系统——按反馈属性划分

系统的输出对系统的输入和状态不发生影响的系统称为开环系统。例如洗衣机系统、汽车系统、定时控制的交通指挥系统等。

系统的输出对系统的输入和状态发生影响的系统称为闭环系统。闭环系统又称反馈系统，其特点是具有反馈回路。例如企业系统、教育系统、生态系统等。

社会经济所属各系统都是闭环系统，它们具有反馈特性，系统的输出规定和制约了系统的再输入。必须强调指出，闭环系统与封闭系统，开环系统与开放系统具有本质上的区别。开放与封闭系统是指系统是否与外界进行物质、能量、信息的交换，如存在这种交换，是开放系统，否则，是封闭系统。

(5) 控制系统和行为系统——按行为特点划分

为进行控制而构成的系统称为控制系统，例如自动控制系统。

行为系统是以完成目的行为作为要素而形成的系统。如生产系统、销售系统。

(6) 连续系统与离散系统——按数学性质划分

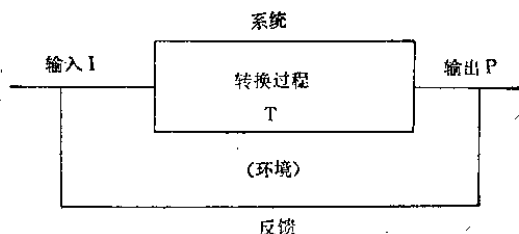
连续系统就是系统的状态变量是时间的连续函数。如供电系统、机器制造系统等。

离散系统是指系统的状态变量是时间的间断函数。如教育系统、管理系统等。

(7) 各种系统的复合系统

实际上，复合系统是最常见的系统，例如气象预报系统是自然系统与人工系统的复合系统，交通管理系统是控制系统与行为系统的复合等等。

综上，系统也可定义为具有输入、处理、输出三要素和反馈回路的综合体。系统从环境中取得输入，把它们转换为输出后，再把输出释放给环境。



(图 1—2)

上述分类法是按照系统的内在属性划分。根据系统的形态