

系统· 管理· 战略研究

汪应洛 陶谦坎 李毓芝 编著



中国统计出版社

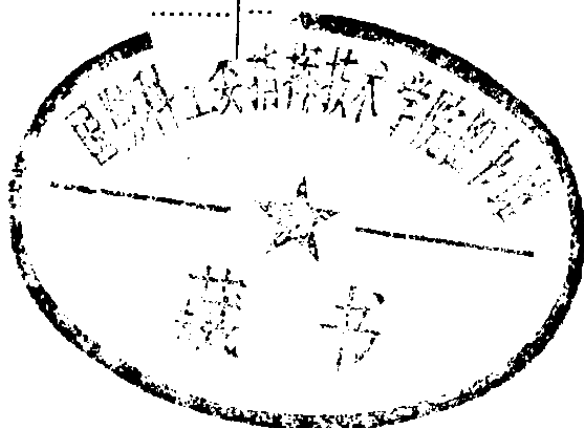


科工委学院802 2 0016249 2

70631

系统·管理·战略研究

汪应洛 陶谦坎 李毓芝 编著



GK23/09
中国统计出版社

(京)新登字041号

系 统 · 管 理 · 战 略 研 究

XITONG GUANLI ZHANLUE YANJIU

汪应洛 陶谦坎 李毓芝 编著

*

中国统计出版社出版

(北京三里河月坛南街38号 100826)

新华书店北京发行所发行

北京通县永乐印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 13.375印张 28万字

1992年6月第1版 1992年6月北京第1次印刷

印数：1—5000

ISBN 7-5037-0662-7/TP·4

定价：9.50元

前 言

系统工程是在20世纪中期才开始兴起的一门边缘性工程技术,是一门把自然科学和社会科学中的一些行之有效的思想、理论和方法等根据系统总体最优的需要将其有机地组合而成的交叉性学科。

当前,鉴于科学技术的进步,以及现代管理科学的迅速发展,许多部门的各级管理人员和有关专业的技术人员,常常都需要从系统总体的角度出发来观察、分析和处理问题,需要掌握一定的系统工程基本知识。本书就是为此而编写的一本教学用书。

本书共分9章。第1章主要阐述系统与系统工程的概念、系统工程的发展过程和应用情况等。第2章是系统工程方法论,主要介绍系统工程的思想、系统开发的构成及其程序和系统工程方法。第3至6章主要介绍各种模型和技术(结构模型、运输规划等优化模型、网络计划技术、管理系统模拟等)。第7章主要介绍系统评价概念、程序和常用的综合评价技术。此外,还介绍了决策分析的概念和有关方法。第8章介绍战略研究的意义、内容和方法等。第9章主要介绍了管理信息系统的基本知识。

参加本书编写的有汪应洛(第1、8章)、陶谦坎(2、3、4、5、7章)和李毓芝(第6、9章)等。由汪应洛同志主编。

本书可作为普通高等学校和广播电视大学管理类和经济

类有关专业讲授系统工程用的教材。也可作为各级管理人员和技术人员的培训教材或参考用书。

系统工程涉及的知识面非常广泛，限于编者水平，书中不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

1990年10月

目 录

第 1 章	系统与系统工程	(1)
§ 1-1	系统的概念	(1)
§ 1-2	系统工程是一门新兴的交叉学科	(8)
第 2 章	系统工程方法论	(27)
§ 2-1	引言	(27)
§ 2-2	系统思想	(29)
§ 2-3	系统开发的构成及其程序	(33)
§ 2-4	系统工程方法	(42)
第 3 章	结构模型化技术	(45)
§ 3-1	结构模型及其模型化技术	(45)
§ 3-2	邻接矩阵和可达矩阵	(48)
§ 3-3	解释结构模型法	(53)
第 4 章	最优化技术	(67)
§ 4-1	最优化问题类型	(67)
§ 4-2	线性规划	(72)
§ 4-3	运输规划	(98)
§ 4-4	动态规划	(109)
§ 4-5	组合优化问题	(121)
第 5 章	网络计划技术	(144)
§ 5-1	PERT-CPM 网络图	(147)
§ 5-2	网络图的参数计算	(156)
§ 5-3	网络计划日程的调整和优化	(166)
第 6 章	管理系统模拟	(178)

§ 6-1	概述	(178)
§ 6-2	系统模拟的过程	(181)
§ 6-3	构造模拟模型	(185)
§ 6-4	蒙特卡罗法	(189)
§ 6-5	随机数的产生与检验随机数	(192)
§ 6-6	离散系统模拟	(211)
第 7 章	系统评价与决策分析	(240)
§ 7-1	系统评价	(240)
§ 7-2	常用的评价技术和方法	(244)
§ 7-3	决策分析	(275)
§ 7-4	多目标决策	(309)
§ 7-5	目标规划	(318)
第 8 章	战略研究	(335)
§ 8-1	战略的概念及战略研究的意义	(335)
§ 8-2	战略研究的内容	(340)
§ 8-3	战略研究方法论	(344)
第 9 章	管理信息系统	(370)
§ 9-1	概述	(371)
§ 9-2	企业管理信息系统的构成	(377)
§ 9-3	企业管理信息系统的开发	(385)
§ 9-4	系统分析	(399)

第1章 系统与系统工程

§ 1-1 系统的概念

半个多世纪以来，在国际上“系统”作为一个研究对象引起了很多学者的注意。“系统”吸引了众多领域的专家从事研究和应用，並逐步形成了一门新兴的学科体系。

系统这一概念来源于人类长期的社会实践。人类认识现实世界的过程，是一个不断深化的过程。客观世界中一切事物的发生和发展，都是矛盾的对立和统一。科学的发展也不例外，在古代，自然科学界往往把世界看成一个整体，寻求共性和统一，但由于缺乏观测和实验手段，科学技术理论又很贫乏，所以对很多事物只能看到一些轮廓的表面现象，往往是只见森林，不见树木。随着科学技术的发展，理论丰富了，工具更先进了，认识逐步深化了，但仍受到当时科学技术水平的限制和世界观的局限性，往往又只看到一些局部现象而不能纵观整体，以致只见树木而不见森林。只有当认识不断深化，在对个体、对局部有了更多、更深的了解以后，再把这些分散的认识联系起来，就看到了事物的整体，以及构成整体的各个部分之间的相互联系，从而形成了科学的系统观。现代科学的发展比过去更要求在各种科学门类之间进行更多的相互联系和相互渗透。这是在更深刻地分析的基础上向

更高一级综合发展的新阶段，这种趋势的表现之一就是出现了许多交叉学科和边缘学科。系统科学就是在这种背景下产生的一门新兴交叉学科。

朴素的系统概念，在古代的哲学思想中就有所反映。古希腊的唯物主义哲学家德谟克利特（Democritus 约公元前 467~370 年）就曾论述过“宇宙大系统”，他在物质构造的原子论基础上，认为原子组成万物，形成不同系统层次的世界。古希腊的著名学者，亚里士多德（Aristoteles 公元前 384~322 年）关于事物的整体性、目的性、组织性的观点以及关于构成事物的目的因、动力因、形式因、质料因的思想，可以说是古代朴素的系统观念。我国春秋末期思想家老子就曾阐明自然界的统一性，用自发的系统概念观察自然现象。古代朴素唯物主义哲学思想虽然强调对自然界整体性、统一性的认识，把宇宙作为一个整体系统来研究，探讨其结构、变化和发展，以认识人类赖以生存的大地所处的位置和气候环境变化规律对人类生活和生产的影响。如在西周时代，就出现了用阴阳二气的矛盾来解释自然现象，产生了“五行观念”，认为金、木、水、火、土是构成世界大系统的五种基本物质要素。在东汉时期张衡提出了“浑天说”。现代耗散结构理论的创始人 I·普里高津（I. Prigogine）在《存在到演化》一文中指出：“中国传统的学术思想是着重于研究整体性和自发性，研究协调和协和”。但是，当时都缺乏对这一整体各个细节的认识能力，正如恩格斯在《自然辩证法》中指出：“在希腊人那里——正因为他们还没有进步到对自然界的解剖、分析——自然界还被当作一个整体而从总的方面来观察。自然现象的总联系还没有在细节方面得到证明”。直到 15 世纪下半叶，近代科

学开始兴起,近代自然科学发展了研究自然界的分析方法、包括实验、解剖和观察,把自然界的细节,从总的自然联系中抽出来,分门别类地加以研究。这就是在哲学史上出现的形而上学的思维方法。19 世纪上半期,自然科学取得了巨大的成就,特别是能量转化、细胞和进化论的发现,使人类对自然过程的相互联系的认识有了很大的提高。马克思、恩格斯的辩证唯物主义认为,物质世界是由许多相互联系、相互依赖、相互制约。相互作用的事物和过程所形成的统一整体。这也就是系统概念的实质。当然,现代科学技术对于系统思想的发展是有重大贡献的。系统思想是进行分析和综合的辩证思维工具,它在辩证唯物主义那里吸取了丰富的哲学思想,在运筹学、控制论、各门工程学和社会科学那里获得定性与定量相结合的科学方法,并通过系统工程充实了丰富的实践内容。

一、系统的定义

系统(*systems*)是具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素(*element*)所构成的一个整体。在美国的韦氏(*webster*)大辞典中“系统”一词被解释为“有组织的或被组织化的整体;结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合;由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合,等等”。在日本的 JIS 标准中,“系统”被定义为:“许多组成要素保持有机的秩序,向同一目的行动的集合体”。一般系统论的创始人 L·V·贝塔朗菲(L. V. Bertalanffy)把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。美国著名学者阿柯夫(Ackoff R. L.)认为:系统是由两个或两个以上相互联系

的任何种类的要素所构成的集合。

综上所述，一个形成系统的诸要素的集合永远具有一定的特性，或者表现一定的行为，而这些特性或行为是它的任何一个部分都不具备的。一个系统是一个可以分成许多要素所构成的整体，但从系统功能来看，它又是一个不可分割的整体，如果硬把一个系统分割开来，那么它将失去其原来的性质。在物质世界中，一个系统中的任何部分可以被看作一个子系统，而每一个系统又可以成为一个更大规模系统中的一个部分。这是一种分析与综合有机结合的思想方法。

二、系统的特性

一般系统都具有下述特性：

1. 集合性 集合的概念就是把具有某种属性的一些对象看做一个整体，从而形成一个集合。集合里的各个对象叫做集合的要素。系统的集合性表明，系统是由两个或两个以上的可以互相区别的要素所组成。例如，一个计算机系统，一般都是由计算机(CPU)、存储器、输入与输出设备等硬件所组成，同时，还包含有操作系统、应用程序、数据库等软件，而形成一个完整的集合。

2. 相关性 组成系统的要素是相互联系、相互作用的，相关性说明这些联系之间的特定关系。

3. 阶层性 系统作为一个相互作用的诸要素的总体来看，它可以分解为一系列的子系统，並存在一定的层次结构，这是系统空间结构的特定形式，在系统层次结构中表述了在不同层次子系统之间的从属关系或相互作用关系。在不同的层次结构存在着动态的信息流和物质流，构成了系统的运

动特性，为深入研究系统层次之间的控制与调节功能提供了条件。

4. 整体性 系统是由两个或两个以上的可以相互区别的要素，按照作为系统所应具有的综合整体性而构成。系统整体性表明，具有独立功能的系统要素以及要素间的相互关系(相关性、阶层性)是根据逻辑统一性的要求，协调存在于系统整体之中，就是说，任何一个要素不能离开整体去研究，要素间的联系和作用也不能脱离整体的协调去考虑。系统不是各个要素的简单集合，否则它就不会具有作为整体的特定功能。脱离了整体性，要素的机能和要素间的作用便失去了原有的意义，研究任何事物的单独部分不能使你得出有关整体的结论。系统的构成要素和要素的机能，要素的相互联系要服从系统整体的目的和功能，在整体功能的基础上展开各要素及其相互之间的活动，这种活动的总和形成了系统整体的有机行为。在一个系统整体中，即使每个要素并不都很完善，但它们也可以协调，综合成为具有良好功能的系统。反之，即使每个要素都是良好的，但作为整体却不具备某种良好的功能，也就不能称之为完善的系统。

5. 目的性 通常系统都具有某种目的，要达到既定的目的，系统都具有一定的功能，而这正是区别这一系统和那一系统的标志。系统的目的一般用更具体的目标来体现，一般说来，比较复杂的系统都具有不止一个的目标，因此需要一个指标体系来描述系统的目标。

比如，衡量一个工业企业的经营实绩，不仅要考核它的产量、产值指标，而且要考核它的成本、利润和规定的质量指标。在指标体系中各个指标之间有时是相互矛盾的，有时

是互为消长的，为此，要从整体出发力求获得全局最优的经营效果，就要在矛盾的目标之间做好协调工作，寻求平衡或折衷方案。

为了实现系统的目的，系统必须具有控制、调节和管理的功能，管理的过程也就是使系统的有序化过程，使它进入与系统目的相适应的状态。

6. 环境适应性 任何一个系统都存在于一定的物质环境之中，因此，它必然也要与外界环境产生物质的、能量的和信息的交换，外界环境的变化必然会引起系统内部各要素之间的变化。系统必须适应外部环境的变化，不能适应环境变化的系统是没有生命力的，而能够经常与外部环境保持最优适应状态的系统，才是理想的系统。例如，任何一个工业企业都必须经常了解同类型企业的经营动向，有关行业的发展动态，国内外市场的需求等环境的变化，在此基础上研究企业的经营策略，以适应环境的变化。

三、系统的分类

在自然界和人类社会中普遍存在着各种不同性质的系统。为了对系统的性质加以研究，需要对系统存在的各种形态加以探讨。系统形态可作如下分类：

1. 自然系统和人造系统

自然系统就是它的组成部份是自然物（动物、植物、矿物）所自然形成的系统，像海洋系统、矿藏系统、生态系统等。

人造系统是由人工造成的各种要素所构成的系统，如人类对天然物质加工，造出各种机器所构成的各种工程系统。

实际上,大多数系统是自然系统与人造系统的复合系统,如有人造系统中,有许多是人们运用科学力量,改造了自然系统。随着科学技术的发展,出现了越来越多的人造系统。但是,值得注意的是,随着许多人造系统的出现,却破坏了自然生态系统的平衡,造成严重的环境污染。近年来,系统工程愈来愈注意从自然系统的关系中,探讨研究人造系统。

2. 实体系统与概念系统

凡是以矿物、生物、机械和人群等实体为构成要素所组成的系统称之为实体系统;凡是由概念、原理、原则、方法、制度、程序等概念性的非物质实体所构成的系统称为概念系统,如管理系统、军事指挥系统。在实际生活中,实体系统和概念系统在多数情况下是结合的,实体系统是概念系统的物质基础,而概念系统往往是实体系统的中枢神经,指导实体系统的行动或为之服务。如军事指挥系统中既包括通讯设备系统、计算机系统等实体系统,也包括军事指挥员的思想、原则和信息等概念系统。

3. 动态系统和静态系统

动态系统就是系统的状态变量是时间的函数,即它的状态变量是随时间而变化的。而静态系统则是表征系统运行规律的数学模型中不含有时间因素,即模型中的变量不随时间而变化,它只是动态系统的一种极限状态,即处于稳定的系统。例如一个化工生产系统中的各种参数是随着时间的变化而变化的动态系统。实际上多数系统都是动态系统,但是,由于动态系统中各种参数之间的相互关系是非常复杂的,要找出其中的规律性是非常困难的,有时为了简化起见而假设系统是静态的,或使系统中的各种参数随时间变化的幅度很小,

而视同稳态的。

4. 控制系统与行为系统

控制就是为了达到某个目的给对象系统所加的 必要 动作。控制对象要由控制装置操纵，使其符合规定的目的。因此，为了控制而构成的系统叫做控制系统。当控制系统由控制装置自动进行时谓之自动控制系统。如化工生产过程自动控制系统等。

行为系统是以完成目的的行为作为构成要素而形成的系统。所谓行为就是为了达到某一确定的目的而执行某特定功能的一种作用，这种作用能对外部环境产生某些效用。这种系统一般是根据某种运行机制而实现某种特定行为的系统活动，而不是受某种控制作用而运行的系统。

§ 1-2 系统工程是一门新兴的交叉学科

用定量和定性相结合的系统思想和方法处理大型复杂系统的问题，无论是系统设计或组织建立，还是系统的经营管理，都可以统一地看成是一类工程实践，统称为系统工程。

一、在科学技术的体系结构中，系统工程属于工程技术

由于系统工程是一门新兴的交叉学科，尚处于发展阶段，还不够成熟，至今还没有统一的定义。现列举国内外知名学者对系统工程所作的几种解释，它可以为我们认识“系统工程”提供线索和参考。

1. 中国著名科学家钱学森教授指出：“系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，

是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法”。“系统工程是一门组织管理的技术”。

2. 美国著名学者切斯纳(Chestnut)指出：“系统工程认为虽然每个系统都是由许多不同的特殊功能部分所组成，而这些功能部分之间又存在着相互关系，但是每一个系统都是完整的整体，每一个系统都要求有一个或若干个目标。系统工程则是按照各个目标进行权衡，全面求得最优解（或满意解）的方法，并使各组成部分能够最大限度地互相适应”。

3. 日本工业标准 JIS 规定：“系统工程是为了更好地达到系统目标，而对系统的构成要素、组织结构、信息流动和控制机制等进行分析与设计的技术”。

4. 日本学者三浦武雄指出：“系统工程与其他工程学不同之处在于它是跨越许多学科的科学，而且是填补这些学科边界空白的边缘科学。因为系统工程的目的是研究系统，而系统不仅涉及到工程学的领域，还涉及到社会、经济和政治等领域，为了圆满解决这些交叉领域的问题，除了需要某些纵向的专门技术以外，还要有一种技术从横向上把它们组织起来，这种横向技术就是系统工程。换句话说，系统工程就是研究系统所需的思想、技术、方法和理论等体系化的总称”。日本学者寺野寿男指出：“系统工程是合理进行系统开发、设计、运用等思想、步骤、组织和技巧的总称”。

由于国际学术界往往把系统分析作为系统工程的同义词来理解，我们列举几个国家的大百科全书对系统分析的解释作为参考。

《美国大百科全书》中指出：系统分析是研究相互影响的因素的组成和运用情况。这些因素及其相互的影响完全可能

是抽象的，如使用数学方法，也可能是具体的，如运输系统、工业生产系统等。系统分析显著的特点是完整的而不是零星地处理问题，这就要求人们考虑各种主要的变化因素及其相互的影响，运用这种方法常常可以更好地、全面地解决问题。因此，系统分析的意思就是用科学的和数学的方法对系统进行研究和应用。

美国《麦氏科技大百科全书》 系统分析是运用数学方法研究系统的一种方法。系统分析的概念是对研究对象（系统）建立一种数学模型，按照这种模型进行数学分析，然后将分析的结果运用于原来的系统。

日本《世界大百科年鉴》 系统通常是指作用于一个共同目的的两个或两个以上要素的集合体，但它并不是单纯几个要素的集合，而是从输入到输出的整个过程。系统分析是人们为了从系统的概念上认识社会现象，解决诸如环境问题、城市问题等复杂问题而提出的从确定目标到设计手段的一整套方法。系统分析还可以作为系统工程的同义词来理解。系统分析的用处是：通过明确一切和问题有关的要素同实现目标之间的关系，提供完整的资料，以便决策者选择最合理的解决方案。

由于复杂的大系统受到复杂的社会、经济和技术因素的影响，因此，在进行系统分析的过程中就必然夹杂着决策者个人的价值观和对未来变化不定的主观臆断和理性判断。这样，从方法论上看，系统分析不仅需要计算，还需要依据直观和经验进行判断。从这种意义来说，系统分析的方法既具有科学性，又具有某种艺术性。

综上所述，系统工程是以研究大规模复杂系统为对象的