



国民经济管理数学方法

王世俊

主编

孙志义



哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书主要介绍了系统分析、决策预测分析、线性规划、网络计划技术、技术经济分析、指数分析以及模糊数学在管理中的应用等现代管理技术和基本方法。书中语言通俗易懂，道理深入浅出，方法简明实用，既可作高等院校、党干校管理专业的教材，也可供党政干部自学，对从事经济管理专业的人员也是一本较好的参考书。

国 民 经 济 管 理 数 学 方 法

王世俊 谷志义 主编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨市新美印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张11.4375 字数260千字

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

印数1—10,000册

ISBN 7-81007-028-2/F·1

定价：2.70元

前 言

随着我国社会主义现代化建设和经济体制改革的深入发展，经济管理需要科学化、高效化和现代化。为了帮助广大党政干部和从事经济管理的同志适应这种新形势，尽快掌握现代经济管理基本原理和常用的现代管理技术、数学方法，我们编著了《国民经济管理数学方法》。本书既可作为党干校、大专院校经济管理专业本科班的教材，也可供各部门、企业的领导干部、经济工作者、教育工作者自学用，对党政干校研究生班也是一本较好的参考书。

参加本书编写的单位有：中共黑龙江省委党校、哈尔滨市委党校、佳木斯市委党校、鹤岗市委党校、伊春市委党校、大庆石油管理局、哈尔滨船舶工程学院等单位。

本书由王世俊、谷志义主编。参加写作的有（按姓氏笔划为序）：王世俊、王兆元、马小孔、白执松、卢致祥、许文、刘再忠、谷志义、赵瑞君、崔法祺。全书由王世俊、谷志义、白执松、崔法祺统纂修改定稿。

编写过程中，参考了一些有关著作、教材，对有关编著者表示感谢，由于水平有限，错误、缺点实所难免，恳请专家、读者不吝赐教，批评指正。

编 者

1988年6月

目 录

第一章 系统分析法	(1)
第一节 系统工程的概念和发展.....	(1)
第二节 系统工程的内容、程序和方法.....	(9)
第三节 系统分析.....	(16)
第四节 系统的模型和综合评价.....	(29)
第二章 经济预测方法	(31)
第一节 经济预测的意义、原则和分类.....	(31)
第二节 回归分析预测法.....	(36)
第三节 计量经济模型预测法.....	(48)
第四节 平均预测法.....	(59)
第五节 指数平滑预测法.....	(61)
第三章 管理决策方法	(66)
第一节 决策的概念及其特征.....	(66)
第二节 决策的一般程序.....	(69)
第三节 决策的方法.....	(76)
第四章 盈亏分析方法	(94)
第一节 成本与产量的关系.....	(94)
第二节 盈亏分析在企业经营中的应用.....	(96)
第三节 固定成本和可变成本的确定.....	(106)

第五章 线性规划方法	(108)
第一节 经济管理中的线性规划模型	(108)
第二节 线性规划的表上作业法	(117)
第三节 线性规划的图上作业法	(131)
第四节 线性规划的图解法	(137)
第六章 投入产出分析	(140)
第一节 投入产出分析与国民经济 综合平衡	(140)
第二节 投入产出分析原理	(142)
第三节 投入产出法在国民经济管理 中的应用	(160)
第七章 敏感性分析方法	(166)
第一节 敏感性分析概念	(166)
第二节 逐项替换法	(167)
第三节 最顺利—最不顺利法	(177)
第四节 图解法	(178)
第八章 技术经济分析方法	(189)
第一节 技术经济分析原理	(189)
第二节 资金的时间价值和复利计算 的基本方法	(193)
第三节 技术经济分析的基本方法	(205)
第四节 可行性研究	(215)
第九章 网络计划技术	(221)
第一节 网络计划技术的产生和特点	(221)

第二节	网络图的基本形式.....	(223)
第三节	网络计划技术的基本方法.....	(226)
第四节	网络计划技术的应用.....	(237)
第 十 章	模糊数学在管理中的应用.....	(251)
第一节	模糊数学的基本原理.....	(253)
第二节	模糊数学在管理中的应用.....	(274)
第十一章	国民经济宏观经济指标	
	的统计分析.....	(291)
第一节	国民经济综合指标的静态 分析.....	(291)
第二节	国民经济综合指标的动态 分析.....	(304)
第十二章	统计指数分析法.....	(320)
第一节	统计指数的意义.....	(320)
第二节	统计指数的编制和计算.....	(324)
第三节	指数体系和因素分析法.....	(338)
第四节	我国现行几种重要指数的 计算和分析.....	(347)

第一章 系统分析方法

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。它立足整体，统筹全局，使整体和部分有机的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。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。

第一节 系统工程的概念和发展

一、系统的概念

系统这个词来源于拉丁语SYSTEM，意思是群或集合。系统的概念，来源于千百年来人类的生产实践。自然界和人类社会中的各种事物，如太阳系、植物、动物、房屋、工厂、飞机、导弹等，分析起来，都是由若干相互作用和互相依赖的组成部分综合成的具有特定功能的有机整体。系统的现代概念是指由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。系统各要素之间存在着一定的联系，并且能适应环境变化经常保持其功能。

任何一个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成

部分。例如，冶金工业部门是一个系统，它是由许多冶金企业所构成，这些冶金企业本身也是个系统，而冶金工业部门本身又是整个国民经济这个更大系统的组成部分。这样，就有大系统和子系统之分，大系统是由许多小系统有机结合而成，子系统又是由更小的系统（二级子系统、三级子系统等）构成的，形成系统的层次结构。

1. 系统的形态

系统是以不同的形态存在的。根据生成原因的不同，系统可分为自然系统和人造系统；根据有无环境交换关系，系统又可分为开放系统和封闭系统。此外，根据某些特定的标志，系统可以有多种多样的分类。下面着重介绍一下自然系统，人造系统，开放系统和封闭系统。

① 自然系统：由自然物（矿物、植物、动物、海洋等）组成的系统。它是自然形成的，是人造系统的基础，一般是环境系统如生态系统、海洋系统等。

② 人造系统：人工生成的系统。它是利用自然规律建造的，以破坏自然系统为生成基础。人类所需要的系统皆属于人造系统。如管理系统、科技系统等。人造系统和自然系统的组合即复合系统。

③ 开放系统：指系统内部和外部环境有交换关系的系统，它一般从外界环境输入并向外界环境输出。系统状态受环境变化影响，大部分人造系统都是开放系统。如生产系统和社会系统。

④ 封闭系统：与外界环境没有交换关系的系统，它不向外界环境输出，也不从外界环境输入，一般是为研究目的所设计的。如没有投入使用的其它技术系统。系统工程所研究的对象是人造系统和要改造的自然系统以及复合系统。

2. 系统的特征

明确系统的特征是我们正确认识理解系统的关键，做为一个系统，应当具备六大特征：

① 目的性：指系统要有明确的目的，而且往往不止一个目的。我们设计一个系统是为了获得它的功能，无明确目的和功能的系统就不应存在。

② 集合性：是指系统是由两个以上相互有区别的元素结合起来完成某一功能的综合体。一个元素构不成系统。复杂系统是由多维元素所组成。

③ 相关性：系统各元素之间的组成是相互作用、相互依存又相互制约的，其中某一元素变化会影响另一些元素的变化。集合性确定系统的组成要素，相关性则说明这些要素之间的关系。

④ 阶层性：系统做为一个相互作用要素的总体，有着一定的层次结构，并分解为一系列的分系统。

⑤ 整体性：是指系统中各元素间的关系要服从整体要求。元素与系统间也要服从整体要求，以整体观念来协调系统诸元素。

⑥ 适应性：是指任何一个系统都存在于一定的物质环境（或更大的系统）之中。因此，它必然要与外部环境产生物质的能量和信息的交换，系统必须适应环境的变化才能生存；反之，也要能动地改变环境，达到与环境的融合协调。

3. 系统的描述

①用数学中集合的概念来描述。

我们把具有一定共同特征的一类事物的全体叫集合。第一，集合是指这一类事物的全体而不是指其中的个别事物；第二，集合中包含的事物是确定的隶属关系。人们为了能理解

极为复杂的系统，用集合的概念来描述它是恰当的。其公式如下：

$$A\{a_i \mid a_i \in R, i = 2, 3, 4 \dots\}$$

式中A——系统

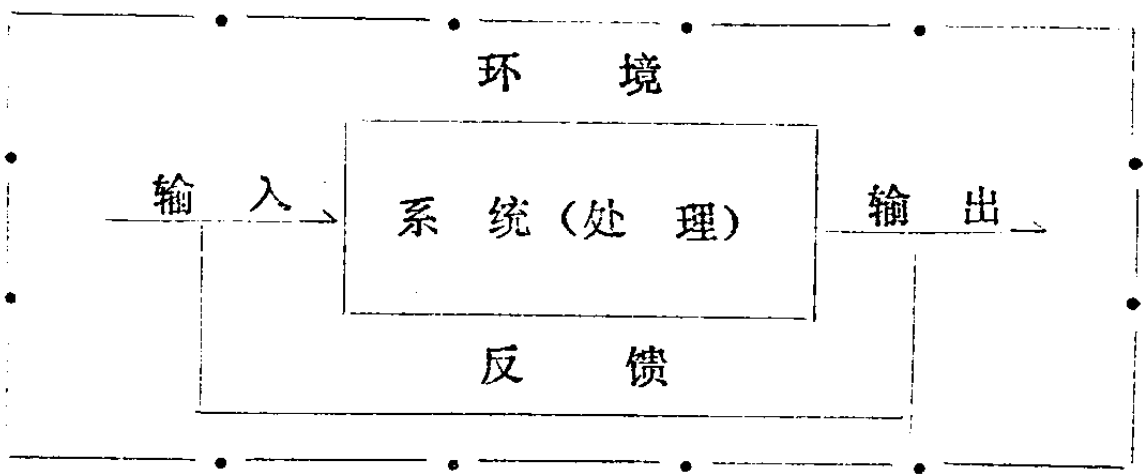
a_i ——元素（组成部分）

i ——元素个数

$\in$ ——属于符号

R——定义域

② 用框图描述系统及其过程
如下图所示：



任何一个系统，都具有输出某种产物的目的，但这种输出必须有输入经过处理才能得到。输出是处理的结果，代表系统的目的；处理是使输入变为输出的一种活动。如：输入原料，经过加工或作业，得到产品的输出，这种系统称为生产系统；一项计划也可视为输入，经过执行就是处理，得到结果即是输出，属于管理系统；等等。输出的结果如何，可利用考核，鉴定等进行检验，这在系统中称为反馈或回授。

系统也可以理解为具有输入和输出功能的有机整体。其过程是：输入物质、能量、信息，在系统内进行处理；输出

新的物质、能量，信息，并利用反馈对系统进行有效控制。这个过程处在一定的环境中，并与环境进行物质、能量、信息交换。

二、系统工程的概念

系统工程无论在理论上还是实践上都处于发展的初期，尚不够完善。同时又与其它许多学科处于相互渗透和相互影响的状况，人们对它的认识也很不一致，在定义上有各种不同的表述。综合起来我们对系统工程可作如下表述：所谓系统工程是按照系统科学的思想，运用信息论、控制论、运筹学等理论，以信息技术为工具，用现代工程的方法使组织与管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用达到最优化的管理技术。

系统科学的思想，就是把所研究的事物（如大型油田、工程、企业、以至一台设备、一台仪器等）看做是一个系统，系统的最优化是系统科学观点的核心。系统的控制功能是建立在控制论的反馈理论的基础上，通过输出信号的反馈来补偿偏差，达到控制的目的。系统正常运行的条件是获取各种信息、及时掌握系统的状态。因此，信息的产生、处理、判断、存储、传送、输出等的组织管理是系统工程的重要组成部分。对系统的分析、设计、试验、运行、评价要涉及各科管理学的内容，系统的经济效益要通过经济管理科学的手段来达到；通过数学模型的建立和求解获得系统的最优化方案；使用电子计算机主要指三个方面：一是数学模型的求解；二是大量原始数据的处理得出运行管理与控制的必要信息；三是过程计算机要接受反馈信息，发出调整指令。系统的技术性质要求在系统开发过程中应用各种有关的工程技

术，这是显而易见的，以上就是所谓“全理结合”的各个学科的内容和意义，这就是对系统工程定义中所概括的各方面含义的一般理解。为了进一步说明系统工程，我们用具体的方法把它具体化。

1. 传统方法在处理问题时的法则

我们把电子计算机出现之前的科学方法称为传统方法，用公式表示如下：

传统方法 = 常识 + 专业工程知识

这里讲的常识包括两方面内容：一是逻辑思维；二是普遍的基本科学知识。专业工程知识是指某一具体系统所需的特有的规律和方法。

2. 系统工程技术在处理问题时的法则

它是在传统方法的基础上，运用系统观点、数学方法、电子计算技术及其他科学技术，相互渗透和综合而形成的一大门类的工程技术。用公式表示：

系统工程技术 = 传统技术 + 系统观点 + 数学方法 + 电子计算机技术

对它们的含义作如下解释：

① 传统技术的含义如上所述，是系统工程技术的初级阶段，它是一切技术的基础。

② 系统观点的含义主要包括三个方面：整体性、综合性和最优性。

所谓综合性，有两方面含义：一方面认为任何整体是由若干要素组成的综合体；另一方面要求对任一对象的研究，都必须从它的成分、功能、结构、相互联系方式、历史发展、外部环境等方面而进行综合的考察。现代科学技术发展的趋势是“技术突破型”越来越少，而系统综合型越来越

多。这就要求我们运用各种学科，各种技术互相渗透，互相融合，创造出新的技术综合体。

所谓最优性，有几种含义：从广义上讲，优化是使一个决定或设计的系统尽可能有效、完善；从狭义上讲，优化是一种途径和方法，即从许多的方案中找到实现目标的最好的途径和方法；从数学定义上讲，优化是指在某些约束条件下使目标函数达到极大值或极小值。最优化是任何传统方法所不能做到的，它可以用数学的方法建立系统化模型，然后用最佳方法和技术手段，求得系统的最优化结果。

③ 数学方法的含义是指用数学的概念、方法和技术对系统运动状态和规律进行数量方面的描述，计算和推导，从而对问题做出分析和判断。

④ 电子计算机技术是指用电子计算机快速、准确的计算功能，逻辑判断功能和人工模拟功能，对系统进行定量计算和分析，为解决复杂系统问题提供手段和工具。

三、系统工程的历史

系统工程的思想有几千年的历史。人们在从事比较复杂的工程时，就经常不自觉地运用系统工程的方法。如：早在两千多年前秦朝李冰父子带领四川人民修筑的都江堰水利工程，就是利用岷江上游的水源灌溉川西平原。它分成几个工程巧妙结合而成。第一个是“鱼咀”岷江分水工程，岷江下来的水从那儿分了，根据不同季节的需要把水引入灌溉用的水道内江，其余仍延原水道外江流走，第二个是“正沙堰”分洪排沙工程，是把内江里洪水带来的沙子排入外江；第三个“宝井口”引水工程，水从那里出来就进入川西平原的灌溉系统。还立下了每年进行修理维护的规程，致使这个工程

运转了二千五百多年，直到今天，还使人们受益。再如北宋时丁谓“挖沟修宫”的事。宋真宗时，皇宫烧毁，丁谓主持修复工程。他把皇宫前的大街挖开成一条大沟，用挖出的土就地烧砖；然后将汴水引入大沟，水运建筑材料；皇宫竣工后将废墟上的瓦砾填进沟内，修复为原来的大街。这是一举三得的最优施工方案。国外，古埃及金字塔的修建都运用了系统工程的思想。

但是，总结出明确的系统概念，建立起科学的系统工程，还是近代的事情。近代的系统工程可以说起源于美国，它有这样几个发展阶段：

第一阶段：泰勒在1911年发表的“科学管理原理”一书中提出了具有现代含义的系统概念，反映出现代科学、技术经济和管理系统性发展状况。

第二阶段：在第二次世界大战中由于战争需要，在资源分配、工程进度、运输路线和军事对策等方面进行了大量的分析，提出了最优解决问题的概念和方法，产生了运筹学。上述两个概念是系统工程赖以形成和发展的基础。

第三阶段：1945年在美国军部建立了兰德公司，这是从事规划、政策、发展等的综合性的系统开发公司。它总结了第二次世界大战期间的大量应用数学方法，并在经营战略和各种系统开发中取得了大量成果，奠定了系统工程的初步实践基础。

第四阶段：1957年美国学者顾杰和马可尔合著的《系统工程》出版，为这门科学第一次命了名，从理论上首先进行了总结。到1960年后，系统工程在各个领域内开始形成独立的解决问题体系，扩大了理论和实践的范围，紧接着系统工程在阿波罗登月工程中的成功运用，使系统工程名扬四海。

我国是在六十年代初期开始研究和发展系统工程，这方面的先行者是我国著名科学家钱学森、华罗庚。他们在国防尖端技术科研，在工农业生产中推广统筹方法，取得了良好的效果。近来由于越来越认识到发展系统工程对实现四个现代化的重要性。国家科委已将系统工程列入国家重大科研项目。不少高等院校成立了系统工程研究所并设置了系统工程专业。一些学会成立了专门的组织，广泛开展系统工程的学术研究和交流活动。一些单位和部门正在推广和运用系统工程的方法。我国系统工程的研究和应用已经发展到了一个新的阶段。

第二节 系统工程的内容、程序和方法

一、系统工程的内容

系统工程主要是广泛研究各类系统的特性和共性，因此，它要应用一切领域的科技成果，形成适应强的一大门类技术，由于它缺乏固定不变的技术内容，往往造成人们对系统工程的内容不甚理解，但它的内容还是可以明确的。

系统工程的主要技术内容有：

1. 运筹学。它是一门理论科学，又是一门应用科学。运筹学所要解决的问题，是在既定条件下对系统进行全面规划，统筹兼顾，以期达到最优的目标。运筹学是系统工程的基础，系统工程则是这门科学理论的具体运用。有关运筹学问题的求解，往往需要复杂计算，目前由于高性能电子计算机的发展，使运筹学得到了广泛的发展。运筹学的主要分支有：规划论、博弈论、排队论、搜索论、决策论、库存论、可靠性理论、质量控制、网络计划法等。

2. 概率论与数理统计学。概率论是研究大量偶然事件的基本规律的学科。广泛运用于概率型模型的描述。数理统计是用来取得数据、分析数据和整理数据的方法。

3. 控制论。控制论是一门新的综合性学科，是自动控制、电子计算机、无线电通讯与神经心理学、数学等学科相互渗透的产物。它是研究各种控制系统的共同控制规律的学科，已经形成了工程控制论，生物控制论，神经控制论等分支，目前已经被应用于经济领域，如经济控制论等等。

4. 信息论。信息论是研究信息的提取传递、变换、存储和流通的科学。随着系统自动化程度的提高，对信息传递的速度和准确度要求也相应提高，特别是电子计算机的发展和通讯系统的进步，使得大量的存储信息成为可能，也使信息可以相互交换和被及时利用，对现代化管理效率的不断提高，促进科学发展具有巨大作用。

二、系统工程的分类

系统工程不是研究某一个专门领域的问题，而是跨跃各个专业领域，研究各行各业中系统的开发和运用等问题。是适用于许多学科和领域的一种方法性学科。它有很大的普遍性，可以应用于各个专业领域。因此，系统工程是一个总类名称，它不是一类系统的组织管理技术，而是各类系统的组织管理技术的总称。把它运用于各个专业领域，就形成了各种专业的系统。目前，大体上有十四种专业的系统工程：工程系统工程；企业系统工程；科研系统工程；信息系统工程；军事系统工程；环境系统工程；经济系统工程；教育系统工程；社会系统工程；计量系统工程；农业系统工程；行政系统工程；标准化系统工程；法制系统工程等。以上是我

国目前情况的分类，以后还会发展成更多的专业。

三、系统工程的程序

一个系统从其开始建立到成功地投产使用是要经过一个过程的。这个过程的合理展开就是系统工程的程序所要研究的内容。程序也叫步骤，就是进行工作的先后顺序。系统工程的程序有多种分法，下面介绍霍尔三维结构表示系统工程的程序。

霍尔的三维空间结构是当前比较清楚的说明系统工程研究方法和步骤的一种模式。

什么是维？这是从几何学引进的，对于一个平面来说，有两维，即长和宽。但对一个桌子来说就不止了，有长、宽、高，就变成三维了。有的东西加上时间就变成四维了，因为东西本身要动，它本身在空间的位置是三维，但它随着时间在不断的动，就变成四维。霍尔的三维结构是什么呢？霍尔在描述系统工程的组成时说，系统工程有思维问题，也叫逻辑；有学问问题，叫做知识；有工作阶段问题，叫做时间。霍尔把思维过程叫做逻辑维，把工作阶段叫做时间维，把系统所涉及的知识叫做知识维，这样就组成了包括逻辑维、时间维和知识维的三维空间结构。如图所示：