

企业管理系统工程

汪应洛 主编

陶谦坎 袁治平 编

中央广播电视大学出版社

EGUANLIXITONGGONGCHENG

(京)新登字 163 号

企业管理系统工程

汪应洛 主编

陶谦坎 袁治平 编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北京印刷三厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 千字 504
1993 年 2 月第 1 版 1994 年 2 月第 2 次印刷

印数 20001~29500

定价 12.20 元

ISBN 7-304-00752-4/TB·9

前言

本书是根据1992年4月在西安讨论审定的中央广播电视大学大专学历工科类有关专业开设企业管理系统工程课程的教材编写大纲编写的。

现代工业企业是一个复杂的大系统。现代企业管理已经由科学管理阶段逐步过渡到系统化管理阶段。系统工程是20世纪中叶才开始兴起的一门新兴的交叉学科。当前,由于科学技术的进步,社会经济不断的发展,更需要管理科学和系统工程的有关知识和技术来支持现代工业企业的生产经营活动。特别是我国经济体制转到社会主义市场经济以来,就更加要求工业企业的工程技术人员除了熟练掌握本专业的知识和技能外,还需要培养他们从系统总体利益来观察问题、分析问题和解决问题的思想和方法;需要掌握一定的管理科学知识和优化分析技术;需要锻炼在激烈的市场竞争机制下的应变能力等。只有这样,才能被认为是一个称职的工程技术人员。只有拥有这样一批既懂技术又了解和掌握必要的管理和经济方面的知识及技能的工程技术人员,企业才会兴旺发达而立于不败之地。因此,作为高等院校工科类有关专业的学生,亟需具备上述的有关知识和技能。本书就是为这一目的而编写的。

本书从上述培养需要出发,精选了管理科学和系统工程的有关内容,把它们有机地融为一体,从而能在较少的学时内有效地学习这方面的知识和技能。全书共分九章,第一章主要介绍系统和系统工程的概念及基本情况;第二章介绍企业管理系统工程的工作过程和基本方法。第三章到第七章依照企业管理系统工程的基本工作过程,分别介绍了市场研究与预测技术,工程项目建设与新产品开发的系统分析与评价,企业计划的优化技术,生产过程的组织与控制以及企业经营决策等内容。第八章简要介绍了以管理信息系统为主要内容的计算机辅助管理系统;第九章介绍了企业战略的有关内容。

参加本书编写的有:汪应洛(第一、九章)、陶谦坎(第五、六、七章)、袁治平(第二、三、四、八章),汪应洛担任主编。

本书由天津大学管理学院博士生导师顾培亮教授主审,参加审稿会的有赵景文教授、赵玮教授、王肇荣教授和王亚芬教授等。

本书在制订编写大纲和编写过程中自始至终得到中央电大李富山同志的大力协助,在此一并表示感谢!

本书为中央电大大专学历工科类有关专业的教材,也可作为管理工程、技术经济专业的教学参考书。此外,也可供有关工程技术人员、管理干部自学和参考。

为了更好地帮助同学学习本门课程,由中央电大李富山编写了《企业管理系统工程学习指导》作为辅助教材,与本教材配套使用。

鉴于企业管理和系统工程涉及的知识面非常广泛,限于水平,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正!

编者

1992年12月西安

目 录

第一章 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	(6)
思考题	(15)
第二章 企业管理系统工程方法论	(16)
§ 2-1 企业管理系统工程工作程式	(16)
§ 2-2 系统分析原理	(21)
§ 2-3 创造性思维及创造性技术	(29)
§ 2-4 结构模型化技术	(36)
思考与练习题	(53)
第三章 市场研究与预测技术	(55)
§ 3-1 市场研究概述	(55)
§ 3-2 市场调查方法	(61)
§ 3-3 市场预测原理和方法	(67)
思考与练习题	(84)
第四章 新产品开发与工业项目建设的系统分析与评价	(86)
§ 4-1 概述	(86)
§ 4-2 可行性研究原理	(93)
§ 4-3 工业项目建设与新产品开发的系统评价方法	(98)
§ 4-4 价值工程	(120)
思考与练习题	(132)
第五章 企业计划的优化技术	(134)
§ 5-1 企业计划概述	(134)
§ 5-2 线性规划	(141)
§ 5-3 计划协调技术	(164)
思考与练习题	(175)
附录 单纯形法简介	(177)
第六章 生产过程的组织与控制	(184)
§ 6-1 生产过程组织的形式	(184)
§ 6-2 生产作业控制	(197)
§ 6-3 库存控制	(212)
§ 6-4 质量控制	(218)
思考与练习题	(228)

第七章 企业决策分析·····	(230)
§ 7-1 企业决策分析概述·····	(230)
§ 7-2 风险型决策分析·····	(237)
§ 7-3 灵敏度分析·····	(243)
§ 7-4 信息的价值·····	(245)
§ 7-5 效用理论·····	(249)
§ 7-6 多目标决策·····	(255)
思考与练习题·····	(272)
第八章 计算机辅助企业管理系统·····	(274)
§ 8-1 概述·····	(274)
§ 8-2 企业管理信息系统·····	(283)
§ 8-3 柔性制造系统和计算机集成制造系统简介·····	(305)
思考题·····	(311)
第九章 现代企业经营战略·····	(312)
§ 9-1 企业经营战略的概念及意义·····	(312)
§ 9-2 企业经营战略的制定·····	(314)
§ 9-3 市场战略·····	(326)
§ 9-4 海外发展战略·····	(337)
思考题·····	(344)
参考文献·····	(345)

第一章 系统与系统工程

当代社会中的许多问题都受到人类活动和自然环境中的诸多因素的影响。在社会发展和经济管理活动中,往往由于事物本身具有的模糊性或不稳定性,以及外界环境的不确定性而使事件的发展难以预料,再加上人们的社会目标和价值标准的差异,使许多决策者感到在做重大决策时愈来愈困难了。

确实,复杂的客观事物,在发展过程中的因果关系往往难于用直觉、简单的经验或一般数理方法作出本质的描述。在决策时需要对所研究的系统对象的内在结构和外部环境有充分的了解,还需要对系统的运行机制和发展规律作深刻的剖析。为了适应社会发展的需要,而产生了系统工程这门交叉学科。

§ 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,并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,科学技术理论又很缺乏,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,才能看到事物的整体,以及构成整体的各个部分之间的相互联系,从而形成科学的系统观。现代科学的发展比过去更需要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。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《从存在到演化》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,当时却缺乏对这一整体各个细节的认识能力。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、解剖和观察的方法,才把自然界的细节,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。系统思想则是进行分析和综合的辩证思维工具。

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。在美国的韦氏大辞典(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”。在日本工业标准(JIS)中,“系统”被定义为:“许多组成要素保持有机的秩序,向同一目的行动的东西。”一般系统论的创始人 L·V 贝塔朗非(L·V·Bertalanffy)把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。

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,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成一个子系统,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便形成一个集合。集合里的各个对象叫做集合的原素。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，一般都是由计算器(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、程序设计、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。

例如，城市是一个大系统，它是由资源系统、市政系统、文化系统、教育系统、医疗卫生系统、商业系统、工业系统、交通系统、邮电通讯系统等相互联系的部分组成，通过系统内各子系统相互协调地运转去完成城市生活和发展的特定目标。各子系统之间具有密切的关系，相互影响、相互制约、相互作用，牵一发而动全身。

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，并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等。在不同的层次结构中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整体所应具有的综合整体性而构成。系统整体性说明，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。系统的目的的一般用更具体的目标来体现,比较复杂的社会经济系统都具有不止一个的目的,因此需要用一个指标体系来描述系统的目的。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完成的情况。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

系统形态

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分是自然物(动物、植物、矿物、水资源)所自然形成的系统,象海洋系统、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,如葛洲坝水利电力系统。

实际上,大多数系统是自然系统与人造系统的复合系统。如在人造系统中,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,探讨和研究人造系统。

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，是随时间而变化的，是时间的函数。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，称为自动控制系统。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。

5. 封闭系统与开放系统

封闭系统是指该系统与环境之间没有物质、能量和信息的交换，由系统的界限将环境与系统隔开，因而呈一种封闭状态的系统。这类系统要能存在，要求该系统内部的各个子系统及其相互关系之中存在着某种均衡关系，以保持系统的持续运行。

开放系统是指系统与环境之间具有物质、能量与信息的交换的系统。例如，生态系统、商业系统、工厂生产系统。这类系统通过系统内部各子系统的不断调整来适应环境变化以使其保持相对稳定状态，并谋求发展。开放系统一般具有自适应和自调节的功能。

开放系统是具有生命力的系统，一个国家、一个地区、一个企业都

需要开放,通过和外界环境不断地交换物质、能量和信息,而谋求不断地发展。

研究开放系统,不仅要研究系统本身的结构与状态,而且要研究系统所处的外部环境,剖析环境因素对系统的影响方式及影响的程度,以及环境随机变化的因素。由于环境是动态变化着的,具有较大的不确定性,甚至出现突变的环境。所以当—个开放系统存在于某一特定的环境之中时,该系统必须具有某些特定的功能,才能具备其继续生存和发展的条件。

§ 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,无论是系统的设计或组织建立,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,所以至今还没有统一的定义。现例举国内外知名学者对系统工程所作的解释,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同志指出:“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:“系统工程与其它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的方向把它们组织起来,这种横向技术就是系统工程。也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。”

综上所述,系统工程是以研究大规模复杂系统为对象的一门交叉学科。它是把自然科学和社会科学中的某些思想、理论、方法、策略和手段等根据总体协调的需要,有机地联系起来,把人们的生产、科研或经济活动有效地组织起来,应用定量分析和定性分析相结合的方法和电子计算机等技术工具,对系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能进行分析、设计、制造和服务,从而达到最优设计、最优控制和最优管理的目的,以便最充分地发掘人力、物力的潜力,通过各种组织管理技术,使局部和整体之间的关系协调配合,以实现系统的综合最优化。

系统工程是一门工程技术,但它与机械工程、电子工程、水利工程等其它工程学的某些性质不尽相同,各门工程学都有其特定的工程物质对象,而系统工程的对象,则不限于某种特定的工程物质对象,任何一种物质系统都能成为它的研究对象,而且还不只限于物质系统,它可以包括自然系统、社会经济系统、经济管理系统、军事指挥系统等等。由于系统工程处理的对象主要是信息,在国外有些学者认为系统工程是一门“软科学”。

系统工程在自然科学与社会科学之间架设了一座沟通的桥梁。现代数学方法和计算机技术,通过系统工程,为社会科学研究增加了极为有用的定量方法、模型方法、模拟实验方法和优化方法。系统工程为从事自然科学的工程技术人员和从事社会科学的研究人员的相互合作开辟了广阔的道路。

我国著名科学家钱学森提出了一个清晰的现代科学技术的体系结构,认为从应用实践到基础理论,现代科学技术可以分为几个层次:首先是工程技术这一层次,再就是基础科学这一层次,最后通过进一步综合、提炼达到最高概括的马克思主义哲学。在此基础上,他又进一步提出了一个系统科学的体系结构。他认为系统科学是由系统工程这类工程技术,系统工程的理论方法(如运筹学、大系统理论)等一类技术科学所组成的新兴科学。

二、系统工程的理论基础

人类的历史,是一个由必然王国向自由王国不断发展的历史。社会劳动的规模日趋扩大,社会经济活动日趋复杂,使得人们对统筹兼顾、全面规划、发展战略等原则,从朴素的、自发的应用提高到科学的、自觉的应用,把它们从经验提高到科学理论。系统工程的理论基础是由一般系统论、大系统理论、经济控制论、运筹学等学科相互渗透、交叉发展而形成的。

1. 一般系统论

通过对各种不同系统进行科学理论研究而形成的关于适用于一切种类系统的学说。其主要创始人是美国理论生物学家 L·V·贝塔朗菲,他把一般系统论的研究内容概括为关于系统的科学、数学系统论、系统技术、系统哲学等等。由于以往对系统的研究属于哲学观念的范围,未能成为科学,因而贝塔朗菲在创立一般系统论时强调它的科学性,指出一般系统论属于逻辑和数学的领域,它的任务是确立适用于“系统”的一般原则。

一般系统论

从哲学的系统概念发展为一般系统论学科,是 20 世纪才实现的。贝塔朗菲在 20 世纪 20 年代研究生物学时,提出了机体系统论的概念,后来他把“机体”这个术语改为“有组织的实体”用于解释社会现象和工程设施等事物时,逐步形成了系统论的纲领。1945 年后,贝塔朗菲公开发表文章介绍一般系统论的基本原理。1954 年美国成立了“一般系统学会”,1968 年贝塔朗菲在《一般系统论的基础、发展和应用》一书中,把系统作为科学研究的对象,系统地、全面地阐述了动态的开放系统的理论。书中指出了当代系统研究已出现了进一步普遍化倾向,不仅在生物学中,而且在行为科学和社会科学中,很多现象已能应用数学表达式和模型了,不同领域的系统在结构上的类似性是明显的,而有关秩序、组织、整体性、目的性等重要问题,就是一般系统论的基本观念。20 世纪 60 年代以后,不仅贝塔朗菲以生物学作为一般系统论的生长点,以维纳为代表的学者创立了控制论,形成了许多与一般系统论相似的观点,同时工程系统分析也得到了迅速的发展。1969 年比利时著名学者 I·普利高津研究远离平衡状态开放系统时提出非平衡热力学和统计物理学中的耗散结构理论。1973 年以后德国(原联邦德国)的赫尔曼·哈肯发现了不同系统之间共同存在着同一系统的要素之间的协同现象而创立了协同论(Synergetics),他的发现已超出非平衡统计物理学的研究而有更普遍的意义。协同论研究系统从无序到有序转变的规律和特征,既适用于非平衡系统中发生的有序结构或功能的形成,又包括平衡态中发生的相变过程。由于协同论不受一些热力学概念的束缚,一开始就得到了广泛的应用。对有关的自然科学问题,协同论一般能给出定量结果,对有关的社会科学问题,它也能在科学分析的基础上给予定性说明。协同论在发展进程中推动着系统工程的发展。20 世纪下半叶,一般系统论对管理科学的发展有深刻的影响,现代管理科学愈来愈重视管理中的组织联系方面的因素,并开始强调“系统管理”的观念。系统工程的发展正是为组织管理“系统”的规划、研究、设计、制造、试验和使用提供一种科学方法。系统工程所取得的积极效果,又为进一步地发展一

耗散结构理论

协同论

般系统论开辟了广泛的应用领域。

2. 经济控制论

是用当代控制论的科学方法分析经济过程的学科。它为合理地控制经济过程提供了新的见解,并提供了一种有效地计划和管理国民经济及其各部门的新工具。从20世纪60年代初期,控制理论开始被经济学家大量引进经济领域。1965年美国哈佛大学的经济学教授R·Dobell和控制论教授何毓琦首次合作利用控制论建立经济学模型。1966年该校经济系的L. Taylor和D. Kendrick教授应用控制理论中的共轭梯度法制订南朝鲜经济最优计划模型。1972年由美国国家经济研究局发起,在普林斯顿成立了第一个随机控制和经济系统研究小组,有邹至压教授和Athans教授等四十几位经济学家和控制论专家们参加。此后,控制理论在微观经济和宏观经济方面都得到广泛的应用。例如美国的密西根宏观经济控制模型是根据计量经济理论,使用反馈控制技术建立起来的大规模非线性随机模型。它用来分析和制订美国的国家经济政策。

宏观经济控制模型

在我国实行社会主义市场经济,需要深入了解社会主义经济的运转机制和经济过程模式的控制的科学原理,这就是经济控制论迅速发展的社会背景。

由于宏观经济预测和政策分析的需要,东西方经济学者已把注意力从传统的经济静态优化转移到动态优化上来。把控制变量引进动态优化模型,常能通过现代计算手段直接获得经济决策方案。然而做到这一步的前提是解决计量经济模型的状态空间化。于是,计量经济系统状态空间模型的结构特点、经济意义和获得最优控制解的途径,便成为经济控制论的中心议题。

由于经济系统是相互依存的一个整体,投入—产出模型是一种简单而有用的经济分析工具,是包含许多经济部分、高度解集、确定供给的综合模型。但在实际经济运行中,考虑到收益变化,生产技术变化,生产中的时间滞后,资本积累过程等时间因素引起变量变化,因而人们在静态投入—产出模型的基础上加进变化因素后,研究动态投入—产出模型,从而形成经济控制论的重要内容。

3. 运筹学

应用分析、试验、量化的方法,对经济管理系统中人、财、物等有限资源进行统筹安排,为决策者提供有依据的最优方案,以实现最有效的管理。

模型化

运筹学往往运用模型化的方法,将一个已确定研究范围的现实问题,按提出的预期目标,将现实问题中的主要因素及各种限制条件之间

的因果关系、逻辑关系建立数学模型,通过模型求解来寻求最优方案。运筹学的分支主要有:线性规划、非线性规划、动态规划、排队论、对策论等。

最优化

(1)线性规划 在经营管理工作中,往往碰到如何恰当地运转由人员、设备、材料、资金、信息、时间等因素构成的体系,以便最有效地实现预定工作任务的问题。这一类统筹规划问题用数学语言表达出来,就是在—组约束条件下寻求一个目标函数的极值的问题。如果约束条件表示为线性方程式,目标函数表示为线性函数时,就叫线性规划。一般线性规划的数学模型为:

要求目标函数实现最大化(或最小化)

$$\text{Max}(\text{Min})Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

由 m 种有限资源构成的一组约束条件

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (=, \geq) b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

各变量不能取负值

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

如果在所要考虑的数学规划问题中,目标函数与约束条件是非线性的,就叫非线性规划问题。如果决策变量中要求取值必须满足整数的线性规划问题,就称为整数规划。

(2)动态规划 将一个复杂的多阶段决策问题分解为若干相互关联的较易求解的子决策问题,以寻求最优决策序列的方式,如研究水利资源多级分配的优化问题。

(3)排队论 研究排队现象的统计规律性,并用以指导服务系统的最优设计和最优经营策略,又称随机服务系统理论。在这种服务系统中,服务对象何时到达和他们占用系统的时间的长短事先都无从确知。这是一种随机聚散现象。它通过对每个个别的随机服务现象统计规律的研究,找出反映这些随机现象平均特性的规律,从而在保证较好经济效益的前提下改进服务系统的工作能力。

排队过程的一般模型,如图 1-1 所示

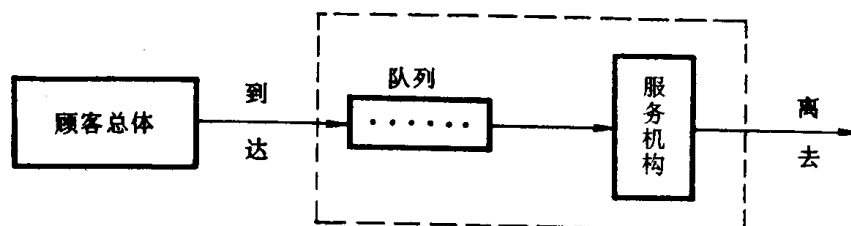


图 1-1 排队过程的一般模型

(4) 储存论 在经营管理工作中,为了保证系统的有效运转,往往需要对原材料、元器件、设备、资金以及其它物资保障条件,保持必要的储备。储存论就是应用数学方法研究在什么时间,以多少数量,从什么供应渠道来补充这些储备,使得在保证生产正常运行的情况下,保持库存和补充采购的总费用最少。

三、系统工程方法论

解决系统工程实践中的问题所应遵循的步骤和程序,是系统工程思考问题和处理问题的一般方法。它把分析对象作为整体系统,对其进行分析、设计、制造和使用。系统工程具有自己独特的方法论,它的方法体系的基础就是运用系统思想和各种数学方法、科学管理方法、经济学方法、控制论方法以及电子计算机等技术工具来实现系统的模型化和最优化,进行系统分析和系统设计。由于从事系统工程实践的大都是自然科学工作者和工程技术人员,他们常把处理工程技术问题时遵循的步骤和程序移植过来,处理系统工程所要解决的组织管理、规划和决策等类问题,并在实践中收到显著的成效。20 世纪 60 年代,许多学者根据实践经验,总结系统工程方法论,其中美国学者 A·霍尔(D·Hall)最先提出了“三维结构体系”,作为系统工程方法论的基础。

三维结构体系是由时间维、逻辑维和知识维组成的一个立体的、跨学科的体系,见图 1-2。

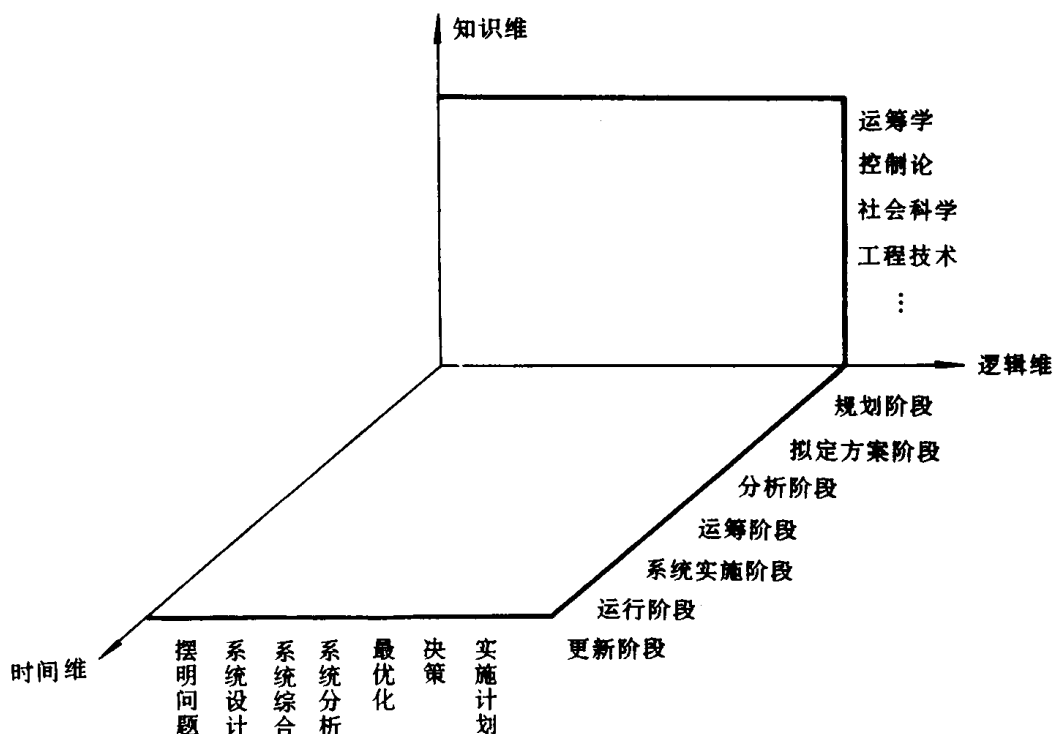


图 1-2 三维结构体系简图

霍尔的系统工程方法论的程序,步骤大体见图 1-3。

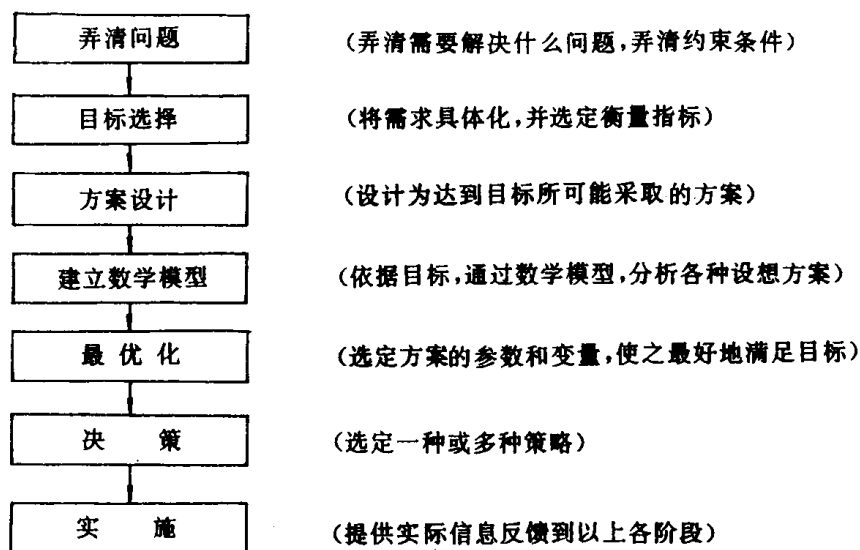


图 1-3 霍尔系统工程方法论的程序与步骤

霍尔系统工程方法论强调明确目标,核心内容是最优化,认为现实问题都可归纳成工程一类的问题,应用定量分析手段,求得最优解答。随着实践经验不断丰富和系统工程不断发展,系统工程方法论也在不断地充实和创新。在 20 世纪 50~60 年代期间,系统工程主要用来寻求各种“战术”问题的最优策略,组织管理大型工程项目等。现代系统工程已用于研究社会经济的发展战略问题,涉及的社会因素相当复杂。为适应这种发展,从 20 世纪 70 年代中期开始,一些学者对霍尔系统工程方法论提出修正和补充。英国兰卡斯特大学切克兰德对霍尔系统工程方法论提出了系统的修正意见,并提出“软科学”系统工程方法论。他认为完全按照解决工程技术问题的思路来解决社会经济问题或软科学问题,会碰到很多困难。切克兰德的“软科学”系统工程方法论的主要内容如图 1-4。

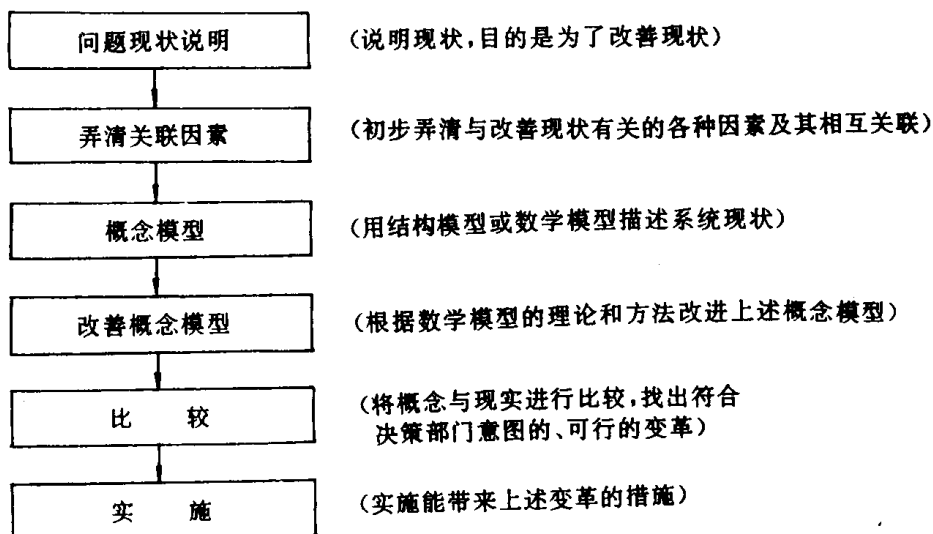


图 1-4 软科学系统工程方法论的主要内容