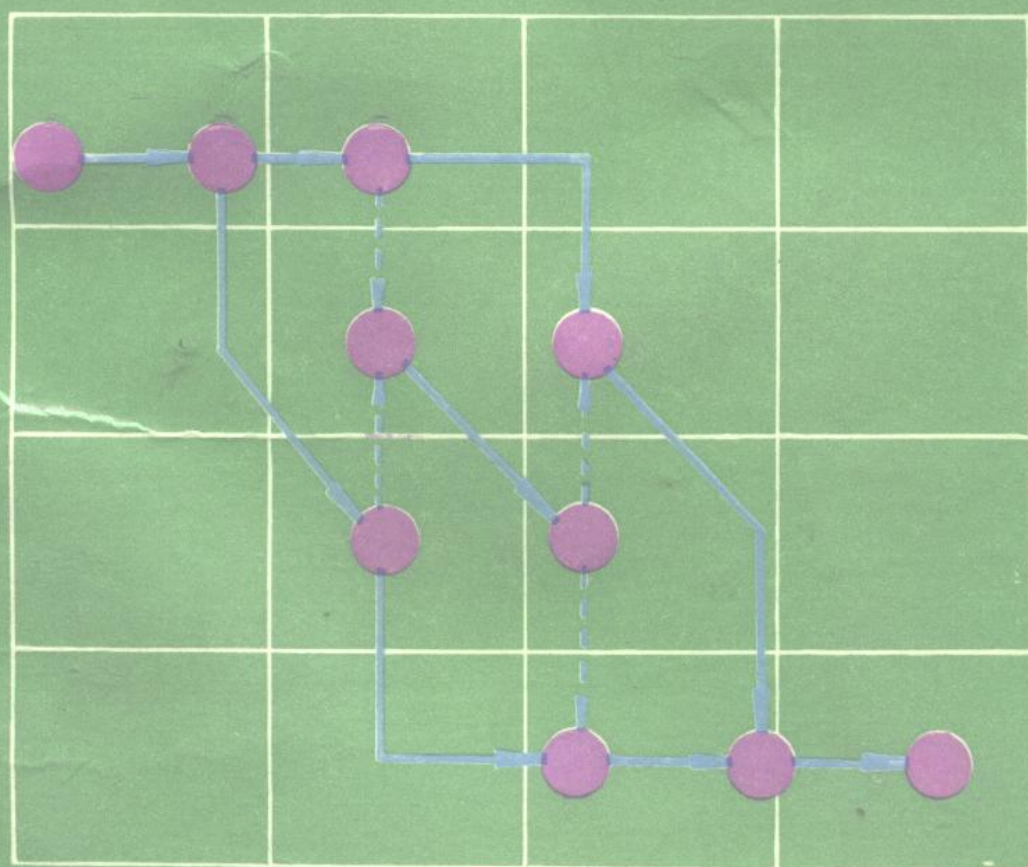


管理系统工程定量技术

张守诚 主编



机械工业出版社

管理系统工程定量技术

张守诚 主编



机械工业出版社

本书主要介绍了管理系统工程中适用于企业管理和经济管理的九种定

量技术,即线性规划、动态规划、网络计划技术、预测技术、决策论、库存论、排序技术、价值工程和投入产出技术。编者从实用的角度出发,深入浅出地阐述了看似深奥的数学原理,并结合大量实例加以分析和说明,力求通俗易懂。同时,为便于加深理解,每章附有针对性较强的习题,供读者练习。

本书可作为各级管理人员掌握现代化管理方法的学习用书和各类成人管理院校管理系统工程教材,亦可作为其他大专院校管理专业的教学参考书。

管理系统工程定量技术

张守诚 主编

责任编辑:张淑琴

封面设计:刘代

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092 1/16·印张22³/₄·字数562千字

1988年11月 北京第一版·1988年11月 北京第一次印刷

印数 0,001—9,800·定价:8.40元

ISBN 7-111-01288-7/F·196

前 言

本书扼要地介绍了管理系统工程及系统分析的基本原理和程序,着重叙述系统工程中适用于企业管理和经济管理的九种定量分析方法。

作者根据长期从事管理咨询、厂长(经理)岗位职务培训和专业管理干部教育所积累的经验,结合工厂调研中收集到的资料,在广泛听取各方意见的基础上写成此书。本书虽为“定量技术”,但在写法上不囿于一般的数学证明,而是通过大量的实例和案例,力图帮助读者学会如何对各种复杂的企业管理和经营管理问题进行系统分析,建立数学模型。同时,通过对数学模型及其计算结果的经济解释,揭示问题的内在联系,以便有效地发挥各种定量分析工具在各级决策中的作用。

本书可作为经济管理干部和企事业单位领导及各级管理人员的学习用书,亦可作为大专院校管理专业教学参考书。

参加本书编写的有陕西省工业管理干部学院张守诚(第一章管理系统工程概论、第四章网络计划技术、第九章价值工程)、李光瑶(第二章线性规划、第三章动态规划)、易萍静(第六章决策论、第七章库存论)和陕西省机械工业厅陈同富(第五章预测技术的前三节、第十章投入产出技术)、朱彤(第五章预测技术的后二节、第八章排序技术)。

本书由张守诚副教授担任主编,最后由朱彤同志统纂。

全书在编写过程中,参考了兄弟院校的教材及许多文献与专著,谨向有关作者表示衷心感谢。整个过程中得到机械工业经济法研究会常务副会长兰铁白同志的大力支持,在此也一并感谢。

由于编者思想水平及业务水平有限,加之时间仓促,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 系统工程概论	1
第一节 系统思想与系统工程	1
第二节 系统与系统的概念	2
第三节 系统工程的理论基础	6
第四节 系统工程的方法步骤	9
第五节 企业管理系统工程	11
练习与思考	14
第二章 线性规划	15
第一节 线性规划数学模型的建立	15
第二节 线性规划的典型应用	13
第三节 线性规划问题的图解法	32
第四节 单纯形法的经济解释	39
第五节 单纯形法的一般解法	50
第六节 对偶问题	61
第七节 灵敏度分析	75
第八节 运输问题	83
练习与思考	95
第三章 动态规划	107
第一节 多阶段决策问题	107
第二节 动态规划的基本概念和使用符号	111
第三节 构成动态规划模型的条件	112
第四节 动态规划的典型应用	113
练习与思考	123
第四章 网络计划技术	126
第一节 网络计划技术的产生及发展	126
第二节 网络图及其网络时间值的计算	128
第三节 网络计划的编制与优化	145
第四节 网络计划技术在企业计划管理工作中的应用	161
第五节 网络计划技术应用案例	178
练习与思考	179
第五章 预测技术	185
第一节 预测技术概述	185
第二节 移动平均法	186
第三节 指数平滑法	190
第四节 马尔科夫分析预测法	195
第五节 回归分析	199
练习与思考	209

第六章 决策论	211
第一节 决策问题的提出及有关概念	211
第二节 确定型决策	214
第三节 风险型决策	215
第四节 风险型决策中的情报价值	228
第五节 效用理论及其应用	238
第六节 非确定型决策	244
第七节 决策过程	248
练习与思考	249
第七章 库存论	253
第一节 库存论的基本概念	253
第二节 确定型库存问题	256
第三节 不确定型库存问题	268
练习与思考	271
第八章 排序技术	273
第一节 排序问题	273
第二节 “ $n-1$ ”型问题的排序技术	275
第三节 “ $n-2$ ”型问题的排序技术	277
第四节 “ $n-m$ ”型排序问题的分支定界法	280
第五节 “ $n-m$ ”型排序问题的近似方法	286
练习与思考	291
第九章 价值工程	293
第一节 价值工程的基本原理	293
第二节 价值工程对象的选择	295
第三节 情报收集	301
第四节 功能分析	302
第五节 改进方案的提出与评价	307
第六节 价值工程应用实例	312
练习与思考	317
第十章 投入产出技术	318
第一节 投入产出技术的产生和发展	318
第二节 投入产出技术的基本方法	319
第三节 投入产出技术的应用实例	336
练习与思考	346
本章附录 矩阵的基本知识	346
参考文献	359

第一章 系统工程概论

系统工程是一门具有广泛应用价值的科学，许多现代化管理方法都包含着系统工程思想。“系统工程”这个词来源于英文“System Engineering”，简称“SE”。系统工程是20世纪50年代出现的新兴学科，它是一种具有普遍意义的科学方法，目前已被广泛应用于军事、工农业生产、交通运输等各行各业，尤其是在宏观管理和企业管理中，它的应用卓有成效。现在，系统工程学已成为现代化管理中不可缺少的工具。

第一节 系统思想与系统工程

一、系统思想

系统工程中最基本的思想是系统思想，或者称为系统观念，这就是全局观念与整体最优化的观念。因此，谈系统工程的产生，应首先从系统思想谈起。

系统思想来源于人类的社会实践。在人类的生产活动中，劳动者为使有限的劳动消耗获得更多的有效成果，常常有意识地进行整体优化工作，古时候就有过这种系统思想的实践。我国战国时期秦国都江堰水利工程和宋真宗时的丁渭工程等是朴素的系统思想在建筑工程上应用的典型事例。

北宋真宗时期，由于皇城失火，宫殿被烧光。当时，皇帝任命大臣丁渭负责皇宫的修复工程，这就是后人称谓的“丁渭工程”。丁渭经过仔细反复考虑，为使这项工程进行得既快又好，提出一套完整的施工方案，主要做法是：首先把皇宫旧址前面原有的一条大街挖成沟渠，用挖沟的土烧成砖，解决部分建筑材料问题；再把汴河之水引入沟内，形成航道，解决其他建筑材料如砂石、木材等的运输问题；最后，当皇宫修复后，把垃圾废物填入沟渠，恢复原来的大街。“丁渭工程”始终把修复皇宫看成一个整体，使整个施工过程形成一个有条理的作业总体，它比较好地体现了系统思想。

朴素的系统思想在中国古代及古希腊的哲学思想中就有所反映。古代的朴素唯物主义思想家认为，物质的本源是统一的，从这点出发，应把自然界当成一个统一体。我国春秋末期的思想家老子就强调自然界的统一性。这些哲学思想包含了系统思想的萌芽。

随着近代自然科学的兴起，自然科学逐渐从古代的哲学中分离出来，产生了研究自然界的独特分析方法。这些方法使人们对整体各个细节及其相互间的关系的认识进一步深化。特别是19世纪以来，自然科学取得了一系列伟大成就，如能量转化和进化论等，使得人们克服了形而上学的世界观，认识到自然界的发展过程是相互联系、不可分割的。

唯物辩证主义认为，世界是物质的，物质是运动的。物质世界是由无数相互联系、相互依赖、相互制约、相互作用的事物和过程形成的统一整体。这种普遍联系的整体性思想，便是系统思想。

二、系统工程

从本世纪开始，系统思想从对问题的一般认识逐渐发展到对问题的定量化描述，从而形

成一门独立的学科——系统工程学。

20世纪生产力突飞猛进的发展及科学技术的伟大成就，为系统思想的发展与应用提供了充分而必要的条件。现代科学技术活动和工业生产的规模迅速扩大，出现了跨地区、跨行业、跨学科的错综复杂情况。以城市规划为例，以前认为城市是自然发展起来的，然而，城市一旦建立起来，交通、运输、服务、公害以及其它种种有关的城市问题都会接踵而至。一座城市就是一个大系统，其整体功能的实现与提高，不是只靠建筑专家、道路专家等少数人独立工作就能达到的。当今世界上，无论是科技问题还是其它管理领域问题，都错综复杂地同其它领域发生关系，各个学科之间的协作的必要性加强了。要解决一个领域的问题，必须考虑其它领域的影响，这就需要有一个新型的组织管理技术与之相适应，这就是系统工程产生的历史必然性。同时，运筹学和电子计算技术的发展，为人们分析系统与系统之间和系统内各部分之间的复杂关系提供了定量工具，使得系统工程的产生有了可能性。

本世纪20年代，美国贝尔电话公司在发展微波通讯网络时，为了缩短科学发明及投入应用的准备时间，采用了系统方法，首先提出系统工程这个名词。第二次世界大战是系统工程发展史上的重要里程碑。当时，大规模的战争活动要求用最新技术，在最短时间内生产出新的武器装备，并在战场上最有效地使用这些武器装备，这就需要全面地、系统地研究解决武器生产系统以及后勤供应系统的组织问题。在一些国家中，有关方面的专家为此进行了大量的工作。例如英国在雷达报警系统的建立过程中，美国在研制原子弹的曼哈顿计划的实践中，都应用了系统工程方法而取得成效。1957年，第一本名为《系统工程》的书出版了，从此，系统工程进入了自觉发展的新阶段。1958年，美国海军作战部用系统网络协调技术，提前两年完成了有11000家参与的北极星导弹的研制任务。60年代美国阿波罗登月计划的实现，也是运用系统工程取得显著效果的一个典型事例。自60年代以来，系统工程逐渐被引入企业管理领域，出现了全面质量管理、全面设备管理等现代化管理方法。

随着我国国防尖端科学技术研究工作的发展，我国在工程技术系统的总体设计组织方面也取得了丰富的实践经验。近年来，一些学者提出利用系统思想把运筹学和管理科学统一起来的见解，并且认为，系统工程也是一种组织管理技术。1980年我国成立了系统工程学会，从此，系统工程的应用与发展在我国进入了一个新的领域，在国民经济与企业管理中发挥着越来越重要的作用。

第二节 系统与系统的概念

一、系统与工程的一般概念

系统工程学的系统与工程都有其特殊含义。这里所指的“系统”区别于自然形成的系统，它是一种有意识的组织或研究的对象；这里所说的“工程”，其含义远远超过一般工程学的范围，除了自然科学领域的工程以外，还包括社会科学范畴的某些内容。

具体地说，系统是组织、机构、体系、体制、制度、方式、方法、秩序、规律、分类和系列而言，它的对立面就是混乱。强调系统化是针对避免混乱而言的。系统表现为实现某个目标而建立起来的秩序。系统工程中的“工程”区别于一般工程的概念。一般工程是指造物的工作，即创造对人类有用的物质条件，如人们所熟悉的机械工程、水利工程和土木工程等等。一般工程学，只是一种狭义工程学，是造物的学问。而系统工程学的所谓工程多指“完成”、

“组织”、“安排”，也就是为完成某项任务提供决策、计划、方案、方法和工作顺序等等，以保证最有效地完成任务。这种工程学可以作为广义工程学，其含义是指人类在社会实践中为完成某项特定任务或达到某种目标所进行的转换、改造和创新。

二、系统的定义

系统这个词，早已为人们所熟悉，它的概念并不神秘，广泛存在于对自然界、人类社会和人类思维的描述中。从非生命系统到生命系统，从生产建设系统到组织管理系统，从微不足道的小系统到复杂的大系统，应有尽有。人们对系统的理解，在某些资料的记载上，尽管不太一致，但基本上是相近的。抛开这些系统的具体物质形态，仅仅从整体和局部的关系而言，我们给系统这样一个定义：把极其复杂的研究对象称为系统。系统是由相互作用和相互依赖的各要素结合成的具有特定功能的有机整体，而且这个体系本身又是它所隶属的一个更大系统的组成部分。

三、系统的特性

(一) 系统的形态

为了从广泛而具体的各种系统中识别系统的特性，必须对系统的各种形态加以探讨。确定系统的形态，取决于人们研究问题的角度。

1. 自然系统与人造系统

这是就构成系统要素的属性来确定的。自然系统是不通过人的加工，自然形成的系统，或者是天然就有的系统。如太阳系就是由行星构成的自然系统，人是最典型的生命系统。此外还有海洋系统、矿藏系统等等。

人造系统是为了满足人类的需要，由人工造成的各种要素构成的系统。如人造的各种工具和机器所构成的机械系统，为了生产物质产品而建立的生产系统。此外还有消费系统、电力系统和科学技术系统等等。

除上述系统外，还有由自然系统和人造系统两者结合起来的复合系统。拿社会系统来说，从人们有计划、有组织兴建或改造的角度看，似乎应看作人造系统，但社会的生产与发展是与人的意志无关的，是由社会内在的发展规律所决定的，因此，社会系统又带有自然系统的特性，故应当把社会系统视为复合系统。复合系统是人类借助于认识和利用自然规律为人类服务而建造的各种系统。

系统工程的研究对象是人造系统和复合系统。自然系统是按照自然原理和规律存在并演变的，当然谈不上系统工程。但系统工程不仅可以用来建立和改善人造系统，也可以用于人类对自然系统的改造。

2. 实体系统和概念系统

这是就系统的物理形态来确定的。以物理方式存在的要素构成的系统称为实体系统，例如机械系统、人-机控制系统等。以物质实体以外的概念、原则、准则、方法、制度等要素构成的系统称概念系统(虚拟系统)，如由订货日期、订货方式和订货批量构成的库存系统，社会上的法律系统等等。

3. 动态系统与静态系统

这是就系统的状态是否随时间变化来确定的。动态系统是随时间而变化的系统，否则称静态系统。静态系统是相对而言的。事实上绝对的静态系统是不存在的，它可以看作为动态系统的极限状态。系统工程以研究动态系统为主。

4. 开放系统与封闭系统

这是就系统对外部环境的关系来确定的。所谓开放系统,就是系统同环境经常发生能量、物质和信息的交换,如企业系统。反之,称封闭系统。事实上,与外部环境绝然断开的系统是不存在的,所以封闭系统是基于研究问题的需要而忽略环境影响的一种近似状态。

最后再提一下管理系统。以管理的功能和过程为对象的系统称管理系统,它是以人、设备、方法和步骤为组成部分的系统。

(二) 系统的特性

系统工程研究大型、复杂的人造系统和复合系统,这些系统具有下列特性:

1. 系统的集合性

系统的集合性可表述为:系统是由两个或两个以上要素构成的具有特定功能的集合体;集合体的功能不是各要素功能的简单相加。这里强调的是统一性,即一个系统的总体功能,而不是各个要素的简单拼凑。往往有这样的情况:系统的各个组成部分并不优越,但它们组成的整体系统却可以具有优越的功能。反之,也有的系统的各个组成部分优越,而整体系统本身却不具备优越的功能。如企业的生产系统是由人员、设备、材料、资金、任务、信息等六大要素构成的,只有把这些要素巧妙地有机结合起来,才能形成一个整体,实现生产管理的目标,否则,由于管理不善,尽管有好设备、好材料,也可能造成窝工、浪费,达不到好的经济效益。

2. 系统的关联性

在构成系统的各要素之间,存在着相互作用、相互制约的内在联系。必须利用这种内在关系使系统成为有机整体,才能达到既定目标。如工人利用原料使用多种工具制造某种产品,就是这种关系的体现。

3. 系统的目的性

没有明确目的的系统,不是系统工程的研究对象,于是,就把那些目前人们还不能控制和改造的自然系统从系统工程中排除。如太阳系,就是根据万有引力定律和相对性原理由行星构成的自然系统,虽然它具有功能,但不存在目的性。凡人造系统或复合系统都具有一定的目的性。系统工程所研究的人造系统或复合系统,就是要根据系统的目的来设定它的功能。系统的功能是为目的服务的。如企业的生产经营系统就要根据降低成本、提高质量、增加利润这个目标,把各种有限资源调整分配给各职能部门。系统有单目标,也有多目标。目标应具有先进性和竞争性。

4. 系统的动态性

系统处于永恒的运动之中。系统要不断输入各种能量、物质和信息,通过转换机构,把它们转换成输出。系统就在这种周而复始的运动变化中生存和发展,人们也正是在系统的动态发展中实现对系统的管理和控制。

5. 系统的环境适应性

对于一个系统来说,总是存在着外界因素的影响,这就是系统的环境。因此,环境是存在于系统之外的、与系统有关的各种要素的组合。系统处于环境之中。一个系统的环境可以理解为比该系统更高一级的系统。正因为如此,系统受到环境的约束和限制。环境发生变化,往往会影响到功能发生变化,甚至可能会改变系统的目的。系统能否适应这种环境的变化,关键在于它是否具备一种特殊的能力,即自我调节以求适应保全的能力。如果系统具备

这样的能力,能适应环境各种变化,以使系统的目的得以实现,就说它对环境是适应的。我们称系统对环境的这种自我调节的“应变能力”为系统的环境适应性。

从这一概念出发,把环境对系统的作用看作是对系统进行物质、能量和信息的输入,系统对这种输入进行工作而产生输出,这就是系统的功能。系统处在一定环境之中,并与环境进行物质、能量、信息的交换,这种交换过程往往会发生反馈作用,

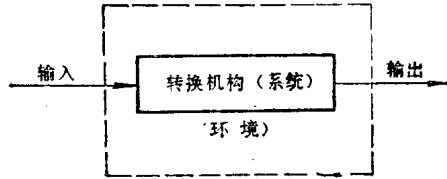


图1-1 系统与环境

即系统的输出反馈到它的输入又对系统进行有效的控制,见图1-1。

四、系统工程的定义

系统工程是一门工程学,但它与一般的工程学既有联系又有区别。其区别主要表现为:

(1)一般工程学是把特定领域的工程物质系统作为对象的一种科学体系,而系统工程学的对象不限定为特定领域的工程物质系统,它还可以是社会系统、经营管理系统、服务系统和教育系统等非物质系统。

(2)系统工程不仅应用数学、物理学、化学等基础自然科学,同时还要应用经济学、运筹学、控制论、电子计算技术等各种科学。因此,它是一种综合性的科学技术体系。

(3)系统工程不是单一的工程学,它是许多门工程学的总类名称。对任何一个复杂系统进行一系列组织建立工作,使其有效运转,就成为一项系统工程。由于系统的多样化,也就形成了不同类型的系统工程,如军事系统工程、人机系统工程、企业系统工程等等。

迄今,系统工程无论在理论上,还是在实践上都处于初期发展阶段,尚待进一步完善。同时,又由于系统工程与其它许多学科相互渗透、相互影响,人们对它的认识还很不一致。因此,目前还找不到一个明确的统一的定义。本书只列举几个典型说法。

1971年,日本东京工业大学寺野寿郎教授在其所著《系统工程学》一书中定义为:“系统工程学是为了合理地开发、设计和运用系统而采用的思想、程序、组织和手法等的总称”。

1975年美国科学技术辞典的定义是:“系统工程是研究彼此密切联系的许多要素所构成的复杂系统的设计科学。在设计这种复杂系统时,应有明确的预定功能及目标,而在组成它的各要素之间及各要素与系统整体之间又必须能够有机联系,配合协调,致使系统总体达到最优目标。在设计时还要考虑到参与系统中人的因素和作用。”

1978年我国著名科学家钱学森指出:“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。”

从以上各种表述中,可以把系统工程定义归纳为如下要点:系统工程的研究对象是大型的、复杂的人造系统和复合系统;系统工程的目的是实现系统整体目标最优化;系统工程的内容是组织、协调系统内部各要素的活动,使各要素为实现整体目标发挥适当的作用;系统工程是涉及到许多学科的边缘科学;系统工程是一类新型的组织管理技术。

五、系统工程的基本特点

(一)研究方法的整体化

整体化是系统工程的基本出发点。系统工程始终把研究对象和研究过程看作是一个整体。整体的性质和规律,存在于组成整体的各要素的相互关系与相互制约作用之中。

提高整体的功能,必须对其各组成部分进行有效地计划、组织、协调和控制,从整体最优化出

发,实现各组成部分的有效运转。同时,应从整体与局部的关系上,揭示系统的特征和运动规律。

(二) 技术应用的综合化

系统工程致力于综合运用各种学科和技术领域内的成就,从整体目标出发使各种相关技术有机配合,达到系统整体效益的优化。现代科学技术具有两个显著特点:一个是继承性,另一个则是综合性,表现为发明创造的“技术突破”和“系统合成”型。系统工程即具有综合性的特点。这种综合性的技术是把已有的科学原理及技术加以系统综合,形成与原有技术完全不同的新技术。现代科学技术的发展正面临着“技术突破”型让位于“系统合成”型的新形势。管理也是如此。多种现代化管理方法综合运用,其效果是任何单项管理所不能比拟的。如某工厂,1985年在物资管理上,从系统的观点出发,把目标管理、ABC分类法、经济批量、价值工程多种方法综合运用,取得了明显的经济效益。在企业改革中,针对过去那种单项改革往往收效甚微的情况,提出企业的内部实行配套改革,以搞活企业,这是符合系统工程的综合化特点的。

(三) 追求目标的最优化

前面讲过,达到系统的最优化是系统工程的目的。系统工程就是处理系统最优化的一种组织管理技术。因此,最优化是系统工程所追求的而且能够达到的。这是其它传统方法所不及的。

第三节 系统工程的理论基础

一、各门系统工程的专业学科基础

系统工程属于工程技术,它是组织管理各种系统的技术。正如常规工程技术各有分类一样,系统工程是一个总类名称。因体系性质不同以及系统的多样化,还可以分为门类。换句话说,任何一个系统的组织建立、有效运转都是一项系统工程。同类系统的组织管理技术就形成一门系统工程。例如,工程体系的系统工程叫工程系统工程;生产企业的组织管理技术叫企业系统工程;国家行政机构体系的运转叫行政系统工程;科学技术研究工作的组织管理叫科研系统工程;信息编码、传输、存贮、检索、读出显示系统的组织管理叫信息系统工程;一个地区、一个部门的计量和标准体系的组织、建立和正常执行,就是计量系统工程;打仗的组织指挥叫军事系统工程;后勤工作的组织管理叫后勤系统工程;此外还有经济系统工程、环境系统工程、社会系统工程、农业系统工程以及法治系统工程等等。各门系统工程都是一个专业,每个专业都有它特有的科学基础。表1-1中列举了上述14个系统工程专业名称和它们的学科基础。

表 1-1

专业系统工程	专业特有的学科基础	专业系统工程	专业特有的学科基础
工程系统工程	工程设计	教育系统工程	教育学
科研系统工程	科学学	社会系统工程	社会学、未来学
企业系统工程	生产力经济学	计量系统工程	计量学
信息系统工程	信息学、情报学	标准系统工程	标准学
军事系统工程	军事科学	农业系统工程	农业学
经济系统工程	政治经济学	行政系统工程	行政学
环境系统工程	环境科学	法治系统工程	法学

二、各门系统工程共有的学科基础

各门系统工程有两类理论基础，一类是表1-1中所列举的每一门系统所特有的，另一类则是各门系统工程所共有的。后者主要是指运筹学，此外还有计算技术、控制论，包括大系统理论以及信息论。

(一) 运筹学的产生及其特点

运筹学是系统工程的起源和主要基础。就某种意义上来说，运筹学与系统工程有相似之处，运筹学所采用的方法也是系统工程常用的方法，只不过系统工程属工程技术，运筹学属于技术科学的范畴。

运筹学形成于本世纪30年代后期，最初在第二次世界大战期间应用于军事方面。这次战争在方法和手段上的复杂程度远远超过以往的战争，交战双方都需要在强调全局观念，从全局出发，合理使用局部，最终取得全局效果最佳的目标下，对所采取的措施和反措施进行精确的定量分析，以争取在对抗中取胜。基于这样一种需要，终于导致定量化系统方法——运筹学的产生。当时，美、英等国采用这种技术有效地解决了军事上的许多问题，如战略决策、制定作战计划及武器研究等。后来运筹学被广泛应用于生产的计划管理，企业的经营管理，以及分析工程、经济、政治领域的大型复杂的系统问题。而后由于电子计算机的出现，使得许多利用运筹学处理的问题，能够在容许的时间内得到具体的计算结果。

所谓运筹学即是着眼于合理筹划及运用的学问。这里所说的运用是指对人员、材料、设备、物资、资金进行合理的运用。用运筹学方法解决问题的特点是

(1) 不是从增加新的人员、物资、设备出发，而是对现有的人员、物资、设备进行分析研究，做合理的筹划和运用，以达到用最小的花费获得最大效果之目的。

(2) 在解决问题时，不是从局部的、单个的最优出发，而主要是从全局的、整体的最优出发。因此运筹学也可以说是为系统提供决策基础的一种科学方法。用它处理全系统的运用问题和分组运用问题，而运用方式又不影响系统本身的完整性。运用的程序是

系统分析 → 确定数学公式 → 构成模型 → 求解 → 解的试验 → 条件控制

(二) 运筹学的主要分枝

运筹学的主要分枝大体上有下列几种：

1. 线性规划

线性规划是运筹学的一个重要分支。自1947年G·B·丹捷格提出了求解一般线性规划问题的单纯形法之后，线性规划在理论上趋向成熟，在实际中的应用日益广泛与深入。特别是能用电子计算机处理上千个约束条件和变量的大规模线性规划问题之后，它的适用领域更广泛，从解决技术问题的最优化，到工业、交通运输业、农业、商业以及军事等方面的计划管理及决策分析中都可以发挥其作用；在应用范围上，小到一个小组的日常工作安排，大至部门经济以至国民经济计划最优化方案的提出，线性规划方法都有用武之地。线性规划方法适应性强，应用面广，计算技术比较简单，是现代管理科学的重要基础和手段。线性规划可概括为下面的定义：

在经营管理工作，经常碰到如何恰当地运转由人员、设备、材料、资金、时间、市场等因素所构成的体系，以便更有效地实现预定工作任务之目的，这是一类规划问题。如果用数学语言进行描述，即在一组约束条件下如何寻求目标函数极值的问题。如果约束条件可表示为线性等式或线性不等式，目标函数也表现为线性函数时，这类规划问题就称作线性规划。

2. 非线性规划

如果在所要考虑的数学规划问题中，约束条件或目标函数不全是线性的，就叫作非线性规划。

3. 整数规划

在线性规划问题中，有些问题的最优解可能是分数或小数，但对于某些具体问题，常要求解答必须是整数的情形。例如所求解是机器的台数，完成工作的人数或装货的车数等，分数和小数的解答就不合乎要求。我们把求最优整数解问题称为整数规划。整数规划中，如果所有的变数都限制为非负整数，就称为纯整数规划；如果仅一部分变数限制为整数，则称为混合整数规划。整数规划的一种特殊情况是0—1规划，它的变数取值仅限于0或1。如分配问题，要末这项任务就分配给某人，要末就不分配给某人。这类规划问题就称“0—1”整数规划。

4. 动态规划

动态规划是解决多阶段决策过程的一种方法。它大约产生于50年代，1951年美国数学家R·B·贝尔曼等人根据一类多阶段决策问题的特征，提出了解决这类问题的“最优化原理”，并研究了许多实际问题，从而创造了解决最优化问题的一种新的方法——动态规划。动态规划广泛应用于技术、经济领域之中。例如，用动态规划方法解决资源分配问题，解决生产批量与库存量的关系问题，近年来又有人用动态规划解决设备最佳更新期问题等等。

5. 决策论

综合研究系统的状态信息，根据这些信息可能选取的策略以及采取这些策略对系统的状态所产生的后果，按某种衡量标准选择一个最优策略，对这一过程的研究产生了决策论。决策论重点研究风险型决策问题。

6. 对策论（博弈论）

对策论研究对抗性竞争局势问题，探索最优的对抗策略。在这种竞争局势中，参与对抗的各方都有一定的策略可供选择，并且各方具有相互矛盾的利益。如果仅有两方参与，则称“二人对策”。如果一人之所得恰为对方之所失，则称为“二人零和对策”。

7. 排队论

排队论研究服务系统中的排队问题。服务系统中被服务的对象（顾客）何时到达以及占用系统的时间长短事先均无法确知，这是一种随机性的聚散现象。排队论就是通过对随机服务现象的统计研究，找出反映这些随机现象的平均特性规律，从而改进服务系统的工作能力。

8. 搜索论

搜索论研究在寻找某种对象过程中，如何合理使用人力、物力、资金等搜索手段，以便取得最好的搜索效果。

9. 库存论

在经营管理工作中，为了促进系统的有效运转，往往需要一定的物质条件，保持必要合理的储备。库存论就是研究在什么时候、以什么数量、从什么供应源来补充这些储备，既能保证生产的正常进行，又可使用于库存和补充采购的费用最少。

10. 排序理论

制定计划时，常常遇到这样的情况：有许多任务需要同时进行安排，但由于人力、物力

或资金方面的限制, 这些任务又不能同时进行作业。于是就产生了完成这些任务的先后次序问题。次序不一样, 往往经济效果就不一样。所谓排序问题, 就是研究最有效的工作或任务安排顺序问题, 使得技术上行得通且经济效果达到最好。

11. 网络理论

网络理论也叫作网络分析, 它运用网络的图示法表明计划项目之间的内在联系以及进度安排, 并在网络分析的基础上, 求得工程完成周期与所用的人力、物力、资金达到最佳的结合。网络理论是系统工程学中常用的一种理论方法。网络图是处理系统在空间上的复杂性和时间上连贯协调的一种极为有力的工具。在系统工程学中常用的网络分析方法有计划评审技术(PERT)和关键线路法(CPM)等。

网络计划技术的应用范围很广, 特别适用于一次性的工程项目, 如大型工程建设、大型复杂的科研工程、新产品试制、设备大修理、技术改造项目、单件小批生产的作业计划安排等等。

12. 可靠性论

在给定的时间、区间和规定的运用条件下, 一个装置有效地执行某任务的概率, 称为该装置的可靠性。可靠性理论就是研究可靠性的数学方法。可靠性理论的一个重要课题之一是如何将可靠性较低的元件组合成可靠性较高的系统。

13. 优选法

在生产实践中, 经常碰到这样一类问题: 怎样选取合适的配方、配比, 寻找合适的操作和工艺条件, 给出产品合理设计参数, 加速仪器的调试等等。所谓合适、合理, 在数学上称为最优化。如何达到最优, 需要通过试验的方法。而优选法就是科学安排试验的方法, 它能够用较少的试验次数, 找到合理的配方、配比、设计参数和工艺条件。它是近20年前提出来的—种科学方法。应用较多的单因素法有0.618法、分数法和对分法。多因素优选法有正交设计和随机试验法等。

上述13种方法, 可归纳成三大类: 一类主要用于系统的规划, 在数学方面应用线性代数; 第二类主要用于解决现场的系统随机性问题, 在数学方面主要是应用概率论与数理统计学; 第三类主要用图形处理系统在空间上的关系以及时间上的连贯协调, 在数学上应用图论。

总之, 运筹学方法在应用中有以下几个步骤:

- (1) 掌握问题的因果关系和定量关系, 并用数学表达式加以描述, 用数学方式表示研究对象;
- (2) 对数学表达式进行求解;
- (3) 对于求出的解, 研究实现的可能性, 并认真分析应用的环境和条件;
- (4) 研究解的经济意义, 并据此制定具体政策;
- (5) 执行制定的政策。

第四节 系统工程的方法步骤

系统工程理论发展到现在, 已形成了一套科学的方法及步骤。目前, 论证比较全面而又有较大影响的是美国贝尔电话研究中心的霍尔提出的系统工程三维结构。

1969年,霍尔在他所著的《系统工程方法论》一书中指出,所谓方法,就是把设想变为实体的具体过程和步骤。他所提出的三维结构就是将开发系统的活动分为前后紧密衔接的七个阶段,每个阶段又分成七个步骤,同时还要考虑为完成各阶段、各步骤所需的专业知识。这样,他就为解决大型、复杂系统的开发和运行提供了一套统一的思维方法。所谓三维结构就是由逻辑维、时间维和知识维所组成的总体空间结构。如图1-2所示。

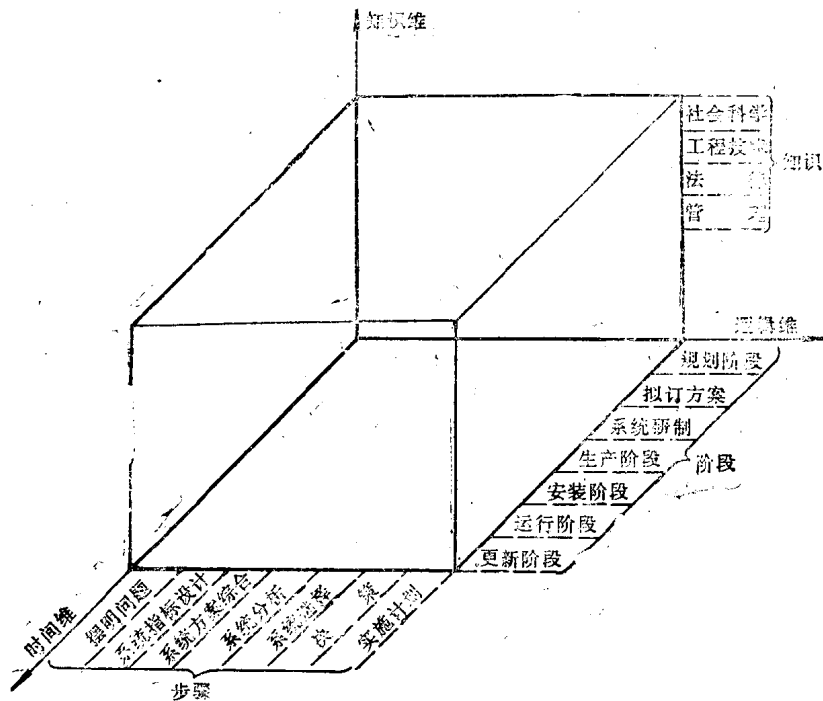


图1-2 系统工程三维结构

一、逻辑维（思维过程）

图中的逻辑维是实施系统每个工作阶段所经过的步骤,即思维过程。霍尔把它分成以下七个步骤:

(1)摆明问题(问题定义)。通过系统调查,全面搜集所要解决问题的有关资料和数据,弄清问题性质。

(2)目标选择。问题明确之后,应该选择具体的评价系统功能的目标和评价标准,以利于衡量系统所有备选的方案。

(3)系统方案综合。按照问题性质及确定的目标设计一组可供选择的可行方案,方案中要明确所选系统的结构和相应参数。

(4)系统分析。为了对备选方案分析比较,往往通过一定的模型,把这些方案与系统的评价目标联系起来。

(5)系统选择。在一定限制条件下,从若干个可行方案中选择最优方案。在评价目标只有一个定量指标,而且备选方案为数不多时,容易选择最优者,当备选方案很多甚至无限多的情况下,就需要使用单目标最优化方法来选优。当评价目标有多个而且又相互矛盾时,需要用到多目标的优化方法来解决。

(6) 决策。最优方案可能不是唯一的, 或者除了定量指标之外, 尚需作定性分析, 这时就需决策者选择和决策。

(7) 实施计划。根据选定的方案, 进行具体实施。如果在实行过程中, 遇到困难较多, 不易实行, 这时需重新修订方案。

上述七个步骤的顺序不一定很严格, 有时某些步骤需反复进行。

二、时间维 (工作阶段)

时间维表示从规划到更新的顺序阶段, 可分成七个阶段:

- (1) 规划阶段。提出系统工程活动的规划和策略。
- (2) 拟定方案。提出具体计划方案。
- (3) 系统研制。提出系统的研究方案, 并制定生产计划。
- (4) 生产阶段。实施生产计划, 并提出系统安排计划。
- (5) 安装阶段。将系统进行安装、调试和试运行。
- (6) 运行阶段。系统按预定计划进行运转。
- (7) 更新阶段。改进或改装旧系统, 使之变成新系统, 或更新旧系统, 从而使系统更有效的工作。

三、知识维

系统工程除有某些共性知识外, 还要使用各种专业知识。霍尔提出这些专业知识有工程技术、社会科学、法律、管理、医学、建筑、商业和艺术等等。

如果把思维过程和工作阶段综合起来, 便构成霍尔系统工程矩阵。见表 1-2。

表 1-2

思维过程 工作阶段	1 摆明问题	2 目标设计	3 系统方案 综合	4 系统分析	5 系统选择	6 决策	7 实施计划
A 规划	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
B 定方案	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
C 系统研究	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
D 生产	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
E 安装	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
F 运行	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
G 更新	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆	G ₇

如果三者综合起来, 便构成类似于图 1-2 的霍尔三维结构图, 它们由一些小立方体组成, 每个小立方体标上相应的代号, 表示在某一阶段进行一项具体步骤需某学科知识等等。

第五节 企业管理系统工程

企业管理系统工程是系统工程在企业管理中的一个分支, 它是以提高企业经济效益和社会效益为目标, 运用系统理论观点, 运用定量分析和定性分析的方法, 对企业整个管理系统进行最优规划、最优组织、最优控制的一门组织管理技术。