



Business Administration Classics 21世纪工商管理系列教材

Management System Engineering

管理系统工程 (第三版)

主编 于秀慧 李宝山



中国人民大学出版社



Business
Administration
Classics

21世纪工商管理系列教材

Management System Engineering

管理系统工程

(第三版)

主编 于秀慧 李宝山

中国人民大学出版社

· 北京 ·

前言

管理系统工程是以企业管理系统为研究对象的一门组织管理技术。该课程是一门以系统科学、运筹学、计算机应用技术为主体的综合交叉性课程。其基本思想是坚持整体观念、统筹兼顾,运用相关优化分析方法,实现管理系统整体功能的提高。

1978年9月,钱学森等在《文汇报》上发表《组织管理技术——系统工程》,开启了系统工程理论与方法在经济管理领域应用的新纪元。中国人民大学商学院于1979年率先把管理系统工程列入教学课目,并出版了相应教材。本书这次重编后,全书结构由以下部分组成:

(1) 管理系统工程的基本理论。第1、2章介绍了系统的概念和特性,代表性的系统理论和系统工程方法,以及管理系统分析的原则、思路和内容。

(2) 管理系统工程的基本工作。第3、4、5、6章以介绍管理系统工程的基本工作环节为重点,从结构、环境、控制和评价四个方面,分别介绍了其原理、方法和应用热点。

(3) 提高系统性能的基本要点。第7、8、9章从平话、集成和创新三个视角探讨了提高管理系统性能的路径和方法。

(4) 管理系统工程教学软件包。编者运用Excel软件开发了辅助教学软件包,并从经营管理角度进行了分析说明,在教学过程中可根据课时和实际需要加以选择。

本书的编写遵循2008年1月19日胡锦涛看望钱学森谈起系统工程理论时的讲话精神:“在处理复杂问题时一定要注意从整体上加以把握,统筹考虑各方面因素……现在我们强调科学发展,就是注重统筹兼顾,注重全面协调可持续发展。”本书在编写思路进行了如下探索:

首先,以组织管理技术为主线。现有相关教材多侧重数学优化方法的介绍,本书的重点不是烦琐的计算过程,而是把数学模型作为一把钥匙,帮助我们从整体上分析,从实质上研究,提高理性思维能力和开启管理决策的新思路。以计算机为工具,使深奥的定量分析方法变得易学易用,有利于提高在管理中的计算机应用水平。

其次,以立足国情为基点。书中选编的案例基本上选取自近年中国企业管理国家级创新成果奖汇编资料,并加以提炼,这有利于克服学习理论的畏难情绪和本本主义,提高使理论与实际、学习与应用、言论与行动相统一,创造性开展工作的自觉性。

最后,以大道至简为方略。老子在《道德经》中提出,“万物之始,大道至简”。《易经》主张:“易则易知,简则易从。”本书新增了管理系统平话分析的内容,介绍了编者近



期完成的科研项目,既有深刻理论内涵,又有简单实现形式的操作方法,供读者借鉴。

本书可用于经济管理专业和理工科管理工程专业本科教学,也可用于各级领导干部培训。教学过程中,教师可根据具体对象和学时要求,选择相关内容。

参加本书编写等相关工作的还有王水莲、李晓明、雷丙寅、田雪、梁雨谷、许忠伟、刘焱、谢家平、孔令丞。参加教学软件开发及相关内容编写的有王水莲、王乾旭、姜松青、张惠、陈才东、王汉亮、田永军。全书由于秀慧统编。如需本书的 PPT 课件及教学软件包,可登录 www.rdjg.com.cn 下载。

在本书编写过程中,得到了中国企业管理联合会管理现代化工作委员会张文涛博士、李建明博士,中国人民大学商学院赵苹教授、李平教授,清华大学李刚军教授,首都经济贸易大学郑海航教授、吴冬梅教授,中国海洋大学王继贵老师、权锡鉴老师、王森老师、苏慧文老师、姜忠辉老师和李晓伟老师的帮助和指导。台湾省林玉莲老师、许铭尊先生多次为我们购买并邮寄有关学术书刊,同时,本书出版得益于中国人民大学出版社工商管理出版分社数位编辑的辛勤工作,在此一并表示衷心感谢!

特别感谢中国人民大学的开创管理系统工程课程的李国纲教授、邓志刚教授、施礼明教授、汪星明教授,他们严谨治学的工作态度,甘于奉献的铺路石精神,令编者终身难忘。

由于编者水平有限,而形势发展日新月异,本书定有不足之处,恳请广大读者批评指正。

李宝山

目 录

第 1 篇 管理系统工程的基本理论

第 1 章 系统理论概述	(3)
第 1 节 系统的要领与特征	(5)
第 2 节 系统理论简介	(17)
第 3 节 管理系统工程	(32)
第 2 章 管理系统分析	(44)
第 1 节 基本工作原则	(46)
第 2 节 基本工作思路	(51)
第 3 节 基本工作内容	(58)

第 2 篇 管理系统工程的基本工作

第 3 章 管理系统结构	(75)
第 1 节 系统的结构与功能	(77)
第 2 节 结构分析方法	(81)
第 3 节 企业结构进化	(96)
第 4 章 管理系统环境	(114)
第 1 节 不确定性管理	(116)
第 2 节 循环经济	(124)
第 3 节 机遇与风险分析	(134)
第 5 章 管理系统控制	(149)
第 1 节 优化控制	(151)
第 2 节 流程控制	(169)
第 3 节 量化模型	(177)
第 6 章 管理系统评价	(200)
第 1 节 系统评价原理	(202)
第 2 节 定性评价方法	(213)
第 3 节 定量评价方法	(220)



第3篇 提高系统性能的基本要点

第7章 管理系统平话	(239)
第1节 管理系统平话含义	(241)
第2节 竞争/竞合统筹平话	(251)
第3节 岗位/流程统筹平话	(261)
第8章 管理系统集成	(271)
第1节 集成管理的内涵	(273)
第2节 集成管理的理论基点	(288)
第3节 集成管理结构设计	(301)
第9章 管理系统创新	(318)
第1节 系统创新的内涵与特点	(320)
第2节 系统创新规律	(328)
第3节 系统创新常见技法	(341)
第10章 管理系统工程教学软件包	(355)
第1节 软件包的运行环境	(355)
第2节 软件包的总体结构	(356)
第3节 软件包的使用流程	(360)
 部分思考题参考答案	 (366)
参考文献	(370)



第 1 篇

管理系统工程的基本理论

学习要点

- 系统的基本概念、特征及其对提高管理科学水平的指导作用
- 管理系统工程的基本概念及其在管理现代化中的作用
- 三维结构分析方法的核心内容及其适用范围
- 软系统方法论的基本工作流程及其适用范围
- 综合集成法的工作实质及其发展趋势

引例

啤酒制造企业管控一体化信息集成系统建设

内蒙古金川保健啤酒高科技股份有限公司（以下简称“金啤高科”）是国家火炬计划重点高新技术企业，内蒙古自治区第一批农业产业化龙头企业之一。

面对电子技术的快速发展、市场信息浪潮的冲击和经营管理要求的提高，该公司开发并实施了“金啤高科管理控制一体化信息集成系统”项目工程，做到“金啤高科 ERP”项目与“金啤高科发酵、糖化、清酒生产控制系统”四个系统的整合集成。其具体内涵是：以初步实施的 ERP（企业资源计划）系统和 PCS（生产控制系统）为基础，对从销售订单下达到产品完成的整个生产过程进行全面优化管理，逐步形成一套构筑于现代信息处理与网络技术基础之上的集管理、决策与生产自动控制于一体的信息管理体系，使企业的物流、资金流及其各专业职能管理信息流等资源得以充分挖掘与发挥，向管理科学的现代化企业迈进。主要做法如下：

1. 成立信息化建设领导小组，适时开展员工培训

成立实施领导小组，一把手亲自抓，各行政部门负责人即各子系统的使用管理责任人，对整个系统工程按计划分步实施，有序推进。进行全方位的内部管理变革，合理调整组织机构，优化业务管理流程，为信息化建设奠定了坚实的基础。同时，开展创新经营教育和多种形式的培训，提高员工的整体业务素质和操作水平。

2. 科学论证，明确系统建设目标与设计方案

制定《金啤高科管理控制一体化信息集成系统用户需求及设计方案》，对各个子系统功能及程序模块以流程图、鱼骨图等形式做了清晰的描述。系统在设计

中采用了先进的 MRP II、JIT、TQC 等管理方法,并制定出技术设计思路和目标。具体包括:构建安全的网络与数据平台;建立双向物流与生产流程化管控体系;建立高效的质量溯源系统;建立两级成本动态控制体系;构建安全、易扩充的网络系统软件平台。

3. 识别信息化建设的难点与重点,科学制定解决方案

确定“从企业战略角度出发,用信息化战略带动企业的品牌战略、新鲜度战略、成本战略”的设计方针,重点解决数据失真、双向质量、双向物流、三个供应链以及两级动态成本管理等问题。通过有机集成职能管理信息和来自生产一线的控制信息,避免信息孤岛与信息失真问题。通过质量溯源子系统及其各生产车间管理子系统,将各生产关键流程及其控制点信息作为质量溯源的主要依据,确保各生产工序记录的真实性。针对物流不通畅的薄弱环节进一步整合物流管理流程,对普通的原辅材料及成品库采取集中采购、设置最高与最低库存安全自动报警提醒功能等方法进行有效管理。

4. 根据信息化建设需求,设计信息系统总体框架

金啤高科设备管理控制一体化信息集成系统的总体设计分为三大系统,即生产工艺监控系统、财务管理系统、各车间作业及其智能管理系统,共包括糖化生产监控系统、技术管理子系统、物流管理子系统、人力资源管理子系统等 26 个子系统。

5. 采取分步实施策略,系统推进整个系统工程项目

在项目进行过程中采取边调研、边设计、边开发、边培训、边调试、边修改的办法,确保系统的适用性、可操作性和通用性;在系统调试过程中各子系统操作人员积极配合,进行实时数据输入,确保调试工作的系统推进;通过经营管理信息的及时交流及关键信息的提醒、警示与分析,形成管控一体化的企业管理信息集成系统,解决信息孤岛及信息死角问题,为各级管理者提供高效的工作平台;稳定运行的硬件系统,提高工作效率和质量;建立计算机网络与信息化建设管理考核制度,使信息化建设做到有章可循,确保系统的正常高效运行。

通过管理控制一体化信息集成系统的全面实施,金啤高科节约了生产成本,取得了显著的经济效益;精简了组织机构,优化了业务流程,全面提升了企业的市场竞争力;同时,该项系统工程被列入国家倍增计划项目,促进了中小企业的信息系统建设,推动了行业发展。

说明:该项公司成果荣获第十六届国家级企业管理创新成果奖。

进入 21 世纪,面对新形势,学习和掌握系统工程的理论与方法,对于提高管理人员的基本素质具有战略性的指导意义。2008 年 1 月 19 日,胡锦涛主席看望钱学森时,谈起系统工程理论,说道:“您这个理论强调,在处理复杂问题时一定要注意从整体上加以把握,统筹考虑各方面因素,这很有创见。现在我们强调科学发展,就是注重统筹兼顾,注重全面协调可持续发展。”^①

① 《深情的关怀 倾心的交谈——胡锦涛总书记看望著名科学家钱学森、吴文俊纪实》,载《经济日报》,2008-01-20。

本章在介绍系统思想产生和发展的基础上,对系统的概念和特征加以简要概括:系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分(要素)结合而成的具有特定功能的有机整体。系统一般具有整体性、相关性、目的性、环境适应性等特征。

系统思想的出现彻底改变了人们的思维方式。随着时代的发展,系统理论体系逐步形成和完善,其中具有代表性的理论包括:一般系统论、控制论、信息论、耗散结构理论、协同学理论、突变论等。

管理系统工程是运用系统工程理论与方法,提高管理科学性的一门组织管理技术。具有代表性的系统工程方法主要有:1969年美国学者霍尔(A. D. Hall)提出的三维结构体系,又称硬系统方法论;20世纪70年代英国学者切克兰德(P. Checkland)提出的软系统方法论;90年代中国学者钱学森倡导的综合集成法,又称韧系统方法。

第1节 系统的要领与特征

在自然界和人类社会中,可以说任何事物都是以系统的形式存在的。我们所要研究的每个问题或对象都可以看做一个系统。人们在认识客观事物或改造客观事物的过程中,用综合分析的思维方式看待事物,根据事物中内在的、本质的、必然的联系,从整体的角度进行分析和研究时,这类事物就被看做一个系统。

一、系统思想

(一) 古代朴素的系统思想

系统的概念来源于人类的长期社会实践,人类很早就有了系统思想的萌芽,这主要表现在对整体、组织、结构、等级等概念的认识。我国是一个有数千年文明史的古国,在丰富的历史宝库中,可以找到很多有关系统的朴素思想。古代天文、医药、军事、工程等方面的知识和成就,都在不同程度上反映了朴素的系统思想。

我国古代天文学家为发展原始农牧业,很早就关心天象的变化,把宇宙作为一个超体系统,探讨了它的结构、变化和发展,揭示了天体运行与季节变化的联系,编制出历法和指导农事活动的二十四节气。中国的《黄帝内经》中,也包含有朴素的系统思想。《黄帝内经》通过对经络、脉象、穴位等的研究,深化了对人体系统的认识。中药的“辨证处方”,则是系统思想的集中体现。一服中药一般由“君、臣、佐、使”四个部分组成:“君药”对主病起主要治疗作用,用量较大;“臣药”辅助“君药”加强治疗作用;“佐药”用来抑制“君药”可能产生的副作用;“使药”对各种药物起调和作用。“君、臣、佐、使”合理配伍,一服中药就是一个具有“健身除病”功效的药物“系统”。

我国古代的系统思想还反映在军事理论方面。春秋末期,我国著名军事家孙武

在《孙子兵法》中就阐述了不少朴素的系统思想和谋略。《孙子兵法》强调“经五事”，即从道、天、地、将、法五个方面来分析战争的全局。这里所讲的“道”，就是要内修德政，注重战争是否有理。有道之国，有道之兵，能得到人民的支持，这是胜利之本。此外，还有天时、地利的客观条件。而将领的才智、威信状况，士兵是否训练有素，纪律、赏罚是否严明，粮道是否畅通等则是主观条件。孙武还依据“五事”推论出“七计”，指出“经之以五事，校之以计，而索其情”。《孙子兵法》是一部揭示战争规律的杰作，对战争系统的各个层次、各个方面以及它们的内在联系都进行了全面分析和论述，在整体上形成了对战争的规律性的认识。现在，许多日本系统工程学者和管理学家都热衷于研究《孙子兵法》的思想，将其用于现代管理之中。他们认为《孙子兵法》中关于运筹谋略、对抗策略的论述极其精辟，在 2 000 多年后的今天仍然是适用的。

我国古代的劳动人民已经懂得把系统思想运用于改造自然的社会实践中去。这方面的事例很多，如战国时期秦国太守李冰任蜀郡太守后，主持修建的驰名中外的四川都江堰水利工程就是一例。该项工程包括三个主要部分：“鱼嘴”是岷江分洪工程；“飞沙堰”是分洪排沙工程；“宝瓶口”是引水工程。三个部分巧妙地结合成为一个工程整体。根据今天的试验，当时对工程的排沙、引水、防洪等方面都作了精确的数量分析，使工程兼有防洪、灌溉、漂木、行舟等多种功能。由于在渠道上设置了水尺测量水位，合理控制分水流量，使工程不仅分导了汹涌湍急的岷江而化害为利，还利用分洪工程有节制地灌溉了 14 个县的几百亩田地。工程不仅在施工时期有一套管理办法，还建立了维修保养制度，每年按规定淘沙修堤，使工程至今仍能充分发挥其效益。三大主体工程 and 120 个附属渠堰工程形成了一个协调运转的工程总体，体现了非常完善的整体观念、优化方法和发展的系统思路，即使以现在的观点看，都江堰仍称得上一项宏伟的水利工程。所有这些都说明人类在知道系统工程之前，在社会实践中就已经进行辩证的系统思维了，并应用朴素的系统思想改造自然与社会。

朴素的系统思想，不仅表现在古代人类的实践中，而且在我国古代和古希腊的哲学思想中得到了反映，当时的一些朴素唯物主义思想家都从承认统一的物质本源出发，把自然界当做一个统一体。中国古代的系统思想在老子的《道德经》中得到了高度概括和提炼。《道德经》中的“道”或“一”超越了时空界限，“独立而不改，周行而不殆，可以为天下母”。老子认为，只有按照“道”的原则，才能实现既定的目标，“天得一以清，地得一以宁，神得一以灵，谷得一以盈，万物得一以生，侯王得一以为天下正”。这里的“道”或“一”在某种意义上可以和“系统”画等号。古希腊卓越的唯物主义哲学家德谟克利特（公元前 460—前 370 年）也从唯物主义立场出发阐述了系统的思想。他在物质构造的原子论基础上，进一步认为世界是由原子和虚空组成的，原子组成万物，形成不同系统层次的世界，人也是一个个小世界，宇宙中有无数世界，这些世界不断产生、发展和消灭。亚里士多德（公元前 384—前 322 年）的“四因”（目的因、动力因、形式因、质料因）思想，以及关于事物的种属关系和关于范畴分类的思想等，可以说是古代朴素系统观念最有价

值的遗产。亚里士多德曾说：一般说来，所有的方式显示全体并不是部分的总和。他以房屋为例，说明一所房屋并不等于它的砖瓦、木料等建筑材料的总和，并指出：“由此看来，很清楚，你可以有了各个部分，而还没有形成整体，所以各个部分单独在一起和整体并不是一回事。”后来，人们把亚里士多德的这个思想概括成“整体大于部分之和”。类似这种系统观的思想在几何学的奠基人欧几里得和天文学家托勒密的著作中也有具体表述。

（二）系统思想的成熟与发展

古代朴素唯物主义哲学思想包含了系统思想的萌芽，它虽然强调对自然界整体性、统一性的认识，但缺乏对整体各个细节的认识能力，因而对整体性和统一性的认识是不完全的。19世纪上半期，自然科学已取得了伟大的成就，特别是能量转化、细胞和进化论的发现，使人类对自然过程是相互联系的认识有了很大的提高。1925年，美籍奥地利生物学家贝塔朗菲（Ludwing von Bertalanffy）提出了系统论的思想，他的视野很快超出了生物学，于1937年提出一般系统论原理，为系统论奠定了理论基础。1954年，贝塔朗菲与持有相同观点的另外三位著名学者——经济学家鲍尔丁（Kenneth Boulding）、生物学家杰拉德（Ralph Gerard）和生物数学家拉波波特（Anatol Rapoport）一同发起成立了一般系统研究会，此四人被认为是系统运动之父。他们在加利福尼亚帕罗奥托行为科学高等研究中心合作共事，提出了系统科学研究的四个主要目标：（1）研究不同科学领域中概念、规律、模型的相似性，并致力于从一个领域向另一个领域移植；（2）鼓励理论探索；（3）尽可能减少不同领域中的重复研究；（4）促进科学家之间的交流，强化科学研究的协调性。该研究会每年组织召开一次年会，出版一期年刊，吸引了大批科学家，在西方学术界产生了很大影响，随之而来的是轰轰烈烈的系统运动。现代科学技术的发展也对系统思想的方法和实践产生了重大影响，具体表现在：（1）现代科学技术的成就使得系统思想方法定量化，成为一套具有数学理论，能够定量处理系统各组成部分关系的科学方法；（2）现代科学技术的成就和发展为系统思想方法的实际运用提供了强有力的计算工具——电子计算机。

这个时期的自然科学为马克思主义哲学提供了丰富的资料，为唯物主义自然观建立了更加巩固的基础。马克思、恩格斯的辩证唯物主义认为，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体。辩证唯物主义体现的物质世界普遍联系及其整体性的思想，就是系统思想。

系统思想在辩证唯物主义那里获得了哲学的表达形式，在运筹学和其他学科中获得了定量的表达方式，并在系统工程应用中不断充实自己实践的内容，系统思想方法从一种哲学思维逐步形成成为专门的科学——系统科学。从20世纪60年代起，西方国家先后建立了一大批专门的系统科学研究机构，许多高等学校竞相开办系统科学系或专业，出版机构积极支持系统科学著作的出版，创办了一批系统科学学术刊物。据统计，系统科学论著的数量每4年翻一番。随着系统运动的发展，各国学者联合成立了国际性的系统科学组织。



20 世纪 50 年代中期, 钱学森和许国志把运筹学从西方带到中国, 他们在中国科学院力学研究所组建了中国最早的运筹学教研组。此后, 钱学森又开创并领导了中国的国防系统分析研究工作。50 年代末期, 中国科学家开始将运筹学应用于国民经济发展之中。华罗庚从运筹学方法中提炼出可直接用来解决系统管理、优化问题的优选法和统筹法。他带领一批青年科学家在全国推广这两种方法, 指导工农业生产实践, 取得了巨大的社会效益和经济效益, 同时还总结出图上作业法等中国特有的系统科学方法。

70 年代, 在钱学森、宋健等人的大力倡导下, 中国出现了新的系统科学研究热潮。一批在数学、工程、经济等领域有影响的专家率先转入系统科学研究。到 80 年代, 中国科学院及有关部委相继组建了系统科学或系统工程研究所, 不少高等学校建立了研究机构, 并开始招收、培养系统工程、管理工程专业的本科生、硕士生和博士生。同时, 组建了中国系统工程学会、中国优选法统筹法与经济数学研究会等学术团体。

由于人们所处的领域不同, 看问题的视角不同, 因而在系统科学体系中形成了各种不同的系统观, 主要有:

1. 类比系统观——把系统视为抽象结构, 即像在数学、逻辑学、统计学、计算机科学和自然科学中那样, 把系统定义为“具有某种关系的集合”。这种系统观相当流行。

2. 方法论系统观——把系统看成是系统化的方法, 即在问题求解、管理等过程中应用的方法。许多软系统方法论的支持者持这种观点。

3. 形态学系统观——用结构、形式、机器及其各部分之间的关系表示系统, 把系统定义为具有某种属性的事物和事物及其属性之间关系的集合。工程界的系统分析及传统的一般系统论的支持者持这种观点。

4. 动态逻辑系统观——认为系统与变化、增长、发展等特定概念有关。许多管理顾问持这种观点。

5. 技术系统观——把系统视为由几个相互联系的部分, 特别是以计算机作为其组成部分而构成的装置。这种观点目前在实业界和整个大众文化中最为流行。

6. 生物学系统观——把系统及其部分划分为有机确定的子系统, 这种观点也称为生命系统论。

7. 生态学系统观——认为系统与生物物种栖息地及物种之间的合作、交互作用等有关。持此观点者常用“环境”代替“系统”而造成混淆。一般环境学家倾向于此观点。

8. 社会学系统观——认为系统是由实际的文化、伦理、政治等“问题”和“答案”之源中派生出来的。社会学家持此观点。

9. 秩序系统观——把系统看成是在某种情形下, 按照其对于环境和感觉的作用、形式、内容、控制等方面划分等级、层次的方式。这是近年来出现的一般系统世界观的翻版。

在系统运动中形成的形形色色的系统观和系统流派, 分散了系统科学研究力

量,影响了系统科学的发展。人们期待着一个成熟、统一的系统科学体系的产生和逐步完善。20世纪60年代,贝塔朗非曾提出由系统的科学与数学系统论、系统技术、系统哲学构成广义系统论的设想。1976年,萨缪尔森提出将系统论、控制论、信息论综合成一门新学科的建议。1979年,钱学森提出了建立系统科学学科体系的思想。他认为系统科学应当是与自然科学、社会科学、数学具有同等地位的科学体系,因此应具有工程技术、技术科学、基础理论和哲学四个层次。顾基发认为,系统科学应当包括五个方面的内容,即系统概念、一般系统理论、系统理论分论、系统方法论、系统方法应用。对于系统科学究竟应包括哪些内容,如何建立一个统一的系统科学学科,还存在多种不同的意见和看法,但系统科学家正在致力于建立统一的系统科学理论,总目标是一致的。

现代科学技术在高度分化的基础上高度综合的大趋势,导致了系统科学学科群的产生和迅速发展。系统科学改变了人类的思维方式,为人们研究现代社会、经济和各个科学领域中的复杂问题提供了新思路、新途径。系统科学的发展代表了当代科学技术发展的新潮流。

系统科学思想方法广泛应用于中国各级管理决策、发展战略、区域规划及重大建设工程项目的论证,取得了一批重要成果。如举世瞩目的三峡工程经过“梦想70余载,调查50多年,论证40个春秋,争论30个冬夏”的系统论证历程,其议案于1992年4月3日正式获得国务院批准。国家经济发展战略、《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》、国家产业技术政策等许多系统科学应用成果,都对中国的发展产生了积极的影响。在中国导弹和航天等复杂系统的规划、研究、设计、制造、试验、运行过程中,系统科学得到了广泛的应用。

二、系统的概念与特征

(一) 系统的概念

系统一词最早出现于古希腊语中,“syn-histanai”一词原意是指事物中共性部分和每一事物应占据的位置,也就是部分组成的整体的意思。从中文字面看,“系”指关系、联系,“统”指有机统一,“系统”则指有机联系和统一。将系统作为一个重要的科学概念加以研究,则是由贝塔朗非于1937年第一次提出来的,他认为系统是“相互作用的诸要素的综合体”。

我们对“系统”并不陌生。我国古代的《申鉴·时事》中记载着这样一个故事:有个人在树林中溜达,看见别人用一张大网来抓鸟。他发现抓到的鸟都是鸟头钻进一个网眼,怎么挣扎都出不来。一会儿的工夫,就有五六只鸟被抓了。于是,他也想用这种方法来捕鸟。回家后,他用一截一截的短绳结成许多互不相连的绳圈。有人见了就问他:“你要用这些小绳圈干什么呢?”他说:“网鸟啊。”问的人更加不明白了:“这一个一个绳圈怎么网鸟?”他说:“既然一只鸟只能钻一个网眼,我这种绳圈岂不是要比一张大网省事吗?”他用这种网能抓住鸟吗?答案是不言而喻的。在这个看似简单的故事中,却蕴涵着丰富的系统含义。我们知道,网是由网



眼组成的,但网中的每个网眼并非孤立存在的,而是相互制约地连接在一起。有了这些相互连接的网眼,网才具备了网的功能。那么把整个网看成是一个整体的话,网眼就是整体中的要素。而由若干相互联系和相互作用的要素组成的具有特定结构和功能的有机整体,就称为系统。

系统的确切定义依照学科的不同、使用方法的的不同和待解决问题的不同而有所区别,国外关于系统的定义已不下 40 种,例如:

“系统是互相作用的诸元素的整体化总和,其使命在于以协作方式来完成预定的功能”(R. 吉布松)。

“互相联系着并形成某种整体性统一体的诸元素按一定方式有秩序地排列在一起的集合”(B. H. 萨多夫斯基)。

“从系统的整体性出发,可以从性质方面通过下列特征给系统概念下定义:(1)系统是由相互联系的诸元素组成的整体性复合体;(2)它与环境组成特殊的统一体;(3)任何被研究的系统通常都是更高一级系统的元素;(4)任何被研究的系统的元素通常又都作为更低一级系统”(N. B. 布拉乌别尔格、B. H. 萨多夫斯基、Э. Г. 尤金)。

综上所述可初步看出,系统概念与任何其他认识范畴一样,描述的是一种理想的客体,而这一客体在形式上表现为诸要素的集合。我国系统科学界对系统的通行定义是:系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分(要素)结合而成的具有特定功能的有机整体。

从上述系统的定义可以看出,系统必须具备三个条件:第一,系统必须由两个以上的要素(部分、元素)组成,要素是构成系统的基本单位,因而也是系统存在的基础和实际载体,系统离开了要素就不成其为系统;第二,要素与要素之间存在着一定的有机联系,从而在系统的内部和外部形成一定的结构或秩序,任一系统又是它所从属的一个更大系统的组成部分(要素),这样,系统整体与要素、要素与要素、整体与环境之间,存在着相互作用和相互联系的机制;第三,任何系统都有特定的功能,这是整体具有的不同于各个组成要素的新功能,这种新功能是由系统内部的有机联系和结构决定的。

任何事物都是系统与要素的对立统一体。系统与要素的对立统一是客观事物的本质属性和存在方式,它们相互依存、互为条件,在事物的运动和变化中,系统和要素总是相互伴随而产生,相互作用而变化。系统与要素的相互作用是:

1. 系统通过整体作用支配和控制要素。当系统处于平衡稳定条件时,系统通过其整体作用来控制 and 决定各个要素在系统中的地位、排列顺序、作用的性质和范围的大小,统率着各个要素的特性和功能,协调着各个要素之间的数量比例关系等。在系统整体中,每个要素以及要素之间的相互关系都由系统决定。系统整体稳定,要素也稳定;系统整体的特性和功能发生变化,要素以及要素之间的关系也随之发生变化。例如一个企业管理组织系统的整体功能,决定和支配着作为要素的生产、销售、财务、人事、科技开发等各分系统的地位、作用和它们之间的关系,为使管理组织的整体效益最佳,就要求各分系统充分发挥各自的功能,并要对各分系

统之间的关系进行控制与协调。

2. 要素通过相互作用决定系统的特性和功能。一般来说,要素对系统的作用有两种可能趋势:一种是如果要素的组成成分和数量具有一种协调、适应的比例关系,就能够维持系统的动态平衡和稳定,并促使系统走向组织化、有序化;另一种是如果两者的比例发生变化,导致要素相互之间出现不协调、不适应的比例关系,就会破坏系统的平衡和稳定,甚至使系统衰退、崩溃和死亡。

3. 系统和要素的概念是相对的。由于事物生成和发展的无限性,系统和要素的区别是相对的,由要素组成的系统,又是较高一级系统的组成部分,它在这个大系统中的地位是一个要素,同时又是较低一级组成要素的系统。例如,某企业(总厂)是由几个分厂的要素组成的系统,而此总厂又是更大系统(企业集团)的一个组成要素。正是系统和要素地位与性质关系的相互转化,构成了物质世界一级套一级的等级性。

(二) 系统的特征

明确系统的特征,是我们认识系统、研究系统、掌握系统思路的关键。系统应当具备整体性、相关性、目的性和环境适应性四个特征。

1. 整体性。系统的整体性主要表现为系统的整体功能,系统的整体功能不是各组成要素功能的简单叠加,也不是由组成要素简单地拼凑而成,而是呈现出各组成要素所没有的新功能。可概括地表述为“系统整体不等于其部分之和”,“整体大于部分之和”。即:

$$F_s > \sum_{i=1}^n F_i$$

式中: F_s ——系统的整体功能;

F_i ——各要素的功能 ($i=1, 2, \dots, n$)。

由于这种整体功能不是各要素所单独具有的,因此相对于各要素来说,这种整体功能的产生就不仅是一种数量上的增加,更表现为一种质变,系统整体的质不同于各要素的质,系统整体之所以能产生新质,是因为在系统整体的各个组成部分之间,相互联系和相互作用形成一种协同作用,只有通过协同作用系统的整体功能才能显现。“三个臭皮匠,顶个诸葛亮”说的就是这个道理。

系统的整体性特征对现代管理工作有重要指导意义,其主要作用是:

(1) 依据确定的管理目标,从管理的整体出发把管理要素组成一个有机的系统,协调并统一管理诸要素的功能,使系统功能产生放大效应,发挥管理系统的整体优化功能。

(2) 把不断提高管理要素的功能作为改善管理系统整体功能的基础。一般是从提高组成要素的基本素质入手,按照系统整体目标的要求,不断提高各个部门特别是关键部门或薄弱部门的功能素质,并强调局部服从整体,从而实现管理系统的最佳整体功能。

(3) 改善和提高管理系统的整体功能,不仅要注重发挥各个组成要素的功能,