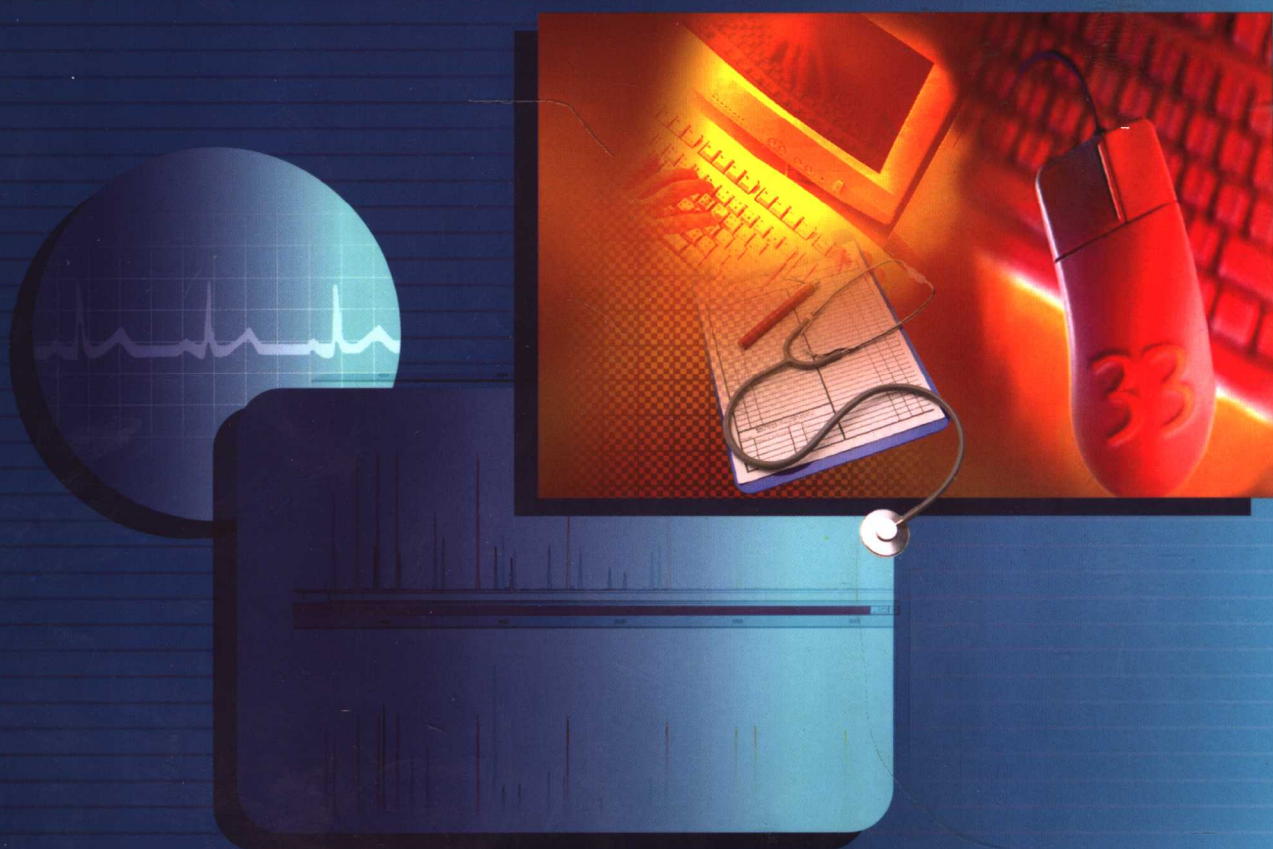


全国高等学校医学规划教材
(供信息管理与信息系统专业用)

卫生管理系统工程

主编 金新政



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材

(供信息管理与信息系统专业用)

卫生管理系统工程

主编 金新政

编委(按姓氏拼音为序)

金新政 李 孜 刘智勇 马敬东



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书共分为9章,内容包括系统工程概论、系统分析、系统模型技术、线性规划、系统网络分析技术、系统预测技术、系统决策技术、管理评价、管理系统模拟。

本书系统介绍了系统管理理论、定性分析技术及其对管理学的影响,特别是用实例全面地分析了这些系统工程的方法在管理学实际问题中的应用。本书在吸收国外先进思维方法的同时,系统地总结了系统工程的思维方法。本书结构合理,层次分明,内容翔实规范,适合管理学类各专业的学生作为教材使用,也可以作为各类管理人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

卫生管理系统工程/金新政主编. —北京:高等教育出版社,2007.11

ISBN 978 - 7 - 04 - 019085 - 4

I. 卫… II. 金… III. 卫生管理 - 管理信息系统 - 高等学校 - 教材 IV. R19

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 146408 号

策划编辑 刘晋秦 责任编辑 李 陶 封面设计 张 楠 责任绘图 杜晓丹
版式设计 马敬茹 责任校对 姜国萍 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中青印刷厂

开 本 850×1168 1/16
印 张 13.75
字 数 400 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年11月第1版
印 次 2007年11月第1次印刷
定 价 25.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19085-00

前言

系统工程是当代正在发展和逐步完善的工程技术,它不是内容单一的工程技术,而是一个大门类工程技术的总体名称。它以系统为研究对象,把要研究和管理的事物视作系统,进而采用系统工程的理论和方法,求得系统在技术上先进、经济上合算、时间上最省、运行中可靠的最佳效果。

为了适应中国的现代化发展,掌握能为现代化建设服务的有力工具,推动系统工程的发展,为医学院校卫生管理专业开设“运筹学”及“管理系统工程”课程提供教材,作者在同仁们的鼓励和关怀下编写了这本旨在适合医院管理的系统工程理论知识以指导人们学习和掌握系统工程的知识和方法的教科书。

本书以开阔的视野,在准确、清晰、系统地阐述了系统工程的基本概念、理论和涵义的前提下,对如何应用这些理论和方法做出了详细的指导,并用大量的实例向读者展现了系统工程在管理中不可低估的作用。

系统工程包含的内容非常多,本书通过参考各种系统工程的方法和技术方面的资料,结合医院管理的实际情况,并与之有效的结合整理而形成。因此,本书综合了系统工程、系统分析、系统模型、线性规划、系统网络分析、系统预测、系统决策和管理评价等方面的内容,并尝试将这些方面整合在一起,是一本综合性强的实用性教材。

本书的特点在于从管理出发,把管理和技术相结合,科学和艺术相结合,系统全面地阐述了系统管理的基本理论、定性分析技术在管理实际中的应用,并且列出了许多参考图表,建立了许多分析模型,生动形象地向读者提供了进行系统分析的方法和技术,可供医院管理人员参考学习。

本书从人的管理出发,结合人的实际工作需要,列出与之相关的方法和技术,层次分明,其中许多方法都有文字图表对照描述,因此内容十分详尽。

本书在编写过程中,曾得到胡大琴和李芳两位研究生的大力协助,谨表示感谢。

由于本书资料繁多,作者学习能力及水平有限,加之时间有限,书中难免会有错漏之处,恳请各位同仁和广大读者给予批评指正。

金新政

2006年10月于同济

目 录

第一章 系统工程概论	1	第七节 指派问题模型及其解法	87
第一节 系统工程产生的客观基础	1	第五章 系统网络分析技术	93
第二节 系统工程的发展简史和 作用	2	第一节 系统网络分析技术概述	93
第三节 系统的概念	4	第二节 网络图的组成及编绘	93
第四节 系统工程的含义和特征	7	第三节 网络图的参数与计算	101
第五节 卫生管理系统工程	12	第四节 任务在规定日期实现的 概率	110
第二章 系统分析	17	第五节 网络图的调整与优化	114
第一节 系统分析的基本概念	17	第六章 系统预测技术	127
第二节 系统分析的基本要素	19	第一节 系统预测技术概述	127
第三节 系统分析的步骤	21	第二节 定性预测方法	131
第四节 系统分析的主要作用	23	第三节 马尔可夫分析预测方法	136
第五节 管理系统分析常用的系统 分析法	25	第四节 灰色预测方法	142
第三章 系统模型技术	44	第七章 系统决策技术	152
第一节 系统与模型	44	第一节 决策和决策技术的概念	152
第二节 模型的分类	44	第二节 系统决策模型	152
第三节 模型的比较	46	第三节 决策技术分类	153
第四节 对模型的要求	46	第四节 决策方法	153
第五节 系统的建模方法	47	第八章 管理评价	168
第四章 线性规划	50	第一节 概述	168
第一节 线性规划的概念	50	第二节 管理评价方法	170
第二节 线性规划数学模型的建立	52	第三节 选用管理评价方法的注意 事项	202
第三节 线性规划问题的图解法	58	第九章 管理系统模拟	204
第四节 单纯形法	61	第一节 引言	204
第五节 人工变量法	70	第二节 人工计算模拟	206
第六节 运输问题	74	第三节 计算机模拟	209

第一章

系统工程概论

This chapter is the introduction of this book. In the basis of discoursing upon the practice base, development and function of system engineering, it discusses the definition, correlated characters of system engineering, and the principle, method, range, etc. And also discusses an important branch——health management system engineering, involving the meaning, element, peculiarity, management, structure of health system and the meaning of health management system engineering.

人类从解释物质世界的种种现象到重新安排物质世界,从认识客观规律到利用这些规律来构造人们所需的目的地,在这种世代延续着的规模愈来愈大的活动中,产生了一种既时新又古老的经验,这就是现今被人们奉为“科学的科学”、“技术的技术”、“工程的工程”的系统工程(systems engineering,简写SE),更透彻一点的说法可以叫“办事的科学”或“事理科学”。

系统工程是当代正在发展和逐步完善的一门组织和管理的工程技术,它不是内容单一的工程技术,而是一个大门类工程技术的总体名称。它以系统为研究对象,把要研究和管理的事物视作系统,进而采用系统工程的理论和方法,求得系统在技术上先进、经济上合算、时间上最省、运行中可靠的最佳效果。

国外从20世纪40年代开始研究,70年代确立了系统工程的独立体系。

实践证明:

1. 领导机关采用系统工程,提高了组织管理水平。
2. 经济部门采用系统工程,对国民经济进行科学规划,提高了经济效益。
3. 企业部门采用系统工程,提高了产品的质量和经营效果。
4. 军事部门采用系统工程,对国防力量做出了战略规划,缩短了武器的研制周期,降低了费用。
5. 科学部门采用系统工程,对科学研究做出了统一规划,使科学技术不断发展。

总之,系统工程是社会主义现代化建设的有力工具,因此系统工程得到了越来越多的领导机关和各级人员的重视。高等教育部门设立了系统工程专业,为整个社会的进步培养了大批组织管理干部。系统工程的产生和发展是由客观条件决定的,是科学技术的进步和社会发展引起的,是人类改造自然、改造社会的需要而必然产生的。

第一节 系统工程产生的客观基础

一、实践基础

20世纪以来,现代科学技术活动的规模有了很大发展,现代经济建设的规模更加庞大复杂,现代社会的发展出现了很多的新问题,社会化的大生产带来了社会活动一系列的根本变革。它突出地表现在以下三方面:

1. 社会活动越来越复杂

以经济与科技领导为例,从20世纪30年代以来,出现了“大科学”、“大工程”、“大企业”。

大科学——是指需要各类学科协调,花费大量人力、财力、物力进行的科学研究项目。

大企业——是指规模庞大的联合企业。

大工程——如宝成、成昆铁路,武汉、南宁长江大桥,葛洲坝工程、三峡水利工程等。

这“三大”的共同特点是:规模庞大、结构复杂、功能多样、综合因素众多。

2. 社会活动越来越多变

它表现在诸多方面:

从一项发现、发明到转化为社会生产力的周期愈来愈短。

设备和产品的更新周期大大缩短。

科学技术日新月异。……

在这样一个多变的世界里,因循守旧,心中无数就会坐失良机,考虑欠周,粗枝大叶仓促决定,必然损失严重。

3. 社会活动的影响越来越大

现代社会活动的“三大”和“多变”,决定了人类活动与自然环境的相互制约和影响。人们进行任何一项实践活动,都必须考虑到对社会、自然环境所造成的正面和负面的影响。即必须坚持可持续发展战略,否则后果不堪设想。

例如埃及在 20 世纪 70 年代初竣工的阿斯旺水坝,表面上给埃及人民带来了廉价的电力,控制了水旱灾害,灌溉了农田,然而却破坏了尼罗河流域的生态平衡。遭到一系列未曾料到的自然报复:土壤日趋盐渍化、贫瘠化,盛产沙丁鱼的渔场毁于一旦,水库一带血吸虫发病率达 80% ~ 100% 等,这一切,使埃及付出了沉重的代价。

综上所述可以看出:发展生产不搞经济建设不行,搞经济建设不抓管理不行,抓管理不讲方法不行,管理方法不科学也不行。传统的组织管理模式已经不能适应现代社会的需要,管理者的方法必须从传统管理发展到科学管理。因此,客观上需要作为组织管理技术的“系统工程”的建立和发展。

二、理论基础

实践的需要是系统工程产生的动力,而各种系统理论的出现,为系统工程的发展提供了理论基础,如运筹学、控制论、信息论、基础数学和系统科学等就是系统工程学的基础科学,见图 1-1。

综上所述,系统工程的产生和发展是由客观条件决定的,是由于科学技术的进步和社会发展而兴起的,是人们改造自然、改造社会的需要而产生的。它是在综合了一百多年来的社会科学发展的成果、近半个世纪以来自然科学技术发展的成果的基础上,逐步建立起来的日益成熟的一大类工程技术。

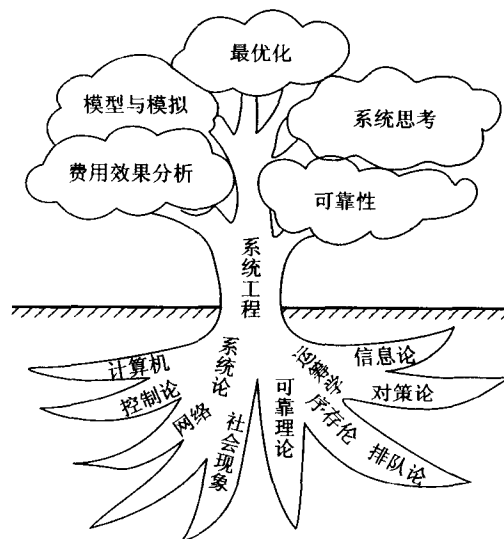


图 1-1 系统工程树

第二节 系统工程的发展简史和作用

系统工程于 20 世纪 40 年代产生于美国,70 年代基本形成体系。三十多年来,大体经历了三个阶段。

一、萌芽阶段(embryonic stage)

特点:个别研究和简单应用

1. 1940 年美国贝尔电话公司试验室,第一次提出系统工程的名称,并在实践中总结出“系统接近法”

就是按时间顺序把工作分为五个阶段,即规划、研究、发展、工程应用研究、通用工程。后来,该公司研究所成立了系统工程研究部,它是最有声誉的一个研究所,曾两次获诺贝尔奖。

2. 第二次世界大战时(1939—1944年)英国对德国作战中,产生了运筹学,提出了“排队论”、“线性规划”、“搜索论”等。

3. 1940—1945年:美国制定了制造原子弹的“曼哈顿”计划。

4. 1945年,美国兰德公司成立了由24人组成的“智囊团”(think group),没有硬件,没有实验室,创立了一个“系统分析”法,用来权衡各种备选方案的费用和效益。

5. 1950年,美国麻省理工学院开设了系统工程方法的课程,运用数学方法搞管理,取得了一定的效果。

二、发展阶段(growing stage)

特点:自觉地运用,理论和方法得到发展。

1. 1957年,美国密歇根大学的哥德和麦克霍尔著《系统工程》一书,对系统工程在理论上进行了初步阐述。

2. 1958年,美国海军特种计划局研制北极星导弹,产生了“PERT”(计划评审技术)。后来,被各国采用。

3. 1962年,美国国防部长麦克纳马拉提出“PPBS”系统(规划、计划、预算系统),并成立了系统分析部,大力推行系统工程。

4. 1963年,美国亚利桑那大学设立了系统工程系,其他大学也开设了这方面的专业或课程。同时,还举行系统工程年会以及发行出版刊物。

三、基本成熟并继续发展阶段(mature stage)

特点:理论、方法成熟,应用广泛。

1965年,美国出版了《系统工程手册》。阐述了系统工程理论、系统技术、系统数学、系统环境、系统元件等,基本上概括了系统工程的各方面内容。

1972年,“阿波罗”登月计划成功,他们宣称:这是系统工程的辉煌顶点。

1972年,成立了“国际应用系统分析研究所”。该所由美、苏、日、加拿大、法、英、捷克等12个国家组成,地点设在维也纳。该所研究的对象是:人口、资源、能源、粮食、环保以及国土开发六个课题。

四、我国开展系统工程研究和应用情况

1956年成立了运筹学研究室,开始了系统工程基础课理论的研究。

1963年,著名科学家钱学森同志推行“PERT”的应用初获成效。

1965年,华罗庚同志推广“双法”即统筹法和优选法,从数学方法入手推广系统工程,收到了一定成效。

1978年10月,钱学森等同志在《文汇报》上发表了《一门组织管理的技术——系统工程》的文章。

1979年10月在北京召开了我国第一次系统工程学术会议。

1980年10月成立了中国科学院系统科学研究所,同年11月成立了“中国系统工程学会”。同时,出版刊物《系统工程理论与实践》,举办了电话讲座,宣传、普及系统工程。

在军事、社会经济、能源、农业、矿业、水利、环境、交通、人口、大型项目管理、企业管理和教育等不少方面得到实际应用,部分已见成效。

在理论上——日趋成熟,形成特色。

在应用上——大部分大、中型工程项目总体设计、生产组织、运动及检验等,全面或局部地使用系统工程中的不同方法,且做到定量与定性的科学方法综合应用,定量与创新结合。

在教育培训方面——有大学本科生、研究生等。

在与计算机结合方面——大部分系统工程软件已配套。

五、系统工程的作用

钱学森说:系统工程是一次伟大的革命,大约不亚于 120 年前那次工业革命。它可以改造自然,改造、提高社会生产力,改造、提高国防力量,改造各种社会活动,改造国家的行政、法制等。一句话,可以改造全人类。

因此,系统工程绝非是一般的组织管理方法问题,而是具有深刻的革命性和社会性。

第三节 系统的概念

一、系统的定义

系统(system)一词,在系统工程中是作为名词来使用的。它是系统工程研究的对象,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。而且这个系统本身只是它所从属的一个更大系统的组成部分。

在日常生活中,系统这个词常作形容词使用,是有组织,有秩序,前后连贯和形成一体之意。

二、系统的特征

1. 集合性:系统是由两个以上元素组成的全体。一个元素构不成系统,复杂系统是由大量设备、元素、人与工作过程组成的集合体。

例如:钟表由几十个零件组成

电视机 几百~几千个元件

飞机 几十万个零件

宇宙飞船 几百万个零件

一座大城市 约有几亿个要素

2. 相关性:指系统各元素之间相互作用、相互依赖的关系。即系统是由各个组成部分(要素)按一定方式结合而成的,不是简单相加。

例如:植物系统中,如果根不吸收土壤中的水分和养料,叶子就会脱离枝干,则植物便会死亡,根、茎、叶、花、果也将不复存在。根深、叶茂、茎壮、花好、果大,这便是根、茎、叶、花、果之间的依存关系。

3. 目的性:指系统要有明确的目标,我们设计系统(人工系统)是为了获得它的功能。

4. 适应性(环境改造性):指系统对环境变化的适应程度。系统必须适应环境的变化才能生存;同时,也要能动地改造系统。

5. 整体性:指系统元素之间相互关系及元素与系统之间的关系,以整体为准进行协调,局部服从整体,以整体效果为最优。

三、系统的描述方法

(一) 用数学中集合的概念来描述

集合——指具有一定共同特征的一类事物的全体。

这里要注意:① 集合是指这一事物的全体而不是指其中的个别事物;② 集合中包含的事物是确定的隶属关系。

用集合的概念来描述复杂的系统,其公式为:

$$A = \{a_i | a_i \in \mathbf{R}, i = 1, 2, 3, 4, \dots, n, n \geq 2\}$$

其中: A ——系统

a_i ——系统中的元素(组成部分)

i ——元素序号

$\mathbf{R}$ ——定义域

(二) 用框图描述系统及其过程(图 1-2)

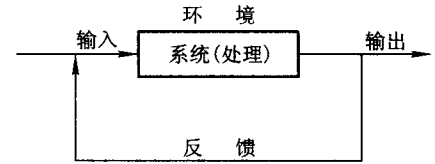


图 1-2 系统及其过程

四、系统的分类

根据构成系统要素的种类、不同系统行为的规定、要素间关系的性质等等,可有多种系统分类法(表 1-1)。

(一) 根据不同要素分

a_1 物质系统(physical system)

b_1 生物系统(living system) $\left\{ \begin{array}{l} b_1' \text{ 人类系统(human system)} \\ b_1'' \text{ 社会系统(social system)} \\ b_1''' \text{ 权力系统(power system)} \end{array} \right.$

c_1 抽象系统(abstract system)

d_1 知识系统(intellectual system)

(二) 根据要素间的流动分

a_2 信息系统(information system)

b_2 物流系统(physical distribution system)

c_2 经济系统(economic system)

(三) 根据系统产生的原因分

a_3 人工系统(man-made system) $\left\{ \begin{array}{l} \text{工程技术系统} \\ \text{管理系统} \\ \text{科学体系} \\ \text{技术体系} \end{array} \right.$

b_3 自然系统(natural system)

(四) 根据对环境是否开放,可分为

a_4 开放系统(open system)

b_4 封闭系统(closed system)

(五) 根据系统的行为分

a_5 静态系统(static system)

b_5 动态系统(dynamic system)

(六) 根据重视行为的角度分

a_6 稳定系统(stable system)

b_6 不稳定系统(unstable system)

(七) 以颜色深浅表示系统信息的完备程度划分

a_7 黑色系统(black system)

b_2 灰色系统(grey system)

c_2 白色系统(white system)

(八) 复合系统

指由人造系统和自然系统相结合的系统,如农业系统、武器系统等。

还有其他的分类方法(略)。

表 1-1 系统的形态和特点

系统形态	定 义	特点与相互关系	实 例
自然系统	由自然物(矿物、植物、动物、海洋等)组成的系统	1. 自然形成的 2. 是人造系统的基础 3. 一般是环境系统	1. 海洋系统 2. 矿藏系统 3. 生态系统
人造系统	人工生成的系统	1. 利用自然规律建造 2. 以破坏自然系统为基础 3. 人类需要的系统皆属之	1. 工程技术系统 2. 管理系统 3. 科技系统
实体系统	由物质实体组成	1. 以硬件为主体 2. 以静态系统的形式表现	1. 人机系统 2. 机械系统 3. 建筑物
概念系统	由非物质实体(概念、原理、方法、制度等)组成	1. 以软件为主体 2. 为实体系统提供服务	1. 科技系统 2. 教育系统 3. 程序系统 4. 制度
静态系统	状态不随时间改变的系統	1. 没有输入与输出 2. 属实体系统 3. 是动态系统的基础	1. 教室布置 2. 封存的设备仪器
动态系统	状态随时间改变的系統	1. 有输入、输出及转化过程 2. 一般有人的干预 3. 需概念系统的配合	1. 生产系统 2. 社会系统 3. 服务系统
封闭系统	与外界环境没有交换关系的系統	1. 不向环境输出和从环境输入 2. 为研究目的做成	1. 静态系统 2. 没投入使用的技术系统
开放系统	与外部环境有交换关系的系統	1. 从环境输入向环境输出 2. 系统状态受环境变化影响 3. 大部分人造系统属之	1. 生产系统 2. 销售系统 3. 社会系统
因果系统	输出完全决定于输入的系統	1. 系统内容由单一因素决定,没有转换过程 2. 一般的测试系统属之	1. 信号系统 2. 测试系统 3. 记录系统
目的系统	按给定目的进行的系統	1. 系统有达到目的的手段 2. 有自适应能力	1. 生产系统 2. 管理系统 3. 军队
控制系统	有控制功能和手段的系統	1. 应用反馈原理 2. 有测度和比较机构	1. 自动化系统 2. 自适应系统 3. 人体系统
行动系统	把达成目的的行动作为组成要素的系統	1. 不以组成要素的特征而以行动特征相区别 2. 以组织体为特征	1. 军事系统 2. 劳动系统
对象系统	按对象区分的系統	1. 因对象不同而各有特点 2. 大部分是人参加的复合系统	1. 经营系统 2. 作业系统 3. 管理系统

实例——某火力发电厂系统(图 1-3)。

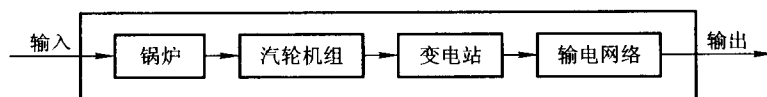


图 1-3 某火力发电厂系统

该系统有以下特性：

1. 集合性：锅炉、汽轮机组、变电站、输电网络。
2. 相关性：输入燃料经锅炉产生动力，再推动汽轮发电机组发电，送变电站处理，由输电网络输给用户。
3. 目的性：变热能为电能。
4. 适应性：利用各种燃料均能发电。
5. 整体性：以发电多、成本低、供电质量高为原则来建立发电厂系统；发电厂又是整个电力系统的一部分。

第四节 系统工程的含义和特征

一、系统工程的含义

国内外对系统工程的解释有各种不同的提法，对系统工程从不同角度有着不同的解释，简单地下一个定义是比较困难的。

(一) 国内外具有代表性的定义

1. “系统工程认为，虽然每个系统都是由多种特殊功能部分所组成，而且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，每一个系统都有一定数量的目标。系统工程按照各个目标进行权衡，全面求得最优解，并使各组成部分能够最大限度地相互适应。”（1967 年美国切斯纳）

2. “系统工程是为了更好地达到系统目标，对系统的构成要素、组织结构、信息流动和控制机构等进行分析与设计的技术。”（1967 年日本工业标准 JIS8121 规定）

3. “系统工程是应用科学知识设计和制造系统的一种特殊工程学。”（1969 年美国质量管理学会系统委员会）

4. “系统工程是为了合理进行开发、设计和运用系统而采用的思想、步骤、组织和方法等的总称。”（1971 年日本寺野寿郎）

5. “系统工程与其他工程不同点在于它是跨多学科的科学，而且是填补这些学科边界空白的一种边缘科学。因为系统工程的目的是研制系统，而系统不仅涉及工程学领域，还涉及社会、经济和政治等领域。为了适应解决这些问题，除了需要某些纵向技术外，还要有一种技术从横的方面把它们组织起来，这种横向技术就是系统工程。亦即，研制系统所需要的思想、技术、手法和理论等体系化的总称。”（1977 年日本三浦武雄）

除上述定义外，还有种种提法。可见，到目前为止，还没有一个权威的定义。这也说明对系统工程的定义是允许各家讨论的，既然如此，我们也下一个定义：

“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有普遍意义的科学方法。”

这个定义比较明确地表述了三层意思：系统工程是工程技术，主要是组织管理的技术；是解决工程活动全过程的工程技术，这种技术具有普遍的适用性。

(二) 系统工程用对比的方法把它具体化

1. 传统工程概念在处理问题时的法则

我们把电子计算机出现和应用之前的工程称为传统工程,用公式表示如下:

$$\text{传统工程} = \text{常识} + \text{专业工程知识}$$

其中:

$$\text{常识} = \text{逻辑思维} + \text{普通的基本科学定律}$$

专业工程知识:指某一具体系统所需的特有的规律和方法。

2. 系统工程概念在处理问题时的法则

它是在传统工程的基础上(并不排斥和抛弃传统工程),运用系统观点、数学方法、电子计算机及其他科学技术,相互渗透和综合而形成的一大门类的工程技术,公式示意:

$$\text{系统工程} = \text{传统工程} + \text{系统观点} + \text{数学方法} + \text{电子计算机}$$

式中各项的含义解释如下:

传统工程:其含义如上述,它是一切工程的基础,也可以说是系统工程的初级阶段。

系统观点:主要包括三个方面:整体性、综合性和最优性

(1) 整体性:就是把研究的对象作为一个整体看待,全面地辩证地看问题。

(2) 综合性:系统工程的高度综合性,表现在四方面:

a. 研究对象的综合性。

研究对象包括:一般工程、各种自然现象、生态群众、社会现象,人类的、社会的、企事业的组织、管理方法和程序等。

b. 应用学科知识的综合性。

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相互渗透,互相融合,创造出新的技术综合体。

c. 考核效益的综合性

应从经济效益和社会效益进行考核。

d. 对任一研究对象的研究,都必须从它的成分、结构、功能、联系方式、历史发展、外部环境方面进行综合考察。

(3) 最优性:这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优化模型,然后用最佳方法和技术手段,求得系统的最优结果,使系统达到总体最优。

总之,系统观点是一种立足整体、统筹全局,使整体与部分辩证地统一起来的科学观点。它将分析与综合有机地结合,并用数学语言对系统进行定量地、精确地描述。

数学方法:是指用数学各分支所提供的概念、方法和技巧,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。

电子计算机技术:是指用电子计算机的快速、准确的计算能力、逻辑判断能力和人工模拟能力,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。

二、系统工程的基本方法

(一) 系统工程的基本原理

简单地说,系统工程的基本原理,就是用搞工程的办法搞组织管理。具体地说,以系统为研究对象,把要组织和管理的物,用概率、统计、运筹、模拟等方法,经过分析、推理、判断、综合,建成某种系统模型,进而以最优化的方法,求得系统最佳的结果,亦即经过工程的过程,使系统达到技术上先进,经济上合算,时间上最省,能协调运转的最优效果。

(二) 系统工程的过程

1. 工作过程

由组织管理过程和工程技术过程两个并行过程构成系统工程,它是作用于全过程的,不能互相代替;组织管理过程指导工程技术工程,工程技术过程完成组织管理过程提出的任务(图 1-4)。

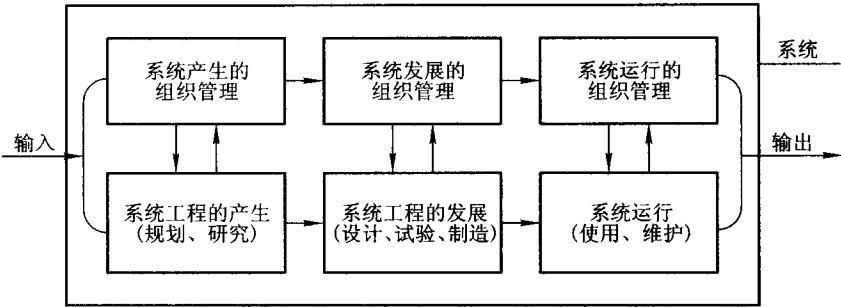


图 1-4 系统工程工作过程流程图

2. 逻辑过程(用霍尔三维结构表示)

通过长期的实践,人们总结了一套对大型的复杂的系统进行规划、建设和管理的经验,这就是符合系统工程管理方法的三维结构(图 1-5)。

(1) 知识维(专业知识)

三维结构首先要考虑到建立和管理复杂的系统,凭一个人或少数几个人所具有的知识与经验已不可能解决所面临的任务。它往往需要吸收各方面的专家参加咨询和管理工作,这就是三维结构中的知识维。知识维的内容包括建立或管理该系统所需的各种专业知识。一般说来有:工程技术、信息技术、控制技术、数学、运筹学、经济学、法律学、管理科学、社会科学和艺术等。这说明:进行一项系统工程需要具有各种专业知识的人参加,才能集思广益、共同协作,取得更大的成功。

(2) 时间维(工作阶段)

在建立和管理大型的复杂系统中,长期以来逐步形成了一套科学的工作步骤和思维过程,这些步骤和过程的划分也并非绝对,有的把一个步骤分成几步来做,有的相反。

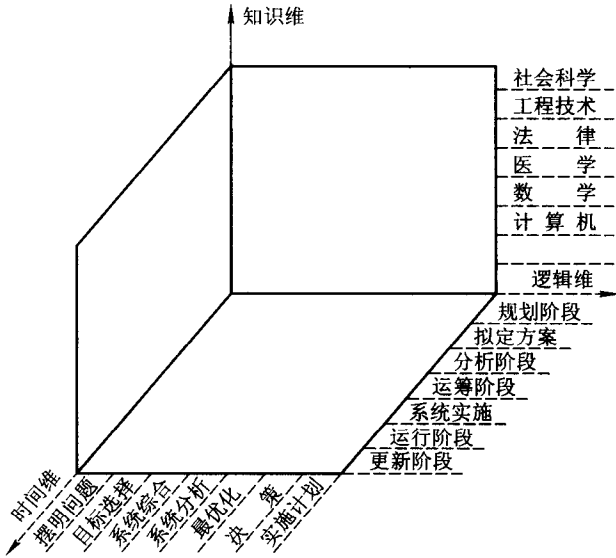


图 1-5 系统工程管理方法的三维结构

时间维(工作阶段),对于一项具体工作,从规划开始一直到更新,可分成七个阶段:

- 规划(调研)阶段:在这个阶段要进行详细的调查研究,提出整个系统的战略目标、全面规划。
- 拟订方案(具体计划阶段):提出具体的计划方案。
- 研制阶段(系统的开发):进行研究试制,并为生产阶段提出生产计划。
- 生产阶段:生产出系统的零部件及整个系统,并提出安装阶段的计划。
- 安装阶段:将系统安装完毕,并提出运行阶段的计划。
- 运行阶段:按照预定的功能或目标,把系统交付使用。
- 更新阶段:改进旧系统,或以新系统代替旧系统,使之更有效地运行。

(3) 逻辑维(思维过程)

- 明确问题。明确这是什么系统? 什么阶段? 它的主要任务是什么? 它与环境的关系是怎样的。
- 目标选择(设计系统功能指标)。
- 形成可行的系统方案。主要是按照问题性质、总的功能或目标形成几个备选的系统方案。当然,

这些方案应该是可行的,即技术上先进、经济上合算、资源有保证、设备能供应等。

d. 系统评价。为了对几个备选方案进行选优比较,指标定量化,建立适当的数学模型,以便把这些方案与系统的目标联系起来,进行分析、比较、评价。

e. 系统选择(最优化)。在一定的客观条件下,我们总希望选择最优的系统。当备选方案很多,几项定量指标又各有优劣时,就要进行综合评价以推选最优的方案。

f. 决策:领导者在了解各种可行方案的定量指标、定性指标以及有关的分析、评价材料之后,还要根据国家的方针政策,通盘考虑各方面的因素,进行审核和决策。

g. 实际研制(实施):在研制中,如果比较顺利或者遇到的困难不多,略加修改即可贯彻实施,那么整个过程就告一段落,如果问题较多,就要反馈到前面几个程序中的一个重新做起。

由于系统工程已逐步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。因此从 20 世纪 70 年代中期开始,英国系统学家 Checkland 对三维结构的方法论提出修正,他把三维结构方法称为“硬科学”的系统工程方法论,认为三维结构比较适用于以研制“硬件系统”为目的的自然科学、工程技术等“硬科学”领域,而对于以建立和管理“软件系统”为目的的社会科学、管理科学等“软科学”领域,则在应用中会感到不相适应。因此提出了“软科学”的系统工程方法论,这种方法论有关思维过程的内容,介绍如下(图 1-6):

问题现状说明:说明问题的现状,目的是为了改善现状。

弄清关联因素:分析、弄清与问题有关的各种因素及其相互关系。

概念模型:用结构模型、数学模型或文字说明等描述系统现状。

改善概念模型:根据社会科学和管理科学等的方法改进。

比较:将改进方案和现状比较,选出符合实际情况的较优可行方案。比较环节包含着组织讨论,听取各方面意见的内容。由于方案不可能科学地定量化,因此只能从比较中选择较优的方案。

实施:建立与管理“软件系统”或实施改进措施。

(三) 系统工程的实质

系统工程的实质是新的科学方法论,它是工程和思想方法的统一,可以称为工程哲学。同时,它是新的逻辑方法,强调辩证的综合,每一步分析都伴随着综合,达到分析与综合辩证逻辑的统一。它是实现从微观到宏观过渡的工程战略,能给我们提供研究自然科学和社会科学的共同途径,是对唯物辩证法的补充和丰富。具有哲学方法论的意义,它为现代科学技术的发展和社会实践开辟了新思想,打破了各门学科的界限,沟通了它们之间的联系。使人们摆脱传统方法的束缚,为解决所有系统协调发展找到了最佳方法。

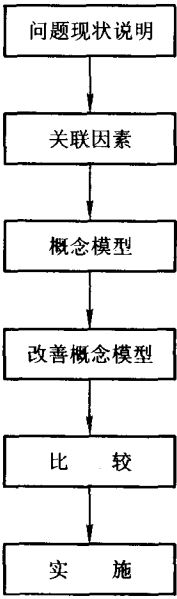


图 1-6 思维过程

三、系统工程的应用范围

表 1-2 说明:系统工程的应用范围是非常广泛的,这种应用的广泛性说明了这门学科的价值和生命力。

四、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,形成适应性强的一大门类技术,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。

系统工程的主要内容有:系统的概念;系统模型技术;系统优化技术;系统分析技术;系统预测技术;系统决策技术;网络分析技术;系统信息技术;系统控制技术;系统可靠性技术;系统模拟技术;人-机工程技术等。

表 1-2 系统工程应用范围

范畴	大系统		应用举例
自然环境系统	宇航系统		宇宙开发,宇宙航行,卫星通信,卫星探测,航天飞船,飞碟探索
	自然受控系统		天气预报,地震预报,灾害预报,灾害对策,气候控制,气象规划
	国土、资源系统		国土开发,海洋开发,资源开发,能源开发,治山治水,水源开发,水库控制,土地利用,土地改造
	农业系统		农田水利,农副规划,农业资源,垦荒造田,林业开发,渔业开发,牧业开发,综合利用,农业经济
	生态、环境系统		生态规划,种群生态,土壤生态,生态平衡,环境保护,环境监测,环境评价,环境分析,环境规划
生物医学系统	生理系统		生理分析,生理模型,病理分析,病理仿真,病理检索,机辅诊断
	生物系统		免疫机制,遗传模型,分子生物,细胞生物,胚胎模型,生物种群
	神经系统		大脑模型,神经网络,思维仿真,人工智能,机器翻译,定理证明,模式识别,机器人学,心理诊断
	医疗系统		门诊服务,医疗布局,血库模型,生物反馈,自动治疗,剂量调节,信息管理,医疗管理,医疗保险,假肢控制,人造器官,物理诊治
工业系统	技术开发		工艺开发,产品开发,情报管理,核能利用,过程仿真,机辅设计,机辅制造,自动制图,技术评价
	工业生产	生产过程	自动控制,自动流水,自动仓库,原料分配,自动驾驶,质量管理
		科学管理	价格工程,工业心理,人机工程,信息管理,经营仿真,市场预测,经营规划,库存系统,销售管理,财务管理,运输管理,自动销售,广告控制,投资决策,选址布局
	工业网络	分布网络	电网控制,经济运行,网络管理,资源共享,动态分配,管道分配,道路规划,通信规划,情报网点
		交通网络	航空管制,自动导航,铁道管理,铁道信息,公路管理,新交通网,河系航运,联营运输,海运决策
社会系统	城市系统	城市管理	城市规划,紧急调度,防灾对策,三废处理,供水管理,商业布局,住宅管理,环境保护,物资供应,交通管理,工业选址,计划生育
		服务系统	票证管理,旅行服务,自动售票,咨询服务,银行布局,储蓄管理,邮电设施,电话规划,家庭服务
	教育系统		机辅教学,机辅管理,广播教育,电视教育,课程分析,人才分配,教育规划,学生管理,自动排课,标准试题,教育布局,教学控制,资源分配,科研管理,信息系统
	文化体育		自动检字,自动印刷,自动编辑,体育管理,竞技分析,比赛对策,训练计划,影剧管理,电子游戏,出版管理,竞技情报,文化信息
国家管理系统	国内系统	地区	地区开发,地区规划,工业布局
		宏观计划	经济预测,经济计划,财政预算,公用事业,人事管理,行政管理,政策分析,经济情报,能源生产,能源分配,能源规划,经济决策
		内政	国防系统,三 C 系统,武器系统,治安保卫,司法情报,外交情报,政区规划,提案管理,监察系统,犯罪预测,人口控制,民政管理
	国际关系		国防合作,国际能源,国际粮食,国际环保,科技合作,国际情报,援外规划,国际贸易,旅游管理

五、对系统工程的总评价

对系统工程的总评价可用两句话来概括:它具有普遍意义,但又不是万能的方法,它只能解决有组织的复杂的系统,用象限图表示如图 1-7。

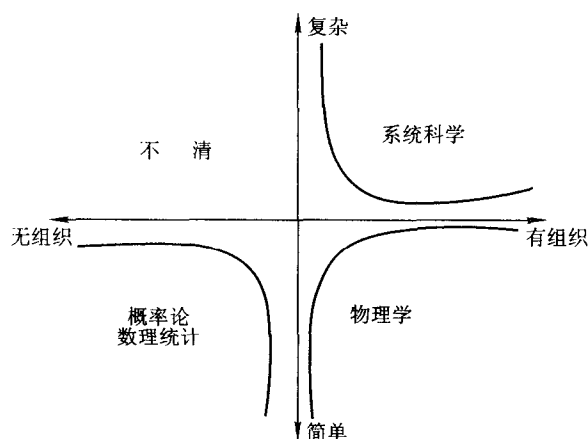


图 1-7 象限图

第五节 卫生管理系统工程

一、卫生系统含义

卫生系统是指拥有一定的人力、物力并通过筹集、分配和使用卫生资金为个人和集体提供防病治病等卫生服务的由各要素组成的有机整体。

二、卫生系统的要素与特征

(一) 卫生系统的要素

1. 按卫生系统各要素的结构功能分为四类(图 1-8)

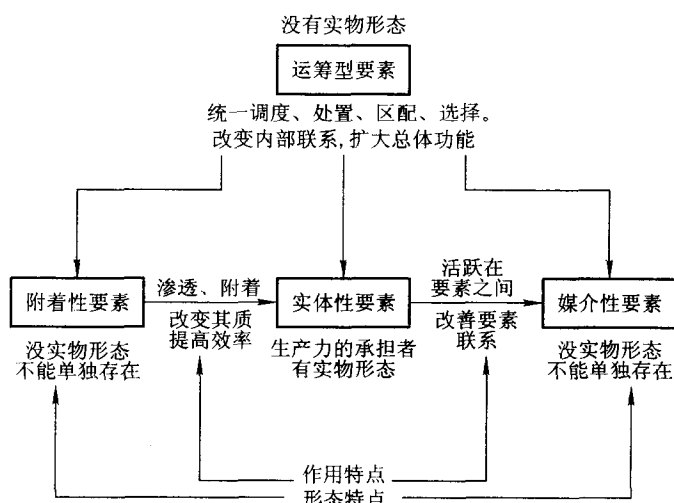


图 1-8 按结构功能分类