

江苏省

現代化管理推广項目

简明教材

江苏省企业管理协会
中国企业管理无锡培训中心
无锡市企业管理协会

序 言

江苏省计划经济委员会为了推行企业管理现代化，要求全省工业企业按照国家经委提出了十八个现代化管理推广项目，在企业中积极地普遍地加以推广应用，以提高企业的管理水平、提高经济效益。

为适应全省组织推广现代化管理的需要，受江苏省计划经济委员会的委托，江苏省企业管理协会、中国企业管理无锡培训中心和无锡市企业管理协会，联合组织邀请了江苏省和无锡市的有关大专院校、企业的专业人员编写了这一册《江苏省现代化管理推广项目简明教材》，旨在向全省工业企业和有关部门的干部、管理人员提供可资学习应用的工具。

本册教材在编写体例上，按照十八个推广项目，独立成章，以便于教学查考。在每一章的教学叙述上，着眼于应用推广，所以，侧重于阐述每一种推广项目的主要思想原理，基本和常用的技法，在企业管理中应用的范围和方面，以及应用举例等。力求做到“系统实用，简明通俗，易学易懂，具有实效”，使之既可用于培训教学，又可用于干部自学。

在十八种现代化管理推广项目中，有我国自己创造的先进经验，也有学习借鉴外国的先进管理经验经过“融合提炼”的，大都已在我国很多企业中经过运用，取得了显著的成效。不少专业学者和有实践经验的管理干部，还正在结合实践加深探索研究，使这些行之有效的现代化管理方法，在企业管理中，不断的成龙配套，形成具有中国特色的社会主义的现代化企业管理的体系。我们衷心希望全省有志于此的学者专家和企业管理干部为此而共同努力。本册教材作为一个开端，以期抛砖引玉，在今后的推广应用中得到丰富和充实。

限于水平和时间，加上分工编写中各编写者的表述方式、语言习惯不尽相同，主编者和责任编辑仅在文字上略加润色。难免有缺点错误，殷切盼望大家在使用中批评指正。

参加本册教材各章编写的有南京大学的蒋俊、李育鑑、邹一峰、张保林，南京机电学校的蒋杰，中国企业管理无锡培训中心的张庆增，无锡轻工业学院的刘成富，无锡大学的冯锡章，无锡市企业能率研究指导中心的何维汉、卢伟民，无锡轻工业经济管理学校的顾有为，无锡市汽车制造厂的陈金荣，无锡市会计学会的丁连甫，无锡市机械工业企业协会的尤辰荣等十四位同志。负责审定编改的有蒋俊、刘成富、冯锡章、陈金荣、张庆增、卢伟民等六位同志。中国企业管理无锡培训中心的孙朗清同志主持了本册教材的组织编写工作。江苏省计划经济委员会的潘意芬、江苏省企业管理协会的张藿英、无锡市企业管理协会的汪学海等同志也参加了本册教材的组织编写，审定修改，编排等工作。

本册教材的编写，得到了江苏省计划经济委员会高黎光顾问、张皓亮副主任的关心和支持，得到了景冠三、江旅安、崔佩笃、董大光等处、室负责同志的具体指导和帮助。在此谨致谢意。

编 者

1984年11月

目 录

序 言

第 一 章	系统工程概论.....	(1)
第 二 章	经济责任制.....	(28)
第 三 章	市场调查与预测.....	(54)
第 四 章	企业决策.....	(78)
第 五 章	全面计划管理.....	(103)
第 六 章	滚动计划.....	(120)
第 七 章	线性规划.....	(125)
第 八 章	网络技术.....	(174)
第 九 章	成组技术.....	(223)
第 十 章	看板管理.....	(247)
第十一章	A、B、C、管理法.....	(261)
第十二章	价值工程.....	(270)
第十三章	全面质量管理.....	(315)
第十四章	正交试验 (优选法)	(360)
第十五章	全员设备管理.....	(407)
第十六章	全面经济核算.....	(436)
第十七章	量本利分析.....	(452)
第十八章	电脑在企业管理中的应用.....	(469)

第一章 系统工程概论

第一节 系统工程概述

系统工程是一门应用极其广泛的新兴的综合性科学。它产生于四十年代,五十年代逐步形成,六十年代后,由于世界经济发展步伐加快,科学技术发展日新月异,技术开发与科学研究的规模也越来越大,系统工程得到了广泛的应用。

系统工程既是一种方法论,又是一种组织管理技术。所谓方法论指的是它必须用系统的观点来分析和研究事物。系统论认为,应当把事物看作一个整体来研究,把一个研究对象看作一个系统,从系统的总体出发,来研究系统内各组成部分的有机联系和系统外部环境的相互关系,而不是孤立地去研究系统整体内部的各个局部问题,这就是综合研究的方法。所谓组织管理技术是指对系统的组织、指挥、协调与控制。系统工程是组织系统的规划、研究、设计、制造、使用的管理技术与科学方法。它应用现代科学技术与数学方法,对系统进行分析、模拟与综合,以求得系统的最优设计、最优控制与最优管理,因而是一种对所有系统均有普遍意义的方法。七十年代后,系统工程的应用从对大型工程系统的研制、组织与管理发展到企业经营管理的领域,即运用系统分析方法来拟制与选择最优方案;从全局出发来规划与组织人力、物力和财力,使企业在经营期限内,达到最合理、最经济、最有效的预期目标。如日本新日铁公司在筹建一个年产一千零七十万吨钢的钢铁联合企业时,采用了系统工程的思想、组织技术与方法,仅化一年半时间就建成投产,并且还节省了一千六百名职工。而用一般方法筹建这类厂需五年左右。

系统工程之所以产生如此巨大的经济效益,是因为它集合了现代科技的最新成就。如运筹学、数理统计方法,模型模拟技术、信息论、控制论、现代通信技术与计算技术等自然科学和哲学、经济学、社会学、心理学、行为学、管理科学等社会科学,因而它是一门横跨各个学科、具有高度综合性的边缘科学。阿波罗登月计划的成功是系统工程应用的典范。这项工程动用了42万高级科技人员、耗资近三百亿美元、历时11年。参加研制的有美国 and 国外二万多家大企业,120所大学和研究机构,使用大型电子计算机六百多台,参加研制的全部人员多达400万人。这是迄今为止世界上最大的研制工程。阿波罗计划总指挥韦伯有一句名言:“阿波罗没有一项技术是新发明的,都是现有技术的应用,关键在于综合”。

当前,我国正处在一个新的历史时期,我们必须在本世纪末实现农业现代化、工业现代化、国防现代化和科学技术现代化。在这四个现代化中,科学技术现代化是关键。但是科学技术的发展离不开科技管理,我们不但科学技术水平比较落后,组织管理水平也比较低,这就在很大程度上制约了经济及科技的发展。因此,我们必须努力提高管理水平、实现管理现代化,而系统工程则是现代化管理中的一种重要的基本方法。

近几年来,我国对系统工程的研究和应用均有较大的发展。1980年成立了中国系统工程学会和系统工程研究所;一些高等院校也相继成立系统工程研究所(室),开设系统工程学课程。系统工程的应用也从国防科研工程逐渐渗透到社会各个领域,如能源、人口、农业、环境、生态、经济规划、城市建设、企业管理等各个方面,为系统工程在我国的发展开拓了广阔的领域。

第二节 系统的基本概念

系统的概念是系统工程最基本的核心的概念,因为系统工程是对系统进行组织、管理的技术,要了解系统工程,首先要对系统、系统的基本特征及形态有一个比较完整的理解。

一、系统及其基本特征

1. 什么是系统

有些人一提到系统这个概念,总好像是二十世纪的新发现,是现代科学技术独特的创造。其实系统的概念是辩证唯物主义的基本概念:研究事物必须考虑局部与全局的辩证统一,必须考虑事物内部矛盾的发展与变化。恩格斯早在《路德维希·费尔巴哈与德国古典哲学的终结》这篇马列主义的经典著作中讲过:“旧的研究方法和思维方法,黑格尔称之为‘形而上学’的方法,主要是把事物当做一成不变的东西去研究,它的残余还牢牢地盘据在人们的头脑中,这种方法在当时是有重大根据的。必须先研究事物,而后才能研究过程。必须先知道一个事物是什么,而后才能察觉这个事物中所发生的变化。自然科学中的情形正是这样。认为事物是既成的东西的旧形而上学,是从那种把非生物和生物当做既成事物来研究的自然科学中产生的。而当研究已经进展到可以向前迈出决定性的一步,即可以过渡到系统地研究事物在自然界本身中所发生的变化的时候,在哲学领域内也就响起了旧形而上学的丧钟。”恩格斯这里提到的系统,即是自然界组成的链,这个链的各个环节都存在着包含与被包含的因果关系,从而保持了它们之间的平衡。如地球就是由海洋、山川、生态等各个环节构成的链,如果其中某一环节起了变化,平衡将受到破坏,这就是事物内部的矛盾运动。所以恩格斯进一步指出:“世界不是一成不变的事物的集合,而是过程的集合”,他把这一认识称之为“一个伟大的基本思想”。这个基本思想就是我们今天所说的系统观点或系统思想。

由此可见,系统对我们并不陌生。在人类社会中也存在着各种各样的系统,如经济系统、军事系统、生产系统、消费系统、科研系统、教育系统、交通系统等,它们都被包含在“社会以这个巨系统之中,是社会系统的一个环节(元素)”。同样,经济系统也有各种环节,如国民经济系统、部门经济系统、行业系统、企业系统。分得再细一点,企业系统则有经营决策系统、生产指挥系统、劳动人事系统、销售流通系统等。因此系统的概念有大有小,可以分成许多层次,从属系统一般称系统的元素、分系统或子系统。系统和元素是

相对的、可由我们根据研究对象而定。如企业系统对企业管理来说是研究对象，是一个总系统，但对部门经济或国民经济来说，它只是它们的一个元素。同理，对社会系统来说，国民经济系统也只是它的一个构成元素。

由此，我们可以对系统下一个抽象的定义：系统是由二个以上的各不相同的要素组成、互相联系、互相依存，具有特殊功能和共同目的的综合体。即是说。系统是一个整体，系统的全部不只是各个部分的简单总和。它首先必须有二个以上不同的要素构成。如二台相同的机床不能构成一个系统，而“人”、“机”两种不同要素的集合就构成了一个简单的操作系统。其次，凡系统均有其一定的功能，就是对外部环境影响作出反应的能力。如人机系统的功能是接受外部送来的信息（计划、指令、图纸）、能量、物质（原材料或半成品），按规定完成一定的运转过程，然后再送出另一种信息，能量和物质，若将系统的功能进一步抽象，任何复杂的系统，均可简化为下列图式。

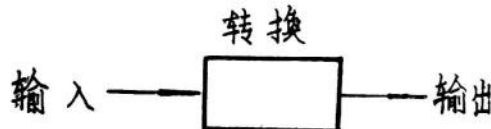


图 1-1

一个系统，当它处于活动状态时，会产生能量，物质和信息的流动，这种流动是在系统之间相互进行的，当流动是从其它系统流入本系统时就是输入，反之，当流动是从本系统流向其它系统时就是输出，这样，一个系统就要与其它的外部系统相互影响。对接受输入的系统来说，输出系统就是它的环境，但严格地来说，只有接受间接输出和给出间接输入的外部系统才称为环境。图 1-2 是生产系统的输入、输出及环境。

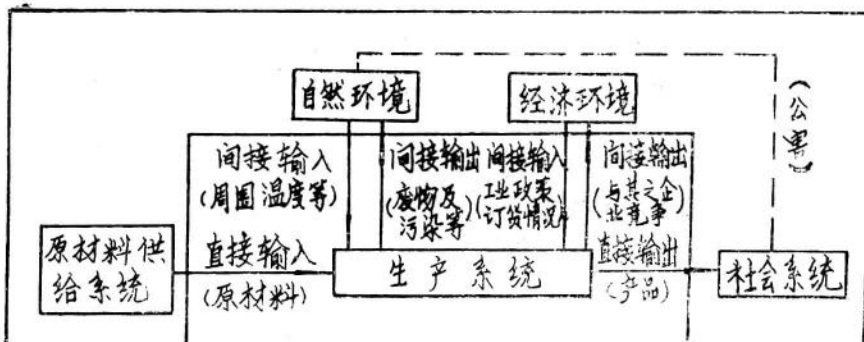


图 1-1

再次，系统还必须要有共同的目的，称系统的目标。如果目标只有一个，称单目标系统，如果目标有多个，则称多目标系统。上例中简单人机系统的目标是制造出一定数量的合格的产品或半成品。

2. 系统的基本特征

· 系统工程概论 ·

(1)集合性。

集合是一个数学名词。把某种属性的对象看成一个整体便成一个集合。系统的集合必须有两个或两个以上可以互相区别的要素组成。如简单的制造系统应包括人、机器、工具、图纸、工艺卡这些可以互相区别的要素。复杂的系统组成系统的元素众多,表现为一个多层次的递阶结构,大的系统由小的系统(子系统)有机结合而成,子系统可以有更小的系统(二级子系统)构成,如此不断分解下去最后就得出不能分解的要素。层次性是系统的本质属性,许多系统就是为了达到人类某种目的而建立的。为了达到目的的良好效果、系统中的元素应有组织地协调动作,就需进行控制。

(2)相关性。

组成系统的要素是互相影响、互相制约的,当系统中的某一因素或变量发生变化时,就会影响其它因素的变化,如果用数学来表述,就是相关函数。如果只有要素而要素之间没有任何联系是不能成为系统的。如上例中的简单制造系统,只有工人运用工具,按图纸和工艺卡的要求把夹在机床上的原材料变成另件时,这个系统才能成立。

(3)目的性。

人造系统都具有明确的目的性。有时目的还不止一个。建造一个系统,明确目标是十分重要的,它甚至涉及这个系统该不该存在这样一个重大问题。例如第二次世界大战期间,英国和德国交战,英国组织了一个横跨英伦海峡的商船队来支援它的作战部队。德军就派了大量飞机轰炸商船队,损失惨重,严重地影响了英军作战物资的补给。英国方面决定在商船队上安装高射机枪。但是连一架德军飞机也没有打下来,为此对安装高射机枪有否必要产生了争论,在争论中有人提供了一系列的统计数据,表明安装机枪后,被炸沉的船只大大减少了,安装机枪的目的是保护船队而不是击落敌机,由此得出结论:必须根据目标来设计、评价系统的功能。

(4)整体性。

整体性是说,具有独立功能的系统要素以及要素之间的相互联系只能逻辑地统一和协调于系统的整体之中。即是说,系统的任何一个要素都不能离开系统孤立地去研究;要素之间的联系和使用也不能脱离整体的协调去考虑。所谓系统最优是指实现系统的总体目标和方法途径最优,并不要求达到系统中每个具体目标最优。例如实现系统目标的各种方案总是各有利弊、互有短长,那种“全优”的方案在系统中是不存在的。所以,系统的构成要素和要素的机能,要素间的相互联系要服从系统整体的目的和要求,服从系统整体的功能。

(5)环境适应性。

任何一个系统都存在于一定的物质环境之中,因此它必然要和外部环境发生交换。并适应外部环境的变化。能经常与外部环境保持动态平衡的系统是理想的系统。不能适应外部环境变化的系统是没有生命力的。一个企业的环境适应性就是这个企业的应变能力。即它必须经常了解有关行业的动向、市场信息、需求变化、国家经济政策及用户要求等外部环境因素的变化,来制定和修改自己的经营战略与经营计划。否则它就没有生命,甚至影响它的生存。

二、系统的形态

世界上的事物千差万别，系统也有自己的形态。我们按事物的不同属性，可将系统分成各种类型。

1. 按系统的自然属性可分为自然系统和人造系统两种类型。

自然系统是自然形成的，不具有人为的目的性和组织性的系统。如海洋系统、矿藏系统、生态系统、人体系统等。

人造系统是人工生成、具有一定目的性与组织性的系统。自然系统是人造系统的基础，人造系统有时往往是在改变自然系统基础上生成的。如水利系统是在改造原有的江河湖泊系统的基础上建立的。自然系统的改变可以有好与坏两种结果。水利系统的建设可变水害为水利，造福人们；在农田建设中如果没有统一规划，毁林造田，往往造成植被破坏、水土流失；同样，工业生产的发展如不注意三废治理，也会带来环境污染，使生态平衡遭到破坏。

2. 按系统的物质属性，可分为实体系统和概念系统。实体系统由物质的实体构成，它包括自然系统和人造系统。如各种矿物系统、生物系统、产品系统等。一般叫作“硬件”。

概念系统是由非物质的概念、原则、法则、制度、信息等非物质的元素构成。是实体系统在人头脑中的反映。如科技系统、教育系统、计划系统、程序系统、生产管理系统等。概念系统是由实体系统的需要而产生，并为实体系统服务的系统，一般被称为“软件”。人造系统一般都是实体系统和概念系统的结合。如机械系统是硬件，技术系统是软件，机械运转则需设备和技术这两个条件，故机械运转系统是二者的结合。

3. 按系统的运动属性可分为静态系统和动态系统。静态系统是其状态不随时间的改变而改变的，其特点是没有输入、输出及转换过程，一般都为实体系统。如生产布局、厂房平面布置系统，封存的仪器、设备等。动态系统是其状态随时间的改变而改变的，具有输入、输出、转换等过程，（图 1—1）。动态系统一般有人的干予，需要与概念系统相配合。如生产系统、服务系统等。

4. 按系统与外界环境的关系还可分为闭环系统与开环系统。闭环系统是指与外部环境没有交换关系的系统，一般是静态系统。开环系统则是与外界环境有交换关系的系统，一般是动态系统、开环系统可用下面图式表示。

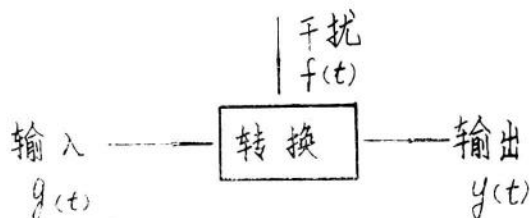


图 1—3

干扰 $f(t)$ 是指外界环境对系统输入与输出的影响。如生产系统除了有输入、输出、转换这些功能外还要受市场需求、原材料供应、能源、国家计划法令等外界环境的制约。外界环境的变化会对企业生产发生影响，这种影响叫做干扰。

此外还有因果系统、目的系统、控制系统、行动系统、对象系统等分类、不作详述。

上述系统的形态不全是系统工程研究的对象，系统工程所要研究的一般是人造的、动态的、开放的、有目的的系统。

三、企 业 管 理 系 统

企业管理系统是对象系统，也是目的系统。它由实体系统和概念系统二部分构成。在企业管理系统的结构中，既有静态系统，又有动态系统，既有制造产品的功能系统，又有为了更好地实现其功能的情报系统，科研技术系统和其它支持系统。所以它是包罗万象的大型复杂系统，简称大系统。系统工程主要研究的就是复杂的大系统。

1. 企业管理系统的构成要素

企业是生产物质财富、并通过物质财富的生产取得一定盈利的组织。它必须综合地运用人、财、物等资源，最大地发挥出生产力，取得尽可能高的经济效益。因此，一个企业系统的集合，可由下列要素组成：

- | | | |
|--------------|---|--------------------------------|
| 企业系统
基本要素 | { | 1. 任务—产品、利润 |
| | | 2. 人—数量、质量（知识与技能） |
| | | 3. 物质—设备、原材料、能源、制品 |
| | | 4. 资金—固定资金、流动资金 |
| | | 5. 信息—情报、资料、文件、计划、指令、图纸、规章、决策。 |

在上述五个要素中，人与信息是两个最重要的要素。任何系统都必须有人的参加，它是系统中的决定性因素。如果只看到机器、原材料等物的因素，忽视了人的因素，最好的系统也会得不到预期的效果。发挥人的积极因素的作用必须考虑下面几个方面：

- (1) 人员的正确选用，
- (2) 职工、技能的培训，
- (3) 人、机的最佳配合，
- (4) 人的积极性的调动。

上述四个方面亦属于系统工程所研究的重要内容。

信息是指经过加工的文字、图纸、数据等的总称，它是企业决策的主要依据，也是实行组织管理的有效手段。早期的资本主义企业规模小，效率低，工厂主直接指挥生产，信息全部贮存于工厂主的头脑之中，他的大脑就是一个信息系统。而现代企业信息系统的特征则是实现管理信息科学化、（有高效的多样的传输、贮存手段）程序化（有严格的传递渠道和线路）、制度化（有职责分明的组织体系），自动化（电子计算机数据处理系

统)。

一个有效的管理信息系统，必须达到下面四点要求：

(1) 及时性。及时有两层意思，一是对不能追忆的信息要及时记录；二是信息的加工、检索、传递要快。如果信息提供不及时，就会失去使用价值。

(2) 准确性。准确是信息的基本要求，如果信息能准确地反映实际情况，有可靠的原始数据、就能加工出准确的信息，保证决策者作出正确的决策。反之就会贻误时机，甚至使决策失误。

(3) 适用性。管理信息不在多而在于适用。随着企业生产经营的发展，管理信息将会不断增加。但各级管理部门所要求的信息在范围、内容，详细程度和需用频率等方面都是各不相同的、因此必须设法提供有用的信息，排除无用的与该部门无关的信息、使各部门能根据与本部门有关的资料、数据，作出相应决策。

(4) 经济性。即以较低的费用获取所必须的信息。一方面要研究如何节省获取信息的费用，另一方面则要求提高信息的有用性。

2. 企业管理系统的结构

企业管理系统的结构，可分为经营管理系统和生产管理系统两个方面。

经营管理系统具有决策、计划、协调、控制等功能，按职能可分为生产、销售、财务、人事四个子系统。按管理的作用可分为战略管理层、经营管理层，作业管理层三个级。如图 1—4 所示。

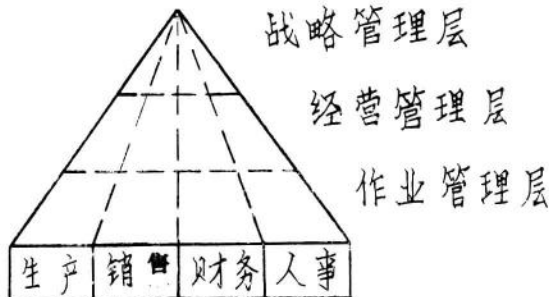


图 1—4

战略管理层的作用是确定企业发展方向，规定经营方针、目标和原则，制定经营策略，编制长远计划及预算、投资、新建计划、综合资源利用计划等。经营管理层是将战略管理层制定的计划、方针、原则确定管理目标，拟定企业产、供、销活动的实施方案、调整各部门的资源分配、编制各项工作的实施程序等。作业管理层是根据上级的指令，按程序处理产、供、销各环节的具体活动。

生产管理系统表现为生产物质财富的动态系统。它是从投入生产要素开始，经过加工转换过程，制造出作为商品的产品的全过程。它由输入、输出、转换三个部分组成。

输入部分包括物流和信息流二个内容，物流是指生产所必要的各种生产要素，如原材料、能源、任务、资金、劳动力等。信息流是指生产所需要的计划指令、订单、图纸等各种资料。一般说，物流是比较引人注目的，物流的畅通与否是管理人员经常关心的问题。但信息流的存在却往往不易引起人们的注意。实际上物流的畅通与否，很大程度上取决于信息处理的好坏。因此信息这一因素日益受到重视、成为管理科学研究的中心课题之一。管理的混乱和低效率往往是由于信息处理不好引起的。下面图1—5是企业系统的运动过程。

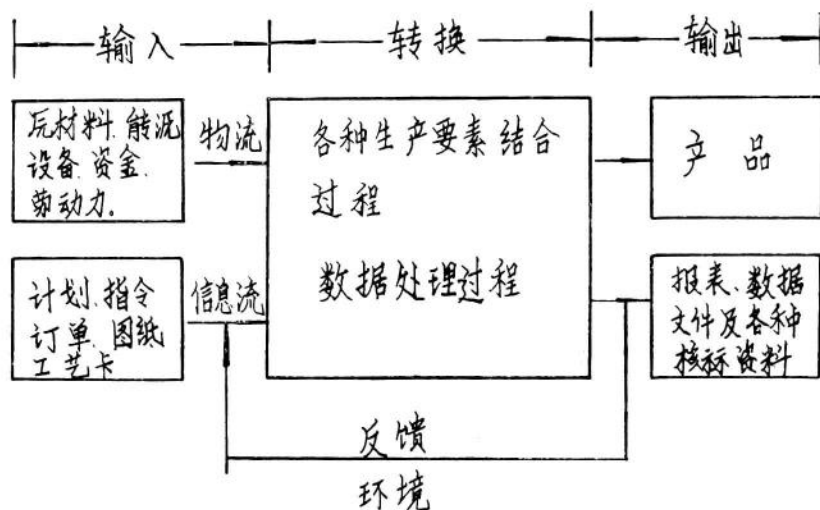


图1—5

从图1—5可以看出，企业系统的运动过程是劳动对象、劳动手段、劳动力等硬件与信息这个软件的结合，在其所处环境的要求下，（国家计划、市场）达到发挥其功能、制造出产品和所得利润的目的。

3. 企业的管理信息系统与控制系统

任何系统都处于一定的环境之中，企业系统所处的环境，就是系统的约束条件。环境对系统的作用表现为对企业生产经营过程的各种干扰。这种干扰既有对输入的影响（能源、原材料、劳动力）也有对输出的影响，（产品需求）如果环境不允许输入或不接受输出，系统就无法运转。为了使企业适应外部环境的变化、谋求企业外部环境、内部条件与经营目标的动态平衡、企业必须有一个灵敏而高效的管理信息系统。并通过信息反馈，对生产全过程进行控制。所谓反馈是指系统的输出对输入的影响，如图1—6所示。

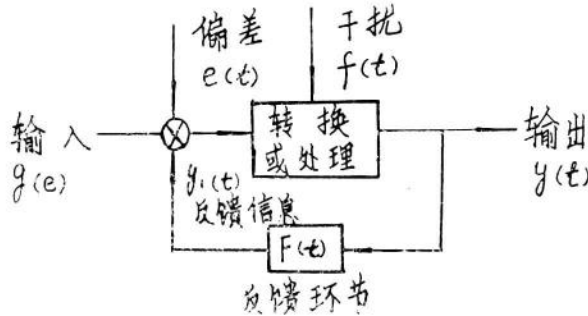


图 1—6

图中所有因素都是随机的，故作为变量来处理。 $y(t)$ 输出完全通过 $g(t)$ 输入控制，如果缺少反馈环节 $F(t)$ ，在干扰 $f(t)$ 的作用下， $y(t)$ 的质量将受影响。有了反馈环节， $y(t)$ 的情况通过反馈信息 $y_1(t)$ （可以是抽样情报）进行反馈、偏差将及时得到纠正。 $e(t)$ 为偏差值， $e(t) = g_0(t) - g_1(t)$ ，($g_0(t)$ = 控制标准)，设 α 为允许误差范围，当 $|e(t)| \leq \alpha$ 时，说明系统运行良好；当 $|e(t)| > \alpha$ 时，则需调整输入或运行状况。

企业的反馈信息有厂内反馈和厂外反馈二种，厂内反馈是指企业内部生产各阶段与各环节对生产过程问题的反映。厂外反馈是指产品通过市场所获得的信息。图 1—7 是企业信息反馈简图。

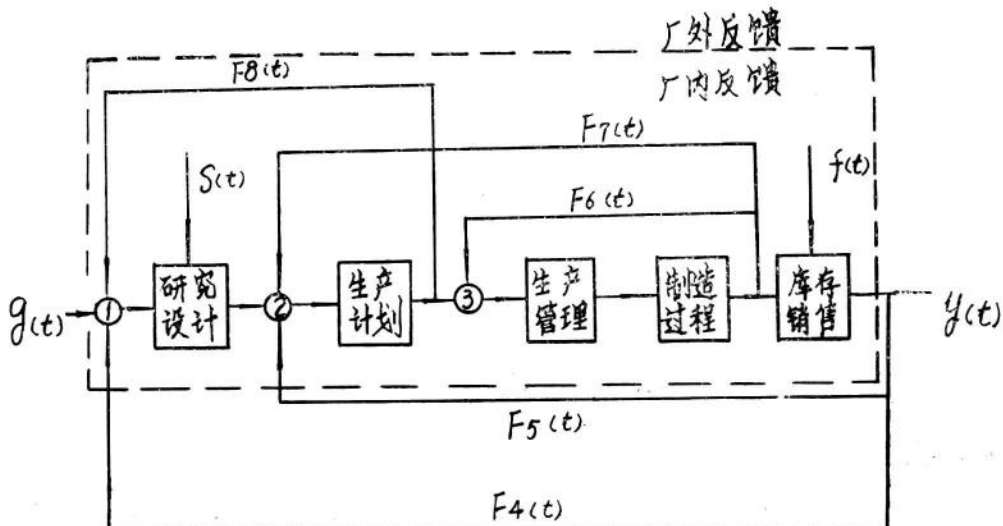


图 1—7

说明： $g(t)$ 输入 $y(t)$ 输出、 $S(e)$ 软件输入

$f(t)$ 外界干扰， $F(t)$ 反馈环节 $\otimes$ 比较环节

• 系统工程概论 •

信息反馈的目的是为了按预定的目标进行控制、为此，企业就必须建立一个比较完善的控制系统，及时处理反馈回来的信息。控制系统一般需具备下面三个条件。

(1) 设立一定的工作或质量标准。标准主要由被控制对象在规划中应达到的目标来确定。

(2) 有相应的规章制度。即有一个上下结合职责分明的决策体系，使责有所归，权有所属以便及时处理反馈回来的信息，达到控制的目的。

(3) 有一定的工作效率，控制贵在及时、偏差的纠正、措施的采取都要及时进行，为此就要提高各级管理人员的工作效率，当工作中出现新的问题时，善于作开创性的工作。

控制系统的结构可分二类，一类叫做闭环控制、一类叫开环控制。闭环控制就是前面说的信息反馈控制，即将企业内部和外部的有关信息经过加工处理后输入被控对象，然后将被作用的结果再反馈回来，作进一步的调整后再输送给被控对象。经过一次或多次反复后，达到控制的目的。开环控制也叫提前控制或预先控制，即由管理者根据预先估计的干扰的影响来调节控制，使其按照预定的目标运行而不管系统的反映如何。开环系统控制可用图 1—8 表示

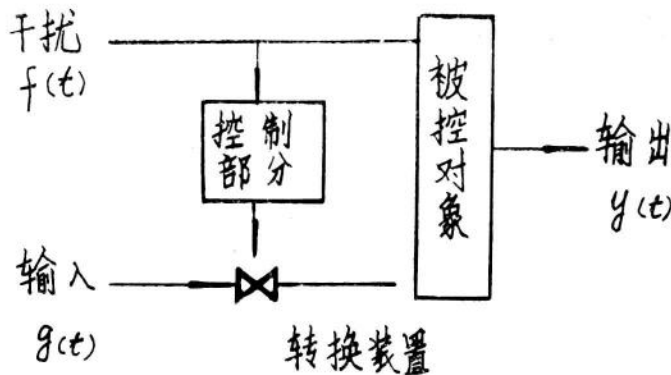


图 1—8

企业根据环境分析和预测而事先制定的各种计划、拟订的措施等均是开环控制。

第三节、系统工程的基本原理

一、系统工程的含义。

系统工程的含义有广义和狭义之分。广义的系统工程是指为了合理地进行系统的开发、研制、设计、管理等各项工作而采取的思想、组织、程序、方法等的总称。它侧重于哲理性和经验性的分析，属于方法论。狭义的系统工程是指为了达到某个具体目的，对有关系统的结构、组成元素、信息传输、控制机构等进行分析、综合、设计的技术。它侧重于研究模拟，分析、综合、设计、优化等技术性问题。有的书上也叫做系统分析。这里指的系统工程是广义的。广义的系统工程是在实践基础上产生的理论抽象，故而运用的范围比较

广，只要是属于完成某一项任务，都可应用。这个任务包括物质的和非物质的两个方面。如一个具体的工程项目，一次战争、一个研究课题，一项社会调查等。

关于系统工程的确切定义，国内外众说纷纭，到目前为止还没有一个为大家所接受的统一定义，但大致可归纳为：以科学的观点和现代数学方法，在充分调动人的积极因素基础上，对系统进行组织与管理，使其在总体上达到最优的目标。

因此，系统工程虽然也属于“工程学”的范畴，但与一般工程，如土木工程、机械工程、水利工程等“硬工程”有所不同、主要区别有以下几个方面：

1. 研究对象不同。

一般工程都有自己特定的物质对象。如土木工程的对象是建筑物，机械工程的对象是机械产品等，而系统工程的对象要比一般工程宽得多，差不多涉及社会各个领域。我们可以这样说：凡是要组织人力、物力来完成某项任务的工作，都可作为系统工程的工作对象。因此在系统工程这个大题目下面，还可以分成许多专业，钱学森同志把它划分为如下14个专业：

系 统 工 程 专 业	专业特有的学科基础
1. 工程系统工程	工程设计
2. 科研 " "	科学学
3. 企业 " "	生产力经济学
4. 军事 " "	军事科学
5. 经济 " "	政治经济学
6. 环境 " "	环境科学
7. 农业 " "	农事学
8. 信息 " "	信息学、情报学
9. 教育 " "	教育学
10. 社会 " "	社会学、未来学
11. 计量 " "	计量学
12. 标准 " "	标准学
13. 行政 " "	行政学
14. 法治 " "	法学

当然，上面分类并不概括所有的系统工程的专业科目、但其应用之广由此可见不一般。

2. 完成工程所需的知识要求不同。

• 系统工程概论 •

搞一般工程所需的主要是自然科学中的专业知识与技术。搞系统工程不但要有自然科学中的各种基础理论和上述特定的专业知识，还需社会科学领域里的各种理论与知识。系统工程对知识的要求如图 1—9 所示。

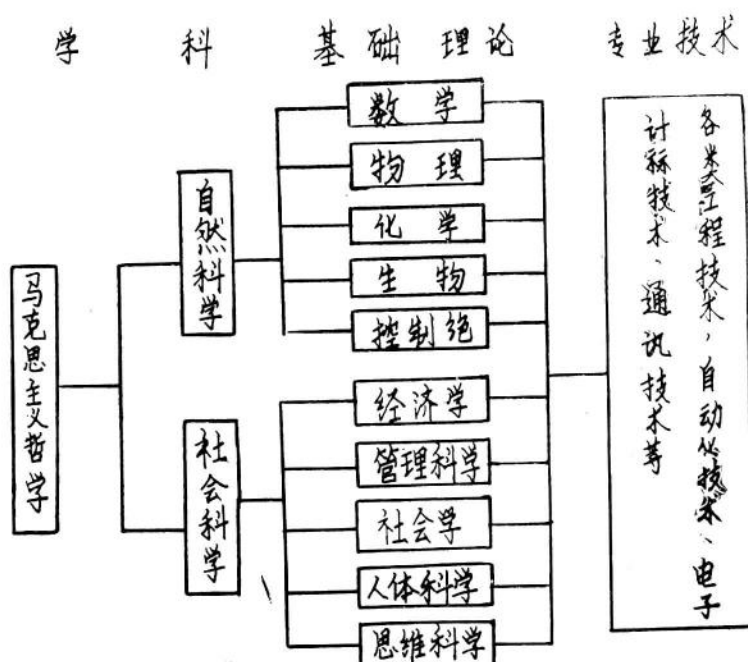


图 1—9

因此，系统工程的“总体设计部”或“作业小组”，必须有各行各业的专家参加，以便从不同角度对系统方案进行评价与分析。

3. 对领导成员的素质要求不同。

一般工程的领导者由本专业的“硬”专家担任、而系统工程的领导者则由各行各业的硬专家和软专家组成。总的领导人不仅要求有广博的自然科学、社会科学知识，而且必须有较深的有关专业知识，国外称为T型人才。如第二次世界大战中，美国研究原子弹的曼哈顿计划的总领导人是38岁的加省理工大学物理学教授奥本海姆。他除了有较深的物理专业知识外，还熟悉文科、外语、地质、建筑、化学等各领域的有关知识。

4. 工作方法不同。

系统工程的核心是如何从较少的人、财、物、时完成指定的任务、并取得较优的经济效果。它不仅仅要考虑如机器、设备、建筑物等硬件，还要考虑包括人和社会因素在内的

社会、经济等“软件”问题，有一套严密的工作程序和特定的工作方法。系统工程的工作程序和方法虽然因人、因地、因事而异，但在对系统工程的研究与应用中，逐渐形成了一个抽象的基本模式，即必须严格遵循系统分析、系统设计、系统的分级与协调、系统模型与转换、系统最优化等工作程序及方法（这部分内容后面有专门论述）

二、系统工程的基本思想

系统工程的基本思想即是在系统的开发、设计、制作、运用中所采用的思想方法，体现了系统工程的基本特点。它大致可归纳为下面四个基本观点。

1. 全局性观点。全局性观点即整体化研究问题的方法。系统工程既以系统为研究对象，它就不是研究系统的各个元素的一般性质，而是从整体出发，研究各元素在系统中所表现的特性和功能，即将元素的属性转变为系统的属性，从而使系统处于最佳的运行状态，实现总体效果最优的系统目标。例如一个制造整机的工厂，对各个车间或工段实行超产计件奖励制，从局部来看，发挥了劳动者的生产积极性，提高了劳动生产率，但从全局来看，往往会造成各生产工序之间供应平衡失调、产品另部件不能配套、在制品或半成品数量增加，资金积压等情况，使总的经济效益降低。所以必须从全局出发、按照系统的目标及实现系统目标的总体功能进行综合评价。

系统工程不仅要把研究对象看成一个整体，同时还必须把研究过程也看作一个整体、把系统作为若干子系统结合的整体来设计。对于每个子系统的技术要求，首先要从实现整个系统技术协调的观点来考虑；对于研制过程中各个子系统之间的矛盾，或子系统与总系统之间的矛盾，都要从总体协调的需要选择解决方案。同时还应把系统作为它所从属的更大系统的组成部分进行研究。如当代的环境问题主要是由能源使用而引起的，而能源是随着经济发展而发展的，因此必须从全局出发来制订能源政策和能源利用的各种技术，以保证在促进经济发展的前提下，保护环境卫生。

2. 综合性观点。综合性观点就是在完成系统任务时，要综合应用各个技术领域的科学技术成果，使各种技术互相配合，达到整体系统的最优化。例如一个由计算机控制和管理的工厂生产系统，是当代先进的技术综合体，它只是综合应用自动控制技术、电子计算技术、近代数学方法和管理科学方面的成果所获得的成就。

当前出现的一个新发展趋势是一个大规模的复杂系统往往不是一个单纯的技术系统，而是涉及到许多社会的、经济的因素，技术科学与社会科学日益紧密地结合在一起，正是系统工程的一个重要特点，因此现代企业的高层领导不但要通晓本行业的技术问题，还应有较广博的知识，懂得数学、电子计算机、生理学、心理学、社会学、宏观经济理论、管理科学等知识，才能胜任。

3. 满意性观点。工程系统的最终目的是要实现系统的最优化。那末如何理解系统最优化的含义？在企业的生产经营活动中，主要受到市场、国家方针政策、社会环境、经济变化因素、企业自身条件，企业决策者的素质等多种条件的限制。同时，企业经营活动面临的大多又是不确定的随机因素，因此那种理想化的“最优”方案实际上是不存在的，只能选定一个满足各项基本指标前提下的“最优”方案。即总体最优，各方满意。如企业生

产经营的总体目标是提高经济效益, 增加盈利, 利润是实现经济效益、增加盈利的综合性指标, 但利润往往与品种、质量、价格存在矛盾、品种多、质量高、价格低虽然能扩大销售量, 但又可能增加产品成本, 减少利润。因此系统最优化的含义就是在满足或保证品种、质量、价格等基本指标的前提下实现经济效益最高的最优目标。使企业及消费者均感到满意。

4. 可行性观点。即必须从实际出发来制定方案。从许多可供选用的方案中选取与当时主客观条件相适应的、切实可行的方案。有时最优方案由于外界条件的变化而不能贯彻时就应启用次优或其它备用方案。

综上所述, 我们可把系统工程的基本思想归纳为“一个系统、二个最优”, 即从系统的整体出发, 达到实现系统目标的总体效果最优和实现系统目标的方法途径最优。

三、系统工程的理论基础

前面已经说明系统工程是在现代最新科学技术基础上发展起来的新兴边缘科学, 而其中运筹学、控制论、管理科学这三门学科则构成了它的理论基础, 也可以这样说, 系统工程就是这三门学科的综合应用。图 1—10 是构成系统工程理论的各种学科与技术。

系统工程理论体系图

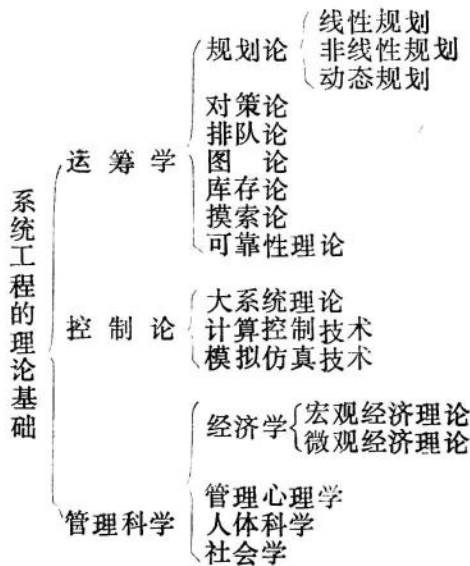


图 1—10

1. 运筹学。

运筹学是对具有输入、输出系统的数学研究方法, 即将系统的各种约束条件及系统目标数量化, 并通过选用合适的数学模型, 使系统的研究对象获得最优的性质。运筹学有以下一些主要分支。

(1) 规划论。规划论是运筹学中发展较快、应用较广的分支, 它所研究的问题可概括