



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

系统工程

第 4 版

西安交通大学 汪应洛 主编

Systems Engineering



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

系 统 工 程

第 4 版

主编 汪应洛

主审 齐二石



机 械 工 业 出 版 社

本书是在对第3版《系统工程》进行结构调整和内容更新的基础上编写而成的。全书共分八章，主要内容包括：系统工程概述、系统工程方法论、系统模型与模型化、系统仿真及系统动力学方法、系统评价方法、决策分析方法、战略研究与管理 and 系统工程应用实例等。

本书系普通高等教育“十一五”国家级规划教材，适用于管理类各专业的本科生、研究生教学，也可供其他相关学科、专业教学使用，或作为有关人员的培训教材和自学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

系统工程/汪应洛主编. --4版. --北京：机械工业出版社，
2008.6（2008.8重印）

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-12537-2

I. 系… II. 汪… III. 系统工程-高等学校-教材
IV. N945

中国版本图书馆CIP数据核字（2008）第049443号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：曹俊玲 版式设计：霍永明 责任校对：纪敬

封面设计：王伟光 责任印制：邓博

北京京丰印刷厂印刷

2008年8月第4版·第2次印刷

169mm×239mm·16.75印张·323千字

标准书号：ISBN 978-7-111-12537-2

定价：26.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379718

封面无防伪标均为盗版

本书系1986年出版的高等学校试用教材《系统工程》的第4版,属“十一五”国家级规划教材。该书曾获得1992年第二届全国高等学校机电类专业优秀教材一等奖。

系统工程作为20世纪中期开始兴起的一门交叉学科,是从总体出发,合理开发、运行和革新一个大规模复杂系统,特别是管理系统,所需思想、程序、方法的体系,属于一门综合性的工程技术。随着科技进步和社会、经济及管理环境的变化,科学发展及系统化管理的要求日益突出和紧迫,需要按照系统的观点和采用系统分析的方法来认识、研究和解决。与此相适应,管理学科的发展、因材施教的要求等,也需要教材等教学参考资料不断更新。《系统工程》第4版就是为适应这些新的变化和要
求,在该书第3版的基础上,根据近几年来教学与研究的实践而修订的。

本书共分为八章。第一章主要概述系统工程的产生、发展及应用,系统和系统的概念与特点及学科性质等;第二章阐述系统工程方法论,从而建立起系统分析及本课程内容的逻辑框架,并介绍初步系统分析的有关方法;第三章围绕系统模型化及分析方法,重点介绍结构模型化技术、因子分析与聚类分析方法和状态空间模型;第四章作为第三章的延续,在对系统仿真简介的基础上,重点介绍系统动力学模型化原理及其仿真分析方法;第五章

介绍系统评价原理及层次分析法、模糊综合评判法等常用方法；第六章针对决策分析，重点介绍风险型决策分析和冲突分析方法；第七章作为对管理系统问题综合分析的延伸，针对管理科学的综合应用及最新发展，通过对战略研究与管理的介绍，展示和探讨系统工程思想及方法的运用和系统管理的相关内容；第八章通过管理科学领域五个具有代表性的实例，说明系统工程分析方法的应用。

本书第1、2版由西安交通大学汪应洛教授主编，哈尔滨工业大学姚德民教授、原上海机械学院赵永昌教授、西安交通大学陶谦坎教授参加编写；第3版由西安交通大学汪应洛院士主编，西安交通大学袁治平教授、孙林岩教授、李垣教授等参加编写。参加本书第4版修订的有：西安交通大学汪应洛院士（主编）、袁治平教授（协编）、孙林岩教授、李垣教授、吴锋教授、刘树林副教授、孙静春副教授、李刚博士、郭雪松博士。教育部管理科学与工程类学科专业教学指导委员会主任齐二石教授担任本书主审，在此表示感谢。

本书作为普通高等教育规划教材，已使用多年。本教材适用于管理类各专业的本科生、研究生教学，也可供其他相关学科、专业教学使用，或作为有关人员的培训教材和自学参考书。

系统工程涉及的知识面越来越广泛，而且是一门尚在发展中的交叉学科。限于我们的水平，书中不妥和错漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 系统工程概述	1
第一节 系统工程的产生、发展及应用	1
第二节 系统工程的研究对象	5
第三节 系统的概念与特点	9
第四节 系统工程的应用领域	11
思考题	12
第二章 系统工程方法论	13
第一节 系统工程的基本工作过程	13
第二节 系统分析原理	17
第三节 创新思维与方案创造技术	20
第四节 系统工程方法论的新发展	32
思考题	34
第三章 系统模型与模型化	35
第一节 系统模型与模型化概述	35
第二节 系统结构模型化技术	40
第三节 主成分分析及聚类分析	54
第四节 状态空间模型	66
第五节 系统工程模型技术的新进展	76
思考与练习题	80
第四章 系统仿真及系统动力学方法	82
第一节 系统仿真概述	82
第二节 系统动力学结构模型化原理	86
第三节 基本反馈回路的 DYNAMO 仿真分析	90
第四节 DYNAMO 函数	94
第五节 Vensim_PLE 仿真软件使用简介	102
思考与练习题	109
第五章 系统评价方法	112
第一节 系统评价原理	112
第二节 关联矩阵法	114

第三节 层次分析法	120
第四节 模糊综合评判法	131
思考与练习题	134
第六章 决策分析方法	139
第一节 管理决策概述	139
第二节 风险型决策分析	141
第三节 冲突分析	153
思考与练习题	166
第七章 战略研究与管理	169
第一节 战略研究与管理概述	169
第二节 战略研究方法论	169
第三节 企业战略管理面临的挑战	172
第四节 战略管理的发展趋势	173
思考题	176
第八章 系统工程应用实例	177
实例一 技术引进及其消化吸收的系统分析	177
实例二 CH 公司外购玻壳进厂入库搬运路线方案分析	195
实例三 某地区能源重化工科技发展规划研究	204
实例四 基于实物期权的 ERP 不确定性投资决策分析	214
实例五 某台资电子加工企业生产能力扩充决策分析	231
主要参考文献	260

第一章

系统工程概述

第一节 系统工程的产生、发展及应用

一、系统思想的产生与发展

社会实践的需要是系统工程产生和发展的动因。系统工程作为一门学科，虽形成于20世纪50年代，但系统思想及其初步实践可以追溯到古代。了解系统思想的产生与发展过程，有助于加深对系统概念、系统工程产生背景和系统科学全貌的认识。

1. 朴素的系统思想及其初步实践

自从人类有了生产活动以后，由于不断地和自然界打交道，客观世界的系统性便逐渐反映到人的认识中来，从而自发地产生了朴素的系统思想。这种朴素的系统思想反映到哲学上，主要是把世界当作统一的整体。

古希腊的唯物主义哲学家德谟克利特曾提出“宇宙大系统”的概念，并最早使用“系统”一词；辩证法奠基人之一的赫拉克利特认为“世界是包括一切的整体”；后人把亚里士多德的名言归结为“整体大于部分的总和”，这是系统论的基本原则之一。

在古代中国，春秋末期的思想家老子曾阐明了自然界的统一性；西周时代，出现了世界构成的“五行说”（金、木、水、火、土）；东汉时期张衡提出了“浑天说”。

虽然古代还没有提出一个明确的系统概念，没有也不可能建立一套专门的、科学的系统方法论体系，但对客观世界的系统性及整体性却已有了一定程度的认识，并能把这种认识运用到改造客观世界的实践中去，中国在这方面尤为突出。

中国人做事善于从天时、地利、人和中进行整体分析，主张“大一统”、“和为贵”。如中医诊病讲究形、气、色综合辩证；中国人吃饭讲究色、香、味、鲜一体。

公元前6世纪，中国古代著名的军事家孙武，在他的《孙子兵法》中，阐明了不少朴素的系统思想和运筹方法。该书共十三篇，讲究打仗要把道（义）、

天（时）、地（利）、将（才）、法（治）等五个要素结合起来考虑。

秦汉之际成书的中国古代最著名的医学典籍《内经》，包含着丰富的系统思想。它根据阴阳五行的朴素辩证法，把自然界和人体看成由金、木、水、火、土五种要素相生相克、相互制约而形成的有秩序、有组织整体。人与天地自然又是相应、相生而形成的更大系统。《易经》也被认为是朴素系统思想的结晶。

在古代的工程建设上，都江堰最具代表性和系统性。都江堰于公元前 256 年由蜀郡太守李冰父子组织建造，至今仍发挥着重要作用。该工程由鱼嘴（岷江分流）、飞沙堰（分洪排沙）和宝瓶口（引水）等三大设施组成，整个工程具有总体目标最优化、选址最优、自动分级排沙、利用地形并自动调节水量、就地取材及经济方便等特点。

另外，还有宋真宗年间的皇宫修复工程、中国古代铜的冶炼方法、万里长城的修建等，也都应用了系统的方法。

2. 科学系统思想的形成

古代朴素的系统思想用自发的系统概念考察自然现象，其理论是想像的，有时是凭灵感产生出来的，没有也不可能建立在对自然现象具体剖析的基础上，因而这种关于整体性和统一性的认识是不完全和难以用实践加以检验的。早期的系统思想具有“只见森林”和比较抽象的特点。

15 世纪下半叶以后，力学、天文学、物理学、化学、生物学等相继从哲学的统一体中分离出来，形成了自然科学。从此，古代朴素的唯物主义哲学思想就逐步让位于形而上学的思想。这时的系统思想具有“只见树木”和具体化的特点。

19 世纪自然科学取得了巨大成就，尤其是能量转化、细胞学说、进化论这三大发现，使人类对自然过程相互联系的认识有了质的飞跃，为辩证唯物主义的科学系统观奠定了物质基础。这个阶段的系统思想具有“先见森林、后见树木”的特点。

辩证唯物主义认为，世界是由无数相互关联、相互依赖、相互制约和相互作用的过程所形成的统一整体。这种普遍联系和整体性的思想，就是科学系统思想的实质。恩格斯对此曾有过精辟的论述。

二、系统理论的形成与发展

从古希腊和中国古代的哲学家、军事家到近、现代许多伟大的思想家，都有过关于系统思想的深刻论述。但从系统思想发展到（一般）系统论、控制论、信息论等系统理论，是和近代、现代科学技术的兴起与发展紧密联系的，直到 20 世纪初、中叶才实现。

系统论或狭义的一般系统论，是研究系统的模式、原则和规律，并对其功能进行数学描述的理论。其代表人物为奥地利理论生物学家贝塔朗菲。

控制论是研究各类系统的控制和调节的一般规律的综合理论，“信息”与

“控制”等是其核心概念。它是继一般系统论之后，由数学家维纳在 20 世纪 40 年代创立的。

信息论是研究信息的提取、变换、存储与流通等特点和规律的理论。

从 20 世纪 60 年代中、后期开始，国际上又出现了许多新的系统理论。我国著名的科学家钱学森对系统理论和系统科学的发展有独到的贡献。

20 世纪下半叶以来，系统理论对管理科学与工程实践产生了深刻的影响。系统工程学的创立，则是发展了系统理论的应用研究，它为组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用提供了一种有效的科学方法。系统工程所取得的积极成果，又为系统理论的进一步发展提供了丰富的实践材料和广阔的应用天地。

三、系统工程的发展概况

系统工程从准备、创立到发展的阶段、年代（份），重大工程实践或事件及重要的理论与方法贡献等如表 1-1 所示。

表 1-1 系统工程的产生与发展概况

阶段	年代（份）	重大工程实践或事件	重要理论与方法贡献
I	1930 年	美国发展与研究广播电视系统	正式提出系统方法（Systems Approach）的概念
	1940 年	美国实施彩电开发计划	采用系统方法，并取得巨大成功
		美国 Bell 电话公司开发微波通信系统	正式使用系统工程（Systems Engineering）一词
II	第二次世界大战期间	英、美等国的反空袭等军事行动	产生军事运筹学（Military Operational Research），也即军事系统工程
	20 世纪 40 年代	美国研制原子弹的“曼哈顿计划”	运用系统工程，并推动了其发展
	1945 年	美国空军建立研究与开发（R&D）机构，此即兰德（RAND）公司的前身	提出系统分析（Systems Analysis）的概念，强调了其重要性
III	20 世纪 40 年代后期到 50 年代初期	运筹学的广泛运用与发展、控制论的创立与应用、电子计算机的出现，为系统工程奠定了重要的学科基础	

(续)

阶段	年代(份)	重大工程实践或事件	重要理论与方法贡献
IV	1957年	H. Good 和 R. E. Machol 发表第一部名为《系统工程》的著作	系统工程学科形成的标志
	1958年	美国研制北极星导弹潜艇	提出 PERT (网络优化技术), 这是较早的系统工程技术
	1965年	R. E. Machol 编著《系统工程手册》	表明系统工程的实用化和规范化
		美国自动控制学家 L. A. Zedeh 提出“模糊集合”的概念	为现代系统工程奠定了重要的数学基础
1961~1972年	美国实施“阿波罗”登月计划	使用多种系统工程方法并获得巨大成功, 极大地提高了系统工程的地位	
V	1972年	国际应用系统分析研究所(IIASA)在维也纳成立	系统工程的应用重点开始从工程领域进入到社会经济领域, 并发展到了一个重要的新阶段
	20世纪70年代	系统工程的广泛应用在国际上达到高潮	
VI	20世纪80年代	系统工程在国际上稳定发展, 在中国的研究与应用达到高潮	

四、系统工程在中国的发展及应用

20世纪50年代至60年代, 中国的一些研究机构和著名学者为系统工程的研究与应用作了理论上的探讨、应用上的尝试和技术方法上的准备。其主要标志和集中代表是钱学森的《工程控制论》、华罗庚的《统筹法》和许国志的《运筹学》。

中国大规模地研究与应用系统工程是从20世纪70年代末、80年代初开始的。1978年9月27日, 钱学森、许国志、王寿云在《文汇报》上发表了题为“组织管理的技术——系统工程”的长篇文章; 从1978年起, 西安交通大学、天津大学、清华大学、华中科技大学(原华中工学院)、大连理工大学(原大连工学院)等国内著名大学开始招收第一批系统工程专业硕士研究生; 1980年11月, 中国系统工程学会在北京成立; 1980年10月至1981年1月, 中国科协、中央电视台同中国系统工程学会、中国自动化学会联合举办“系统工程电视普及讲座(45讲)”, 取得了良好的社会效果。

20世纪70年代末以来, 应用系统工程理论和方法来研究与解决中国的重大现实问题, 在许多领域和方面取得了较好的效果, 如: 人口问题的定量研究及应用(始于1978年)、2000年中国的研究(1983~1985年)、全国和地区能源规划(始于1980年)、全国人才和教育规划(始于1983年)、农业系统工程(始

于1980年)、区域发展战略(始于1982年)、投入产出表的应用(始于60年代和1976年)、军事系统工程(始于1978年)、水资源的开发利用(始于1978年)等。在第一届国际系统科学与系统工程会议(北京,1988年7月)上,国外学者对中国系统工程在工业、农业、军事、人口、能源、资源、社会经济等领域的应用给予了极高的评价。

20世纪90年代以来,系统工程在国内外的的发展及应用出现了许多新的特点,主要有:

(1) 研究与应用的范围或对象系统的规模会越来越大,并将继续朝着“巨系统”发展。

(2) 各类专门系统工程日益形成自己的特色,如特有的方法论、模型体系及专用计算机软件等。

(3) 系统工程在企业改革与发展中初步得到有效运用。现代工业工程(IE)就是系统工程在企业生产系统和产业经济系统中运用的结果。

(4) 系统工程与计算机系统的结合将变得异常紧密,如常用系统工程软件包、决策支持系统及政策模拟实验室的开发与建立等。

(5) 系统工程方法论有新的发展,通过集成化、专业化等途径,不断形成新的技术应用综合体。

(6) 关注并着力于系统工程工作成果的真正和有效实施。

进入新的世纪,系统工程在与经济转型、国际化及企业发展结合,与新一代信息及网络技术结合,与落实科学发展观、实施可持续发展战略结合,与思维科学结合等方面,将会有新的发展和较好的前景。系统工程会更加注意追踪国内外的“热点”问题,并力争取得适宜而满意的研究及应用结果。

第二节 系统工程的研究对象

一、系统的概念及特点

系统工程的研究对象是组织化的大规模复杂系统。而“系统”作为系统理论、系统工程和整个系统科学的基本研究对象,需要正确理解和深刻认识。

1. 系统的定义

系统是由两个以上有机联系、相互作用的要素所组成,具有特定功能、结构和环境的整体。该定义有以下四个要点:

(1) 系统及其要素。系统是由两个以上要素组成的整体,构成这个整体的各个要素可以是单个事物(元素),也可以是一群事物组成的分系统、子系统。系统与其构成要素是一组相对的概念,取决于所研究的具体对象及其范围。

(2) 系统和环境。任一系统又是它所从属的一个更大系统（环境或超系统）的组成部分，并与其相互作用，保持较为密切的输入输出关系。系统连同其环境超系统一起形成系统总体。系统与环境也是两个相对的概念。

(3) 系统的结构。在构成系统的诸要素之间存在着一定的有机联系，这样在系统的内部形成一定的结构和秩序。结构即组成系统的诸要素之间相互关联的方式。

(4) 系统的功能。任何系统都应有其存在的作用与价值，有其运作的具体目的，也即都有其特定的功能。系统功能的实现受到其环境和结构的影响。

2. 系统的一般属性

(1) 整体性。整体性是系统最基本、最核心的特性，是系统性最集中的体现。

具有相对独立功能的系统要素以及要素间的相互关联，是根据系统功能依存性和逻辑统一性的要求，协调存在于系统整体之中。系统的构成要素和要素的机能、要素的相互联系和作用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。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。

集合的概念就是把具有某种属性的一些对象作为一个整体而形成的结果，因而系统集合性是整体性的具体体现。

(2) 关联性。构成系统的要素是相互联系、相互作用的；同时，所有要素均隶属于系统整体，并具有互动关系。关联性表明这些联系或关系的特性，并且形成了系统结构问题的基础。

(3) 环境适应性。系统的开放性及环境影响的重要性是当今系统问题的新特征，日益引起人们的关注。任何一个系统都存在于一定的环境之中，并与环境之间产生物质、能量和信息的交流。环境的变化必然会引起系统功能及结构的变化。系统必须首先适应环境的变化，并在此基础上使环境得到持续改善。管理系统的环境适应性要求更高，通常应区分不同的环境类（技术环境、经济环境、社会环境等）和不同的环境域（外部环境、内部环境等）。

除以上三个基本属性之外，很多系统还具有目的性、层次性等特征。

根据系统的属性，可以归纳出若干系统的思想或观点。比如，综合系统的整体性和目的性，可以归纳出整体最优的思想等。

3. 大规模复杂系统的特点

系统工程所研究对象系统的复杂性主要表现在：①系统的功能和属性多样，

由此而带来的多重目标间经常会出现相互消长或冲突的关系；②系统通常由多维且不同质的要素所构成；③一般为人—机系统，而人及其组织或群体表现出固有的复杂性；④由要素间相互作用关系所形成的系统结构日益复杂化和动态化。大规模复杂系统还具有规模庞大及经济性突出等特点。

二、系统的类型

认识系统的类型，有助于人们在实际工作中对系统工程对象系统的性质有进一步的了解并进行分析。

1. 自然系统与人造系统

自然系统是主要由自然物（动物、植物、矿物、水资源等）所自然形成的系统，像海洋系统、矿藏系统等；人造系统是根据特定的目标，通过人的主观努力所建成的系统，如生产系统、管理系统等。实际上，大多数系统是自然系统与人造系统的复合系统。近年来，系统工程越来越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基本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要素所构成的系统称为概念系统。在实际生活中，实体系统和概念系统在多数情况下是结合在一起的。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。系统工程通常研究的是这两类系统的复合系统。

3. 动态系统和静态系统

动态系统就是系统的状态随时间而变化的系统；而静态系统则是表征系统运行规律的模型中不含有时间因素，即模型中的量不随时间而变化，它可视作动态系统的一种特殊情况，即状态处于稳定的系统。实际上多数系统是动态系统，但由于动态系统中各种参数之间的相互关系非常复杂，要找出其中的规律性有时是非常困难的，这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。也可以说，系统工程研究的是在一定时期、一定范围内和一定条件下具有某种程度稳定性的动态系统。

4. 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，因而呈一种封闭状态的系统；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。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。系统工程研究有特定输入、输出的相对孤立系统。

三、管理系统问题举例

现代工业企业及其生产经营活动具有许多系统性特征。首先，工业企业及其生产经营过程是一个由人、财、物、信息等基本要素构成的整体系统。生产管理与经营管理相互交织，形成了一个有机的系统工作过程。其次，工业企业是一个投入—产出系统。因为工业企业生产的基本含义就是把生产要素转换为社会财富，从而产生效益的过程。企业生产经营管理就是对企业投入、转换、产出全过程的筹划与管理。第三，工业企业是一个开放系统。企业的生存和发展与企业所处的环境条件息息相关，其生产经营活动要能主动适应外部环境的变化，特别应注意在国际化进程中培育自己的核心竞争能力。第四，工业企业及其生产经营过程应形成一个具有自适应能力的动态系统过程。这就要求对企业生产经营活动进行闭环管理和有效控制，注重信息反馈，以保持企业外部环境、内部条件和经营目标三者之间的动态平衡。为适应以上要求，工业企业生产经营活动的过程可如图 1-1 所示。

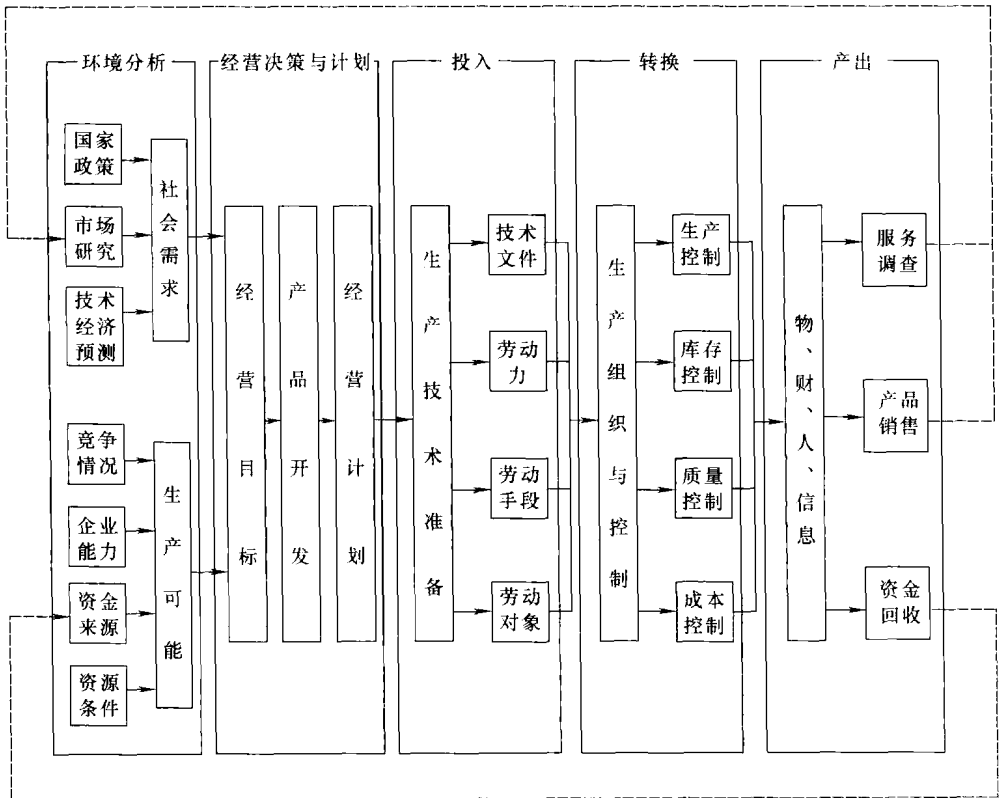


图 1-1 工业企业生产经营活动过程示意图

现代金融系统的基本功能是，在不确定的环境条件下，实现经济代理人在时间和空间上对金融资源的优化配置。这一系统包括金融投资者、金融中介机构、金融产品及工具和手段、金融监管当局等。其中产品是这一系统有效运行的基础和关键要素。由于当代经济与金融环境日趋复杂，特别是全球经济一体化和投资自由化的影响，金融机构和工商企业面临的金融风险日趋增加，竞争日益激烈，迫切需要通过系统工程等方法开发新型金融产品来规避金融风险，降低融资成本，提高投资效率。

第三节 系统的概念与特点

一、系统的概念

用定量与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。

我国著名科学家钱学森曾指出：“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。”

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。”

日本工业标准（JIS）界定：“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。”

日本学者三浦武雄指出：“系统工程与其他工程学的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，而系统不仅涉及工程学领域，还涉及社会、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，系统工程是从总体出发，合理开发、运行和革新一个大规模复杂系统所需思想、理论、方法论、方法与技术的总称，属于一门综合性的工程技术。它是按照问题导向的原则，根据总体协调的需要，把自然科学、社会科学、数学、管理学、工程技术等领域的相关思想、理论、方法等有机地综合起来，应

用定量分析和定性分析相结合的基本方法，采用现代信息技术等技术手段，对系统的功能配置、构成要素、组织结构、环境影响、信息交换、反馈控制、行为特点等进行系统分析，最终达到使系统合理开发、科学管理、持续改进、协调发展的目的。

二、系统工程是一门交叉学科

系统工程是一门工程技术，但它与机械工程、电子工程、水利工程等其他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特质对象，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、经营管理系统、军事指挥系统等。由于系统工程处理的对象主要是信息，并着重为决策服务，国内外很多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等，通过系统工程为社会科学研究增加了极为有用的量化方法、模型方法、模拟方法和优化方法。系统工程也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。

钱学森曾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，其次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个工程技术、系统工程的理论方法（如运筹学、大系统理论）等一类技术科学组成的新兴科学。

人们比较一致的看法和共同的认识是，系统工程学是以大规模复杂系统问题为研究对象，在运筹学、系统理论、管理科学等学科的基础上逐步发展和成熟起来的一门交叉学科。系统工程的理论基础是由一般系统论及其发展、大系统理论、经济控制论、运筹学、管理科学等学科相互渗透、交叉发展而形成的。

三、系统工程方法的特点

系统工程既具有广泛而厚实的理论和方法论基础，又具有很明显的实用性特征。

在运用系统工程方法来分析与解决现实复杂系统问题时，需要确立系统的观点（系统工程工作的前提）、总体最优及平衡协调的观点（系统工程的目的）、综合运用方法与技术的观点（系统工程解决问题的手段）、问题导向和反馈控制的观点（系统工程有效性的保障）。这些集中体现了系统工程方法的思想及应用要求。

系统工程作为开发、改造和管理大规模复杂系统的一般方法，与各类专门的