



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

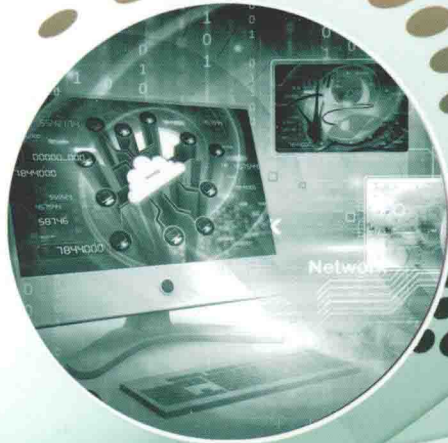
第 5 版



系统工程

Systems Engineering

西安交通大学 汪应洛 © 主编



提供电子课件
www.cmpedu.com



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
教育部普通高等教育精品教材

系 统 工 程

第 5 版

主编 汪应洛
主审 齐二石

机械工业出版社

本书是结合近年来系统工程理论和方法的发展以及读者的意见和建议,在保持第4版《系统工程》结构框架和对各章内容进行更新的基础上编写而成的。全书共八章,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、系统工程应用实例等。各章都融入了新的内容,并补充与更新了实例。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,被教育部评选为普通高等教育精品教材,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,还可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.—5版.—北京:机械工业出版社,2015.12
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 教育部普通高等教育精品教材

ISBN 978-7-111-52414-4

I. ①系… II. ①汪… III. ①系统工程—高等学校—教材
IV. ①N945

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第301214号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曹俊玲 责任编辑:曹俊玲 刘静

责任校对:肖琳 封面设计:张静

责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2016年7月第5版第1次印刷

184mm×260mm·17印张·375千字

标准书号:ISBN 978-7-111-52414-4

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com



前 言

本书系 1986 年出版的高等学校试用教材《系统工程》的第 5 版，是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，被教育部评选为普通高等教育精品教材。本书曾获得 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。随着科技的进步和社会、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，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 5 版就是为适应这些新的变化和要求，在第 4 版的基础上，根据近几年来教学与研究的实践而修订的。

第 5 版保持了第 4 版的结构框架，但内容上各章都进行了更新。全书共八章。第一章主要介绍系统工程的产生、发展及应用，系统和系统工程的概念与特点及学科性质等，并介绍了某些新的应用；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，并介绍了初步系统分析的有关方法和创新分析方法，增加了对部分技术方法的介绍；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、主成分分析与聚类分析方法和状态空间模型，并补充了部分应用实例；第四章作为第三章的延续，在对系统仿真做简要介绍的基础上，重点介绍系统动力学模型化原理及其仿真分析方法，增加了部分模型及应用结果，还介绍了 AnyLogic 仿真软件；第五章介绍系统评价原理及关联矩阵法、层次分析法、网络分析法、模糊综合评判法及数据包络分析法等常用方法；第六章针对决策分析，重点介绍风险型决策分析、不确定型决策——鲁棒决策分析、管理博弈及冲突分析方法；第七章作为对管理系统问题综合分析的延伸和应用，介绍了战

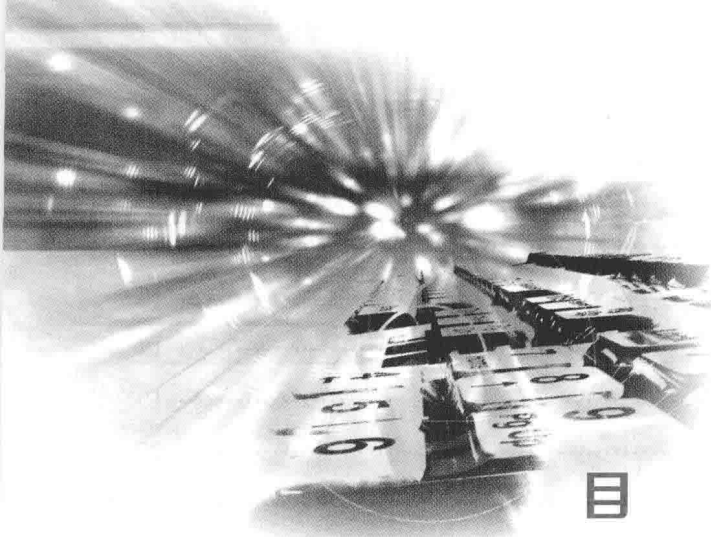
略研究与管理的相关内容；第八章通过六个具有一定代表性的实例，说明管理系统工程的应用。

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。第4版由汪应洛院士主编，袁治平教授协编，孙林岩教授、李垣教授、吴锋教授参加编写。第5版仍然由汪应洛院士主编，参加编写工作的有西安交通大学袁治平教授、吴锋教授、刘树林教授、李刚教授、崔文田教授、林军教授、孙静春教授、郭雪松教授、许晓晴博士等。天津大学齐二石教授担任本书主审，在此表示感谢。

我们根据多年来的教学经验，制作了与教材配套的电子课件，凡使用本书作为教材的教师，可登录机械工业出版社教育服务网（www.cmpedu.com）注册后下载。

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
一、系统思想的产生与发展	1
二、系统理论的形成与发展	2
三、系统工程的发展概况	3
四、系统工程在中国的发展及应用	4
第二节 系统工程的研究对象	5
一、系统的概念及特点	5
二、系统的类型	6
三、管理系统问题举例	7
第三节 系统的概念与特点	9
一、系统的概念	9
二、系统工程是一门交叉学科	9
三、系统工程方法的特点	10
第四节 系统工程的应用领域	10
思考题	13
第二章 系统工程方法论	14
第一节 系统工程的基本工作过程	14
一、霍尔三维结构	14

二、切克兰德方法论	16
三、两种方法论比较	17
第二节 系统分析原理	18
一、系统分析的概念及其要素	18
二、系统分析的程序	19
三、应用系统分析的原则	20
第三节 创新思维与创新分析方法	21
一、创新方案的价值	21
二、创新分析方法	22
三、系统创新思维辅助工具 MindManager	29
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

第一节 系统模型与模型化概述	35
一、模型及模型化的定义	35
二、模型化的本质、作用及地位	35
三、模型的分类	36
四、构造模型的一般原则	37
五、建模的基本步骤	37
六、模型化的基本方法	38
七、模型的简化	39
第二节 系统结构模型化技术	39
一、系统结构模型化基础	39
二、建立递阶结构模型的规范方法	45
三、建立递阶结构模型的实用方法	50
第三节 主成分分析及聚类分析	52
一、主成分分析	52
二、聚类分析	61
第四节 状态空间模型	68
一、系统的状态和状态变量	68



二、微分方程与连续变量的状态空间表达式	69
三、差分方程与离散变量的状态空间表达式	70
四、状态方程的应用之一——宏观经济模型	71
五、状态方程应用之二——人口模型	72
六、状态方程应用之三——预测产品销售量	74
第五节 系统工程模型技术的新进展	75
思考与练习题	77
第四章 系统仿真及系统动力学方法	80
第一节 系统仿真概述	80
一、系统仿真的概念、实质及作用	80
二、系统仿真的方法	81
三、系统动力学的发展及特点	81
第二节 系统动力学 (SD) 结构模型化原理	84
一、SD 的基本原理	84
二、因果关系图和流 (程) 图	85
三、SD 结构模型的建模步骤	88
第三节 基本反馈回路的 DYNAMO 仿真分析及 DYNAMO 函数	89
一、基本 DYNAMO 方程	89
二、几种典型反馈回路及其仿真计算	90
三、DYNAMO 函数	93
第四节 Vensim_PLE 仿真软件使用简介	100
一、软件简介	100
二、用户界面简介	100
三、应用举例	101
第五节 AnyLogic 仿真软件	107
一、软件简介	107
二、软件的特点	107
三、应用实例	109
思考与练习题	112

第五章 系统评价方法	115
第一节 系统评价原理	115
第二节 关联矩阵法	117
一、逐对比较法	118
二、古林法	120
第三节 层次分析 (AHP) 法	122
一、基本原理	122
二、AHP 一般方法	126
三、AHP 方法在系统评价中的应用举例	128
第四节 网络分析 (ANP) 法	131
一、ANP 法介绍	131
二、ANP 法分析问题的步骤	131
三、应用 ANP 法选择供应商	134
第五节 模糊综合评判法	137
一、引例——教师教学质量的系统评价	137
二、主要步骤	138
三、模糊数学及模糊子集	138
四、隶属函数	140
第六节 数据包络分析 (DEA) 法	144
一、DEA 法的产生与发展	144
二、DEA 法的基本模型	145
三、评价供应商的 DEA 模型	147
思考与练习题	149
第六章 决策分析方法	154
第一节 管理决策概述	154
一、基本概念	154
二、决策问题的基本模式和常见类型	154
三、几类基本决策问题的分析	155
第二节 风险型决策分析	156
一、风险型决策分析的基本方法	156



二、信息的价值	160
三、效用曲线的应用	165
第三节 不确定型决策——鲁棒决策分析	166
一、鲁棒决策基本思想	166
二、鲁棒决策模型及步骤	167
三、鲁棒决策实例	169
四、鲁棒决策准则评价	172
第四节 管理博弈及冲突分析	173
一、博弈论	173
二、冲突分析的由来	179
三、冲突分析的程序及要素	181
四、冲突分析基本方法举例——古巴导弹危机	182
五、冲突分析的一般方法	188
思考与练习题	190
第七章 战略研究与管理	195
第一节 战略研究与管理概述	195
第二节 战略研究方法论	195
一、战略研究的三部曲	195
二、我国战略研究的模式	196
三、战略研究的分析方法	196
第三节 互联网时代的企业战略问题	198
第四节 柔性战略	199
思考题	200
第八章 系统工程应用实例	201
实例一 技术引进及其消化吸收的系统分析	201
一、概述	201
二、初步系统分析	201
三、引进技术消化吸收的组织战略分析	207
四、组织行为特征及政府作用机理分析	211

五、项目实施效果的系统评价方法	215
六、小结	216
实例二 CH 公司外购玻壳进厂入库搬运路线方案分析	216
一、背景资料	216
二、改进方案的生成	217
三、方案选择	220
四、分析与启示	221
五、系统思考	224
实例三 基于实物期权的 ERP 不确定性投资决策分析	224
一、问题提出的背景	224
二、ERP 项目投资中的实物期权分析	225
三、模型的提出	226
四、不确定性分析	227
五、随机 0-1 整数规划模型	232
六、企业实例分析	236
七、小结	238
实例四 SHSW 煤矿精益化系统实施	239
一、项目背景、思路和步骤	239
二、六项重点突破	240
三、三项全面推进	245
四、总体成效	246
五、系统实施经验	247
实例五 某重型汽车企业的服务型制造模式	248
一、企业背景	248
二、A 公司服务型制造战略	249
三、服务型制造取得的绩效	253
实例六 基于大数据的物流系统工程——透明化物流管理	253
一、问题背景	253
二、基于大数据的公路物流透明化管理系统	254
三、小结	258
主要参考文献	259

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”。例如中医诊病讲究形、气、色综合辨证，中国人吃饭讲究集色、香、味、形于一体。

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）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《黄帝内经》，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 年由蜀郡太守李冰及其儿子组织建造，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）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，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，其理论是想象的，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過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
		美国贝尔 (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	
IV	1957 年	古德 (H. Good) 和马克尔 (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 (计划评审技术),这是较早的系统工程技术
	1965 年	马克尔编著《系统工程手册》	表明系统工程的实用化和规范化
		美国自动控制学家查德 (L. A. Zadeh) 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	
VII	20 世纪 90 年代以来	系统工程在国内外呈现出社会化、特色化、专业化、集成化、精细化、实用化等特点	

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做了理论上的探讨、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20世纪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越来越大,并继续朝着“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。

进入新的世纪特别是近年以来,系统工程在与经济转型升级、国际化及应对经济与金融危机结合,与新一代信息技术及大数据结合,与落实科学发展观、实施可持续发展战略结合,与“四个全面”战略布局和中国特色社会主义国家治理体系建设结合,与思维科学、复杂性科学结合等方面,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相关领域的热点、难点问题,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

系统是由两个及以上有机联系、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。系统是由两个及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、子系统等。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，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）自然形成的系统，如海洋系统、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