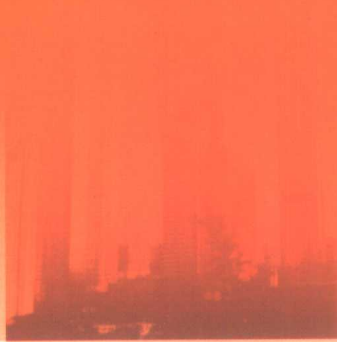


GONGYEHUAZHUAZHAXITONGGONGCHENG

工业化住宅 系统工程

谢芝馨 著



中国建材工业出版社

工业化住宅系统工程

谢芝馨 著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工业化住宅系统工程/谢芝馨著. —北京: 中国建材工业出版社, 2003. 2

ISBN 7-80159-416-9

I. 工... II. 谢... III. 住宅-工业化-系统工程 IV. TU241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 010459 号

内 容 提 要

本书以 21 世纪崭新的系统科学为理论指导, 用系统工程的原理和方法, 研究工业化住宅建造过程, 立足于标准化, 构建工业化住宅系统集成模型和系统集成框架, 讨论了工业化住宅的核心技术系统集成, 住宅部品生产系统集成化的供应链, 新型墙体材料的物理力学性能等相关问题。分析了工业化住宅建造过程整体优化的递阶控制结构, 展望了 CIMS、并行工程、虚拟现实技术等高科技在工业化住宅建造过程的应用前景, 同时给出了建筑工业化的实例。全书共分 10 章, 包括系统和系统科学; 系统工程简介; 工业化住宅的系统工程特点; 工业化住宅系统分析; 工业化住宅系统模型; 工业化住宅系统的工业标准化基础; 工业化住宅系统集成; 工业化住宅系统递阶控制结构分析; 工业化住宅系统评价。

本书为土木工程、建筑学、环境、城市规划的工程技术人员了解、掌握系统科学和系统工程在专业发展中的应用提供了新的信息资源、系统思维和系统观理论框架, 也可作为新知识充实到高等院校本科生和研究生的教学内容中, 还可作为住宅建设的管理人员、工程技术人员、施工人员及开发商的参考书。

工业化住宅系统工程

谢芝馨 著

*

中国建材工业出版社出版 (北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京鑫正大印刷有限公司印刷

*

开本: 787mm × 960mm 1/16 印张: 13.75 字数: 260 千字

2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—3000 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-80159-416-9/ TU·197

序

从系统观念来讲，住宅产业是一个庞大的、复杂的社会系统工程。然而多年来由于缺乏系统观念，加上管理体制上的分隔，造成我国住宅建设环环脱节，资源浪费，效率低下，功能短缺，往往建设规模越大，对环境破坏和资源浪费也越大。正是总结多年历史经验教训，原国家建材局、建设部、农业部、国土资源部（国土局）于1989年联合推进《墙体材料革新和节能建筑推广系统工程》，建立了系统结构模型，并对节能建筑体系进行优化选择和建立综合评价指标体系。十多年来实践证明，这是一个科学合理而又行之有效的组织方法，然而这必竟是部分范围的系统工程研究和实践。

本书《工业化住宅系统工程》是住宅建设更大范围的系统工程，内容更为丰富，它从系统概念到系统工程应用，从工业化住宅介绍到工业化住宅的系统分析、系统集成及系统评价，都作了较详尽的论述。将系统概念和系统方法引入住宅建设有关的方方面面，以指导规划、设计、生产、施工、经营和管理，使各个环节都能按照住宅产业系统总体目标规范各自行为，无疑这对住宅建设、人文环境、经济社会协调发展，将起到重要作用。相信本书出版会对有关人士启迪思路，注入新观念，有力地促进我国住宅产业更加科学合理、健康快速和规范有序地发展。

陈福广

2003年2月19日

序

专著《工业化住宅系统工程》是我以前的同事谢芝馨老师的新作。是一本介绍把系统工程成功地应用于传统的建筑工程的好书，这类专著目前尚不多见，诚为难能可贵。

谢芝馨老师原在合肥工业大学教授“工程力学”课程，后因编写《机器人与控制》教材，其内容涉及系统工程的理论和方法。她认为我是国内最早从事系统工程研究的学者之一，又比她年长，所以每每以师事我。我见其勤奋好学、求知若渴，且颇有见地，因而也乐于与之切磋。后谢老师出国进修，并参加有关 Robot 的国际学术会议，回国后即调往福州大学任教，并开始通过编写教材，将系统工程的理论与方法引入工程力学实践，因而获中国力学学会优秀力学教师称号，两次荣获福州大学教学优秀一等奖。近年来又将系统工程原理和方法用于工业化住宅领域的研究，在各种学术会议和学术刊物上发表其研究成果，取得了很好的成效。这几年来，由于学术上的相关，我们一直保持着联系，所以也算是她学术成长的见证人，用她自己的话来说，我是“引路人”。所以，我愿意为此专著作序。

系统工程是一门工程技术，它不仅有新的思想、新的知识体系，而且也是一种新的方法论。当今系统工程和系统科学的引入，往往使传统学科发生革命性的飞跃。在土建、水利、电力等领域的规划、设计、施工、运行管理等方面，应用系统工程的理论与方法，往往能得到显著的效果。谢芝馨老师正是把系统工程作为研究工具，成功地运用于传统的建筑学科，使之焕发新姿。

住宅建筑是人类最古老的智慧结晶之一。从秦砖汉瓦到今天的工业化住宅，经历了漫长的发展过程，在这个过程中，尽管建筑工艺发生了巨大的变化，建筑材料亦在不断更新，但建筑思想沿习痕迹是显而易见的。在人类社会进入高速发展的 21 世纪，科学技术新成果不断涌现，人文观念不断更新，建筑思想、建筑理论面临着巨大的变革压力。正是在这种新形势下，这本专著《工业化住宅系统工程》的出版，诚是“及时雨”，它对土木工程、建筑学及相关领域的工程技术人员和管理人员是十分有益的。

愿此专著在这继往开来、与时俱进、全面建设小康社会的大好形势下，起着改革创新巨大作用。

俞嘉第

2002 年 12 月

前 言

为了推进住宅产业现代化,我国实施了“小康住宅科技产业工程”和“国家康居示范工程”,它们以建筑业的重大改革为先决条件。纵观建筑发展史,不难看出,建筑材料的变革总是建筑体系、建筑结构和建筑施工工艺变革的龙头,水泥、钢材的出现和应用导致新型建材——钢筋混凝土的问世,从而引发了近代建筑史上的重大变革;当前新型建筑材料的出现,特别是新型建筑材料工厂化生产,引起了建筑体系和建筑结构设计和施工技术的变革,有望摆脱现场湿作业的传统施工方式,引导住宅建设走工业化生产的道路。住宅部品工业化生产,使现在施工现场作业大部分将转移到工厂企业,形成了住宅部品工业化生产、生产出来的部品商品化供应的局面,现代化的住宅产业和工业化住宅在我国应运而生。

面对建筑业的重大变革,建筑师、结构师、施工工程师和开发商,需要经历重新学习、认识、接受和适应的过程,除了学习建筑业专门知识外,倡导建筑业同仁学习系统工程的科学方法。“2000年小康型城乡住宅科技产业工程”和“1999年5月实施的国家康居示范工程”正是住宅产业现代化的系统工程,本书正是顺应建筑业这一要求而写作的。

另一方面,工业化住宅提供了一个在工厂里生产住宅的建设新模式,它向建筑业、建材业、制造业、计算机等行业提出了一个多学科通力协作,整体优化的研究课题,它们需要有一个共同的理论基础和框架,这便是21世纪新科学体系——系统科学和系统工程。本书正是为了建筑业、制造业及其相关行业了解和运用系统科学和系统工程的原理和方法指导工业化住宅建造而写作的。

同时,工业化住宅作为建筑工业化的载体,为土木工程、建筑学、环境、城市规划及其相关专业提供了丰富的教学内容。学习工业化住宅系统工程,将使学员们在学习工程纵向知识的同时,接受工程横向知识的教育,从狭窄的专业领域认识转向更高层次的系统观认识,初步认识并掌握具有强烈方法论特征的系统论、信息论、控制论边缘学科的应用。本书亦正是为了适应高等教育不断更新教学内容的改革要求而写作的。

作者多年来主持有关工业化住宅系统工程科研课题,在完成福建省科委科技项目(编号97-Z-25)后,现又主持福建省教育厅科技项目(编号JB02089),为了进一步推动工业化住宅系统工程的研究,促进系统科学在工业化住宅建设中的应用,撰写了本书。

本书以作者的研究成果为主要基础,运用系统科学的理论和系统工程的原理与方法,结合国内外有关学科的最新成就,较全面、系统地讨论了工业化住宅系

统。论述了该系统模型及其相关子系统的功能,系统的结构及其标准化,系统的递阶控制结构,系统的信息交换、反馈及系统的评价,作者通过此书的撰写试图回答如下几个问题:

1. 如何运用系统科学和系统工程的原理和方法指导工业化住宅建造过程;
2. 实现建筑材料、建筑设计、建筑结构、建筑施工共同发展的相关问题;
3. 现代化住宅产业和传统住宅建设及制造业的区别与联系;
4. 工业化住宅的概念,它的系统工程特点及研究的范围;
5. 工业化住宅系统定义、系统的类型,系统建模和系统分析;
6. 新型墙体材料的物理力学性能;
7. 工业化住宅系统的核心是系统集成——功能集成和技术集成;
8. 住宅建设中新设计理念和住宅建设新体制的形成;
9. 传统粗放型的住宅建设模式转向现代化住宅建设新模式中如何使用 CIMS 计算机集成系统、并行工程、虚拟现实等现代化科学技术,以达到系统的整体优化;
10. 工业化住宅系统评价和住宅性能认定。

本书编写特点之一是融建筑材料、建筑设计、建筑结构、建筑施工于一体,从系统论观点出发,用大系统控制理论建立了工业化住宅系统的集成模型,提出了系统的目标,论述了工业化住宅系统整体优化过程,具有鲜明的独创性和较强的可读性。

本书另一个特点是阐明了在当前建筑业面临重大改革,传统的现场施工作业被工业化生产住宅部品的作业代替后,一个新型企业集团将在我国崛起,这种以生产住宅部品为主的企业将促进我国企业结构调整,倡导在工业化住宅形式过程中应用系统科学和系统工程理论、观点和方法,可以避免住宅建设的发展少走弯路。因而本书的出版对住宅建设的管理人员、工程技术人员、施工人员和房地产商都有一定的参考价值。

本书蒙国家建材局原政策法规体改司司长,两部两局墙改办公室主任,获国家科学技术进步二等奖的课题组长陈福广教授,中国运筹学会理事,中国建筑学会理事俞嘉第教授分别作序,谨此致以诚挚的谢意。

由于作者水平有限,错误与不妥之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

谢芝馨

2002 年秋

于福州大学沁园

目 录

第1章 系统和系统科学	(1)
1.1 系统的概念	(1)
1.1.1 系统和系统的目的性原则	(1)
1.1.2 系统的一般属性	(3)
1.1.3 系统的一般模型	(4)
1.2 系统的分类	(5)
1.2.1 自然系统、人造系统、复合系统	(5)
1.2.2 概念系统、逻辑系统、实体系统	(5)
1.2.3 开放系统和封闭系统	(5)
1.2.4 因果系统、控制系统、人机系统	(6)
1.3 改变世界科学图景和当代科学思维方式的基础 科学——系统科学	(6)
1.3.1 近代科学技术和现代科学技术的差别	(6)
1.3.2 系统科学体系结构	(7)
1.4 21世纪新一轮科学技术的新思维——系统思维	(8)
1.5 系统论, 信息论, 控制论与信息社会	(10)
第2章 系统工程简介	(12)
2.1 系统的概念	(12)
2.1.1 各国学术界和工程界对系统工程的定义	(12)
2.1.2 系统工程的横向特点	(13)
2.2 系统工程方法论	(14)
2.2.1 系统工程方法论的特点	(14)
2.2.2 霍尔三维结构的系统工程方法论	(14)
2.3 系统工程技术	(17)
2.3.1 系统模型化技术	(17)
2.3.2 系统最优化技术	(17)
2.3.3 系统评价技术	(18)
2.3.4 系统预测技术	(18)
2.3.5 系统决策技术	(19)

2.3.6 电子计算机及其网络技术	(19)
2.4 各门系统工程共同的理论基础	(20)
2.4.1 控制论	(20)
2.4.2 信息论	(22)
2.4.3 运筹学	(22)
2.5 国家杰出贡献科学家钱学森对系统科学和系统工程的贡献	(24)
2.5.1 早期对系统理论的贡献—创建工程控制论, 推进运筹学 和系统工程发展	(24)
2.5.2 对系统理论新贡献——创建系统学, 建立系统科学体系	(25)
2.5.3 综合集成方法论——大成智慧工程	(26)
2.5.4 从定性到定量综合集成研讨厅	(27)
2.6 系统工程应用实例	(27)

第3章 工业化住宅的系统工程特点

3.1 住宅建筑工业化的基本概念	(31)
3.1.1 建筑工业化	(31)
3.1.2 住宅产业和住宅产业现代化	(31)
3.1.3 工业化住宅部品和工业化住宅	(33)
3.2 工业化住宅形成的基本原则	(34)
3.2.1 标准化、系列化原则	(34)
3.2.2 以人为本的设计原则	(35)
3.2.3 确定通用建筑体系的原则	(35)
3.3 工业化住宅系统定义、系统类型	(36)
3.3.1 住宅产业现代化的新科学理论框架与方法论	(36)
3.3.2 住宅产业系统工程	(36)
3.3.3 政府住宅建筑工业化管理系统	(37)
3.3.4 工业化住宅系统的定义	(37)
3.4 工业化住宅的系统工程特点	(38)
3.4.1 工业化住宅系统的整体性	(38)
3.4.2 工业化住宅系统的层次性	(38)
3.4.3 工业化住宅系统的关联性	(38)
3.4.4 工业化住宅系统的目的性	(38)
3.4.5 工业化住宅系统的环境适应性	(38)
3.4.6 工业化住宅系统遵循的系统工程原则和应用范围	(39)
3.5 工业化住宅的系统工程内容和方法	(41)
3.5.1 工业化住宅的系统工程内容	(41)

3.5.2 工业化住宅系统工程方法	(42)
3.5.3 系统工程在工业化住宅系统中应用的重要意义	(42)

第4章 工业化住宅系统分析

4.1 系统分析的基本概念	(44)
4.1.1 系统分析的定义	(44)
4.1.2 系统分析的主要内容	(44)
4.1.3 系统分析要素结构图	(45)
4.2 工业化住宅系统分析的工作流程	(45)
4.2.1 工业化住宅系统分析要点	(45)
4.2.2 工业化住宅系统分析的工作流程图	(47)
4.3 工业化住宅系统环境分析	(47)
4.3.1 系统环境的概念	(47)
4.3.2 工业化住宅系统的环境分析	(48)
4.4 工业化住宅系统的目标分析	(49)
4.4.1 系统目标分析	(49)
4.4.2 目的、目标及属性的基本概念	(50)
4.4.3 目标集的建立	(50)
4.4.4 工业化住宅系统的目标集和目标树	(51)
4.4.5 工业化住宅系统目标冲突的协调	(52)
4.5 工业化住宅系统结构分析	(53)
4.5.1 系统结构的概念	(53)
4.5.2 系统结构分析基本内容	(54)
4.5.3 传统住宅的系统要素和系统要素集	(55)
4.5.4 工业化住宅系统要素和要素集	(59)
4.5.5 传统住宅和工业化住宅的关系集	(60)
4.5.6 工业化住宅制品生产系统—生产集	(63)

第5章 工业化住宅系统模型

5.1 系统模型的定义	(70)
5.2 系统模型的基本原理	(71)
5.2.1 系统模型的作用	(71)
5.2.2 系统模型的分类和模型的特点	(71)
5.2.3 系统建模的原则和方法	(72)
5.3 工业化住宅系统的结构模型	(73)
5.3.1 结构模型的概念	(73)

5.3.2	工业化住宅系统结构模型的建立	(75)
5.4	工业化住宅系统的状态空间模型	(77)
5.4.1	系统的状态空间描述	(77)
5.4.2	工业化住宅系统的空间状态模型表示	(80)
5.5	工业化住宅系统的知识模型	(81)
5.5.1	知识模型的要求	(81)
5.5.2	知识模型的类别	(82)
5.5.3	工业化住宅系统知识模型	(83)
5.6	工业化住宅系统集成模型	(84)
5.6.1	工业化住宅系统模型化的困难	(84)
5.6.2	工业化住宅系统集成模型的建立	(85)
5.7	工业化住宅系统形成的组织结构	(86)
5.7.1	传统住宅建设的组织结构	(86)
5.7.2	工业化住宅系统的组织结构	(87)
第6章	新型墙体材料部品系统	(89)
6.1	新型建筑材料部品系统及其特征	(89)
6.1.1	新型建筑材料概述	(89)
6.1.2	新型建筑材料制品系统及其特征	(91)
6.2	新型墙体材料和建筑节能部品系统	(93)
6.2.1	国内外新型墙体材料和建筑节能部品发展概述	(93)
6.2.2	新型墙体材料制品种类和建筑节能关键技术	(95)
6.3	墙体材料革新和建筑节能推广的系统工程	(96)
6.3.1	墙体材料革新和建筑节能的推广科研课题简介	(96)
6.3.2	墙体材料革新和建筑节能推广系统的目标	(97)
6.4	新型墙体材料物理力学性能和建筑节能分析	(104)
6.4.1	建筑结构失效的原因	(104)
6.4.2	常用的建筑材料的力学性能	(106)
6.5	新型墙体材料系统要素质量控制指标分析	(113)
6.5.1	纸面石膏系列板材	(113)
6.5.2	纤维增强水泥系列板材	(114)
6.5.3	纤维增强硅酸钙系列板材(硅钙板)	(117)
6.5.4	空心砖	(118)
6.5.5	混凝土小型空心砌块	(118)
6.5.6	加气(蒸压)混凝土砌块	(119)

第7章 工业化住宅系统的工业标准化基础	(120)
7.1 工业标准化基础在工业化住宅系统中的作用	(120)
7.2 标准化的基本概念和科学原理	(120)
7.2.1 标准化的基本概念	(120)
7.2.2 标准化的科学原理	(122)
7.3 工业化住宅部品及产品标准化建立的原则	(123)
7.3.1 工业化住宅部品标准制定的原则	(123)
7.3.2 工业化住宅部品和产品标准举例	(125)
7.4 工业化住宅部品和产品标准体系	(127)
7.4.1 建立工业化住宅标准体系的目的	(127)
7.4.2 建立工业化住宅标准体系的理论基础是系统科学	(127)
7.4.3 工业化住宅标准体系的结构模型	(128)
7.4.4 工业化住宅标准化发展的关键—组合及其接口技术	(130)
7.4.5 工业化住宅部品的模数协调体系—模数化	(130)
7.5 模块化技术在工业化住宅中的应用前景	(133)
第8章 工业化住宅系统集成	(135)
8.1 系统集成的基本概念	(135)
8.2 工业化住宅系统集成特点	(136)
8.2.1 工业化住宅系统集成的可行性和必要性	(136)
8.2.2 工业化住宅系统集成的开放性	(137)
8.2.3 工业化住宅系统集成的完整体系与多重性	(137)
8.3 工业化住宅一体化集成系统的选择	(138)
8.3.1 工业化住宅系统集成的理论基础	(138)
8.3.2 通用建筑体系的系统集成特性	(140)
8.3.3 工业化住宅系统集成框架	(141)
8.3.4 工业化住宅系统集成的广义接口	(141)
8.4 工业化住宅系统技术集成化	(141)
8.4.1 工业化住宅系统集成功能构成原理	(141)
8.4.2 工业化住宅技术集成系统内容	(142)
8.5 工业化住宅系统功能集成	(150)
8.5.1 适用性能集成	(151)
8.5.2 耐久性能集成	(152)
8.5.3 安全性能集成	(152)
8.5.4 环境性能集成	(153)

8.6 工业化住宅系统集成化的供应链	(153)
8.6.1 信息流、物质流、能量流的概念	(153)
8.6.2 工业化住宅系统物流的概念	(154)
8.6.3 工业化住宅系统物流中心的建立	(155)
8.7 工业化住宅部品体系的优化选择	(156)
8.7.1 科学合理的家居功能模式—住宅部品体系优化 选择的依据	(156)
8.7.2 工业化住宅部品体系分类	(157)
8.7.3 国家康居示范工程选用部品与产品目录 (部分)	(158)
8.7.4 厨房卫生间整体优化设计原则	(159)
8.8 新型建筑节能产品的优化选择	(160)
8.8.1 新型节能墙体的优化选择	(160)
8.8.2 节能门窗和屋面配套选择	(162)
8.9 住宅社区智能化技术的集成	(162)
8.9.1 信息化社会和工业化住宅的智能化	(162)
8.9.2 智能化小区系统结构	(162)
8.10 标准化、模块化、系列化的开放设计	(164)
8.10.1 住宅设计的新特点	(164)
8.10.2 模块化设计要点	(165)
8.10.3 标准化、系列化的住宅部品设计特点	(166)
8.10.4 系统化设计特点	(166)
第9章 工业化住宅系统的递阶控制结构分析	(168)
9.1 工业化住宅形成过程的控制结构研究的必要性	(168)
9.2 人体递阶协调控制结构的启示	(168)
9.3 智能机器人的三级递阶控制系统	(170)
9.4 工业化住宅形成过程的递阶控制结构	(173)
9.4.1 工业化住宅系统的整体优化设计原则	(173)
9.4.2 工业化住宅形成过程的信息方法	(173)
9.4.3 工业化住宅形成过程的递阶控制结构	(177)
9.5 高科技在工业化住宅系统中的应用	(178)
9.5.1 工业化住宅形成过程中控制系统的技术创新	(178)
9.5.2 计算机集成制造系统 (CIMS) 在工业化住宅系统中的应用	(180)
9.5.3 并行工程 (Concurrent Engineering 简称 CE) 在工业化 住宅系统中的应用	(181)
9.5.4 虚拟现实技术 (Virtual Reality) 在工业化住宅系统	

中的应用	(183)
第 10 章 工业化住宅系统评价	(185)
10.1 工业化住宅系统评价的必要性	(185)
10.1.1 系统评价的概念	(185)
10.1.2 工业化住宅系统评价的必要性	(186)
10.2 工业化住宅系统评价的原则和内容	(187)
10.2.1 工业化住宅系统评价的原则	(187)
10.2.2 工业化住宅系统评价的内容	(188)
10.2.3 工业化住宅系统评价的步骤	(188)
10.3 几种常用的系统评价方法	(188)
10.3.1 德尔菲法	(188)
10.3.2 层次分析法 (Analytic Hierarch Process)	(189)
10.3.3 模糊综合评价方法	(192)
10.4 工业化住宅系统的评价	(193)
10.4.1 工业化住宅系统多目标综合评价指标体系的建立	(193)
10.4.2 工业化住宅系统多目标综合评价方法的选择	(193)
10.4.3 新型建筑板材在工业化住宅系统中应用价值评价	(194)
10.4.4 新型建筑板材应用价值评价模型的设计	(194)
10.5 住宅性能的认定	(198)
10.5.1 商品住宅性能认定制度的建立	(198)
10.5.2 商品住宅性能认定标准和认定机构	(198)
10.5.3 商品住宅性能标准的具体内容	(199)
10.6 建筑工业化的工程实例—黄山西海饭店	(199)

第 1 章

系统和系统科学

本章介绍了 21 世纪崭新的科学体系——系统科学的基本知识，论述了一组具有强烈方法论特征的边缘学科——系统论、信息论、控制论在新技术革命中的作用。

1.1 系统的概念

1.1.1 系统和系统的目的性原则

1988 年 1 月全世界诺贝尔奖获奖者在巴黎集会发表的一项 21 世纪宣言中明确指出：“如果人类要在 21 世纪生存下去，必须回首 2500 年前，去向孔子吸取智慧。”

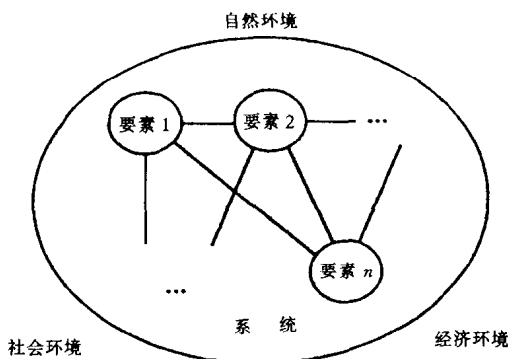
为了适应 21 世纪新一轮科学技术发展的需要，差不多各个领域的第一流学者都把注意力转向了我国传统文化及科学技术的学术思想精华。为了完成这一夙愿，目前世界上已有一大批一流学者在系统科学这个研究领域开展了卓有成效的深入探索，他们所指的在东方长期为人们所赏识的整体论，已成为现代科学，尤其是系统科学和工程学科新方法论的思想核心。

21 世纪是科学技术蓬勃发展的时期，人们努力探索力求建立一个崭新的科学体系，用系统的方法来研究复杂的自然界及工程界，这就是系统科学和系统工程，了解和掌握系统科学和系统工程方法论已是现代工程界的当务之急。本节阐述了系统科学两个最基本的概念——系统和系统的目的性原则。

何为系统？所谓系统是指由多个要素（人、物、信息）组成的，具有某种目的的一个集合体，这不是一个一成不变的集合体，而是过程的集合体，集合体指的就是系统，过程就是系统中各个组成部分的相互作用、相互关联与整体的发展变化。系统的过程将实现系统的目的，把系统作为一个整体来看，其系统的行为就是把各组成部分综合以后产生的行为；也就是说系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合的具有特定功能的有机整体。图 1-1 描述了系统的基本概念。图中表示系统具有的三个基本特征：

- (1) 系统由若干要素组成，它是多个要素组成的集合体；
- (2) 系统的各个要素相互作用，相互依赖，使要素具有相互关联作用；
- (3) 由于要素间的相互作用，使系统作为整体具有特定的功能，也就是系统整体具有目的性。

图 1-1 还表示了系统和周围环境的相互联系。这些环境包括自然环境、社会环境和经济环境。



系统具有的基本特征:1)多个要素组成的集合体
2)要素间具有相互关联性
3)系统整体具有目的性

图 1-1 系统的基本概念

何为系统的目的性原则？所谓系统的目的性原则可理解为系统各部分运动规律由各部分建立的整体特性所决定，整体性质又是各组成部分相互关系总和的统一性结果，是对自然界整体性与统一性认识的直接推论。

系统的目的性原则通过系统的目的、功能和系统的性能指标来表示。也就是说任何系统都是有目的的，为了使系统达到既定的目标，需要对系统采用一系列社会的或技术的手段和方法，以发挥系统的功能，同时，通过一系列指标来表示系统的功能，重要的是组成系统的整体具有不同于各组成要素的新功能，这种功能主要是由系统内部的有机联系和结构决定的，如果将系统分割开来，则系统将失去其原有的功能。

在自然界和人类社会，工程实践中普遍存在着各种系统：太阳系由太阳和九大行星构成一个系统，原子由原子核和各层电子构成一个系统，人类一切建造活动都可以构成系统。一项工程如公路、桥梁、隧道、港口、机场、火车站、汽车站等都是系统：火车站由候车楼前广场、站台、列车计划调度室等部分组成，共同完成接送旅客、运输货物的目的功能，构成一个系统；一幢住宅，由地基、基础、主体结构、围护装修、楼板、电气管道、给排水、采暖通风、厨房、卫生间等生活设备组成，为人们提供休养生息的活动空间，亦是一个系统；住宅社区同样可以构成一个系统，社区除了住宅外，还有各种公用设施，社会服务设施，居住区的景观与环境，体现了住宅社区的开发理念，规划设计理念，现代化的住宅社区不仅为居民提供了居住的功能，而且还满足人们精神生活的需求，为人们提供安全舒适的家居环境。

智能大厦也是一个系统，它运用先进技术和方法，在大楼内设置中央监控系统，实现楼宇管理系统，办公自动化系统和通信与网络集成在一个图形操作界面上进行整个大厦的全面监视、控制和管理，做到保安、防火、设备监控三位一

体，形成了智能建筑物管理系统。

1.1.2 系统的一般属性

(1) 系统的整体性

系统作为一个整体存在于特定的环境之中，也就是说系统的整体性是系统的基本属性，组成系统的各个要素，不是简单地集合在一起，而是有机地组成一个整体。每个要素都要服从整体，追求整体最优，而不是每个要素最优，强调要素间的协调与综合，系统的整体性说明了一切有机体都是一个整体。整体的功能不是各要素功能的简单叠加，而是各部分要素功能的综合，整体的性质，不能用各个孤立部分的性质加以解释。要确定系统的性质，不仅要了解它们的组成部分，而且要了解它们之间的相互关系。没有一个要素是独立地影响整体的，所以整体不能分解成独立的要素。一个系统不能分解成独立的子系统，例如，人体作为一个系统，体内的所有子系统，象神经系统、呼吸系统、消化系统等都是相互影响的，并且每一个子系统都不能独立地影响整体的性能，而是综合地影响系统的性能。因此，人体中任何一个子系统都不可能脱离人体而成为一个独立的系统。如果把人体的神经系统、呼吸系统、消化系统拆开就不能起到原有人体中对应的子系统的作用了。也就是说，把系统拆开则系统必将失去其原来的性质，处于系统中的组成部分，当把它从系统中分离出来时，便增加了外界对它的作用，它已在本质上不同于原来在系统中的地位和属性了，已构成了一个新的整体，新的系统。分割开的海星可以形成独立的个体，切开的手指也各自构成一个独立的系统，只不过前者具有生命的形态，而后者却失去了活力。

(2) 系统的关联性

系统内各要素之间相互联系、相互依赖、相互作用，系统各部分通过特定的联系形成系统的结构，反映了系统的总体形态和功能。系统任何一个要素发生变化，都会影响其他要素状态变化，甚至系统总体形态和功能的变化。系统科学最新研究成果表明，系统的各组成要素在一定的环境作用下会形成一定的有序结构，这是系统内各组成要素相互干涉、相互竞争、相互依赖和相互制约的结果，充分体现出系统各组成要素的关联性。

以激光系统为例，从宏观看来，它是由无限多微观光粒子组成，但在一定条件下，便会形成一种特殊的有序结构，使本来无规则发射光子的激光器会突然发出单色性、方向性和相干性都极好的激光。这种高度有序结构是组成激光系统各要素相互竞争、相互协调的结果，它典型地表明了组成系统各要素的关联性。

再分析城市这个大系统，它由资源系统、市政府系统、文化卫生系统、商业系统、工业系统、交通运输系统和邮电通讯等系统组成，它们相互联系、相互协调以实现城市生活和发展的整体功能。

(3) 系统的层次性

系统与组成系统的要素具有相对性，任何一个系统，都是更高级系统的要