



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校物流类专业主要课程教材

# 物流系统工程

王长琼 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校物流类专业主要课程教材

# 物流系统工程

王长琼 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 内容简介

本书以系统原理、系统工程方法和现代物流管理理论为依据,系统阐述了物流系统工程的基本内容和方法。全书共分十一章。第一、二章分别介绍了系统的基本原理及系统工程的基本方法。第三、四、五章分别阐述了物流系统的概念模式,物流系统要素冲突与集成的思想,物流系统分析及物流系统建模的方法等。第六章到第十一章,分别介绍了物流系统需求预测、物流系统规划、运输及配送路线的优化、物流系统仿真、物流系统综合评价和物流系统决策的理论、方法及应用。

本书系统性和实用性较强。书中附有大量应用实例和案例分析,每章均有一定数量的复习题。

本书适合作为高等学校物流工程、物流管理专业的本科生和研究生教材,也可供物流管理人员和技术人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

物流系统工程/王长琼主编. —北京:高等教育出版社, 2007.8

ISBN 978 - 7 - 04 - 021902 - 9

I. 物… II. 王… III. 物流 - 系统工程 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 080576 号

策划编辑 童 宁 责任编辑 巨克坚 封面设计 于 涛  
责任绘图 朱 静 版式设计 张 岚 责任校对 俞声佳  
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 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 787 × 960 1/16  
印 张 20.75  
字 数 380 000

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 8 月第 1 版  
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷  
定 价 28.10 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 21902 - 00

# 总 前 言

为适应我国经济社会发展的需要，保证高等学校物流类专业人才培养质量，教育部于2005年成立了高等学校物流类专业教学指导委员会。作为教育部领导的专家组织，协助教育部规范、促进我国物流类专业的发展是教指委的重要责任。

中国物流高等教育发展迅速，目前已有200多所高校开设了物流管理和物流工程专业，社会各方为我国物流高等教育的发展营造了良好氛围。但是，就高等教育而言，物流高等教育还存在着学科边界定位、专业培养方案、课程设置、教材系统性、师资力量等一系列有待改进和完善的问题。

课程是教学工作的核心，教材是课程的基础，支持并推动编写一套科学、规范的教材是本届教指委的重要任务之一。经过各方推荐，并经专家认真评审和教育部审批，确定了《物流学》、《物流管理》、《物流系统工程》等20本物流类专业教材。目前，来自于多所高等院校的专家和一线教师已经开始教材的编写工作。2006年8月，高等教育出版社组织了相关编写人员就系列教材的知识体系、整体安排、内容选取、风格体例等问题，进行了深入研讨并达成了比较一致的认识，在此基础上，对教材大纲和初稿进行进一步的完善和修改，凝聚了物流高等教育专家和一线教师的集体智慧，充分体现了科学性、适用性、系统性和合理性的特点。

该系列教材大多已被列为“十一五”国家级规划教材，相信它的编写和出版，一定能为我国物流高等教育，特别是本科物流类专业的建设和发展做出应有的贡献，同时也能为我国物流事业的发展起到积极的推动作用。

教育部物流类专业教学指导委员会主任

上海海事大学副校长 黄有方

2007年1月25日

# 前 言

系统工程是一门组织管理的技术。系统工程方法包括系统分析、仿真、评价和决策等，是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。

现代物流学最为重要的观点之一就是认为物流的各环节之间存在着相互关联、相互制约的关系，它们是作为一个有机的整体而存在的，这个有机整体就是物流系统。因此，系统性是现代物流学最基本的特性，尤其是在物流系统的规划、管理和决策过程中，各子系统之间普遍存在着效益悖反现象，只有充分运用系统科学的思想和方法，才能寻求物流系统总体效益的最佳化。这正是物流系统工程的基本思想。

本书的宗旨主要体现在两个方面：一是从系统的角度透视物流，用系统的观点理解物流的观念；二是用系统工程的方法解决物流管理与决策中的问题。

围绕上述宗旨，本书以系统原理、系统工程方法和现代物流管理理论为基础，阐述物流系统工程的基本方法和内容。本书的特色在于，以系统工程方法论框架为主线，在分析介绍系统基本原理和系统工程方法的基础上，分别阐述物流系统的概念模式、物流系统分析、物流系统建模、物流系统需求预测、物流系统规划、运输及配送路线的优化、物流系统仿真、物流系统综合评价及物流系统决策等内容。其目的是提升学生宏观思考物流问题的能力，掌握用系统工程方法分析并解决物流管理问题的能力和技巧。

全书共分十一章。第一章介绍系统的基本原理，为从系统的角度理解物流提供理论基础。第二章介绍系统工程的基础理论与基本方法，为物流系统的定量分析与物流系统工程方法的学习提供依据。第三章是物流系统概述，从系统的视角透视物流、认识物流。第四章是物流系统分析，介绍物流系统目的分析、结构分析和子系统分析的方法。第五章介绍物流系统建模方法及常见模型。第六章介绍物流系统需求预测的特征及常见方法。第七章介绍物流系统规划的内容、物流网络设施选址规划的方法。第八章介绍运输及配送路线优化的常见问题和方法。第九章介绍物流系统仿真技术及其应用。第十章介绍物流系统综合评价的内容和方法。第十一章介绍物流系统决策的理论及方法。书中每章均附有一定数量的复习题，还有大量的应用实例及案例分析。

本书由王长琼主编。参加本书编写的有：武汉理工大学周强（第九章的第一节到第五节），祖巧红（第九章的第六节），黄花叶（第七章的第一节），陈焰（第七章的第二、三节），张莹（第七章的第四、五、六节），其余章节由王长琼编写。东南大学吴广谋教授和赵林度教授为本书框架的构建提供了宝

贵的建议，北京工商大学何明珂教授也为本书提出了宝贵的意见和帮助，在此表示最诚挚的感谢！研究生孟参、张利敏、邓傲寒、谭世琴、王文珏、高志刚等为本书的资料整理和图表输入提供了大力的帮助，深表感谢！

在本书写作过程中，直接或间接地参考或借鉴了国内外大量的关于物流及系统工程方面的文献，作者已尽可能详细地列在书后参考文献中，但难免有所疏漏。在此向有关作者表示衷心的感谢！

本书的出版得到高等教育出版社张冬梅女士的大力支持和帮助，在此致以最诚挚的谢意！

现代物流仍处于快速发展过程中，物流系统工程的理论和方法仍在不断发展，限于作者的水平，本书难免会有疏漏和不妥之处，真诚希望广大读者批评指正、不吝赐教！

王长琼

2007年5月

## 教学支持说明

建设立体化精品教材，向高校师生提供系列化教学解决方案和教学资源，是高等教育出版社（集团）“服务教育”的重要方式。为支持相应课程的教学，我们向采用本书作为教材的教师免费提供教学课件。

为保证该课件仅为教师获得，烦请授课教师填写如下开课情况证明并寄出（传真）至下列地址。

我们的联系办法：

地址：北京市朝阳区惠新东街4号 高等教育出版社 经管分社

邮编：100029 电话：010-58556266/58581966

传真：010-58581414 E-mail: jinxu@hep.com.cn 或 guanli@hep.com.cn

---

### 证 明

兹证明\_\_\_\_\_大学\_\_\_\_\_系/院第\_\_\_\_\_学年开设的  
\_\_\_\_\_课程，采用高等教育出版社出版的\_\_\_\_\_（书名和作者）  
作为本课程教材，授课教师为\_\_\_\_\_，学生\_\_\_\_\_个班  
共\_\_\_\_\_人。

授课教师需要与本书配套的教学课件为：

地址：\_\_\_\_\_

邮编：\_\_\_\_\_

电话：\_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

系/院主任\_\_\_\_\_（签字）

（系/院办公室盖章）

20\_\_年\_\_月\_\_日

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010) 58581118

### 特别提示：

本图书采用中国扫黄打非出版物短信防伪系统，用户购书后可以刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至95881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网（[www.shdf.gov.cn](http://www.shdf.gov.cn)）。

短信反盗版举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至9588128

短信防伪客服电话：(010) 58582300/58582301/58582302



# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>第一章 系统的基本原理</b> .....        | 1  |
| 第一节 系统的基本概念 .....               | 1  |
| 第二节 系统的特性及分类 .....              | 8  |
| 复习题 .....                       | 12 |
| 案例 1-1 惠普公司库存管理的系统方法 .....      | 12 |
| 案例 1-2 系统观念在神龙汽车公司物流领域的应用 ..... | 13 |
| <b>第二章 系统工程基础概述</b> .....       | 16 |
| 第一节 系统工程及其发展历程 .....            | 16 |
| 第二节 系统工程的基础理论 .....             | 24 |
| 第三节 系统工程研究方法 .....              | 27 |
| 第四节 物流系统工程的基本方法及技术 .....        | 38 |
| 复习题 .....                       | 41 |
| <b>第三章 物流系统概述</b> .....         | 42 |
| 第一节 现代物流及其发展概述 .....            | 42 |
| 第二节 物流系统的概念、特征和模式 .....         | 44 |
| 第三节 物流系统的要素 .....               | 49 |
| 第四节 物流系统要素之间的冲突 .....           | 55 |
| 第五节 物流系统要素的集成 .....             | 58 |
| 复习题 .....                       | 63 |
| <b>第四章 物流系统分析</b> .....         | 64 |
| 第一节 系统分析概述 .....                | 64 |
| 第二节 物流系统分析的本质、原则和内容 .....       | 71 |
| 第三节 物流系统目的分析 .....              | 73 |
| 第四节 物流系统结构分析 .....              | 80 |
| 第五节 物流子系统分析 .....               | 88 |
| 复习题 .....                       | 91 |
| 案例 某机械公司配件配送系统的分析 .....         | 91 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第五章 物流系统建模</b> .....     | 93  |
| 第一节 系统模型概述 .....            | 93  |
| 第二节 物流系统建模的必要性与原则 .....     | 95  |
| 第三节 物流系统建模的方法 .....         | 98  |
| 第四节 物流系统模型的类型 .....         | 102 |
| 复习题 .....                   | 105 |
| <b>第六章 物流系统需求预测</b> .....   | 106 |
| 第一节 系统预测概述 .....            | 106 |
| 第二节 物流系统需求预测的特征 .....       | 112 |
| 第三节 物流系统需求预测的方法 .....       | 116 |
| 第四节 基于神经网络的物流系统预测法 .....    | 130 |
| 复习题 .....                   | 133 |
| 案例 ZG 港口物流中心需求预测实例 .....    | 134 |
| <b>第七章 物流系统规划</b> .....     | 140 |
| 第一节 物流系统规划概述 .....          | 140 |
| 第二节 区域物流系统规划 .....          | 143 |
| 第三节 物流网络规划基础 .....          | 147 |
| 第四节 设施选址规划的影响因素 .....       | 151 |
| 第五节 单设施选址规划 .....           | 155 |
| 第六节 多设施选址规划 .....           | 159 |
| 复习题 .....                   | 163 |
| 案例 家乐福的选址策略分析 .....         | 164 |
| <b>第八章 运输及配送路线的优化</b> ..... | 167 |
| 第一节 运输方式的选择 .....           | 167 |
| 第二节 物资运输调配决策 .....          | 170 |
| 第三节 单一车辆配送路线的优化 .....       | 174 |
| 第四节 多车辆配送路线的优化 .....        | 186 |
| 复习题 .....                   | 199 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <b>第九章 物流系统仿真</b> .....        | 202 |
| 第一节 物流系统仿真概述 .....             | 202 |
| 第二节 离散事件系统的仿真基础 .....          | 208 |
| 第三节 离散事件系统仿真输出数据分析 .....       | 222 |
| 第四节 集装箱码头物流系统仿真 .....          | 228 |
| 第五节 废弃物物流系统仿真 .....            | 237 |
| 第六节 基于 EXTEND 的物流系统仿真 .....    | 241 |
| 复习题 .....                      | 249 |
| <b>第十章 物流系统综合评价</b> .....      | 250 |
| 第一节 系统综合评价概述 .....             | 250 |
| 第二节 物流系统评价的指标体系 .....          | 253 |
| 第三节 物流系统的单项评价方法 .....          | 258 |
| 第四节 评价指标综合法 .....              | 263 |
| 第五节 模糊综合评价 .....               | 271 |
| 第六节 我国集装箱运输港口竞争力评价案例 .....     | 274 |
| 复习题 .....                      | 278 |
| 案例 物流园区系统评价指标体系 .....          | 279 |
| <b>第十一章 物流系统决策</b> .....       | 281 |
| 第一节 物流系统决策概述 .....             | 281 |
| 第二节 第三方物流决策 .....              | 285 |
| 第三节 风险型物流决策 .....              | 291 |
| 第四节 不确定型物流决策 .....             | 295 |
| 第五节 库存决策与控制 .....              | 298 |
| 复习题 .....                      | 304 |
| <b>附录 物流系统工程通用术语英汉对照</b> ..... | 306 |
| <b>参考文献</b> .....              | 315 |

系统是人类在认知过程中，从关注被认知对象的各个部分、各部分之间的关系中形成的一个概念。本质上，系统是对被认知对象的整体性质的强调。“系统”作为一个研究对象，吸引了国内外众多领域的专家学者对其进行理论研究和应用方法研究，并逐步形成一种新兴的学科体系。

本章介绍了系统的基本概念和基本原理，提供系统知识的必要基础，为从系统的角度认识物流系统提供基础。

## 第一节 系统的基本概念

可以说，无论是否正式接触过系统论的内容，每个人的思想都包含着丰富的系统思想的记因。<sup>①</sup> 系统概念来源于人类长期的社会实践。古代的很多哲学思想就反映出了朴素的系统概念。如《周易》将世界看成是由许多要素组成的具有某种层次性的整体，其中，六十四卦就是一个整体，每卦又自成一个整体，每一卦的六爻之间又存在着相互制约的关系。古希腊的著名学者亚里士多德关于事物的整体性、目的性、组织性的观点以及关于事物构成的目的因、动力因、形式因、质料因的思想，正是古代朴素的系统观念的体现。德国古典哲学的开创者康德推测整个宇宙具有不同的层次；在对知识的理解上，他认为知识是相互关联的要素构成的整体。近代唯心辩证法大师黑格尔指出必须将真理和科学作为一个有机的整体加以研究，他还运用系统方法构造出了完整的哲学体系。19世纪，随着社会、哲学与科学技术的发展，许多领域都呈现出由分析到综合、由部分到整体的趋势。西方学者认为是马克思率先将系统方法应用于社会历史研究过程中，是社会科学研究中应用现代系统方法的始祖。

进入20世纪，随着自然科学全面而迅速的发展，各种观测和实验方法的不断进步，人类对客观世界的认识也逐渐从分散的、孤立的、局部的认识提高到一种更高的层次，即借助现代科学技术将分散的认识联系起来，形成了事物的整体以及构成整体的各部分之间的相互联系，从而形成了科学的系统观，系

<sup>①</sup> 记因是指知识的基本单元。

统思想得到快速发展。1937年，L. V. 贝塔朗非（L. V. Bertalanffy）提出了一般系统论的概念，认为系统是相互作用的诸要素的复合体。随着生产规模的扩大，社会组织变得越来越复杂，组织内的目标、协作及信息联系也变得日益重要，在此背景下，系统思想从自然科学领域深入到管理领域；尤其是20世纪60年代相继诞生了耗散结构、协同学、超循环理论、突变论、混沌学等一系列关于系统的新理论，使人们对系统的复杂性、组织性、整体性和动态性认识又上升到一个新的高度，极大地推动了系统思想和系统科学的发展及实践应用的发展。从系统的角度看世界已成为一种方法论上的趋势。

本节介绍系统的一些基本概念。系统的基本概念用于描述系统所表现出来的现象以及特征，即系统的共同特性。虽然对这样一些概念在文字表达上目前尚未有完全统一的认识；但对系统的最基本的理解还是有共识的。

## 一、系统的基本定义

系统（system）一词源于拉丁文的“systema”，表示群体、集合等。“系统”一词在现实生活中被广泛使用，如：人体就是一个由神经系统、呼吸系统、消化系统、循环系统、生殖系统等子系统构成的系统；一部机器也是一个系统，按其功能的不同，可看做是由动力系统、传动系统、控制系统等子系统构成的；一个国家的交通运输系统是由铁路运输、公路运输、水路运输、航空运输、管道运输这些子系统构成的大系统，等等。

其实，“系统”在本质上是一个描述客观对象存在方式的概念。从系统思想的本质及引入系统概念的目的来分析，引入系统概念，本质上是为了从联系、整体的视角来认识事物，因而系统概念的实质就是要揭示出联系与整体特征的最本质内涵。

### （一）对“联系”与“整体”的思维描述

如何描述联系与整体的规律呢？让我们先来观察一下人们思考问题的几个基本特征。这几个特征直接与系统思想相关。

#### 1. 边界

边界是指人们在认识事物时对要认识的问题划出的一个范围。为了能对问题进行有效的思考和控制，人们通常会将要认识的问题从无限的联系中割离出来，形成一个与人类能力相匹配的范围。边界是在思考问题时与问题同时产生的。但对不同的思考者，同一问题可能呈现不同的边界。

例如，某百货商店打出一则广告：“买左鞋，送右鞋”。商家的意图是想表达打折销售，但一般人都会觉得有些“另类”，与我们的日常思维产生了冲突。因为，大多数人在想到鞋的时候，很自然地呈现出来的边界是一双，左、右两只鞋是作为一个整体在大脑中出现。而这一广告将单只鞋作为一个整体，

其边界是一只鞋，就与思维习惯所形成的边界产生了冲突。

## 2. 串联

串联是指人们在同一时间只能考虑一个方面的问题。这一特征是人类思维的局限性，思想的串联性给我们思考整体与联系带来了很大的困难，但更强调了联系与整体观念的必要性。

## 3. 整合

整合也称集成或综合，是指将在不同时间思考的问题联系起来进行考虑。这是人脑具备的基本功能之一。例如，通过将某零件的三个平面视图联系起来，可以整合得出该零件的立体形状。系统思维的训练实际上就是要强化整合能力。

基于上述对人脑思维特点的分析，我们来讨论系统的定义及本质。

### (二) 系统的定义及本质

由于任何一个客观存在的对象总有其独立性，即存在一个边界，我们可根据这一边界将一个客观事物与其他事物区分开来，这就是事物存在的方式。边界以内的是客观对象的内部，它们将作为一个整体与边界以外的对象发生联系；而在边界内部，客观对象还可划分成更小的内部组成，即由一系列更小的组分以特定的方式组合而成的。既强调客观对象的内部结构，又强调客观对象与外界的联系，正是系统概念描述客观对象存在方式的实质。

由此可见，系统是相互关联的若干要素的集合体。系统具有一定的边界，边界将系统从无限的存在中划分出来，系统作为一个整体与外部环境发生联系和作用。另外，系统是由相互联系和相互影响的要素组成的。对系统定义的这种理解可以用图 1-1 示意描述。在图 1-1 中， $e_1$ 、 $e_2$ 、 $e_3$ 、 $e_4$ 、 $e_5$  表示要素，要素间的箭头线表示要素间的联系。

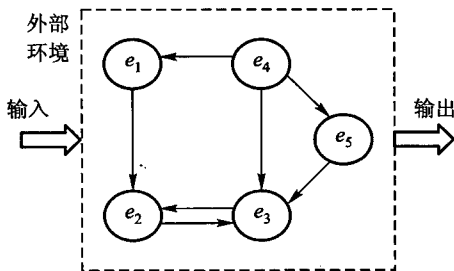


图 1-1 系统的图形描述

由于具体形态和具体性质的不同，系统会表现出多种不同的类型，但是，不同的系统会具有一些共同的特性。按照我国著名科学家钱学森给出的定义：系统是由相互作用而又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。

该定义指出了系统的三个基本属性，也就是不同系统具有的共同属性：

第一，系统是由两个以上的要素组成的整体。要素是构成系统的最基本的部分，没有要素就无法构成系统，单个要素也无法构成系统。

第二，系统的诸要素之间、要素与整体之间以及整体与环境之间存在着一定的有机联系。要素之间若没有任何联系和作用，就不能称其为系统。

第三，由于系统要素之间的联系与相互作用，使系统作为一个整体具有特定的功能或效能，这是各要素个体所不具备的功能。

虽然对系统的定义众说纷纭，但基本上都包含了以上三个方面，可以说，这三点是定义“系统”的基本出发点。例如，美国的《韦氏大辞典》中，将“系统”解释为“有组织的或被组织而成的整体，是各种概念和原理的综合集成体；由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合，等等”。贝塔朗菲把系统定义为：“相互作用的诸要素的综合体。”美国著名学者阿柯夫(R. L. Ackoff)认为：系统是由两个或两个以上相互联系的任何种类的要​​素所构成的集合。

综上所述，一个系统是由许多要素相互联系所构成的、具有特定功能的整体。形成系统的诸要素的集合永远具有一定的特性或表现为特定的行为，而这些特性或特定行为是系统的任何一个组成要素不具备的。从系统功能看，系统是一个不可分割的整体，如果将其分割，它将失去其原来的性质。但在物质世界中，一个系统的任何一部分都可以被看做是一个子系统，而系统本身又可以成为一个规模更大的系统的子系统。

为更好地理解系统的概念，就必须认识系统的结构、功能及系统的层次结构等基本概念。

## 二、系统结构与系统功能

### (一) 系统结构

“结构”是用来描述系统边界内部组成要素及其联系的一个概念。通过系统的组成要素及其关联来描述系统的内部结构，因此，要素和关联是系统结构描述的基础。

#### 1. 要素

要素是系统内的具有一定独立性的“单元”。它是系统内部在一定意义上的最小基本单元。

由于这个最小基本单元总是人为设定的，这就使得对要素的划分带有一定的任意性，即对同一个系统，会出现不同的要素划分情况。为此，进行系统内部要素的划分时需要遵守如下两条基本原则：一是要素与要素之间的边界是清晰的，二是要素之间的彼此联系是可描述的。

## 2. 关联

关联是指要素之间的联系方式。如领导与被领导关系是一种关联，企业与企业之间的竞争、合作或供需也是关联。

同样的组成要素，如果采用不同的方式联系起来就会得到不同的系统，具有不同的功能。例如一个团队，还是那些成员，如果改变工作流程可能就会有不同的效率。化学上的同分异构体，组成的元素相同，性质却不同。再如，企业的组织由金字塔结构转化为扁平化结构就能提高响应速度。可见，系统结构的本质就是在要素及其关联的整合中形成的。

综合上述两个方面，“系统的结构”就是指系统构成要素及其关联方式的总和。这里需要强调的是，系统中的要素并不仅仅指物质存在，更是指在关联中的意义，即各种要素只有在一定的联系方式下才具有系统的意义。系统的结构反映了系统内部的组成规律。

### （二）系统功能

系统结构反映了系统内部各组成要素之间的联系，体现了系统的内部规律。而系统功能则是对系统与外部环境关系的描述。

处于特定环境中的系统，接收来自外部环境的一组输入后，系统一般能对该输入进行转换和处理，并产生一组输出返回给外部环境，这就是系统的输入输出过程。系统内部对输入的处理能力是通过系统要素之间的配合行动来实现的；而系统对环境的输出，还受到外部环境因素的影响。例如，将一个生产企业作为一个系统，各生产要素是企业系统能直接处理的“输入”，而市场价格、法律法规等因素都会影响企业行为，但它们是不能被企业处理的外部环境因素。

一组输入在特定的环境因素中导致了系统相应的输出，系统的这种输入输出过程称为系统行为。全体行为的集合记录了系统与环境、输入与输出的全部关系。系统的功能就是指系统与环境相互联系和作用过程的能力。

某一系统在特定环境下通常具有多种功能。例如，企业系统具有制造产品的功能、创造利润的功能，也具有产生废弃污染物的功能。完整地认识系统的所有功能是很困难甚至不可能的，因为有些功能可能还未被人类所认识。因此，人们通常会用特定的指标、特定的输入所产生的特定输出、特定的环境因素下系统的行为等来说明系统功能；在特定的研究目的下，通常只关注系统的某些功能。

### （三）系统结构与功能的关系

“功能”与“结构”是观察系统的两个视角。它们之间的关系是“外在表现”与“内因”的关系。

#### 1. 系统结构是实现系统功能的基础



系统结构是系统功能的内在根据，系统功能是系统结构的外在表现。一定的结构总是表现出一定的功能，一定的功能总是由一定的结构系统所产生的。因此，没有结构的功能和没有功能的结构都是不存在的。各孤立的要素只有通过结构被连成一个整体，才能表现出一定的功能。

## 2. 系统结构决定系统功能

系统结构的变化将制约着系统整体的发展变化，系统结构的改变必然引起系统功能的改变。例如，石墨和金刚石都是由碳原子组成的，但由于碳原子的空间排列不同，其功能则完全不同。如果将一个企业看做是一个系统，同样的劳动者、同样的生产设备，但由于企业经营战略的改变及组织结构的变化，就会导致企业的产出（生产效率和经济效益）大不相同。可见，结构不完全相同的两个系统，其功能表现总会存在差异；但是，不同的系统结构却可以实现某些相同的系统功能。

结构对功能之所以起主要的决定作用，是因为结构使系统形成了不同于它的诸要素的新质。我们知道，虽然系统由诸要素组成，但系统不能归结为孤立状态下各要素的简单堆积。各要素在相互联系和相互作用中，不断发生着物质、能量和信息的交换，从而使系统整体出现了其要素所没有的新质，获得了新的功能。因此，系统整体的功能主要取决于要素之间的联系和相互作用。

## 3. 系统功能对系统结构具有反作用

虽然系统结构决定着系统的功能，但是，系统的功能并非机械地依赖于结构，它有一定的相对的独立性。例如，电子计算机和人脑两者的结构极不相同，它们在许多方面具有对信息进行加工的共同逻辑功能，因而后者可以在某些方面用前者来代替。当然，系统功能的这种独立性是相对的。例如，计算机与人脑只是在信息处理方面有某种程度的相同功能，而在思维能力、顿悟、思想感情等很多方面都不具备相同功能。

另外，系统的结构也不是一成不变的，系统功能对系统结构具有巨大的反作用力。功能在与环境的相互作用中，会出现与结构不相适应的异常状态。当这种状态持续一段时间时，就会刺激并迫使结构发生变化，以适应环境的需要。例如，由于经济环境的变化，企业结构由生产型转变为经营型、开拓型；再如，由于信息技术和网络技术的发展，物流系统的结构将向分布式方向发展。系统功能对系统结构的反作用会引起两种可能的结果：要么促使系统结构优化，要么环境的变化引起系统原有的功能萎缩，最终出现结构的衰退。

总之，功能是系统外在的表现，结构是系统内在的规律，系统结构决定着系统的功能，而系统功能又对系统结构有反作用力，它们互相作用而又互相影响。一种功能可由多种结构来实现，同一结构的系统也可以发挥多种功能。系统工程为了实现最优化设计，往往设计多种模型来模拟同一系统的功能，并从