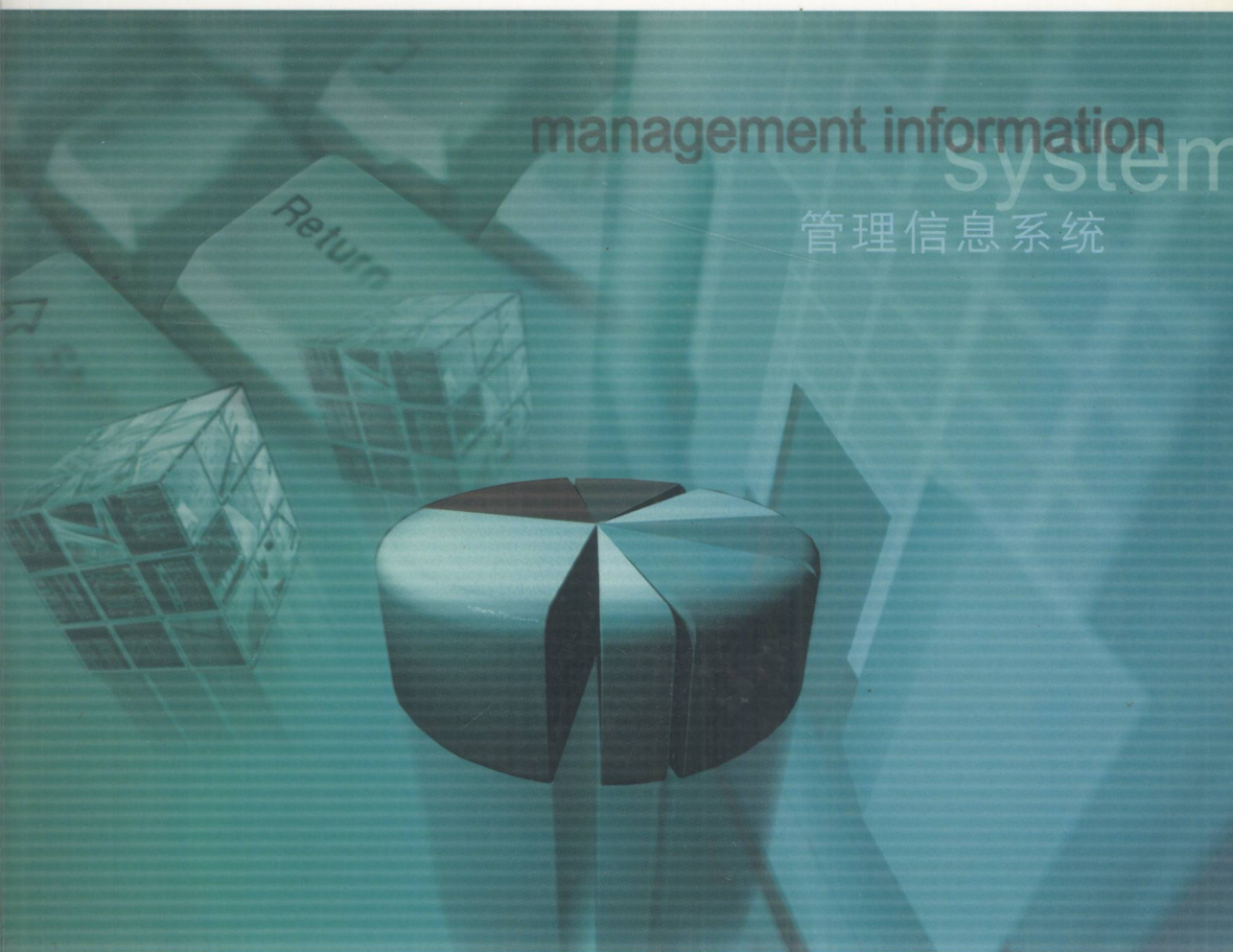




高等学校电子信息类规划教材

管理信息系统 分析与设计 (第二版)

■ 邝孔武 邝志云 编著



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

★ 21 世纪高等学校电子信息类系列教材

管理信息系统分析与设计

(第二版)

邝孔武 邝志云 编著

西安电子科技大学出版社

2003

内 容 简 介

本书分三篇共 11 章。第一篇介绍管理、信息、系统的基本概念和基本理论,包括系统论的基础知识,现代企业组织对信息系统的要求,管理信息系统的功能与结构。第二篇介绍信息系统的开发与管理,简要回顾信息系统建设的经验教训,重点讨论结构化分析与设计的技术、方法,以及开发项目的进程管理、质量管理、成本管理。第三篇介绍管理信息系统的发展,包括 DSS、BPR 的概念,开发系统的面向对象方法、原形法、软系统方法、一体化方法。

本书可作为高等学校信息系统与信息管理、计算机科学与技术、电子商务等专业的教材,也可供从事信息系统开发与管理的管理人员和管理人员阅读。

为方便学校教学,本书配有电子教案,需要者可与西安电子科技大学出版社联系,免费索取。

图书在版编目(CIP)数据

管理信息系统分析与设计/邝孔武,邝志云编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2003.6

ISBN 7-5606-0375-0

I. 管... II. 邝... III. 管理信息系统—高等学校—教材 IV. C931.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035004 号

责任编辑 马乐惠 阎彬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029) 8242885 8201467 邮 编 710071

http: //www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西画报社印刷厂

版 次 1995 年 12 月第 1 版 2003 年 6 月第 2 版 2003 年 6 月第 8 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17.625

字 数 414 千字

印 数 34 001~38 000 册

定 价 19.00 元

ISBN 7-5606-0375-0/TP·0144

XDUP 0645032-8

***** 如有印装问题可调换 *****

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990年已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,以“全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的、以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编定出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

这一版与第一版的结构相同，但加大了篇幅。主要的修改是：删去了一些比较陈旧的内容，增加了信息化、ERP、BPR 等概念，系统开发项目管理的理论与方法，以及软系统方法论在信息系统建设中的应用。

本书第 2 章、第 9 章由邝志云编写，邝孔武编写其余各章，并负责全书统稿。书中不妥之处，敬请批评指正。

第一版前言

本书是作者在多年教学实践和从事信息系统开发实际工作的基础上编写而成的，经全国工科电子类教材编审委员会、计算机教材编审小组评选择优推荐为计算机专业本科教学用书。电子科技大学杨成忠教授担任本书主审。在教学和工程实践中，作者深感明确系统、管理、信息等概念，树立系统思想是掌握开发技术的基础。

随着计算机在管理领域应用的广泛、深入，各种开发技术不断出现，并逐步完善、成熟。本书重点介绍在国内外广泛应用的结构化方法，简要介绍了近年来引起人们广泛注意的面向对象方法和第四代技术。

结构化方法产生以来，在数据处理领域一直颇为流行。可以说，这种方法的产生使信息系统的研制由一种艺术(Art)成为一种工程技术(Technology)。这种方法强调系统开发的阶段性。各个阶段的任务明确，便于检查控制。结构化分析方法简单明确，易学易用。作者在工程实践中发现，许多不懂计算机技术的管理人员不难看懂数据流程图。实践证明，这是一种比较成熟、实用的方法。但和其它方法一样，结构化方法还不是完美无缺的。这种方法主要着眼于系统功能方面的分析和设计，而在数据结构方面相对薄弱，未能很好地同数据库技术衔接，系统分析、系统设计两个阶段也不十分连贯。系统设计在很大程度上依赖设计者的经验和技能。基于这些考虑，作者结合在法国研修的成果，参照在法国十分流行的MERISE方法，对传统的结构化方法提出了某些改进，使之兼顾系统功能和数据结构两个方面，填补系统分析与系统设计两个阶段之间的空隙。我们称这种方法为“一体化方法”。

实践性强是本课程的特点之一，也是本科学生学习本课程的难点之一。绝大多数同学既无管理工作的实践，又无工程实践经验，学习中不容易领会这些方法的实质，提不出问题。作者曾多次给有一定实践经验的工程技术人员、管理人员讲授类似的课程，虽然课时少，但效果要明显得多。因此，在教学过程中必须针对学生特点，加强实践性教学。课程设计是本课程十分重要的一个环节，课题虽然较小，但毕竟是“麻雀虽小，五脏俱全”，对掌握有关技术大有裨益。本书附录中的几个课题，可供参考。

本书是在原“系统分析与设计”讲义的基础上修改而成的。杨成忠教授审阅了全书，提出了许多宝贵的意见，对此表示衷心的感谢。我院廖十四同志帮助编写了第十一章的§3，我系90级、91级的一些学生对原讲义提出了修改意见，在此一并致谢。

由于作者水平所限，加之编写时间匆促，书中难免有错误和不妥之处，某些论点尚待切磋，敬请批评指正。

编 者

1994年10月于北京信息工程学院

目 录

第一篇 基础概念

第 1 章 系统.....	1	2.5 管理系统的优点.....	25
1.1 系统的概念.....	1	习题 2.....	27
1.1.1 系统是什么.....	1	第 3 章 信息系统.....	28
1.1.2 系统的分类.....	2	3.1 信息的概念.....	28
1.2 系统的特性.....	4	3.1.1 信息的定义和性质.....	28
1.2.1 系统的整体性.....	4	3.1.2 人作为信息处理器的特点.....	30
1.2.2 系统的层次性.....	5	3.2 信息与决策.....	31
1.2.3 系统的目的性.....	6	3.2.1 信息是管理的基础.....	31
1.2.4 系统的突变性.....	7	3.2.2 决策过程.....	32
1.3 系统思想的发展.....	7	3.2.3 结构化决策与非结构化决策.....	33
1.3.1 古代朴素的系统思想.....	7	3.2.4 各管理层的决策特点.....	34
1.3.2 系统思想的淹没.....	8	3.3 管理信息系统.....	34
1.3.3 现代系统思想的兴起.....	8	3.3.1 管理信息系统的定义.....	34
习题 1.....	11	3.3.2 管理信息系统与计算机.....	35
第 2 章 管理系统.....	12	3.3.3 管理信息系统的基本功能.....	35
2.1 管理的概念.....	13	3.3.4 管理信息系统的结构.....	38
2.2 管理理论的发展.....	14	3.3.5 管理信息系统的实例.....	45
2.2.1 从“科学管理”到“管理科学”.....	14	3.4 信息系统的发展.....	49
2.2.2 从“人群关系”到“行为科学”.....	16	3.4.1 企业中信息系统的类型.....	49
2.2.3 决策理论学派.....	18	3.4.2 信息系统的发展趋势.....	50
2.2.4 系统理论学派.....	18	3.5 信息化.....	51
2.3 管理的基本职能.....	19	3.5.1 信息化的含义.....	51
2.4 企业管理系统的构成.....	21	3.5.2 信息化带动工业化.....	53
2.4.1 按功能结构分析系统.....	21	习题 3.....	53
2.4.2 按管理活动的层次划分.....	22		

第二篇 信息系统开发与管理

第 4 章 信息系统建设概论.....	55	4.2 信息系统开发方法.....	58
4.1 信息系统建设的回顾与思考.....	55	4.2.1 早期开发方法的不足.....	58
4.1.1 简单回顾.....	55	4.2.2 结构化方法的基本思想.....	59
4.1.2 成败原因的思考.....	56	4.2.3 面向对象方法.....	62

4.2.4 基于学习的开发方法.....	63	6.5 表达处理逻辑的工具.....	103
4.3 系统开发的组织管理.....	63	6.5.1 结构化语言.....	104
4.3.1 信息系统发展的诺兰模型.....	63	6.5.2 判定树(decision tree).....	105
4.3.2 建立信息系统的基础条件.....	64	6.5.3 判定表(decision table).....	106
4.3.3 系统开发的准备工作.....	65	6.5.4 三种表达工具的比较.....	110
4.3.4 选择开发方式.....	67	6.6 数据查询应用分析.....	111
4.3.4 系统开发的计划与控制.....	68	6.7 新系统逻辑模型的提出.....	111
习题 4.....	68	6.8 系统说明书.....	112
第 5 章 系统规划	69	6.8.1 系统说明书的内容.....	112
5.1 系统规划的任务、特点和原则.....	69	6.8.2 系统说明书的审议.....	113
5.1.1 系统规划的任务.....	69	习题 6.....	113
5.1.2 系统规划的特点.....	69	第 7 章 系统设计	115
5.1.3 系统规划的原则.....	70	7.1 系统设计的任务要求.....	115
5.2 信息系统的战略规划.....	71	7.1.1 系统设计的目标.....	117
5.2.1 信息系统战略规划的内容.....	71	7.1.2 系统设计的内容.....	117
5.2.2 信息系统战略规划的方法.....	71	7.2 结构化设计的基本概念.....	118
5.3 企业系统规划法.....	72	7.2.1 模块.....	118
5.3.1 总体规划的准备工作.....	73	7.2.2 结构图.....	118
5.3.2 组织机构调查.....	74	7.2.3 模块间的联系.....	119
5.3.3 定义管理目标.....	74	7.2.4 模块间的耦合.....	120
5.3.4 定义企业过程.....	75	7.2.5 模块的内聚.....	122
5.3.5 定义数据类.....	77	7.2.6 作用范围与控制范围.....	125
5.3.6 定义信息结构.....	80	7.2.7 模块的扇入与扇出.....	126
5.3.7 计算机逻辑配置方案.....	82	7.2.8 病人监护系统实例.....	127
5.4 可行性研究.....	83	7.3 从数据流图导出结构图.....	131
5.4.1 可行性研究的内容.....	83	7.3.1 变换分析.....	131
5.4.2 可行性分析报告.....	85	7.3.2 事务分析.....	133
习题 5.....	85	7.3.3 数据流图层次的转换.....	134
第 6 章 系统分析	86	7.4 代码设计.....	135
6.1 系统分析的任务.....	86	7.4.1 代码的作用.....	135
6.2 作业流程图.....	89	7.4.2 代码的种类.....	136
6.3 数据流图.....	90	7.4.3 代码的类型.....	137
6.3.1 数据流图的基本成分.....	90	7.4.4 代码校验方法.....	138
6.3.2 数据流图的画法.....	92	7.4.5 代码设计的原则.....	139
6.3.3 画数据流图的注意事项.....	95	7.4.6 代码设计的步骤.....	139
6.4 数据字典.....	98	7.5 输出设计.....	139
6.4.1 数据字典的各类条目.....	99	7.6 输入设计.....	140
6.4.2 数据字典的使用与管理.....	102	7.6.1 输入设计的原则.....	140

7.6.2 输入设计的内容.....	141	8.6.2 维护的类型.....	172
7.6.3 数据记录格式设计.....	141	8.6.3 系统维护的管理.....	173
7.6.4 输入数据的校验方法.....	144	习题 8.....	174
7.7 人机对话设计.....	145	第 9 章 系统开发的管理	175
7.7.1 人机对话设计的原则.....	145	9.1 项目与项目管理.....	175
7.7.2 人机对话的方法.....	145	9.1.1 项目.....	175
7.7.3 图形用户界面设计.....	147	9.1.2 项目管理及其特点.....	176
7.8 计算机处理过程的设计.....	147	9.2 进度管理.....	177
7.9 计算机系统的选择.....	151	9.2.1 工作分析结构与责任矩阵.....	177
7.10 系统设计说明书.....	151	9.2.2 网络图.....	179
习题 7.....	152	9.2.3 进度安排.....	182
第 8 章 系统实施与维护	153	9.2.4 进度控制.....	185
8.1 系统实施阶段的任务.....	153	9.3 经费管理.....	188
8.1.1 系统实施阶段的主要活动.....	153	9.3.1 信息系统开发项目成本测算.....	188
8.1.2 系统实施阶段的特点.....	154	9.3.2 成本计划的变更控制.....	191
8.2 自顶向下的实现方法.....	154	9.4 质量管理.....	193
8.3 编程方法.....	156	9.4.1 全面质量控制.....	193
8.3.1 好程序的标准.....	156	9.4.2 软件质量管理.....	195
8.3.2 结构化程序设计.....	157	9.5 文档管理.....	197
8.3.3 面向对象的程序设计(OOP).....	158	9.5.1 文档的作用与地位.....	197
8.3.4 可视化编程技术.....	159	9.5.2 文档的类型和内容.....	198
8.3.5 程序的内部文档.....	160	9.5.3 文档的编写与管理.....	199
8.3.6 编程风格.....	161	9.6 人员管理.....	199
8.4 系统测试.....	163	9.6.1 项目负责人.....	200
8.4.1 测试的概念.....	163	9.6.2 项目团队.....	201
8.4.2 测试的原则.....	165	9.7 系统开发的监理.....	204
8.4.3 测试用例设计.....	166	9.7.1 监理的概念与作用.....	204
8.4.4 排错.....	170	9.7.2 监理的内容.....	205
8.5 系统的交付使用.....	170	9.7.3 监理的工作准则.....	205
8.6 系统维护.....	171	习题 9.....	206
8.6.1 维护的内容.....	172		

第三篇 管理信息系统的发展

第 10 章 决策支持系统与企业	
过程重组	207
10.1 决策支持系统的概念.....	207
10.2 决策支持系统的结构.....	209
10.2.1 决策支持系统的概念结构.....	209
10.2.2 决策支持系统的框架结构.....	210
10.2.3 决策支持系统的四种结构形式.....	212
10.3 决策支持系统的研制.....	213
10.3.1 DSS 研制方法的特点.....	213
10.3.2 DSS 开发的三个层次.....	214

10.3.3 生命周期法.....	216	11.2.1 面向对象方法的原则和特点	233
10.4 企业经营过程重组.....	216	11.2.2 统一建模语言.....	234
10.4.1 BPR 的定义.....	217	11.2.3 面向对象方法的分析与 设计过程.....	235
10.4.2 典型案例.....	218	11.2.4 用例与用例图.....	235
10.4.3 BPR 的特点.....	219	11.2.5 对象与类图.....	239
10.4.4 BPR 对企业的影响.....	220	11.2.6 交互图.....	245
10.5 BPR 的实施.....	221	11.3 原型法.....	246
10.5.1 实施 BPR 的有关人员	221	11.3.1 原型法的基本步骤.....	247
10.5.2 实施 BPR 的工作步骤.....	222	11.3.2 原型法的优缺点.....	248
习题 10.....	223	11.4 软系统方法.....	248
第 11 章 信息系统开发方法的进展	224	11.4.1 软系统方法论.....	248
11.1 一体化方法.....	224	11.4.2 软系统方法论在信息系统建设 中的应用.....	251
11.1.1 概念术语.....	225	11.5 软件开发工具.....	257
11.1.2 菜单树初步设计	225	11.5.1 软件开发工具的分类.....	258
11.1.3 事务设计.....	228	11.5.2 实用的开发工具简介.....	259
11.1.4 事务的结构化描述	230	习题 11.....	261
11.1.5 数据库模式设计	230		
11.2 面向对象方法.....	233		
附录 A 关于课程设计的建议	262		
附录 B 系统开发文档的编写目的和内容	264		
参考文献	271		

1.1 系统的概念

1.1.1 系统是什么

系统的概念，我们并不陌生。我们经常说到各种系统，诸如自然界的生物系统，农业的灌溉系统，人体的消化系统、呼吸系统、神经系统，计算机的操作系统、数据库管理系统，人类社会的行政系统、教育系统，等等。

尽管系统一词频繁出现在社会生活和学术领域中，但不同的人在不同的场合往往给它赋予不同的含义。长期以来，系统概念的定义和特征的描述没有统一规范的定论。我们采用下述描述性定义：系统是由相互联系和相互制约的若干组成部分结合成的、具有特定功能的有机整体。

这个定义可以从三个方面理解：

(1) 系统是由若干元素组成的。这些元素可能是一些个体、元件、零件，也可能本身就是一个系统(称为子系统)。例如，鼻、咽、喉、气管、支气管、肺等器官构成人的呼吸系统。呼吸系统又是人体(系统)的一个子系统。

(2) 系统有一定的结构。一个系统是其构成元素的集合，这些元素相互联系、相互制约。系统内部各要素之间相对稳定的联系方式、组织秩序及时空关系的内在表现形式，就是系统的结构。例如，钟表由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成，但一堆齿轮、发条、指针随意放在一起却不能构成钟表。人体由各种器官组成，但各个器官简单拼合在一起不是一个活人。

(3) 系统有一定的功能，特别是人造系统总有一定的目的性。功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功效。系统的组织方式，正是为了适应这种功能和目的要求。呼吸系统的功能是进行体内外的气体交换。信息系统的功能是进行信息收集、传递、储存、加工、维护和使用，辅助决策，帮助企业实现目标。

虽然系统的定义形形色色，但都包含了这三个方面。因此，这三点是定义系统的基本出发点。

我们稍加分析，可以发现“系统”一词几乎从不单独使用，而往往与一个修饰词组成

复合词，如前面提到的“消化系统”、“教育系统”、“生物系统”，等等。前面的修饰词，如“教育”、“生物”等，描述了研究对象的物质特征，即“物性”(thinghood)；而“系统”一词，表征所述对象的整体特征，即“系统性”(systemhood)。对某一具体对象的研究，既离不开对物性的讨论，也离不开对系统性的阐述。系统科学研究所有实体作为整体对象的特征，如整体与部分、结构与功能、稳定与演化，等等。切克兰德(Checkland)指出，系统科学所讨论的系统，既代表了现实中可以观察到的作为一个复杂整体而存在的实体，又用来描述一个抽象的整体。当系统作为一个整体的抽象概念使用时，它是一个认识工具，可以用它来感知和表示现实世界中的系统。他认为应该用“整元”(holon)的概念来描述一个抽象的整体，用以区别日常语言中用来描述现实实体的“系统”一词，提出了建立“整元”基础上的系统认识论。“整元”一词，较恰当地描述了一个系统在一个层次结构中的特性。即任何一个系统既是由许多部分构成的整体，又是更大一个系统的元素。任何整元都位于这样一个层次结构中的某一特定层次。这样，系统认识论就构成一个连贯的整体，对世界的认识就成为一个不断循环的过程，如图 1.1 所示。

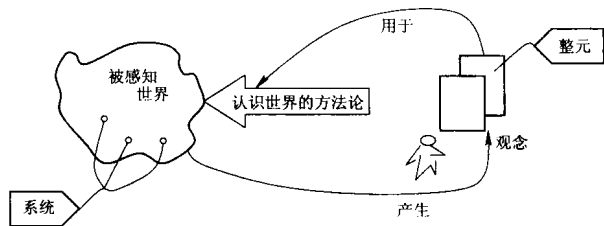


图 1.1 系统是认识世界的工具

1.1.2 系统的分类

系统有各种形态，可以从不同角度将系统分类。

1. 按系统的复杂程度分类

系统思想诞生于人类应付日益增加的“有组织的复杂性”的尝试。博尔丁(Boulding)按复杂程度把系统分成 9 个等级。从复杂程度较低的框架结构，到最复杂的超越知识的超越系统(transcental systems)，如图 1.2 所示。底层三级是物理系统，中间三级是生物系统，高层三级是最复杂的人类社会及宇宙系统。我们将要讨论的信息系统属于最复杂的社会文化系统。

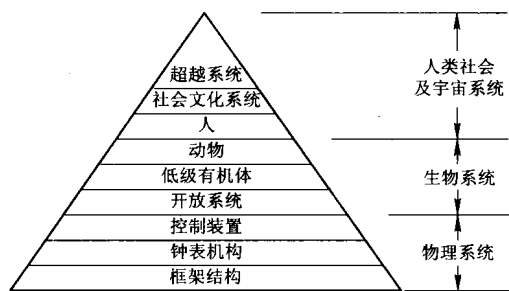


图 1.2 系统复杂性等级

2. 按系统的起源分类

按系统的起源不同，可以分为自然系统和人工系统。人工系统包括：人工物理系统、人工抽象系统和人类活动系统三种类型。

从物理学中描述的亚原子系统，到地球上的山川河流、生命系统，直至银河系统，都是自然系统。自然系统是进化形成的不可还原的整体。只要宇宙的式样和规律不是反复无常的，这些系统就不能是别的样子。太阳总是从东方升起，彩虹的颜色总是同一花样。这是自然系统的显著特征。

人工物理系统起源于人类的某个目的，是为某个目的设计出来的，它的存在也是为了服务于该目的。锤子、电车、空间火箭是人工物理系统。人为了钉钉子而设计和制造了锤子。锤子有一定的物理形态，而且一旦形成则不易改变。

人的设计能力不限于建造物理的人造物。我们可以看到大量被描述为人工抽象系统的东西，如数学、诗歌和哲学。它们代表着人类有序的有意识的产品。它们本身是抽象系统，有了书、磁带、蓝图等人工物理系统作为载体，才为人们所把握。它们也是与某个目的有关而存在的，例如为了扩大知识。

人类活动系统(human activity system)是有目的的人类活动的集合。这类系统起源于人的自我意识。人类活动系统与自然系统、人工物理系统的根本差别在于，后者一旦显现出来，就再也不能是别的样子，而人类活动系统往往不会有惟一的(可检验的)认识，观察者可根据其世界观不同而有不同的理解。当然，人类活动系统离不开其它一些系统。例如，铁路是人类活动的场所，就与人工物理系统铁路网、火车站、铁轨、机车补给站等联系在一起。

四类系统如图 1.3 所示。

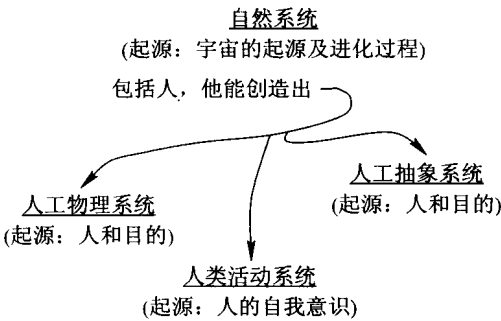


图 1.3 自然系统与人工系统

3. 按系统的抽象程度分类

按系统的抽象程度，可分为概念系统、逻辑系统和实体系统。

实体系统又称为物理系统(physical system)，是最具体的系统。它是完全确定的系统，其组成部分是完全确定的存在物，如矿物、生物、能量、机械、人类等实体。如果是计算机系统，那么机器型号、终端数目、分布位置、软件方面的操作系统、编程语言等等都已完全确定。实体系统是已经存在或完全能实现的，所以又称为实在系统。

概念系统(conceptual system)是最抽象的系统。它是人们根据系统目标和以往的知识构

思出来的系统雏形。它虽然不很完善，也有可能不能实现，但它表述了系统的主要特征，描绘了系统的大致轮廓。

从抽象程度讲，逻辑系统(logical system)介于概念系统与实体系统之间。

这样划分系统，可以帮助我们在构造系统时由浅入深，阶段明确，步骤清楚。研制信息系统的过程，是一个“具体—抽象—具体”的过程。通过对现行系统进行初步调查，明确新系统的目标和功能框架，这就是概念系统，或称为概念模型。在系统分析阶段，通过对现系统的详细调查，并参考对新系统的目标要求(即概念模型)，构造出新系统的逻辑模型。与概念模型相比，新系统的逻辑模型更具体了。总体规划对系统的结构只划分到子系统，数据只区分为“类”，而系统分析阶段则把子系统内部结构具体化了，数据之间的关系更明确具体了。在论证和确定逻辑模型的基础上设计出来的物理模型，是将子系统划分为层次结构的功能模块，这时数据存储的数据库结构也就设计出来了。系统实施阶段的结果则是交付用户一个可实际运行的系统，即实体系统。

4. 按系统与环境的关系分类

按照系统与环境间的相互关系，可将系统分为开放系统与封闭系统两类。开放系统是指与其环境之间有物质、能量或信息交换的系统。封闭系统与环境没有任何物质、能量和信息的交换。开放系统还可以进一步区分为：只有能量交换的系统，同时进行能量、物质交换的系统，以及有物质、能量和信息交换的系统。若忽略落下的流星和宇宙尘埃，地球与其环境只有能量交换。生命系统、社会系统都是开放系统。物质、能量、信息的交流，对生命系统和社会系统具有重要的意义。严格地讲，现实世界中没有完全意义上的封闭系统。因此，对系统的开放性和封闭性不能绝对化。

系统具有边界，边界划分系统与环境。边界可以帮助我们理解开放系统与封闭系统的区别。封闭系统具有不可贯穿的边界，而开放系统的边界具有可渗透性。

1.2 系统的特性

1.2.1 系统的整体性

整体性是系统最重要的特性，是系统论的基本原理。系统之所以成为系统，首先是系统具备整体性。

系统整体性指的是，系统是由若干要素组成的具有一定新功能的有机整体。各个要素一旦组成系统整体，就具有独立要素所不具备的性质和功能，形成新的系统的质的规定性，从而表现出整体的性质和功能不等于各个要素的性质和功能的简单相加。

整体与部分的关系，可以有两种情况。一种是各个部分简单凑合在一起，另一种是各个部分有机地结合在一起，即有一定的结构，各个部分相互联系，相互制约，构成有机整体——系统。在后一种情况下，“部分”只有在“整体”中才能体现它具有的意义。正如黑格尔所说的，一只手如果从身体上割下来，按照名称虽然可以叫做手，但按照实质来说，已经不是手了。其次，构成系统的要素所具备的内在根据，只有在运动过程才得以体现。钟表的各个零部件不仅要有一定的关系有机地组合在一起，上紧发条，而且与标准钟校准后，它的报时才有意义。整体的有机性，不仅表现为内部要素的联系，也表现为它与外部

环境的联系。亚里斯多德的名言：“整体大于它的部分之和”，精辟地指出了系统整体性的本质，强调整体不是各部分的简单累加。从“质”的方面讲，整体具有其构成要素所没有的性质。从“量”方面讲，整体可以大于、等于或小于其部分之和。“三个臭皮匠，赛过诸葛亮”，皮匠虽说不才，但若同心同德，群策群力，就能赛过足智多谋的诸葛亮。当系统要素协同配合时，将发挥出好的作用和效益。这就是整体大于部分之和。但整体也可能小于部分之和。“一个和尚挑水吃，两个和尚抬水吃，三个和尚没水吃”。这是整体小于部分之和的通俗说明。拿破仑曾经把法国骑兵和马木留克骑兵作比较，前者骑术差但有纪律，善于互相配合和协同作战。后者骑术精良、善于单个格斗，但没有纪律又不善于互相配合和协同作战。拿破仑认为：两个马木留克兵绝对能打赢三个法国兵，一百个法国兵和一百个马木留克兵势均力敌，三百个法国兵大都能战胜三百个马木留克兵，而一千个法国兵则总能打败一千五百个马木留克兵。在这例子中，法方是整体大于部分之和，而马木留克方则是整体小于部分之和。无论整体大于或小于部分之和，都与亚里士多德的话不矛盾，都是对认为系统只是各部分简单累加这种形而上学偏见的否定。

系统的整体性是由系统的有机关联性作保证的。一方面，系统内部诸要素相互关联、相互作用。系统的部分是构成整体的内部依据，但是部分之间的联系的方式也是决定系统整体特性的重要方面。同一组元素 P_i 处于两个不同的关系 R 、 R' 中就会表现出不同的特点。例如，石墨和金刚石的成分都是碳，但分子排列不同，二者的硬度有很大的差别。另一方面，系统与外部环境有物质、能量、信息的交换，有相应的输入和输出。这是系统与环境的有机关联，即系统的开放性。系统向环境的开放，是系统向上发展的前提，也是系统稳定存在的条件。因此为了增强系统的整体效应，一方面要提高系统构成部分的素质，另一方面要分析各要素的组合情况，使之保持合理状态，还要分析整体与环境的关联情况。

整体性观念是我国传统学术思想的一大特色。阴阳五行观念对中国古代科学和艺术的发展，产生过深远的影响。中医的基础理论、诊断方法、治疗方法处处注意全局。但是，古代朴素的整体观，缺乏对各部分的分析，这是一种致命的缺陷。没有分析的整体论，往往成为伪科学或非科学的避难所。

分析是把整体分解为部分来加以认识。客观世界本来是处于相互联系之中的，但人们为了深入认识部分，从而更好地认识整体，不得不把特定系统从普遍联系中暂时划分出来，孤立静止地加以剖析。近代科学正是借助于分析方法取得辉煌成就的。也正是由于这个原因，分析曾一度被当作唯一的科学方法，片面地强调分析。认为只要理解了部分，也就理解了整体，即整体等于部分之和，是一种只见树木而不见森林的片面观点。

系统论吸收了朴素整体论从整体上看问题的长处，以及近代科学分析方法的长处，注意克服它们各自的片面之处，将二者结合起来，形成部分和整体、分析和综合相结合的系统方法论。这是我们认识世界的有效方法，也是指导信息系统建设的有效方法。

1.2.2 系统的层次性

层次性是系统的一种基本特征。系统的层次性指的是，由于组成系统的诸要素的种种差异，使系统组织在地位和作用、结构和功能上表现出等级秩序性，形成具有质的差异的系统等级。

我们知道，系统是由要素组成的。但是，一方面，系统又是上一级系统的子系统(要素)，

而这上一级系统又是更上一级系统的要素。另一方面，这一系统的要素却是由低一层的要素组成的，再向下，这低一层的要素又是由更低一层的要素组成的。最下层的子系统由组成系统的基本单位的各个部分构成。这样，由好几个层次组成金字塔结构。可见系统的层次区分是相对的。系统的整体性，是指一定层次中形成一定结构基础上的整体性。系统功能则是指系统与外部环境(它的上层系统)相互联系和相互作用的秩序和能力。伴随着结构的层次化，系统功能对于上层的系统来说，一层一层地具体化。

在分析系统的时候，必须注意系统的层次性。把握了这一点，可以减少认识事物的简单化和绝对化。既要注意把一个子系统看作上层系统中的一个要素，求得统一的步调，又要注意到它本身又包括着复杂的结构。一般来说，高一层结构对低层结构有更大的制约性。低一级的结构是高一级结构的基础，反作用于高一级结构。从层次的观点看，“黑箱”方法是正确认识复杂事物和处理问题的有效方法。“黑箱”方法是指在认识的某一个阶段，把某种认识对象看作一个封闭的箱子，我们只了解外界对它的输入、输出，而暂时不打开这个箱子了解其内部结构。这种方法引导人们自觉、主动地控制讨论问题的层次和范围，在每个具体时刻，都集中力量于应当注意的层次，暂不顾下一层的细节，以免分散精力。当这一层的问题弄清楚之后，再根据需要深入到下一层次的某些细节中去。这样，“黑箱”逐步变为“灰箱”，最后变为“白箱”。

1.2.3 系统的目的性

系统的目的性是系统发展变化时表现出来的特点。系统在与环境的相互作用中，在一定的范围内，其发展变化表现出坚持趋向某种预先确定的状态。

“目的”本来限于表达与人的意识活动相联系的范畴。系统科学的兴起，赋予目的性以全新的科学解释。维纳等控制论的创立者从系统的行为角度分析了系统的复杂行为，把行为、目的等概念变成科学概念。按照控制论的观点，目的性行为即是受到反馈控制的行为，系统的目的可以通过系统的活动来实现。目的，即预先确定的目标，引导着系统的行为。人工控制系统总是为了实现一定的预期目的，因此，必须依据反馈信息不断调节系统行为，才能实现预期目的。当系统处于所需要的状态时力图保持系统状态的稳定；而当系统不是处于所需状态时，引导系统由现有状态稳定地变到预期状态。人工系统的目标，实际上是事先确定的人为目标，这种目标常常并不以对象实体来定义，而是以关于对象的条件来定义的。例如，所谓导弹可以自动寻找目标，不是导弹可以认识对象实体，而是它可以根据对象所发出的不同于其背景的某些特定的物理条件，运用人为设计好的并安装于其中的自动反馈机制来调整本身的行为，实现跟踪目标对象的目的。

系统的目的性原理，具有实践上的指导意义。一个系统的状态不仅可以用其现实状态来表示，还可以用一定状态的终态来表示，用现实状态与发展终态的差距来表示。因此，人们不仅可以从原因来研究结果，以一定的原因来实现一定的结果，而且可以从结果来研究原因，按照设定的目的来要求一定的原因。系统工程方法的基本思路是：要解决的问题有一个明确的目标，我们要选取达到它的几种途径，于其中找出一种最好的途径，实施并加以监控、修正，最后达到目标。

1.2.4 系统的突变性

系统的突变性，是指系统通过失稳从一种状态进入另一种状态的一种突变过程。它是系统质变的一种基本形式。

突变是一种普遍的自然现象和社会现象。如自然现象中火山爆发、寒流突至，工程现象中桥梁坍塌、河堤决口，社会运动中战火突起、股票暴涨，精神现象中灵感突来，等等。

系统的突变通过失稳而发生，因此突变与系统稳定性相关。突变成为系统发展过程中的非平衡因素，是稳定中的不稳定。当系统个别要素的运动状态或结构功能的变异得到其它要素的响应时，子系统之间的差异进一步扩大，加大了系统内的非平衡性。当它得到整个系统的响应时，整个系统一起行动起来，系统就要发生质变，进入新的状态。

1.3 系统思想的发展

现代系统理论诞生于 19 世纪 40 年代。它的产生和发展，彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式，是继相对论和量子力学之后的又一次伟大的科学革命。它既是现代科学高度发展的产物，又是人们原始思维的延续。今天的系统理论中的许多观点，可以一直追溯到有文字记载的最始端。也许在文字发明之前，人类就已经自觉不自觉地用原始的系统方式看待周围的自然界了。回顾系统的渊源，有助于深入理解系统理论的内涵，掌握其实质。

1.3.1 古代朴素的系统思想

在人们自觉认识到系统思想之前，就进行着系统思维。例如，古希腊哲学家亚里士多德关于“整体大于部分之和”的论述，就是系统论最基本的思想。

系统思维是我国传统思想的一个突出特点。这种思维方式是中国古代文明位于世界前列的一个重要因素，特别是那些组织系统性很高的领域，如天文学、管理学、军事、农学和医学领域，获得了超乎寻常的成果。春秋时期孙武所作的《孙子兵法》运用系统思想从全面战略高度来讨论战争，提出了与现代“综合国力论”相似的理论，用动态系统运筹观点对战争进行了淋漓尽致的分析。2000 多年来，《孙子兵法》一直为中外军事家所重视，拿破仑在战争中经常批读，德皇威廉二世在第一次世界大战失败后读到《孙子兵法》时叹息“相见恨晚”。20 世纪 80 年代世界上又掀起“孙子”热，将其思想运用于军事之外的管理领域。公元前 250 年，李冰父子主持修建的都江堰，是一个宏大的防洪灌溉系统工程。他们吸取了前人的经验，巧妙地利用当地的自然条件，把几个相对简单的工程有机地结合起来，获得了任何一项单独工程都不可能取得的效应。都江堰工程使成都平原获得天府之国的美誉。2000 多年前修建的都江堰工程不仅至今受益，而且其设计、施工水平也留给我们许多有益的启示。耗散结构的创始人、诺贝尔奖金获得者普律高津(I.prigogine)指出“中国传统的学术思想着重研究整体性和自然性，研究协调和协和。现代科学的发展……更符合中国的哲学思想。”他指出中国的思想对于西方科学家来说，始终是个启迪的源泉。

现代文明的伟大成就，或许是古人绝对想象不到的。但当人们回首整个人类思想的发展历程时，当科学的发展推动着人们用系统眼光重新看待世界时，人们会惊奇地发现，在