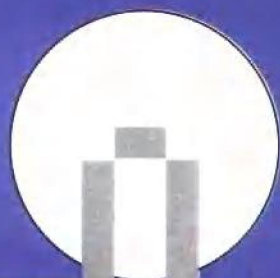




高等学校  
电子信息类  
规划教材



邝孔武 王晓敏 编著

# 信息系统分析与设计



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

信  
息  
系  
统  
分  
析  
与  
设  
计

高等学校电子信息类规划教材

# 信息系统分析与设计

邢孔武 王晓敏 编著

清华大学出版社

**(京)新登字 158 号**

### 内 容 简 介

本书共 12 章,可以分为三部分。前三章为第一部分,介绍系统、管理、信息等基础概念。第 4 章至第 9 章为第二部分,讨论信息系统建设,按系统生命周期分别介绍系统规划、系统分析、系统设计、系统实施、系统维护管理各个阶段的任务、实现方法。后三章为第三部分,讨论信息系统的发展,介绍决策支持系统、企业过程重组的概念,以及原型法、面向对象方法、软件开发工具。

本书可作为信息管理、计算机应用等专业的教材,也可供从事信息系统建设的技术人员、管理人员参考。

**版权所有,翻印必究。**

**本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。**

### 图书在版编目(CIP)数据

信息系统分析与设计/邝孔武,王晓敏编著. —北京:清华大学出版社,1999

ISBN 7-302-03390-0

I. 信… II. ①邝… ②王… III. 信息系统-系统分析③信息系统-系统设计  
IV. G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 06759 号

**出版者:** 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

**印刷者:** 大中印刷厂

**发行者:** 新华书店总店北京发行所

**开 本:** 787×1092 1/16 **印张:** 16.75 **字数:** 390 千字

**版 次:** 1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

**书 号:** ISBN 7-302-03390-0/TP·1836

**印 数:** 0001 ~ 5000

**定 价:** 16.00 元

# 前 言

---

顾名思义,本书讨论信息系统的开发技术。的确,信息系统开发和维护技术是本书的主要内容。但是,随着信息系统概念及应用的发展,成功的经验和失败的教训使人们认识到,信息系统建设过程是复杂的社会过程。系统观点是系统建设的重要思想武器,管理知识的运用甚至比技术起着更重要的作用。本书多处强调了这些观点,相信读者一定会注意到这一点。本书前3章介绍系统思想、管理和信息系统的一些基本知识,但限于篇幅和编者水平,感到言不尽意。而对于开设了“信息系统导论”一类课程的专业,这部分内容可以不讲或少讲。

本书第4章至第9章讨论信息系统建设。这部分是按照结构化思想展开的。第4章是系统建设概论,第5章介绍总体规划,后面各章分别介绍系统分析、设计、实施、维护各阶段的任务、技术、工具。在实际教学中,讲完第9章之后再讲第5章,效果可能更好。一方面,系统总体规划的内容更抽象一些,学生通过其他章节的学习,并结合课程设计具体实施一个小系统之后,会对系统规划有更深入的理解。另一方面,这样做也有助于课程设计的进行。课程设计一般与课堂讲授穿插进行,讲授系统分析之后布置课题,学生按小组完成课题系统分析及以后各阶段的工作。系统实施要占用较多的课外时间,在此期间完成总体规划及其余章节的课堂讲授。这样安排,课程设计的时间跨度长一些,效果更好。

实践性强是本课程的一个重要特点。根据我们的体会和兄弟院校的经验,课程设计是本课程必不可少的一个环节。课程设计的课题不宜太大,又要“五脏俱全”,称得上是一个系统,最好能有用户配合,使学生真正体会系统分析的滋味。本书附录中提出了一些实施建议和课题,供参考。

本书第2章、第8章和第12章“面向对象方法”一节及附录由王晓敏编写。邝孔武编写其余各章,并负责总体修改和统稿。

在本书编写过程中,历届学生沈志芳、宋扬、徐志远等同学提出了有益的建议,在此一并表示感谢。特别是北京理工大学的龚元明教授、樊孝忠教授仔细审阅了本书的全稿,提出了许多宝贵的修改建议,清华大学出版社编辑柳萍女士为本书的出版付出了辛勤的劳动,借此机会,一并表示我们诚挚的谢意。

由于编者水平所限,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  
1998年6月

# 目 录

前言 .....	I
<b>第 1 章 系统思想</b> .....	1
1.1 系统的概念 .....	1
1.1.1 什么是系统 .....	1
1.1.2 系统的分类 .....	2
1.2 系统的特性 .....	4
1.2.1 系统的整体性 .....	4
1.2.2 系统的层次性 .....	5
1.2.3 系统的目的性 .....	6
1.2.4 系统的稳定性 .....	7
1.2.5 系统的突变性 .....	7
1.2.6 系统的自组织性 .....	7
1.2.7 系统的相似性 .....	8
1.3 系统思想的发展 .....	8
1.3.1 古代朴素的系统思想 .....	8
1.3.2 系统思想的淹没 .....	9
1.3.3 现代系统思想的兴起 .....	10
习题 .....	12
<b>第 2 章 管理系统</b> .....	13
2.1 管理的概念 .....	13
2.2 管理的基本职能 .....	15
2.3 管理理论的发展 .....	17
2.3.1 从“科学管理”到“管理科学” .....	17
2.3.2 从“人群关系”到“行为科学” .....	19
2.3.3 决策理论学派 .....	21
2.3.4 系统理论学派 .....	21
2.4 企业管理系统的构成 .....	22
2.4.1 按功能结构分析系统 .....	22
2.4.2 按管理活动的层次划分 .....	23
2.5 管理系统的特点 .....	26

习题 .....	28
<b>第3章 信息系统 .....</b>	<b>29</b>
3.1 信息的概念 .....	29
3.1.1 信息的定义和性质 .....	29
3.1.2 人作为信息处理器的特点 .....	31
3.2 信息与决策 .....	32
3.2.1 信息是管理的基础 .....	32
3.2.2 决策过程 .....	33
3.2.3 结构化决策与非结构化决策 .....	34
3.2.4 各管理层的决策特点 .....	35
3.3 管理信息系统 .....	35
3.3.1 管理信息系统的定义 .....	35
3.3.2 管理信息系统与计算机 .....	36
3.3.3 管理信息系统的基本功能 .....	37
3.3.4 管理信息系统的结构 .....	39
3.3.5 管理信息系统的实例 .....	46
3.4 信息系统的发展 .....	49
3.4.1 企业中信息系统的类型 .....	49
3.4.2 信息系统的发展趋势 .....	50
习题 .....	51
<b>第4章 信息系统建设概论 .....</b>	<b>52</b>
4.1 信息系统建设是复杂的社会过程 .....	52
4.1.1 信息系统建设的复杂性 .....	52
4.1.2 信息系统开发是一个社会过程 .....	53
4.2 信息系统的生命周期 .....	54
4.2.1 系统规划阶段 .....	54
4.2.2 系统分析阶段 .....	54
4.2.3 系统设计阶段 .....	55
4.2.4 系统实施阶段 .....	56
4.2.5 系统运行和维护阶段 .....	56
4.3 信息系统开发方法概述 .....	56
4.3.1 早期开发方法的不足 .....	56
4.3.2 结构化方法的产生 .....	57
4.3.3 结构化方法的基本思想 .....	58
4.3.4 原型法的基本思想 .....	59
4.3.5 面向对象方法 .....	60

4.4	系统开发的组织管理	60
4.4.1	建立信息系统的基础条件	60
4.4.2	系统开发的准备工作	62
4.4.3	选择开发方式	63
4.4.4	系统开发的计划与控制	64
	习题	65
<b>第5章</b>	<b>系统规划</b>	<b>66</b>
5.1	系统规划的任务与特点	66
5.1.1	系统规划的任务	66
5.1.2	系统规划的特点	67
5.1.3	系统规划的原则	67
5.2	信息系统的战略规划	68
5.2.1	信息系统战略规划的内容	68
5.2.2	信息系统战略规划的方法	68
5.3	企业系统规划法	70
5.3.1	总体规划的准备工作	70
5.3.2	组织机构调查	71
5.3.3	定义管理目标	72
5.3.4	定义管理功能	72
5.3.5	定义数据类	74
5.3.6	定义信息结构	76
5.3.7	计算机逻辑配置方案	79
5.4	可行性研究	80
5.4.1	可行性研究的内容	80
5.4.2	可行性分析报告	82
	习题	83
<b>第6章</b>	<b>系统分析</b>	<b>84</b>
6.1	系统分析的任务	84
6.2	作业流程图	86
6.3	数据流程图	88
6.3.1	数据流程图的基本成分	88
6.3.2	数据流程图的画法	90
6.3.3	画数据流程图的注意事项	93
6.4	数据字典	96
6.4.1	数据字典的各类条目	97
6.4.2	数据字典的使用与管理	100

6.5	表达处理逻辑的工具 .....	102
6.5.1	结构化语言 .....	102
6.5.2	判定树 .....	104
6.5.3	判定表 .....	104
6.5.4	三种表达工具的比较 .....	108
6.6	数据查询应用分析 .....	109
6.6.1	数据存取要求的基本类型 .....	110
6.6.2	数据立即存取图 .....	112
6.7	新系统逻辑模型的提出 .....	113
6.8	系统说明书 .....	114
6.8.1	系统说明书的内容 .....	114
6.8.2	系统说明书的审议 .....	115
	习题 .....	116
<b>第7章</b>	<b>系统设计 .....</b>	<b>118</b>
7.1	系统设计的任务要求 .....	118
7.1.1	评价信息系统的标准 .....	118
7.1.2	系统设计的目标 .....	120
7.1.3	系统设计的内容 .....	120
7.2	结构化设计的基本概念 .....	121
7.2.1	模块 .....	121
7.2.2	结构图 .....	121
7.2.3	模块间的联系 .....	122
7.2.4	模块间的耦合 .....	123
7.2.5	模块的内聚 .....	125
7.2.6	作用范围与控制范围 .....	128
7.2.7	模块的扇入与扇出 .....	130
7.2.8	实例:病人监护系统 .....	130
7.3	从数据流程图导出结构图 .....	135
7.3.1	变换分析 .....	135
7.3.2	事务分析 .....	137
7.3.3	数据流程图层次的转换 .....	138
7.4	一体化设计方法 .....	139
7.4.1	基本概念 .....	140
7.4.2	选单树初步设计 .....	140
7.4.3	事务设计 .....	143
7.4.4	事务的结构化描述 .....	145
7.4.5	数据库模式设计 .....	146



7.5	代码设计 .....	149
7.5.1	代码的作用 .....	149
7.5.2	代码的种类 .....	150
7.5.3	代码的类型 .....	151
7.5.4	代码校验方法 .....	152
7.5.5	代码设计的原则 .....	153
7.5.6	代码设计的步骤 .....	153
7.6	输出设计 .....	154
7.7	输入设计 .....	154
7.7.1	输入设计的原则 .....	154
7.7.2	输入设计的内容 .....	155
7.7.3	数据记录格式设计 .....	156
7.7.4	输入数据的校验方法 .....	158
7.8	人机对话设计 .....	159
7.8.1	人机对话设计的原则 .....	159
7.8.2	人机对话的方法 .....	160
7.8.3	图形用户界面设计 .....	161
7.9	计算机处理过程的设计 .....	162
7.10	计算机系统的选择 .....	165
7.11	系统设计说明书 .....	166
	习题 .....	167
<b>第 8 章</b>	<b>系统实施 .....</b>	<b>168</b>
8.1	系统实施阶段的任务 .....	168
8.1.1	实施阶段的主要活动 .....	168
8.1.2	系统实施阶段的特点 .....	169
8.2	自顶向下的实现方法 .....	169
8.3	编程方法 .....	171
8.3.1	好程序的标准 .....	171
8.3.2	结构化程序设计 .....	172
8.3.3	面向对象的程序设计 .....	173
8.3.4	可视化编程技术 .....	174
8.3.5	程序的内部文档 .....	175
8.3.6	编程风格 .....	176
8.4	系统测试 .....	178
8.4.1	测试的概念 .....	178
8.4.2	测试的原则 .....	180
8.4.3	测试用例设计 .....	181

8.4.4 排错 .....	184
8.5 系统的交付使用 .....	185
习题 .....	186
<b>第 9 章 系统维护与管理 .....</b>	<b>187</b>
9.1 系统维护 .....	187
9.1.1 维护的内容 .....	187
9.1.2 维护的类型 .....	188
9.1.3 系统维护的管理 .....	188
9.2 系统的可靠性与安全性 .....	189
9.2.1 系统的可靠性 .....	189
9.2.2 系统的安全性 .....	189
9.3 系统监理与审计 .....	190
9.3.1 系统监理 .....	190
9.3.2 系统审计 .....	191
9.4 系统评价 .....	192
习题 .....	193
<b>第 10 章 决策与决策支持系统 .....</b>	<b>194</b>
10.1 决策的概念与技能 .....	194
10.1.1 决策概念 .....	194
10.1.2 决策活动的特征 .....	195
10.1.3 决策的分类 .....	195
10.1.4 决策过程与决策技术 .....	196
10.1.5 制定决策应具备的技能 .....	198
10.2 决策支持系统的基本概念 .....	199
10.2.1 什么是 DSS .....	199
10.2.2 DSS 的任务 .....	200
10.2.3 DSS 的特点 .....	200
10.2.4 DSS 的发展 .....	201
10.3 决策支持系统的结构 .....	201
10.3.1 DSS 的概念结构 .....	201
10.3.2 DSS 的框架结构 .....	203
10.3.3 四种 DSS 结构形式 .....	205
10.4 决策支持系统的研制 .....	206
10.4.1 DSS 研制方法的特点 .....	206
10.4.2 DSS 开发的三个层次 .....	207
10.4.3 生命周期法 .....	209

习题	210
<b>第 11 章 企业经营过程重组</b>	<b>211</b>
11.1 什么是企业经营过程重组	211
11.1.1 BPR 的定义	211
11.1.2 典型案例	212
11.1.3 BPR 的特点	214
11.1.4 BPR 对企业的影响	215
11.2 企业经营过程分析	215
11.2.1 企业经营过程模型	216
11.2.2 IDEFO 活动模型	216
11.2.3 开发企业活动模型的步骤	219
11.3 企业经营过程重组的实施	219
11.3.1 实施 BPR 的有关人员	220
11.3.2 BPR	220
习题	222
<b>第 12 章 信息系统开发方法的进展</b>	<b>223</b>
12.1 原型法	223
12.1.1 原型法的基本步骤	223
12.1.2 原型法的优缺点	224
12.2 面向对象方法	225
12.2.1 概述	225
12.2.2 基本概念	227
12.2.3 面向对象分析	228
12.2.4 面向对象设计	235
12.3 软件开发工具	239
12.3.1 软件开发工具的概念	239
12.3.2 软件开发工具的分类	241
12.3.3 软件开发工具的基本功能与一般结构	243
12.3.4 实用软件开发工具介绍	245
12.4 软系统方法论	247
12.4.1 软系统方法论的轮廓	247
12.4.2 软系统方法论的特点	249
习题	249
<b>附录：关于课程设计的建议</b>	<b>250</b>
<b>参考文献</b>	<b>252</b>

# 第1章 系统思想

---

## 1.1 系统的概念

### 1.1.1 系统是什么

系统的概念,人们并不陌生。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为它赋予不同含义。长期以来,系统概念的定义和系统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) 系统是由若干要素(部分)组成的。这些要素可能是一些个体、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,而呼吸系统又是人体(系统)的一个子系统。

(2) 系统有一定的结构。一个系统是其构成要素的集合,这些要素相互联系、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,钟表是由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成的,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。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的含义。因此,这三点是定义系统的基本出发点。

稍加分析便可以发现,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,既离不开对其物性的讨论,也离不开对其系统性的阐述。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(P. 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,又是一个更大系统的要素。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。

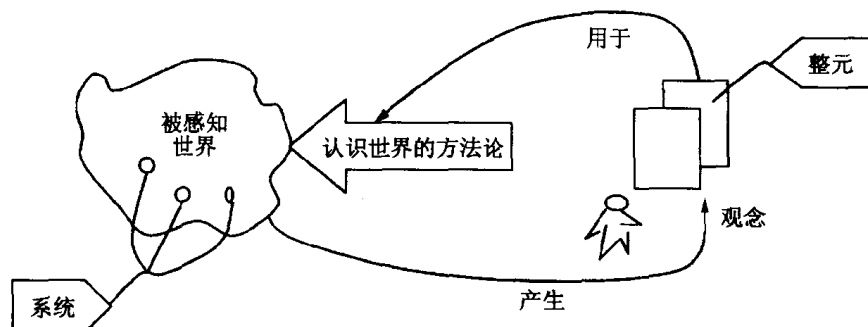


图 1.1 系统是认识世界的工具

### 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就九个等级,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(transcendental system),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。

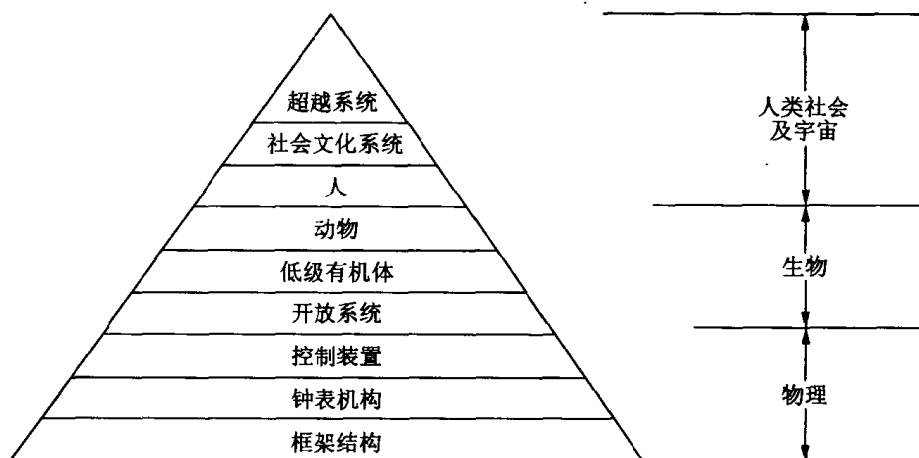


图 1.2 系统复杂性等级

## 2. 按系统的起源分类

按系统的起源不同,可以将系统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。这是自然系统的显著特征。太阳总是从东方升起,彩虹的颜色总是一样的。

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。它的存在也是服务于该目的的。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,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,例如为了扩大知识面。

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唯一的(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他一些系统。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。

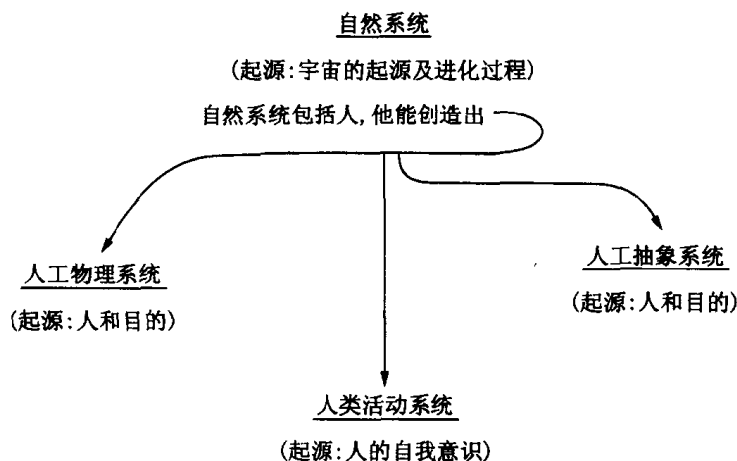


图 1.3 自然系统与人工系统

## 3. 按系统的抽象程度分类

按系统的抽象程度,可分为实体系统、概念系统和逻辑系统。

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)介于实体系统与概念系统之间。

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,构造的是概念系统,或称为概念模型。在系统分析阶段,通过对现行系统的详细调查,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。封闭系统是与环境没有任何物质、能量和信息交换的系统。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,就表现出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,只有在运动过程中才得以体现。钟表

的各个零部件不仅要按一定的关系有机地组合在一起,上紧发条,而且在按标准钟校准后,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进行比较,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:2个马木留克兵绝对能打赢3个法国兵,100个法国兵和100个马木留克兵势均力敌,300个法国兵大都能战胜300个马木留克兵,而1000个法国兵则总能打败1500个马木留克兵。在这例子中,法方的整体大于部分之和,而马木留克兵的整体小于部分之和。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为保证的。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。同一组元素处于两种不同的关系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,但分子排列方式不同,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,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了辉煌成就。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,这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,这一系统又是上一级系统的子系统(要素),而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,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状态信息,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,还可以用发展终态来表示,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