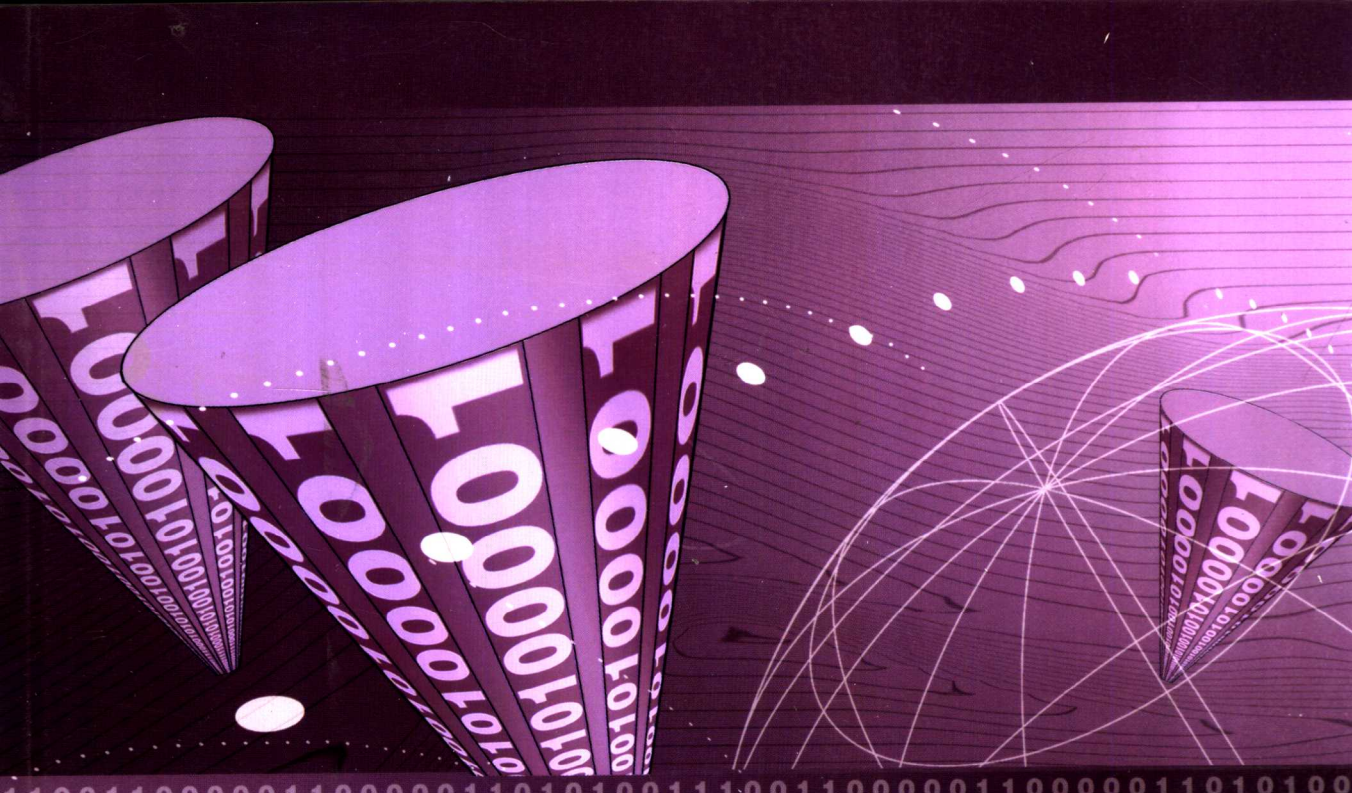




【 信 息 系 统 工 程 丛 书 】

信息系统

原理与工程 (第2版)

张维明 戴长华 陈卫东 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

信息系统工程丛书

信息系统原理与工程

(第2版)

张维明 戴长华 陈卫东 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要讲述信息系统的概念、基本原理和模型方法。比较全面地介绍了信息系统的理论体系和分析、设计、开发方法,包括结构化方法、面向对象方法等工程技术。全书共10章,内容分别为:信息系统概述,系统、信息、信息系统概念及原理;信息系统的基础理论,信息系统的数学模型;信息系统的开发,开发过程、模型和方法;信息系统的战略规划,概念、步骤和方法;系统分析,结构化的系统分析方法、技术和工具;系统设计,结构化设计的原理、模块化方法、面向数据流和面向数据结构的设计;面向对象系统分析与设计,包括概念、方法、分析、设计以及统一建模语言;系统实施,包括程序设计、系统集成、测试、运行与维护;信息系统项目管理;信息系统与计划、控制和决策。本书内容新颖、理论体系完整、可操作性强。

本书可作为高等院校信息系统工程、计算机信息管理、管理工程等专业本科生教材,也可作为管理人员和计算机应用人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

信息系统原理与工程 / 张维明编著. —2版. —北京:电子工业出版社,2004.9

(信息系统工程丛书)

ISBN 7-121-00394-5

I. 信... II. 张... III. 信息系统—系统工程 IV. C931.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第097337号

责任编辑:秦梅

印刷:北京兴华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经销:各地新华书店

开本:787×980 1/16 印张:27.75 字数:590千字

印次:2004年9月第1次印刷

印数:5000册 定价:35.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

第2版前言

信息系统是信息科学、管理科学、系统科学、计算机科学与通信技术相结合的综合性和具有独特风格的交叉学科。同时，它又是一门实践性很强的应用学科，在实践中产生，又在实践中不断地发展并完善。经过人们不断探索和实践，目前已形成了信息系统独具特色的理论和技术体系，其应用的触角已深入到社会生活的各个方面。以信息系统为中心的信息产业已成为当今信息化社会最活跃、最有生机、最有潜力的支柱产业之一。

信息系统工程是信息系统科学中的一个重要组成部分。信息系统工程是用系统工程的原理、方法来指导信息系统建设与管理的一门工程技术学科。它的基本概念、原理和方法，对实际分析、设计和开发一个信息系统，从理论、方法、技术、手段等多方面提供了一套完整、科学、适用的研究与开发体系，具有十分重要的应用价值，对实际建设信息系统有着重要的理论与工程实践指导意义。

本书主要向读者介绍信息系统工程的基本概念、原理、方法和技术，以及如何运用系统工程思想和计算机技术、网络通信技术完成信息系统的分析、设计和实现。书中从理论和实践两个方面探讨了如何运用这些原理、方法和技术建设信息系统。

本书内容由四部分组成：第一部分（第1、2章）为基础部分，主要介绍系统、信息、信息系统和信息系统工程的基本概念，以及信息系统的数学基础；第二部分（第3章）对信息系统的开发方法、模型和数据处理方法作概括的介绍；第三部分（第4、5、6、7、8、9章）详细介绍信息系统开发过程的几个主要阶段和各个阶段中的技术方法，它是信息系统工程的主要内容和核心；第四部分（第10章）介绍信息与决策在信息系统中的作用，以及决策支持系统的基本概念、结构和功能。

本书可作为高等院校信息系统工程、计算机信息管理、管理工程等专业本科生教材，也可作为信息系统开发、管理人员以及计算机软件开发人员的参考书。

全书由张维明、戴长华、陈卫东、邓苏、汤大权、黄金才编著，并由姚庭宝老师进行了细致的审校。由于编者水平有限，书中不免存在一些缺点和欠妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编著者

2004年7月

目 录

第 1 章 信息系统概述	1
1.1 系统	1
1.1.1 系统的概念	2
1.1.2 系统的特性	4
1.1.3 系统的一般模型	5
1.1.4 系统层次与系统分类	8
1.1.5 系统学基本原理	11
1.1.6 系统性能和标准	16
1.1.7 系统变量和参数	17
1.2 信息	17
1.2.1 信息的概念	17
1.2.2 信息的性质	19
1.2.3 信息运动模型	21
1.2.4 信息的度量	23
1.2.5 信息的分类	30
1.2.6 信息的特点与价值	30
1.2.7 信息与管理	32
1.3 信息系统	34
1.3.1 信息系统的概念	34
1.3.2 信息系统的发展	36
1.3.3 信息系统的基本功能	38
1.3.4 信息系统的结构	39
1.3.5 信息系统的价值	43
1.3.6 信息系统的评价	43
1.4 信息系统工程	45
1.4.1 基本概念	45
1.4.2 信息系统工程的研究方法	46
1.4.3 信息系统工程的研究范围	47

第 2 章	信息系统的基础理论	49
2.1	集合论基础	49
2.1.1	集合及其表示	49
2.1.2	集合的运算与笛卡儿乘积	50
2.1.3	关系	51
2.1.4	关系的闭包	52
2.1.5	函数映射	52
2.1.6	集合的划分	53
2.2	信息系统的数学模型	53
2.3	信息系统的性质	55
2.3.1	对象的信息	55
2.3.2	最大的信息系统	56
2.3.3	可选的信息系统	57
2.3.4	信息系统的划分	57
2.3.5	最简信息系统	62
2.3.6	理想信息系统	69
2.3.7	信息系统中的决策规则	69
2.3.8	不确定性信息系统	71
2.4	信息系统的连接	73
2.4.1	良好的连接系统	73
2.4.2	连接系统的分类	75
2.4.3	连接系统的基本性质	76
第 3 章	信息系统的开发	79
3.1	信息系统开发过程	79
3.1.1	信息系统生存周期	79
3.1.2	原型化开发过程	82
3.2	信息系统开发模型	87
3.2.1	瀑布模型	88
3.2.2	原型模型	89
3.2.3	RAD 模型	90
3.2.4	增量模型	91
3.2.5	螺旋模型	92
3.2.6	构件组装模型	93

3.2.7	组合模型	93
3.2.8	形式化方法模型	93
3.3	信息系统开发方法学	94
3.3.1	系统开发认知体系	94
3.3.2	系统开发方法学	95
3.3.3	系统开发策略与资源规划	95
3.3.4	信息系统开发方法的规范化研究	96
3.4	信息系统模型化	96
3.4.1	处理模型化	96
3.4.2	数据模型化	97
3.5	知识处理与智能处理	108
3.5.1	从数据处理到知识处理	108
3.5.2	从知识处理到智能处理	109
第 4 章	信息系统的战略规划	111
4.1	信息系统战略规划的概念、目标与组织	111
4.1.1	信息系统战略规划的概念与层次	111
4.1.2	信息系统战略规划的目标、作用、内容与组织	115
4.2	信息系统战略规划的步骤	117
4.2.1	诺兰的阶段模型	117
4.2.2	信息系统战略规划的三阶段模型	119
4.2.3	信息系统战略规划的步骤	120
4.3	信息系统战略规划的常用方法	121
4.4	信息工程与战略数据规划	130
4.4.1	信息工程的基本原理	130
4.4.2	信息工程方法论	132
4.4.3	战略数据规划的目标与步骤	134
第 5 章	系统分析	137
5.1	结构化方法的基本思想	137
5.2	可行性研究	138
5.2.1	可行性研究的过程	139
5.2.2	可行性分析	142
5.3	结构化分析概述	143
5.3.1	系统分析的任务	143

5.3.2	系统分析员	144
5.3.3	结构化分析方法	145
5.3.4	结构化分析的工具	145
5.4	系统要求的确定	146
5.4.1	要求的基本内容	146
5.4.2	要求的调查	147
5.4.3	需求建模	149
5.5	数据流分析技术	150
5.5.1	数据流分析	150
5.5.2	数据流图概念	151
5.5.3	数据流图的建立	153
5.5.4	数据字典	158
5.5.5	数据存储结构规范化	163
5.5.6	数据存取要求分析	165
5.6	逻辑分析工具	168
5.6.1	决策树	169
5.6.2	决策表	170
5.6.3	结构式语言	172
5.7	效益/费用分析	175
5.7.1	效益/费用分析特点	175
5.7.2	信息系统中的效益/费用关系	176
第 6 章	系统设计	179
6.1	系统设计概述	179
6.1.1	系统设计的任务	179
6.1.2	系统设计的目标	180
6.1.3	计算机处理与手工处理	182
6.2	结构化设计原理	183
6.2.1	结构化设计方法	183
6.2.2	结构化设计原理	185
6.3	模块化设计	186
6.3.1	模块	186
6.3.2	模块的耦合	190
6.3.3	模块的聚合	192

6.3.4	若干其他设计原则及有益的建议	195
6.4	面向数据流的设计	198
6.4.1	结构图	199
6.4.2	设计过程	200
6.4.3	设计优化	208
6.5	面向数据结构的设计方法	210
6.5.1	Jackson 方法	210
6.5.2	Warnier-Orr 方法	214
6.6	HIPO 图	214
6.6.1	HIPO 图	215
6.6.2	模块 IPO 图	216
第 7 章	面向对象系统分析与设计	217
7.1	面向对象的发展历史	217
7.2	面向对象的基本概念	218
7.2.1	对象	218
7.2.2	消息	219
7.2.3	类	220
7.2.4	继承	220
7.2.5	封装	222
7.2.6	多态	222
7.3	面向对象的方法论	223
7.3.1	从认识论看面向对象	223
7.3.2	面向对象方法同其他方法的比较	228
7.3.3	面向对象的几种方法	231
7.4	面向对象的分析	235
7.4.1	面向对象的分析原则	235
7.4.2	面向对象分析的模型和过程	237
7.4.3	标识发现对象	239
7.4.4	定义属性	246
7.4.5	定义方法	248
7.4.6	标识结构和连接	251
7.4.7	定义主题	262
7.5	面向对象的设计	268

7.5.1	问题域部分的设计	270
7.5.2	人机交互部分的设计	277
7.5.3	任务管理部分的设计	281
7.5.4	数据管理部分的设计	284
7.5.5	面向对象设计的评价标准	291
7.6	面向对象与统一建模语言	295
7.6.1	UML 的发展过程	295
7.6.2	UML 的构成	296
7.6.3	UML 的特点	298
7.6.4	UML 中的视图	299
7.6.5	用 UML 建模	301
第 8 章	系统实施	307
8.1	概述	307
8.2	程序设计	309
8.2.1	结构化程序设计	309
8.2.2	应用系统开发工具及其发展	311
8.2.3	应用生成器的基本特征	313
8.2.4	客户机/服务器开发工具的基本特征	316
8.2.5	浏览器/服务器开发工具特征	317
8.3	系统集成	318
8.3.1	系统集成概述	318
8.3.2	网络集成	320
8.3.3	数据集成	323
8.3.4	软件集成	326
8.3.5	应用集成	332
8.4	系统测试	339
8.4.1	系统测试概述	339
8.4.2	平台测试	342
8.4.3	应用软件测试	343
8.4.4	集成测试	346
8.4.5	验收测试	349
8.5	运行与维护	351
8.5.1	系统运行	351

8.5.2	系统维护	352
8.5.3	维护过程	353
8.5.4	维护的特点	355
8.5.5	可维护性	358
8.5.6	软件重用与系统维护	361
8.5.7	信息系统的质量维护	363
第 9 章	信息系统项目管理	365
9.1	项目管理概述	365
9.1.1	项目管理概念	365
9.1.2	项目管理范围和特点	366
9.1.3	项目管理知识体系	368
9.2	信息系统的项目管理	370
9.2.1	概述	371
9.2.2	基本内容与步骤	372
9.3	信息系统项目时间管理	378
9.3.1	时间管理流程	378
9.3.2	工程进度管理工具和技术	380
9.4	信息系统项目人力资源管理	383
9.4.1	项目管理的组织机构	383
9.4.2	项目角色及其职责	385
9.4.3	管理中的协调工作	388
9.5	信息系统项目质量管理	390
9.5.1	信息系统质量管理概述	390
9.5.2	信息系统质量控制的组织职能	391
9.5.3	项目开发的质量控制	392
9.6	信息系统开发的文档管理	394
9.6.1	信息系统的质量维护文档的内容与分类	395
9.6.2	文档的规范化管理	397
第 10 章	信息系统与计划、控制、决策	399
10.1	组织与管理	399
10.1.1	组织与管理的职能	399
10.1.2	计划工作的概念和特点	400
10.1.3	支持计划工作的定量分析方法	400

10.1.4	信息系统对计划的支持	403
10.2	信息与决策	408
10.2.1	决策的基本问题	408
10.2.2	决策	410
10.2.3	信息系统对决策过程的辅助	412
10.3	决策支持系统	414
10.3.1	决策支持系统及其功能	414
10.3.2	决策支持系统的组成	416
10.3.3	决策支持系统的分类	417
10.3.4	决策支持系统的典型结构	418
10.3.5	决策支持系统的概念延伸	426
参考文献		431

第1章 信息系统概述

现代科学技术的迅速发展,使人类认识和理解客观世界的能力、手段发生了质的变化。信息技术的出现大大改变了人类生活和工作的方式。这一切都得益于 20 世纪人们对信息、信息系统的认识和研究。信息系统是关于信息的系统,它是在客观世界的真实系统中的“神经”系统,同时也是信息系统工程研究的对象。本章着重介绍系统、信息和信息系统的基本概念及基本原理。

1.1 系统

系统的概念来源于人类长期社会实践,由于受到科学技术发展初始阶段局限性的影响,这个概念一直没有受到重视。直到 20 世纪 40 年代,人们才开始逐渐地认识和应用它。当时,人们在一些科学学科的研究中,尤其是在生物学、心理学和社会科学中,发现系统的一些固有性质与个别系统的特殊性无关,也就是说,若以传统的科学分类为基础研究,则无法发现和搞清系统的主要性质。奥地利生物学家路德维希·冯·贝塔朗菲(L.V.Bertalanffy)在 20 世纪 30~40 年代的一系列研究中提出了一般系统概念和一般系统理论,系统才逐渐被人们认为是一种综合性的学科。

一般系统论研究系统与系统、系统与环境之间的普遍联系,研究各类系统运动带有规律性的思想、理论、方法和工具。它的任务是确立适用于各种系统的一般原则,不能把它局限在“技术”范围内,也不能把它作为一种数学理论来看待,因为有许多系统问题不能用现代数学概念求出解答,而要从系统观点来认识和分析客观事物。一般系统论的研究领域十分广阔,几乎包括一切与系统有关的学科和理论,如管理科学、运筹学、信息论、控制论、科学学、行为科学、经济学等。它给各门学科带来新的动力和新的研究方法,同时,也吸收其他学科的研究成果。它沟通了自然科学和社会科学、技术科学和人文科学之间的联系,促进了现代科学技术发展的整体化趋势。一般系统论在发展过程中与系统工程有密切关系,它们相互促进、相互渗透,为人类走向系统时代奠定了理论基础。在逻辑上,系统工程是一般系统论的实际应用,但在历史上,系统工程又是一般系统论的科学基础之一。

随着科学技术的发展,现代数学技术和计算机技术为系统理论提供了定量方法和强有力的计算工具,这就使一般系统论与其他各种理论和系统分析方法紧密结合而逐渐发

展成为系统科学。

目前,对于系统科学的一致认识是:系统科学是从系统的角度去考察和研究整个客观世界,为人类大规模认识和改造世界提供科学理论和方法的一门科学。系统科学可分为三个层次。第一层是基础科学,即系统学。它主要研究系统的普遍属性,运动规律,系统间复杂关系的形成法则,系统结构和功能的关系,系统有序结构的形成规律以及仿真的基本原理等。第二层是技术科学。主要研究系统共性问题的技术理论,如最优化理论。目前,系统的技术科学主要是运筹学。第三层是工程技术。系统的工程技术称为系统工程。它是直接改造客观世界的技术,是大系统的组织管理技术。由于系统的性质不同,相应的系统工程的内容也不完全相同,如信息系统工程、军事系统工程、教育系统工程、经济系统工程等。

1.1.1 系统的概念

1. 系统

系统(System)的概念是信息系统基础概念之一,也是我们常用的词。一般来说,系统由一些元素组成,这些元素之间存在着密切的联系,通过这些联系达到某种目的。因而系统也可以说是为了达到某种目的相互联系的元素的集合。

通常,系统被认为是一个整体,它由若干个具有独立功能的元素(Element)组成,这些元素之间互相联系、互相制约,共同完成系统的总目标。

美国国家标准协会(ANSI)对系统的定义是:各种方法、过程或技术结合到一块,按一定的规律相互作用,以构成一个有机的整体。

国际标准化组织技术委员会(ISO/TC)对系统的定义是:能完成一组特定功能的,由人、机器以及各种方法构成的有机集合体。

美国《韦氏(Webster)大辞典》中,系统被解释为:有组织的或被组织化的整体;结合着的整体所形成的各种概念和原理的结合;由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合。

我国著名科学家钱学森认为:我们把极其复杂的研制对象称为“系统”,即由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体,而且,这个“系统”本身又是它所从属的更大系统的组成部分。

根据上述定义可以认为客观世界都是系统。例如,一个细胞是一个系统,一个生物个体是一个系统,一个生物群体也是一个系统。一个气体分子是一个系统,大气层也是一个系统。一个班级是一个系统,一个企业是一个系统,一个社会组织也是一个系统。系统分层分类,有小有大,小到基本粒子,大到地球世界、太阳系、银河系乃

至整个宇宙。

2. 系统结构

任何一个系统都具有一定的结构, 否则不成为系统。所谓系统结构 (Architecture) 是指系统内各元素之间物理上或逻辑上的关系。如各个元素在数量上的比例关系, 时间上的先后关系, 空间上的连接关系, 人与人之间的隶属关系、血缘关系、同志关系等。系统内各个元素间的关系有些是静态稳定的, 有些是动态变化的。

3. 系统功能

系统的功能 (Function) 即系统要达到的目标或要发挥的作用, 是系统的基本属性。不同的系统一般具有不同的系统功能, 但从本质上讲, 系统的功能就是接受物质、能量与信息, 并进行变换, 产生并输出另一种形式的物质、能量与信息。

由此又可以说, 系统就是按照某种结构、把其元素组织起来的、具有某种整体功能的一个统一体。

一个大的系统往往比较复杂, 常常可按其复杂程度分解成一系列小的系统, 这些小系统称为包含它的大系统的子 (分) 系统。也就是这些子 (分) 系统有机地组成了大的系统。

通常, 称系统中有意义的元素为实体 (Entity), 描述实体特征的变量称为属性 (Attribute), 实体运动的规定时间称为活动 (Activity), 描述在任何时间的形态的变量称为状态 (State) 变量。

图 1.1 显示了一个典型的系统组成图。这个系统的目的是将蛋糕的原料烘制成蛋糕。系统边界定义了系统与其他系统的区别 (环境)。

框内的数字显示了系统元素。这些元素包括原料 (元素 1、2、3、4), 搅拌 (元素 5), 用于加热烤箱的能量 (元素 6), 烤箱 (元素 7)。元素 1 到 4、6 作为输入, 元素 5 和 7 是处理, 最后的蛋糕是输出。

图 1.1 有两个子系统, 标记为子系统 A 和 B。例如, 子系统 A 是搅拌原料的物理处理, B 是烘制。通常, 我们关心系统内的特殊元素, 许多时候, 这些特殊元素可以表示为更小的元素或子系统, 例如, 图中的元素 7 (烘箱) 是一个用于加热的机械系统。

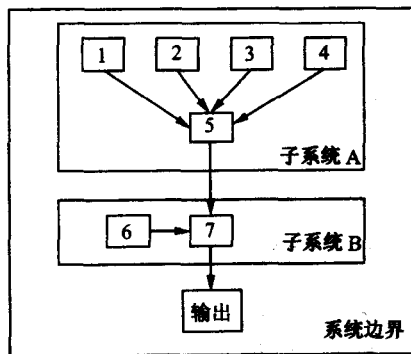


图 1.1 系统组成示例

1.1.2 系统的特性

1. 目的性

任何系统都有其目的和目标。我们建立一个系统,就是为某一目标服务的,每个系统都有其要达到的目的和应完成的任务或功能。例如,教育系统的目的是为了提高教学水平、提高人才的素质;又如,企业经营管理系统的目的可能是:在市场需求的基础上,根据生产的特点,在限定的资源和组织结构的相互协调下,完成生产任务,达到规定的质量、成本和利润等各项指标;再如,一个武器系统的目的可能是:满足各种战术要求,实现各种技术指标,达到给定的性能、经济与生产指标。

系统的目的决定着系统的基本作用和功能,并通过系统的功能达到和实现,而系统的功能通过一系列子系统的功能来体现,这些子系统的目标之间往往互相有矛盾,其解决的办法是在矛盾的子目标之间寻求平衡和折中,以求达到总目标的最优。

开发一个新系统的第一步是确定系统的目标,这个目标必须是明确的、切合实际的,切忌提出含糊、空洞、脱离实际可能的目标。

2. 系统要素

每个系统都由各种可以互相区别的具有不同属性的元素组成。在考虑一个系统时,必须联系到组成集合的各要素的状况。例如:一个财务系统就是由资金、材料、人员、信息以及各种管理制度等组成的。

3. 相关性

系统的组成要素相互依存又相互制约,子系统之间也是如此。例如,在国民经济系统中,工业系统为农业系统提供机械设备、化肥等,而农业系统为工业系统提供原料、粮食和市场等。

组织系统要素之间的相互作用和约束一定要合理、协调和容易控制。因此,在划分子系统时,既要有适当的相对独立性、降低相关性,又不要分得过细。

4. 结构的层次性

系统的层次性是指系统的每个元素本身又可看成一个系统,即系统可分为一系列的子系统,这种分解实质上是系统目标的分解和系统功能、任务的分解,而各子系统又可分解为更低一层的子系统。例如,某信息系统组织的结构可以表示为图 1.2 所示的形式。

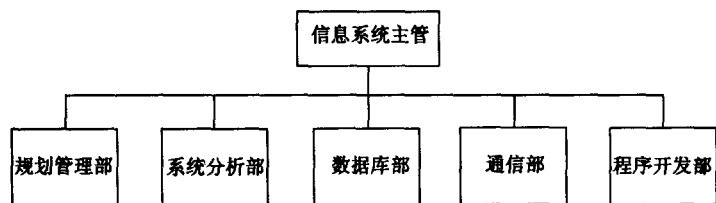


图 1.2 信息系统组织层次结构图

5. 整体性

组成系统的各个要素不是简单地结合在一起，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。评价一个系统时不要只从系统的单独部分，即系统的要素或子系统来评价，而要从整个系统出发，从总目标、总要求出发。只有当系统的各个组成部分和它们之间的联系服从系统的整体目标和要求、服从系统的整体功能并协调地活动时，这些活动的总和才能形成系统的有机活动。这样，系统的功能可望发挥各子系统功能之和的几倍、甚至几十倍。换句话说，系统概念就是“全局”观点。

6. 环境适应性

一个系统本身总是从属于更大的系统，它是这个大系统的一个子系统。任何系统都存在一定的环境中，环境可以理解为一个系统的补集。系统总要受到环境的影响和制约，系统也要对环境的变化做出某种反应。我们把环境对系统的影响称为刺激或冲击，而系统对环境的反应称为响应。系统要发挥它应当的作用，达到应有的目标，系统自身一定要适应环境的要求。

1.1.3 系统的一般模型

系统可以是物理的，也可以是抽象的。抽象系统一般是概念、思想或观念的有序集合。物理系统不仅局限在概念范畴，还表现为活动或行为。一个实际物理系统的模型从宏观上来看有输入、处理和输出三部分，如图 1.3 所示。

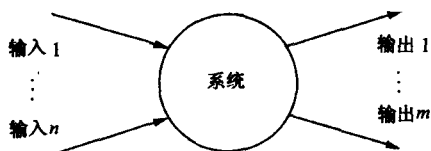


图 1.3 系统的一般模型