

● 程慧力编著 汪应洛审

高等学校试用教材

计算机化 信息系统工程

人民邮电出版社

高等学校试用教材

计算机化信息系统工程

程慧力 编著

汪应洛 审

人民邮电出版社

TP13

内 容 提 要

计算机化信息系统工程是以系统论、信息论、控制论为技术基础,将系统工程、计算机、通信和控制技术综合运用,融为一体的一门课程。

本书侧重于从工程和技术角度介绍信息系统的理论和方法,全书共九章,内容包括:信息与信息系统的概念;信息系统的模式;数据的组织;数据库应用系统设计原理;信息系统中计算机网络的设计与选用;信息系统工程分析与设计;离散系统的计算机仿真;可靠性信息处理系统;信息系统中的人工智能技术。

本书可作为大专院校信息工程专业、自动化专业及管理工程专业的教材或参考书,也可供从事信息处理、计算机应用工作的技术人员和管理干部学习参考。

高等学校试用教材 计算机化信息系统工程

程慧力 编著

汪应洛 审

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北 京 东 长 安 街 27 号

通 信 激 光 照 排

北 京 振 华 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

开本: 850×1168 1/32

1989年6月 第一版

印张: 14 8/32 页数: 228 1989年6月北京第1次印刷

字数: 372 千字

印数: 1—2 000 册

ISBN7-115-03945-3/TP·037

定价: 3.35 元

序

二十世纪八十年代以来，世界将进入信息化社会，随着系统科学、信息科学和计算机科学与技术的蓬勃发展，以及社会、经济发展的客观需要，逐渐形成了以计算机为基础的信息系统工程这门新兴的交叉学科领域。并在工业、交通、航天与航空、科研、文教、国防等众多领域得到广泛地应用。

信息系统工程这门学科领域是以计算机科学为其提供了信息处理的技术基础；信息科学为其提供了信息分析与信息传递的理论基础；系统科学为其提供了系统分析、建立模型和最优化的方法论基础；知识工程为其提供了智能模拟和辅助决策的基本方法。总之，信息系统工程是研究如何分析和设计信息系统以及如何运用现代信息处理手段提供信息服务的一般方法和技术。

这门学科领域具有很强的综合性，是多种学科的相互渗透和相互补充。本书的知识结构是比较完备的、新颖的；知识内容深入浅出，便于组织教学。同时，这门学科领域又具有明显的实践性，它着眼于培养较高层次的系统分析和系统设计人员，要求能担负信息系统的组织和设计及现代信息技术的应用。这本书取材尽量结合国内外航空维修工程的实践，有利于理论和实践紧密结合，又可以举一反三，以便在更广阔的领域推广应用。

由于现代科学技术的迅速发展，信息资源已经和能源及其它物质资源一样，成为社会发展的宝贵财富，是提高社会劳动生产率的重要手段。

由于现代社会生产系统的规模越来越大，工作关系越来越复杂，物流与信息流的有机联系越来越紧密，信息的种类和数量越来越庞大，对于信息的收集、传输、处理和分析，已经成为一项极其

12/5/85

复杂而又十分重要的工作。当代，人们已经着手研究如何不断提高信息系统的效率，这是进入信息化社会以后的一个新的研究动向。

本书可作为高等学校有关专业的教材或教学参考书，也可供从事信息处理、计算机应用和系统工程的科技人员或管理干部的参考用书。

西安交通大学副校长

汪应洛

1988.6

前 言

计算机化信息系统工程是计算机应用技术、信息通信技术和现代控制工程交叉发展而形成的新兴学科，具有明显的实用性和很强的综合性。在信息系统的开发和运用水平上，目前我国与世界发达国家的差距较大，这对我国经济建设、国防建设和科学技术的发展非常不利。因此，迅速开展这方面的研究，培养这方面的人才已成为当务之急。我们根据教学内容更新和国家现代化建设的需要，编写了此书，旨在为培养信息系统的分析与设计人才提供比较系统的理论知识和技术方法。

计算机化信息系统工程是以系统论、信息论、控制论为技术基础，将系统工程、计算机、通信和控制技术综合运用，融为一体的一门课程。本书侧重于从工程和技术角度介绍信息系统的理论和方法，编写中尽量注意本书的系统性。在内容的选取上，既考虑到国内的实际情况，又注意吸收开发信息系统方面的新近研究成果。书中所用实例虽多以航空工程领域为实践背景，但对其他领域同样具有参考价值。希望本书既能对实际的信息系统开发工作有所帮助，又能为读者在今后深入研究这门学科奠定良好的基础。

全书共九章，内容包括：信息与信息系统的概念，信息系统的系统分析和系统设计之原理、方法，建立信息系统所必需的各种技术和基本知识，以及一些新颖的技术方法等。有“*”标记的章节为选修内容，可视具体情况酌情选用。

本书可作为大专院校信息工程专业、自动化专业及管理工程专业的教材或参考书，也可供从事信息处理、计算机应用工作的技术人员和管理干部学习参考。教学中应根据不同对象的特点及所掌握的专业知识，对教学内容作适当调整，并应尽量采用实例教学的方法，结合本专业或本领域的实际，使学生能更深刻地体会所讲授的思想方法，提高解决实际问题的能力。实例包括调研、论证和系统

设计等。

本书是在“计算机化信息系统工程”讲义的基础上，根据教学实践，并广泛征求有关专家的意见，对初稿作了进一步修改和充实而成。

本书选用了西安交通大学、空军工程学院和空军第一研究所等单位的部分科研成果，编写过程中还得到西安交通大学副校长汪应洛教授、北京师范大学汪培庄教授、空军工程学院苏恩泽教授、戴震教授、林绍新副教授及许多同志的指导和帮助，并承汪应洛教授作为本书的出版主审，谨在此表示诚挚的感谢。

限于作者水平，书中错误和不足之处，恳请读者批评指正。

作者

1988年5月于西安

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 信息与信息系统	(2)
1.1.1 信息的本质与度量	(2)
1.1.2 信息概念的分析	(9)
1.1.3 信息系统的概念与作用	(13)
§ 1.2 信息技术、信息论和信息科学发展的简要 回顾	(16)
1.2.1 信息技术的演变	(16)
1.2.2 信息论的发展简史	(17)
1.2.3 信息科学的产生	(21)
1.2.4 信息系统工程的研究动态	(23)
§ 1.3 信息科学中的系统思想	(26)
1.3.1 系统工程与系统理论的兴起	(27)
1.3.2 系统与信息的关系	(29)
1.3.3 信息论、控制论、系统论之间的关系	(31)
1.3.4 信息与决策、控制	(32)
* § 1.4 信息系统对现代航空维修的影响	(35)
1.4.1 信息系统对管理方式的影响	(36)
1.4.2 信息系统对组织形式的影响	(37)
1.4.3 国外航空维修信息系统发展概况	(38)
第二章 信息系统的模式	(45)
§ 2.1 管理及控制过程中的信息处理	(45)
2.1.1 管理系统的功能	(45)
2.1.2 管理系统的一般模式	(47)
2.1.3 管理及控制中的信息处理	(49)

§ 2.2	信息系统的一般模型	(51)
2.2.1	信息系统的类型	(51)
2.2.2	管理信息系统的一般模型	(52)
§ 2.3	信息系统中的计算机系统	(56)
2.3.1	软件系统	(56)
2.3.2	硬件系统的配置要求	(58)
* § 2.4	实例: 航空维修信息系统模型构造	(59)
2.4.1	设计思想	(59)
§ 2.4.2	AMIS 的系统模型	(60)
第三章	数据的组织	(65)
§ 3.1	现实世界的描述	(65)
3.1.1	信息的三个领域	(66)
3.1.2	实体模型	(67)
3.1.3	数据模型	(71)
3.1.4	数据模型的相互转换	(80)
§ 3.2	数据物理组织的基本概念	(82)
3.2.1	OS 的文件管理	(82)
3.2.2	逻辑记录与物理记录	(84)
3.2.3	地址与指针	(88)
3.2.4	分页与系统缓冲区	(89)
3.2.5	文件组织	(90)
§ 3.3	顺序文件	(92)
3.3.1	如何确定主码值的顺序	(94)
3.3.2	顺序文件的存储组织	(95)
3.3.3	顺序文件的查找	(96)
* 3.3.4	查找次数分析	(100)
3.3.5	顺序文件的维护	(102)
§ 3.4	索引文件	(105)
3.4.1	索引顺序文件	(105)

3.4.2	索引无序文件	(107)
3.4.3	索引的组织	(108)
3.4.4	索引文件的查找	(111)
* 3.4.5	索引块的最佳体积	(111)
3.4.6	倒排文件	(118)
§ 3.5	HASH 文件	(120)
3.5.1	HASH 文件的概念	(120)
3.5.2	处理溢出的方法	(121)
3.5.3	溢出分析	(124)
3.5.4	若干 HASH 算法	(127)
3.5.5	KAT 方法综述	(131)
§ 3.6	中文信息处理	(132)
3.6.1	汉字信息交换代码	(133)
3.6.2	汉字输入编码	(133)
3.6.3	汉字库	(135)
3.6.4	汉字输出	(136)
第四章	数据库应用系统设计原理	(137)
§ 4.1	数据库概述	(137)
4.1.1	数据库的定义	(137)
4.1.2	数据库的设计特点	(140)
§ 4.2	数据库的结构及语言	(143)
4.2.1	数据库的逻辑结构	(143)
4.2.2	数据语言	(147)
§ 4.3	DBMS	(155)
4.3.1	DBMS 的程序组成	(156)
4.3.2	DBMS 与 OS 的关系	(159)
4.3.3	数据字典	(160)
4.3.4	数据库管理员	(161)
4.3.5	用户访问数据库的过程	(163)

§ 4.4 关系方法	(164)
4.4.1 关系的定义	(165)
4.4.2 关系运算	(166)
4.4.3 关系运算的安全约束	(179)
4.4.4 三类关系运算表达能力等价性定理	(185)
* § 4.5 数据规范理论	(186)
4.5.1 问题的提出	(183)
4.5.2 函数依赖	(190)
4.5.3 码的定义	(192)
4.5.4 范式	(193)
4.5.5 2NF	(194)
4.5.6 3NF	(196)
4.5.7 BCNF	(197)
4.5.8 多值依赖	(199)
4.5.9 4NF	(203)
4.5.10 规范理论小结	(204)
§ 4.6 数据库应用系统设计	(205)
4.6.1 数据库工程概述	(205)
4.6.2 概念结构设计	(211)
4.6.3 逻辑结构设计	(224)
4.6.4 物理设计	(228)
4.6.5 数据库的实施与维护	(231)
第五章 信息系统中计算机网络的设计与选用	(234)
§ 5.1 计算机网络概论	(234)
5.1.1 计算机网络的定义与功能	(234)
5.1.2 计算机网络的组成结构	(237)
5.1.3 计算机网络协议	(243)
§ 5.2 分布式信息系统中网络的设计与选用	(251)
5.2.1 通信的基本性能指标	(251)

5.2.2	网络系统的性能指标及其分析方法	(256)
5.2.3	网络拓扑结构的选择	(260)
5.2.4	网络传输介质的选择	(260)
5.2.5	网络访问控制方式的选择	(262)
5.2.6	几种微机局部网络的比较	(264)
第六章	信息系统工程分析与设计	(266)
§ 6.1	概述	(266)
§ 6.2	系统调查与分析	(271)
6.2.1	明确问题与可行性分析	(273)
6.2.2	系统详细调查与分析过程	(276)
6.2.3	新系统模型及说明书的提出	(281)
§ 6.3	系统设计	(283)
6.3.1	计算机信息处理的特点	(283)
6.3.2	系统的总体设计	(285)
6.3.3	代码设计	(283)
6.3.4	输入/输出设计	(292)
6.3.5	系统可靠性设计	(297)
§ 6.4	系统的实现与评价	(306)
6.4.1	系统实现过程	(306)
6.4.2	系统评价	(310)
第七章	离散系统的计算机仿真	(317)
§ 7.1	系统仿真概论	(317)
7.1.1	系统仿真的概念	(317)
7.1.2	离散系统仿真中概率的概念	(318)
7.1.3	到达模式、服务过程及排队规则	(321)
7.1.4	仿真中的时间表示	(326)
§ 7.2	随机数的产生与检验	(326)
7.2.1	任意分布随机数的产生方法	(327)
7.2.2	伪随机数的统计检验	(332)

§ 7.3	时间步长法	(329)
§ 7.4	事件步长法	(347)
§ 7.5	仿真语言综述	(356)
* § 7.6	系统仿真在航空维修中的应用	(358)
* 第八章	可靠性信息处理系统	(362)
§ 8.1	可靠性数据处理的计算机途径	(362)
§ 8.2	可靠性数据统计计算方法	(365)
8.2.1	可靠性数据的收集方法	(365)
8.2.2	故障统计与可靠性指标的计算	(367)
8.2.3	母体分布检验和参数估计参考算法	(373)
§ 8.3	实例: 飞机故障信息处理系统	(382)
8.3.1	AFITS 的系统功能定义	(382)
8.3.2	AFITS 的故障信息代码规范	(391)
第九章	信息系统中的人工智能技术	(395)
§ 9.1	信息系统的智能化途径	(395)
9.1.1	人工智能简述	(395)
9.1.2	知识工程的兴起	(396)
9.1.3	信息系统智能化的意义	(397)
§ 9.2	专家系统的基本特性与结构	(398)
9.2.1	专家系统的概念	(398)
9.2.2	专家系统的特性与应用价值	(399)
9.2.3	专家系统的基本结构	(401)
§ 9.3	知识的表示方法	(405)
§ 9.4	模糊数学在信息处理中的应用	(412)
9.4.1	模糊数学简介	(412)
9.4.2	模糊数学对信息技术的作用和影响	(415)
9.4.3	基于模糊集的不精确推理	(417)
* § 9.5	实例: 航空维修质量评估专家系统	(422)
主要参考文献		(439)

第一章 绪 论

计算机化信息系统工程是一门新兴的学科。它是本世纪六十年代之后，特别是进入八十年代以来，随着系统科学的振兴，计算机技术和现代通信技术的高速发展，以及现代控制工程和管理工程的客观需要，而逐渐形成的一门边缘学科。现在，计算机化的信息系统已深入到工业、交通、航空、航天、科研、文化教育及国防等众多行业和领域，越来越成为这些部门必不可少的神经中枢。

由于这一学科发展历史较短，因而目前尚未形成完整的核心理论，还处在引用其他学科的学说来组成信息系统基本理论的阶段。例如：计算机科学为其提供了信息处理的技术基础；信息科学提供了信息分析与信息传递的理论基础；系统科学提供了系统分析、建立模型和最优化的方法论基础；知识工程提供了智能模拟和辅助决策的基本方法等等。但是，信息系统工程作为一门学科，已建立了自己的研究对象和研究任务。概括地说，计算机化信息系统工程是研究如何分析和设计信息系统以及如何运用现代信息处理手段为各种组织提供信息服务的一般方法与基本技术，目的是使信息系统成为这些组织实现系统优化控制和达到系统目标的有效工具。

图 1.1 表示了信息系统工程与其他学科的关系

这门学科具有很强的综合性，又有明显的实践性，属于技术科学的范畴。设置本课程的出发点，并不在于培养单纯的计算机软件工程师、通信工程师或管理工程师，而是着眼于更高层次的系统分析与系统设计人员，他们应当有更宽的知识面及更强的实践能力，以便担负起信息系统的组织和设计及现代信息技术如何应用等关键性工作。从目前国内外的状况看，这种人材仍然相当缺乏，以致影响信息系统效能的充分发挥。通过本课程的学习，可望使读者对现

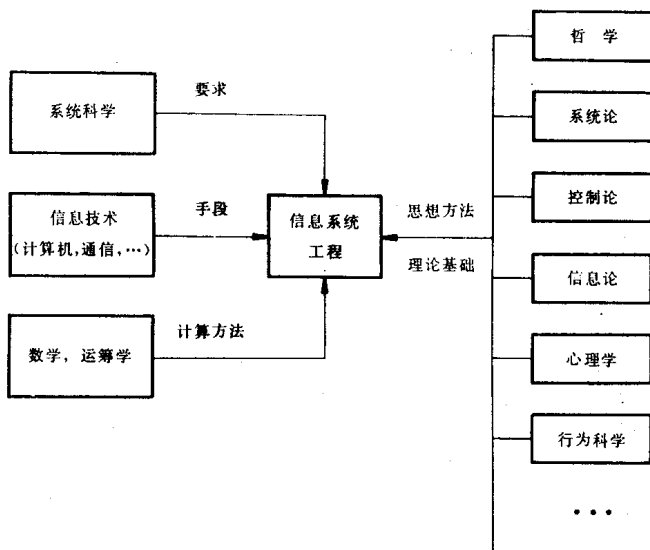


图 1.1 信息系统工程与其他学科的关系。

代信息系统的概念和方法有比较深入和系统了解，掌握系统分析和设计的一般方法和基本的信息处理技术，从而为我国国民经济和国防建设服务。

本章作为全书的绪论将介绍信息与信息系统的概念，信息科学简史，信息科学与系统科学的关系，信息与决策、控制的关系，以及现代信息系统对组织的影响。帮助读者从系统论、信息论和控制论的高度把握信息系统的作用与实质，掌握科学的思想方法。

§ 1.1 信息与信息系统

1.1.1 信息的本质与度量

信息系统研究的基本内容是信息处理过程，作为研究对象的信

息，是我们首先要讨论的概念。信息的本质及度量方法，是信息科学的基本问题之一。前者回答“什么是信息”，从质的方面刻画信息；后者回答“怎样度量信息”，从量的方面来描述信息。这两个方面相互联系，又相互区别。一般来说，信息度量方法是建立在对信息本质的认识的基础上：对信息的本质有深刻的认识，才可能建立科学的信息度量方法。因此，研究信息本质对信息科学的发展至关重要。

究竟什么是信息？它的本质是什么？应当承认，对于这样一个基本问题，目前还没有得到满意的回答，起码，还没有一致公认的回答。

从现象上来说，各种各样的情报、资料、数据、图表、新闻等都包含着信息，并具有信息的属性。但这种列举并不能揭示信息的本质，必须在经验的基础上经过科学思维的抽象，才能抓住信息的本质。

为了说明信息的本质，我们首先来了解一下信息的基本特征，它们从不同的侧面揭示出信息的本质。这些特征包含：

(1) 信息来源于物质，来源于物质的运动。没有事物的运动就没有信息。

(2) 但是，信息又不同于物质本身。信息可以脱离产生它的物质而被传递和变换。

(3) 传递信息需要能量，控制能量需要信息，信息和能量难解难分。但是，信息在本质上不同于能量。

(4) 信息具有知识的秉性，得到信息就意味着得到某种知识，确切地说是得到了某种粗知识或元知识。

(5) 信息并不是虚无缥缈，信息作用于人类和生物，可以被人类和生物的感官或人造的机器所感知、获取、处理和利用。

基于信息的这些特征，可以归纳出如下关于信息的表征性定义：

信息是现象与知识的中介，是事物运动状态或存在方式的直接

或间接的表述。

这一定义表明，信息既不等于现象，又不等于知识，而是介于现象与知识之间。信息与现象的区别，在于信息具有知识的秉性。而信息与知识不同，则在于作为知识毛坯的信息一般没有经过科学的、系统的思维加工。

定义还表明，信息源于物质，又不同于物质本身，也有别于能量。信息可以脱离它的源物质而被复制、传递、存贮和加工，可以被信息的观察者一人、生物或人造机器设备所感知、测量、记录、识别、处理和利用。信息的这些特点，使它对于人类具有特别重要的意义。

最后，信息的定义还说明，作为粗知识，信息所表述的乃是事物运动的状态或存在方式。由于事物的运动是绝对的、普遍的、客观的，因此，信息的存在也是绝对的、普遍的、客观的。另一方面，作为粗知识的信息，总是具有特定的含义；而它所提供的“知识”的数量和价值的大小，又必然与观察者本身的知识背景和立场有关。这又是信息的相对性、特殊性和主观性。可见，信息也具有二重性。

这样，我们也就对信息的概念有了初步的认识。我们也就不难理解信息科学对人类社会所具有的意义。如果说，材料科学为人类提供了必要的物质基础，能量科学提供了充足的动力资源，那么，信息科学向人类贡献的则是无穷无尽的知识 and 智慧。

根据上面所给出的关于信息表征性的定义，还可以导出两种本质相同而形式各异的信息定义的陈述，不妨称为引伸性定义。

其一，既然信息具有知识的秉性，我们就可以把信息定义为“能够用来消除观察者在知识上的不定性的东西”。

其二，正象能量被定义为“事物做功的能力”一样，信息也可以类似地被定义为“提供知识的本领”。

这两个引伸性定义，对于信息度量方法的研究提供了直接的启示。