

科学版精品课程立体化教材·管理学系列

# 信息管理概论

## (第二版)

刘红军 主编

李志刚 朱涛 何计蓉 参编



科学出版社



科学版精品课程立体化教材·管理学系列

# 信息管理概论

(第二版)

刘红军 主编

李志刚 朱涛 何计蓉 参编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

“信息管理概论”是经济管理类专业的一门必修课程,本书按照循序渐进的知识结构,首先是包括信息管理学的基本概念、信息管理原理、信息管理过程及模式等内容的原理篇;其次是由信息技术基础、数据管理与数据库基础、信息系统管理等组成的技术篇;最后是由知识管理和企业信息管理组成的综合篇。本书第二版在以往教材的基础上,实时吸收了诸如物联网、移动技术、云计算等一些新成果,强化了信息活动管理相关内容,并把工程学理念融入其中。为配合教学,读者可通过相关精品课程网站(<http://www.cdut.edu.cn>)获取诸如大纲、教案、实验指导、案例、课件等配套资源。

本书可以作为信息管理与信息系统、电子商务、物流管理、工商管理、市场营销、信息与计算科学、计算机科学与技术等专业的基础课教材;同时也可以作为图书档案管理、公共信息管理、大众传播与编辑出版等专业的选修课教材;还可以作为全国高等教育自学考试计算机信息管理专业(独立本科段)使用的参考教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

信息管理概论/刘红军 主编. —2版. —北京:科学出版社, 2012

(科学版精品课程立体化教材·管理学系列)

ISBN 978-7-03-033342-1

I. ①信… II. ①刘… III. ①信息管理—高等学校—教材 IV. ①G203

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第005406号

责任编辑:林 建 王京苏 / 责任校对:黄江霞  
责任印制:张克忠 / 封面设计:番茄文化

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008年7月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2012年2月第 二 版 印张:20

2012年2月第六次印刷 字数:390 000

定价:36.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 第二版序言

《信息管理概论》自 2008 年发行以来,被许多高校作为经济管理类、计算机应用类、图书管理及传媒类专业的专业基础教材使用。在今天这个时代,信息技术的发展可谓日新月异,在短短的几年中,相关领域又有了许多值得称道的进展,如物联网、移动技术、云计算、蓝牙技术、3G 通信、射频识别(radio frequency identification, RFID)等各种新概念、新技术、新设备不断出现。从这个角度讲,作为一本与信息技术密切相关的书作,本书已到了该改版的时候了。

在《信息管理概论》(第二版)的修订中,全书由原来的 10 章精简到 8 章。原书第 9 章“信息安全”缩减为一节,放在第 2 版第 4 章“信息管理技术基础”里,基于突出教学重点的需要,以及适当收缩知识点范围的考虑,原书第 10 章“信息法规”相关内容,第二版中不再涉及。除此之外,原书其他章节也做了局部的修订,尤其是增加了大量的图表资料,以帮助初学者加深对所学知识的理解。下面按章节对修改的主要内容进行分述:

第二版第 1 章“信息管理的基本概念”中,紧随“信息的基本概念”之后,移入了原第 2 章中的“信息运动过程及规律”一节,而将“信息化与社会发展”一节移入第 2 章,这样使内容在逻辑上更为合理。第一版第 2 章“信息管理基本原理与方法”中的“信息管理基本方法”一节移入第二版第 3 章,第 2 章章名改为“信息管理基本原理”。第二版第 3 章章名改为“信息管理过程及模型”,该章中“信息的收集及处理”一节,增补了信息整序和信息分析的内容。第二版第 4 章“信息管理技术基础”中,将原有的 EDI(electronic data interchange, 电子数据交换)概述、自动识别技术、空间信息技术等内容归入“电子商务与物流实用技术”一节,增加了物联网及移动技术等新内容,4.6 节“信息安全技术”浓缩了原书第 9 章的内容。第二版第 5 章“数据管理与数据库基础”和第 6 章“信息系统管理”,总体框架无大的修改。第 7 章章名改为“知识管理”,在最后一节,增加了知识管理系统的原理与实施方面的内容。第 8 章“现代企业信息管理”中,对第 1 版的 8.3 节“虚拟企业与战略信息系统规划”和 8.4 节“企业工程与企业 EIS 平台建设”的内容作了精简,部分并入第二版 8.2 节,第二版 8.3 节“信息资源管理与企业资源计划”则系统介绍了当今企业广泛采用的企业管理软件——企业资源计划(enterprise resources planning, ERP)。本书由成都理工大学管理科学学院刘红军教授主编,李志刚、朱涛、何计蓉等参编。何计蓉、唐元毅、黄滨、王敏晰等,在本书配套的相关实验设计、教学录像,以及所附配套教学辅助资源、案例资料编辑和撰稿等方面做了富有成效的工作。

本书中参考了大量相关的国内外文献和资料,在此谨向其作者表示感谢!

由于编写的时间较紧，加上这一领域发展迅速，本书尚存在许多不足和局限，欢迎读者提出批评和建议，以便在再次修订时加以补充和完善。

编 者

2012年1月于成都

## 第一版序言

随着信息技术的飞速发展,年轻而又古老的信息及信息管理显现出越来越旺盛的生命力。信息已成为像人力、资本、物资一样的管理要素,信息管理已经成为政府、组织(企业)乃至个人的日常工作中不可或缺的内容。

1998年,中华人民共和国教育部在新修订的全国普通高等学校本科专业目录中,将原有的科技信息、信息学、管理信息系统、经济信息管理、林业信息管理这5个专业合并为新的信息管理与信息系统专业,以培养能适应社会信息化发展需要的通用信息管理人才。“信息管理概论”被列为新专业的主干基础课。在进入信息时代的今天,掌握信息管理的基本理论和方法,对于电子商务、工商管理、市场营销、信息与计算科学等专业的发展是十分重要的。从这一点出发,编著一本为多个专业共同适用的《信息管理概论》是编者们的主要目标。

“信息管理概论”是信息管理类学科体系的首开课程,作为一本概论,首先应注重较宽的知识范围,尤其要强调系统性。教材的内容安排应力求全面,但同时又需要精炼。从知识范围角度看,信息管理的内涵包括两大部分,一是信息资源,二是信息活动(涉及信息活动的各种要素,如信息、技术、人员、组织)。换句话说,信息管理是一种以信息资源和信息活动为对象的管理。因此本书在以往教材的基础上,强化了信息活动相关内容,重视培养学生的实际应用能力和该学科的实践和应用特性,强调定量分析。基于信息技术在企业中得到越来越广泛的应用这一大趋势,本书增设了“企业信息管理”有关内容,并把工程学理念融入其中。

同时,作为入门级学科的教材,还必须体现循序渐进的知识结构。为此,本书的章节顺序按照信息管理基本原理→信息管理应用技术基础→信息管理的综合与集成三篇来编排。全书共10章,其中第1、2章信息管理学的基本概念、信息管理原理和方法为信息管理的基础内容;第3~6章是本课程的重心所在,主要介绍信息管理技术,内容包括信息管理过程及模式、现代信息技术基础、数据管理与数据库基础、信息系统管理;第7~10章包括知识管理与知识经济、现代企业信息管理、信息安全、信息法规等信息管理综合内容。

信息管理原理与信息工程应用结合,有利于学生对学科知识的整体把握和逐步升华。在保证理论体系完善的前提下,本书力求在相关多专业的基础结合点上搭建课程结构,结合学科发展的需要,引入基于现代信息技术的信息管理新理念、新模式,充分体现本学科最新研究成果。在教材内容体系中,把电子商务、信息资源管理、战略信息管理、信息安全、信息法规等内容列入信息管理概论,这符合经济全球化的时代背景;首次把企业工程、学习型组织、虚拟企业以及知

识管理等全新的现代管理理念等列入了本课程,有利于开阔学生的思路,为培养复合型人才提供“厚”基础和“宽”口径。

为了达到学以致用目的,本书将通过网络的渠道提供丰富的配套教学辅助资源。针对信息管理实践性强的特点,除了在网上给出诸如大纲、教案、实验指导、案例、课件等可供下载的资源外,还在书中安排了章后实际案例或阅读材料,内容聚焦学科最新热点,以达到“强化”学生分析能力的效果。此外,针对信息管理类专业,本教材的辅助资源中设计了课堂实验课程,其内容包括:参观校内图书馆的信息化建设,开展网上问卷调查,了解 ERP 等商品软件的功能和进行初步操作,等等。

本书面向多专业、多学科的共同基础,可以作为信息管理与信息系统、信息与计算科学、电子商务、计算机科学与技术等专业的专业基础课教材;同时也可以作为科技信息管理、图书档案管理、公共信息管理、工商管理、物流管理、市场营销、大众传播与编辑出版等专业的本科生教材;还可以作为全国高等教育自学考试计算机信息管理专业(独立本科段)使用的参考教材。

本书得以顺利面世,首先要感谢科学出版社的大力支持,还要感谢成都理工大学教务处阳正熙教授,成都理工大学信息管理学院郭科教授、王新庄教授。他们对四川省精品课程“信息管理基础”的建设、教学内容革新和本教材编写工作给予了大力的支持。王新庄教授还在百忙中认真审阅了初稿并提出了宝贵的意见,编者谨向其表示感谢。本书在写作过程中参考了大量中外文献,在此向这些文献的作者表示诚挚的谢意。

本书由成都理工大学信息管理学院刘红军教授主编,李志刚、朱涛、何计蓉等参编。刘红军编写了序言、第1章、第2章部分章节、第3章、第8章和第9章。李志刚编写了第6章和第7章。朱涛编写了第4章和第5章。何计蓉编写了第10章和第2章部分章节。刘红军负责本书相关精品课程网站的策划、课程大纲编写和实验设计,何计蓉、党庆忠、黄滨、李志刚、王敏晰等,在本课程所附配套教学辅助资源、案例资料等方面做了富有成效的工作。

由于信息管理领域发展迅速,本书尚存在许多不足和局限,欢迎读者提出批评和建议,以便在修订时加以补充和完善。

编 者

2008年5月

# 目 录

第二版序言

第一版序言

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 第 1 章 信息管理的基本概念 .....           | (1)   |
| 1.1 信息的基本概念 .....               | (1)   |
| 1.2 信息运动过程及规律 .....             | (8)   |
| 1.3 信息科学与技术 .....               | (14)  |
| 1.4 信息管理学科体系 .....              | (20)  |
| 小结 .....                        | (25)  |
| 案例 1.1 英文的熵是多少呢? .....          | (26)  |
| 案例 1.2 信息与劳动资料结合可以强化生产力 .....   | (28)  |
| 思考练习题 .....                     | (29)  |
| 第 2 章 信息管理基本原理 .....            | (30)  |
| 2.1 信息源及信息的组织 .....             | (30)  |
| 2.2 信息流与信息整序 .....              | (33)  |
| 2.3 信息流通与信息使用 .....             | (39)  |
| 2.4 信息化与社会发展 .....              | (44)  |
| 小结 .....                        | (56)  |
| 阅读材料 2.1 主要文献信息源及其特点 .....      | (56)  |
| 案例 2.1 创新推动铁路信息化 .....          | (58)  |
| 思考练习题 .....                     | (60)  |
| 第 3 章 信息管理过程及模型 .....           | (61)  |
| 3.1 信息需求与信息服务 .....             | (61)  |
| 3.2 信息的收集及处理 .....              | (70)  |
| 3.3 信息的存储与检索 .....              | (80)  |
| 3.4 信息传递与反馈 .....               | (87)  |
| 3.5 信息管理组织 .....                | (94)  |
| 3.6 信息管理的基本模型 .....             | (97)  |
| 小结 .....                        | (103) |
| 阅读资料 3.1 典型信息用户群体及其信息需要特点 ..... | (104) |
| 案例 3.1 CIO 必须具备的技能 .....        | (105) |
| 思考练习题 .....                     | (107) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>第4章 信息管理技术基础</b> .....    | (108) |
| 4.1 计算机网络与互联网 .....          | (108) |
| 4.2 企业网站建设与社区数字化 .....       | (115) |
| 4.3 电子商务与物流实用技术 .....        | (120) |
| 4.4 移动商务与移动通信技术 .....        | (135) |
| 4.5 物联网技术 .....              | (141) |
| 4.6 信息安全技术 .....             | (152) |
| 4.7 多媒体技术 .....              | (166) |
| 小结 .....                     | (169) |
| 阅读材料 4.1 GPS 在各行业中的应用 .....  | (170) |
| 案例 4.1 从身边物联网应用案例认识物联网 ..... | (171) |
| 思考练习题 .....                  | (172) |
| <b>第5章 数据管理与数据库基础</b> .....  | (174) |
| 5.1 数据管理概述 .....             | (174) |
| 5.2 数据库技术及其管理 .....          | (177) |
| 5.3 关系型数据库系统及其应用 .....       | (186) |
| 5.4 数据仓库与数据挖掘 .....          | (192) |
| 5.5 智能信息处理技术 .....           | (197) |
| 小结 .....                     | (200) |
| 案例 5.1 皇家加勒比海游船上的移动数据库 ..... | (200) |
| 案例 5.2 喜多多筹建“员工家属数据库” .....  | (201) |
| 思考练习题 .....                  | (202) |
| <b>第6章 信息系统管理</b> .....      | (203) |
| 6.1 信息系统概述及分类 .....          | (203) |
| 6.2 信息系统工程与建设 .....          | (208) |
| 6.3 信息系统的典型应用与发展 .....       | (218) |
| 小结 .....                     | (235) |
| 案例 6.1 上海通用档案管理应用案例 .....    | (235) |
| 思考练习题 .....                  | (237) |
| <b>第7章 知识管理</b> .....        | (239) |
| 7.1 知识管理概述 .....             | (239) |
| 7.2 知识应用与知识创新 .....          | (244) |
| 7.3 学习型组织与知识管理 .....         | (250) |
| 7.4 知识管理战略与策略 .....          | (254) |
| 7.5 知识管理技术与知识管理系统 .....      | (258) |
| 小结 .....                     | (263) |
| 阅读材料 7.1 企业知识库 .....         | (264) |
| 案例 7.1 北京移动知识管理案例 .....      | (265) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 思考练习题 .....                 | (267)        |
| <b>第 8 章 现代企业信息管理 .....</b> | <b>(269)</b> |
| 8.1 管理活动中的信息 .....          | (269)        |
| 8.2 与信息技术紧密关联的企业管理技术 .....  | (273)        |
| 8.3 信息资源管理与企业资源计划 .....     | (286)        |
| 小结 .....                    | (300)        |
| 案例 8.1 WFA 创建了一个鲜花价值链 ..... | (300)        |
| 案例 8.2 ERP 的昨天、今天和明天 .....  | (301)        |
| 思考练习题 .....                 | (303)        |
| <b>主要参考文献 .....</b>         | <b>(305)</b> |

# 第1章 信息管理的基本概念

## 1.1 信息的基本概念

信息是现代社会中使用频率极高的一个概念。经济信息、科技信息、政治信息、文化信息等，无一不是社会乃至每个人关注的焦点。就是在日常生活中，我们也会经常需要各个方面的信息，如生意人需要知道市场信息，大学毕业生需要了解就业信息，出行的人需要了解气象信息，凡此种种，不胜枚举。近年来，随着科学技术的发展，尤其是电子计算机和互联网技术的发展，加上经济全球化趋势，信息在一个国家的发展过程中所起的作用越来越重要，即便是对于每个个体的人而言，也会感受到信息化浪潮的冲击。

### 1.1.1 信息的定义及要素

#### 1. 信息的定义

“信息”一词来源于拉丁文“information”，意思是指一种陈述或一种解释、理解等。《辞海》中将信息定义为音信、消息；《现代汉语词典》对信息的解释是：对信息接受者来说事先不知道的报道。随着人们对信息的深入认识，信息概念的含义也在不断地演变。现在，“信息”一词已经成为一个含义非常深刻、包含内容相当丰富的概念。

在中国的古代历史上，对于信息的使用早已有之。在古代的战争中，参战各方都注意搜集有关敌军行动的情报，如孙武的“知彼知己，百战不殆”就非常明确地提出了掌握敌我双方的信息对于赢得战争的重要性。在国家的治理方面，人们也都注重来自于各个方面的信息，如诸葛亮要求后主刘禅“开张圣听”，是要其充分了解各方面的信息；唐太宗“开门纳谏”是为了能够知悉正反两方面的信息；清朝康熙皇帝与乾隆皇帝的“微服私访”是为了了解来自于民间的真实情况，掌握第一手的信息。

信息的概念最早是在20世纪前期诞生的信息论中提出来的。1928年，哈特莱(R. V. L. Hartley)的一篇题为“信息传输”的论文在《贝尔系统技术杂志》上发表，开始了信息论的研究。哈特莱把“信息”理解为选择通信符号的方式，发信者所发出的信息，就是从通信符号表中选择符号的具体方式。哈特莱还指出，不管符号所代表的意义是什么，只要从符号表中选择的符号数目一定，发信者发出的信息的数量也就确定了。

信息论成为一门严密的科学，主要应当归功于贝尔实验室的申农(C. E. Shannon)。1948年，申农在《贝尔系统技术杂志》上发表“通信的数学理论”一文，这是信息论诞生的标志。申农认为，信息是通信的内容，是“用来

消除未来的某种不确定性的东西”，信息的多少反映了消除了的不确定性的多少。所谓不确定性，是指对客观事物的不了解、不肯定。通信的直接目的就是要消除接受端（信宿）对于发出端（信源）可能会发出哪些消息的不确定性。

几乎与申农同时，维纳（N. Wiener）发表了控制论的奠基之作“控制论——或关于在动物和机器中控制和通信的科学”。维纳将人与外部环境交换信息的过程看成是一种广义的通信过程，认为信息是人们在适应客观世界的过程中与客观世界进行交换的内容的名称，是人与外部世界的中介。如果没有信息作为中介，人就会同外部世界隔绝，就不能认识世界和改造世界。

在哲学上，信息是物质的一个重要方面。信息反映了物质世界的本质联系，反映物质运动和变化的状态。物质的运动过程与信息运动的过程同步，人们通过信息的运动了解物质的运动。中国著名信息学专家钟义信提出：信息是事物存在方式或运动状态，以及这种方式/状态的直接的或间接的表述。所以，从本质上讲，信息是事物自身显示其存在方式和运动状态的属性，是客观存在的事物现象。但是，信息与认知主体又有着密切的联系，必须通过主体的主观认知才能被反映和揭示。

以上分析可以归纳为，在广义上，信息是指信号源发出的被接收体所接收、吸取和利用的一切符号；在狭义上，信息是指按照一定的需要收集起来，经过加工整理后的具有某种使用价值的图形、文字、公式和数据的总和。

由此我们给出信息的一般定义：信息是认知主体对物质运动的本质特征、运动方式、运动状态以及运动的有序性的反映和揭示，是事物之间相互联系、相互作用状态的描述。通俗地讲，信息泛指包含于消息、情报、指令、数据、图像、信号等形式之中的新的知识和内容。

## 2. 信息的构成要素

一般认为，信息由语义、差异、传递和载体四个要素构成。

（1）语义要素。任何信息自产生的一刹那起，就含有一定的意义。人们对信息的基本要求是能够为人类所破译并理解，能用语言表达，因此信息也就有了语义。信息有了语义才具有信息价值。

（2）差异要素。信息只有表现出差异，才能称其为信息。信息表现的差异主要有：有或无；多与少；强与弱；时空差异。科学发展表明，越是表现细微差异的信息，越有使用价值。

（3）传递要素。一个事物的特征只有经过表现与传递，为其他事物所感知才能称其为信息。通信系统就是信息的传递过程，这一过程可以描述为信息由信源→编码→信道→译码→信宿的传递，而噪声与干扰的存在，往往会影响通信的最佳状况，甚至造成通信障碍。

（4）载体要素。信息是事物特征的表现，而这些特征又是靠物质介质和物质载体来表现的。信息由物质客体生成，并被物质介质表现与传送；在表现与传送过程中始终都有物质载体承载着信息。信息一刻也离不开负载它的物质，这种负载信息的物质称为信息载体。

## 1.1.2 信息的特征及分类

### 1. 信息的特征

(1) 普遍性。信息是事物存在和运动的状态与方式,因此,只要事物及其运动客观存在,就必然存在其运动的状态和方式,信息也就必然存在。由于自然界、人类社会和思维领域,总是存在各种各样的事物,而且这些事物总是处于运动变化之中,所以信息是普遍存在的,具有普遍性。信息也因此与物质、能量一起成为构成客观世界的三大要素。

(2) 动态性。信息是客观事物运动和变化的反映,事物运动的状态不同,信息就会不同。客观事物总是处于不停息的运动变化之中,所以,信息也在不断地发展更新。

(3) 依附性。信息与认知主体存在着密切的联系,必须通过主体的主观认知才能被反映和揭示。可以说,信息依附于认知主体,而这个认知主体主要是指人。事实上,信息的收集、加工、整理、储存与传递都离不开人这个主体,而且人的观念、意识、思维、能力、素质和心理等因素对信息的质和量都有着重大的影响。

(4) 相对性。信息是无限的,但主体的认知能力是有限的,因此,主体总是不能全面地认知和感受信息,其实际获得的信息总是有限的。同时,由于信息所具有的依附性,对于不同的主体而言其实际获得的信息也各不相同。

(5) 可传递性。所谓信息的传递,是指信息从时间或空间上的某一点向其他点移动的过程。信息可以通过多种渠道,并采用多种方式进行传递。信息传递要借助于一定的物质载体,这就是信息媒介。信息传递必须包括四个要素,即:信源(信息发出方)、信宿(信息接收方)、信道(媒介)和信息。

(6) 共享性。信息的共享性是指信息可以被共同占有、共同享用,这是信息区别于物质的一个重要特征。在信息的传递过程中,一方面,信息可以为信源和信宿共同拥有;另一方面,传递的信息还可以被众多的信宿同时接收利用。

(7) 可加工性。对信息进行分析、综合、扩充、浓缩,就意味着人们在对信息进行加工处理。所谓信息加工是指把信息从一种形式变换成其他形式,同时在这个过程中保持或增加一定的信息量。如果在信息加工过程中没有任何量的增加或减少,并且信息内容保持不变,那么这个信息加工过程是可逆的,否则就是不可逆的。

### 2. 信息的分类

(1) 按信息发生领域划分,可将信息划分为物理信息、生物信息和社会信息。物理信息是指无生命事物的信息,形形色色的天气变化、地壳运动、天体演化等,都属于自然界无生命的事物所发出的信息。生物信息是指有生命事物的信息,如植物之间、动物之间的信息交换与传递,而遗传信息是生命进化的重要原因。社会信息是指社会中人与人之间交流的信息,社会信息还可以分为政治信息、经济信息、科技信息、军事信息和文化信息等。社会信息是人类社会活动的

重要资源，是信息管理研究的主要对象。

(2) 按人们对信息有无加工划分，可将信息划分为原始信息和派生信息。原始信息是指没有经过加工的信息，如企业内部产生的原始记录、单据凭证等。派生信息是指按一定的目的和要求加工，有一定用途或带有一定指向性的信息。

(3) 按信息的表现形式划分，可将信息划分为消息、资料 and 知识。消息是关于事物发展变化情况的最新报道，是反映事物当前动态的信息。资料是对事物的静态描述和记录，是可以长期保存的信息。知识是人类社会实践经验的总结，是人类对客观事物的普遍认识和科学评价，对人类社会具有极为重要的意义。

(4) 按主体的认识层次划分，可将信息划分为语法信息、语义信息和语用信息。语法信息是信息认识过程的第一个层次，只反映事物的存在方式和运动状态，而不考虑信息的内涵。语义信息是认识过程的第二个层次，是认知主体感知或表述的事物的存在方式和运动状态的逻辑含义，既反映事物变化发展的状态，又揭示事物运动变化的意义。语用信息是信息认识过程的第三个层次，也是最高层次，是指认知主体感知或表述的事物存在方式和运动状态，相对于某种目的所具有的效用。信息管理主要研究语用层次上的信息现象。

### 1.1.3 信息的度量

量度信息多少的指标就是信息量。人们在语法信息的度量研究中，已经进入定量阶段；然而，要对语义信息和语用信息进行数学描述和度量仍然还有极大的困难。

#### 1. 语法信息的度量方法

语法信息的度量最初是为了解决通信系统的问题而产生的。通信系统包括信源、编码、信号、信道、译码、信宿等几个环节。对信源来说，其核心问题是它包含的信息究竟有多少，能否把它定量地表示出来；信宿的问题则是它能收到或获取多少信息量；信道的问题是它最多能传输多少信号；编译码的问题则是编译码如何才能使信源的信息被充分表达并最大限度地被信宿接收；等等。可见，语法信息的度量问题在通信系统中是十分重要的。

早在 20 世纪 20 年代，哈特莱就提出应当选择对数单位来测度信息量。他认为，某一事件或消息的组元数 ( $m$ ) 与事件或消息的信息量 ( $H$ ) 有如下关系：

$$H = \log_2 m$$

申农肯定了采用对数来度量信息的做法，并进一步提出了一种方法，即排除信息的语义因素，把信息加以形式化，以便从定量的角度描述语法信息量的大小。而概率论则是申农信息论的数学工具。

客观世界中有一类现象在一定条件下是必然要发生的，我们称之为必然事件；反之，在一定条件下必然不会发生的现象称之为不可能事件。此外大量的现象在一定条件下可能发生也可能不发生，可能这样发生也可能那样发生，我们把这类事件称之为随机事件。随机事件是具有不确定性的事件，概率就是用来描述随机事件发生的可能性大小的一个量。

设某一随机事件  $X$ ，其结果是不确定的，有多种可能性  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ，每种结果出现的概率分别为  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ ，则事件  $X$  的信息结构为

$$S = \left\{ \begin{matrix} x \\ p \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \\ p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \end{matrix} \right\}$$

事件  $X$  整体的平均信息量为

$$H(X) = -k \sum_{i=1}^n p[x_i \log_2 p(x_i)]$$

这与物理学中熵的计算公式只差一个负号，因此可以把信息称为负熵，即信息熵。式中  $k$  为系数，与不同的单位制有关。当对数底取为 2，且  $n=2$ ， $P(x_1) = P(x_2) = 0.5$  时，令

$$H(X) = -k \sum_{i=1}^2 p[x_i \log_2 p(x_i)] = 1$$

则有  $k=1$ 。以此作为信息量的计量单位，称为比特 (bit)，即二进制单位。换句话说，1 比特的信息量，就是含有两个独立等概率可能状态的随机事件所具有的不确定性被全部消除所需要的信息。

客观世界中的任一事物都可以看做是信源，信源所发出的信息具有随机性，是不确定的。信息熵是从信源的整体角度考虑的，它代表着信源整体的平均不确定性程度。某一信源，不管它是否输出符号，只要这些符号具有某些概率特性，就必有其总体平均意义上的信息熵值，即事物客观上所包含的全部不确定性。

从信宿的角度看，当主体获得了随机事件  $X$  的信息，就消除了部分或者全部的不确定性。主体所获得的信息量  $I(P)$  就等于它所消除的不确定性数量：

$$I(P) = H(X) - H(X|Y)$$

式中  $H(X|Y)$  为条件熵，即信宿收到信号  $Y$  后，对信源  $X$  仍然存在的不确定性，或由于干扰而失去的信息量。

一般来说，对于等概率的信源，即  $P(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = \dots = P(x_n)$  时，信源的平均信息量最大，即信源的最大熵。我们把一个信源的实际熵与最大熵之比称为该信源的相对熵，表示相对熵比 1 小多少的量称为冗余度：

$$\text{冗余度} = 1 - H_{\text{相对}} = 1 - H_{\text{实际}} / H_{\text{最大}}$$

冗余度表示实际熵对最大熵的偏离程度，表明将这部分比例的符号去掉后仍然不会对信息传递构成实质性障碍。

## 2. 语义信息的度量方法

语法信息量只是表明了主体关于事物运动状态及其变化方式的外在形式方面所存在的不确定性被消除了多少，但是，认知主体在获得信息时，不仅要知道“是什么形式”，而且还要理解“是什么意思”，也就是说，人们要求知道从中获得了多少意义。这就是语义信息的度量问题。

如前所说，度量语义信息是一个非常困难的问题。因为这涉及符号的含义、上下文关系、语言环境的变化以及认知主体的知识结构等因素。20 世纪 60 年代以来，有些人提出了语义信息问题，并进行了一些定量研究。有人提出用逻辑真

实度  $T$  来表示语义信息的特征量,可作为我们度量语义信息的参数。若随机事件  $X$  的运动状态分布为  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ , 各状态的概率分布为  $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n\}$ , 各状态的逻辑真实度分布为  $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ , 则事件  $X$  的语义信息结构为

$$S_i = \left\{ \begin{matrix} X \\ T \\ P \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \\ p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \\ t_1, t_2, t_3, \dots, t_n \end{matrix} \right\}$$

从这一结构上,可以得到语义信息的度量公式:

$$I(P, T) = -K \sum_{i=1}^n t_i p(x_i) \log p(x_i)$$

### 3. 语用信息的度量方法

语义信息量研究的是主体关于事物运动状态及其变化方式的逻辑含义方面所存在的不确定性被消除的大小,但是,认知主体在获取信息时,更关心的是它“有什么用处”,即信息的效用问题。应当看到,度量语用信息是一个更加复杂的问题。信源发出信息后,其效用因人、因时、因地而异,同一信息作用于不同的对象或处于不同的环境条件下,其效用可能不同甚至完全相反。如果在语用信息的量化方面能够取得实质性的进展,那么将会对人类社会的信息管理活动产生极为深远的影响。

1968年,贝里斯和高艾斯在统一考虑信息的量和质(即信息的有效性)的基础上,首先提出了对信息的量和质进行统一量度的方法。他们在申农的信息结构上引入一个“有效分布”  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , 表示随机事件各状态产生的效用,则语用信息结构为

$$S_i = \left\{ \begin{matrix} X \\ U \\ P \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \\ u_1, u_2, u_3, \dots, u_n \\ p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \end{matrix} \right\}$$

从这一结构上,可以得到语用信息的度量公式:

$$I(P, U) = -K \sum_{i=1}^n u_i p(x_i) \log p(x_i)$$

## 1.1.4 信息的功能

信息的功能是信息属性的体现,主要表现为以下六个方面。

### 1. 信息是认识客体的中介

所谓中介,就是信息赋予事物本身的某种自身的新的质的规定性。主体要想真正地认识客体,必须通过中介的作用。信息作为中介,始终贯穿于人类的认识过程。物质通过信息这一桥梁,完成了从物质到意识的第一次飞跃;意识通过信息这一媒质,完成了从意识到物质的第二次飞跃。人类认识世界和改造世界的过程,是一个不断从客观世界获得信息,并对信息进行加工处理,形成新的认知结

构, 然后通过实践活动反作用于客观世界的过程。

## 2. 信息是人类思维的材料

思维有三项基本要素, 那就是思维主体、思维工具和思维材料。思维主体是指人脑及存在于其中的意识; 思维工具就是逻辑 (包括形式逻辑、归纳逻辑、数理逻辑和辩证逻辑); 思维材料就是自然界、人类社会所提供的大量客观事物的形象。而客观事物的形象是通过信息被人脑所感知的。思维是人脑对客观事物的反映, 但人脑不是直接反映客观对象, 而是通过接受与处理客观对象的信息来反映对象的。直接接触客观对象信息的是人的感官, 感官把外部事物的信息摄取下来, 而人脑及其意识处理的是感官经神经系统送来的信息。信息不仅是思维的原材料, 而且还推动着人脑思维活动的发展, 决定着思维的方向和结果。一般说来, 思维频率与信息量成正比。没有信息, 人类的思维活动就不可能开展。

## 3. 信息是科学决策的依据

科学决策是一个动态过程, 一般包括发现问题、确定目标、制订方案、评估选优、实施决策、追踪反馈等环节 (图 1-1)。为保证每一环节的科学性, 必须配备有效的技术方法, 如调查研究、预测技术、环境分析、智囊技术、决策树技术、可行性分析、效用理论等。信息活动贯穿于科学决策的全过程, 在每一环节上所运用的决策方法也无一不是建立在信息的基础之上的。及时获取决策活动所必需的、完整的、可靠的信息, 是保证决策成功的前提条件。

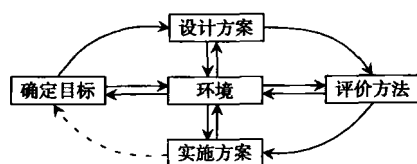


图 1-1 信息活动贯穿科学决策全过程

## 4. 信息是有效控制的灵魂

控制是一种与信息紧密相关的作用, 是利用信息来实现预定目标的行为, 或者说是为了达成既定目标, 根据信息来适应和调节变化, 不断克服不确定性的行为。实现控制的手段是信息方法, 主要是信息反馈方法。这是因为, 控制与可能性空间密切相关, 控制过程是在事物可能性空间中进行有方向选择的过程。没有选择就没有控制, 控制活动的完成离不开选择, 而信息正是选择得以进行的基础。控制的核心是反馈, 而反馈过程就是信息借助于反馈回路的运动过程。没有信息, 任何客体对象都无法进行控制。信息是有效控制的灵魂, 控制是信息运动的目的, 控制与信息是不可分割的。

## 5. 信息是系统秩序的保证

所谓系统, 是指由若干个相互作用又相互依赖的元素所组成的具有一定结构和功能的有机整体。系统的结构旨在说明系统的存在方式, 以及系统诸要素相互联系、相互作用的性质和状态。这就需要获得描述系统内部关系和作用的所有信息, 才能保证系统结构的有序性。信息因此成了系统组织程度的标志。系统的功能旨在表达系统的外部活动, 即系统与环境之间进行物质、能量和信息交流的变