



普通高等教育“十二五”规划教材

环境信息系统

(第二版)

曾向阳 闫 靓 陈克安 李海英 编著



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

环境信息系统

(第二版)

曾向阳 闫 靓 陈克安 李海英 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对环保工作信息化的实际需要,将信息系统理论、计算机以及网络新技术与环境信息采集、处理、管理以及环境工程实践相结合,强调基础,内容简明易学。首先,着重介绍了与环境信息系统相关的概念和国内外环境信息系统的发展状况;其次,详细介绍环境信息系统的研究内容及方法,并对环境信息系统的开发步骤进行了详细介绍;再次,通过实例对各级环境信息系统和几种典型的环境信息应用系统进行了介绍;最后,较全面地介绍了当前环境信息系统领域的新思想、新技术和新动向。

本书可作为环境科学、环境工程及相关专业本科生教材,也可供环境信息处理、环境信息系统设计和环境管理等领域的研究人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境信息系统/曾向阳等编著. —2版.—北京:科学出版社,2014.1
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-03-039648-8

I. ①环… II. ①曾… III. ①环境信息-信息系统-高等学校-教材
IV. ①X32

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第014045号

责任编辑:杨 红/责任校对:韩 杨
责任印制:阎 磊/封面设计:迷底书装

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014年1月第 二 版 印张:14 1/2

2014年1月第十次印刷 字数:381 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

随着经济发展的全球化，环境保护已成为各国政府和人民的共同目标。环境信息的采集、传输、交换、共享和应用是环境保护工作中的重要组成部分，并正在发挥着越来越关键的作用。我国是一个发展中国家，经济建设仍然是当前的主要任务。因而，既要保持经济持续快速和健康地发展，又要在财力、物力有限的条件下，不断改善环境质量，实现人、社会和生态环境的和谐发展，这对环境管理水平提出了更高的要求。管理效率的提高是环境管理水平提高的重要保证，而提高管理效率在很大程度上又依赖于丰富、真实、有效的环境信息。

经过近 30 年的发展，我国在环境信息方面积累了丰富的经验和信息资源，建立了包括环境信息采集、传输、处理、存储、公布和应用的一系列环境信息处理软件和网络系统。当前及未来的各项环境管理工作在很大程度上依赖于这些环境信息系统。近年来，国家又明确提出了一系列环境信息化建设目标，并投入了大量的人力和资金。当前所面临的环境信息采集和管理的规范性不足、环境信息资源利用不够充分、环境信息系统建设和应用水平有待提高等方面的问题将逐步得到解决。

编者在充分调研国内外环境信息系统发展状况的基础上，于 2000 年开始筹备编写环境信息系统教材，2005 年由科学出版社正式出版。考虑到我国近年来在环境保护和信息技术方面的快速发展，编者从 2012 年着手对第一版教材内容进行修改和更新。在原教材内容的基础上，着重通过实例对我国近些年的环境信息系统建设成果进行介绍，并对环境信息系统新技术、相关标准及课后习题作了修改和补充。

全书共分为四部分：①环境信息系统基础知识（第 1、2 章）。着重介绍信息、系统、环境信息、环境信息系统的有关概念、国内外环境信息系统的发展历程、现状和目标。②环境信息系统开发（第 3 章）。详细介绍了环境信息系统的研究内容、特点、开发设计方法。将环境信息系统的开发分为总体规划、系统分析、系统设计、系统实施、系统测试、评价与维护六大步骤，详细介绍了每一步的工作内容、实施方法和注意事项等。③环境信息系统开发实例（第 4 章），通过实例介绍了国家级环境信息系统、省级环境信息系统和城市级环境信息系统的特点和设计过程，并分类介绍了几种典型的环境信息应用系统，包括水资源、大气、湿地和环境管理等方面。④环境信息系统新技术（第 5 章）。较全面地介绍了当前环境信息系统领域的新思想、新技术和新动向。每章章后附有习题，包括选择、简答、论述、上机实践和社会调查等题型。另外，附录中列出了环境信息系统相关术语，供读者参考。

本书由西北工业大学航海学院环境工程系曾向阳教授组织编写，陈克安教授、闫靓讲师、李海英副教授参加了编写工作。本书编写中参考和引用了国内高校环境专业科研人员、国家环保部门及其他相关领域专家和同行们的研究成果和文献资料，在此表示诚挚的感谢。

由于编著者水平有限，不足之处在所难免，恳请读者不吝指正。

编著者

2013 年 10 月

第一版前言

随着社会经济的不断发展，环境保护工作在全球范围内日益受到重视，实现环境与经济、社会的协调发展成为了全人类的共同目标。我国是一个发展中国家，发展经济是当前的主要任务。既要保持经济持续快速地发展，又要在财力、物力有限的条件下，维持和改善环境质量，这就要求强化环境管理。而提高环境管理水平的重要保证是管理效率的提高，这在很大程度上又依赖于真实、可靠的环境信息。

我国在环境信息方面的工作起始于 20 世纪 70 年代初，经过二十多年的努力，已经积累了大量的经验和信息资源，建立了一系列包括环境信息采集、传输、处理、存储、公布和应用的软件系统和网络环境。这些系统都包含于本书所定义的环境信息系统概念之中，即“用于对各种各样的环境信息及其相关信息加以系统化和科学化的信息体系”。当前的各项环境管理工作在很大程度上依赖于这些环境信息系统。但是，目前的环境信息和环境信息系统工作中还有许多问题亟待解决。其中，以下问题尤为突出：

- (1) 环境信息采集方式不规范，导致数据的利用过程中存在许多不一致性问题；
- (2) 环境信息资源利用不充分，过去积累的大量信息资源，以及尚未受到重视的一些信息资源尚未得到充分的利用；
- (3) 环境信息处理效率低、信息管理缺乏统一性和规范化；
- (4) 环境信息系统建设起步晚，开发水平不高，存在重复建设、实用性较差等缺点。

从当前的发展趋势来看，上述问题的解决既需要环境管理部门的重视，也需要社会大众的努力，但更为关键的是需要依靠科学技术。近年来，一系列计算机和网络新技术（如宽带传输）以及信息新技术（如数据挖掘、“3S”技术）已经开始在环境信息系统的有关工作中得到应用。全球环境信息系统和各国、各地区环境信息系统的共同发展，以及环境信息公开和共享的最终实现也将是大势所趋。

因此，新世纪的环境信息工作者需要不断地进行知识更新，除了必要的环境专业知识之外，计算机、网络、信息系统等领域的知识也十分重要。但是，国内目前的教材或专著均以地理信息系统为主要内容，缺少一本系统全面介绍环境信息系统基本概念、系统开发设计方法、国内外发展状况与最新动向等内容的专著或教材。因此，我们特地组织编写了本书。

本书主要内容分为三部分：①环境信息系统基础知识（第 1、2 章）。着重介绍了信息、系统和环境信息系统的有关概念，国内外环境信息系统的发展历程、现状和目标。②环境信息系统开发（第 3、4 章）。详细介绍了环境信息系统的研究内容、特点、开发设计方法，并以实例对国家级环境信息系统、省级环境信息系统和城市级环境信息系统的特点和设计过程进行了介绍。其中，重点内容是环境信息系统的开发设计方法。本书将环境信息系统的开发分为总体规划、系统分析、系统设计、系统实施、系统测试、系统运行、维护和评价六大步骤，详细介绍了每一步骤的工作内容、实施方法和注意事项等，其中包括过去常被忽略的人机交互设计、系统测试和评价等内容。③环境信息系统新发展（第 5 章）。全面地介绍了当前环境信息系统领域内的一系列新思想、新技术和新动向，并展望了环境信息系统的发展趋势。

为加深读者对本书内容的理解，在每章最后还给出了一定量的习题，包括选择、简答、叙述、实践和设计等题型。另外，附录中列出了一些与环境信息有关的国家法律、法规和政策，可供读者参考。

本书初稿于 2001 年完成，经过三年多的教学实践，做了大量修改和完善，是专供环境科学、环境工程专业本科教学使用的环境信息系统教材，它在内容上的突出特点是：强调基础、覆盖面广、简明易学。因此，也可供相关领域的人员参考。

本书由西北工业大学航海学院环境工程系曾向阳副教授策划，并编写了主要内容，陈克安教授和李海英副教授参加了编写工作。孙进才教授对本书进行了审定，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此深表感谢。

由于作者水平有限，错漏之处在所难免，望读者不吝指正。

编者

2004 年 5 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 信息系统概论	1
1.1 信息	1
1.1.1 信息的概念	1
1.1.2 信息的特征、分类和功能	4
1.1.3 信息的度量	11
1.1.4 信息管理	14
1.2 系统	19
1.2.1 系统的概念	20
1.2.2 系统的分类与特征	21
1.2.3 系统方法	22
1.3 信息系统	23
1.3.1 信息系统的概念	23
1.3.2 信息系统发展概论	26
1.4 信息系统开发设计方法	31
1.4.1 系统开发方法学及其发展	31
1.4.2 信息系统分析设计的一般方法	34
习题	39
第 2 章 环境信息系统基础	41
2.1 环境信息系统概论	42
2.1.1 环境信息	42
2.1.2 环境信息的采集方法	47
2.1.3 环境信息的处理方法	49
2.1.4 环境信息系统的概念	54
2.1.5 环境信息系统的特征	55
2.2 国外的环境信息系统	57
2.2.1 美国的环境信息系统	57
2.2.2 跨国环境信息系统	58
2.3 我国的环境信息系统	58
2.3.1 我国环境信息系统的发展历史与现状	58
2.3.2 我国环境信息化建设存在的问题	62
2.3.3 我国环境信息系统的发展目标与方向	65
习题	70

第 3 章 环境信息系统开发方法	72
3.1 数据库基础	72
3.1.1 数据库概述	72
3.1.2 数据库的发展分析	73
3.2 规范化数据库设计	78
3.2.1 数据库管理系统的选型	78
3.2.2 规范化数据库设计原则及流程	84
3.2.3 数据库设计方法	89
3.3 数据库开发中的可视化技术	91
3.4 环境信息系统开发设计	94
3.4.1 环境信息系统开发方式	94
3.4.2 环境信息系统开发原则	95
3.4.3 环境信息系统总体规划	96
3.4.4 环境信息系统分析	99
3.4.5 环境信息系统设计	104
3.4.6 环境信息系统实施	108
3.4.7 环境信息系统测试	110
3.4.8 环境信息系统运行、维护和评价	117
3.5 环境信息系统集成设计	126
习题	128
第 4 章 环境信息系统开发实例	130
4.1 我国环境信息系统的建设	130
4.1.1 国家级环境信息系统	130
4.1.2 省级环境信息系统	137
4.1.3 城市级环境信息系统	146
4.2 专业环境信息系统实例	153
4.2.1 水环境信息系统	153
4.2.2 大气环境信息系统	158
4.2.3 湿地环境信息系统	160
4.3 环境信息管理系统实例	163
4.3.1 环境数据管理系统	163
4.3.2 环境监测信息系统	164
4.3.3 环境评价信息系统	168
4.3.4 环境决策支持系统	171
习题	176
第 5 章 环境信息系统新发展	178
5.1 基于计算机网络的环境信息系统	178
5.1.1 网络基础知识	178
5.1.2 网络与环境信息系统的关系	179
5.1.3 构筑基于 Intranet 的环境信息系统	183

5.2 全球环境信息系统	188
5.2.1 全球环境监测系统	188
5.2.2 全球资源信息数据库	190
5.3 环境信息公开	192
5.3.1 环境信息公开理念	192
5.3.2 环境信息公开制度	198
5.4 面向对象的环境信息系统开发方法	203
5.5 “3S”技术在环境信息系统中的应用	209
5.6 最新信息技术在环境信息系统中的应用	212
习题	217
主要参考文献	218
附录	219

第1章 信息系统概论

本章学习目标

- 掌握信息、信息量、系统、信息系统等基本概念
- 明确信息的特征、分类和功能
- 了解信息的度量方法和信息管理的发展历程
- 掌握系统和信息系统的一般模型及主要功能
- 了解信息系统的价值及信息系统的发展历程
- 了解开发信息系统的常用方法和工具

环境信息系统是信息系统技术在环境领域的应用，是信息技术与环境专业技术结合的产物，因此本质上也是一种信息系统。相比较而言，信息系统理论发展较早，积累了一系列分析、设计、开发的理论和方法，对于环境信息系统的设计和开发具有很好的参考价值。鉴于此，本书首先简要介绍信息系统的知识。

1.1 信 息

随着信息时代的到来，人们越来越清楚地认识到，知识就是力量，信息就是财富，信息资源在社会生产和人类生活中将发挥日益重要的作用。信息资源的增长速度和利用程度也成为现代社会文明和科技进步的重要标志。但是，信息成为一种资源的必要条件是对其进行有效的管理。如果没有信息管理，信息也可能带来意想不到的麻烦。因此，对信息及其相关活动因素进行科学的计划、组织、控制和协调，实现信息资源的充分开发、合理配置和有效利用，既是信息科学的重大应用课题，也是管理科学的新兴研究领域。

1.1.1 信息的概念

1. 信息的基本概念

在现代生活中，“信息”（information）一词随处可见。有许多人曾想用确切的语言来描述它，例如，有人认为信息就是消息；有人认为知识等于信息；有人认为信息是事物之间的差异；有人强调信息是一种“场”；有人认为信息是有序性的度量；有人把信息定义为经过加工后的数据，它对接收者有用，对决策或行为有显式的或潜在的价值；还有人认为信息是经过加工并对客观世界产生影响的数据，也就是“有用即信息”；有人更抽象地说信息就是运动状态的反映……历史上，有关信息的定义多达数十种，大多不够准确，难以反映信息的本质。此外，信息是不是物质，信息有无价值等相关问题，至今仍然争论不休。由此可见，信息是一个应用广泛但又内涵复杂的概念。以下从信息科学的发展过程来分析信息的本质含义。

20世纪以前，人们对信息的认识一直处于原始和经验阶段。信息作为一种科学的概念，首先在信息论中得以专门研究。1928年，哈特莱（R. V. Hartley）在《贝尔系统技术杂志》

上发表了一篇题为“信息传输”的论文，将信息理解为选择通信符号的方式，即发信者所发出的信息，就是他从通信符号表中选择符号的具体方式。例如，假定在符号表中选择了这样一些符号：“I am back”，就发出了“我回来了”的信息；如果选择了“I am tired”这些符号，就发出了“我很累”的信息。哈特莱还注意到，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，发信者所能发出的信息的数量就被限定了。哈特莱的思想和研究成果为信息论的创立奠定了基础。

信息论成为一门严密的科学，主要归功于贝尔实验室的香农（C. E. Shannon）。他于1948年在《贝尔系统技术杂志》上发表了著名论文“通信的数学理论”，标志着信息论的诞生。香农是从通信工程的角度去研究信息传递与度量问题的。他认为，信息的多少意味着被消除的不确定性的多少。所谓不确定性，就是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收端（信宿）对于发出端（信源）可能会发出哪些消息的不确定性。因此，信息被看做是用以消除信宿对信源发出何种消息的不确定性的事物。简单地说，“信息是指有新内容、新知识的消息”。这就是说，信息与消息是有区别的。

从通信的观点出发，构成消息要具有两个条件：一是能为通信双方理解；二是可以传递。信息与消息的关系是内容与形式的关系。消息是信息的载体，其形式是多样的，如各种语言、文字、图像等，而信息则指的是包含在各种具体消息中的抽象内容。例如，收听广播时听到了一些新闻，也就是接收到了一些消息。这些消息的内容可能是已经知道的，也可能是还不知道的。事先已经知道的消息不能作为信息，因为人们不能从中获得新内容或新知识以消除不确定性。在接收者看来，信息必须是事先不知道其内容的新消息。可见，香农对信息的定义是从信息在通信过程中所起作用的角度提出的。

几乎与香农同时，维纳（N. Wiener）也发表了控制论的奠基性著作《控制论》，标志着控制论这门新兴学科的诞生。

维纳从控制论的角度对信息的含义进行了阐述。他把信息与人的认识、动物的感知活动联系起来。在1950年发表的论文“人有人的用处——控制论与社会”中，维纳指出，“人通过感觉器官感知外部世界”，“我们支配环境的命令就是给环境的一种信息”，因此，“信息这个名称的内容就是我们对外界进行调节并使我们的调节为外界所了解时与外界交换来的东西。”这表明，信息就是人们适应外部世界，并把这种适应反作用于外部世界的过程中同外部世界进行相互联系、相互作用、相互交换的一种内容。在这里，维纳把人与外界环境交换信息的过程看成是一种广义的通信过程，试图从信息自身具有的内容属性上给信息下定义，注意了信息的质的方面。这给人们提供了一条深入揭示信息本质的正确途径。

在此基础上，我国学者钟义信指出：“信息是事物存在的方式或运动的状态，以及这种方式或状态的直接或间接的表述。”该定义从哲学里的本体论层次出发，给出了信息的一种广义定义，具有广泛的适用性。同时，钟义信也指出信息的定义应当根据不同的条件，区分不同的层次来给出。只有深入把握信息的本质，才能正确理解信息应用于不同领域、在不同约束条件下的具体含义。这进一步表明了信息概念的复杂性。

通过上述分析可以发现，就本质而言，信息是事物自身显示其存在方式和运动状态的属性，是客观存在的现象。同时，信息与认知主体又有着密切的关系，它必须通过主体的主观认知才能被反映和揭示。因此，信息是一种比运动、时间和空间等概念更高级的哲学范畴，是一个复杂的、多层次的概念。在信息概念的诸多层次中，最重要的是两个层次：一个是没有任何约束条件的本体论层次，另一个是受主体约束的认识论层次。从本体论层次上来考

察,信息是一种客观存在的现象,是事物的运动状态及其变化方式,即“事物内部结构和外部联系的状态以及状态变化的方式”。世间一切事物都在不停地运动,因而都在不断地产生着本体论意义上的信息;而以主体的立场来考察信息概念,就会引出认识论层次上的信息概念,即信息是主体所感知或所表述的事物运动状态及其变化方式,是被反映出来的客观事物的属性。

概括起来,关于信息的本质,可以明确以下两点。

(1) 信息的存在不以主体(人、生物或机器)的存在为转移,即使主体不存在,信息同样可以存在。例如照片、磁带、录影带可以真实再现已经发生过的事件或情景;再如,考古学家从古代人类的遗留物可以了解历史事件。从这个意义上讲,信息就是事物内部结构和外部联系的运动方式和状态。

(2) 信息在主观上可以被接受和利用,并作用于人们的行动。人类总是自觉或不自觉地从客观世界获取信息,通过感觉器官感知信息,通过大脑分析和处理信息,再利用信息来创造价值。从这个意义上讲,信息是主体所感知或主体所表述的事物的运动状态及其变化方式。

通过上述分析,尽管仍然难以给信息下一个十全十美的定义,但信息的本质含义已不难理解。事实上,也没有必要给信息下一个放之四海而皆准的定义。正如香农和维纳分别从通信和控制领域研究信息的含义一样,人们应该从不同的应用领域出发,在信息本质特征的基础上给出相应的定义。

为此,本书从环境学的角度出发,做出如下定义:环境信息是环境数据的内在含义,是以语言、文字、表格、图形、声音和图像等表达的环境资料的进一步解释。根据这个定义,那些能表达某种含义的信号、密码、情报和消息都可概括为信息。例如:对于一则“环境保护状况公告”,既可以用文字(或字符)写成,也可以用广播(声音)传送,还可以用电视(声音、图像)来播出,甚至可以利用网络(多媒体)来发布。不管用哪种形式,其基本含义都是公告,它们所表达的信息都是“环境状况公告”,所以这种公告也就是一种环境信息。

2. 信息与数据的关系

许多关于信息的定义都将其与数据联系在一起,有的甚至将二者等同起来,这种看法是一种习惯性的错误。事实上,信息与数据既有密切的关系,但含义又不完全相同。

一方面,数据是记载下来的事实,是客观实体属性的值,是可以记录、通信和识别的符号;信息是数据的内在含义,是实体、属性和值三者的组合体。因此,在很大程度上,可以把信息看做是经过加工的数据。这表明了两者的内在联系,就如同原材料与成品的关系。

另一方面,两者又不是等同的,这首先体现在两者的度量上。数据可以利用一般意义上的多少来衡量,对于计算机,则可以利用字节来表示数据的大小;信息则需要利用专门的参数来表征(后面将要介绍信息熵等)。一定量的数据,一般都包含一定量的信息,但并不是数据量越大,信息量就越大。例如,近年来,随着数据量的急剧增长,人们一方面有“知识爆炸”、“数据过剩”的感觉,同时又有“信息贫乏”、“数据关在牢笼中”的说法。这表明信息和数据的确存在着本质上的差别。

这种差别也是导致近年来一种新的技术或新的产业开始蓬勃发展的根本原因,即数据挖掘,其主要目的就是大量数据中挖掘有用的信息。关于该技术的详细阐述将在本书第5章中给出。

3. 信息与物质、能量的关系

维纳在《控制论》中指出：“信息就是信息，不是物质也不是能量。不承认这一点的唯物论，在今天就不能存在下去。”维纳在这里强调了信息的特殊意义，也初步揭示了信息、物质与能量三者间的辩证关系。具体来讲，信息与物质和能量既存在区别，也有着密切的联系。

1) 信息与物质的关系

物质是信息存在的基础。信息是一切物质的基本属性，认知主体对于客观物质世界的反映都是通过信息来实现的。但信息不是物质，也不是意识，而是物质与意识的中介；信息的产生、表述、存储、传递等都要以物质为基础，但物质具有质量，且遵循质量守恒定律，而信息本身没有质量，也不服从守恒定律；信息对物质有依附性，任何信息都离不开物质，都要以物质作为载体，但信息内容可以共享，其性质与物质载体的变换无关。

2) 信息与能量的关系

能量是信息运动的动力，因为信息的传递、转换、获取和利用过程都要耗费一定的能量。信息必须与能量结合才具有活力，但信息效用的大小并不由其消耗能量的多少决定；各种形式的能量或信息在传递过程中都可以互相转换，但能量的传递与转换过程遵循能量守恒定律，而信息在传递与转换过程中并不服从守恒定律；信息的传递与获取离不开能量，能量的驾驭和转换则又需要信息。“知识就是力量”这句话所表现出的智慧是值得我们深思的。

1.1.2 信息的特征、分类和功能

信息现象是十分复杂的。分析研究信息的特征与类型，有助于加深对信息概念的理解和对信息本质的认识，也有利于理解信息的功能。不同的信息经过分类后将呈现出自己的特征，这对于从纷繁复杂的信息现象中整理出简洁明晰的思维脉络是大有益处的。

1. 信息的特征

所谓信息的特征，就是指信息区别于其他事物的本质属性。信息的基本特征包括以下十点。

1) 普遍性

信息是事物运动的状态和方式，只要有事物存在，只要有事物的运动，就会有其运动的状态和方式，就存在着信息。无论在自然界、人类社会，还是在人类思维领域，绝对的“真空”是不存在的，绝对不运动的事物也是没有的。因此，信息是普遍存在的。信息与物质、能量一起，构成了客观世界的三大要素。

2) 表征性

信息不是客观事物本身，而只是事物运动状态和存在方式的表征。一切事物都会产生信息，信息就是表征所有事物属性、状态、内在联系与相互作用的一种普遍形式。宇宙时空中的事物是无限的，表征事物的信息现象也是无限的。由于信息反映客观事物的运动状态和方式，因而真实性是信息最本质的特征，不具备真实性的信息就是虚假信息、有害信息。

3) 动态性

客观事物本身都在不停地运动变化，信息也在不断发展更新。事物运动状态及方式的效用会随时间的推移而改变，因此，在获取与利用信息时必须树立时效观念，不能有一劳永逸的想法。

信息的运动与物质和能量的运动不同，有自己的特点。由于信息既具有客观性，又有主观性，其运动比物质和能量的运动要复杂得多。信息的运动使其成为客观物质世界和主观精神世界的桥梁，在人类认识和改造客观世界过程中，形成了众多的学科门类，尽管当时人们没有认识到是信息在起作用，但是，这种不自觉的行为已经为人类带来了巨大的进步。

信息运动大致可分为两个方面，一方面是本体意义上的信息运动，它反映对象（事物）运动的状态和方式，是客观方面。另一方面是认识论意义上的信息运动，它反映由主体所发出（表述）的主体思维运动的状态和方式（代表主体意志），是主观方面。

认识信息的运动，不能只考虑信息运动的客观方面。脱离了主观性，缺乏对信息的再升华，从而导致对客观世界的认识僵化，失去创造性。信息只有为人类主观认识才能更好地改造世界。同时，也不能孤立地只考虑主观方面，而脱离了客观性，这样很容易蜕变为形而上学的唯心主义。应当从信息的客观性出发，将二者有机结合起来，才能更好地认识和利用信息，使之为人服务。

图 1.1 是信息运动的一种模型，它反映了信息从客体进入主体，经过在主体中的运动再作用于客体的运动过程。这个模型概括了以下重要过程单元。

(1) 信息感知：通过感知器官获取外部世界事物信息，完成本体论意义的信息向认识论意义的信息的转变。

(2) 信息识别：对感知的信息加以辨识和分类。

(3) 信息变换：将识别出的信息进行适当形式的转换（一般是变换它的载体）。

(4) 信息传递：将信息由空间的某一点转移到另一点。

(5) 信息存储：收到信息后以适当的形式进行存储。

(6) 信息检索：当需要信息时，把存储的信息迅速准确地提取出来。

(7) 信息处理：为了便于使用，需要对信息进行适当的加工处理，包括分析、比较和运算等。

(8) 信息再生：在信息处理的基础上就可能获得关于对象运动的规律性认识（即再生出更为本质的信息），并形成针对客体对象的策略。

(9) 信息表示：将主体再生的信息用适当的方式表示出来。

(10) 信息变换：对再生信息进行适当的变换并以一定的方式表现出来。

(11) 信息传递：把经过加工变换的再生信息从空间的某一位置（主体所在处）转移到另一位置（客体所在处）。

(12) 信息检测：信息在传递过程中可能受到噪声等因素的影响，需要把再生信息从干扰的背景中分离出来。

(13) 信息处理：为了便于再生信息发挥作用，还需要对其进行适当的加工。

(14) 信息施效：运用再生信息对客体对象的运动状态和方式进行调整。

从图 1.1 可以看出，信息的运动过程就是不断地了解和控制对象，使它逐渐地由初始运动状态和运动方式转移到最终的运动状态和运动方式。只有当上述所有过程都发挥正常作用，主体才能从本体意义上的信息中提取认识论意义上的信息，并从中形成有关客体对象的正确认识，在这个基础上再生出反映主体意志的信息，并通过它的反作用实现对客体的变革。

在信息处理、再生和施效过程中，主体应当具有智能，而且，智能水平越高，相应的信息过程就越有效，反之则越差。因此，智能活动是主体认识、改造世界过程的基本特征。

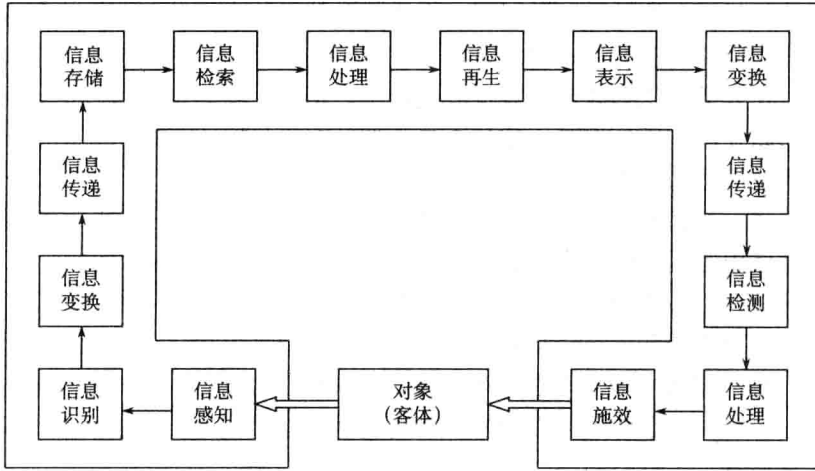


图 1.1 信息运动模型

主体利用信息的基本过程，主要是获取客体的信息，经过与目标信息的比较、决策形成指令信息，最后经过控制和调整重新作用于客体。这个过程是一个反馈控制过程，如图 1.2 所示。

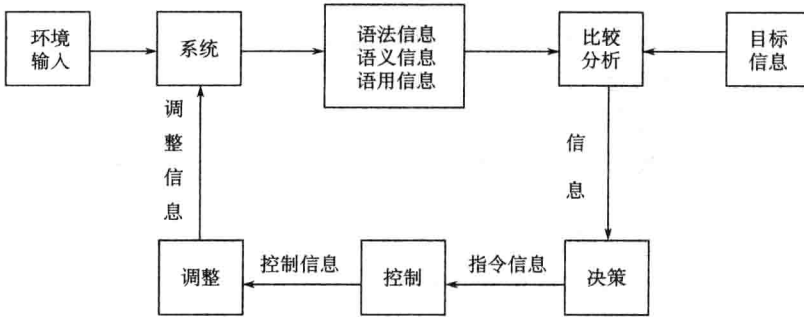


图 1.2 主体利用信息的基本过程

4) 相对性

客观上信息是无限的，但相对于认知主体来说，人们实际获得的信息（实得信息）总是有限的。并且，由于不同主体有着不同的感受能力、不同的理解能力和不同的目的性，从同一事物中获取的信息（语法信息、语义信息和语用信息）必定各不相同，即实得的信息量是因人而异的。

5) 依存性

信息本身是看不见、摸不着的，它必须依附于一定的物质形式（如声波、电磁波、纸张、化学材料、磁性材料等）之上，不可能脱离物质单独存在。这些以承载信息为主要任务的物质形式称为信息的载体。信息没有语言、文字、图像和符号等记录手段便不能表述，没有物质载体便不能存储和传播，但其内容并不因记录手段或物质载体的改变而发生变化。

6) 传递性

信息可以通过多种渠道、采用多种方式进行传递。信息从时间或空间上的某一点向其他

点移动的过程被称为信息传递。信息传递要借助于一定的物质载体,因此,实现信息传递功能的载体又称为信息媒介。一个完整的信息传递过程必须具备信源(信息的发出方)、信宿(信息的接收方)、信道(媒介)和信息四个基本要素。传递信息需要时间,因而接收者得到的信息总是滞后于信源。信息的传输载体和传输手段决定了信息传递的速度和效率。

7) 可干扰性

信息是通过信道进行传递的。信道既是通信系统不可缺少的组成部分,同时又对信息传递有干扰和阻碍作用。任何不属于信源而加之于其信号上的附加物都称为信息干扰。例如,噪声就是一种典型的干扰。产生噪声的因素很多,有传输设备发热引起的热噪声、不同频率的信号相互干扰产生的调制噪声、不同信道相互干扰产生的串扰噪声、外部电磁波冲击产生的脉冲噪声等。

8) 可加工性

信息可以被分析或综合,也可以被扩充或浓缩,也就是说人们可以对信息进行加工处理。所谓信息加工,是指对信息进行整理、变换、排序、分解、计算、提炼、分析、综合、可视化等处理,将信息从一种形式变换成另一种形式。经过加工的信息将更符合人们对信息的内容、形式和实效等方面的需要,更适于人们对信息的再利用。如果在信息加工过程中没有任何信息量的增加或损失,并且信息内容保持不变,那么就意味着这个信息加工过程是可逆的,反之则是不可逆的。实际上,信息加工都是不可逆的过程。

9) 层次性

信息反映的内容具有不同的抽象层次,既有蕴含丰富意义的高抽象度信息,也有内容简单和直观的具体信息。例如,环境保护战略规划、生态环境系统、节能减排等属于高抽象度信息,而一台声级计在某段时间内得到的环境噪声数据则属于简单的具体信息。不同层次的信息,其用途和加工处理方式一般也不同,因而根据层次性可以更好地把握和分析信息。

10) 共享性

信息区别于物质的一个重要特征是它可以被共同占有,共同享用,也就是说,信息在传递过程中不但可以被信源和信宿共同拥有,而且还可以被众多的信宿同时接收利用。如一条新闻通过互联网可以被众多在线者同时浏览。物质交换遵循易物交换原则,失去一物才能得到一物,但信息交换的双方不仅不会失去原有信息,而且还会增加新的信息。在信息化工作中要充分利用广播电视技术、互联网技术、通信技术和计算机技术,充分发挥信息的可共享性,使其可以广泛地传播扩散,供全体接收者共享。

2. 信息的分类

用不同的标准对信息进行分类,可以把信息划分为如下类型。

1) 按照信息的发生领域,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世界的信息。形形色色的天气变化、地壳运动、天体演化……无生命的世界每时每刻都在散发着大量的信息。只是由于条件的限制,目前对于这类信息现象的认识还远远不够。

生物信息是指生命世界的信息。有关实验研究表明,植物之间存在着信息交换现象,植物能够感知并传递信息。动物之间更是有着特定的信息传递方式,各类动物都有自己交换信息的“语言”。而遗传信息的作用则是生命进化的重要原因。没有信息,就没有丰富多彩的生物界,更不会出现人类社会。

社会信息是指社会上人与人之间交流的信息,包括一切人类社会运动变化状态的描述。

按照其活动领域，社会信息又可分为科技信息、经济信息、政治信息、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，也是社会大系统的一种构成要素和演化动力。因此，社会信息是信息管理的主要对象。

2) 按照信息的表现形式，可将信息划分为消息、资料 and 知识

消息是关于客观事物发展变化情况的最新报道。消息反映的是事物当前动态的信息，因而生存期短暂，有较强的时间性，主要用于了解情况，以决定行为方式。

资料是客观事物的静态描述与社会现象的原始记录。资料反映的是客观真实的真实记载，因此生存期长久，有较强的累积性，主要用作论证的依据。

知识是人类社会实践经验的总结，是人类发现、发明与创造的成果。知识反映的是人类对客观事物的普遍认识和科学评价，因此对人类社会活动具有重要的意义。人们通过学习掌握知识，可以增长创造才能，提高决策水平，更有效地开展各项社会活动。

3) 按照主体的认识层次，可将信息划分为语法信息、语义信息和语用信息

从主体对信息的认识层次上看，由于主体有感受力，能够感知事物运动状态及其变化方式的外在形式，由此获得的信息称为语法信息；由于主体有理解力，能够领会事物运动状态及其变化方式的逻辑含义，由此获得的信息称为语义信息；又由于主体具有明确的目的性，能够判断事物运动状态及其变化方式的效用，因此获得的信息称为语用信息。语法信息、语义信息和语用信息三位一体的综合，构成了认识论层次上的全部信息，即全信息。

语法信息是信息认识过程的第一个层次。它只反映事物的存在方式和运动状态，而不考虑信息的内涵。换言之，语法信息只是客观事物形式上的单纯描述，只表现事物的现象而不深入揭示事物发展变化的内涵及其意义。这一层次涉及可能出现的符号的数目、信源的统计性质、编码系统和信道容量等。研究信道传递信息的能力，设计合适的编码系统，以高度可靠性快速有效地传递数据，是通信工程所关心的问题。

语义信息是信息认识过程的第二个层次。它是指认识主体所感知或所表述的事物的存在方式和运动状态的逻辑含义；换言之，语义信息不仅反映事物运动变化的状态，而且还揭示了事物运动变化的意义。从信源发出的数则消息，如果只是从通信符号的统计数量来看，其信息量可能相等，但其意义却可以是完全不同的。在信息检索中就必须考虑信息的语义问题。

语用信息是信息认识过程的最高层次。它是指认识主体所感知或所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。换言之，语用信息就是指信源所发出的信息被信宿接收后将产生的效果和作用。同语义信息相比，它对信宿的依赖性更强，而且与信息传递的时间、地点和环境条件等有着密切的关系。信息管理往往关注的就是语用层次上的信息现象。

除此之外，信息还有多种分类方法，如表 1.1 所示。

表 1.1 信息的其他分类

分类角度	分类
观察的过程	实在信息、先验信息、实得信息
信息的地位	客观信息、主观信息
信息的作用	有用信息、无用信息、干扰信息
信息的逻辑意义	真实信息、虚假信息、不定信息
传递方向	前馈信息、反馈信息