

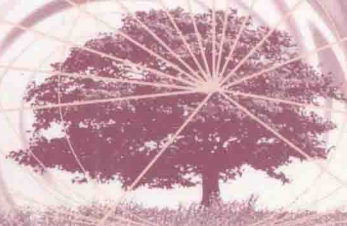
环境信息系统

孙水裕 王孝武 编著



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心



环境信息系统

孙水裕 王孝武 编著

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境信息系统/孙水裕, 王孝武编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 10
ISBN 7-5025-4848-3

I. 环… II. ①孙…②王… III. 环境管理-管理信息系统 IV. X3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 090896 号

环境信息系统

孙水裕 王孝武 编著

责任编辑: 邹宁 徐娟 陈丽

责任校对: 陶燕华

封面设计: 于兵

*

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市彩桥印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 371 千字
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4848-3/X · 339

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

本书编写组成员

主 副 编	主	编	孙水裕				
		编	王孝武				
		委	孙水裕	王孝武	王	雄	
			杨国清	戴文灿			

前 言

近年来，环境领域涌入了大量的新技术，其中信息技术首当其冲成为环境领域中研究的热点，相当多的文献开始经常提到“环境信息系统”这个词，许多大学的环境类专业也相继开设了“环境信息系统”课程，但是一直以来也没有人给“环境信息系统”下一个明确的定义，更没有专门的教材，相当多的院校一直参照“地理信息系统（GIS）”教材来讲述“环境信息系统”课程，虽然地理信息系统技术已经在环境管理与研究中得到了广泛应用，成为环境管理、环境科学与工程研究的有力工具，但并不能将两者完全等同。编写本书的目的是想使之成为一个试金石，并起到抛砖引玉的作用，使“环境信息系统”技术进一步系统化，并使“环境信息系统”的教学早日规范化。

在本书中，将“环境信息系统”定义为“一切用于环境管理、环境科学研究等与环境保护相关的信息系统”，这是从广义上来说的，并将数据库、地理信息系统技术作为环境信息系统主要的计算机支撑技术，从而衍生出对环境信息系统的分类：“环境管理信息系统”和“环境地理信息系统”。全书内容上的安排也是按照这四个方面来组织的，同时考虑到遥感技术在环境研究中的重要作用日益凸显，所以也用单独一章内容对遥感技术的基础内容做了讲述。

为了便于教学，我们将全书分为两大部分，第1部分包括前四章，主要对环境信息系统涉及的基础知识进行讲述，大部分为纯理论的介绍，我们将其称为基础部分；第2部分为后两章，主要对两大类环境信息系统的应用进行探讨，通过近年来成功的应用实例来组织内容，为应用部分，本部分内容摘录了大量的近十年的研究文献和广东工业大学环境科学与工程学院最新研究成果。书中内容的摘选具有很强的针对性，特别是第2部分的一些观点具有较强的前

瞻性，如对环境模拟、环境模型库的设想均少见于国内文献，突出了内容的新颖性。书中对基础知识的讲述也很具体，并突出了重点。对本书的讲述可根据学生的实际情况来对内容进行合理取舍。本书可作为环境类专业大学高年级本科生和研究生的学习用书，也可供环境科学和环境工程科技工作者参考。

全书由孙水裕负责策划与组织，王孝武编写全书内容，王雄对全书进行了认真审校，孙水裕、杨国清最后审定。本书在编写过程中，得到广东工业大学环境科学与工程学院师生的大力支持，在此表示由衷的谢意。

由于编者水平有限，书中存在的不足之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者

2003年7月于广东工业大学

目 录

第 1 部分 环境信息系统基础知识	1
第 1 章 概述	1
1.1 信息	2
1.1.1 信息的定义	2
1.1.2 信息的分类	3
1.1.3 信息的性质	4
1.1.4 信息的特征	6
1.1.5 信息的作用	7
1.1.6 信息与数据	10
1.2 系统与信息系统	10
1.2.1 系统的定义及其特性	10
1.2.2 系统的分类	12
1.2.3 模型与系统	13
1.2.4 信息系统的概念	16
1.2.5 信息系统研究方向分类	17
1.2.6 信息系统运行的几种驱动方式	18
1.3 环境信息系统	20
1.3.1 环境信息系统的定义	21
1.3.2 环境信息系统的分类	21
1.3.3 环境信息系统的主要研究内容、特点以及 相关学科	25
1.3.4 环境信息系统的发展趋势	26
第 2 章 数据库	28
2.1 基础知识	28
2.1.1 数据库的概念及含义	28

2.1.2	数据库系统的发展历程	30
2.1.3	数据库系统的基本特点	31
2.1.4	数据库系统的组成	35
2.1.5	数据库系统的工作过程	37
2.2	数据库中的数据模型	38
2.2.1	层次模型	39
2.2.2	网状模型	40
2.2.3	关系模型	41
2.3	关系数据库基本原理	45
2.3.1	关系数据库系统的衡量准则	45
2.3.2	关系代数	48
2.3.3	关系数据库标准语言 SQL	57
2.4	数据库应用系统设计概述	75
2.5	数据库的发展趋势	81
2.5.1	分布式数据库系统	81
2.5.2	客户/服务器结构的数据库系统	82
2.5.3	面向对象数据库系统	87
第3章 地理信息系统		92
3.1	地理信息的特征	95
3.2	地理信息系统的发展历史	97
3.3	地理信息系统组成	100
3.3.1	GIS的硬件设备	100
3.3.2	GIS的软件模块	105
3.3.3	GIS地理空间数据	107
3.3.4	GIS组织管理人员	108
3.4	GIS的相关学科与技术	109
3.5	地理信息系统的数据结构	112
3.5.1	GIS中的空间信息及其特征	112
3.5.2	GIS中的数据类型	115
3.5.3	空间数据的数据结构	115

3.6	地理信息系统的空间分析	146
3.6.1	空间特征的几何分析	146
3.6.2	数字高程模型的分析	156
3.6.3	网络分析	165
3.7	常用 GIS 软件简介	173
3.7.1	MapInfo 软件	173
3.7.2	ESRI 全新 GIS 平台——ArcGIS 体系结构及 技术介绍	178
3.7.3	GeoStar 软件	204
3.7.4	MAPGIS 系列软件	207
3.8	地理信息系统的发展趋势	211
第 4 章	环境信息系统的主要数据来源	216
4.1	遥感技术基础	216
4.1.1	遥感的概念及特点	216
4.1.2	遥感的分类	218
4.1.3	遥感过程及其技术系统	220
4.1.4	遥感发展概况	221
4.1.5	遥感的应用	231
4.1.6	遥感的物理基础	238
4.1.7	遥感目视解译	248
4.1.8	遥感数字图像处理	251
4.1.9	ERDAS 系列软件	259
4.2	全球定位系统简介	279
4.2.1	全球定位系统的应用	279
4.2.2	什么是全球定位系统	283
4.2.3	GPS 如何定位	284
4.2.4	GPS 接收机如何分类	285
4.2.5	我国的“双星计划”	287
第 2 部分	环境信息系统应用部分	289
第 5 章	基于关系数据库的环境管理信息系统	289

5.1	环境管理信息系统的特点	290
5.1.1	环境信息的涵义及特点	290
5.1.2	环境管理信息系统的特点及功能	292
5.2	环境统计——环境管理信息系统的起源	293
5.2.1	环境统计简介	293
5.2.2	环境管理信息系统的发展历史	297
5.3	环境管理信息系统的技术核心	299
5.3.1	环境管理系统	299
5.3.2	MIS	305
5.3.3	办公自动化技术	307
5.4	环境管理信息系统的设计应用实例	318
5.4.1	国家环境监理领导查询系统的设计	319
5.4.2	我国地方环境管理信息系统（基于关系数据库） 的设计	324
5.4.3	大连市大气环境周（日）报系统	331
5.4.4	汕头市建设项目的环境管理信息系统	337
第6章	环境地理信息系统	343
6.1	环境地理信息系统观念的提出	343
6.1.1	传统的基于关系数据库的 EMIS的主要缺陷	343
6.1.2	GIS、RS与EMIS结合	345
6.1.3	环境地理信息系统的完整定义及特点	348
6.2	环境虚拟与模拟	349
6.2.1	环境模拟与GIS	349
6.2.2	水质模型	359
6.2.3	环境模型库	365
6.3	EGIS的数据库设计	369
6.3.1	GIS系统中数据库的组织方式	369
6.3.2	环境地理信息系统异构数据库的设计思路	370
6.4	EGIS的开发	372

6.4.1	概述	372
6.4.2	城市环境地理信息系统的开发	372
6.5	EGIS 的应用实例分析	377
6.5.1	基于 3S 的环境综合管理信息系统 (广州城市 信息研究所提出的解决方案)	377
6.5.2	环境监测信息系统	388
6.5.3	EGIS 在生态环境监测信息系统中的应用	406
6.5.4	环境影响评价的数字化	419

环境信息系统基础知识

日常生活中，不论在职业上还是在个人生活中，我们都经常与各种各样的信息系统打交道。随着越来越多的人在个人生活和职业工作中逐渐地依赖于信息系统（Information System，IS），在信息系统中的投资急剧增加。将来，我们将更加依赖信息系统。了解信息系统的潜力并将这种知识应用于工作中，将会使个人工作更加成功，从而也能使所在团体实现其目标，社会达到更高的生活质量。计算机和信息系统将会极大地改变我们的社会和我们的生活方式。

环境信息系统最直接的技术支持是信息系统和地理信息系统，所以本部分以信息系统技术中的数据库和地理信息系统为主要内容。

概 述

在本章，我们首先来简要了解环境信息系统的基础知识和概念，作为学习本课程的必要的知识准备。

1.1 信 息

1.1.1 信息的定义

现在的世界是信息的世界，信息无处不在，如何给信息下一个明确的定义并不是一件容易的事，信息是一个非常复杂的研究对象，而且又是人们日常生活中经常挂在嘴边上的词语。理论上的抽象性和实际应用中的随意性这一矛盾大大增加了研究的复杂程度。本书给出的是信息科学研究专家的定义。

按照我国信息科学专家提出的信息分层定义和建立信息的定义体系的想法，可以根据不同的条件区分不同的层次给出信息的定义。最高的层次是信息在哲学本源意义上的层次，即无约束条件的层次。在这个层次上定义的信息是最广义的信息，它的适用范围最广。如果我们在某个层次上引入一个条件来约束，则这一层次上信息的定义就会下降一个层次，它的应用范围变窄，但定义的确指性增强了。不断地加入约束条件，就可以不断地降低其所处层次，从而不断地明确其应用范围。

在哲学本源的层次上，我们可以将信息 (information) 明确地定义为：信息是某一事物运动的状态和方式在其他事物运动状态和方式上的反映。

认识论层次上的信息是这样定义的：信息是认识所感知的或者所表述的事物运动的状态和方式及其意义。

若对认识论层次上的信息定义引入更严格的约束条件，又会得到不同的信息概念：语法信息、语义信息、语用信息、语境信息、先验信息等。

语法信息：只在形式上反映和再现事物运动状态和方式的信息（如数字、符号、字母）。

语义信息：在逻辑含义上反映和再现事物运动状态和方式的信息。

语用信息：相对于某种目的而能产生效用即改变了主体事物的认知心理结构的反映和再现事物运动状态和方式的信息。

语境信息：隐含于上下文关系（语境）之间的信息。

先验信息：在再现事物运动状态和方式的变化之前认识主体已经通过某种途径所感知的信息。

有了这样一个定义体系，特别是体系中区分出的语法、语义、语用、语境的不同约束条件或考虑问题的具体层次，我们就有了讨论信息和信息管理问题的共同语言，不会纠缠不清，得不到要领。

对于数据库系统和管理信息系统，信息一般被定义为有组织的、可以形式化描述的数据，前者的侧重点在这些数据的语法形式上，后者不再重视数据的语法性，还要考虑其语义和语用特性。

1.1.2 信息的分类

从性质上将信息分为语法、语义、语境和语用四个类别。这种分类当然是最基本的和最重要的。信息分类也可以依据不同的准则和方法。

按源事物与主体事物的关系分类：实得信息、实在信息、实用信息、先验信息。

按源事物对于信息的地位分类：客观信息、主观信息。

按信息可能起的作用分类：无用信息、有用信息、冗余信息、垃圾信息、干扰信息。

按信息的意义分类：真实信息、虚假信息、伪装信息、不定信息。

按信息的传递方向分类：前馈信息、反馈信息。

按信息的生成领域分类：宇宙信息、自然信息、社会信息、思维信息等。

按信息的应用方向分类：工业信息、农业信息、军事信息、政治信息、科技信息、文化信息、经济信息、市场信息等。

按信息的媒体形式分类：语声信息、图像信息、文字信息、数据信息、动画信息等。

按信息的载体分类：电子信息、光学信息、生物信息。

按携带信息的信号分类：连续信息、离散信息或者模拟信息、数字信息等。

按信息的描述空间：

确定型信息 利用数据、表格、图形、公式以及状态空间、状态变量方法描述；

概率信息 利用概率空间方法描述（离散有限明晰状态信息）；

偶发信息 利用可能度空间的方法描述（半随机型有限明晰）；

模糊信息 利用隶属度空间的方法描述。

1.1.3 信息的性质

信息具有多方面的属性，归纳起来有十大性质：普遍性、客观性、无限性、物质依附性、可转移性、有序性、动态性、共享性、异步性和残缺性，下面分别加以讲述。

① 普遍性 世界是物质的，物质是运动的，运动的物质都产生（使另一事物带上了它运动的痕迹）和带有（反映了另一事物的运动状态及其变化方式）信息，所以信息无处不在。物质的普遍性以及物质运动的规律性决定了信息的普遍存在性。

② 客观性 由于信息源具有客观存在的物质运动的两大特性，所以信息的存在是客观的。信息是先于人类存在的，直到今天人类以外的各种生物仍利用着大自然里无穷无尽的信息资源。信息的客观性还表现为它是以物质的客观存在为前提的，任何精神世界的信息活动都是以其客观实际为背景才能存在和被处理应用，是要受客观实践检验的。

③ 无限性 物质及其运动形式是无限的，所以信息作为其反映也是无限的。物质的无限性体现在它的边界是无限的、层次是无限的、运动形式是无限的、相互之间的关系也是无限的。

④ 物质依附性（载体不可分性） 信息是事物运动的状态及

其方式的某种反映，是以某种物质的特定的运动形式表现出来的。信息必须依附于物质载体而存在，需要物质为承担者，自身不能独立存在和交流，这是信息对物质依附性的绝对的一面。物质依附相对一面是指信息的内容与物质的载体之间并不具有必然的对应关系。

⑤ 可转移性 信息可以在时间上或在空间中从一点转移到另一点。

⑥ 有序性 信息可以用来消除系统的不确定，有利于系统的自组织，增加系统的有序性。自组织理论告诉我们，一个系统要想从无序状态转变为有序状态，就必须从外界获得信息（负熵）。

⑦ 动态性 信息的内容和形式会随时间变化而不断得到取舍、更新、积累和充实，是有时效、有寿命的，这就是信息的动态性。信息是从物质运动中产生、表现、传递和发挥作用的，是一定时间段、一定空间界面上物质运动及其方式的反映。由于物质是在不断运动的，而信息作为其运动方式的反映又可以脱离其本源事物而独立出来，故它可能反映不了变化了的本源事物的运动规律，这就体现了信息的时效性和寿命。所以，信息要及时地发挥效用，知识要不断更新。

⑧ 共享性 共享性是信息区别于物质和能量的主要特性。信息的共享性表现为同一内容的信息可以由同一时间两个或两个以上的使用者所使用。

⑨ 异步性 人们对于事物运动状态和方式的认识总的说来是在事物运动发生后才产生和传达的。信息的滞后性和超前性构成了信息与本源事物运动方式变化时间上的异步性。

⑩ 残缺性 信息的无限性决定了信息均具有残缺性，就是说，人们对客观事物的认识不可能也不必要包揽无遗。

除了以上概括的这十条性质之外，信息还有其他若干特性，例如可伪性、迷惑性、可扩充性、可压缩性等等。图 1-1 是信息各基本性质的相互关系。

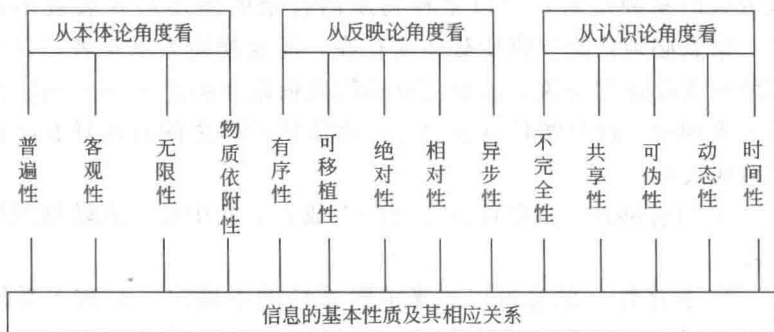


图 1-1 信息各基本性质的相互关系

1.1.4 信息的特征

根据信息的定义和性质，很容易得出信息的特征，也就是信息与物质、精神、能量、知识和可认识性之间的关系。借助于其特征，我们很容易将信息与其他事物分开。

① 第一特征 信息来源于物质，又不是物质本身。信息从物质的运动中产生出来，又可以脱离源物质而独立地存在。信息来源于物质，是指信息是事物运动状态和方式在另一事物运动中的反映，所以它既不是前者（我们称之为源事物），也不等同于反映了源物质运动状态和方式的后者（称之为主体事物）。

② 第二特征 信息来源于精神世界，但是又不限于精神领域。事物运动既可以是物质的运动也可以是思维的过程，所以后者当然也是它的一个来源。精神领域产生的信息同样可以以物质的形态加以保存、复制、传递或重现，甚至还能够引起物质世界的变化。

③ 第三特征 信息与能量息息相关，但是又与能量有本质区别。信息体现了事物运动的状态和方式的变化；能量是事物做功的本领，有了能量事物运动状态和方式才能发生变化。进一步讲，信息的传输、处理等活动都要借助于能量来支持，而控制和利用能量又需要信息的作用。信息和能量就是这样既联系在一起，又有本质的不同。作为事物做功的本领，能量提供的是动力；作为事物运动