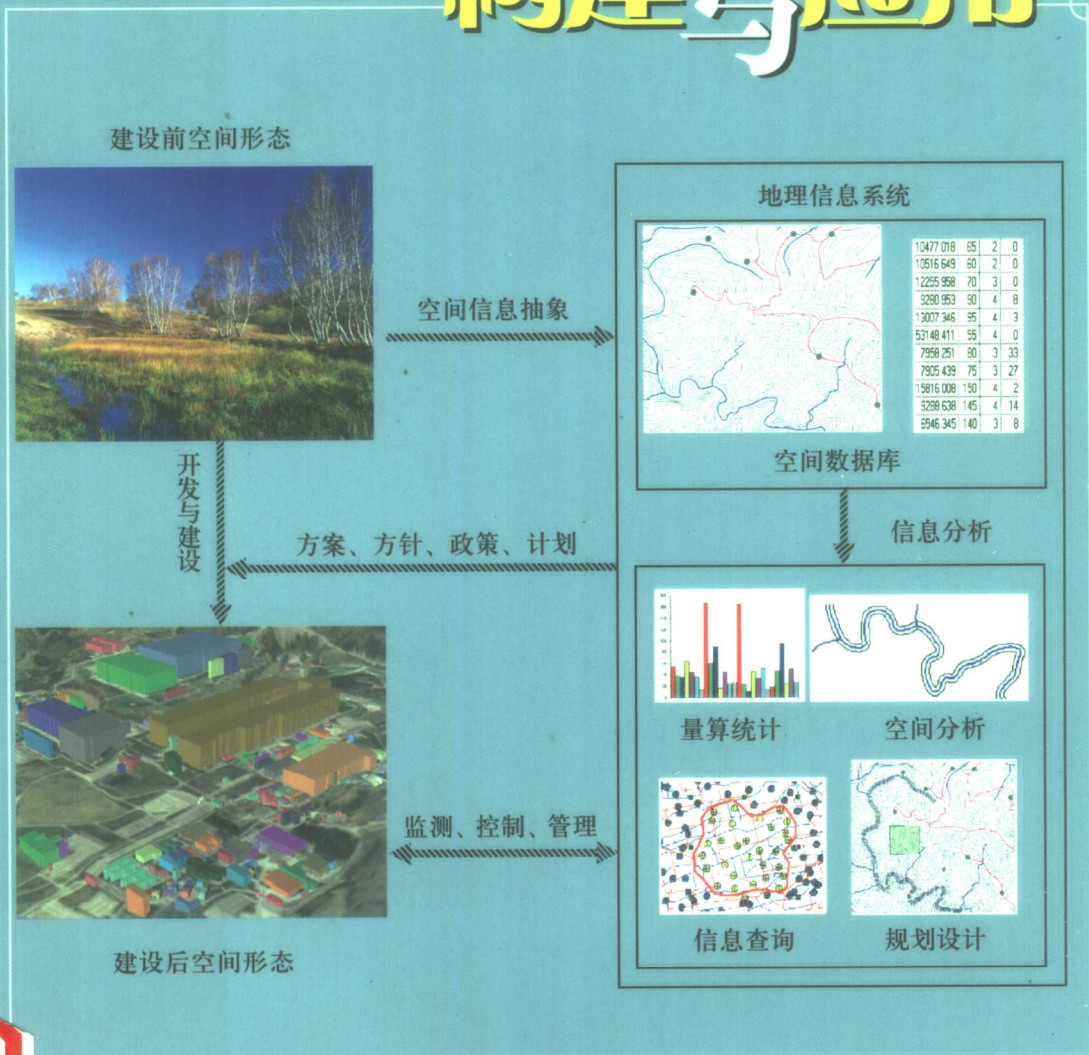


DILI XINXI XITONG
GOUJIAN YU YINGYONG
YU

地理信息系统

构建与应用

•许五弟 编著



中国建材工业出版社

地理信息系统构建与应用

许五弟 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统构建与应用/许五弟编著. —北京:中国建材工业出版社, 2005. 7

ISBN 7-80159-679-X

I. 地... II. 许... III. 地理信息系统 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 079211 号

地理信息系统构建与应用

许五弟 编著

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.5

字 数: 357 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 版

印 次: 2005 年 8 月第 1 次

定 价: 25.00 元

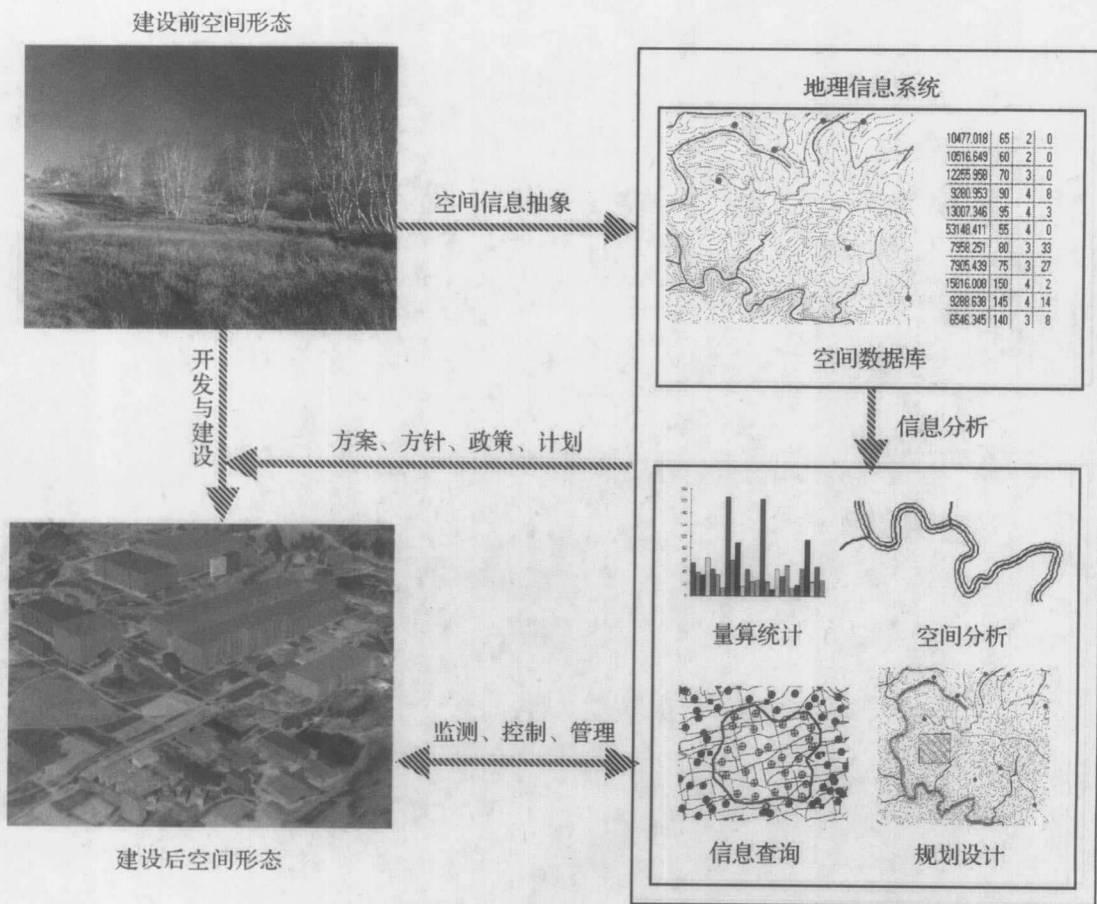
网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010)88386906

内 容 简 介

地理信息系统(GIS)属于高新技术领域,具有空间信息存储、查询、显示、制图、分析、建模等功能。本书依照 GIS 的这种技术构成体系,系统地介绍了空间数据库的构建过程与方法。在应用方面,按照空间信息的对策与决策、统计与量算、监测与控制、分析与评价、规划与设计、预测与预报、数据挖掘等特征,结合资源、环境、生态、农业、林业、城市规划、城市安全等领域,介绍和剖析了多个实例。

本书从地理空间和信息角度,以空间信息分析为中心,着重介绍了地理信息的生产应用与实践。本书可作为城市规划、土木工程、交通运输、资源环境、农林水保、管理等专业本科生与研究生学习 GIS 技术的教材,也可作为相关生产科技人员的参考书。



前 言

地理信息系统(GIS)兼有技术性和工具性,属于高新技术,广泛应用于资源、环境、生态、农业、林业、城市规划、城市安全、国防等各个部门和行业,在规划设计、环境监测、城市管理、对策决策等方面发挥了重大的作用。GIS技术的应用受到管理部门、生产部门和科研院所的普遍关注,许多学科都相继将其作为教学组成部分引入。

现有 GIS 教材有的侧重于地理学,强调地理事物的图形和属性表达;有的侧重于数学,强调算法和程序。这类教材总的特征是面向 GIS 专业。另一类教材是针对某一具体软件操作,主要讲解命令和使用操作。

根据我个人的工作经验和教学实践及所作的一些调查,发现非 GIS 专业人员应用 GIS 时,更希望了解从何处着手和一般的工作过程。如:如何构建系统、怎样进行信息加工、对于专业应用需要提取什么信息、怎样提取信息等,其中结合专业方面的应用实例最受欢迎。

在非专业 GIS 教学中,由于课时限制,需要内容精简与集中的教材,对于应用而言,也不需要牵涉过多的理论和原理。GIS 学习应以了解和掌握 GIS 技术为中心,能以 GIS 为工具,提出和解决与地理信息相关问题为目的。因此教材内容应集中于 GIS 的空间数据库构建的方法、步骤、过程与工艺,摒弃算法与数据结构等理论性问题。在信息应用中,应了解和掌握空间分析的基本方法,摒弃分析的数学和计算机理论过程。精简集中的内容使学生通过学习 GIS,能够与专业相结合,把专业问题纳入 GIS 角度思考,用 GIS 方法思考探究专业问题。

GIS 涉及的内容体系庞杂,知识分散(如投影问题是地图学和测量学的内容,数据结构是计算机理论)。把与应用相关的内容,尤其是具有实践指导意义的内容纳入教材,能增强教材的应用参考价值。

本教材以 GIS 建库的基本原理和应用为中心,通过实例把理论和应用结合,更能被学生接受,也是引导学生从 GIS 角度去分析和思考专业问题的方法和思路。在人才培养过程中,它主要强调技术方法和具体实现过程,并通过实例剖析,培养学生用 GIS 解决专业问题的技术和方法,充分体现 GIS 的工具性和技术性。

按照空间数据库构建和应用的一般过程,本书结合 GIS 的技术架构设计教材结构。第 1 章概念性地介绍地理信息系统,GIS 基本概念、内容和体系。第 2~4 章为空间数据库构建过程,分数据库设计,数据输入编辑,数据转换。其中把数据转换问题集中起来,通过实例解析,对数据转换的概念、方法和实践意义有深刻的讲解。第 5~8 章为 GIS 的基本应用方法和技

术,包括信息查询、可视化与信息显示、制图与输出和空间信息分析。通过这部分学习,了解GIS基本应用方法。其中第8章地理信息分析又是后两章内容的衔接与过渡。第9章和第10章作为一个单元,介绍地理信息模型和数字地面模型,作为GIS实际应用的方法论综合,了解用GIS技术解决或研究实际应用问题的过程。第11~14章为GIS应用实例的完整介绍,分别为GIS在城市规划中的应用、交通监测控制、城市防洪预案和综合应用。各实例侧重不同领域的GIS实施方案:城市规划应用着重信息管理和事务管理,交通方面着重信息系统的监测控制技术与方法,城市防洪侧重对策和决策问题。其中第14章一般性地介绍了几个应用专题,并列出相关应用和研究的方向。本书贯穿大大小小的、完整的或片断性的多个应用实例,希望能给读者以启发或借鉴。

我在工作和教学实践中根据自己的认识和体会,内心总潜藏一种期望:将GIS的应用和实践中所遇问题及解决过程能够有一个系统的总结。但编写成一本书,还深感能力不够。没有赵西安教授的支持和鼓励,自己难以下定决心;杨俊教授对本书的编写提出过不少宝贵意见和建议,武汉大学教授朱庆博士在百忙之中抽出宝贵的时间对本书审定,提出了许多宝贵意见。对此特向赵西安教授、杨俊教授和朱庆教授表示深切感谢。

本书被列为西安建筑科技大学重点规划教材,并受到学校资助,在编写过程中得到校教材科、学院、教研室的鼓励和支持,特此表示感谢。

本书在编写过程中还得到不少同事、朋友的关怀和帮助、家人的鼓励和对家务的分担,也使我能有充分的时间致力于编写工作。通过本书的出版,把自己的知识奉献给社会,这是我能给他们的唯一回报。在此一并感谢同事、朋友和家人。

由于水平所限,书中错误在所难免,希望读者不吝指正。

许五弟

2005年4月

目 录

第 1 章 地理信息系统概念	(1)
1.1 信息与数据	(1)
1.2 地理信息	(6)
1.3 空间数据库	(8)
1.4 地理信息系统.....	(10)
1.5 空间数据库构建任务.....	(13)
第 2 章 空间数据库设计	(16)
2.1 系统体系结构确定.....	(16)
2.2 定义实体和关系.....	(19)
2.3 实体特征分析与组织	(21)
2.4 信息编码.....	(27)
2.5 属性数据库设计.....	(33)
第 3 章 数据输入与编辑	(36)
3.1 资料收集与预处理.....	(36)
3.3 图形输入编辑.....	(41)
3.4 建图形拓扑结构.....	(44)
3.5 符号设置.....	(47)
第 4 章 数据转换	(51)
4.1 数据格式转换.....	(51)
4.2 表达形式转换.....	(56)
4.3 坐标转换.....	(57)
4.4 投影转换.....	(61)
4.5 数据转换标准与规范应用.....	(66)
第 5 章 空间信息查询	(69)
5.1 信息查询的实质.....	(69)
5.2 空间数据集合特征.....	(72)
5.3 信息查询方式.....	(76)
5.4 查询应用实例.....	(80)

第 6 章 空间信息可视化	(83)
6.1 视觉认知原理	(83)
6.2 地理信息显示理论	(87)
6.3 空间信息显示技术	(91)
6.4 地理信息可视化	(93)
6.5 信息可视化应用	(96)
第 7 章 专题地图制图	(100)
7.1 实地图与电子地图	(100)
7.2 制图数据选择	(102)
7.3 制图数据处理	(105)
7.4 制图综合	(108)
7.5 地图制作	(112)
第 8 章 空间分析	(115)
8.1 空间分析的问题	(115)
8.2 空间基本分析方法	(118)
8.3 专题分析技术	(123)
8.4 空间分析实例	(125)
第 9 章 地理信息模型	(128)
9.1 模型概念	(128)
9.2 地理信息模型特征	(131)
9.3 地理信息模型构建	(135)
9.4 地理信息模型功用	(137)
9.5 模型分析实例	(140)
第 10 章 数字高程模型	(144)
10.1 数字地面模型与数字高程模型	(144)
10.2 数字地形模型构建	(146)
10.3 地面特征参数	(152)
10.4 数字地形分析	(154)
10.5 数字地形应用	(156)
第 11 章 城市规划与管理	(160)
11.1 GIS 与城市规划	(160)
11.2 城市规划中的空间分析	(163)
11.3 城市用地评价	(167)
11.4 城市规划管理	(170)

第 12 章 城市交通监控	(177)
12.1 城市交通控制问题	(177)
12.2 GIS 交通监控理念	(181)
12.3 交通网络分析	(184)
12.4 交通监控分流算法	(187)
12.5 交通监控系统扩展功能	(190)
第 13 章 城市防洪预案	(193)
13.1 城市防洪问题	(193)
13.2 城市防洪预案系统	(196)
13.3 水淹没分析	(199)
13.4 防洪预案制定	(202)
13.5 防洪预案运行	(205)
第 14 章 综合应用	(207)
14.1 库区移民问题	(207)
14.2 城市犯罪研究	(209)
14.3 城市管网管理	(213)
14.4 GIS 应用和研究有关专题	(217)
参考文献	(221)

第 1 章 地理信息系统概念

地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)是关于地理信息存储、应用和管理的计算机技术系统。GIS 属于特定的空间型,因而有别于其他统计型的信息系统。它最根本的特点是每个数据项都按地理坐标编码,即首先是定位,然后是定性(分类)、定量,以此为基础形成数据库,具备愈来愈完善的信息输入、存储、分析、管理功能。

建立一个 GIS,重点是建立空间数据库。通过了解 GIS 和空间数据库的基本概念,有助于对 GIS 构建工作的全面了解与把握。

1.1 信息与数据

信息是知识的构成要素,数据是信息的一种表达方式。数据与信息是不同但又密切相关的两个概念。对于一般的应用,可以不加区分,对于信息系统,需要对二者有充分的认识与了解。

1.1.1 信息

1. 客观事物与信息

对于信息(Information)这个概念目前尚无公认的定义。控制论中把信息归结为信号;物理学和信息论上把信息定义为熵;哲学认为信息是物质的一种存在形式,它以物质的属性或运动状态为内容,并且总是借助于物质载体传输和存储。这里以哲学观点来了解信息。

信息是客观世界的反映。客观世界的事物具有形态、结构、性质、行为等方面的特征,这些特征的表现或反映就是信息。当一壶水烧开时,会有水蒸气喷出,会发出喷汽啸声,会出现水面沸腾。喷汽、啸声、沸腾就是“水开了”这个事件的几个特征和表现,亦即信息。

信息可以被认识。“水开了”的信息可以通过视觉、听觉感知,说明信息具有可感知性。然而即使没有被感知,这些信息依然存在,说明了信息的客观性。信息也可以通过其他途径间接获得,说明信息可以被传播。

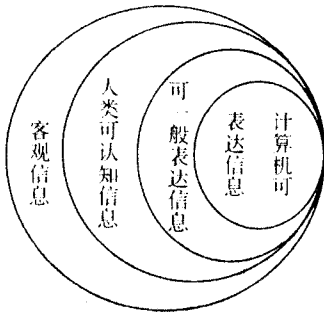
信息是对事物的描述。大熊猫、天空是蓝色的、春风和煦、价钱昂贵就是对事物行为、性质、作用、状态的描述。经过这种描述获得对于事物特征的认识,形成知识。其间事物本身被抽象为信息,以此为基础可以进行关于事物信息的交流与传播。通过获得事物的信息,形成对事物的了解、认识和知识,这是人类认识的基本过程。

信息可以有不同的表达和传播方式。用录像方式记录事物的形态、变化、联系和过程,用化学反应方程式表示化学反应,用语言文字对客观事物进行描述。在文字表达中,有不同的语言差别,“火星”是汉语的表达,英文用“Mars”,这两个不同的词,都指的是火星这个客观存在的行星。从信息角度注重的是文字表达火星这个概念,而不是文字本身的笔画、拼写及发音。电影电视的方式,是信息的视觉方式传播,动作、姿势是信息的形象传播方式。

2. 信息的层次

信息具有不同的层次。作为客观世界的反映,表现的是客观信息,它不仅仅为人类所有。蚂蚁、蜜蜂通过释放化学物质或使用特定的动作,向同伴传达食物、危险情况等信息。化学反应中的催化剂为参加反应物提供信息促进反应。主体不同,信息需要和获取以及信息表述方法也不同。人类所能获得和理解的信息仅仅是客观信息的一部分。由于认识方式、表达手段的差异,真正能够认识和掌握的信息又是更小的一部分。在已经认识和获得的信息中,因表述、传递、存储、应用等方式不同形成不同的层次。信息分层见图 1-1。

信息可以用文字方式、客观实体、模型进行表达、记录和存储。在信息系统中,只考虑能用计算机数据方式表达的信息。



信息层次	信息类别	例
客观信息	客观世界的特征	
人类认知信息	关于自然界的机制	地形与气候相互效应
可被一般方式表达的信息	包括动作、姿势、行为	OK 的手势表达
可被数据表达的信息	特指计算机可使用的数据	文字,声音,图像等

图 1-1 信息类别层次

3. 认知信息的特征

对信息认识理解具有主观性。信息本身是客观的,但对信息的认识和理解以及表达却是主观的,因此形成信息的主观差异。同一条信息,不同的人理解的广度和深度有差异,这与学识、经验等有关。一般人对火星的理解与专家的理解有所不同,而儿童初次听到“火星”时,很可能把它与食品或玩具联系起来。信息的主观性造成信息具有正确与否的分别。

概念传达的信息准确与否,与人们的认识方法和认识水平有关。对于火星,早期的认识和概念传递的信息含有热的意味,但现在已得知,火星温度低于地球。信息的真与假、正确与错误以与客观实际是否一致为判断准则,无论是认识局限或有意使然,假的信息不是客观事物的正确反映。

通过信息可以获取新的信息。信息是知识的构成元素,通过信息整合可以形成新的认识和发现。教师讲课通过知识向学生传输信息,学生分解获得的知识中的信息,与自身已有的其他信息整合,形成自身的理解和自己独特的知识。

通过信息认识事物,通过信息传输知识,通过信息制定计划,这就是信息的应用意义之所在。

1.1.2 数据

数据是信息的一种表达方式。把获得的信息用数据表达,用于信息存储和传输。数据的原始含义指数字、数值,主要用于数学运算。在计算机中,随着数据处理能力的扩展,数据的含义也被扩展,现代的计算机数据包括文字、声音、图像等。

数据是信息的存储方式和信息传输的载体。用文字、图形、图像和声音表达的信息,可以被纸张、磁带等方式存储,可以在不同的人、组织之间传输,也能用计算机处理和传递。由于计算机存储传输一般采用数据形式,因此需要把非数据表达的信息抽象成数据,如动作、姿势、行

为信息,用文字、动画、录像等表示。在计算机中,信息通过编码被抽象成存储形式、表达形式和传输形式。

数据作为对信息的表达,具有不同的形态,如语言形态,图形形态。在语言形态上有汉语、英语等语言类别之分。形态和方式的差异,也使数据对信息表达的完整性和确切性方面产生差异。用更准确的、更易于理解的、更简单有效的数据表达,是信息应用的客观需要,也是信息表达需要研究的问题。

数据的层次性。同信息一样,数据也具有层次性。单个数据和数据集合是数据的不同层次。数据集合指不同运算方式产生的数据,如总计、平均、比率、差值等。

1.1.3 信息与数据关系

信息作为对客观事物的认识,需要记录、存储、传输和表达,而数据能够在一定程度上满足这种需要。因此形成了数据和信息之间的密切联系:把信息抽象为数据表达,把数据组织进行处理获取信息。

通过数据获取信息。数据作为信息的载体,通过数据可以获取其中包含的信息。“张三”作为数据,表现的是人名,从中可以进行信息判断,如该人可能排行老三,可能是男性。在物价表中,每种商品价格是一种直接信息;平均价,利润则是统计比较层次的信息;甚至,商品价格的数据集合也一定程度隐含了商品生产状况和商品购买力信息。

利用数据存储和传输信息。工资表利用编号、姓名、部门、工资记录存储职员的有关信息,通过网络把这些数据传输到银行账户,通过工资条或通知把信息传递到个人。

利用数据对信息组织分类。信息用数据表达后,可以按数据进行信息组织分类。人名作为个人分辨信息,通过姓名组织到一个字段,在年龄字段中,可以根据年龄数据把个体分成老年、中年、青年等类别。信息经过数据组织分类后,便于信息检索、统计和对比研究。

信息与数据的“多对多”关系。由于信息抽象和数据处理,信息和数据的对应性可能发生变化。一是信息可能被多种数据形式表达,另一方面数据中可能会包含其他的信息。如用体重和身高比表现一个人的胖瘦,也可以直接使用胖瘦分等指标;土地的坡度、土壤、肥力数据包含了土地生产力信息。

1.1.4 信息功用

1. 获取知识

信息作为知识的构成元素,获得的信息越多、越充分、越完善,对事物的认识越全面,才能形成关于事物的正确知识。吴刚、桂树、嫦娥、月兔是古代人关于月球上事物的直觉观察和臆想,信息不充分,认识不正确。望远镜尤其是登月飞行获取了较多的确定的信息,使原来的认识被改变。现代人没有经历过古代社会,但可以具有关于古代社会的知识:汉代的礼仪,唐长安城的建筑形态,明朝的税赋制度等。这些知识来源于民间流传、历史遗留下来的实物、文字记载等。用语言、实物、文字对古代历史的记载描述,就是关于古代的信息。没有这些信息或没有获得这些信息,对古代社会就一无所知。例如,历史文献有关于夏代的记载,由于文献很少和没有实物,在很长的历史阶段,历史学家甚至怀疑这个朝代的存在,只是近年的一些考古发现,才成为夏代存在的佐证。考古信息深化了历史认识。

2. 制定对策和辅助决策

信息是制定方案、作出计划的依据,直接用于对策策略的制定和进行辅助决策。在利益和风险同时存在的情况下,对策和决策就显得尤为重要。在科学分析的基础上,确定最合理的最有效的对策或方案,是制定对策的目标所在。

当发生洪水危害时,是加固堤防还是适当分洪,就是一个应对洪水的对策问题。虽然一般原则是能够固堤就固堤,需要分洪就分洪,但指挥实施需要具体化,而策略制定需要信息,准确可靠的信息,是对策、决策的前提。

3. 过程与目标控制

反馈控制中,信息直接参与了客观活动过程。在电气保温设备中,温度变化的信息表现为热敏电阻值变化。设定一定的阻值作为电源通断控制,就实现了反馈控制,维持温度在一定水平上。在自然界中,某些动植物孵化发芽取决于一定的环境条件——湿度和温度,条件不合适可以一直休眠,合适时萌发。温度湿度信息控制着萌发行为。

信息的反馈控制作用,充分说明了信息的实用性。通过信贷量的发放控制物价是经济学利用信息实施控制的一个例子。人工增雨作业,洪水分流,交通监测控制就是根据这类事物的信息,实施外加影响,改变其性质和过程。对于控制,不但需要充分掌握事物状态信息,还需要有控制方式和强度对事物演化方向和过程改变产生效应的信息,这样才能使控制效果符合预期目标。从广义信息论的观点,控制是对被控对象提供了信息,是信息获取、使用、加工的过程。

1.1.5 人类对信息的需要

信息、能源和原料被视为经济发展的三大资源,尤其信息被视为战略资源。人类社会的发展速度,在一定程度上取决于对信息的利用水平。信息在社会生产生活中的地位与作用显得越来越重要。在信息社会,信息生产和加工与物质生产和加工处于同等重要的地位,信息成为一种产品。人类对信息的需要越来越广泛。

1. 信息取代物质

信息取代物质的含义指用信息流取代物质流,用信息生产增强物质生产水平和能力。资金的信息流在很多方面已经取代了货币流,如工资发放,网上交易。电视电话会议、网络办公使信息流取代交通流,计算机文档取代了文件材料,这些都是信息流取代物质流的范例。在工业生产中,自动化技术,无人工厂已经是一种生产现实,随着科技发展,其领域和范围都在扩大。人的劳动不再以直接的产品加工操作为主,而是以产品设计,加工程序开发为主,劳动由物质化转变为信息化。

2. 信息成为基本需要

人类生产生活都需要信息。据报道,在2008年奥运会前,北京市区范围天气预报的时间精度可达到30 min,空间精度达到1 km²。依据高精度的天气预报信息,人们的活动计划可以更具体,更精确。

没有关于出马顺序对比赛结果有影响的认识时,就不会收集对方出马顺序信息,也不会对自己的出马顺序信息保密,这就是在谋士建议田忌与齐王赛马的信息利用情形。通过制定出马策略,可以决定比赛结果,而出马策略的确定完全取决于对对方出马信息的掌握,信息介入对策制定,是赛马的一大转折。可以想见,田忌与齐王在后续比赛中注意的中心转为信息,实

际比赛演化为以信息获取与保密为中心,比赛决定胜负演化为策略决定胜负。军事上一条有用信息的价值可以超过千军万马。现代国家之间的竞争也把信息作为重要方面。信息已经成为国家、社会、集体与个人的基本需要。

3. 指导和制约人类活动

人类为了自身的生存和发展,不断对客观世界和环境进行改造,以摆脱自然的控制。移山填海,建造宏大建筑,长距离调水等社会实践活动,改善了人类生存环境,提高了人类生活质量。随着生产力水平的不断提高,科学发展和技术进步,人类活动对客观世界的干扰能力越来越强,可以影响或改变自然进程,这些改变的结果有可能和期望相反,并且由于迟滞效应,不利结果可能在很长时间以后才会出现并形成持续性影响。当前出现的生物灭绝、生态恶化,土地荒漠化,洪水泛滥等现象,就是以前人类活动的结果。一部分原因是对于客观世界的认识不足,即没有充分的信息作为指导。

客观世界有其本身的特征、规律。自然界经过长期的改造与适应、竞争与妥协的演化才形成相对稳定的结构体系。当部分发生改变时,会引起复杂的系统响应。为了人类社会的长期稳定发展,人们需要改造环境,为了避免不良结果发生,就需要大量的信息作为行动指导和参照,规范人类活动,适应自然规律,建立和谐的人与自然的关系。

1.1.6 信息研究内容

1. 信息的数据表达

信息的数据表达方式和形式,对信息含义的准确揭示、信息存储和信息传递有很大影响。恰当的表达、合适的数据库能准确表现和传达信息,否则会造成对信息理解的偏差和错误。信息需要以数据库方式保存和处理,因此在计算机编程中,避免二义性语句在各种编程语言中都特别强调。

2. 数据中隐含的信息

数据库信息挖掘和知识发现是针对隐含在数据中信息的研究方法。信息隐藏一般不是主观故意,而是客观原因所致。它存在于多种数据的关系和联系之中,需要具有一定的专业知识才能够发现,通过一定的信息处理技术和方法才能揭示。

3. 信息应用技术和方法

信息缺乏与“信息爆炸”是现代社会中截然矛盾但又客观存在的一种现象。这一方面是信息认识问题,另一方面是信息应用问题。按需要寻找信息,适应的信息不多,形成信息缺乏,大量存在的却是无用的信息,这是上述矛盾形成的认识原因。应用需要信息的直接化和简单化,信息在数据库中的相互交织是另一原因。数据库如何处理加工,信息表达需要什么样的形式,是信息数据库的一个研究方向。

4. 信息数据库、组织与维护

信息数据库、组织与维护技术是信息研究的另一方向。数据库、数据仓库、分布式、信息共享等就是信息数据库管理方面的概念。信息数据库管理和维护服务于信息提供。如何更有效的提供更合适的信息,取决于数据库组织和管理。通过数据库不断更新,提高数据库的时效性,这是数据库维护的任务。

1.2 地理信息

地理信息是一些与地球表面空间位置相关联的信息,具有空间性。空间信息含义更广泛,包含地理信息。尽管“地理的”一词比“空间的”一词更适合描述地表结构信息,但“空间的”“地理的”常做同义词,因此地理信息作为习惯说法,实际指空间信息,特别需要区分时,可用地理空间术语。

1.2.1 地理信息的本质

地理信息描述客观事物的空间位置、几何形态、尺度、时空结构、空间分布、发展演化、空间关联等,非空间方面描述事物的性质、名称、类别、级别、作用、行为等。就客观事物而言,不同的研究和应用,强调事物特征的不同方面,从而是关于事物的不同信息。对于植物,它的特征包括生物学特性,生态学特性,经济特性。其结构有形态结构、种群结构,演替结构等。生物特性又有生理的、物理的和化学的方面。从空间信息角度,这是一种多元的、多层次的信息。

对客观事物信息的描述有多个方面,在应用和研究中根据需求和可能,空间信息可以包括客观事物信息的一个或多个方面。图 1-2 表示关于道路特征的多方面描述。

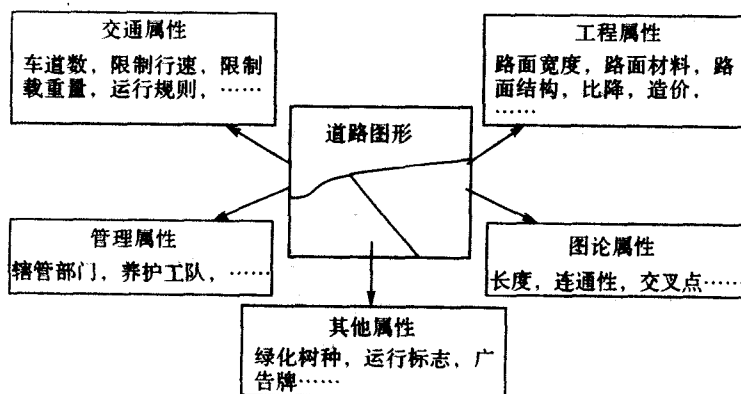


图 1-2 道路特征的多方面描述

1.2.2 地理信息表达

1. 文字表达和关系表组织

文字是较常用的信息表达形式。当表达的信息是一个群体时,可以用表形式组织数据。表中一列表达事物一个方面的特征,一行表达某一具体事物各个方面的特征,这样组织起来的表称为关系表,是关系数据库常用的一种数据组织方式。

一个关于村镇情况的调查统计表,反映了村镇的某些情况。通过该表,可以了解各村的土地资源、人口、人均收入等情况(表 1-1)。

表 1-1 某行政村统计数据

编号	村镇	人口(人)	土地面积(亩)	年人均收入(元)	其他	编号	村镇	人口(人)	土地面积(亩)	年人均收入(元)	其他
1	杨家河	876	2 035	3 100		2	姚家沟	345	603	2 800	
3	祝家庄	390	709	3 050		4	冯家村	408	800	2 350	
5	大营	678	1 589	1 200		6	南阳	521	1 045	1 500	
7	蒲村	469	1 127	3 200		8	枣林	435	899	1 800	
9	青化	378	763	1 100		平均		450	957	2 010	

通过该表,可以直接获得所表现的信息,也可以通过分析统计发现隐含的信息,如人均土地,人均年收入排序,人口排序,村间各指标对比等。记录越多,字段越多,信息量越大。

但是从该表中,无法获得关于地理位置、村镇之间距离等方面的信息。虽然可以增加一些字段如位置(坐标表示)和距离数据,但一则会使表格异常庞大和复杂,二则无论如何难以把从空间地图角度表现的信息全面表达出来,比如包含关系、邻接关系、通达关系等。

2. 地图表达

地图是表达空间信息最常见最普遍的形式。地图信息直观,可以充分反映和表现事物空间形状,结构和联系,可以进行量算。空间定位表达为空间分析建立充分的信息基础。但与关系表比较,地图也有很大不足,对一个地物,符号与注记提供的信息受很大限制,如符号难以体现河流的水量、流速、pH值、污染状况、水力等。虽然可以构造复杂的符号,但符号承载的信息有限且不直观,同时复杂的符号不便于信息识别,也难以对事物按特征进行分析统计。

3. 图形与表格的结合表达

计算机技术应用使表格数据与图形数据不可调和的矛盾得到解决。在空间数据库技术支持下,地理事物性质、结构、形态等的描述数据作为属性数据,用表格方式存储,地图图形数据用另外的数据方式组织和存储,用图形方式显示。通过属性数据与图形数据的连接,使二者成为统一体。

图形数据与属性数据合称为空间数据或地理数据。空间数据方式不但协调了图形与描述的矛盾,同时扩大了信息的深度和广度。在计算机环境下,对属性的描述不限于某一方面的地理特征,对图形的表达和表现也不受比例、要素构成层次等影响,要素可以随意组合,显示、查询不再固执于特定要素。更重要的是,空间分析可以通过图形和属性两方面进行,提高了信息分析的精确性和深度。

1.2.3 数据组织

图形数据与属性数据不但性质不同,而且数据结构也有区别。在计算机中,属性数据可以具有定长和规则结构,从而可以用关系表形式存储和表达,而图形数据尤其是矢量坐标表示的图形数据,一般不是定长的,采用网络、层次等特殊结构,因此两类数据一般分别存储,通过数据连接方式进行相关调用。

1. 图形数据与属性数据连接

图形数据与属性数据之间的连接是基本连接。通过这种连接,图形数据与属性数据可以进行信息相互识别与调用,如图 1-3 中建立了图形与属性连接关系,通过图形可以查询地块

属性(面积、类型等),也可以通过某一属性查询图形,显示地块位置、形状,与其他地块关系等。

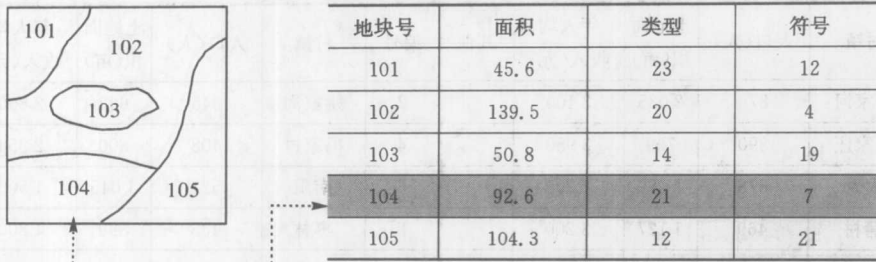


图 1-3 图形与属性连接

2. 属性表之间的动态连接

由于属性具有多个方面,空间实体的属性表也可以不止一个。通过属性表之间的连接,可以扩展图形属性(图 1-4)。这种连接一般是动态的,即通过表之间的连接关系调用连接表数据,构成整体属性表。被连接的各个属性表可以独立使用和修改,修改结果在整体属性表中体现。当不同的属性表分属于不同的部门或不同的系统时,这种数据组织方式具有很大优越性,可以保持各部门数据协调一致、同步更新。如土地数据由土地部门管理更新,但城市规划、农业、林业、统计部门也使用该数据,通过动态连接,各部门任何时候使用的都是最新土地数据,且各部门之间信息一致。

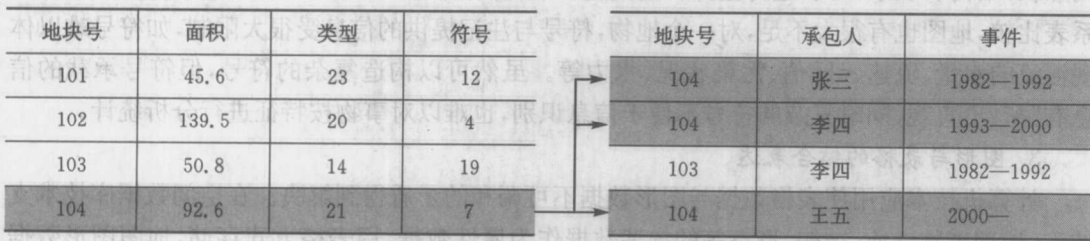


图 1-4 属性表之间的动态连接

3. 图形数据与其他数据的连接

各类信息表达都有其最恰当的形式。图像反映实体外观,文字揭示实体概念特征,图形表现实体空间结构。受关系数据库理论和技术影响,属性表中仅以文字表示属性。随着计算机理论和技术的发展和提高,GIS 属性数据的类型也在不断扩大,用图形、图像等作为属性,已经是应用的基本要求,技术上也不存在问题。图形、图像、声音等可以与图元连接作为属性。

1.3 空间数据库

对于空间数据,应用着眼于信息,计算机着重数据表达。为了满足应用,需要对数据进行组织管理。在计算机中数据的组织管理方式为数据库,对空间数据的组织管理采用空间数据库形式。

1.3.1 空间数据

空间数据有不同的类型和形式,因此数据操作和处理的方法、程序都不同。为了有效地进行信息管理,要把数据组织成数据库。数据库包括应用数据、辅助数据和数据存取程序等。