

379

301.2-43
H53

广东省高等学校“九五”规划重点教材

土地信息系统

胡月明 主编



A0962502

华南理工大学出版社

·广州·

广东省自然科学基金项目 (980150) 资助

内 容 简 介

本书主要介绍地理信息系统的产生、发展过程、发展趋势、存在问题及应用现状;土地信息系统的组成与基本功能;土地信息系统的空间数据结构、数据管理和数据分析;土地信息系统的获取与输出;土地信息系统工程技术基础;土地信息系统应用实例;常用基础软件。书末还附有数字地球概述及商用数据库软件简介。

本书可作为高校土地资源管理专业及相关专业的本科生、研究生教材,亦可供有关科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土地信息系统/胡月明主编. —广州:华南理工大学出版社, 2001.3
ISBN 7-5623-1698-8

I. 土… II. 胡… III. 土地管理-地理信息系统 IV. F301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 23529 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行电话: 020-87113487 87111048 (传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑: 胡 元 潘宜玲

印 刷 者: 中山市新华印刷厂印装

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23.625 字数: 605 千

版 次: 2001 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1—3000 册

定 价: 36.80 元

版权所有 盗版必究

本书编写组成员

主 编：胡月明（华南农业大学）
副主 编：赵小敏（江西农业大学）
 吴启堂（华南农业大学）
编 委：胡月明（华南农业大学）
 赵小敏（江西农业大学）
 吴启堂（华南农业大学）
 杨国清（广东工业大学）
 李永涛（华南农业大学）
 赵庚星（山东农业大学）
 肖红生（华南农业大学）
 吴克宁（河南农业大学）
 夏卫生（湖南师范大学）
 徐剑波（华南农业大学）

前 言

土地是人类极其重要的生产资料，也是劳动的对象，同时还是人类赖以生存的活动领域与空间。我国是一个土地资源紧缺的国家，人均土地面积不足世界的 $1/3$ ，人均耕地面积为世界的 $1/4$ 。珍惜每一寸土地、合理利用和保护土地资源、科学地管理土地资源是我国的基本国策之一。然而，长期以来，由于没有重视对土地资源的管理，土地数量与质量数据不准确，土地纠纷频繁，严重地影响了土地的合理利用，致使耕地减少速度失控，非农建设占地过猛，人均耕地面积迅速下降。近年来，我国政府对土地问题极为重视。1999 年开始实行的中华人民共和国《土地管理法》体现了一个根本思想，我国实行世界上最严格的土地管理法律制度，保护土地资源，“十分珍惜和合理利用每一寸土地，切实保护耕地”。

土地信息系统 (Land Information System, 简称 LIS) 是从地理信息系统衍生出来的以土地资源管理为工作对象的专门化的计算机信息系统，是采集、存储、管理、分析和描述土地资源和土地资产信息的一种综合性的空间信息系统。土地信息系统的发展，明显地体现出多学科交叉的特点。这些交叉学科包括：土地科学、计算机科学、数学和统计学、地图学、摄影测量学、系统科学、遥感技术、通讯技术，以及一切处理和分析土地数据有关的学科。土地信息系统是信息技术在土地管理领域应用的最高形式，为土地资源管理提供基础信息和决策手段，大幅度地提高土地资源管理办公的工作质量和工作效率，同时作为土地资源管理部门面向社会的窗口，所提供的信息服务有助于土地资源管理执法公平、公正、公开。

本书是广东省“九五”规划重点教材，得到广东省教育厅、广东省自然科学基金委（项目编号：980150）、华南农业大学地理信息系统 (GIS) 研究室和华南农业大学教务处的支持，广东省土壤与生态环境研究所吴志峰博士和华南农业大学 GIS 研究室冯艳芬、毛淑娟、刘吼海等同志也付出了辛勤的劳动，在此一并致谢。

编 者

2000 年 12 月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 基本概念	(1)
一、信息和数据	(1)
二、地理信息和土地信息	(1)
三、系统和信息系统	(2)
四、地理信息系统	(3)
五、土地信息系统	(4)
§ 1.2 地理信息系统的产生与发展	(5)
一、地理信息系统的产生	(5)
二、地理信息系统的发展过程	(5)
三、我国地理信息系统的发展概况	(8)
四、地理信息系统的发展趋势和面临的问题	(9)
§ 1.3 地理信息系统的类型及其应用	(14)
一、地理信息系统的类型	(14)
二、地理信息系统的应用	(16)
§ 1.4 土地信息系统的任务、研究内容及其属性与特点	(18)
一、土地信息系统的任务与研究内容	(18)
二、土地信息系统的属性与特点	(19)
三、土地信息系统的相关学科	(20)
第二章 土地信息系统的组成与功能	(22)
§ 2.1 土地信息系统的组成	(22)
一、硬件组成	(22)
二、软件系统	(26)
三、数据	(29)
四、组织管理者	(32)
§ 2.2 土地信息系统的基本功能	(33)
一、数据获取与编辑	(33)
二、数据库管理	(36)
三、空间查询与分析	(37)
四、地形分析	(40)
五、制图、报表与档案	(41)
第三章 土地信息系统的空间数据结构	(42)
§ 3.1 空间数据的表示	(42)
§ 3.2 栅格数据结构	(44)

一、栅格数据的概念	(44)
二、栅格数据的取值方法	(44)
三、减少栅格数据存储量的编码方法	(46)
§ 3.3 矢量数据结构	(50)
一、矢量数据结构编码的基本内容	(50)
二、矢量编码方法	(51)
§ 3.4 混合数据结构及矢量栅格一体化数据结构	(59)
一、栅格数据结构和矢量数据结构的比较与选择	(59)
二、栅格数据结构和矢量数据结构的相互转换	(60)
三、矢量栅格一体化数据结构	(64)
第四章 土地信息系统的信息管理	(66)
§ 4.1 数据库管理概述	(66)
一、数据库的基本概念	(66)
二、数据库系统的主要特征	(67)
三、数据管理技术的发展	(69)
§ 4.2 数据库系统的主要类型	(72)
一、层次数据库	(72)
二、网络数据库	(74)
三、关系数据库	(75)
四、分布式数据库	(78)
五、面向对象数据库	(80)
六、Web 中的数据库开发	(87)
§ 4.3 土地数据管理与组织	(89)
一、概述	(89)
二、土地数据库	(90)
三、空间数据的分层组织	(92)
第五章 土地信息系统的空间分析	(95)
§ 5.1 模型分析概述	(95)
一、模型的概念	(95)
二、模型的作用和特点	(95)
三、模型的分类	(96)
四、模型的建立	(97)
§ 5.2 土地信息系统中常用的数学模型	(97)
一、回归分析	(97)
二、主成分分析	(102)
三、层次分析	(105)
四、聚类分析	(113)
五、常用土地评价模型	(118)
六、土地利用总体规划常用模型	(120)
§ 5.3 土地信息系统的空间分析	(126)

一、空间分析的概念	(126)
二、空间量测	(127)
三、空间变换	(128)
四、空间内插	(130)
五、空间决策支持	(133)
§ 5.4 ArcInfo 常用空间分析	(133)
一、缓冲区的建立	(133)
二、拓扑叠加	(134)
三、关系操作——相关和连接	(136)
四、特征提取和特征合并	(137)
五、图幅拼接与分割	(138)
六、公用坐标系统	(138)
§ 5.5 数字地形模型	(139)
一、DTM 和 DEM	(139)
二、DEM 的表示方法	(140)
三、DEM 的应用	(141)
§ 5.6 专家系统	(144)
一、专家系统的概念	(144)
二、专家系统的基本结构与各模块功能	(145)
三、专家系统的特点	(146)
四、专家系统在土地资源管理中的应用	(147)
第六章 土地信息系统的获取与输出	(149)
§ 6.1 遥感、全球定位系统与土地数据获取	(149)
一、遥感概述	(149)
二、全球定位系统简介	(154)
三、遥感、全球定位系统与土地数据获取	(157)
§ 6.2 土地信息系统的信息采集	(157)
一、数据加工与整理	(157)
二、数据输入	(158)
三、空间数据和非空间数据的连接	(163)
§ 6.3 土地信息系统的编辑与存储	(164)
一、数据检核	(164)
二、数据编辑	(166)
三、数据存储	(168)
§ 6.4 土地信息系统的产品输出	(168)
一、土地信息系统的产品类型	(168)
二、矢量形式制图输出	(170)
三、栅格形式制图输出	(176)
四、统计图表输出	(178)
第七章 土地信息系统的工程技术基础	(179)

§ 7.1 系统分析	(179)
一、形式化分析技术基础	(179)
二、功能分解	(186)
三、数据流方法	(187)
四、信息模型方法	(189)
五、稳定性和易变性	(190)
六、面向对象方法	(190)
七、需求分析	(194)
§ 7.2 可行性分析	(200)
一、可行性分析的工作内容	(200)
二、可行性分析报告	(201)
三、可行性论证	(202)
§ 7.3 系统设计	(202)
一、设计方法	(202)
二、设计内容和步骤	(203)
三、逻辑设计	(203)
四、物理设计	(204)
五、子系统设计	(210)
§ 7.4 系统的实施、维护与评价	(212)
一、土地信息系统的实施流程	(212)
二、土地信息系统试运行及完善	(217)
三、土地信息系统维护与更新	(218)
四、系统评价	(218)
§ 7.5 土地信息系统网络工程	(219)
一、计算机网络基础	(219)
二、土地信息系统网络规划与实施	(229)
第八章 土地信息系统应用实例	(238)
§ 8.1 地籍信息管理系统	(238)
一、系统目标	(238)
二、系统分析	(239)
三、系统组成及结构	(240)
四、系统技术特点	(243)
§ 8.2 土地利用监测系统	(243)
一、土地利用监测内容及技术路线	(244)
二、土地利用监测系统 (RLUMS) 的研制	(244)
三、RLUMS 黄河三角洲垦利县土地利用动态监测研究	(245)
§ 8.3 土地利用总体规划信息系统	(248)
一、土地利用总体规划与土地利用总体规划信息系统	(248)
二、土地利用总体规划信息系统的功能结构	(250)
三、浙江省瑞安市土地利用总体规划信息系统 (RALPIS)	(251)

§ 8.4 农业土地评价信息系统	(256)
一、农业土地评价的含义与类型	(256)
二、农业土地评价信息系统	(256)
三、浙江省义乌市农业土地评价信息系统	(259)
§ 8.5 土壤资源信息系统	(263)
一、概述	(263)
二、浙江省红壤资源信息系统的设计与实施	(264)
三、浙江省红壤资源信息系统的初步应用	(270)
第九章 常用 GIS 基础软件介绍	(281)
§ 9.1 ESRI 公司系列产品	(285)
一、ArcInfo 软件	(286)
二、ArcView GIS 软件	(290)
§ 9.2 Intergraph GIS 软件	(299)
一、系统背景介绍	(299)
二、软件技术体系与主要功能	(299)
三、网络 GIS 产品的技术特点与工程解决方案	(305)
四、开发环境与开发思路	(307)
五、数据管理模式与质量保证体系	(307)
§ 9.3 ERDAS 公司系列软件	(308)
一、Imagine 系列软件	(308)
二、ERDAS Imagine 图像处理工具	(309)
三、扩展模块简介	(315)
四、ERDAS Imagine 软件的主要特点	(318)
五、影像分析	(318)
六、桌面制图	(319)
§ 9.4 其他主要国外产品	(320)
一、Genamap 软件	(320)
二、Autodesk GIS 系列软件	(322)
三、MapInfo 软件	(325)
§ 9.5 主要国产软件	(328)
一、吉奥之星 (GeoStar) 系列软件	(328)
二、MapGIS 软件	(330)
附录 A 数字地球概述	(332)
一、数字地球的产生	(332)
二、数字地球的基本概念	(337)
三、数字地球的应用前景	(342)
四、数字地球的展望	(350)
五、“中国数字地球”与“数字中国”	(351)
附录 B 商用数据库软件简介	(353)
一、数据库软件总论	(353)

二、Oracle 数据库系统	(354)
三、Sybase 数据库系统	(360)
四、INGRES 数据库系统	(361)
五、Visual FoxPro 数据库系统	(363)
参考文献	(367)

第一章 绪 论

§ 1.1 基 本 概 念

一、信息和数据

1. 信息

信息 (Information) 是用数字、文字、符号、图像、图形、语言、声音等介质来表示事件、事物和现象等的内容、数量或特征。信息是一个社会概念，它不是事物本身，而是社会共享的一切知识、学问以及从客观现象中提炼出来的各种消息的总和。自然界中的一切事物和人类社会的社会活动都要发出信息，因此，信息是表征事物特征的一种普遍形式。

信息向人们 (或系统) 提供关于现实世界新的事实的知识，作为生产、管理、经营、分析和决策的依据。信息具有客观性、适用性、传输性和共享性等特征。

2. 数据

信息来自数据 (Data)。数据是通过数字化或直接记录下来的可以被鉴别的符号。数字、文字、符号、图形、声音、影像等都是数据。数据是未加工的原始材料，是客观对象的表达，它在一定程度上可以反映事物的数量关系。

信息与数据是不可分离的。信息是数据的内涵，数据则是信息的表达。也就是说，数据是信息的载体，而信息则是数据的内容和解释。只有正确理解了数据的含义，对数据作出解释，才能得到数据中所包含的信息。例如，从测量数据中可以提取出目标和物体的形状、大小和位置等信息，从遥感影像数据中可以提取出各种图形和专题信息，从实地调查数据中则可以提取出各专题的属性信息。同样的数据，用不同的方法处理，或因处理数据的人的知识、经验的差异会得到不同的信息。例如，一张航片，用机助判读和人工判读会得到不同的信息；让一个遥感专家和一个普通人来判读它，也会得到不同的信息。这就要求我们在处理数据时要积累知识和经验，同时要注意改进数据处理方法。

虽然信息和数据存在词义上的差别，但是，通常情况下并不严格地区分使用信息和数据两个术语。

二、地理信息和土地信息

1. 地理信息

地理信息 (Geographic Information) 是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息，它表示地表物体及环境固有的数量、质量、分布特征、联系和规律。美国地理信息科学研究会 (UCGIS) 将地理信息定义为“地球表层特定地方的一组事实”。

在传统上，地理信息常以地图的形式来表达，而地图经常被编入更丰富的信息资料中，如地图集、大百科全书等。从 20 世纪初航空摄影的出现，到近年来的太空卫星遥感，都极大地提高了地理信息的应用价值，以及信息获取的精确性和丰富性。地理信息也能够以书面文本形式或表格形式来表达。电话目录是地理信息的另外一种表达形式，它提供了个人电话号码和街道地址的对应关系。

地理信息属于空间信息，其位置的识别是与数据联系在一起的，它具有区域性。

地理信息又具有多维结构的特征，即在同一 (x, y) 位置上具有多个专题和属性的信息结构。例如在一个地面点位上，可取得高度、地耐力、噪声、污染、交通等多种信息。

地理信息还具有明显的时序特征，即动态变化的特征。这就要求及时采集和更新它们，并根据多时相的数据和信息来寻找随时间分布的规律，进而对未来作出预测或预报。

UCGIS 将地理信息的独特性归纳为以下 5 个方面：①地理信息是丰富的和海量的。②地球表层具有无限复杂性，因此，地理信息对地球表面的描述总是近似的。③在现代社会，地理信息对于日益增长的人类活动是必不可少的。对于理解地球物理系统及其组成成分之间的内在联系是必需的。④地理信息科学的固有性质是多学科的综合研究。⑤地理信息技术的发展已经达到了一个相当高的水平，并在许多方面对人类社会产生了难以预料的冲击。

2. 土地信息

土地 (Land) 是由地球一定高度和深度的岩石、矿藏、水分、空气和植被等自然要素和人类利用所构成的自然-经济综合体。单从自然资源的角度而言，土地包括陆地及其附属物。土地的基本特性包括自然特性和经济特性。土地的自然特性是土地自然属性的反映，包括土地的位置固定性、面积有限性、质量差异性和功能永久性。土地的经济特性是在人类对其利用的过程中产生的，包括土地供给的稀缺性、土地利用方式的相对分散性、土地利用方向变更的困难性、土地报酬递减的可能性和土地利用后果的社会性。

土地信息 (Land Information) 是指与土地相关的信息。它表示一定区域空间内各种土地要素，包括气候、地形、地质水文、土壤、动植物等自然要素以及它们与人类过去和现在劳动成果相结合的自然-经济综合体的数量、质量、分布特征、联系和规律。

土地信息包括资源环境信息、服务设施信息、地籍管理和土地利用信息以及与之相关的社会经济信息 (见图 1.1)。这些信息既有空间定位意义，又有资源权属、经济属性的意义。它们以数据 (具体地说是代码) 的形式存储在计算机系统中，形成的数据库系统通过数据库管理系统来实现各功能模块和计算机硬件资源间的数据调用。

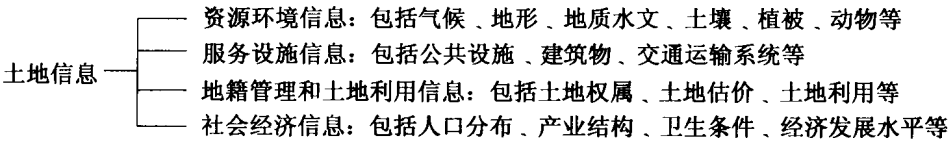


图 1.1 土地信息构成简图

除了具有地理信息共有的特点外，土地信息还具有资产性和法律性，即它的内容还包括权属、资源、土地经济和法律等方面的信息。

三、系统和信息系统

1. 系统

系统 (System) 是一些部件为了达到某种目标而组成的一个整体。这里目标、部件、联

结是不可缺少的因素。

系统思想的萌芽自古有之，但成为科学则是 20 世纪 30 年代末才开始发展起来的。系统与其说是具体的对象，不如说是一种研究事物的方法。任何事物都可以分为若干部分，所以，可以说处处存在系统，事事是系统。一个系统作为抽象模型来看，有其共同的基本组成部分：①输入：由系统处理的东西。②处理过程：对输入按照一定的方式进行处理而产生输出。③输出：系统操作而得到的结果。

系统具有以下特点：①系统是由部件组成的，部件处于运动状态。②部件之间存在着联系。③系统行为的输出也就是对目标的贡献，系统各主量和的贡献大于各主量贡献之和，即按照系统的观点， $1+1>2$ 。④系统的状态是可以转换的，在某些情况下系统有输入、输出，系统状态的转换是可以控制的。

系统可以从不同角度进行分类。就其与环境的关系而言，系统可以分为开放系统和封闭系统。按照其抽象程度可以划分为概念系统、逻辑系统、物理系统三大类。土地信息系统是开放系统，也是一种物理系统。它是完全确定的系统，它的软硬件配置、功能和界面，它对土地信息的处理等具体细节完全能够实现。

2. 信息系统 (Information System)

信息系统是指能对数据和信息进行采集、存储、加工和再现，并能回答用户一系列问题的系统。

信息系统是由系统工程理论结合计算机技术而形成并逐步完善起来的。它具有数据的采集、管理、分析和表达四大功能。通常可以划分为非空间信息系统和空间信息系统两大类。土地信息系统是一种空间信息系统 (Spatial Information System)。

四、地理信息系统

地理信息系统这一术语是从英文 Geographic Information System 或 Geo-Information System (简称 GIS) 翻译过来的。在国外有许多与之含义相同或相近的名词，如 “Geo-Science Information System (地学信息系统)”、“Globe Information System (地球信息系统)”、“Geo-Base Information System (地基信息系统)”、“Natural Resources Information System (自然资源信息系统)”、“Land Information System (土地信息系统)”、“Spatial Information System (空间信息系统)”、“Geographic Data System (地理数据系统)”、“Geo-Coded Information System (地理编码信息系统)”等。我国则称之为“资源与环境信息系统 (Resources and Environment Information System)”。

关于地理信息系统的概念，目前还没有形成完全统一的认识。用英国著名地理信息系统与自动制图学家 D. Rhind 的话来说：“如果问 100 个人，什么叫地理信息系统，也许会有 99 种答案，不过地理信息系统是一种技术。”

R. F. Tomlinson 认为“地理信息系统本身并不是一个单独的领域，而是信息处理和许多涉及空间分析技术的领域之间的一个共同基础”。

D. F. Marble 等认为地理信息系统是“一种处理空间数据的系统”。

J. K. Berry 认为“地理信息系统是内部关联的、自动化的空间信息系统”。

K. C. Clark 则把地理信息系统定义为“一种对空间数据进行采集、存储、提取、分析和显示的工具”。

俄罗斯学者 Trofimov 将地理信息系统定义为“一种解决各种复杂的地理相关问题，具

有内部联系的，一组方法上、数学上、软硬件上和组织上的工具集合”。

国际测量师联合会（FIG）对地理信息系统的定义则是“一个协助发展与规划及作出决定的工具”。

我国学者李德仁院士认为：“地理信息系统（GIS）是一种十分特别而重要的空间信息系统，它是以采集、存储、管理、分析和描述整个或部分地球表面（包括大气层在内）与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。”

陈述彭院士主编的《遥感大辞典》给地理信息系统下的定义则是：“地理信息系统是在计算机软、硬件支持下，把各种地理信息按空间分布或地理坐标，以一定格式输入、存储、查询检索、显示和综合分析应用的技术系统。”

上述概念虽然各不相同，但都将地理信息定义为一种基础手段、一种（组）工具、一种技术或技术系统，反映了 20 世纪 90 年代中期以前人们对地理信息系统的认识。90 年代中后期，随着地理信息系统研究的进一步深入，国际上，尤其在美国引起了一场关于“地理信息系统究竟是一种工具还是一门科学”的大讨论，整个讨论以多种杂志作为论坛，历时 5 年才得出结论“地理信息系统是一门科学”。于是，Geographic Information Science（GeoInformatics），即地理信息科学（或称“地理信息学”）也就正式产生。

五、土地信息系统

土地信息系统（Land Information System，简称 LIS）是采集、存储、管理、分析和描述土地资源和土地资产信息的一种综合性的空间信息系统。

国际测量联合会（FIG）1981 年对土地信息系统下的定义是：土地信息系统是司法、行政管理和经济决策的工具，有助于规划和开发。一方面它是包含特定区域空间参考系统的土地数据库，另一方面它又是系统收集、更新、处理和提供土地数据的技术方法和设备。因此，土地信息系统是人与技术资源的结合。

土地信息系统是以土地资源管理为工作对象的计算机信息系统，是从地理信息系统衍生出来的专门化的信息系统，也是地理信息系统和空间信息系统的一个重要组成部分。土地信息系统与其他信息系统的关系如图 1.2 所示。

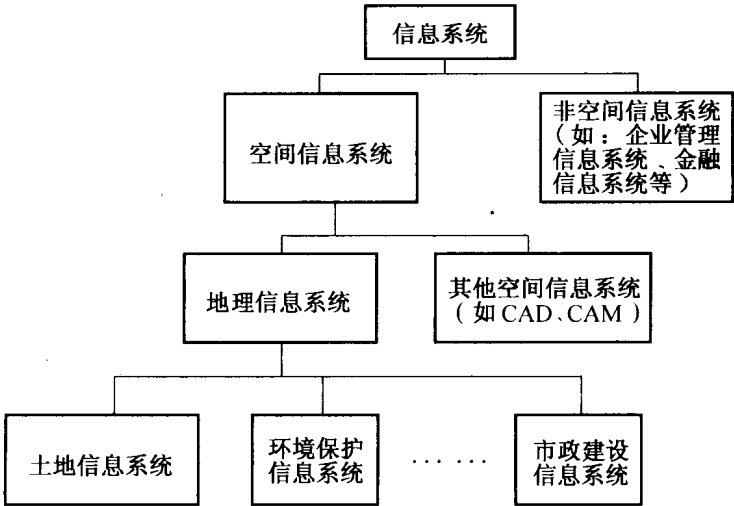


图 1.2 土地信息系统与其他信息系统之间的关系

土地信息系统的定义始终处在发展过程中,有些观点将土地信息系统和地理信息系统以及其他相似的概念视为等同。也有一些人将地理信息系统看做是土地信息系统的组成部分,并认为地理信息系统是由硬件与软件加上一系列的技术操作,而土地信息系统是超出技术之外。无论如何,定义并不是重要的,重要的是建立一个具有空间参考的与土地相关数据的采集、更新、处理的系统,以支持法律、行政管理和经济决策的制定以及满足不同目的的需要。

§ 1.2 地理信息系统的产生与发展

一、地理信息系统的产生

(一) 模拟的“地理信息系统”

国外不少人认为,19世纪以来就得到普遍应用的地图(包括地形图和专题图)和描述地理信息的文献著作的结合(图形数据库和属性数据库的结合)就是一种模拟的地理信息系统。照此定义,我国地理信息系统的产生更加源远流长。苏州文庙保存下来的宋代天文图碑、地理图碑、平江图碑等就是有力的证明。这些碑刻图表现了不同比例尺、不同区域空间内各种地理要素之间的空间位置,隐含地表示了这些要素之间的拓扑关系,并以平面和立体结合的绘画方法将空间地理要素进行复合分解为多维显示。因此,以计算机为平台的现代地理信息系统在一定程度上可以看成是古代这些模拟的“地理信息系统”的继承和延伸。

但是,上述模拟式的、基于地图的地理信息系统很复杂,而且使用起来很不方便。首先,要经过专门的学习和培训,才能看懂和用好地图,地图的阅读和使用主要依赖于用户的水平。其次,模拟形式的、表示在图面上的空间数据不便于作多层叠置分析,不便于作精确和快速的量算,不便于经常和及时地更新。此外,图形数据和属性数据不便于相互作用和共同分析。因此,末级用户,包括非地理、测绘等专业的各级领导和管理人员,以及广大老百姓不可能充分利用这种模拟式的地理信息系统。

(二) 地理信息系统的提出

20世纪50年代,由于电子计算机科学的兴起和发展,使人们有可能用计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据,并希望通过计算机对数据的分析来直接为管理和决策服务,这就导致了地理信息系统的问世。

1956年,奥地利测绘部门首先利用电子计算机建立了地籍数据库,随后各国的土地测绘和管理部门开始逐步发展自己的土地信息系统用于地籍管理。1960年,加拿大测量学家R.F.Tomlinson提出了地图数字化管理分析的构想,并于1962年利用计算机进行森林分类和统计,最后取得了成功。1963年他在联邦科学与工业研究组织(CSIRO)一次学术会议上提交的一篇题为“区域规划中的地理信息系统”论文中正式提出了地理信息系统(Geographic Information System)这一术语。1968年加拿大建成了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和规划。

二、地理信息系统的发展过程

国际上地理信息系统的发展过程,已经有30多年的历史,经历了发展、巩固、突破和

用户等 4 个阶段。

（一）发展阶段

世界上第一个地理信息系统 CGIS 诞生之后不久，美国哈佛大学即研制出了一套地理信息系统软件 SYMAP，地理信息系统在国际上迅速兴起和发展。20 世纪 60 年代中后期，涌现出了一大批处理城市数据及地区性的地理信息系统。例如，美国人口调查局的 GRDSR 系统、华盛顿州的 MAP/MODEL、圣地亚哥县的 PIOS、瑞典房地产局的 FRIS 以及 MLMIS、GRID、MIADS、GEOMAP、MANS、LUNR、LINMAP、COLMAP、ERIE 和 BRADMAP 等系统。

但是，由于当时计算机技术水平不高，存储容量小，运行速度慢，早期的地理信息系统带有更多的机助制图的色彩，地学分析功能极为简单。当时的系统主要能实现手扶跟踪数字化地图，进行地图数据的拓扑编辑，分幅数据的拼接，并发展了基于栅格的操作方法。

早期地理信息系统的另一显著特点是许多与地理信息系统有关的组织和机构纷纷建立。例如，美国于 1966 年成立城市和区域信息系统协会（URISA）、城市信息管理机构委员会（USAC），1969 年又建立州信息系统全国协会（NASIS）。国际地理联合会（IGU）于 1968 年设立了地理数据遥测和处理委员会（CGDSP）。这些组织和机构的建立，为传播地理信息系统知识和推动地理信息系统技术的发展，起到了重要的指导作用。

（二）巩固阶段

进入 20 世纪 70 年代以后，由于计算机硬件和软件技术的飞速发展，尤其是大容量存取设备的使用、运算速度的提高和外围设备价格的下降，促使地理信息系统朝着实用的方向迅速发展。一些发达国家先后建立了许多专业性的土地信息系统和地理信息系统。例如，从 1970 年到 1976 年，美国地质调查局（USGS）就建成 50 多个信息系统。加拿大、联邦德国、瑞典和日本等国也先后发展了自己的地理信息系统。许多大学和研究机构也开始重视地理信息系统软件设计及应用的研究，一些商业公司开始活跃起来，GIS 软件在市场上受到欢迎。根据国际地理联合会（IGU）地理数据遥测和处理小组委员会 1976 年的调查，处理空间数据的软件已有 600 多个，完整的地理信息系统有 80 多个。1980 年，USGS 出版的《空间数据处理计算机软件》报告，总结了 1979 年以前世界各国空间信息系统的发展情况。这一时期，地理信息系统组织和机构进一步发展和完善，地理信息系统基础研究加强。美国纽约州立大学布法罗分校创建了地理信息系统实验室，后来在 1988 年发展成为包括加州大学和缅因州大学在内的由美国国家科学基金会支持的国家地理信息和分析中心（NCGIA）。与此同时，地理信息系统的学术交流活动频繁。IGU 先后于 1970 年和 1972 年两次召开关于地理信息系统的学术讨论会；1971 年在法国召开了关于数据库的国际专家会议。1978 年国际测量师联合会（FIG）规定第三委员会的主要任务是研究地理信息系统，同年在联邦德国达姆斯塔特工业大学召开了第一次地理信息系统讨论会。地理信息系统成为一个引人注目的领域。

20 世纪 70 年代，地理信息系统技术上的发展主要有 3 个特点：①系统人机交互能力的发展。可通过屏幕直接监视数字化操作，制图分析结果可很快显示，并进行实时的编辑。②数据输入速度有所提高，但仍需进一步发展。③系统图形功能略有改善，但没有很大扩充。

（三）突破阶段

国际著名的地理信息系统专家 R.F.Tomlinson 认为：“如果 20 世纪 70 年代是地理信息系统发展的巩固时期，那么 80 年代则是国际上地理信息系统发展具有突破性的年代。”