



全国高等院校旅游管理类应用型人才培养“十三五”规划教材

总主编 ◎ 马 勇



旅游地理信息系统

Tourism Geographic Information System

主编 ◎ 李会琴



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



全国高等院校旅游管理类应用型人才培养“十三五”规划教材

总主编 ◎ 马 勇

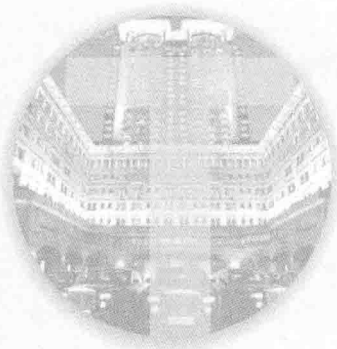
本书受“中国地质大学（武汉）本科教学质量工程：智慧旅游应用型人才
培养模式研究（G1320311656）”“中国地质大学研究生课程与精品教材
建设（YJC-2018606）”“中国地质大学实验技术系列教材（SJC-201708）”
联合资助。

旅游地理信息系统

Tourism Geographic Information System

主 编 ◎ 李会琴

副主编 ◎ 罗 伟 李晓琴 杨树旺



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

旅游地理信息系统是 GIS 在旅游管理中的具体应用。本书由三个部分构成。第一部分详细介绍了旅游地理信息系统的基础理论,包括旅游地理信息系统的概念、结构与功能,地图投影和地理信息系统数据结构;第二部分是旅游地理信息系统的具体应用,包括旅游地图制作、空间分析;第三部分是旅游地理信息系统的支撑技术,包括遥感技术、全球定位技术、3S 集成技术和智慧旅游。全书注重理论与实践结合,集理论知识与软件操作为一体,每章附有典型案例,帮助学生理解。

本书适合作为高校旅游管理专业以及地理学、经济学等相关专业本科生、研究生的教材和教学参考书,同时,也可供有关科研和产业部门科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

旅游地理信息系统/李会琴主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.8(2019.7 重印)
全国高等院校旅游管理类应用型人才培养“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5680-4492-9

I. ①旅… II. ①李… III. ①旅游地理学-地理信息系统-高等学校-教材 IV. ①F591.99-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 178115 号

旅游地理信息系统

李会琴 主编

Lüyou Dili Xinxì Xitong

策划编辑:李 欢

责任编辑:李家乐

封面设计:原色设计

责任校对:张会军

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913
邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16.5 插页:2

字 数:405 千字

版 次:2019 年 7 月第 1 版第 2 次印刷

定 价:48.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

编委会

全国高等院校旅游管理类 应用型人才培养“十三五”规划教材

主 编

马 勇 教育部高等学校旅游管理类专业教学指导委员会副主任
中国旅游协会教育分会副会长
中组部国家“万人计划”教学名师
湖北大学旅游发展研究院院长,教授、博士生导师

编 委 (排名不分先后)

田 里 教育部高等学校旅游管理类专业教学指导委员会主任
云南大学工商管理与旅游管理学院原院长,教授、博士生导师
高 峻 教育部高等学校旅游管理类专业教学指导委员会副主任
上海师范大学旅游学院副院长,教授、博士生导师
邓爱民 中南财经政法大学旅游管理系主任,教授、博士生导师
潘秋玲 西安外国语大学旅游学院院长,教授
薛兵旺 武汉商学院旅游与酒店管理学院院长,教授
田芙蓉 昆明学院旅游学院院长,教授
罗兹柏 中国旅游未来研究会副会长,重庆旅游发展研究中心主任,教授
朱承强 上海师范大学旅游学院/上海旅游高等专科学校酒店研究院院长,教授
王春雷 上海对外经贸大学会展经济与管理系主任,副教授
毕斗斗 华南理工大学经济与贸易学院旅游与酒店管理系主任,副教授
李会琴 中国地质大学(武汉)旅游系副系主任,副教授
程丛喜 武汉轻工大学经济与管理学院,教授
吴忠军 桂林理工大学旅游学院院长,教授
韩 军 贵州商学院旅游学院院长,教授
黄其新 江汉大学商学院副院长,教授
张 青 山东青年政治学院旅游学院院长,教授
何天祥 湖南商学院旅游管理学院院长,教授
李 玺 澳门城市大学国际旅游与管理学院客座教授、博士生导师
何 彪 海南大学旅游学院会展经济与管理系主任,副教授
陈建斌 广东财经大学地理与旅游学院副院长,副教授
孙洪波 辽东学院旅游学院院长,教授
李永文 海口经济学院旅游与民航管理学院院长,教授
李喜燕 重庆文理学院旅游学院副院长,教授
朱运海 湖北文理学院休闲与旅游服务管理研究所所长,副教授

总序

Introduction

伴随着旅游业上升为国民经济战略性支柱产业和人民群众满意的现代服务业,我国实现了从旅游短缺型国家到旅游大国的历史性跨越。2016年12月26日,国务院印发的《“十三五”旅游业发展规划》中提出要将旅游业培育成经济转型升级重要推动力、生态文明建设重要引领产业、展示国家综合国力的重要载体和打赢脱贫攻坚战的重要生力军,这标志着我国旅游业迎来了新一轮的黄金发展期。在推进旅游业提质增效与转型升级的过程中,应用型人才的培养、使用与储备已成为决定当今旅游业实现可持续发展的关键要素。

为了解决人才供需不平衡难题,优化高等教育结构,提高应用型人才素质、能力与技能,2015年10月21日教育部、国家发改委、财政部颁发了《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》,为应用型院校的转型指明了新方向。对于旅游管理类专业而言,培养旅游管理应用型人才是旅游高等教育由1.0时代向2.0时代转变的必由之路,是整合旅游教育资源、推进供给侧改革的历史机遇,是旅游管理应用型院校谋求话语权、扩大影响力的重要转折点。

为深入贯彻教育部引导部分地方普通高校向应用型转变的决策部署,推动全国旅游管理本科教育的转型发展与综合改革,在教育部高等学校旅游管理类专业教学指导委员会和全国高校旅游应用型本科院校联盟的大力支持和指导下,华中科技大学出版社率先组织编撰出版“全国高等院校旅游管理类专业应用人才培养‘十三五’规划教材”。该套教材特邀教育部高等学校旅游管理类专业教学指导委员会副主任、中国旅游协会教育分会副会长、中组部国家“万人计划”教学名师、湖北大学旅游发展研究院院长马勇教授担任总主编。

在立足旅游管理应用型人才特征、打破重理论轻实践的教学传统的基础上,该套教材在以下三方面作出了积极的尝试与探索。

一是紧扣旅游学科特色,创新教材编写理念。该套教材基于高等教育发展新形势,结合新版旅游管理专业人才培养方案,遵循应用型人才培养的内在逻辑,在编写团队、编写内容与编写体例上充分彰显旅游管理作为应用型专业的学科优势,全面提升旅游管理专业学生的实践能力与创新能力。

二是遵循理实并重原则,构建多元化知识结构。在产教融合思想的指导下,坚持以案例为引领,同步案例与知识链接贯穿全书,增设学习目标、实训项目、本章小结、关键概念、案例解析、实训操练和相关链接等个性化模块。为了更好地适应当代大学生的移动学习习惯,本套教材突破性地书中插入二维码,通过手机扫描即可直接链接华中出版资源服务平台。

三是依托资源服务平台,打造立体化互动教材。华中科技大学出版社紧抓“互联网+”发展机遇,自主研发并上线了华中出版资源服务平台,实现了快速、便捷调配教学资源的核心功能。



在横向资源配套上,提供了教学计划书、PPT、参考答案、教学视频、案例库、习题集等系列配套教学资源;在纵向资源开发上,构建了覆盖课程开发、习题管理、学生评论等集开发、使用、管理、评价于一体的教学生态链,真正打造了线上线下、课堂课外的立体化互动教材。

基于为我国旅游业发展提供人才支持与智力保障的目标,该套教材在全国范围内邀请了近百所应用型院校旅游管理专业学科带头人、一线骨干“双师双能型”教师,以及旅游行业界精英共同编写,力求出版一套兼具理论与实践、传承与创新、基础与前沿的精品教材。该套教材难免存在疏忽与缺失之处,恳请广大读者批评指正,以使该套教材日臻完善。希望在“十三五”期间,全国旅游教育界以培养应用型、复合型、创新型人才为己任,以精品教材建设为突破口,为建设一流旅游管理学科而奋斗!

2017.1.18

自 20 世纪 60 年代以来,地理信息系统(Geographic Information System, GIS)以其强大的空间数据采集、存储、管理、分析等功能,被广泛应用于资源管理、环境监测、交通规划、灾情预警、灾后评估、经济分析、商业管理等众多领域。当今,旅游业的发展、旅游活动、旅游资源具有很强的空间地域性, GIS 在旅游管理中的应用也十分广泛,如旅游资源调查、旅游环境评价、旅游市场分析、旅游线路规划、旅游地图制作、旅游管理决策等都离不开 GIS。尤其随着数字旅游、智慧旅游时代的到来, GIS 在旅游管理中的应用越发重要,旅游地理信息系统研究以及人才培养显得十分迫切。

“地理信息系统”作为专业课程,是地理、测绘、环境等专业的一门核心课程,而在旅游管理专业中开设尚不多,但旅游管理类学生对 GIS 知识和技能的需求是显而易见的。在智慧旅游时代,学生需要具备旅游规划制图能力及旅游空间分析决策能力,高校开设“旅游地理信息系统”课程,培养智慧旅游人才十分必要。然而,目前大多数地理信息系统教材目标定位多为地学类相关专业学生,偏重理工科背景,教材编写设计注重理论,内容较为深奥,不适合旅游管理等文科背景的学生学习。因此,编写一本深入浅出、突出应用的实用型教材,是培养旅游地理信息系统人才的重要任务。

本教材以旅游地理信息系统(Tourism Geographic Information System, TGIS)基础理论体系为框架,着重突出 TGIS 的应用,包括旅游规划制图、旅游空间分析、遥感技术应用等,并结合 ArcGIS 10.2 软件对相关操作进行了讲解。本教材注重理论与实践相结合,附有大量案例,同时配备《旅游地理信息系统实习指导书》,提供上机实习的配套数据。

本教材共有九章,第一章、第六章由李会琴、徐宁编写,第二章、第四章由李会琴、李丹编写,第三章由李会琴编写,第五章由李晓琴编写,第七章、第八章由罗伟编写,第九章由姬程文编写。中国地质大学经济管理学院院长杨树旺教授为本教材的编写提供了很好的建议与支持。旅游管理专业研究生董晓晴、巩琪敏等为本书绘制了插图。参编人员还有刘晶晶、黄珂、梁俊、李丹、徐宁、姬程文、李江涛、巩琪敏和董晓晴。

由于编者水平有限,书中难免存在不足和错误之处,敬请读者不吝指正!

李会琴

2018 年 3 月于武汉

第一章 绪论

- 第一节 地理信息系统 /1
- 第二节 旅游地理信息系统 /19

第二章 地图投影与坐标系

- 第一节 地理空间的数学模型 /33
- 第二节 地理空间坐标系 /35
- 第三节 地图投影 /39
- 第四节 ArcGIS 中的应用 /47

第三章 GIS 的数据结构

- 第一节 空间实体及其类型 /52
- 第二节 矢量数据 /55
- 第三节 栅格数据 /62
- 第四节 矢量数据与栅格数据转换 /69

第四章 空间数据的管理

- 第一节 空间数据的输入 /75
- 第二节 空间数据的编辑 /79
- 第三节 空间数据的处理 /89
- 第四节 空间数据的查询 /96

第五章 旅游地理信息系统空间分析

- 第一节 空间分析概述 /106
- 第二节 矢量数据的空间分析 /110
- 第三节 栅格数据的空间分析 /129
- 第四节 GIS 的三维分析 /146

第六章 旅游地图

- 第一节 旅游地图概述 /164



第二节	旅游地图的类型	/167
第三节	旅游地图的构成	/174
第四节	旅游地图的发展	/179

188

第七章 遥感技术及全球定位系统

第一节	遥感技术概述	/188
第二节	常用的卫星遥感数据及其特征	/193
第三节	遥感图像处理	/204
第四节	遥感图像的判读	/212
第五节	RS在旅游业中的应用	/217
第六节	全球定位系统(GPS)	/219

229

第八章 3S集成技术

第一节	GIS与RS集成	/230
第二节	RS与GPS集成	/232
第三节	GIS与GPS集成	/233
第四节	3S集成	/234

239

第九章 智慧旅游

第一节	智慧旅游概述	/239
第二节	智慧旅游的技术支撑	/245

256

参考文献

第一章 →

绪论

内容提要

旅游地理信息系统(Tourism Geographic Information System, TGIS)是专题地理信息系统(Geographic Information System, GIS),是 GIS 在旅游中的具体应用,也是旅游信息化、智慧化发展的必然结果。本章在阐述 GIS 的基本概念的基础上,重点阐述 TGIS 的概念、结构、功能及发展趋势等。

学习目的

1. 掌握 GIS 的基本概念、结构与功能。
2. 了解 GIS 的相关学科与发展历程。
3. 了解 GIS 的应用领域,尤其是在旅游业中的应用。
4. 掌握 TGIS 的概念、结构与功能。
5. 了解 TGIS 的发展趋势。
6. 了解国内外常用的 GIS 软件。



第一节 地理信息系统

一、基本概念

(一) 数据与信息

数据是对某一事件、事物及现象进行定性、定量地表达、记录或描述时所取得的原始资料,并且以多种形式存在,如数字、文字、符号、图形、图像、声音及它们能转换成的数据等形



式。数据的格式一般与计算机系统有关,并随载荷它的物理设备的形式的改变而改变,但是其中包含的信息的内容不会改变。

信息是用数据来表示目标的内容、数量或特征,从而提供关于现实世界新的事实和知识,是分析和决策的依据。信息具有客观性、实用性、传输性、共享性、不灭性、时效性、价值相对性、载体的依附性以及可伪性等特点。信息可以离开信息系统而独立存在,也可以离开信息系统的各个组成部分和阶段而独立存在,与数据不同的是,信息不随载体的物理设备形式的改变而改变。

数据包含原始事实,信息是把数据处理成有意义的和有用的形式,简而言之,数据是信息的载体,信息是数据的内涵。对数据进行不同角度、不同方式、不同深度的处理可以得到不同的信息。数据和信息并不是绝对的,对一个人可能是信息,而对其他人可能是数据,并且信息必须是有意义或有用的,使用的信息必须是完整、精确、相关和及时的。人的知识、经验作用到数据上,可以得到信息,而获得信息量的多少,与人的知识水平有关。尽管数据是对客观对象的表示,但它并不就是信息,只有当数据与对象发生联系,或者将人的知识作用到数据上时才可以获得信息。数据可用不同的形式表示,而信息不会因数据形式的不同而改变。二者的关系如图 1-1 所示。

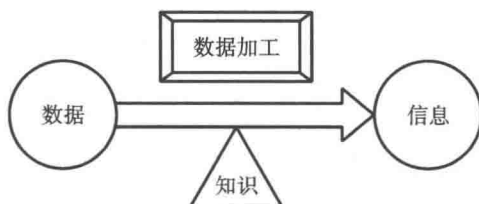


图 1-1 数据与信息

(二) 地理数据与地理信息

地理数据,也称为空间数据,用来表示地理实体或地理现象的位置、形状、大小及其分布等多方面特征,是各种地理特征和现象间关系的符号表示。

地理数据,应包括空间位置、属性特征及时态特征三部分。

空间位置:描述地物所在位置,这种位置既可以根据大地参照系定义,如大地经纬度坐标,也可以定义为地物间的相对位置关系,如空间上的距离、邻接、重叠、包含等。如武汉市为湖北省省会,位于东经 $113^{\circ}41' - 115^{\circ}05'$ 、北纬 $29^{\circ}58' - 31^{\circ}22'$,地处江汉平原东部等。

属性数据:是属于一定地物、模式及特征的定性或定量指标,即描述了信息的非空间组成部分,包括语义与统计数据。如武汉市 2016 年末面积为 8494.41 平方千米,人口 1076.62 万,这些数据为属性数据。

时态特征:是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段,即地理数据具有动态变化性。比如武汉市常住人口每年均有变化;长江的水流信息、水位高低及水质也会发生变化等。

地理信息,也称为空间信息,是有关地理实体的性质、特征和运动状态的表征和一切有用的知识,它是对地理数据的解释。地理信息的特征有以下几点。

1. 空间性

地理信息具有空间特征,是基于一定空间的地理对象而产生的,其位置是通过数据进行标识的,这是地理信息区别于其他类型信息最显著的标志。

2. 数据量大

地理信息要存储空间位置信息,需要大量的存储空间。此外,地理信息还包含了大量的属性信息,包含不同时间段的时态数据,因此其数据量往往比非地理数据要大得多。

3. 时序性强

由于地理实体时间变化特征非常明显,因此地理数据和地理信息要进行及时更新。地理信息的时序性,为研究地理实体的动态变化趋势提供了很好的数据支撑,从而可以对其未来进行科学的预测。

4. 多维性

地理信息具有多维特征,如三维空间,若加上时间或其他属性,地理信息的维数可以拓展至四维甚至多维。

(三) 系统与信息系统

系统是由具有特定功能、彼此间有机联系的多要素构成的整体,要素间通过信息流联系。系统的特征由构成系统的要素及其相互之间的联系方式所决定。

信息系统是具有数据采集、管理、分析和表达数据能力的系统,它能够为单一的或有组织的决策过程提供有用的信息。计算机的使用导致一场信息革命,计算机已经渗透至各个领域,信息系统的全部或部分由计算机系统支持。人们常常使用计算机收集数据并将数据处理成信息,一个基于计算机的信息系统包括计算机硬件、软件、数据和用户四大要素。

根据系统所执行的任务,信息系统可分为事务处理系统、管理信息系统和决策支持系统。事务处理系统强调的是数据的记录和操作,负责处理日常事务,如校园卡管理系统、12306 网上订票系统。管理信息系统需要包含组织中的事物处理系统,并提供了内部综合形式的数据,以及外部组织的一般范围和大范围的数据,如酒店管理信息系统、景区管理信息系统等。决策支持系统是用以获得辅助决策方案的交互式计算机系统,能从管理信息系统中获得信息,帮助管理者制定好的决策,一般由语言系统、知识系统和问题处理系统共同构成,如地价评估信息系统、旅游投资风险决策信息系统等。

(四) 地理信息系统

地理信息系统(GIS)是在计算机硬、软件系统支持下,以地理空间数据库为基础,采用地理模型方法,适时提供多种空间的和动态的地理信息,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述地理空间数据的技术系统,是一种为地理研究和地理决策服务的决策支持系统。地理信息系统处理、管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,用于分析和处理在一定地理区域内分布的各种现象和过程,解决复杂的规划、决策和管理问题。

不同的部门从不同的应用目的出发,对 GIS 的认识略有不同(田永中等,2017)。1988 年,美国国家地理信息与分析中心认为,地理信息系统是为了获取、存储、检索、分析和显示

空间定位数据而建立的计算机化的数据库管理系统(数据库观点)。也有很多学者认为, GIS 是一种获取、存储、检查、操作、分析和显示地球空间数据的计算机系统。比如 DoE 认为, GIS 是“A System for capturing, storing, checking, manipulating, analyzing and displaying data which are spatially referenced to the Earth”。国内陈述彭等(1999)认为, GIS 是“由计算机系统、地理数据和 GIS 人员组成的,通过对地理数据的集成、存储、检索、操作和分析,生成并输出各种地理信息,从而为土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、经济建设、城市规划和政府行政管理提供新的知识,为工程设计和规划、管理决策服务”。

从 GIS 的定义可以看出, GIS 具有以下特征。

(1) 从系统的角度看, GIS 以空间数据库为基础,具有数据采集、管理、分析和输出等多种功能,并能适时提供多种形态的空间动态信息,为地理研究和地理决策提供服务。

(2) 从学科的角度看, GIS 已经超越了技术与工具的范畴而成为一门科学。是描述、存储、处理、分析地理空间信息的一门新型交叉学科,属于空间信息科学,跨越了地理学、计算机科学、数学、管理学等学科。

(3) 从应用的角度看, GIS 被认为是一种服务。它的应用领域非常广泛,涉及所有基于位置分析的各种服务。从常规的测绘与制图、资源管理等领域,到商业服务、城市管理、环境监测等,只要与位置有关,均可用到 GIS。

图 1-2 所示为 GIS 相关的几个基本概念之间的关系。



图 1-2 GIS 相关的几个基本概念之间的关系

二、GIS 的组成

GIS 一般由四个部分组成,即计算机硬件系统、计算机软件系统、地理数据和 GIS 人员(系统管理、操作、使用人员与机构)。其中,计算机系统(硬件和软件)是基础,地理数据是核心,而 GIS 人员是系统的决策者,决定了系统的工作方式和信息表达方式。GIS 的组成如图 1-3 所示。

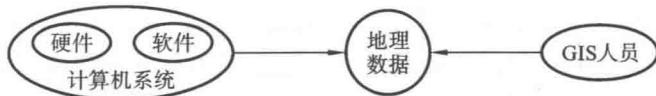


图 1-3 GIS 的组成

(一) 计算机硬件系统

计算机硬件是计算机系统在实际物理装置的总称,可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的元件或装置,是 GIS 的物理外壳,系统的规模、精度、速度、功能、形式、使用方法甚至软件都与硬件有极大的关系,受硬件指标的支持或制约。GIS 由于其任务的复杂性和特殊

性,必须由计算机设备支持。构成的基本组件包括输入、输出设备,中央处理单元、存储器(包括主存储器、辅助存储器)等,这些硬件组件协同各种要素,向计算机系统提供必要的信息,使其完成任务;保存数据以备现在或将来使用,将处理得到的结构或信息提供给用户。图 1-4 所示为 GIS 硬件系统的常用配置。

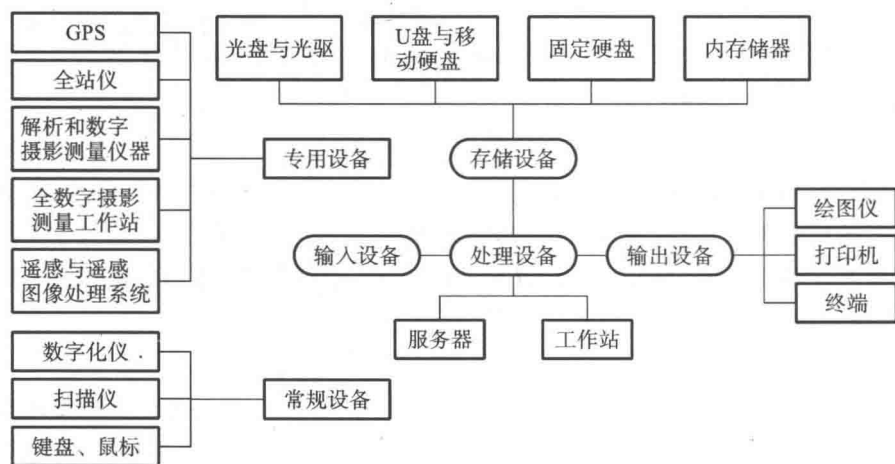


图 1-4 GIS 硬件系统的常用配置

(二) 计算机软件系统

计算机软件系统指 GIS 运行所必需的各种程序,通常包括以下三个方面。

1. 计算机系统软件

由计算机厂家提供的、为用户开发和使用计算机提供方便的程序系统,通常包括操作系统、汇编程序、编译程序、诊断程序、库程序以及各种维护使用手册、程序说明等,是 GIS 日常工作所需的,如 windows 等操作系统软件。

2. 地理信息系统软件和其他支撑软件

可以是通用的 GIS 软件也可包括数据库管理软件、计算机软件包、计算机辅助制图软件(CAD)、图像处理软件(Photoshop)等。

3. 应用分析程序

应用分析程序是系统开发人员或用户根据地理专题或区域分析模型编制的用于某种特定应用任务的程序,是系统功能的扩充与延伸。在优秀的 GIS 工具支持下,应用程序的开发应是透明的和动态的,与系统的物理存储结构无关,随着系统应用水平的提高而不断优化和扩充。应用程序作用于地理专题数据或区域数据,构成 GIS 的具体内容,这是用户最为关心的真正用于地理分析的部分,也是从空间数据中提取地理信息的关键。用户进行系统开发的大部分工作是开发应用程序,而应用程序的水平在很大程度上决定着系统的实用性、优劣和成败。

(三) 地理空间数据

地理空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文景观数据,可以是图形、图像、文字、表格和数字等,由系统的建立者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其他



通信系统输入 GIS,是系统程序作用的对象,是 GIS 所表达的现实世界经过模型抽象的实质性内容。不同用途的 GIS,其地理空间数据的种类、精度都是不同的,但基本上包括三种互相联系的数据类型。

1. 某个已知坐标系中的位置

某个已知坐标系中的位置,即几何坐标,标识地理实体在某个已知坐标系(如大地坐标系、直角坐标系、极坐标系、自定义坐标系)中的空间位置,可以是经纬度、平面、平面直角坐标、极坐标,也可以是矩阵的行数、列数等。

2. 实体间的空间相关性

实体间的空间相关性,即拓扑关系,表示点、线、面实体之间的空间联系,如网络结点与网络线之间的枢纽关系,边界线与面实体间的构成关系,面实体与内部点的包含关系等。空间拓扑关系对于地理空间数据的编码、录入、格式转换、存储管理、查询检索和模型分析都有重要意义,是地理信息系统的特色之一。

3. 与几何位置无关的属性

与几何位置无关的属性,即常说的非几何属性或简称属性,是与地理实体相联系的地理变量或地理意义。属性分为定性和定量两种,前者包括名称、类型、特性等,后者包括数量和等级,定性描述的属性如岩石类型、土壤种类、土地利用类型、行政区等,定量的属性如面积、长度、土地等级、人口数量、降水量、河流长度、水土流失量等。非几何属性一般是经过抽象的概念,通过分类、命名、量算、统计得到。任何地理实体至少有一个属性,而地理信息系统的分析、检索和表示主要是通过属性的操作运算实现的,因此,属性的分类系统、量算指标对系统的功能有较大的影响。

地理信息系统特殊的空间数据模型决定了地理信息系统特殊的空间数据结构和特殊的数据编码,也决定了地理信息系统具有特色的空间数据管理方法和系统空间数据分析功能,是地理学研究和资源管理的重要工具。

(四) 专业人员

人是 GIS 中重要的构成因素。地理信息系统从设计、建立、运行到维护的整个生命周期,处处都离不开人的作用。仅有系统软、硬件和数据还构不成完整的地理信息系统,需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、系统扩充完善、应用程序开发,并灵活采用地理分析模型提取多种信息,为研究和决策服务。对于合格的系统设计、运行、使用来说,地理信息系统专业人员是地理信息系统应用的关键,而强有力的组织是系统运行的保障。一个周密规划的地理信息系统项目应包括负责系统设计和执行的项目经理、信息管理的技术人员、系统用户化的应用工程师以及最终运行系统的用户。

此外,网络也是组成 GIS 的重要部分。GIS 中网络的主要作用是信息传输。由于 GIS 数据的海量特征,对网络的要求也比较高。GIS 中的网络形式一般有局域网、广域网、无线网络和互联网、企业局域网和外联网等几种。

局域网是指由特定类型的传输媒体(如电缆、光缆和无线媒体)和网络适配器(亦称网卡)互联在一起的计算机组,并受网络操作系统监控的网络系统,适合于小区、区域内部等的网络建设。广域网是众多局域网的集合,其中有些局域网或者全部局域网使用跨越较长距

离的点到点链路连接在一起,最大的特点是计算机分布范围广,不受区域限制,广泛采用电话通道或卫星信道,但传输效率较低。无线网络主要是针对移动 GIS 而言的,采用无线通信方法解决信息的传输问题。

互联网是一个由各种不同类型的独立运行与管理的计算机网络组成的全球性计算机网络。组成互联网的计算机网络包括局域网、城域网以及大规模的广域网等。互联网网络互连采用的基本协议是 TCP/CP。企业局域网是指一个企业内部各组织互连所形成的网络,并使用与互联网相互协调的技术开发企业内部的各种应用系统。外联网是在互联网和企业局域网的基础上发展起来的,根据企业自身的体系结构和运作方式,使网络高层体系结构逐步与企业计算机模式相协调。

三、GIS 的功能

尽管目前商用 GIS 软件包的优缺点有所不同,而且所采用的技术也不一样,但多数商用 GIS 软件包都提供了如下功能:数据采集、数据处理、数据集成、数据分析与数据输出等。

(一) 数据采集

数据采集是 GIS 的基本功能,主要用于获取空间数据,保证地理信息系统数据库中的数据在内容与空间上的完整性、数值逻辑一致性与正确性等。一般而言,地理信息系统数据库的建设占整个系统建设投资的 70% 或更多,并且这种比例在近期内不会有明显的改变。因此,信息共享与自动化数据输入成为地理信息系统研究的重要内容。目前可用于地理信息系统数据采集的方法和技术很多,有些仅用于地理信息系统,如手扶跟踪数字化仪;目前,自动化扫描输入与遥感数据集成最为人们关注。扫描技术的应用与改进,实现扫描数据的自动化编辑与处理仍是地理信息系统数据获取研究的主要技术关键之一。

(二) 数据处理

采集到的空间数据还必须经过编辑处理等操作,以保证数据在空间上的准确性、内容上的完整性、逻辑上的一致性以及三者的统一性。初步的数据处理主要包括数据格式化、转换、概括。数据的格式化是指不同数据结构的数据间变换,是一种耗时、易错、需要大量计算的工作,应尽可能避免;数据转换包括数据结构、数据格式、数据坐标等的转换,以及数据比例尺的变化等。数据结构的转换主要是指数据在矢量结构和栅格结构之间的相互转换,在数据格式的转换方式上,矢量到栅格的转换要比起逆运算快速、简单。数据格式转换主要是指不同 GIS 软件或同一 GIS 软件所支持的不同数据格式之间的转换,如 Mapinfo 的 MIF 格式与 ArcGIS 的 Shapefile 格式之间的转换, ArcGIS 的 Shapefile 与 Coverage 格式之间的转换等。数据坐标转换包括数据平移、旋转、比例尺缩放等变换,以及投影变换。数据概括也称制图综合或地图概括,制图综合,包括数据平滑、简化、融合、特征集结等。目前地理信息系统所提供的数据概括功能极弱,与地图综合的要求还有很大差距,需要进一步发展。除了以上数据处理功能外, GIS 通常还具有数据裁切、拼接、提取等数据处理功能(田永中等, 2017)。

数据处理也称数据操作,主要包括数据检验、编辑、转换、概括等。数据检验的内容很多,但通常是指按照数据的质量要求,对数据的空间特征、属性特征及时间等方面进行检验。



数据编辑是根据数据检验的情况对数据进行修改和调整。

(三) 数据集成(数据存储与组织)

这是建立地理信息系统数据库的关键步骤,涉及空间数据和属性数据的组织。栅格模型、矢量模型或栅格矢量混合模型是常用的空间数据组织方法。空间数据结构的选择在一定程度上决定了系统所能执行的数据与分析的功能;在地理数据组织与管理中,最为关键的是如何将空间数据与属性数据融合为一体。目前大多数系统都是将二者分开存储,通过公共项(一般定义为地物标识码)来连接。这种组织方式的缺点是数据的定义与数据操作相分离,无法有效记录地物在时间域上的变化属性。ARCGIS 软件将空间数据和属性数据采用通用关系型数据库管理信息系统(RDBMS)来管理,很好地弥补了这一缺点。

(四) 数据分析

数据分析包括数据查询、检索、统计、计算等功能,也包括较为复杂的空间分析与模型分析等功能。空间查询是地理信息系统以及许多其他自动化地理数据处理系统应具备的最基本的分析功能;而空间分析既是 GIS 的核心功能,也是 GIS 与其他计算机系统的根本区别,模型分析是在地理信息系统支持下,分析和解决现实世界中与空间相关的问题,它是地理信息系统应用深化的重要标志。地理信息系统的空间分析的层次如下。

1. 空间检索

空间检索包括从空间位置检索、空间实体及其属性和从属条件检索空间实体。空间索引是空间检索的关键技术,如何有效地从大型的地理信息系统数据库中检索出所需信息,将影响地理信息系统的分析能力;此外,空间实体的图形表达也是空间检索的重要部分。

2. 空间拓扑叠加分析

实现了输入要素属性的合并以及要素属性在空间上的连接,本质是空间意义上的布尔运算。

3. 空间模型分析

其研究有:①地理信息系统外部的空间模型分析,将地理信息系统当作一个通用的空间数据库,而空间模型分析功能则借助于其他软件。②地理信息系统内部的空间模型分析,试图利用地理信息系统软件来提供空间分析模块以及发展适用于问题解决模型的宏语言,这种方法一般是给予空间分析的复杂性和多样性,易于理解和应用,但由于地理信息系统软件所能提供空间分析功能极为有限,这种紧密结合的空间模型分析方法在实际地理信息系统的设计中较少使用。③混合型的空间模型分析,其宗旨在于尽可能地利用地理信息系统所提供的功能,同时也充分发挥地理信息系统使用者的能动性。

(五) 数据输出

地理信息系统为用户提供了许多用于地理数据表现的工具,如可以将空间数据制作成表格、报告、统计图、地图等,既可以采用计算机屏幕等软拷贝方式进行显示输出,也可采用打印机、绘图仪等方式进行硬拷贝输出,还可以以数字的方式输出成各种电子文件,以利于保存于运输。其形式既可以是计算机屏幕显示,也可以是诸如报告、表格、地图等硬拷贝图件,尤其要强调的是地理信息系统的地图输出功能。一个好的地理信息系统能提供一种良好的、交互式的制图环境,以供地理信息系统的使用者能够设计和制作出高质量的地图。