

地理信息系统导论

(第三版)

陈健飞 中文导读

Introduction to Geographic Information Systems

Third Edition

Kang-tsung Chang

Introduction to Geographic Information Systems

Third Edition

地理信息系统导论

(第三版)

Kang-tsung Chang

University of Idaho

陈健飞 中文导读

科学出版社

北京

图字: 01-2005-6193 号

Kang-tsung Chang

Introduction to Geographic Information Systems, Third Edition

ISBN 0-07-282682-7

Copyright © 2006 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Bilingual edition jointly published by Science Press and McGraw-Hill Education (Asia) Co.

本书双语版由科学出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封底贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统导论(第三版)=Introduction to Geographic Information Systems, Third Edition/(美)张康聪(Chang, K. T.)著;陈健飞中文导读. 一、双语版. 一北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-018112-3

I. 地… II. ①张…②陈… III. 地理信息系统-教材-英文 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 118857 号

责任编辑:朱海燕 韩 鹏/责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

陈海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006 年 10 月第一次印刷 印张:31 1/4

印数:1—5 000 字数:640 000

定价:58.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)



双语版序言

本书是美国爱达荷大学地理系张康聪 (Kang-tsung Chang) 教授撰写, 由美国麦格劳-希尔教育出版公司 2006 年出版的《地理信息系统导论》(第三版) 的双语版 (英文原版, 中文导读)。张康聪教授以其 20 年来从事 GIS 教学、研究和应用的经验积累, 撰写出版了这一 GIS 入门的精品教材。

本书第一版曾由笔者主持翻译, 由科学出版社于 2003 年 10 月出版发行了中文全译本 (《地理信息系统导论》, Kang-tsung Chang 著, 陈健飞等译), 迄今不到三年已印刷 4 次, 总印数 12 000 册几近售罄, 深受读者的欢迎, 被不少高等学校相关专业作为 GIS 课程的首选教材。不少读者反映说, 使用该教材, 使 GIS 变得不再神秘, 并且能真正上手, 该教材已对国内 GIS 技术的教学和普及产生了实实在在的影响……。返观该教材, 其最大优势在于著者的编写理念符合 GIS 技术的教学规律, 在教材编写中体现概念和实践的并重; 该教材的另一优势则在于著者把自己多年教学过程收集和积累的 GIS 数据及其应用案例, 以数据光盘形式提供给读者共享, 使之物超所值。这使得使用该书的教学者方便教学、自学者方便自学, 书中提供的面向解决问题的系列习作及其相应的详细操作指南, 使 GIS 技术的学习过程立竿见影、收效显著。通过实际操作来体会, 有助于对 GIS 原理、方法和应用的了解, 伴随的是对主流 GIS 软件的各项功能的初步掌握。

第三版不仅保留了第一版和第二版的优势和特色, 而且与时俱进做了修订和拓展: 对应于 GIS 软件的升级, 着重把练习的软件平台更新为 ArcGIS 9.0; 同时深入浅出地全面介绍了 GIS 的新进展。第三版涵盖的内容和章节安排详见于著者前言。第三版每章结构由 6 个部分组成: 正文、重要概念和术语解释、复习题、应用 (习作及其操作指南)、挑战性任务和参考文献, 该书附数据文件光盘一张。该教材可谓是一套较完整的教学资源。

科学出版社资源环境编辑部, 根据我国高等教育教学改革深入发展的形势和 GIS 双语教学课程对英文原版教材的亟需, 审时度势, 勇于开拓, 努力促成了国内第一本中文导读版 GIS 教材的出版, 本书必将受到 GIS 及其相关专业师生的欢迎。

中文导读版的工作得到广州大学教材建设基金的支持, 编译工作得到笔者指导的研究生陈志强 (第 3、4、14~18 章)、林征 (第 1、2、5、7、11~13 章) 和庾思慧 (第 6、8~10、



19 章) 的协助, 全书中文导读内容由笔者校译和统稿。由于专业水平和编译时间所限, 错漏在所难免, 欢迎读者对中文导读部分不吝提出批评和建议, 以便再版和重印时改进。

陈 健 飞

2006 年 8 月

前 言

GIS 的重要性

地理信息系统 (GIS) 是用于获取、储存、查询、分析和展示地理空间数据的计算机系统。地理空间数据描述空间要素的位置和特征, 比如道路、宗地和森林。GIS 所具有的处理位置和属性的功能, 使其区别于其他信息系统, 从而建立了在广阔领域有应用需求的 GIS 技术。

自 19 世纪 70 年代以来, GIS 的重要性体现在自然资源管理领域, 包括土地规划、自然灾害评估、野生生物生境分析和林木管理等。近些年来, GIS 已被用于犯罪制图与分析、救应急规划、地籍管理、市场分析和交通规划。GIS 与其他地理空间技术的结合, 已显示出在基于位置的服务、在线互动地图绘制、车内导航系统和精准农业等方面的应用。2004 年 8 月, 地理空间技术被美国劳工部列为三大主要上升领域之一, 另外两个领域分别是纳米技术和生物技术。

GIS 不是只为专家所用的。功能强大且价格适宜的计算机硬件和软件、图形用户界面和公共数字化数据, 已将 GIS 带入主流应用。在学习 GIS 导论课程的班上, 发现有来自 20 多个专业的学生已属寻常现象。

GIS 设计涉及地理学、地图制图学、空间分析、测量、数学和数据库管理等领域的概念。例如, 获取 GIS 数据时需要考虑的空间参照系统, 即是地图制图和测量早已建立的概念。空间参照系统决定了空间要素的位置如何量测, 不论空间参照系统是地理的还是投影的。GIS 设计总是与计算机技术保持同步推进。GIS 产商从 19 世纪 90 年代以来就已把面向对象技术吸收到用户界面设计中。同样的技术现已被采纳用于 GIS 数据模型。为了精通 GIS, 我们必须既熟悉其基本概念, 又熟悉新的技术。

第三版强化重点

第三版共 19 章, 第 1 章至第 5 章主要解释 GIS 的概念和数据模型。第 6 章至第 9 章涵盖了数据输入、编辑和管理。第 10 章和第 11 章包括数据显示和探查。第 12 章和第 13 章提供核心数据分析的概览。第 14 章至第 16 章重点阐述地形制图和分析。第 17 章和第 18 章涉及运动和线状要素的分析。第 19 章介绍 GIS 模型和建模。根据课程设计和学生需求, 本书第三版可作为第一或第二门 GIS 课程的教材。本书总的目的是给学生提供 GIS 概念和实践的坚实基础。

在第三版中，著者在以下主题添加或扩展了讨论：

- 基于矢量数据模型（例如，geodatabase）（第 4 章）
- 小波转换（第 5 章）
- 几何转换（第 7 章）
- 拓扑规则和编辑（第 8 章）
- 空间统计学（第 12 章）
- 视域分析和流域分析（第 15 章）
- 地理编码和动态分段（第 17 章）
- 路径分析（第 18 章）
- ArcToolbox 中的命令行、ModelBuilder 和 Python 脚本的应用（第 15 章和第 19 章）

第三版还有一些新的特点。一是每章都包含有复习题；二是每章的应用部分都增加了挑战性任务，旨在进一步提高解决问题的能力；三是每章的应用部分包括了一系列与任务相关的问题，以强化学习过程。因为如果仅仅遵循指南完成任务而不思考所以然，便不可能学好 GIS。

本版保留了第一版和第二版的长处。对引自诸多领域的参考文献做了更新，信息更加丰富。注释栏提供了特定软件的资料、实际案例和附加的相关信息。全书完善了插图，添加了一些必需的新图。

理论与应用相结合

第三版仍然强调 GIS 的实践。每章应用部分仍包含解决问题的任务，利用数据集和指南来完成。共有 77 个任务，每章分别为 3 至 6 个习作任务。完成这些任务的指南对应于 ArcGIS 9.0。

除两个习作外，本版的所有习作任务都使用 ArcGIS Desktop 9.0 版及其扩展模块 Spatial Analyst、3D Analyst、Geostatistical Analyst 和 ArcScan。只有第 18 章中涉及“最短路径分析”和“定位与配置”的两个习作任务需要用 ArcInfo Workstation 来完成。一旦 ESRI 公司推出 Network Analyst 扩展模块，这两个习作便可在 ArcGIS Desktop 上方便运行。

由实践部分获取的手头经验有助于完成课文讨论和强化 GIS 功能的工作知识。虽然可以通过阅读掌握 GIS 概念，但是只有通过实践才可能完全领会隐含在菜单和按钮后面的概念。而且，当今 GIS 职位市场的正规要求是能够熟练应用商业化 GIS 软件包。

本书第三版的网址为：www.mhhe.com/changgis3e，含有以口令保护的指导手册。请联系 McGraw-Hill 销售代表以获取进入该网站所需信息。

数据来源说明

本书的一些习作任务使用了由下列网址下载的数据集：

Clearwater National Forest



[http: //www. fs. fed. us/rl/clearwater/gis/library/library _ w. htm](http://www.fs.fed.us/rl/clearwater/gis/library/library_w.htm)

Montana GIS data clearinghouse

[http: //www. nris. state. mt. us/](http://www.nris.state.mt.us/)

Northern California Earthquake Data Center

[http: //quake. geo. berkeley. edu/](http://quake.geo.berkeley.edu/)

University of Idaho Library

[http: //inside. uidaho. edu](http://inside.uidaho.edu)

Washington State Department of Transportation GIS Data

[http: //www. wsdot. wa. gov/mapsdata/geodatacatalog/default. htm](http://www.wsdot.wa.gov/mapsdata/geodatacatalog/default.htm)

Wyoming Geographic Information Advisory Council

[http: //wgiac2. state. wy. us/html/](http://wgiac2.state.wy.us/html/)

致 谢
(略)

张康聪 (Kang-tsung Chang)

第1章 绪 论

从2004年8月起,地理空间(geospatial)技术被美国劳动部列为最重要的三大新兴领域之一,与其并列的是纳米技术和生物技术。地理空间技术覆盖许多领域,其中包括遥感、地图制图、测绘和摄影测量。但是,若要在地理空间技术中将这些不同领域的数据整合起来,则需依靠地理信息系统。

本章内容共分五节:1.1 什么是地理信息系统(GIS);1.2 地理信息系统的简史;1.3 地理参照数据;1.4 地理信息系统的操作;1.5 本书的结构;1.6 概念与实践。

1.1 什么是地理信息系统(GIS)

本节引入地理信息系统的概念,地理信息系统(GIS)是用于输入、存储、查询、分析和显示地理参照数据的计算机系统。地理参照数据也被称为地理空间数据,是用于描述位置和空间要素属性的数据,例如道路、宗地和地球表面的植被覆盖。GIS这种处理和解决地理参照数据的能力将GIS与其他信息系统区别开来。本节还以实例介绍了地理信息系统在不同领域的应用及其特长,同时介绍解释了GIS的基本组成。

1.2 地理信息系统的简史

本节叙述了GIS的发展简史和GIS软件市场的主导产品——ESRI公司的ArcGIS。ArcGIS的三个版本ArcView、ArcEditor和ArcInfo在功能上有所不同:ArcView可以实现数据合并、查询、显示和分析功能,ArcEditor添加了具有编辑的功能,而ArcInfo则在数据转换和分析方面拥有比ArcView和ArcEditor更强大的功能。

1.3 地理参照数据

本节着重阐释地理参照数据的特征。空间数据用于描述空间要素的空间位置,可能是离散或连续的。离散要素是指观测值不连续的要素,形成分离的要素,并可单个地识别。离散要素包括点要素(如井)、线要素(如道路)和面要素(如土地利用类型),道路和土地利用类型即是离散要素的例子。连续要素指观测值连续的要素,降水量和高程即是连续要素的例子。GIS可以将这些地球表面的空间要素作为地图要素展现在平面上。这个转换包括两个主要问题:空间坐标参照系统和数据模型。在GIS操作中,为了使各个空间数据相互协调匹配,它们的地图图层必须基于相同的坐标系统。因此,对投影和坐标系统的理解极其重要。

使用不同的数据系统分别存储空间数据和属性数据,通常称之为地理相关模型。而基于对象数据模型则将空间数据和属性数据存储于统一的数据系统中。ESRI 公司在 ArcGIS 中提出的地理数据库 (geodatabase) 数据模型,就是基于对象的。地理相关数据模型将属性数据和空间数据分别存入独立的系统。两个数据成分通过要素 ID 联接起来。基于对象数据模型将空间数据存储于单一的系统,并视其为属性中的一种,与其他属性一样。基于对象数据模型并不像属性数据与空间数据相分离的数据库系统中所要求的那样,因此,减少了两个数据文件集之间的坐标参照和同步性的复杂性。同时,它也使 GIS 更加接近非空间信息系统,因为不再需要空间数据文件。无论空间数据和属性数据是存储于分离的或是单一的系统,关系数据库模型还是 GIS 中数据管理的标准模型。关系数据库是表的集合,也称关系表。各个表是通过键来建立彼此之间的连接的,键就是一个公共字段,它的属性值在表中能惟一地确定一条记录。利用关系数据库可以有效而且灵活地进行数据查询、数据检索、数据编辑和创建报表。

1.4 地理信息系统的操作

本节简介 GIS 的基本操作,归纳为空间数据输入、属性数据管理、数据显示、数据探查、数据分析和 GIS 建模。其中的数据探查、数据分析和 GIS 建模对于地理学家尤为重要。

数据探查常常是数据分析的前期工作,包括弄清数据中的大概趋势,更好观察并理解数据子集,以及关注数据集间的可能关系。

数据分析归并为七组(图 1.8),前两组(矢量数据分析和栅格数据分析)包括了基本分析工具:针对矢量数据的缓冲区分析、地图叠置、距离量算、空间统计和地图操作,针对栅格数据的局域、邻域、分区和全局操作。地形制图手法包括等高线、剖面图、晕渲法、分层设色和 3-D 视图法,地形测量包括坡度、坡向和表面曲率的量算。地形分析包括通视分析和流域分析。空间插值是指用已知值的控制点来估算其他点的数值的过程,插值方法包括趋势面分析模型、泰森多边形、核密度估算、反距离权重、薄板样条和克里金等插值算法。地理编码能够将街道地址或者街道交点转换成点要素,动态分段可以在一个坐标系统参照数据进行线状划分。经过地理编码的数据对于犯罪行为制图和分析具有十分重要的作用,而经过动态分段的图层可以有效地用于管理和分析与公路相关的数据。路径分析旨在找出通过各个单元格累积耗费最少的路径,每个单元格的耗费由特定的栅格网来定义。网络是由具有拓扑结构的线要素所构成的系统,用于表示诸如交通等物流的相应属性。最短路径分析是网络应用的一种,旨在找出通过网络上的点的时间或距离的最少累积耗费路径。路径分析是基于栅格数据并且是针对“虚拟”的路径进行分析,而最短路径分析是基于矢量数据且是在现存网络中进行分析工作的。

GIS 建模指的是使用 GIS 和它的功能函数,对地理参照数据构建模型(如空间显示模型)。将 GIS 模型分为四组:二值、指数、回归和过程模型。

1.5 本书的结构

本书结构由七个部分组成: GIS 数据和数据模型 (第 2~5 章), 数据输入和管理 (第 6~9 章), 数据显示和探查 (第 10~11 章), 数据分析的核心部分 (第 12~13 章), 表面分析 (第 14~16 章), 线性分析 (第 17~18 章), 和 GIS 模型与建模 (第 19 章)。

第 2 章讨论坐标系统, 它是地理参照数据的必要基础。常用坐标系统包括横轴墨卡托投影、兰勃特等角圆锥投影、通用横轴墨卡托 (UTM) 格网系统和国家平面坐标 (SPC) 系统及其参数都将在该章讨论。第 3 章和第 4 章分别介绍地理相关数据模型和基于对象的数据模型。第 5 章以栅格数据模型为主, 讨论不同类型的栅格数据、栅格数据结构、数据压缩和栅格与矢量数据之间的转换。

第 6 章描述在线数字化数据, 元数据 (关于数据的信息), 数据转化以及从卫星影像、野外考察数据和纸质地图创建新的数据。第 7 章着重阐述新建数字化地图和卫星影像的几何转换, 以及对转换结果的解释。第 8 章涵盖了与空间定位和拓扑错误有关的空间数据编辑。同时, 第 8 章还讨论了空间数据的精度标准、边界匹配、线条简化和线条平滑等问题。第 9 章关注属性数据的输入和管理, 包括关系数据库模型和设计、关系数据库实例和属性数据输入和操作。

第 10 章讨论数据显示和制图问题。该章以制图符号的基本操作开始, 进而讨论地图类型、文本以及文本放置的位置、地图设计和地图成图。第 11 章概述数据探查, 包括以下几个主题: 探查性数据分析、属性数据查询、空间数据查询和基于地图的地理可视化。

第 12 和 13 章提供了进行 GIS 分析的基本工具和应用实例。第 12 章包括基于矢量的工具: 缓冲区分析、叠置分析、距离量算、模式分析统计和地图操作与使用。第 13 章涉及到用于分析栅格数据以及附加数据提取与一般操作的几个部分: 局域、邻域、分区和全局 (实际距离量算) 操作。第 13 章还设置了一节来阐述使用叠置分析和缓冲区分析的案例, 对基于矢量和基于栅格数据分析进行对比。

第 14 章讲述地形制图与分析。地形制图包括等高线、剖面图、晕渲法、分层设色和透视图等方法。地形分析包括坡度、坡向和表面曲率的分析计算。本章所提供的实例是用高程格网或 TIN 进行地形分析, 并且对不同的计算方法做了解释、举例和比较。第 15 章重点放在视域分析、流域分析及其应用。第 15 章还讨论了这两种分析方法的可选项和参数。第 16 章概述了空间插值, 包括空间插值的基本要素、全局和局域方法、克里金法 (Kriging) 和交叉确认法 (cross-validation)。在第 16 章中将通过一个小型数据集和实例来说明插值算法是如何运作的。

第 17 章讨论地理编码和动态分段。在 GIS 中, 这两项技术都很流行, 因为它们能将一个缺少 x 、 y 坐标值数据转换成点和线状要素。第 18 章对路径分析和网络应用进行阐述。其中提供的实例将对最短路径算法加以演示, 先是以栅格数据格式进行, 然后以矢量数据格式进行演示。第 17 和 18 两章通过它们所共同关注线性要素联系起来, 而这些线性要素可以

作为操作过程中的参照数据或者输入数据。第 19 章对 GIS 模型与建模进行概述。在介绍完模型的分类、建模过程以及在建模过程中 GIS 所起作用之后,第 19 章将描述建立二值、指数、回归和过程模型的基本概念。该章还提供了各类模型在各领域应用的大量实例。

1.6 概念与实践

本书每一章均包括两个主要部分。第一部分涉及该章的主题和概念,第二部分涉及应用,通常有三到六个面向解决问题的习作任务。第一部分还附有注释栏、网站地址、重要概念与术语解释,以及复习题。应用部分为了强化学习进程而提供了分步骤的问题和指示,最后部分为一个挑战性问题,可以提高解决实际问题所必要的技巧。各章末附参考文献。

本节介绍了本书编著者的编写理念:强调概念与实践并重。GIS 概念解释了 GIS 操作的目的和目标,以及 GIS 操作之间的相互关系。例如,对地图投影概念有了基本理解后,我们才会明白为什么必须把要放在一起使用的地图图层都投影到同一个坐标系,为什么必须输入许多投影参数。关于地图投影的知识是始终需要的,它不会因为技术的改变而改变,也不会因为 GIS 软件包的更新而过时。GIS 是解决问题的工具。为了能正确、有效地应用这个工具,GIS 用户就必须能熟练运用它。尽管基于视窗的图形用户界面 GIS 软件比命令驱动的 GIS 软件大大改善了人机交互作用,但是它仍然要求我们组织和编排不同文件、菜单、按钮以及工具,并且知道何时和如何使用这些功能。要想熟练应用 GIS 工具,练习是唯一的方法。同时练习也能帮我们更好地理解 GIS 概念。

本书所用的许多数据集取自著者 18 年来在爱达荷大学 GIS 班的教学内容。练习指南与 ArcGIS 9.0 相关。除了第 18 章中的两个任务外,所有的任务都使用 ArcGIS Desktop 和以下几个扩展模块: Spatial Analyst、3D Analyst、Geostatistical Analyst 和 ArcScan。仅有两个任务需要用到 ArcInfo Workstation 来处理,即最短路径和定位与配置问题。若有 Network Analyst 扩展模块,那么这两个问题在 ArcGIS Desktop 下也不难解决。

本章涉及 23 个重要概念和术语;附有 15 个复习题。本章应用部分包括 3 个习作任务,分别为 ArcCatalog、ArcMap 和 ArcInfo Workstation 的入门。习作 1 介绍 ArcCatalog 和 ArcToolbox;习作 2 概述 ArcMap 和 Spatial Analyst 扩展模块;习作 3 是 ArcInfo Workstation 简介。本章的挑战性任务要求读者以 10 个高度带显示一个高程栅格文件,并将地图存于习作 2 的“.mxd”格式文件中。

第2章 坐标系统

GIS 的一个基本原则是放在一起使用的地图图层必须是空间上仿射的，否则就会发生明显错误。例如，要使跨越州界的道路网互相连接起来，就必须把它们转换成相同的空间参照系统。第二章的内容主要涉及作为空间参照基础的坐标系统。

GIS 用户通常在平面上对地图要素进行处理（如图 2.1）。这些地图要素代表地球表面的空间要素。地图要素的位置是基于用 x 轴和 y 轴表示的坐标系平面，而地球表面空间要素的位置是基于用经纬度值表示的地理坐标系。地图投影就是从一种坐标系过渡到另一种坐标系。投影的过程就是从地球表面转换到平面，输出结果为一个地图投影，可用于平面或投影坐标系统。

我们通常从互联网下载数据集，或从政府部门的 GIS 项目获取。一些数字化数据集用经纬度值度量，另一些用不同的投影坐标。如果这些数据集要放在一起使用，那么使用前必须先经过处理。这里所说的处理指的是投影和重新投影。投影指的是将数据集从地理坐标转成投影坐标，重新投影指的是从一种投影坐标转成另一种投影坐标。通常投影和重新投影是一个 GIS 项目的首要任务。

本章内容共分为 5 节：2.1 讲述地理坐标系；2.2 讨论投影、地图投影种类和不同地图投影所需的参数；2.3 和 2.4 分别阐述常用地图投影和坐标系；2.5 讨论在一个 GIS 软件包中如何运用坐标系。

本章涉及 44 个重要概念和术语；附有 16 个复习题；本章应用部分包括 4 个习作：习作 1 是将一个要素类型由地理坐标投影到投影坐标系统；习作 2 是导入一个坐标系统；习作 3 是用预定义坐标系统对一个 Shapefile 进行投影；习作 4 将完成一个坐标系统向另一个坐标系统的转换。本章的挑战性任务要求读者完成重新投影，并证实两文件具有相同的空间参照信息。

第3章 地理关系矢量数据模型

查看纸质地图可得知地图要素及其空间相互关系。图 3.1 是一幅参考地图，显示爱达荷州与蒙大拿州、怀俄明州、犹他州、内华达州、俄勒冈州、华盛顿州和加拿大的边界，且包括印第安人保留地。地图通过其符号和文字向人们传递信息。我们容易获知地图及其空间关系，但是如何才能使计算机懂得这些要素和空间关系？这便是第三章和第四章关于矢量数据模型所要讨论的基本问题。

构建矢量数据模型一般包括以下两个步骤：首先，用点及其 x 、 y 坐标来表示空间要素如点、线和面；其次，将几何对象及其空间关系组织成数字化数据文件，使得计算机可以访问、编译和处理。

在过去 20 年中，矢量数据模型是 GIS 中变化最大的方面。例如，ESRI 公司所开发每种新软件包都对应一种新的矢量数据模型，Arc/Info 对应 coverage，ArcView 对应 shapefile，ArcGIS 对应 geodatabase。Coverage 和 shapefile 就是地理关系数据模型的代表，而 geodatabase 是面向对象数据模型的代表。矢量数据模型的演变是计算机技术进步和 GIS 市场竞争的结果，但对 GIS 用户而言，一种新的数据模型意味着一系列新的概念、术语和数据文件结构，这就是为什么要将矢量数据模型的内容分两章介绍，第 3 章介绍地理相关数据模型，第 4 章介绍面向对象数据模型。

本章内容共分为 5 节：3.1 介绍地理相关数据模型；3.2 讲述简单要素（如点、线和面）的表示；3.3 介绍拓扑和拓扑数据结构；3.4 讨论非拓扑矢量数据；3.5 阐述适合用点、线、面复合表示的空间要素。

本章涉及 19 个重要概念和术语；附有 15 个复习题；本章应用部分包括 3 个习作：习作 1 练习如何将 ArcInfo 的交换文件转换成 coverage，将 coverage 转换成 geodatabase 要素类，将 geodatabase 要素类转换成 shapefile，通过习作 1，可查验 coverage、geodatabase 要素类以及 shapefile 的数据结构；习作 2 中将查验美国国家水文地理数据集的部分区域和路径；习作 3 练习如何在 ArcCatalog 和 ArcMap 中查看 TIN。本章的挑战性任务是地理相关数据模型的应用实例操作。

第4章 面向对象的矢量数据模型

第3章所述的地理相关数据模型为矢量数据模型之一，仍是GIS中的主流模型。地理相关数据模型将空间数据和属性数据分别存储在不同的系统中，近年来随着计算机技术的发展，将空间数据和属性数据存储在一个系统中成为可能。这种新的数据模型称为面向对象数据模型。

面向对象数据模型用对象来表示和组织空间要素。例如，一个对象可以代表一个木材站，该站的位置作为属性，和其他属性一样（如树种，树冠直径），存于属性表的记录中。这样就避免了用分离系统分别存储数据和数据处理的同步性要求。更重要的是，一个对象包含了属性和方法。例如，一个代表木材站的对象，其属性包括形状和范围，这些属性和方法不仅与现实世界中的木材站吻合，而且可以使我们更好地在GIS中处理这些对象。对用户而言，一个新的数据模型意味着一系列新的概念、术语和数据格式。面向对象数据模型也不例外。但是从地理相关数据模型过渡到面向对象数据模型并不困难，因为将空间要素用对象来表示的思路很容易让人接受。

在ArcGIS中，伴随地理相关模型提供的地理数据库模型（geodatabase）是面向对象GIS的最新成员之一。本章的重点和难点是geodatabase的创建及应用。Geodatabase中的各项要素如地理要素类、要素数据集、几何网络等与传统的GIS数据模型有较大的区别，并有一套完整的规则以帮助维护地理数据库，同时增加了许多的拓扑关系，因此，用户应对geodatabase的组成要素、数据结构及相关规则有较好理解，同时能熟练建立geodatabase数据库并应用拓扑关系。

本章共有五节：4.1介绍了面向对象数据模型、类型及类型间的关系；4.2阐述geodatabase这一由ESRI公司推出的新数据模型；4.3介绍接口；4.4描述拓扑规则；4.5概述了geodatabase数据模型与传统数据模型的相对优势。

本章涉及18个重要概念和术语；附有17个复习题；本章的应用部分包括三个习作：习作1旨在熟悉geodatabase数据模型的基本要素，如要素类、要素集等；习作2是通过将一个多边形shapefile图层转成geodatabase要素类，来更新面积和周长；在习作3中，介绍带m值的多边形线构成的路径。本章的挑战性任务是：对由网上下载的一个地理数据库的要素数据集及其要素类型进行命名，并用自己的语言说出地理数据库模型与coverage模型的区别。

第5章 栅格数据模型

矢量数据模型用几何对象——点、线和面来表示空间要素，尽管这对于已确定了位置与形状的离散要素较为理想，但对于连续变化空间现象的表示不很理想，如降雨量、海拔、土壤侵蚀等（如图 5.1）。表示连续现象最好是选择栅格数据模型。栅格数据模型用规则格网来覆盖整个空间数据。格网中的各个单元格数值与其位置上的空间现象特征相对应，而且单元格数值的变化反映了事物现象在空间上的变化。

与矢量数据模型不同的是，栅格数据模型在过去的三十年中并未改变与其相关的概念或数据格式。有关栅格数据模型的研究已经转向为集中在数据结构和数据压缩方面的研究。GIS 中使用的各种数据多采用栅格格式。这些数据包括数字高程数据、卫星影像、数字正射影像、扫描地图和图形文件。栅格数据一般需要有更大的计算机存储空间。因此，对于栅格数据的用户来说，数据的存储和检索十分重要。

商业 GIS 软件包能同时显示栅格数据与矢量数据，也可以容易地实现矢量与栅格之间的相互转换。在 GIS 应用的许多方面，栅格数据和矢量数据相互补充。因而将两种数据相结合是 GIS 项目中可取的一个普遍特征。

本章共有 6 节：5.1 讨论栅格数据的基本要素，包括栅格数值、单元格大小、波段和空间参照系统；5.2 阐述不同类型的栅格数据；5.3 概述三种不同的栅格数据结构；5.4 重点解释数据压缩方法；5.5 讨论矢量数据与栅格数据之间的变换；5.6 提供 GIS 中矢量数据与栅格数据综合运用的例子。

本章涉及 19 个重要概念和术语；附有 15 个复习题；本章的应用部分包括三个习作：习作一查看美国地质调查局（USGS）的数字高程模型（DEM）数据；习作二是在 ArcMap 中查看一景卫星影像；习作三是将矢量数据转换成栅格数据。本章的挑战性任务是完成若干操作步骤后，指出该数字高程模型的最大高程，判断其为浮点格网或整数格网，含有多少行、列数。

第6章 数据输入

GIS 项目中费用最大的部分是数据库建设。将纸质地图转化为数字地图通常是数据库建设的第一步,但近年来随着数字化数据交换中心 (clearing house) 在互联网上的开放,这种状况已经发生变化。现在在决定是否创建新数据前,我们先关注公共领域有哪些数据可用。各级政府机构 (包括联邦、州、地区及基层) 已经为分发 GIS 数据而建立了数据交换中心。许多私人公司已经介入 GIS 市场,有些公司直接为客户生产新的 GIS 数据,而另一些公司则从公共数据生产增值的 GIS 数据。

包括基于矢量和基于栅格的 GIS 在线数据的增加,使得组织一个 GIS 项目变得较为容易。但数据输入仍然重要,有以下两个原因。首先,公共数据,顾名思义是倾向于为全部 GIS 用户服务而不是专为一个特别软件包的用户服务的。因此,我们必须熟悉元数据和数据格式的转换。其次,在线数据的增加表明政府机构和私人公司在不断地产生新数据。这些不断产生的新数据不是放上互联网就是卖给用户。当 GIS 用户找不到所需的数字化数据时,才不得不创建自己的专属数据。

新的 GIS 数据可以从多种数据源 (包括卫星影像,野外数据,街道地址, x 、 y 坐标的文本文件和纸质地图) 中创建。新数据也可通过手扶跟踪数字化、扫描和屏幕数字化来创建。关于数据源和生产方式方面的知识可以让我们更好地为构建一个 GIS 数据库作准备。

本章共有 4 节: 6.1 讨论互联网上现有的 GIS 数据,包括来自各级政府和私人公司的例子; 6.2 和 6.3 分别涉及元数据和数据转化模型; 6.4 概述由不同数据源和不同数据产生途径创建新的 GIS 数据。

本章涉及 23 个重要概念和术语; 附有 16 个复习题; 本章的应用部分包括三个习作: 习作 1 从互联网下载和使用数字高程模型 (DEM) 和数字线状图 (DLG); 习作 2 在 ArcMap 内进行屏幕数字化; 习作 3 在 ArcMap 中增加 X Y 数据。本章的挑战性任务是完成两个相关任务 (用经纬度读数创建 Shapefile 文件; 下载一个 “.e00” 文件并转化为 coverage 文件), 再回答 5 个小问题。