

(原书第7版)

Mc
Graw
Hill
Education

ArcGIS

地理信息系统教程

Mastering ArcGIS, Seventh Edition

◇ [美] Maribeth Price 著

◇ 李玉龙 何学洲 李娜 王杨刚 周丙锋 等译



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

(原书第7版)

ArcGIS 地理信息系统教程

Mastering ArcGIS

Seventh Edition

[美] Maribeth Price 著

李玉龙 何学洲 李娜 王杨刚 周丙锋 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 GIS 和 ArcGIS 10.3 为两条主线,从实际应用角度出发,阐述了 GIS 的基本概念及相关理论,编写了循序渐进的教学说明,结合适当的实际案例,系统地介绍了 ArcGIS 10.3 的概念、功能和用途。全书共分为 15 章,主要内容包括 GIS 数据基础、GIS 数据管理、坐标系、GIS 数据制图、GIS 数据展示、属性数据、基本编辑、查询、空间连接、地图叠加与地理处理、栅格分析、编辑与拓扑、地理数据库和元数据等。后半部分用较大篇幅图文并茂地介绍了基本操作技能,并给出了部分习题的参考答案。

本书的内容覆盖面广,深入浅出,通俗易懂,可操作性强,适用于高等学校 GIS 专业学生及感兴趣的初学者,也适用于科研院所和企事业单位中从事 GIS 研究与应用工作的专业人员。

Maribeth Price

Mastering ArcGIS, Seventh Edition

ISBN: 978-0-07-809514-6

Copyright © 2016 by McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Publishing House of Electronics Industry. This edition is authorized for sale in China Mainland.

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Publishing House of Electronics Industry.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和电子工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中国大陆销售。

版权©2017 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与电子工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2016-7631

图书在版编目(CIP)数据

ArcGIS 地理信息系统教程: 原书第 7 版/(美)玛丽贝丝·普赖斯(Maribeth Price)著;李玉龙等译. —北京:电子工业出版社,2017.1

书名原文: Mastering ArcGIS, Seventh Edition

ISBN 978-7-121-30089-9

I. ①A… II. ①玛… ②李… III. ①地理信息系统—应用软件—高等学校—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 247103 号

策划编辑: 谭海平

责任编辑: 李秦华

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30.75 字数: 953 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版(原著第 7 版)

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 69.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010)88254552, tan02@phei.com.cn。

推 荐 序

1978年1月,受中国科学院院士陈述彭先生邀请,ESRI创始人、总裁 Jack Dangermond 先生第一次来到中国,带领 ESRI 的若干位 GIS 专家与中科院地理所的科学家们进行了长达两周时间的学术研讨。当时中国的 GIS 正处于萌芽阶段,很多工作正在研究初期,ESRI 向中国的科研院所赠送了一百套 Arc/Info 软件,这些 GIS 种子,逐渐生根发芽。在接下来的几十年间,中国的地理信息技术迅猛发展,地理信息科学研究水平接近、甚至逐步赶超世界水平,地理价值的传播使 GIS 应用无处不在,每年直接带动了上千亿的产业活动,这是有目共睹的中国奇迹。

ESRI 公司 1969 年创办至今,已经走过了 47 年,全球员工超过 9000 人,超过 35 万家企业、政府机构及非政府组织使用 ArcGIS 产品。中国用户是 ESRI 最关注的用户群体之一,不仅仅在于用户众多,更主要的是在中国经济、科学发展的道路上,有着众多的期待和创新,正是出于这种原因,ESRI 很早便在中国设立了代理机构,并在 2011 年设立了 ESRI(北京)软件研发中心,根植于中国市场,在将世界领先的科技和工程方法引入中国的同时,也将中国智慧引入世界。ESRI 也一直致力于本地化工作,例如本地化语言的产品、帮助和解决方案等,每一年度都会出版一些相关的出版物。其中不乏类中精品。

今天,看到李玉龙团队翻译的《ArcGIS 地理信息系统教程(原书第 7 版)》,本人很高兴能够为本书在中国出版做序。作为 ESRI 较早的一批用户之一,李玉龙先生主要从事地质调查信息化相关工作,一直工作在生产一线,主持过大型的软件开发项目和国家重点课题研究工作,致力于 GIS 技术与地质调查的相结合,有着丰富的产品使用经验和专业的领域知识。《ArcGIS 地理信息系统教程》之前已经翻译出版了两个版本,并在中国市场取得了一定的成功,得到了广大中国用户的认可,并且作为部分高等院校教材使用,这是十分不易的。《ArcGIS 地理信息系统教程(原书第 7 版)》以新版的 ArcGIS 产品为基础,介绍 ESRI 最新的技术、理念和软件使用方法,涵盖了 ArcGIS 桌面产品绝大部分相关内容,并以讲解、演练、复习的教学方式,引导用户更好的操作、使用 ArcGIS 软件,读者还可以下载相关的操作视频更好地巩固所学的内容,是 GIS 学习者和 ArcGIS 使用者值得参考的书籍。感谢李玉龙团队通过对原版书籍的翻译工作分享地理价值、传播地理思维。同时也感谢电子工业出版社,能够将优秀的教程引入国内进行出版发行。

在不断追求卓越的过程中,ESRI 始终肩负着传播地理思维、分享地理价值的地理责任。本人希望与众多的 GIS 专业人士一样,运用地理思维一起耕耘中国的 GIS 市场,共同开启更加智能的世界。

ESRI 中国(北京)有限公司总裁 何宇

译者序

近年来, GIS 技术在中国发展迅猛, 并广泛应用于各行各业, 为越来越多的人所熟知。在中国的 GIS 发展进程中, ESRI 扮演了非常关键的角色, PC Arc/Info、ArcView 和 ArcGIS 开启了很多人的 GIS 起步之门, 掌握该公司产品的开发与应用技能是很多专业人员孜孜不倦的追求, 也是谋得较高薪水的重要敲门砖。GIS 专业性很强, 学习起来比较困难, 命令行方式的 Arc/Info 升级为图形界面的 ArcGIS 系列产品后, 功能更加强大, 操作更加简单, 使人们能够更加专注于具体业务功能的设计与实现。

本书作者 Maribeth Price 女士的知识非常渊博, 书中的理论与示例涵盖了很多专业领域, 包括 GIS、地理、地质、生物、环境、交通、遥感、数学、统计、软件和数据库等。作者不仅博学多才, 而且教学与实践经验丰富, 采用独特的教学思维和严谨而生动活泼的语言, 全面介绍了深奥的 GIS 专业知识。通过引入这样一本与众不同的专业书籍, 有望为国内的 GIS 书籍市场增添一丝新意, 使 GIS 爱好者能够分享作者十几年的教学成果, 并将 GIS 思维带到各行各业的应用实践中。

本书第 7 版未提供配套光盘, 所有教学视频、音频、彩插及其他相关素材, 均可在 McGraw-Hill Connect 互动学习平台 (<http://www.mhhe.com/price7e>) 和华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 上找到。

本书的翻译工作由多名专业人员共同完成, 其中李玉龙负责第 0 章、第 1 章以及文前和文后, 何学洲负责第 2 章、第 13 章、词汇表和常用坐标系, 李娜负责第 3 章和第 14 章, 王杨刚负责第 4 章, 周丙锋和郝丽荣负责第 5 章, 王秋舒和吴林强负责第 6 章, 王新春和张怀东负责第 7 章, 高爱红和王小宁负责第 8 章, 张海涛和王立静负责第 9 章, 闫卫东和宋元负责第 10 章, 周立新和范湘涛负责第 11 章, 李建存和王轶负责第 12 章, 窦秀明和李慧宇负责第 15 章, 全书由李玉龙负责统稿。

由于时间紧迫, 加之水平有限, 译文不可避免地会存在一些错误和不足, 希望能够得到广大读者的批评指正。任何意见或建议, 请与电子工业出版社或本书译者联系: 李玉龙, liyulong2001@163.com; 何学洲, hexuezhou2001@163.com; 李娜, 673880422@qq.com; 王杨刚, wigsont@126.com。

李玉龙

序 言

欢迎阅读本书。本书是ESRI公司著名的ArcGIS软件的最详尽入门指南，为广大读者提供掌握GIS基础知识和技能所需的各种知识。

提示：ArcGIS、ArcMap、ArcCatalog、ArcGIS Desktop、ArcInfo Workstation以及本书中提到的其他程序名称均为ESRI公司的注册商标，本书中所用的软件名称和屏幕截图均经过该公司的授权。为阅读方便，本书在软件名称中省略了™符号，并不表示拒绝或侵害ESRI公司的权益。

第7版中的新内容

编写本书这一版本的主要目标是，进一步强化数据管理内容，重点在管理、编辑GIS数据以及编写元数据方面花费更多的笔墨。现在的学生对计算机文件系统基本概念的了解并没有原来预期的那么多，为了能够更加有效地应用GIS数据，为他们提供更多的背景知识介绍非常必要。本书增加了关于GIS数据管理的一个新章节，重点讲解一些有用的基本概念，而且为了首先介绍数据管理知识而重新组织了各章节的内容，大部分教师为了使课程更有条理好像都喜欢采用这种结构。本书通篇更加强调元数据，首先是简单的Item Description(项目描述)，然后第14章专门介绍基于标准的元数据。

为了从科学制图设计视角充分展示地图设计的基本理念与过程，本书几乎完全重新编写了关于数据展示的章节。此外，其他各章节也新增了大量的内容，或者做了完善与优化，例如为“栅格分析”章节增加了“权重叠加”的内容，将“Clip(裁剪)与Erase(排除)”的内容调整到“查询”章节。

但是，由于出版商对书籍的篇幅有限制，不得不忍痛割爱，舍弃了一些素材，从而为这些有用的改进腾出了部分空间。这一版本剔除了“网络分析”和“地理编码”两个章节，因为很多人告诉我基础入门课程根本用不到这些高深的知识。虽然如此，McGraw-Hill的网站仍然以PDF的形式提供这些内容，并且提供这些章节所需要的相关数据文件，感兴趣的读者可以自行查阅。

ArcGIS 10.1、10.2和10.2.2版的菜单与操作基本保持稳定，这一点深受广大用户欢迎。本书这一版本为ArcGIS 10.3量身定制，但对ArcGIS的前几个版本都适用。

特别感谢曾经阅读本书并提出建议的众多读者，希望本书能够为他们在GIS领域的深入学习提供更进一步的帮助。

展望未来

2014年秋，ESRI公司发布了完全重新设计的一款ArcGIS Desktop产品——ArcGIS Professional。该产品采用64位多线程结构Ribbon(丝带)风格菜单，未来将集成二维与三维应用，并与ArcGIS Online紧密绑定。本书第八版将专门针对ArcGIS Professional进行编写，但目前将其用于第7版的时机还有些不成熟，因为这个产品仍然处于开发进程中，并未完全覆盖当前可用的全部功能，而且需要运行在很多校园实验室中并非标准配置的64位计算机上。目前看来，ArcMap和ArcCatalog仍将伴随这款新产品很多年，所以作者希望本书的第7版能够继续保持印刷版本出版，为这些产品的众多用户提供有价值的帮助。

对读者的经验要求

本书假定读者熟悉 Windows 操作系统的基本操作，例如复制文件、移动目录、打开文档、遍历文件夹以及编辑文本和字处理文档等。关于地图和地图数据的以往经验非常有用，但本书读者并不一定需要具有 GIS 经验或经过 GIS 培训。

本书及配套网站的内容

本套教学系统包含教材和网站(www.mhhe.com/price7e)两个组成部分，具体内容包括：

- 涵盖 ArcGIS 软件大部分重要功能的 14 个章节。
- 各章提供学习技能的综合指南，并通过视频片段来演示每个步骤。
- 为使读者能够独立地练习技能，提供一整套练习、地图文档和数据。
- 采用视频片段来演示基本技能部分的各项内容。

本书假定读者具有 ArcGIS Desktop 基础版软件(原来的 ArcView)许可，少部分可选内容需要 ArcGIS Desktop 标准版(原来的 ArcEditor)许可的支持，第 11 章需要 Spatial Analysis(空间分析)扩展。

作者的个人理念

本书集中反映了作者的个人理念和哲学思维，凝聚了作者在工程学校讲授地理信息系统 20 年的汗水结晶，主要目标不是培训地理学家，而是为不同领域的学生提供 GIS 技术与知识。本书假定大多数学生都具有某个特定专业领域的知识和技术背景，并且寻求在自己的专业领域内应用地学空间技术。

- 不应只注重学习，实践才是学习 GIS 的最好方法。实验室是本书最为关键的组成部分，理论介绍只能很粗泛，必须要与实践结合在一起。因此，与理论讲解相比较，本书更为重视实际操作。
- 独立参与工作和项目是非常关键的环节。本书包括一系列宝贵的练习，读者必须学会独立查找解决方案，而不是机械地照搬照抄。而且，聪明的教师也需要学生们自己独立地开发项目。

章节顺序

本书由简介及其他 15 个章节组成，每章大致应在一周内完成，对应于每个学期课程的 3 学分。本书特意包含了比普通一学期 GIS 课程更多的内容，教师可视具体情况进行取舍。

“简介”一章(第 0 章)介绍了 GIS 的基本概念和原理，提供了关于如何应用 GIS 的一些实例，以及关于 GIS 项目管理及如何开发项目的概览和建议。第 1 章至第 11 章大致遵循“基于项目”的顺序：数据编辑、数据展示与制图、数据表与基本编辑及空间分析。这些章节是 GIS 教科书的核心，阅读完这些知识后，学生们应会在独立承担 GIS 项目方面驾轻就熟。在最后几个章节中，我们还要介绍关于数据管理的更多高级知识。

章节布局

各个章节按照下列形式进行组织：

- **概念：**介绍理解地理概念的基本背景材料，以及如何在ArcGIS 软件中体现。大部分章节由两部分组成，一部分(GIS 概念)介绍 GIS 的常规概念与理论，另一部分(关于 ArcGIS)介绍这些概念在 ArcGIS Desktop 平台下的特定应用。在概念部分的后面，还提供一套复习题和重要词汇列表。
- **教学指导：**为了验证基本概念与技能，各章都提供了循序渐进的操作指导。这些指导从详尽的介绍开始，逐个步骤地进行操作演示，直到读者最终全面、熟练地掌握相关内容为止。在本书的配套视频中，可以找到各章节中操作指导的演示步骤。
- **练习：**为了帮助读者掌握教学指导所对应的实际操作技能，或在没有循序渐进帮助的情况下独立思考，本书提供了能够提高技术水平的一系列习题。通过完成这些练习，读者能够建立起独立的GIS 工作方法。本书的最后部分提供了部分练习答案和解决方案，McGraw-Hill Instructor 站点为广大教师提供了完整的练习答案和方法的文档。

在本书的配套网站(www.mhhe.com/price7e)上，可以找到指导操作和完成练习所需的全部数据。

在分配练习时间方面，任课教师应当有自己的判断和选择。典型的课程应当完成每个章节的全部练习，优秀学生可在3~5小时内完成一整章，大多数学生需要6~8小时，少数学生可能需要10小时或更长时间。此外，如果拥有更高的计算机操作技能，那么可能会比其他人更容易找到相关材料。

本书的阅读建议

在利用本书进行教学和学习的过程中，建议采用如下步骤：

- 阅读“概念”部分，熟悉基本原理与技能。
- 回答“本章复习题”，检验自己对资料素材的理解程度。
- 按照“教学指导”部分对关键技术的指导和解释说明，循序渐进地进行操作。
- 再次阅读“概念”部分，加深对知识的理解程度。
- 完成“练习”。

教学指导

教学指导提供了关于如何执行特定任务的循序渐进的练习和操作步骤，任课教师应鼓励学生在执行这些步骤时做到独立思考，而不应只是循规蹈矩地照葫芦画瓢。

按照教学指导逐个步骤进行认真操作这一点很重要，如果跳过某个步骤或某个步骤操作不正确，则可能会导致后面的步骤无法取得正确的结果。为了能够稳妥地执行所有步骤，最好经常保存当前工作状态，以便出错后能够及时返回前面的状态进行修改。由于不同的计算机系统或软件版本之间存在着差别，所以有时候某个步骤可能无法取得理想的结果，为了分析并解决诸如此类的问题，最好邀请有经验的专家或资深用户在旁指导。如果做不到这一点，那么只能跳过这个步骤，然后在没有执行该步骤的情况下继续操作。

教学视频

本书的配套网站提供了两种类型的视频：“教学指导视频”(Tutorial Videos)演示了教学指导的每个步骤，并且为便于索引而使用文本进行了编号；“基本技能视频”(Skills Reference Videos)演示了如

何执行一般性任务，如删除文件等。这些视频的目的在于作为一种可供选择的策略，机械地全部观看这些视频当然会感觉到很乏味，建议读者在下面的情况下才光顾它们：

- 不理解书面讲解，或无法找到正确的菜单或按钮。
- 不能正确执行某个步骤。
- 为了完成某个步骤，需要重温以前学到的技能。
- 发现观看视频能够提高学习效果。

当实际执行某个章节的相关操作时，可将网站视频保持在屏幕上，随时单击相应的链接来查看特定视频。“教学指导视频片段”通过数字标记进行区分，“基本技能视频片段”则通过标题进行区分。

教学视频及数据的安装

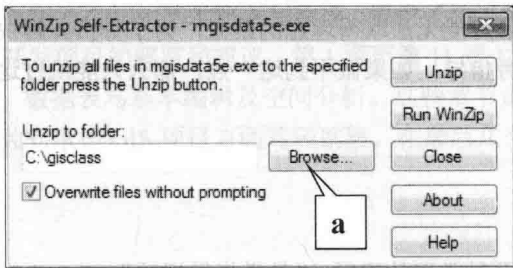
查看视频

本书的全部视频均可从配套网站下载，网址为 <http://www.mhhe.com/price7e>。每个章节均能独立下载，但必须首先下载第 1 章的视频，因为其包含了后续章节的简介与文件夹层级。当需要下载其他视频时，可回顾第 1 章下载部分的介绍。

安装培训数据

在mgisdata.exe文档解压缩后的文件夹中，包含了完成教学指导和练习所需要的文档和数据，必须将这些数据复制到硬盘驱动器上。如果使用某台计算机的多个用户都学习本课程，那么每个人都应该在一个独立文件夹中建立自己的数据副本。exe 文档中的数据是一个自解压的 zip 压缩文件，约需要 350 MB 的磁盘空间。在安装数据时，可以参照下面的步骤：

- 单击超链接，安装数据。若出现一个对话框询问是 Run (运行) 还是 Save (保存) 数据，选择 Run。
- 当另一个对话框询问是 Open (打开) 还是 Save (保存) 数据时，选择 Open。不要选择 Save，因为那样只能复制数据档案而非解压缩。
- 单击带有圆点符号的那个按钮，设置将数据解压入哪个文件夹，如下图中的 a 所示。无论选择哪个位置，数据都将放入名为mgisdata的文件夹中。换句话说，如果选择 C:\gisclass 作为目标文件夹，那么数据将放入 C:\gisclass\mgisdata 文件夹中。
- 单击 Start (开始) 按钮，开始安装数据。运行几分钟后，即可看到 Finished (完成) 窗口，表明所有文件均已解压缩到位。单击 OK (确定) 按钮。



安装培训数据

系统需求

为了使用本书中的教学指导并完成练习，学生必须能够访问具有以下性能的计算机。

最低硬件需求

基于 Intel 平台的 PC，具有 2.2 GHz 或更高主频的中央处理器，2 GB 内存，合适的声卡/图形卡 (24 位真彩色和 1024×768 的最低屏幕分辨率)。

最低软件需求

Windows 8 (基本版、专业版、企业版)、Windows 7 (终极版、企业版、专业版、家庭版)、Windows Vista (终极版、企业版、商业版或家庭版)、Windows 2000 或 Windows XP (家庭版和专业版)；需要安装 Microsoft .NET。

Web 浏览器 (如 Internet Explorer) 或 Microsoft Word。

具有能够显示 mp4 视频格式功能的视频播放器，如 Microsoft Media Player 12 (仅适用于 Windows 7) 或 QuickTime。

ArcGIS Desktop 10.1 或更高版本 (基础版)，某些练习需要标准版或 Spatial Analyst (空间分析) 扩展。

要了解与系统需求相关的更多信息，请访问如下网站：

<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/system-requirements>

安装 ArcGIS 需要访问互联网，练习需要登录 ArcGIS Online 网站。虽然练习并不需要 ArcGIS Online 账号，但公众或组织机构订阅能够获得更多的功能和内容。

如果在获取或安装这些组件时需要帮助，可以联系系统管理员、硬件/软件提供商或本地计算机供应商。

致谢

本书能够顺利再版，要感谢很多人。2000 年夏，南达科他州的 Governor Janklow 设立了为期 3 个月的项目，作为其技术教学计划的一部分，本书才有机会得以问世。2000–2014 年，我所任教 GIS 课程的很多学生参与了文本与练习测试，极大地确保了教学指导清晰易读和正确无误。以前版本的审阅者包括 Richard Aspinall、Joe Grengs、Tom Carlson、Susan K. Langley、Henrietta Loustsen、Xun Shi、Richard Lisichenko、John Harmon、Michael Emch、Jim Sloan、Sharolyn Anderson、Talbot Brooks、Qihao Weng、Jeanne Halls、Mark Leipnik、Michael Harrison、Ralph Hitz、Olga Medvedkov、James W. Merchant、Raymond L. Sanders, Jr.、Yifei Sun、Fahui Wang、Michael Haas、Jason Kennedy、Dafna Kohn、Jessica Moy、James C. Pivrotto、Peter Price、Judy Sneller、Dave Verbyla、Birgit Mühlenhaus、Jason Duke、Darla Munroe、Wei-Ning Xiang、L. Joe Morgan、Samantha Arundel、Christopher A. Badurek、Tamara Biegas、John E. Harmon、Michael Hass、Nicholas Kohler、David Long、Jaehyung Yu、Sarah Battersby、Gregory S. Bohr、Kelly R. Dubure、Colleen Garrity、Raymond Greene、Eileen Johnson、James Leonard 和 Tao Tang，他们提供了详尽且非常有帮助的意见和建议，没有他们的努力和汗水，本书不可能越来越完善。此外，特别感谢为第 7 版提出有价值建议的审阅者。

第 7 版的审阅者

John Benhart, Jr., 宾夕法尼亚印第安纳大学

Carsten Braun, 韦斯特菲尔德州立大学
Stephanie Deitrick, 亚利桑那州立大学
Christina Hupy, 威斯康星欧克莱尔大学
Maction Komwa, 乔治·梅森大学
Timothy LeDoux, 韦斯特菲尔德州立大学
Robert Legg, 北密歇根大学
Tom Mueller, 宾夕法尼亚加利福尼亚大学
Curtis Price, 美国地质调查局
Amy Rock, 俄亥俄州立大学
此外, 还有 5 位不知名字的审阅者。

感谢 2014 ESRI 教育与国际用户大会的主持者 Allen Carroll、Damien Demaj、Kenneth Field、MakramMurad-Al-Shaikh 和 Larry Orman, 他们令我非常系统地回顾了制图技术。非常感谢 ESRI 公司允许我在本书中使用屏幕截图、数据和其他材料, 而且为本书早期的版本提供了 ArcGIS 10.1 软件的测试版和预发布版。特别感谢得克萨斯州的首府奥斯汀, 感谢他们把自己拥有的数据资源提供公众使用。感谢 George Sielstad、Eddie Childers、Mark Rumble、Tom Junti 和 Patsy Horton 对数据的无私奉献。非常感激 Tom Leonard 和 Steve Bauer 长期以来的计算机实验室管理, 如果没有他们的帮助, 我不可能讲授 GIS 课程, 也就不可能编写这本书。感谢 Linda Heindel 组织学生反馈信息, 并且帮助我完成首份草稿的首轮编辑工作。感谢 McGraw-Hill 的编辑 Michelle Vogler 和 Melissa Leick, 正是他们的不断鼓励和热心, 才使得本书的成型阶段变得有条理, 同时也感谢他们给出的价值巨大的反馈信息。感谢 McGraw-Hill 公司本书第 7 版的工作团队, 尤其是 Tammy Ben。感谢我的 GIS 启蒙老师 Daryl Pope, 感谢 John Suppe 鼓励我返回母校并继续在迷人的金星研究方面从事 GIS 事业。感谢合作伙伴 David Stolarz 在这一版本的编辑工作看起来永远无法结束时所给予的极大鼓励。最后, 感谢 Curtis Price 和我的女儿 Virginia 和 Madeleine, 感谢她们对我编写本书所花费很多时间的理解与支持。

作者

目 录

第 0 章 简介	1
0.1 什么是 GIS	1
0.1.1 概念	1
第 1 章 GIS 数据	8
1.1 掌握概念	8
1.1.1 GIS 概念	8
1.1.2 关于 ArcGIS	16
1.1.3 小结	21
1.1.4 本章复习题	22
1.2 掌握技能	23
1.2.1 教学指导	23
1.2.2 练习	35
第 2 章 GIS 数据管理	36
2.1 掌握概念	36
2.1.1 GIS 概念	36
2.1.2 关于 ArcGIS	40
2.1.3 小结	46
2.1.4 本章复习题	47
2.2 掌握技能	48
2.2.1 教学指导	48
2.2.2 练习	58
第 3 章 坐标系统	60
3.1 掌握概念	60
3.1.1 GIS 概念	60
3.1.2 关于 ArcGIS	68
3.1.3 小结	71
3.1.4 本章复习题	72
3.2 掌握技能	73
3.2.1 教学指导	73
3.2.2 练习	86
第 4 章 GIS 数据制图	88
4.1 掌握概念	88
4.1.1 GIS 概念	88
4.1.2 关于 ArcGIS	98
4.1.3 小结	98

4.1.4	本章复习题	99
4.2	掌握技能	100
4.2.1	教学指导	100
4.2.2	练习	113
第5章	GIS 数据展示	114
5.1	掌握概念	114
5.1.1	GIS 概念	114
5.1.2	关于 ArcGIS	123
5.1.3	小结	126
5.1.4	本章复习题	127
5.2	掌握技能	127
5.2.1	教学指导	127
5.2.2	练习	139
第6章	属性数据	140
6.1	掌握概念	140
6.1.1	GIS 概念	140
6.1.2	关于 ArcGIS	147
6.1.3	小结	151
6.1.4	本章复习题	152
6.2	掌握技能	152
6.2.1	教学指导	152
6.2.2	练习	164
第7章	基本编辑	165
7.1	掌握概念	165
7.1.1	GIS 概念	165
7.1.2	关于 ArcGIS	167
7.1.3	小结	171
7.1.4	本章复习题	172
7.2	掌握技能	172
7.2.1	教学指导	172
7.2.2	练习	185
第8章	查询	186
8.1	掌握概念	186
8.1.1	GIS 概念	186
8.1.2	关于 ArcGIS	191
8.1.3	小结	195
8.1.4	本章复习题	196
8.2	掌握技能	197
8.2.1	教学指导	197
8.2.2	练习	208

第 9 章 空间连接	209
9.1 掌握概念	209
9.1.1 GIS 概念	209
9.1.2 关于 ArcGIS	214
9.1.3 小结	219
9.1.4 本章复习题	219
9.2 掌握技能	220
9.2.1 教学指导	220
9.2.2 练习	230
第 10 章 地图叠加与地理处理	232
10.1 掌握概念	232
10.1.1 GIS 概念	232
10.1.2 关于 ArcGIS	238
10.1.3 小结	240
10.1.4 本章复习题	240
10.2 掌握技能	241
10.2.1 教学指导	241
10.2.2 练习	254
第 11 章 栅格分析	255
11.1 掌握概念	255
11.1.1 GIS 概念	255
11.1.2 关于 ArcGIS	263
11.1.3 小结	266
11.1.4 本章复习题	267
11.2 掌握技能	267
11.2.1 教学指导	267
11.2.2 练习	280
第 12 章 编辑与拓扑	282
12.1 掌握概念	282
12.1.1 GIS 概念	282
12.1.2 关于 ArcGIS	287
12.1.3 小结	289
12.1.4 本章复习题	290
12.2 掌握技能	290
12.2.1 教学指导	290
12.2.2 练习	303
第 13 章 地理数据库	304
13.1 掌握概念	304
13.1.1 关于 ArcGIS	304
13.1.2 小结	312

13.1.3	本章复习题	313
13.2	掌握技能	313
13.2.1	教学指导	313
13.2.2	练习	326
第 14 章	元数据	328
14.1	掌握概念	328
14.1.1	GIS 概念	328
14.1.2	关于 ArcGIS	335
14.1.3	小结	339
14.1.4	本章复习题	339
14.2	掌握技能	340
14.2.1	教学指导	340
14.2.2	练习	348
14.2.3	NAP 参照地图	348
14.2.4	CSDGM 参照地图	352
第 15 章	基本技能	356
15.1	基础	356
15.1.1	常规	356
15.1.2	ArcMap 基础	365
15.1.3	ArcCatalog 基础	369
15.2	数据管理	374
15.2.1	文件与地理数据库	374
15.2.2	数据表	381
15.2.3	坐标系统	390
15.2.4	元数据	396
15.2.5	编辑	398
15.3	制图	417
15.3.1	地图与符号	417
15.3.2	标注与注记	422
15.3.3	布局与数据框	428
15.4	分析	440
15.4.1	查询	440
15.4.2	叠加分析与空间连接	445
15.4.3	栅格	448
词汇表		454
参考答案		466
常用坐标系		473
长度换算		474
面积换算		474

第0章 简介

0.1 什么是 GIS

本章目标

- 理解 GIS 基本概念、操作及用途
- 熟悉 GIS 项目管理
- 学习如何规划 GIS 项目
- 查找更多 GIS 知识资源

0.1.1 概念

0.1.1.1 什么是 GIS

GIS 是 Geographic Information System (地理信息系统) 的简称。在实践术语中, GIS 是一套计算机工具, 允许人们操作与地球特定位置紧密关联的数据。尽管很多人认为 GIS 是一种计算机制图系统, 但是其功能与用途的复杂程度却远不止于制图, 实际上是采用地图数据进行工作的一种数据库。

例如, 本地电话公司的财务部门负责维护客户大型计算机数据库, 库中存储着每个客户的名字、地址、电话号码、服务类型和财务信息。这些信息仅仅无意间与客户居住的位置相关联, 支持执行大多数重要功能(如寄送账单), 而不必一定知道每一栋房子的实际位置。当然, 寄送账单需要通信地址, 但是那些房子的实际位置只是邮政部门所考虑的事情。这类信息称为非空间数据 (Aspatial Data), 意味着该信息与地球表面的位置关系并不密切, 或者说只是偶尔关系密切。

但是服务部门却需要使用空间数据 (Spatial Data) 来提供电话服务。当发生停电事故以后, 成百上千的人们打电话来, 服务部门必须立刻分析电话的分布情况, 并确定出停电事故发生地点的确切位置; 当建筑公司在街道上开始维修工作时, 必须告知工人已埋设电话线的准确位置; 当经销部门发展了一个新客户时, 为了能够有效地从主干线分发服务, 公司必须确定将其关联到现有网络中的最佳位置; 当技术人员准备当天的房屋电话列表时, 需要规划访问次序以最小化驱车时间。在这些任务中, 位置信息是工作中的重要因素, 所以该信息是空间数据。

这个实例要用到两种类型的软件: 一种是财务部门使用称为数据库管理系统 (DBMS) 的专业软件, 主要管理大量的非空间数据; 另一种是服务部门需要访问管理空间数据的数据库, 即地理信息系统。因为关联了这两种类型的软件, 所以他们可以访问相同的信息, 但是却可以使用数据完成不同的工作。

GIS 是由硬件和软件构成的集合体。

- **计算机硬件平台:** 由于空间数据存储与处理对计算机的要求比较高, GIS 曾经一度被限定于大型计算机或者昂贵的工作站应用, 不过目前能够运行在常见的桌面个人电脑中。
- **GIS 软件:** 在费用、应用便捷性和功能级别等方面, GIS 软件之间的差别很大, 但是至少应当提供一些最低基本功能配置, 比如说下面几个段落中描述的那些功能。本书介绍了功能强大、用途广泛的软件包, 其他有些软件可能只适合于某些特殊应用。

- **数据存储:** 有些 GIS 项目只使用计算机的硬盘驱动器,但是如果需要存储供多用户并发访问的相同海量数据集,则需要制定更为复杂的解决方案。目前,很多数据集存储在数据仓库中,大量用户通过互联网对其进行访问。当采用费用昂贵且独一无二的数据时,备份策略就显得异常重要。在备份和共享数据时,光盘刻录机和/或 USB 便携式驱动器非常有用。
- **数据输入硬件:** 很多 GIS 项目需要精密数据采集工具。数字化仪能够将纸质图件上的图形数字化为 GIS 数据文件中的要素,扫描仪可以把纸图转化成为数字图像,互联网链接能够提供海量 GIS 数据的便捷访问。本书推荐采用高速连接,因为 GIS 数据集可能会由数吉比特或者更多字节的数据所组成。
- **信息输出硬件:** 高质量彩色打印机具有打印常用标准规格幅面纸张的能力,基本能够满足常规 GIS 系统的最低预期输出要求。但是对于很多项目来讲,需要能够处理地图尺寸输出(36 英寸×48 英寸^①)的打印机或绘图仪。
- **GIS 数据:** GIS 数据有不同的来源,而且格式众多。收集数据,评估数据精度,然后维护数据,这通常是构成 GIS 项目最昂贵的部分。
- **GIS 业者:** 在受过训练并具备相关技能的人们运行它以前,计算机及硬件系统没有任何用处。但是,在成功的 GIS 项目中,人们却经常会忽视 GIS 专业培训的贡献度。

GIS 软件的功能千差万别,但是若要称得上是 GIS 系统,则至少应当提供下面一些功能:

- **从不同数据源中采集数据**(包括数字化仪、扫描仪、文本文件以及大多数常用空间数据格式),同时也应提供将信息输出到其他程序的方法。
- **数据管理工具:** 包括数据集构建工具、空间要素及其属性编辑工具以及坐标系和投影管理工具等。
- **专题制图**(以地图形式显示数据): 包括采用不同方法对地图要素进行符号化处理,以及组合地图图层以用于表达。
- **数据分析功能:** 探索地图图层内部和图层之间的空间关系。
- **地图布局功能:** 使用图名、比例尺、指北针和其他地图元素来创建地图软硬副本。

地理信息系统用途很广,最常见和最擅长的用途是提供数据采集、数据管理和数据分析方法,并据此生成辅助决策信息。本书是了解与应用 ArcGIS 地理信息系统软件的实用指南,读者在这里能够了解到 GIS 的基本概念和主要功能,并学习如何利用其能力来解决现实世界中存在的问题。

0.1.1.2 GIS 的历史

地理信息系统(GIS)起源于历史悠久的制图学,但是确切的诞生时间却无从考证,人们只是知道在很久以前的部落时代,为了帮助狩猎食物或者发动战争,部落族人们制作草图用于隐藏或形成原始泥土模型。托勒密(Ptolemy)是公元前 2 世纪的天文学家和地理学家,他建立了世界上最早的地图集,收集了全球、地区以及本地等多种层次范围的地图,并提出了如何绘制地图的建议。但是在 15 世纪以前,他仍然根本不知道欧洲人的位置。托勒密的作品被翻译为拉丁文,成为西方地理学的核心,也影响了很多制图巨匠,例如格哈特·墨卡托(Gerhard Mercator)在 1569 年出版了著名的世界地图。制图学在 17 世纪和 18 世纪发展很快,例如基恩·皮卡德(Jean Picard)1669 年完成了经度测量并发现了地球扁率朝向地极,以及采用通过英格兰格林尼治的经线作为本初子午线(0°经线)。1859 年,通过在天空中架设大像幅照相机,法国摄影师和气球驾驶者陶纳乔(Gaspard Felix Tournachon)创立了遥感学。在以前经常提到的一个空间分析示例中,约翰·斯诺(John Snow)博士通过对伦敦中部 1854 年 9 月发生的霍乱死亡情况进行制图,定位了疾病暴发的源头,即一口被污染的水井。但是直到 20 世纪,制图学仍然作为一种技术和科学,工作方法仍为实验

① 参见书后所附的“长度(面积)换算”表——编者注。