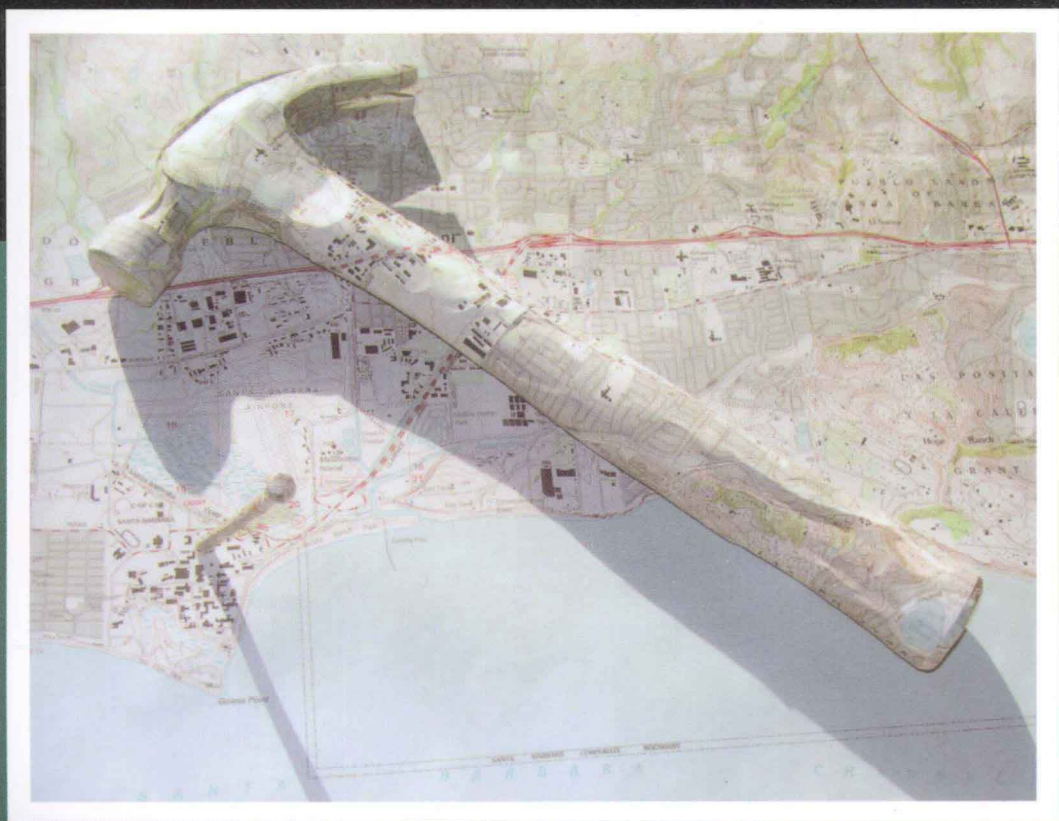


PEARSON

Getting Started with  
Geographic Information Systems(5th Edition)

# 地理信息系统导论 (第5版)



Keith C. Clarke 著  
叶江霞 吴明山 译

清华大学出版社

PEARSON

# 地理信息系统导论

## (第5版)

Keith C. Clarke 著

叶江霞 吴明山 译

清华大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书共 11 章, 内容涉及 GIS 发展简史、地图学基础、数据结构、数据获取与录入、GIS 的管理、空间分析、地理表面问题、地图学问题、GIS 的功能、GIS 软件及基于服务器的工具, 然后提供四个案例研究来梳理 GIS 行业的全貌。

通过本书的阅读, 读者可以了解大地测量学、地图投影、比例尺及坐标系统相关知识, 掌握查找 GIS 数据的关键, 知道如何把地图输入 GIS, 如何更高效地制作更精美的地图。本书适合高等院校 GIS 相关专业的学生阅读和参考, 也适合 GIS 从业人员阅读。

Original edition, entitled: Getting Started with Geographic Information Systems, 5th Edition, 9780131494985 by Keith C. Clarke, Published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, Copyright © 2011 Pearson Education, Inc.

All rights reserved.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

China edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS LIMITED Copyright © 2013.

This edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Taiwan, Hong Kong SAR and Macau SAR).

**Authorized for sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Taiwan, Hong Kong SAR and Macao SAR).**

**仅限于中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)销售。**

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2011-0428

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统导论/(美)克拉克(Clarke, K. C.)著; 叶江霞, 吴明山译. --5 版. --北京: 清华大学出版社, 2013

书名原文: Getting Started with Geographic Information Systems

ISBN 978-7-302-32716-5

I. ①地… II. ①克… ②叶… ③吴… III. ①地理信息系统—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 130870 号

责任编辑: 文开琪 汤涌涛

封面设计: 杨玉兰

责任校对: 李玉萍

责任印制: 刘海龙

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×230mm

印 张: 26.75

字 数: 580 千字

版 次: 2013 年 9 月第 1 版

印 次: 2013 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 69.00 元

# 译者序

本书由美国加州大学圣芭芭拉分校地理系教授 Keith C. Clarke 积二十余年 GIS 教学、研究和应用经验撰写而成, 堪称国际地理信息系统课程的经典教材。该书自 1996 年第 1 版问世以来, 历经十余年已修订至第 5 版, 在国际 GIS 界广受欢迎。本书从基础知识、非技术层面以学生为本的形式介绍 GIS, 使学生能够轻松愉快地掌握 GIS 基础知识。

本书最大的优势在于作者的编写理念符合 GIS 课程的教学规律, 采用循序渐进、理论与实践相结合、多元化而非教条的方式全面介绍 GIS 知识。与同类教材相比, 该书结构设计精良, 内容紧扣知识要点, 紧随学科前沿。每一章首先由名言警句开篇, 然后转入知识要点详细介绍, 后辅以有助于章节总结的学习指南、学习思考题、参考文献及重要术语定义, 最后以采访 GIS 人物作为结尾, 同时还融入 GIS 应用案例和配以大量精美图片。

在内容上, 本书不仅系统地介绍了 GIS 原理、方法和应用, 而且与时俱进提供大量免费 GIS 数据源及开源软件资源, 并为读者在 GIS 实施各阶段所面临困难提供可行性解决方案。因此, 本书不仅可以作为高校 GIS 相关专业教材, 同时也可作为 GIS 系统工程师及爱好者的参考书籍。

本书第 3 版不仅保留了以前版本的优势和特色, 而且在第 4 版后地理信息科学发生了巨大变化, 涌现许多新领域的状况, 在此基础上, 第 5 版进行了大量修订与拓展: 第 6 章介绍的空间分析不是作详细的统计计算, 而是利用公开发表的数据集进行空间分析及逻辑推理; 第 7 章地形分析是全新增加的内容, 针对很少有学生熟悉地形变换工具, GIS 长期以来处于二维世界的现状, 加入的 LIDAR 传感器、Aster GDEM 及 SRTM 数据集的介绍, 从而有助于全球尺度的地形分析; 在第 9 章的 GIS 功能介绍中, 除了对不断涌现的新软件及基于服务器工具的最新调查外, 还介绍了常用的开源 GIS; 第 11 章在 GIS 未来发展趋势上也做了修改; 每一章的学习指南经过修改后, 更方便学生学习, 并增加了最新信息源和网站, 确保读者获得当前最新及准确的数据。每一章结尾处新增对 GIS 从业人员的“GIS 人物专访”, 采访的主题与章节内容有关, 也是学生感兴趣的话题, 从而全面帮助学生进一步掌握知识点。另外, 本书的所有图书都可以从 <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865 下载, 或发送邮件到 [coo@netease.com](mailto:coo@netease.com) 申请。配套网站([www.mygeoscienceplace.com](http://www.mygeoscienceplace.com))也为老

师和学生们提供了多种数据源,包括实验数据文件、测试、PPT 讲稿、RSS 摘要、网页链接以及老师用来制作成绩单的班级管理器和分数追踪器。

本书翻译出版得到了西南林业大学 GIS 精品课程及专业建设的支持,在校译过程中得到了西南林业大学地图学及地理信息系统硕士研究生的帮助。陈昆、张俊杰、彭占伟、施娜、肖虹雁、黄娟、和沛松、毛欢、陈武健、陈应跃完成了部分章节的初稿,朱大运、黄贝、陈婷、孙姗、刘凯旋测试并校译部分章节。在数十万字译稿终于完稿之时,真正感叹翻译工作的艰辛,不仅需要语言艺术与专业素养,更需要能静坐下来长时间工作的耐力,但这正是教学及科研工作者应具备的素质。限于译者的水平和时间,译文中错漏之处在所难免,诚恳读者朋友不吝指正。

叶江霞

2013 年 9 月于昆明

# 前 言

前几天，我在超市排队等着结账时偶然听到下面的对话：

“秋季你就要去读大学了，你打算学什么？”

“我想学 GIS 专业，做环境方面的研究，你知道那是做什么的吗？”

“哇哦，我当然清楚那是做什么的了。”

我轻笑，因为在我十四年前写这本书的第 1 版时，GIS 经历了从地理学书呆子都难以理解的技术转变成为日常生活中心。当我 1996 年穿越美国搬往加利福尼亚时，那时还没有 Google Maps 或 Google Earth，GPS 也只是早些年刚刚用于军事方面，大多数 GIS 软件也是初露头角，而且又昂贵。真的是变化太大了，GIS 已经变得影响如此之大。

每一年秋季，又一批莘莘学子步入课堂。早在 1996 我写这本书时就考虑到许多高级 GIS 书籍忽略了满足高等教育基地教学服务的初衷。很高兴的是，这本书还能受到新一代才华横溢，并希望用科学来改善恶化的世界环境的学者的追捧。我希望他们能愉快学习，为出人头地而挑战自我。我希望能一如既往地让大家在没有太多痛苦和困难的情况下涉足 GIS。

第 5 版包含一个全新的地形分析章节。这部分内容对于诸如 LiDAR 新一代的传感器和 Aster GDEM 和 SRTM 这样的数据集非常重要，它们是进行全球尺度的地形分析的前提。此外，很少有 GIS 学生熟悉地形变换分析工具，而且 GIS 长期停留于二维现实空间的研究。为使学习更方便、轻松，我在原来版本每章末的学习指南上进行了完善。仔细阅读第 4 版的评论后，我在每章介绍地理主题艺术品时引入了卡通图片。称其为我的 2% 的艺术，我坚信艺术是制图学的一部分。至于引用，我想英国人也能适应美国人的生活方式，但又不失英国人的幽默，至少我能将二者结合起来。

第 1 章介绍 GIS 领域及一小部分历史，还介绍了相关组织和其他信息源以及可以查找到的帮助。我称其为自主学习，利用万维网可以轻松获取信息。第 2 章涵盖基本的地图学：大地测量学、地图投影、比例尺及坐标系统。没有这些资料，GIS 在很大程度上还是一个谜，所以，我坚持把这部分内容置前。第 3 章介绍数据结构，对数据结构的理解是学生们查找 GIS 数据的关键。第 4 章涉及数据获取与录入，包含大量 Internet 服务器上的备用数据，以及怎样将地图输入到 GIS。第 5 章讨

论 GIS 的管理, 介绍数据库管理的原理, 讨论所涉及的问题。第 6 章介绍空间分析, 根据空间分析推理和逻辑来遵循一两个公开发表的数据集, 而不是详细的统计计算。第 7 章是新增内容, 介绍了 GIS 基本涉及的具体问题、显示选择及分析的地理表面问题。第 8 章又回到地图学问题上, 讨论一些制图显示的方法, 以及高效制作更精美地图的方式。第 9 章介绍 GIS 的功能, 并调查了 GIS 使用的大量软件及基于服务器的工具。第 10 章涵盖 4 个案例研究, 并审视每个案例中所得出的 GIS 在实际工作中所起作用的经验教训。第 11 章更像一篇论文, 探讨该领域的现状和未来发展趋势, 及由此产生的问题。每一章末都有一个 GIS 人物专访, 这不仅充实了本章主题内容, 而且与学生分享经验, 更有助于学生的学习。对于 10 个受访者的好意, 我一并表达我的谢意, 并感谢比尔·诺林顿的音频转录。

还要感谢许多与本书有关的人, 他们的名字无法一一列出, 我尽量在引用插图致谢栏中列出, 如果我在此遗漏了您的名字, 您自己知道您为本书出了力, 非常感谢。我在修订时会参考读者对本书的诸多评论, 其中一个评论是本书更像是与学生的对话, 而不是一本标准教材。正是这一理念, 使第 1 版畅销 14 年, 并且我自豪地看到 GIS 取得了数不尽的成绩。让我们的对话继续。

最后, 我最要感谢与我相处 30 年的妻子玛戈特和我们的小女儿莱拉。感谢她们对我的长期忍耐。最近, 2 岁的莱拉坐在玩具店里独自玩着电脑, 问她在干什么时, 她静静地说, 她在写她的书。我知道这种感觉。是她们的爱与支持, 才使我一如继往地向前迈进。

# 著译者简介

## Keith C. Clarke

著名地图学与地理信息科学家，美国加利福尼亚大学圣芭芭拉校区地理系教授。现任美国国家地理信息与分析中心(NCGIA)主任，美国国家研究委员会制图科学委员会主席。曾获得美国地质测绘学会最高公民荣誉奖 John Wesley Powell 奖和大学地理信息科学协会(UCGIS)年度教育家奖。2006 年，Clarke 入选 ACSM 院士，NAS 制图科学委员会主席，并被推举到国家地理研究与探索委员会。2007 年，Clarke 获得了英国利华休姆信托基金研究奖和富布赖特-海斯奖学金。

Clarke 拥有伦敦米都塞克斯大学地理学学位和经济学学位，美国密歇根大学地理学硕士学位，1982 年在密歇根大学获得分析制图博士学位。他教授过的课程有地理影像解译、地图制作、计算机制图与分析、地理信息系统导论、地理信息系统的应用问题、制图编程基础、高级制图编程、地图变换和制图学研修课程。

## 叶江霞

西南林业大学教师，中国林科院博士生。主要从事遥感、地理信息系统的教学及科研工作，研究方向为 3S 技术在林学及生态学中的交叉应用。主持纵横向科研课题 6 项；参与国家基金、国家科技支撑项目、国家林业局公益行业专项、省科技攻关、省院省校合作等纵向课题 10 余项，横向课题多项。获 GIS 应用授权专利技术 4 项、计算机软件著作权 8 项，云南省科技进步二等奖及三等奖各 1 次、参编专著 1 部、发表中文核心学术论文多篇。

## 吴明山

西南林业大学教师，硕士。主要从事森林经理方面的教学及科研工作，侧重于 GIS 地统计模型构建与空间估计研究。主持省级课题 1 项，参与国家级课题 4 项、横向课题多项，参编专著 3 部，发表学术论文 10 余篇。历年参与指导全国大学生数学建模竞赛，荣获国家级二等奖 1 项，云南赛区二等奖 2 项；获得校级教学比赛二等奖 1 项，校级教学成果二等奖 1 项。

# 目 录

## 第 1 章 什么是地理信息系统.....1

- 1.1 引言 .....1
- 1.2 地理信息系统的定义 .....4
  - 1.2.1 地理信息系统是一个工具箱 .....5
  - 1.2.2 GIS 是信息系统 .....6
  - 1.2.3 GIS 是一种科学方法 .....10
  - 1.2.4 GIS 是一个价值数十亿美元的产业 .....11
  - 1.2.5 GIS 在社会生活中扮演的角色 .....13
- 1.3 GIS 发展简史 .....14
- 1.4 GIS 的信息源 .....21
  - 1.4.1 互联网和万维网 .....21
  - 1.4.2 书籍、期刊及杂志 .....23
  - 1.4.3 专业组织 .....23
  - 1.4.4 会议 .....24
  - 1.4.5 教育机构和大学 .....25
- 1.5 学习指南 .....28
  - 要点一览 .....28
  - 学习思考题 .....29
- 1.6 参考文献 .....30
  - 章节参考 .....30
  - 最新著作 .....32
  - 专业组织 .....35
- 1.7 重要术语及定义 .....35
- 1.8 GIS 人物专访 .....40

## 第 2 章 GIS 起源于地图学.....45

- 2.1 地图和属性信息 .....45
- 2.2 地图比例尺和地图投影 .....47
  - 2.2.1 地球的形状 .....47
  - 2.2.2 地图比例 .....53
  - 2.2.3 地图投影 .....55
- 2.3 坐标系统 .....61
  - 2.3.1 地理坐标 .....62
  - 2.3.2 通用横轴墨卡托坐标系统 .....64
  - 2.3.3 军用格网坐标系统 .....67
  - 2.3.4 美国国家格网系统 .....69
  - 2.3.5 国家平面坐标系统 .....72
  - 2.3.6 其他系统 .....74
- 2.4 地理信息 .....75
- 2.5 学习指南 .....77
  - 要点一览 .....77
  - 学习思考题 .....79
- 2.6 参考文献 .....80
- 2.7 重要术语及定义 .....80
- 2.8 GIS 人物专访 .....86

## 第 3 章 地图数字化 .....91

- 3.1 地图数字化 .....91
- 3.2 栅格数据 .....94
- 3.3 属性结构 .....99
- 3.4 地图的结构化 .....101

## VIII 地理信息系统导论(第5版)

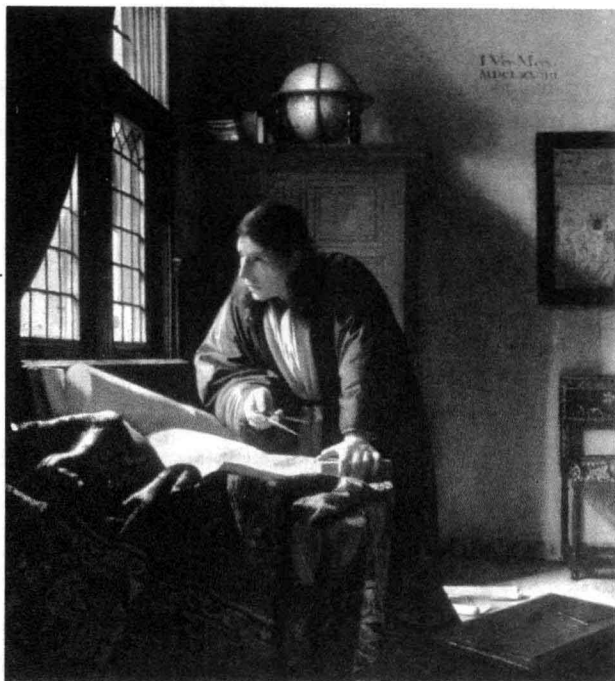
|                          |            |                        |            |
|--------------------------|------------|------------------------|------------|
| 3.4.1 矢量数据结构.....        | 102        | 4.7 学习指南.....          | 165        |
| 3.4.2 栅格数据结构.....        | 105        | 要点一览 .....             | 165        |
| 3.5 为什么要关注拓扑.....        | 109        | 学习思考题 .....            | 166        |
| 3.6 地理信息系统的数据格式.....     | 111        | 4.8 参考文献.....          | 167        |
| 3.6.1 矢量数据格式.....        | 112        | 4.8.1 参考书 .....        | 167        |
| 3.6.2 栅格数据格式.....        | 119        | 4.8.2 网址 .....         | 167        |
| 3.7 数据转换.....            | 121        | 4.9 重要术语及定义.....       | 168        |
| 3.8 学习指南.....            | 125        | 4.10 GIS 人物专访 .....    | 171        |
| 要点一览.....                | 125        | <b>第5章 什么在哪儿 .....</b> | <b>175</b> |
| 学习思考题.....               | 126        | 5.1 基础数据库管理.....       | 175        |
| 3.9 参考文献.....            | 128        | 5.2 属性搜索.....          | 183        |
| 3.10 重要术语及定义.....        | 128        | 5.3 地理搜索.....          | 185        |
| 3.11 GIS 人物专访 .....      | 134        | 5.4 查询界面.....          | 190        |
| <b>第4章 地图计算机录入 .....</b> | <b>137</b> | 5.5 学习指南.....          | 193        |
| 4.1 模拟地图与数字地图.....       | 138        | 要点一览 .....             | 193        |
| 4.2 查找已有的地图数据.....       | 139        | 学习思考题 .....            | 195        |
| 4.2.1 网上数据查找.....        | 140        | 5.6 参考文献.....          | 195        |
| 4.2.2 美国地质调查局.....       | 141        | 5.7 重要术语及定义.....       | 196        |
| 4.2.3 美国国家海洋和            |            | 5.8 GIS 人物专访 .....     | 199        |
| 大气局(NOAA) .....          | 143        | <b>第6章 为什么在那儿.....</b> | <b>203</b> |
| 4.2.4 美国人口普查局.....       | 145        | 6.1 描述性属性.....         | 203        |
| 4.2.5 其他联邦数据.....        | 147        | 6.2 统计描述.....          | 206        |
| 4.2.6 创建新的数据.....        | 148        | 6.2.1 统计图 .....        | 207        |
| 4.3 数字化和扫描.....          | 149        | 6.2.2 箱型图 .....        | 208        |
| 4.3.1 数字化.....           | 149        | 6.2.3 均值、方差和标准差 .....  | 209        |
| 4.3.2 扫描.....            | 150        | 6.2.4 统计测试 .....       | 213        |
| 4.4 野外和影像数据.....         | 152        | 6.3 空间描述.....          | 214        |
| 4.4.1 野外数据采集.....        | 152        | 6.3.1 均值中心 .....       | 215        |
| 4.4.2 屏幕数字化.....         | 153        | 6.3.2 标准距离 .....       | 217        |
| 4.4.3 GPS 数据采集 .....     | 155        | 6.3.3 最近邻域统计 .....     | 218        |
| 4.4.4 影像和遥感数据.....       | 158        | 6.3.4 地理特征和统计 .....    | 219        |
| 4.5 数据输入.....            | 160        |                        |            |
| 4.6 编辑和检验.....           | 163        |                        |            |

|                                      |     |                                |     |
|--------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 6.4 空间分析 .....                       | 220 | 7.4.4 地形特征的提取 .....            | 271 |
| 6.4.1 美国龙卷风导致的人员<br>伤亡: 一个分析案例 ..... | 221 | 7.4.5 通视性和视域分析 .....           | 273 |
| 6.4.2 测试一种空间模型 .....                 | 225 | 7.5 学习指南 .....                 | 274 |
| 6.4.3 残差制图 .....                     | 229 | 要点一览 .....                     | 274 |
| 6.4.4 预测 .....                       | 231 | 学习思考题 .....                    | 276 |
| 6.4.5 地图叠加实例 .....                   | 234 | 7.6 参考文献 .....                 | 277 |
| 6.4.6 GIS 和空间分析工具 .....              | 239 | 7.7 重要术语及定义 .....              | 277 |
| 6.5 学习指南 .....                       | 240 | 7.8 GIS 人物专访 .....             | 281 |
| 要点一览 .....                           | 240 | <b>第 8 章 GIS 制图</b> .....      | 285 |
| 学习思考题 .....                          | 241 | 8.1 地图的组成 .....                | 285 |
| 6.6 参考文献 .....                       | 242 | 8.2 地图类型的选择 .....              | 287 |
| 6.7 重要术语及定义 .....                    | 243 | 8.3 地图设计 .....                 | 299 |
| 6.8 GIS 人物专访 .....                   | 246 | 8.3.1 地图设计基础 .....             | 299 |
| <b>第 7 章 表面分析</b> .....              | 249 | 8.3.2 图案和颜色 .....              | 301 |
| 7.1 场和要素 .....                       | 249 | 8.4 总结 .....                   | 304 |
| 7.2 地形数据结构 .....                     | 251 | 8.5 学习指南 .....                 | 305 |
| 7.2.1 点或格网点 .....                    | 251 | 要点一览 .....                     | 305 |
| 7.2.2 等高线 .....                      | 254 | 学习思考题 .....                    | 306 |
| 7.2.3 TIN .....                      | 255 | 8.6 参考文献 .....                 | 307 |
| 7.2.4 数字高程模型 .....                   | 257 | 8.7 重要术语及定义 .....              | 307 |
| 7.2.5 体积模型和体素 .....                  | 261 | 8.8 GIS 人物专访 .....             | 312 |
| 7.3 地形表达 .....                       | 263 | <b>第 9 章 如何选择 一个 GIS</b> ..... | 315 |
| 7.3.1 等高线制图 .....                    | 263 | 9.1 GIS 软件的演变 .....            | 315 |
| 7.3.2 山体阴影晕渲和<br>晕染地形图 .....         | 264 | 9.1.1 GIS 的 DNA .....          | 316 |
| 7.3.3 透视图 .....                      | 266 | 9.1.2 早期的 GIS 系统 .....         | 317 |
| 7.3.4 移动, 飞过, 飞越 .....               | 266 | 9.2 GIS 和操作系统 .....            | 318 |
| 7.3.5 三维地形制图 .....                   | 267 | 9.3 GIS 功能 .....               | 319 |
| 7.4 地形分析 .....                       | 268 | 9.3.1 数据采集 .....               | 320 |
| 7.4.1 梯度和剖面 .....                    | 269 | 9.3.2 数据存储 .....               | 325 |
| 7.4.2 坡度和坡向 .....                    | 269 | 9.3.3 数据管理 .....               | 328 |
| 7.4.3 基本的地形统计 .....                  | 270 | 9.3.4 数据检索 .....               | 330 |
|                                      |     | 9.3.5 数据分析 .....               | 334 |

|                                   |     |                               |     |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 9.3.6 数据显示.....                   | 335 | 11.2 未来的数据.....               | 382 |
| 9.4 GIS 软件与数据结构 .....             | 335 | 11.2.1 数据不再是问题 .....          | 382 |
| 9.5 选择“最好的”GIS .....              | 336 | 11.2.2 GIS 和 GPS 数据.....      | 384 |
| 9.5.1 开源 GIS 软件.....              | 336 | 11.2.3 GIS 和影像数据.....         | 386 |
| 9.5.2 商业 GIS 软件.....              | 338 | 11.2.4 GIS 和遥感.....           | 388 |
| 9.5.3 选择软件: 讨论.....               | 340 | 11.2.5 GIS 和基于位置的<br>服务 ..... | 390 |
| 9.6 学习指南.....                     | 342 | 11.3 未来的计算.....               | 392 |
| 要点一览.....                         | 342 | 11.3.1 地学计算 .....             | 392 |
| 学习思考题.....                        | 343 | 11.3.2 地理可视化 .....            | 393 |
| 9.7 参考文献.....                     | 344 | 11.3.3 面向对象计算 .....           | 394 |
| 9.8 重要术语及定义.....                  | 345 | 11.3.4 以用户为中心的计算 .....        | 395 |
| 9.9 GIS 人物专访 .....                | 349 | 11.3.5 开源计算 .....             | 396 |
| 第 10 章 GIS 在行动 .....              | 353 | 11.3.6 GIS 是一个虚拟组织 .....      | 397 |
| 10.1 GIS 案例研究 .....               | 353 | 11.3.7 未来的 GIS .....          | 398 |
| 10.2 GIS 在龙卷风灾后响应及<br>赔偿中的应用..... | 354 | 11.4 将来的问题和困难.....            | 399 |
| 10.3 农业综合企业发展与<br>作物专用图.....      | 360 | 11.4.1 数据所有权 .....            | 400 |
| 10.4 计算机防火.....                   | 364 | 11.4.2 时空动态和 GIS .....        | 401 |
| 10.5 音乐城市电力公司接入 GIS .....         | 370 | 11.4.3 GIS 角色的改变 .....        | 402 |
| 10.6 案例研究总结.....                  | 374 | 11.5 结束语.....                 | 403 |
| 10.7 学习指南.....                    | 374 | 11.6 学习指南.....                | 404 |
| 10.8 参考文献.....                    | 375 | 要点一览 .....                    | 404 |
| 10.9 重要术语及定义.....                 | 375 | 学习思考题 .....                   | 405 |
| 10.10 GIS 人物专访 .....              | 378 | 11.7 参考文献.....                | 406 |
| 第 11 章 GIS 的未来 .....              | 381 | 11.8 重要术语及定义.....             | 407 |
| 11.1 未来的冲击.....                   | 381 | 11.9 GIS 人物专访 .....           | 412 |

## 第 1 章

# 什么是地理信息系统



“地理信息系统是同时集望远镜、显微镜和复印机为一体，并对空间数据进行综合和局部分析的系统。”

——罗恩·阿伯勒(Ron Abler)

## 1.1 引言

如果能对地球上的每个物体、每个人或是某个地方发生的事件进行定位，与这些物体或事件有关的绝大多数信息就能够表达在地图上，就可以用地图进行信息组织、查询、分析等操作。现在已经有大量以空间方式表达的地图、遥感影像以及测

绘信息。例如,它能够告诉你在哪儿,而且还能很方便地找出它的有关信息。地理信息系统科学既是一门技术,也是一套方法。它能把信息整理成更为形象、浅显易懂的结构形式,使我们更容易理解信息,并从中获取知识。GIS 的强大功能可应用到选举、解救饥民、薪金战、保护环境、救援以及维持世界的可持续发展中。在这本书中,你将会了解 GIS 是怎样的一门技术,它是如何操作的,它能做什么,为什么说 GIS 正在改变世界,甚至改变世界上所有的事物。最终的目的是,运用 GIS 这个多棱镜对地理数据进行详细分析来感知和改变世界。也许我们不能马上解决世界上的所有问题,但是每个问题的解决方案肯定在某个地方已经开始研究了。

GIS 的入门学习是一个长期而缓慢,且花钱,甚至有时候是一个痛苦曲折的过程。但另一方面,在过去的十年里,GIS 在软件方面取得了质的突破和飞跃,解决了以前的很多难题。作为一本学习 GIS 的入门教材,这本书里面设置了许多更为广泛的、贯穿于整个学科的基础知识,在这方面是优于其他高级 GIS 教材的。这本书的目的就是保持精华,内容平衡,但重点突出,而不是像其他书那样让你沉浸在“特性游走”和一些耗时的内容上。为了让教程紧跟时代步伐,作者和编辑一直在努力,从而保证你第一次的 GIS 学习经历及时、愉快和高效。

本书首先介绍 GIS 的定义、GIS 领域的发展概况以及一些包含 GIS 信息源的地图(这些能教给你更多有关 GIS 的知识)。在此之前应该清楚的是,GIS 一开始还算不上是杀手级的应用软件。虽然一些 GIS 应用,像 Google Earth 和 Map Quest 开创了 GIS 的先河,但是,它必须配备一些不断更新的、基本的计算机应用程序,如电子表格、文字处理程序或者是数据库管理器。GIS 在某种程度上又可以看做杀手级的应用软件,是由于它在功能上的不断提升,用户接收到的信息不仅仅是计算机软件运行的结果。相反,GIS 技术是建立在地理学和地图学综合的学术领域基础上,涉及大地测量学、数据库理论、计算机科学并以数学作为辅助的学科。就像罗恩·阿伯勒在前面对 GIS 的定义那样,GIS 不是孤立的学科,而是同时综合了多门学科、技术于一体的应用科学。本书介绍了有关这些学科领域的主要理论知识和内容,这是入门必备的,有了这些基础,接下来再提供一些有关这门学科的发展趋势。如果你想要更深入地学习,有许多进一步学习的方法。

巧用 GIS 要求你要以地理信息科学家的思维方式思考,地理信息科学诞生于 20 世纪 90 年代,它融合多学科的技术和成果,并在经过多年的发展后,现已趋于成熟。地理信息科学发展初期像其他所有领域一样,它也需要一些思想上的调整。本书的目的在于循序渐进地引导读者体验这个过程,你在阅读这本书时,就已经习惯用空间的方式思考,用地图表达信息,用地图和图形来建立分析解决方案。如果没有读过这本书,我希望这本书既能够成为适合你入门的学习资料,也可以激起你从

未使用过的部分大脑思维——空间思维——掌握一种新的解决问题的有力武器。

## 什么是空间信息

我们生活在一个信息社会里，无法想象我们日常生活中如果没有了移动电话、流媒体、facebook(脸谱网)、全天候电视新闻或者是网络新闻服务会是什么样。然而，我们获得的大多数信息都只包括很少的信息要素：文本、数字、图像、视频和动画。其中大量容易搜索的信息是文本。事实上，如果我们查看网页的源文件，我们所看到的都是文本和一些按顺序排列的特殊编码序列。有一些信息是数字化的，如表格、清单、索引、目录、交叉表等。未经排序的数据信息通常是很难理解的，例如，随机列出一些人的电话号码，在查找一些特定的号码时，就必须逐个查看电话号码，直到找到需要的为止。排序最简单的形式就是按顺序排列，这样就可以按字母、时间顺序或其他更为简洁高效的方式来组织事物。其他用于排序的方法就是索引，每一个细小的信息或记录都有一个数字编码或者索引，通过这个编码或索引可以查找到它们。比如在本书的最后，你希望查找的参考关键字都按字母顺序索引，这些信息通过页码进行检索，检索出关键字的出处。清单、表格、索引及其对应的信息随处可见，如在书籍、目录以及电视节目单中(参见图 1.1)。



图 1.1 日常生活中信息的组织方式——书籍、目录和清单

在二维空间中用地理位置来表达信息是最有效的信息组织方式。用这种方法来建立点的列表,并在二维空间而非一维空间中对这些点进行排序。这样生成的顺序就可用于追踪现实世界中地理信息的分布范围。按位置列出数据之后,就可以将它们按顺序放在地图上,如果数据不是地理信息时,就需要通过其他的方式来表示。这种数据叫空间数据,地理信息系统是运用排序序列、列表、索引以及分类对录入的空间数据进行组织的,这是理解地理信息和空间数据的关键。另外,它也是可视化组织信息的方法,因为几乎任何一个地方都有地图。确实,地理学的确是一个非常强大的信息组织工具。例如,想象一下,海量信息、照片、视频、文本以及马丁·路德金(Martin Luther King)1963年8月28日在华盛顿林肯纪念堂的“我有一个梦想”主题演讲。所有这些数据都可以与纪念台阶上的某个单独位置联系起来,如图1.2所示,标记的位置就是演讲的地方  $38^{\circ}53'21.5''\text{N}$   $77^{\circ}02'59.4''\text{W}$  (WGS84)。

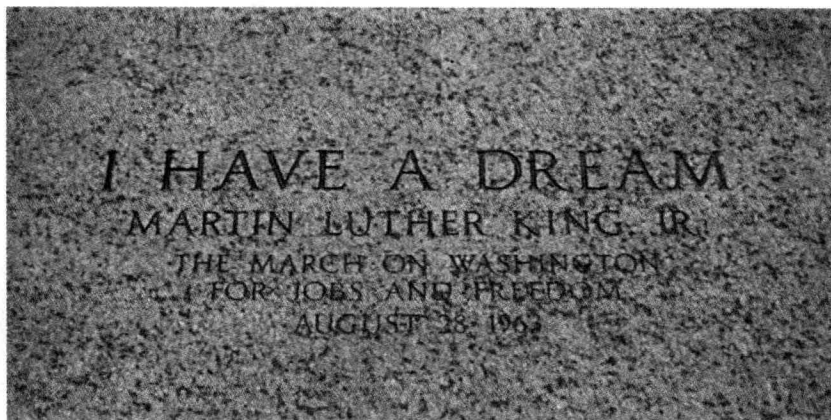


图 1.2 碑文的空间位置  $38^{\circ}53'21.5''\text{N}$   $77^{\circ}02'59.4''\text{W}$  (WGS84)

## 1.2 地理信息系统的定义

好的学科应该一开始就有一个明确的定义,然而,就地理信息系统而言,随着人们对地理信息系统的需求发生变化,GIS的功能也不断被重新审视,因此多年来出现多种不同的定义。上网时,用谷歌搜索“地理信息系统”,会得到近1 640 000次的网页信息或点击量,这不足为奇。此外,地理信息系统有多种定义方式,例如,在维基百科里把地理信息系统定义为“一个能集成、存储、编辑、分析、共享及显示地理参考信息的信息系统”。采用哪种定义取决于想用地理信息系统来解决什么问题。通常所有与地理信息系统有关的问题都与一种数据有关——空间数据,

空间数据是很独特的，因为它能够连接到地图上。

空间是与我们生活和活动环境有关的范围。对地理信息系统的定义，可以用地理信息系统的三个组成部分来简单描述，它们是：①数据库；②空间或地图信息；③在一定程度上创建和运用两者之间的关联。地理信息系统的必要组成部分有计算机、软件以及系统用户。

还需要一个能由地理信息系统来解决和处理的问题或任务，例如：自然保护区选址、救援最佳路径、城市邻近区洪灾预测或生成帮助市民查找公共设施的指南图。当然，对于地理信息系统及其有关问题，我们不仅需要理解，还要有实践经验。即使学得快，最后这两项也是最难达成的。

### 1.2.1 地理信息系统是一个工具箱

地理信息系统是一套空间数据分析工具。工具箱是能够存放工具并便于按需取用的便携容器。当然，地理信息系统工具就是计算机工具，可以把其看成一个包含进行空间数据分析必备要素的软件包，就像工具箱里可放锤子、螺丝刀、钳子、扳手一样。因此地理信息系统也有通用的地图和数据库操作功能(见图 1.3)，例如：锯子能够将地理区域“分开”，胶枪又能将其粘连起来。



图 1.3 GIS 和工具箱的类比：GIS 可以看作一套空间分析工具，每个都有不同的特殊功能