

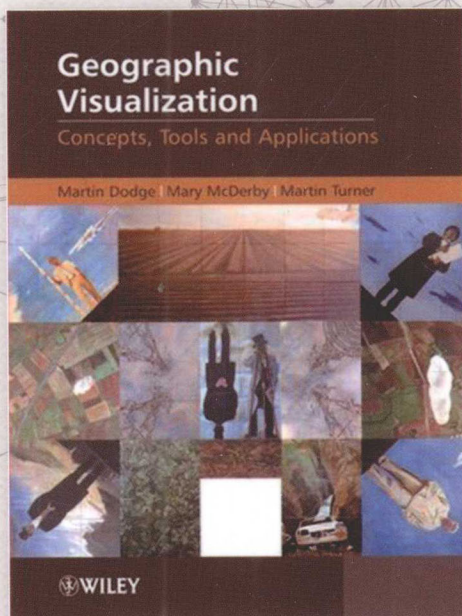
WILEY

地理可视化


——概念、工具与应用

[英] Martin Dodge Mary McDerby Martin Turner 编著

张锦明 陈卓 龚建华 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>

信息工程大学地理空间信息学院专著出版专项基金

联合资助

国家自然科学基金面上项目(41371383)

地理可视化

——概念、工具与应用

[英] Martin Dodge Mary McDerby Martin Turner 编著

张锦明 陈卓 龚建华 马嘉琳 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书总结了十多年来与社会学相关的地理可视化技术的进展。全书概述了地理可视化 15 个专题内容, 主要包括数字地球、时间地图、叙事地图、虚拟旅行、高分辨率航空相片、可视城市、景观可视化、数据共享、不确定性可视化, 以及移动数据可视化等广受欢迎的方法、技术和软件, 为此领域的研究和教学提供支持。

本书可以作为地图学与地理信息工程(系统)、环境科学与工程、地理学、地质学、作战环境学等专业的研究生与本科生的辅助教材, 也可以作为高等院校测绘科学与技术、遥感科学、地理信息科学等相关领域研究人员的科研参考书。

Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications, 9780470515112, Martin Dodge, Mary McDerby, Martin Turner

Copyright©2008 John Wiley & Sons Ltd.

All rights reserved. This translation published under license.

AUTHORIZED TRANSLATION OF THE EDITION PUBLISHED BY JOHN WILEY & SONS Ltd.

No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons Ltd.

本书简体中文版专有翻译出版权由英国 John Wiley & Sons Ltd. 授予电子工业出版社。

未经许可, 不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2013-9184

图书在版编目(CIP)数据

地理可视化: 概念、工具与应用 / (英)道奇(Dodge,M.), (英)麦克德比(McDerby,M.), (英)特纳(Turner,M.) 编著; 张锦明等译. —北京: 电子工业出版社, 2015.7

书名原文: Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications

ISBN 978-7-121-26349-1

I. ①地… II. ①道… ②麦… ③特… ④张… III. ①地理信息系统—可视化仿真 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 130462 号

策划编辑: 薄 宇

责任编辑: 董亚峰 特约编辑: 刘广钦

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 三河市华成印务有限公司

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: 720×1 000 1/16 印张: 26.5 字数: 636 千字

版 次: 2015 年 7 月第 1 版

印 次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 98.00 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。

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

服务热线: (010) 88258888。

作者简介

Martin Dodge (马丁·道奇)

英国曼彻斯特大学人文地理学专业讲师，主要从事网络空间地理，互联网网络制图和可视化方法的研究。他是基于网络的“网络空间地图集”的管理员 (www.cybergeography.org/atlas)，并与 Rob Kitchin 合著了两本书——《网络空间制图》和《网络空间地图集》。

Mary McDerby (玛丽·麦克德比)

英国曼彻斯特大学计算服务研究所的可视化支持专员，主要从事虚拟现实环境中复杂数据集的可视化，以及医学可视化。她在国家和国际计算机图形/可视化团体如欧洲制图协会等中很活跃，在过去三年里她是该协会会员论文集中国章节的一名编者。

Martin Turner (马丁·特纳)

英国曼彻斯特大学计算服务研究所可视化团队的主管。他在剑桥大学计算机实验室获得了博士学位，他在可视化和图像处理方面的研究使他得到了英国电信公司研究员的职位，并出版了《数字成像中的分形几何》一书，以及50多个其他出版物。他还指导了七个硕士/博士研究生，使他们成功地完成了学业。他的主要活动和所获得的资助来自地方及全国性的高端可视化服务，以及商业合同。

作者简介

Anna Barford

研究员

英国谢菲尔德大学，地理系

Anna Barford，社会与空间不平等组织（Social and Spatial Inequalities Group）研究员，具有英国剑桥大学的文学学士学位（Bachelor of Arts, BA）和诺丁汉大学的文学硕士学位（Master of Arts, MA）。Anna 曾工作于利兹大学；在世界卫生组织（World Health Organization, WHO）艾滋病毒/艾滋病司（Department of HIV/AIDS）实习；并且独立研究了尼泊尔参与式的“发展”项目。

Maurico Capra

助理研究员

美国诺丁汉大学，混合现实实验室

Maurico Capra，诺丁汉大学混合现实实验室助理研究员，主要从事随境游戏、程序编写、管弦乐编曲、评估、民族学、移动技术和增强现实的研究。他具有巴西路德大学（Universidade Luterana do Brasil）计算机科学专业学士学位和巴西工程军事学院（Instituto Militar de Engenharia）制图工程学的理科硕士学位，现在正在等待诺丁汉大学的口试。不过，他真正喜欢的是骑行，以及乘着滑翔伞飞越荒原。

William Cartwright

地图制图学和地理可视化教授

澳大利亚皇家墨尔本理工大学，数学和地理空间科学学院

William Cartwright，澳大利亚皇家墨尔本理工大学数学和地理空间科学学院地图制图学和地理可视化专业教授，主要从事新媒体在地图制图学中的应用、描述地理信息的不同隐喻方法，以及如何使用制图学中的艺术元素构建与通过科技手段创建的视图相互补的世界视图。

Stephanie Deitrick

美国亚利桑那州立大学，地理科学学院

Stephanie Deitrick，美国亚利桑那州立大学地理科学学院博士生，主要从事不确定性表达、GIS 在公共政策决策中的应用，以及可视化应用程序的可用性。

Martin Dodge

人文地理学讲师

英国曼彻斯特大学，环境与发展学院

Martin Dodge，曼彻斯特大学人文地理学专业讲师，主要从事网络空间地理，尤其是互联网网络制图和可视化方法的研究。他是基于网络的“网络空间地图集”的管理员（www.cybergeography.org/atlas），并与 Rob Kitchin 合著了两本书——《网络空间制图》（Routledge，2000）和《网络空间地图集》（Addison-Wesley，2001）。

Danny Dorling

人文地理学教授

英国谢菲尔德大学，地理系

Danny Dorling 曾在 20 世纪 80 年代末期从事儿童游戏设计，但此后一直在大学任教。他曾与几个同事合作完成了许多书籍、论文和报告。目前他是谢菲尔德大学人文地理学教授、布里斯托尔大学社会医学的客座教授，以及新西兰坎特伯雷大学地理系的兼职教授。

Robert Edsall

助理教授

美国亚利桑那州立大学，地理科学学院

Robert Edsall，美国亚利桑那州立大学地理科学学院助理教授。他于 2001 年在宾夕法尼亚州立大学获得了地理学、气象学和音乐专业的博士学位，主要从事可视化工具和界面设计，以及地图制图应用程序的认知和可用性。

Aude Esperbé

地理学硕士研究生

美国圣地亚哥州立大学，地理系

Aude Esperbé，圣地亚哥州立大学地理学专业在读理科硕士。她已经获得了法国拉塞尔博韦研究所的地质学硕士学位。她曾在石油和天然气工业做了四年的地质工程师，此前任职于几个环境咨询公司，主要从事区域地质和地理现象、GIS 和制图设计的可视化表达。

Sara I. Fabrikant

地理学副教授

瑞士苏黎世大学，地理系

Sara I. Fabrikant, 瑞士苏黎世大学地理系地理信息科学中心地理信息可视化和分析(GIVA)小组地理学副教授和组长, 主要从事地理信息可视化、地理信息科学与认知、具有足够认知度的用户图形界面设计, 以及动态地图的教学与研究。她具有瑞士苏黎世大学的理科硕士学位, 以及美国博尔德科罗拉多大学的博士学位。

Michael F. Goodchild

地理学教授

美国加利福尼亚大学圣芭芭拉分校, 地理系

Michael F. Goodchild, 美国加利福尼亚大学圣芭芭拉分校地理学教授, 主要从事地理信息系统和科学的研究, 出版了超过 15 本著作, 并发表了 400 多篇论文。他是美国国家科学院的成员, 在国家地理信息和分析中心、空间综合社会科学中心和亚历山大数字图书馆也担任要职。

Derek Hampson

艺术家

英国坎特伯雷创意艺术大学, 美术学院

Derek Hampson, 画家。他对与表达相关的问题很感兴趣。他的研究集中于通过绘画让人们看到不可视的东西, 即研究如何直观地表达我们看不到的东西。这包括很多抽象的东西, 例如, 思想、观念、概念, 也包括存在于标准视觉领域之外的东西, 如非常小的或者非常远的东西。他原创性地提出了周期绘画, 例如, 他的作品《阿尔比恩的阿尔斯特》(*Ulster in Albion*), 《对植物的爱》(*The Loves of the Plants*) 和《真》(*True*)。他的理论兴趣主要是哲学, 特别是在 20 世纪由胡塞尔和海德格尔发展的现象学,

其次是康德的先验哲学。他是英国坎特伯雷大学创造性艺术本科美术课程的领头人。他具有诺丁汉特伦特大学的美术学士和硕士学位。

Mark Harrower

地理学助理教授

美国威斯康星大学麦迪逊分校，地理系

Mark Harrower，威斯康星大学-麦迪逊分校地图制图学实验室副主任、地理学助理教授，主要从事交互动画制图系统、地图阅读的知觉和认知问题、界面设计和地图生产新工具的开发。他具有宾夕法尼亚州立大学的地理学硕士学位和博士学位。

Andy Hudson-Smith

高级研究员

英国伦敦大学学院，先进空间分析中心

Andy Hudson-Smith，伦敦大学学院先进空间分析中心高级研究员，“数字城市”博客的作者，主要从事利用数字方式捕获和表达城市可视化研究。他的最新作品发表在 www.digitalurban.blogspot.com。

Menno-Jan Kraak

地理信息处理系教授，系主任

荷兰国际地理信息科学与地球观测学院

Menno-Jan Kraak 同 F. J. Ormeling 合著了《地图学：空间数据可视化》(*Cartography: Visualization of Geospatial Data*)。他是国际地理信息科学与地球观测学院 (International Institute of Geo-Information Science and Earth Observation, ITC) 的地理可视化教授，也是国际地图学协会的副主席。

Mary McDerby

可视化支持专员

英国曼彻斯特大学，计算服务研究所

Mary McDerby，英国曼彻斯特大学计算服务研究所（该所为曼彻斯特大学提供可视化、计算机图形学、多媒体和图像处理服务）的可视化支持专员，主要从事虚拟现实环境中复杂数据集的可视化，以及医学可视化研究。她在国家和国际计算机图形/可视化团体如欧洲制图协会等中很活跃，在过去三年里她是该协会会议论文集中英国章节的一名编者。

Leif Oppermann

研究员

英国诺丁汉大学，混合现实实验室

Leif Oppermann，诺丁汉大学混合现实实验室研究员，主要从事随境游戏，以及满足游戏运行所需的基础设施、软件工具和程序研究。他一直参与混合现实游戏的制作，并正在攻读位置感知应用程序创作工具扩展方面的博士学位，预计在 2008 年完成学业。在加入 MRL 之前，他在德国韦尔尼格罗德哈尔茨应用技术高等专业学院学习媒体计算机科学。2003 年，他在增强现实交互界面方向取得的成绩获得了学院最佳奖（Best of Faculty）。

Scott Orford

GIS 和空间分析专业讲师

英国卡迪夫大学，城市与区域规划学院

Scott Orford，卡迪夫大学城市与区域规划学院 GIS 和空间分析专业讲师，主要从事可视化、GIS 和社会经济空间的统计建模过程，尤其是建筑环境中的统计建模研究。他获得了兰卡斯特大学地理学学士学位和布里斯托尔大学地理科学学院的博士学位。

Gary Priestnall

副教授

英国诺丁汉大学，地理科学学院

Gary Priestnall, 副教授, 在诺丁汉大学地理科学学院从事地理信息科学研究。他的研究涉及地理学、艺术和计算机科学, 主要是数字地理表达的构建方式, 以及它们在不同背景中的使用。他的兴趣在于把研究与教学和学习相融合, 越来越多地关注三维可视化和移动地图在野外实地活动中的使用。他是诺丁汉大学 GIS 理科硕士的主任, 同时也是空间识字教学 (SPLINT) 卓越教学中心诺丁汉站点的管理员。

Jonathan C. Roberts

高级讲师

英国班戈大学, 计算机科学学院

Jonathan C. Roberts, 英国班戈大学计算机科学学院高级讲师。他获得了肯特大学计算机科学专业的理科硕士学位和博士学位, 是高等教育学院的成员。他的研究方向主要是可视化 (尤其是探索性可视化)、多视图、可视化参考模型、虚拟环境中的可视化、触觉接口和基于网络的可视化。他是欧洲制图协会英国分会的主席, 以及《信息可视化》(*Information Visualization*) 的一名编辑委员。

Ifan D. H. Shepherd

地缘商务专业教授

英国米德萨斯大学, 商学院

Ifan D. H. Shepherd, 米德萨斯大学地缘商务专业教授, 他的教学涉及区域人口统计特征、地理信息系统和电子商务。他的研究方向包括数据可视化、区域人口统计特征的历史、个人和宗教营销、学习迁移。在业余时间, 他和他的儿子 (职业是电脑游戏程序员) 在为“维多利亚时代的伦敦”

(*Victorian London*) 构建一个三维虚拟现实系统。

André Skupin

地理学副教授

美国圣地亚哥州立大学，地理系

André Skupin, 圣地亚哥州立大学地理学副教授。他在德国德累斯顿工业大学获得了地图学硕士学位、在纽约州立大学布法罗分校获得了地理学博士学位。他的研究领域和研究专长包括文本文档可视化、地理可视化、制图综合和可视化数据挖掘。他的研究主要围绕传统地理领域以外的地理隐喻、方法和原则的新视角。

Humphrey Southall

地理学读者

英国朴茨茅斯大学地理系

Humphrey Southall, 大不列颠历史 GIS 项目 (Great Britain Historical GIS Project) 主管, 也是图看古今英国 (*A Vision of Britain through Time*) 网站的主要作者。他最早的研究是关于英国劳动力市场的历史发展, 以及英国南北差异的起源。他具有剑桥大学的文学硕士和博士学位。

Martin Turner

可视化团队主管

英国曼彻斯特大学, 计算服务研究所

Martin Turner, 曼彻斯特大学计算服务研究所可视化团队主管。他在剑桥大学计算机实验室获得了博士学位。他在可视化和图像处理方面的研究使他得到了英国电信公司研究员的职位, 并出版了《数字成像中的分形几何》(*Fractal Geometry in Digital Imaging*) (Academic Press, 1998) 一书, 以及 50 多个其他出版物。他还指导了七位硕士/博士研究生, 使他们成功地

完成了学业。他的主要活动和所获得的资助来自地方及全国性的高端可视化服务，以及商业合同。

Michael A.E.Wright

研究员

英国诺丁汉大学，混合现实实验室

Michael A.E. Wright，诺丁汉大学混合现实实验室研究员，主要从事探索性可视化和随境游戏研究。他以前的工作涉及 *Hitchers*（手机游戏）的可视化系统，以及 *Day of the Figurines*（随境游戏）的编写界面。他目前的研究方向是普适环境中人类活动的可视化。

译者序

2013年12月，我完成了荷兰地图学家 M. J. Kraak 教授和 F. Ormeling 教授合著的《地图学·空间数据可视化》(*Cartography · Spatial Data Visualization*) 一书的翻译，这项耗时将近一年半的工作，让英文基础较为薄弱的我费尽心血，也让专门从事虚拟地理环境、空间数据可视化教学的我受益匪浅。《地图学·空间数据可视化》系统描述了网络时代地图学和地理信息科学发生的革命性变化，介绍了地理空间数据可视化表达和分析的技术，展示了许多地理空间数据可视化的应用。书中关于动画地图、时空立方体、多视图协同等技术的论述，展示了一个绚丽的地图可视化天地，而追本溯源，我发现书中引用的很多资料都指向了 2008 年出版的一本著作——《地理可视化：概念、工具和应用》(*GeoVisualization: Concepts, Tools and Applications*)。认真阅读之后，感觉地理可视化的研究范畴较之地图可视化更广阔，这些技术可以让我们从更加广阔的角度审视地理可视化，甚至是可视化，包括它们的概念、工具和应用，于是，我产生了一鼓作气、再次翻译的冲动。

可视化 (Visualization) 常用于表达“使某物或某事可见的动作或事实”，是对原本不可见的事物在人的大脑中形成可感知心理图像的过程或能力。随着计算机技术的发展，图像生成技术已经可以将一些科学现象、自然景观、甚至是十分抽象的概念图形化，并逐渐形成了科学计算可视化研究领域。1987 年，美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF) 在一份关于优先支持科学计算可视化的报告中，将可视化定义为“是一种将抽象符号转化为几何图形的计算方法，以便研究者能够观察其模拟和计算的过程和结果。可视化包括图像的理解和综合，也就是说，可视化是一个

工具，用来解释输入计算机中的图像数据和根据复杂的多维数据生成图像。它主要研究人和计算机怎么协调一致地接收、使用和交流视觉信息”。因此，可视化通常被认为既是一个生成图形图像的过程，也是一个认知的过程，用于形成某一事物的可感知图像，强化人类的认知理解。

但是，对于地图学家和地理学家而言，将地理空间数据转换为可视图形（图像）的过程并不陌生，早在可视化成为信息技术的专业术语之前，他们就一直从事着类似的图形（图像）转换工作，诸如地图编制、地理图解、专题制图等。美国国家科学基金会提出优先支持科学计算可视化这一举措，立刻引起了地图学家和地理学家的关注，并将可视化引入到地图学和地理学当中。

地图学和可视化的结合形成了地图可视化理论。1994年，国际地图学协会主席 Taylor 提出了著名的地图学概念图解，他将计算机技术的标准化、交流传输与认知分析图解为一个等边三角形，其中，具有交互和动态特征的可视化位于等边三角形的中心，作为概念图解的核心。据此，Taylor 认为地图可视化和多媒体技术将对传统的地图学传输模型产生重要影响，地图可视化的认知涉及人的空间模式识别和图形形象思维的能力，而可视化中的认知具有比交流传输更为有意义的因素，遗憾的是地图学家总是较少涉及地图应用和地学分析。1995年，MacEachren 使用地图应用立方体（Map Use Cube）表达地图应用空间，以及可视化和交流传输在立方体空间中不同的位置和作用。他强调可视化与交流传输处于地图应用立方体的不同位置，各自发挥不同的作用；交流传输具有表达已知、面向大众、较低人图交互作用的特点，而可视化具有呈现未知、面向个人、较高人图交互作用的特点。Kraak 进一步认为可视化表现在探索（Explore）、分析（Analyse）、综合（Synthesise）和表达（Present）四个方面，它们分别位于地图应用立方体的对角线上，用以明确“个体视觉思维”和“公众视觉传输”的位置和作用。上述地图可视化理论的形成都促进了地图的发展，逐渐形成了现代地图学的基本框架。

类似地，地理学与可视化的结合形成了地理可视化（GeoVisualization）理论。地理可视化融合了科学可视化、（探索性）地图学、图像分析、信息可视化、探索性数据分析和地理信息系统等多个学科的手段，它提供可视

探索、分析、综合和表达地理空间数据的理论、方法和工具。MacEachren 认为，地理可视化的研究范围要大于地图可视化，例如，在地图可视化中，遥感图像、图表、摄影影像等的可视化并不作为重点研究的对象。因此，MacEachren 倾向于使用地理可视化的概念，并指出它包含了所有空间显示工具，而这些所有空间显示的集合就是现代地图学中所指的可视化。同时，DiBiase 针对科学可视化、数据探索分析，以及地理科学的应用，提出了地理可视化的作用框架，强调地理研究过程中地图的作用，包括数据探索，假设形成并确证，综合合成，到最后的結果表达与呈现。

本书呈现的地理可视化内容，较 MacEachren、DiBiase 提出的概念更为宏大，它探索与社会科学家相关的地理可视化的“发展现状”，特别是回顾当前广受欢迎的方法、技术和软件工具，并报告新型应用的发展，为这个领域的研究和教学提供支持。全书共分 16 章，讲述了与地理可视化相关的 15 个专题内容，包括数字地球、多视图协同探索、时间地图、叙事地图、虚拟旅行、高分辨率航空相片、自组织映射、可视城市、三维的批判性评估、先进沉浸技术、景观可视化、数据共享、不确定性可视化、时空立体，以及移动数据可视化。

本书的作者来自美国、英国、荷兰和澳大利亚等大学或研究所中从事地理可视化研究的地理学教授、可视化专家、高级研究员等，其中不乏像 M. F. GoodChild、M. J. Kraak 和 W. Cartwright 等地理学领域的著名专家，研读类似论文使得我们有机会近距离聆听著名学者的谆谆教诲，让我们受益匪浅。不过，这也决定了本书不会讲述具体地理可视化技术的实现过程，相反，几乎所有的内容都站在很高的视点描述相关的主题内容，指出当前地理可视化技术存在的问题，为我们指明了地理可视化的发展方向。例如，第三章“多视图协同探索地理可视化”就指出，信息时代的数据正在以惊人的速度产生，由于目前的科技和技术还无法对其进行透彻的分析，我们只能先把它们存储下来，以便今后的利用；而这不正是现在我们提出的大数据（Big Data）的概念吗？本书的高屋建瓴还表现在对于一些传统知识的深刻总结方面。例如，第十章“第三维的阵痛：对三维地理可视化的批判性评估”描述了我们经常提及的二、三维表达的问题。对于这个问题，任何接触过三维的人都可以体会到三维为我们带来了许多视觉上的优点和缺点，但是很少有人像 Ifan D. H. Shepherd 做出如此深刻的总结，他不仅指出

从二维到三维带来的四个方面的益处，也指出其带来的缺陷，并且提出了八种不同的解决方案。在“为了三维而三维的时代”，就好比醍醐灌顶，让我们在荆棘中拨开了一条明路。

翻译外文专著是一项工作量巨大的工程，期间得到了老师、同学、朋友、家人的无私帮助和谅解，正是在这些帮助和谅解之下，翻译工作得以有条不紊地进行。首先感谢原书的二十四位作者，正是由于他们的辛勤劳动，使得我们有机会了解更为广阔的地理可视化内容。其次感谢我的三位合作者：陈卓老师、龚建华研究员和马嘉琳同学。翻译之初，为了确保在翻译质量方面不出太大的纰漏，我特意邀请信息工程大学理学院的英语教师陈卓参与这一项工作，现在看来，陈卓老师的专业能力和敬业精神是本书得以准确翻译的重要基础。龚建华研究员作为我的博士后合作导师，在百忙之中认真审阅了全书，提出了许多宝贵的意见。马嘉琳同学也为本书的翻译做出了许多贡献。总之，如果没有他（她）们的辛勤工作和无私奉献，我难以完成这项工作。感谢西南交通大学的朱庆教授、信息工程大学地理空间信息学院的游雄教授在百忙之中审阅了书稿，并热情地帮忙撰写了推荐意见。感谢电子工业出版社的薄宇老师，为本书的编辑、审校、出版付出了大量的心血。最后需要感谢的是我的爱人和儿子，我几乎每天到凌晨一点多的加班，导致爱人和儿子都养成了晚睡的习惯，但是仍然一如既往地支持着我，他们的无私包容和理解，是本书得以完成的重要保障。

由于本书内容广泛，涉及许多国际上最新的专业词汇和学术用语；尽管在翻译的过程中，我们试图通过各种途径保证翻译内容的准确性、规范性，但是由于专业知识水平的限制，仍然不可避免地存在不足甚至错漏之处。最后，希望大家以包容的心态阅读本书，如有对译著的任何有益的意见和建议，欢迎发送邮件至 mapviewer@163.com，在此致以深深地感谢！

本书的出版同时得到了信息工程大学地理空间学院出版基金和国家自然科学基金项目（41371383）的资助，在此致以我最诚挚的谢意！

张锦明

2015.03.15