CRC Press
Taylor & Francis Group

Quantitative Methods and Socio-Economic Applications in GIS

GIS和数量方法
在社会经济研究中的应用

（第二版）

Second Edition

〔美〕王法辉 著
刘凌波 译

Fahui Wang

商務印書館
创于1897 The Commercial Press

GIS和数量方法

在社会经济研究中的应用

（第二版）

〔美〕王法辉 著
刘凌波 译

商務印書館 The Commercial Press
创于1897
2019年·北京

图书在版编目(CIP)数据

GIS 和数量方法在社会经济研究中的应用/(美)王法辉著;刘凌波译.—2 版.—北京:商务印书馆,2019
ISBN 978-7-100-17349-0

Ⅰ.①G… Ⅱ.①王… ②刘… Ⅲ.①地理信息系统—应用—经济发展—研究 Ⅳ.①F061.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 071813 号

权利保留,侵权必究。

GIS 和数量方法在社会经济研究中的应用

第二版

〔美〕王法辉 著

刘凌波 译

朱丽霞 校

商 务 印 书 馆 出 版
(北京王府井大街36号 邮政编码100710)
商 务 印 书 馆 发 行
北京市白帆印务有限公司印刷
ISBN 978-7-100-17349-0
审 图 号:GS(2019)2944 号

2019 年 7 月第 1 版 开本 787×1092 1/16
2019 年 7 月北京第 1 次印刷 印张 22

定价:118.00 元

Fahui Wang

Quantitative Methods and Socio-Economic Applications in GIS (Second Edition)

ISBN:9781466584723

© 2015 by Taylor & Francis Group, LLC

All Rights Reserved

Authorised translation from the English language edition published by CRC Press, a member of the Taylor & Francis Group.

The Commercial Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the 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.

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版公司于 2015 年出版，并经其授权翻译出版。版权所有，侵权必究。

本书中文简体翻译版授权由商务印书馆独家出版并仅限在中国大陆地区销售。

未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签，无标签者不得销售。

作者简介

王法辉，路易斯安那州立大学地理与人类学系詹姆斯·J.帕森斯(James J. Parsons)命名教授、系主任。北京大学地理学学士，俄亥俄州立大学(The Ohio State University)经济学硕士、城市与区域规划博士。研究领域包括经济和交通地理，城市与区域规划，公共政策(如犯罪和健康)。主持美国国家科学基金会(NSF)、美国卫生部(包括 NIH 和 AHRQ)、美国住房与城市发展部(HUD)、美国司法部(包括 NIJ 和 OJJDP)和中国国家自然科学基金资助的多项研究。发表(包括合作)120 余篇论文。

献给齐磊和我们的孩子们(梦妮、成齐和安妮)

并以此纪念我们永世难忘的真妮

序　言

本书以深入浅出的方式告诉读者，城市和区域的空间结构是按照距离、密度以及邻近性等通常被称为可达性的城市空间几何概念来组织的。这些因素推动着我们的城市从自组织到可识别的形态与功能。在过去的50年里，学者们用严谨的方法和模型对其机制进行了归类与研究，并对城市物质形态的组织方式形成了共识。一般说来，城市是从中心区位开始生长。这些地方多为传统的市场或集市，通常因偶然因素或一些优越的自然条件(如过河的渡口或港口)而产生。然而，随着城市围绕此中心向外生长，土地利用和交通模式形成了城市的基本结构，并且不断固化。有时候，当向心力被离心力破坏时，城市外围就会出现新的中心——边缘城市，从而产生一些功能上相对独立的副中心，这些规模不等的集聚体组成新的多中心城市景观。

这些构成了本书主要的理论和模型基础。作者不仅精彩地介绍了各种模型和方法是如何用数据进行实现与预测的，还将这些模型与方法整合到通用的ArcGIS系统框架中。本书不仅对城市空间结构主要理论进行了很好的、极有说服力的总结，而且为这些理论的实现提供了更具操作性的指导。通过将理论转化成具体的数学模型，该书体现了近二十年来地理信息系统(GIS)对城市模型估算和拟合方面的贡献。读者只要用心跟随书中的实验步骤和练习介绍的技术工具，就可以学会如何在社会科学研究中进行建模，并用当前通用的软件实现计算，尤其是有关空间结构的问题。

这本书是作者对2006年出版《基于GIS的数量方法与应用》一书的修订和扩充，分为三个篇章。上篇主要为ArcGIS基础应用，重点包括人口密度图绘制，距离和出行时间计算，以及基于点和面数据的空间差值和平滑，为后续的篇章提供基础。中篇始于服务区或腹地范围的划定。这是商业地理研究中的关键任务。接着讲解了基于引力模型和距离的可达性度量问题，并将其应用于公共卫生服务案例中。后面则是利用线性回归和非线性函数线性化来分析

城市人口密度方程的各种形式。随后利用主成分分析、因子分析和聚类分析，从不同尺度的数据中提取结构。此篇章的最后是新章节，主要讲述空间统计方面的内容有助研究空间分布中局部和全局的态势和结构。

下篇为高阶的主题:再次涉及聚类的区化方法、各种土地利用的线性模型和优化。最后是全新的一章，介绍基于蒙特卡罗技术的交通模型。本书有个非常有益的特色，即案例十分丰富，来自不同的研究区，如美国的路易斯安那州和其州府巴吞鲁日市，俄亥俄州的哥伦布市和伊利诺伊州的芝加哥市，以及中国的北京市和广西壮族自治区，等等。应用的主题各式各样，涉及人口分布、零售服务区、医疗卫生、医院选址、社会区分析、癌症发病率的空间分析和交通流量模拟等。

在这本书中，作者展现了GIS所取得的长足进展。几乎所有GIS时代之前的理论和模型现在均可以通过GIS的视角得到应用，并进一步发展和解释。从某些角度讲，本书的案例展示了GIS潜在应用的广泛性和多样性，而这正是成熟技术的标记。事实上，GIS正在成为常规工具包，任何分析师均会在空间数据研究中使用。令人欣喜的是，融合了区位分析和社会物理学的城市和区域系统理论，尽管仍在演进，但与GIS越来越一体化，并在本书得以充分的展示，同时显示了这些方法对当前城市发展政策的重要性。事实上，此书的不凡正是其对政策对策的专注。读者会发现作者将理论成功地解释成实用的模型和方便的工具，又简洁明了地应用到各类实际案例中，然后有效地演示了这些方法的政策意义。最后，本书的目的不仅仅是帮助更好更深地理解城市，更重要的是引导我们用这些对城市更深的理解去发现和验证建设可持续和弹性城市有效的政策，这是社会经济领域近期和中期的挑战之一。本书在此设定了一个基准，指明了如何做到这一点的前进方向。

迈克·巴迪（Michael Batty）

伦敦大学学院高等空间分析中心主任

前　言

定量或数字化方法在研究复杂人类社会系统中的应用是近年来社会科学研究(包括应用社会科学研究和公共政策)的一项重要进展。许多大学都设有相关的数字化社会科学研究中心，如哈佛大学(http://www.iq.harvard.edu)，斯坦福大学(https://css-center.stanford.edu)，加州大学洛杉矶分校(http://ccss.ucla.edu)，华盛顿大学(http://julius.csscr.washington.edu)以及乔治·梅森大学(http://www.css. gmu.edu)。围绕这一主题的相关学术会议也层出不穷(http://computationalsocialscience.org)。地理信息系统(GIS)在此过程中扮演了重要角色，因为 GIS 在整合、分析各种数据尤其是空间数据方面有独特优势。加州大学圣巴巴拉分校的社会科学空间综合研究中心(CSISS)得到了美国国家自然科学基金(1999—2007 年)的大力资助，为促进 GIS 技术在各种社会科学中的应用发挥了重要作用。英国伦敦大学学院的高级空间分析中心(CASA)，也因其聚焦城市 GIS 和地理模拟研究而知名。随着 GIS 技术的扩展，地理信息科学(GISc)逐渐成形，它涵盖的范围更广，如空间数据的质量与不确定性、空间数据结构的设计与发展、GIS 相关的社会与法律问题，等等。

当前，地理及其他相关社会科学领域(如社会学、人类学、商学、城市与区域规划学、公共管理学)的许多学生都对 GIS 有着浓厚的兴趣。但是，如果他们学的 GIS 仅限于空间数据管理和制图的话，对 GIS 的兴趣很快就会消退。与此同时，很多学生抱怨统计学、定量方法及空间分析等课程十分枯燥，好像与自己的兴趣关系不大。我在多年讲授 GIS、空间分析与定量方法的教学实践中，感到把他们结合起来，并用现实世界中的数据进行案例教学的好处不少。例如，通过将一些 GIS 技术应用于犯罪热点地区的识别，学生很好掌握了相关的 GIS 技能；通过 GIS 来分析城市用地的空间分布模式，他们加深了对经典城市用地理论的理解。当学生们意识到可以用一定的计算方法和 GIS

技术来解决自己领域里面的实际问题时，在课堂上的学习积极性也得到了极大提高。换言之，GIS技术技巧和定量方法是通过解决实际问题来学习的，而掌握好了GIS技术和定量方法，学生在求职中也有了更强的竞争力。

本书是我多年整合GIS和计量方法的初步成果，同时也是二者在社会科学领域中各种应用的集中演示。我主要基于三个考虑选取应用的案例。首先是展示GIS在加强社会问题与公共政策应用研究中的多样性。本书涉及的GIS应用，涵盖从典型的城市与区域分析(例如，区域增长模式、零售业服务区分析、土地利用和交通)到犯罪与健康问题等多个主题。第二个目的是举例讲解各种计量方法。有些方法，如果没有GIS的帮助是很难实施的，或者用起来非常麻烦；有些方法一经整合在GIS中，自动化程度大大提高。第三个目的是涵盖空间分析中常见的任务(如距离与出行时间的估算、空间平滑与插值、可达性测量等)和主要问题(如可变地域单元问题、小样本事件分析、空间自相关等)。

本书的一个重要特点是，各章都是任务导向的。在解决实际问题的背景下，更容易领会方法的妙处。虽然每种方法都是基于某个特定的应用进行介绍的，但是它们都可以用于分析不同的问题。每章一个主题，介绍与之密切相关的方法(或一组方法)。例如，空间回归用于检验就业可达性和谋杀犯罪率之间的关系；线性方程组用来分析和预测城市土地利用模式；线性规划用于解决浪费性通勤和医疗设施的选址；蒙特卡罗技术用于模拟城市交通等。

本书另外一个重要特点是强调方法的实用。所有GIS任务都通过ArcGIS软件进行演示，大部分统计分析都用SAS软件来实现。换言之，读者只要会使用ArcGIS和SAS软件即可操作本书讲解的内容，并可以进行类似的研究。之所以选取ArcGIS和SAS软件，是因为他们分别是GIS和统计分析方面的领先软件。有些特殊的任务如空间聚类和空间回归将用一些可以从网上下载的免费软件实现。教师或熟练的读者可以用本书介绍的这些数据和技术来设计课程项目或草拟自己的研究项目。书中案例所用数据与程序文件(参见“数据文件与程序列表”)可在网站链接中下载。也可以关注我的博客(http://ga.lsu.edu/blog/fahui)了解相关的数据与程序更新。

全书分为三个篇章共12章节。上篇包括前3章，主要介绍一些常规的问题，如GIS中的基本空间分析工具(第1章)，距离及出行时间的测量(第2章)，以及空间平滑和空间插值(第3章)。中篇包括第4—8章，主要介绍一些

基本的数量方法，不需要或很少用到编程。它们分别是：服务区分析(第4章)、可达性度量(第5章)、方程拟合(第6章)、因子分析(第7章)和空间统计(第8章)。下篇包括第9—12章，主要包括一些高阶操作：区划(第9章)、线性方程(第10章)、线性规划(第11章)和蒙特卡罗模拟(第12章)。上、中两篇章可以作为本科生高年级课程使用，下篇可以作为研究生课程使用。本书假设读者具有相当于GIS入门和初级统计的基础。

除第一章之外，每章都集中介绍一种计量方法。总体来说，每章的结构大致如下：开始是介绍方法，接着讨论该方法的应用问题，最后以案例研究的形式在GIS上实现前面介绍的方法。那些与各章主题不直接相关但是很有意义的问题，则以附录的形式附于各章之后。许多重要的技术和方法在不同案例中反复出现，以加深印象，增强学习效果(可参阅：空间分析技术和数量方法速查目录)。

我对计量方法的兴趣起源于北大本科毕业前，杨齐老师讲的计量地理课既生动活泼又深入浅出，使我受益匪浅。后来我又有幸选修朱德威老师给研究生开的计量地理方法课程，感知良多。1988年初，胡兆量老师受到香港大学梁怡先生的启发，指导我大学毕业论文研究中国城市位序规模分布的统计模型及历史演变。胡老师把自己几十年从建设部收集的中国城市人口资料(堆起来两尺多高)完全交给我，另外还有他关于城市研究的手稿，都是极其珍贵的唯一版本。我现在回想起来才体会到先生当时对我如此信任。我欣喜地建数据库，改写测试杨齐老师编的回归程序，度过了我整个求学生涯中最愉快的半年多时光。这一经历使我的神经兴奋点集中在社会经济现象中呈现的科学规律。它们大部分要借用数理模型来刻画。[①] 1991年留美，从师于俄亥俄州立大学(以下简称俄州大)城市与区域规划系金-米切尔·古德曼(Jean-Michel Guldmann)教授。我在他的静态和动态规划两门课程上学会了线性规划及线性方程组的求解。更重要的是，他让我在异国他乡找到了自信和求学的乐趣。我们常常在他的办公室里海阔天空地聊天，鼓吹计量方法的精深。我也从俄州大经济系的唐纳德·哈伦(Donald Haurin)教授那里学到不少东西。本书中关于城市与区域密度分布模式及浪费性通勤的内容，可以追溯到他关于城市经济学的课程。同为俄州大城市与区域规划系的菲利普·维顿

① 此段为作者专门为中文版序言补充内容。

(Philip Viton)教授也教了我不少计量经济学的知识，我真希望自己当时做学生时能更用心地听好他的课。

距此书的第一版的出版，已经8年。一些朋友和许多用户，尤其是我的学生，已经发现了一些错误，并提了宝贵的意见。且先前版本中有几个任务，是在现已被弃用的ArcInfo工作站环境(及其相关的AML程序)中实现的。现在的软件，特别是ArcGIS，更加先进，拥有更强的运算能力和更友好的用户界面。也有很多人激励我利用Python语言开发执行相关任务的自动化工具。这些年我在研究中也积累了一些新的成果，希望能与更多的读者分享。我一直酝酿准备写一个新版本的书，但都因为杂事缠身未能实施。直到路易斯安那州立大学于2013年初批准我的学术休假，我想再也找不到借口不开始着手此事。

当然随着年龄的增长，思维也慢了一两步，新增的行政责任也频添不少琐事。我真的觉得，这次修订工作比以前初版的撰写用时更多。2013年夏天的大部分时间和秋季的学术休假均花在此书上了，2014年春季学期我也常常很早就来办公室忙着写书。在这个版本，有些经常使用的任务已经通过编程自动化形成ArcGIS中方便使用的工具包，如服务区划定，空间可达性测量(2SFCA)，混合层级区划(MLR)，和格瑞—劳瑞模型；还有一些常见的任务，如REDCAP区划，浪费通勤测量，蒙特卡罗模拟也可以在更人性化的程序中实现。所有案例研究已测试多次，说明和指导步骤均基于ArcGIS 10.2。保守估计，60%以上的内容(包括案例研究)都是新的。我希望读者同样会感受到，第二版的确比第一版好用多了。

在这里，需要感谢在准备第二版时，慷慨帮助过我的几位学生和朋友。胡于杰编写了第12章案例研究中使用的程序TSME，并与我合作编写了第12章。他还测试了所有的案例研究，纠正了许多错误。朱浩杰用Python语言开发实现了三个ArcGIS工具包(服务区划定，空间可达性测量，格瑞—劳端模型)。胡于杰[①]和朱浩杰均是我在路易斯安那州立大学地理和人类学系的博士生。佐治亚大学地理系的穆岚教授用Python语言实现了混合层级区划方法，并合著了第9章的附录9B。肯特州立大学地理系的叶信岳与我合著了第10章的附录10D中城市土地建模元胞自动机方法。埃尔姆赫斯特大学

① 胡于杰已毕业，现任职南佛罗里达大学地学院的助理教授。——译者注

(Elmhurst Colllege)的卡米·J. 内格(Carmi J. Neiger)教授测试了1—4章的案例并校对了英文版的这四章。我感谢我的良师益友迈克·巴迪(Michael Batty)教授热情撰写的新序言。

最后，我要感谢泰勒和弗朗西斯的编辑团队：组稿编辑厄马·布里顿(Irma Britton)，项目协调劳里·施拉格斯(Laurie Schlags)，以及许多其他工作人员，包括排版，校对，制图员等。感谢大家在本书出版过程中的大力帮助。

本书主要适用于地理、城市与区域规划、公共政策及相关领域的学生，可以用于如下一些课程：(1)空间分析；(2)区位分析；(3)地理中的数学方法；(4)GIS在商业及社会科学中的应用。本书对社会科学家在研究与空间问题相关的问题时也有益处。从事城市经济研究的人也可能从本书关于城市结构及浪费性通勤的章节中获得帮助。商学院的学者可能会觉得有关服务区分析和可达性测量的章节有用。犯罪学家可能会对有关犯罪分布模式的案例研究有兴趣。流行病学家可能用得上书中关于癌症聚类分析的章节。读者如果有一些基本的GIS知识(例如上过一门GIS的初级课程)，当然可以更加流畅地复制书中的案例研究，但即便没有这一背景，也能通过学习这本书把GIS的相关技能捡起来。

随书附带的数据集和程序文件等其他材料电子版可从CRC官方网站下载：

http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466584723

最后我想就中文版的出版补充几句。感谢武汉大学城市设计学院刘凌波教授尽心尽力的翻译，以及华中师范大学城市与环境科学学院朱丽霞教授的仔细校对。我对全稿也浏览通读了一遍，更新了有些案例的少数步骤。最后感谢商务印书馆的田文祝和魏铼，他们的信任和敬业保证了高质量的中文版尽早面世[①]。

---

① 此段为作者专门为中文版序言补充内容。

数据文件与程序列表

章节	数据文件夹	GIS 数据集	程序名称	研究区域
1	BatonRouge	BR.gdb，Census.gdb		East Baton Rouge Parish
2	Louisiana	LA_State.gdb LAState.gdb		Louisiana
3A	China_GX	GX.gdb		Guangxi，China
3B	BatonRouge	BR.gdb		East Baton Rouge Parish
4A	Chicago	ChiRegion.gdb	Huff Model.tbx	Chicago Region
4B	Louisiana	LA_State.gdb LAState.gdb	Huff Model.tbx	Louisiana
5	Chicago	ChiRegion.gdb	Accessibility.tbx	Chicago Region
6	Chicago	ChiUrArea.gdb	momocent.sas，polycent. sas，mono_twnshp.sas	Chicago Urban Area
7	Beijing	BJSA.gdb	PCA FA CA.sas，BJreg.sas	Beijing，China
8A	Chicago	ChiUrArea.gdb		Chicago Urban Area
8B	China_GX	GX.gdb		Guangxi，China
8C	Chicago	ChiCity.gdb	PCA_FA.sas	Chicago City
9	Chicago/Chizip	Chizip shapefile	Poisson_zip.sas，Mixed-level Regionalization Tools.tbx	Chicago Region
10	SimuCity	SimuCity.gdb	Garin-Lowry Model.tbx	Hypothetical city
11A	Columbus	Columbus.gdb	wasteComm.R，LP.sas	Columbus，Ohio
11B	BatonRouge	BR.gdb		East Baton Rouge Parish
12	BatonRouge	BRMSA.gdb	TSME.exe，Features to Text File.tbx	Baton Rouge MSA

空间分析技术和数量方法速查目录

方法	首次出现的章节	示意图	后续出现的章节
2SFCA 法(自动工具 toolkit)	附录 5B	图 A5.1	
面积权重插值	第 3.5.1 节(1-3)		
属性链接	第 2.4.1 节(5)	图 2.4	第 3.3.1 节(3) 第 4.3.2 节(6)
属性查询	第 1.3.1 节(1)	图 1.1	第 3.3.1 节(4)
融合	第 1.3.2 节(10)	图 1.8	
欧氏距离矩阵计算	第 2.4.1 节(3)		第 3.3.1 节(2)
地址匹配(地理编码)	第 2.4.1 节(1)	图 2.3	第 4.3.2 节(5)
地理坐标编码	第 2.4.1 节(1)	图 2.2	
地理加权回归	第 8.7.2 节(8)		
Getis-Ord General G 指数	第 8.7.1 节(3)		
哈夫模型(自动工具 Toolkit)	附录 4B	图 A4.1	
IDW 空间插值	第 3.3.2 节(10)		第 6.5.1 节(2)
核密度估算(KDE)	第 3.3.2 节(9)		第 6.5.1 节(2)
局部 G_i^* 指数	第 8.7.1 节(4)		
局部 Moran's I 指数(LISA)	第 8.7.1 节(4)		
平均中心	第 8.2 节(1)		
Moran's I 指数	第 8.7.1 节(3)		
网络数据构架	第 2.4.2 节(8)		第 10.3 节(1，3)
ArcGIS 最小二乘法回归(OLS)	第 8.7.2 节(5)		第 6.5.1 节(4-5)
空间数据投影	第 1.3.1 节(3)	图 1.3	
欧氏距离邻域分析	第 4.3.1 节(2-3)		
出行时间邻域分析	第 4.4.1 节(1-3)		
空间连接	第 1.3.2 节(13)	图 1.10	
空间查询	第 1.3.1 节(2)	图 1.2	第 6.5.1 节(1)
GeoDa 中的空间回归	第 8.7.2 节(7)		
标准差椭圆	第 8.2 节(3)		
标准距离	第 8.2 节(2)		
汇总属性	第 3.3.1 节(5)	图 3.4	第 4.3.1 节(4) 第 4.3.2 节(7)
出行时间 OD 矩阵计算	第 2.4.2 节(9-12)		第 10.3 节(1，3)，第 11.2.2 节(3)
加权重心	第 4.3.1 节(1)		

目　录

图索引 …… ix

表索引 …… xiii

序言 …… 001

前言 …… 003

上篇　GIS和空间分析的基本方法

1　ArcGIS入门：数据管理及基本的空间分析工具 …… 003

1.1　ArcGIS中的空间和属性数据管理 …… 003

1.2　ArcGIS中的空间分析工具：查询、空间连接、地图叠加 …… 007

1.3　案例1：绘制分析路易斯安那州巴吞鲁日的人口密度格局 …… 011

1.4　小结 …… 025

附录1　通过空间分析工具识别邻接多边形 …… 026

2　距离和时间的测算 …… 029

2.1　距离的测算 …… 029

2.2　测算路网距离和网络时间 …… 031

2.3　距离衰减规律 …… 034

2.4　案例2：测算路易斯安那州公立医院的出行距离和时间 …… 036

2.5　小结 …… 044

附录2A　用赋值图法求解最短路径问题 …… 045

附录2B　用谷歌地图API来估算出行时间 …… 046

3　空间平滑和空间插值 …… 051

3.1　空间平滑 …… 051

3.2　基于点的空间插值 …… 054

3.3 案例3A：绘制中国广西壮族自治区壮语地名分布图 …… 058
3.4 基于面域的空间插值 …… 065
3.5 案例3B：基于面插值的路易斯安那州巴吞鲁日市人口研究 …… 066
3.6 小结 …… 071
附录3A 空间平滑的经验贝叶斯估计 …… 071
附录3B 基于路网等级权重法的面域插值 …… 073

中篇 初级定量方法及应用

4 基于GIS的服务区分析及其在商业地理和区域规划中的应用 …… 077
4.1 服务区分析的基本方法 …… 078
4.2 划分服务区的引力模型 …… 080
4.3 案例4A：确定芝加哥小熊队和白袜队的球迷范围 …… 085
4.4 案例4B：估算路易斯安那州公立医院的服务区 …… 092
4.5 小结 …… 097
附录4A 引力模型的经济基础 …… 099
附录4B 哈夫模型工具箱说明 …… 100
5 基于GIS的空间可达性测量及在医疗服务研究中的应用 …… 103
5.1 可达性问题 …… 103
5.2 移动搜索法 …… 106
5.3 引力法 …… 109
5.4 案例5：测算芝加哥地区基本医疗服务的空间可达性 …… 113
5.5 小结 …… 121
附录5A 可达性测度的性质 …… 122
附录5B 空间可达性自动测度工具 …… 124
6 回归拟合方程及在城市密度模型分析中的应用 …… 127
6.1 城市与区域结构的密度方程 …… 127
6.2 单中心模型的拟合函数 …… 131
6.3 拟合函数中的非线性回归和加权回归 …… 136
6.4 多中心模型拟合 …… 138
6.5 案例6：芝加哥地区城市密度模式分析 …… 142