

# 空间数据分析案例式 实验教程

翁 敏 李 霖 苏世亮 著



科学出版社

# 空间数据分析案例式实验教程

翁 敏 李 霖 苏世亮 著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

空间数据分析是分析空间数据、挖掘空间信息、统计空间规律、解决空间问题所涉及的基本理论、方法与技术的总称。本教材的指导思想,是以综合实验案例的形式直观和详尽地介绍空间数据分析相关理论与方法的适用条件和计算过程,为地理信息科学专业及相关专业的本科生、研究生和科研工作者提供使用空间数据分析解决实际问题的具体思路、方法和途径。本教材共分为十六个实验,分别对应十六个综合案例。每一个综合案例,都特别详尽地列出了背景、技术路线、具体步骤和小结。本书既可作为《空间数据分析》的配套实验教程,又可以独立使用。

本书既可作为地理信息科学专业及相关专业本科生、研究生的实验教材,亦可供科研工作者参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

空间数据分析案例式实验教程 / 翁敏, 李霖, 苏世亮著. —北京: 科学出版社, 2019.7

ISBN 978-7-03-061058-4

I. ①空… II. ①翁… ②李… ③苏… III. ①空间信息系统-数据处理-高等学校-教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 073104 号

责任编辑: 杨 红 郑欣虹 / 责任校对: 樊雅琼

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 陈 敬

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>

北京凌奇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

\*

2019 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019 年 7 月第一次印刷 印张: 18 3/8

字数: 467 000

POD 定价: 69.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

空间数据分析(spatial data analysis, SDA)是分析空间数据、挖掘空间信息、统计空间规律、解决空间问题所涉及的基本理论、方法与技术的总称。SDA 是地理信息系统(geographic information system, GIS)的核心和灵魂,是 GIS 区别于一般的信息系统、计算机辅助设计或者电子地图系统的主要标志之一。SDA 已广泛应用于地理学、地质学、环境学、生态学、社会学、管理学、气象学,以及公共卫生等诸多领域。因此,通过应用 SDA 解决不同领域的实际问题,加深对 SDA 理论与方法的理解是本教材的基本出发点。

武汉大学地理信息类专业在国内较早开设了 SDA 的相关课程,强调理论、前沿、实践并重,重视学生学习兴趣的引导和动手能力的培养。在武汉大学“双一流”学科建设的推动下,作者结合多年的教学和科研体会,遵循从理论基础到实际应用的主线,编写了本教材并作为《空间数据分析》的配套实验教程。本教材的指导思想是,以综合实验案例的形式直观和详尽地介绍 SDA 的适用条件和计算过程,为地理信息科学专业和相关专业的本科生、研究生及科研工作者提供 SDA 解决实际问题的具体思路、方法和途径,掌握《空间数据分析》的主要知识点。此外,作者编写了本教材的理论扩展版《空间智能计算》和应用扩展版《社会地理计算》与《健康地理学》,紧密结合 SDA 的新理论、新方法和新技术,以期为学生了解和掌握更多地理信息科学前沿知识以解决实际社会问题提供参考。

本教材共包括十六个实验,分别对应十六个综合案例,具体包括:①地区社会弱势性空间格局分析;②空气污染暴露与环境公平分析;③区域食品荒漠识别;④社区生活圈可步性测度;⑤公园绿地可达性及其优化选址;⑥区域多中心性测度;⑦区域醉酒空间格局及其影响因素分析;⑧街道活力综合评价;⑨耕地破碎化空间格局及其影响因素分析;⑩区域土壤有机质空间变异性分析;⑪区域空气污染空间异质性分析;⑫城市扩展时空格局、驱动力及模拟预测;⑬生态安全评价;⑭志愿者地理信息质量评价;⑮区域饭店口碑分布特征;⑯基于百度指数的区域城市网络特征研究。每一个综合案例,都特别详尽地列出了背景、技术路线、具体步骤和小结。此外,这十六个综合案例所涉及的内容涵盖了《空间数据分析》主要知识点。

在本教材编写的过程中,参考了大量国内外优秀教材、文献资料和科研成果。硕士研究生李泽堃、胡莉蓉、孙一璠、谢峒、谭冰清、徐梦雅、万琛、皮建华、冯禹昊、王倬琚等承担了大量的资料搜集和数据整理工作。此外,本系列教材在策划初期得到了科学出版社的大力支持,在此一并表示真诚的感谢。作者特别开通了微信公众号(wurg2016),方便与广大读者交流 SDA 的理论和实践。同时希望与读者进行沟通,以进一步修改和完善教材相关内容。

由于作者自身知识和水平的局限,教材中难免存在不足和疏漏之处,在内容组织和表达上也存在不尽如人意的地方,敬请读者批评指正。

作 者

2018 年 12 月于珞珈山

# 目 录

前言	
实验一 地区社会弱势性空间格局分析	1
实验二 空气污染暴露与环境公平分析	20
实验三 区域食品荒漠识别	30
实验四 社区生活圈可步性测度	43
实验五 公园绿地可达性及其优化选址	65
实验六 区域多中心性测度	88
实验七 区域醉酒空间格局及其影响因素分析	107
实验八 街道活力综合评价	127
实验九 耕地破碎化空间格局及其影响因素分析	146
实验十 区域土壤有机质空间变异性分析	170
实验十一 区域空气污染空间异质性分析	185
实验十二 城市扩展时空格局、驱动力及模拟预测	196
实验十三 生态安全评价	216
实验十四 志愿者地理信息质量评价	234
实验十五 区域饭店口碑分布特征	247
实验十六 基于百度指数的区域城市网络特征研究	266
参考文献	285

# 实验一 地区社会弱势性空间格局分析

## 1.1 实验概述

### 1.1.1 背景及目的

社会弱势性是指个人、家庭或群体因资源缺乏,难以获取充足的食物、良好的住房条件、平等的教育机会、充分的就业机会、适量的社会服务或消费型娱乐活动,从而影响其拥有正常水平的日常生活、消费和娱乐的不平等社会现象。综合中部五省(河南、安徽、湖北、湖南、江西)各地市收入、教育、住房、人口结构等多方面因素,本实验利用主成分分析构建社会弱势性综合评价指数,结合空间自相关分析和聚类分析,研究社会弱势性空间分布格局及分布模式,借助空间回归模型探究社会弱势性与城市化水平间的关系。通过本实验希望达到以下目的:①理解多维度指标集成的原理和方法;②了解不同类型的空间权重矩阵对空间自相关分析的影响;③掌握并运用空间回归模型研究实际问题。

### 1.1.2 数据说明

本实验所使用的数据存储于 data\_expl 文件夹中,包含的数据内容及其来源见表 1.1。

表 1.1 实验数据内容及其来源

数据类型	数据来源	数据内容	数据说明
社会经济数据	中国社会经济统计资料及相关统计年鉴	统计地级市水平的收入、教育、住房、人口等多维度指标	表格数据
空间数据	网络获取	中部五省各地市示意点	矢量格式,点数据

在实际研究中,存在数据收集和预处理的阶段。该阶段涉及的操作包括社会经济数据的收集和清洗、空间数据与社会经济数据的对应、投影系统的选定等,这些操作已经预先完成,并形成了本实验提供的原始数据<sup>①</sup>,读者可以直接使用这些数据进行空间统计分析。

### 1.1.3 整体实验设计

为了整体把握和描述 2010 年中部五省社会弱势性的统计特点,可以使用描述性统计的方法,从统计学的角度分析相应社会经济指标表现出的特征。同时,为了研究中五省社会弱势性的整体空间格局,需要构建一个横向可比的综合指数。由于原始数据中社会经济指标众多,且指标之间具有一定的相关性,可以选用主成分分析的方法进行因子降维和指标聚合。通过对

<sup>①</sup> 读者可以通过 <http://www.ecsponline.com> 网站检索图书名称,在图书详情页“资源下载”栏目中获取实验所涉及的原始数据,如有疑问可发邮件至 [dx@mail.sciencep.com](mailto:dx@mail.sciencep.com) 咨询。

综合指数及各维度上的指数进行空间可视化,可以分析中部五省各地市社会弱势性的空间格局。

为了探究弱势群体在空间上是呈现聚集、离散还是随机分布的模式,通常可以采用全局空间自相关指数 Moran's I 和局部空间自相关指数 LISA 进行探索性空间分析。值得注意的是,不同的空间权重矩阵可能对自相关指数的结果产生影响,本实验也将一并探讨这些情况。另外,结合聚类方法及空间可视化技术研究多维度空间分布特征,对于辨别探究区域中不同研究单元的社会弱势性特征具有重要意义。

对于实验所构建的社会弱势性综合评价指数,可以进一步探究其在城市研究中的应用。本实验探讨的是该指数在城市发展公平性评价中的应用。

本实验的整体流程如图 1.1 所示。

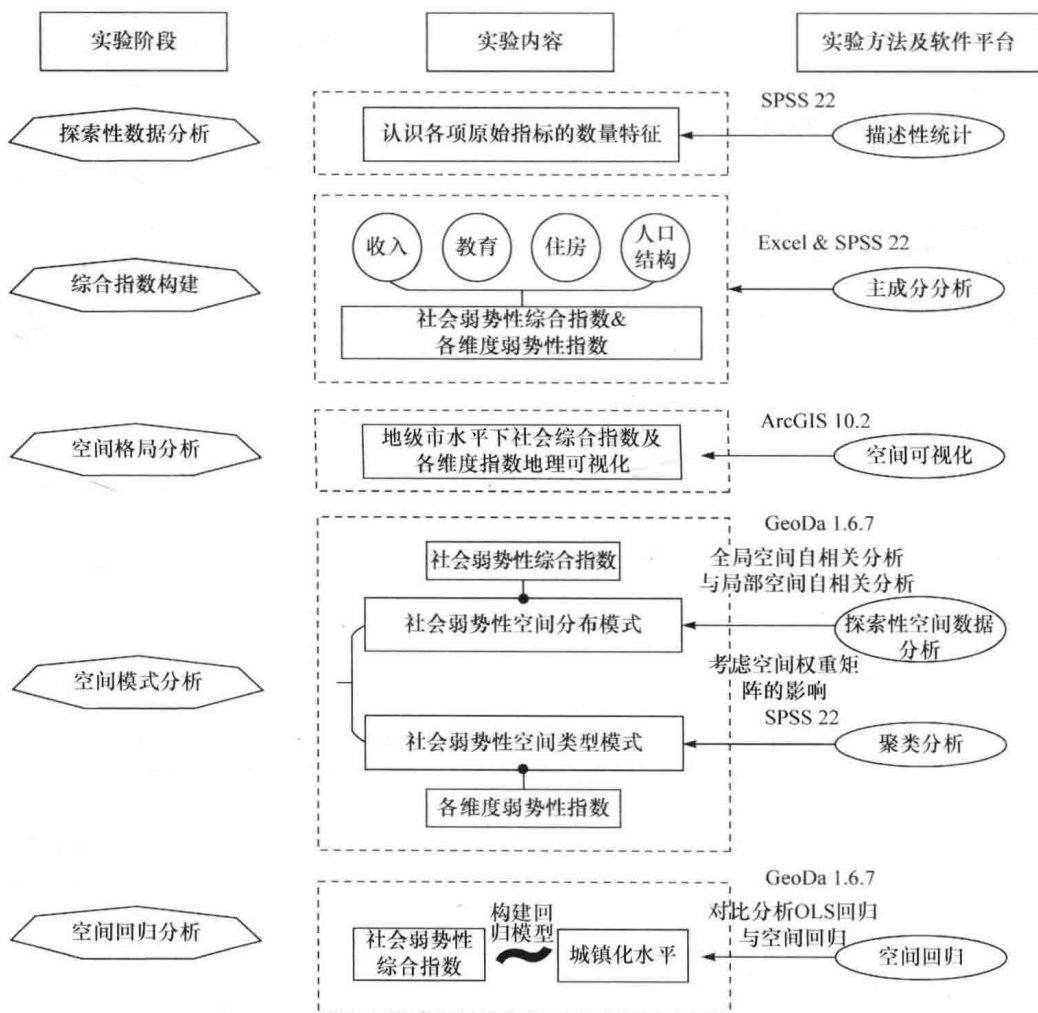


图 1.1 实验流程图

## 1.2 实验步骤

### 1.2.1 探索性数据分析

本次实验采集的社会经济指标主要包括收入、教育、住房和人口结构等多个方面。进行描述性统计的主要步骤如下。

打开 SPSS 软件，选取原始数据文件存放路径，调整打开的文件类型为 Excel 文件。打开原始数据表格(图 1.2)，在弹出的对话框中，选择从第一行读取变量名(图 1.3)，点击“确定”按钮。

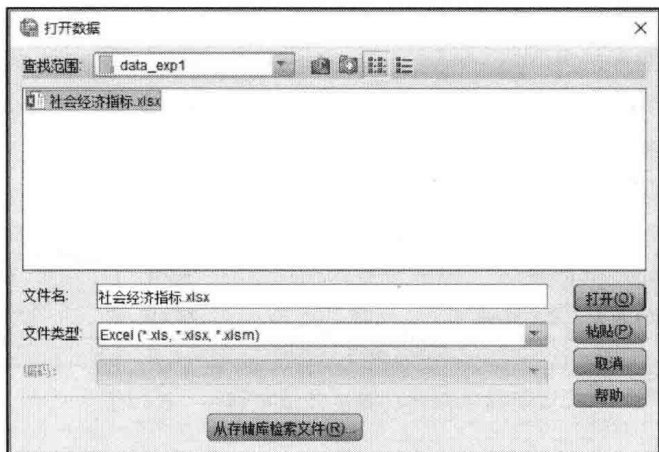


图 1.2 导入数据到 SPSS

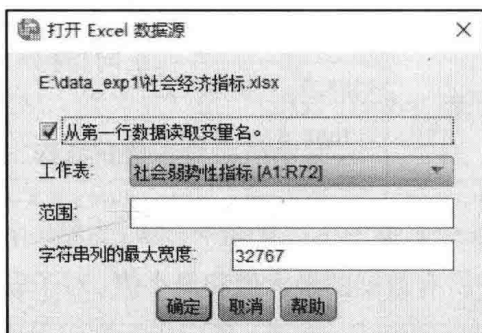


图 1.3 读取设置：从第一行读取变量名

可以发现，在 SPSS 生成的数据中有两个文件，其中.sav 格式的是数据文件，.spv 格式的是输出统计报表的结果文件。实际应用中，这两个文件都可以保存。点击分析→描述统计→描述(图 1.4)，选取需要参与统计的指标，得到统计结果见表 1.2。

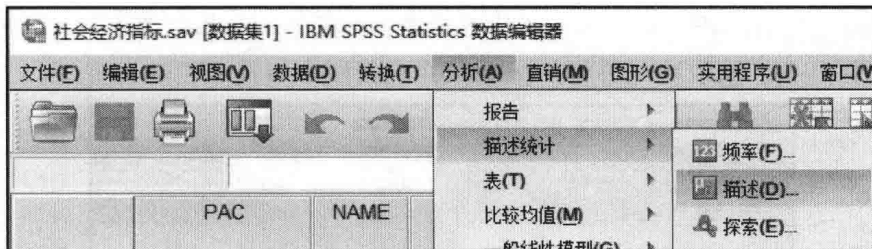


图 1.4 描述性统计

表 1.2 描述性统计结果报表

维度	指标	极小值	极大值	均值	标准差
收入	年平均工资/元	4352.000	10137.000	6880.270	1286.559
	白领比例/%	7.091	44.427	17.152	6.517
教育	文盲率/%	2.280	16.400	8.877	3.370
	中专及以下学历比例/%	62.071	84.395	78.091	3.900
	大专及以上学历比例/%	0.183	5.747	0.846	0.942

续表

维度	指标	极小值	极大值	均值	标准差
教育	平均受教育年限/年	6.590	9.210	7.597	0.528
	住房无厨房比例/%	6.037	44.202	16.906	8.150
住房	住房无自来水比例/%	24.813	94.970	68.103	16.270
	住房无洗澡设施比例/%	42.855	95.722	77.785	12.191
	住房无厕所比例/%	5.905	85.780	31.817	20.353
人口结构	14岁以下人口比例/%	17.240	29.780	24.207	2.702
	65岁以上人口比例/%	5.240	8.940	7.009	0.842
	家庭至少有一名65岁以上老人比例/%	16.210	24.419	20.179	1.745

## 1.2.2 综合指数构建

### 1. 数据标准化

首先需要对分析指标进行极差标准化。

$$X'_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j}, & \text{正向指标} \\ \frac{\max X_j - X_{ij}}{\max X_j - \min X_j}, & \text{负向指标} \end{cases}$$

式中,  $X'_{ij}$  为第  $j$  个指标中第  $i$  个数据的标准化结果;  $X_{ij}$  为第  $j$  个指标中第  $i$  个数据;  $\max X_j$  和  $\min X_j$  分别为第  $j$  个指标中所有数据的最大值和最小值。对于表达的意义与社会弱势性一致的正向指标, 采用正向指标对应的公式, 同理, 负向指标则应采用相对应的公式。在本次综合指数的构建工作中, 可以认为能反映弱势性的指标是正向指标, 即指标得分越大越弱势。数据标准化可以在 Excel 中编写公式计算得到, 这里不再赘述。

### 2. 主成分分析

使用 SPSS 软件进行主成分分析, 下面给出操作流程。

首先将标准化之后的指标载入 SPSS 分析环境, 然后使用分析→降维→因子分析, 打开主成分分析面板(图 1.5)。选取参与分析的指标, 并在面板中勾选需要的设置(图 1.6)。



图 1.5 使用 SPSS 进行主成分分析

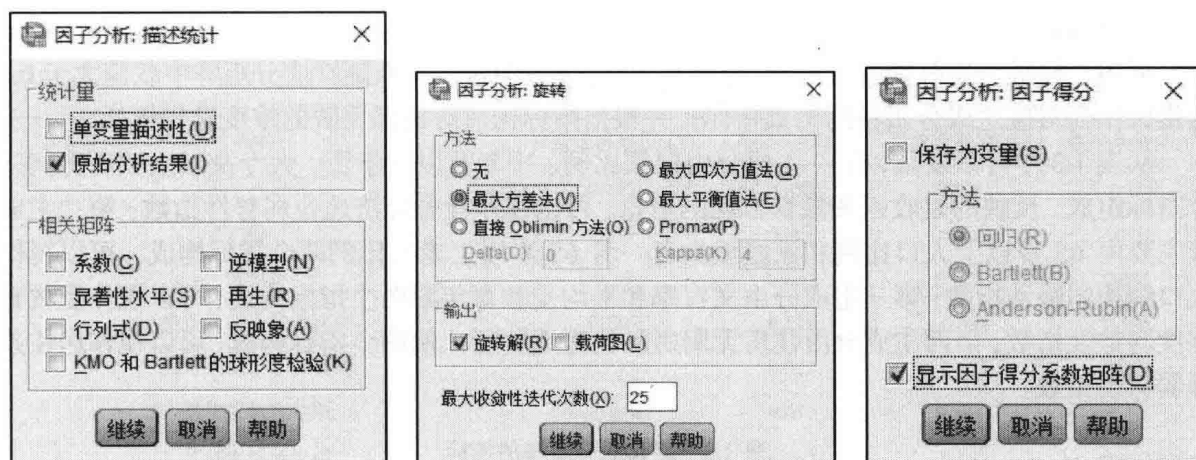


图 1.6 一种常用的主成分分析参数设置

设置完成后, 点击“确定”运行主成分分析模型。输出的报表将导出在后缀为 .spv 的文件中。对于主成分分析输出的结果, 需要关注如下几个关键指标或报表。

### 1) KMO 和 Bartlett 球形度检验

如图 1.7 所示, 本实验 KMO 值为 0.736, 且通过 Bartlett 球形度检验。这表明变量间有一定的相关关系, 适用于使用主成分分析进行指标聚合。

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.736
Bartlett 的球形度检验 近似卡方	848.884
df	78
Sig.	0.000

图 1.7 KMO 和 Bartlett 检验结果

### 2) 方差解释报表

从图 1.8 中可以发现特征值大于 1 的共有四个成分, 累积解释了原始指标 82.208% 的信息, 故上述指标可以由四个主成分来表达原始指标所反映的信息。

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%
1	5.560	42.770	42.770	5.560	42.770	42.770	4.782	36.784	36.784
2	2.736	21.048	63.818	2.736	21.048	63.818	2.190	16.850	53.634
3	1.379	10.605	74.423	1.379	10.605	74.423	1.936	14.889	68.523
4	1.012	7.784	82.208	1.012	7.784	82.208	1.779	13.685	82.208
5	0.740	5.691	87.899						
6	0.446	3.428	91.327						
7	0.377	2.903	94.230						
8	0.329	2.528	96.759						
9	0.162	1.249	98.008						
10	0.096	0.737	98.745						
11	0.067	0.512	99.257						
12	0.055	0.422	99.679						
13	0.042	0.321	100.000						

图 1.8 方差解释报表

### 3) 旋转成分矩阵

采用旋转成分矩阵能够更好地归纳出因子,一般而言,提取旋转成分矩阵中载荷大于 0.7 的指标作为对应主成分指标的构成指标,并根据指标构成对指标反映的维度进行概括。

从表 1.3 中可以发现,第一主成分由白领比例、中专及以下学历、大专及以上学历比例三个指标组成,反映的是收入和教育方面的信息,可以视作社会经济地位弱势性指数;第二主成分主要由 65 岁以上人口比例和家庭至少有一名 65 岁以上老人比例两个指标构成,可以视作人口结构弱势性指数;第三主成分由文盲率和平均受教育年限两个指标构成,可以视作受教育程度弱势性指数;第四主成分由住房无厨房和住房无厕所比例两个指标构成,可以视作居住条件弱势性指数。

表 1.3 旋转成分矩阵的指标

指标	成分			
	1	2	3	4
年平均工资	0.691	-0.06	0.402	-0.141
白领比例	<b>0.947</b>	0.217	-0.008	-0.039
文盲率	0.206	-0.005	<b>0.929</b>	-0.134
中专及以下学历比例	<b>0.875</b>	0.22	0.224	0.131
大专及以上学历比例	<b>0.877</b>	0.033	0.073	0.158
平均受教育年限	0.614	0.125	<b>0.723</b>	0.103
住房无厨房比例	0.142	-0.2	-0.315	<b>0.806</b>
住房无自来水比例	0.687	0.402	0.31	0.174
住房无洗澡设施比例	0.68	-0.349	0.185	-0.163
住房无厕所比例	-0.053	-0.311	0.152	<b>0.874</b>
14 岁以下人口比例	0.684	-0.464	0.257	-0.121
65 岁以上人口比例	0.018	<b>0.874</b>	0.119	-0.295
家庭至少有一名 65 岁以上老人比例	0.17	<b>0.821</b>	-0.023	-0.339

### 4) 成分得分系数矩阵

相应地,提取成分得分系数矩阵(表 1.4)中的系数,结合旋转成分矩阵中的相关信息,计算得到各主成分得分  $C_1, C_2, C_3, C_4$  和综合指数(comprehensive index, CI),并导出为.csv 文件:

$$C_k = \sum_{m=1}^n a_{jm} X_j$$

式中,  $C_k$  为第  $k$  个主成分的得分,该主成分共由  $n$  个( $m$  可取值  $1, 2, \dots, j, \dots, n$ )因子载荷大于阈值的指标计算得来;  $a_j$  为其中第  $j$  个指标对应的在得分系数矩阵中的得分;  $X_j$  为第  $j$  个指标对应的数据。

$$CI = \sum_{k=1}^p \lambda_k C_k$$

式中，CI为综合指数； $\lambda_k$ 为第 $k$ 个主成分对应的特征值； $C_k$ 为第 $k$ 个主成分的得分。

表 1.4 成分得分系数矩阵

指标	社会经济地位(C <sub>1</sub> )	人口结构(C <sub>2</sub> )	受教育程度(C <sub>3</sub> )	住房条件(C <sub>4</sub> )
年平均工资	0.117	-0.089	0.104	-0.109
白领比例	0.279	0.061	-0.248	-0.04
文盲率	-0.167	-0.02	0.622	0.002
中专及以下学历比例	0.186	0.111	-0.038	0.106
大专及以上学历比例	0.233	0.012	-0.151	0.064
平均受教育年限	-0.014	0.079	0.395	0.14
住房无厨房比例	0.079	0.062	-0.182	0.452
住房无自来水比例	0.096	0.231	0.084	0.199
住房无洗澡设施比例	0.185	-0.255	-0.064	-0.214
住房无厕所比例	-0.098	0.039	0.219	0.54
14岁以下人口比例	0.171	-0.306	-0.009	-0.204
65岁以上人口比例	-0.049	0.406	0.072	0.014
家庭至少有一名65岁以上老人比例	0.039	0.356	-0.079	-0.054

### 1.2.3 空间格局分析

将得到的综合指数利用属性表连接的方法连接到原始的.shp文件上(图 1.9)，并绘制出相应的地图。打开 ArcMap 10.2，通过“添加数据”按钮，添加中部五省地级市的.shp数据到内容列表。将上一步得到的主成分得分的.csv文件也添加进来，通过连接面板连接到空间数据的属性表中(图 1.10)。

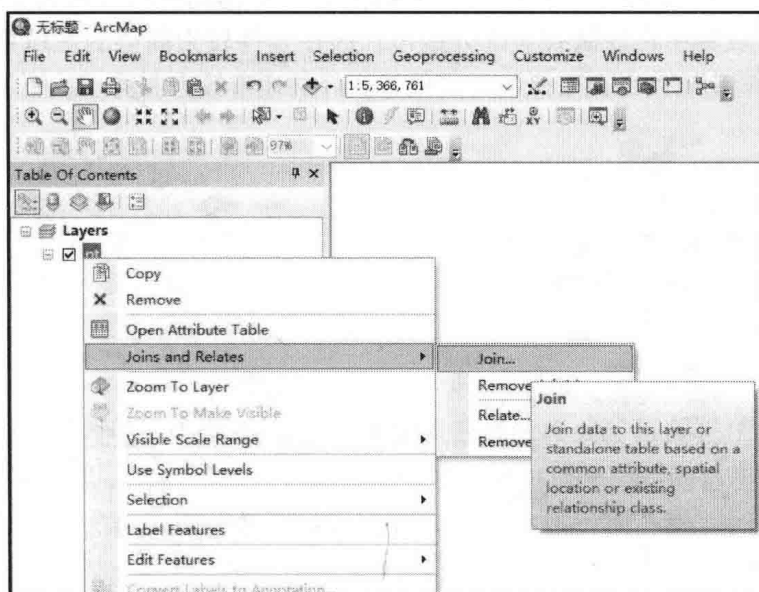


图 1.9 连接属性表

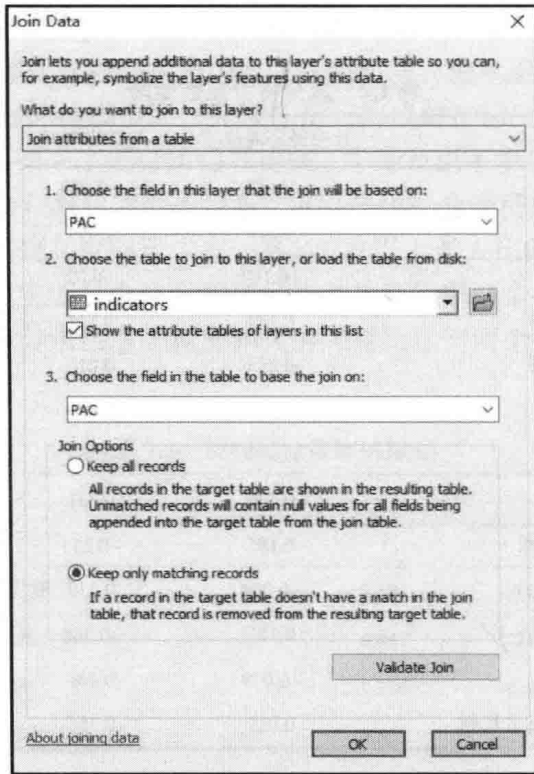


图 1.10 连接面板

对各维度的主成分指标和社会弱势性综合指标进行空间可视化，分级标准可以选择分位数分级法。得到多指数空间分布图如图 1.11 所示。

在数据标准化过程中，正向指标定义为指标值越大则该项指标越弱势，因此综合评价指数的得分越高表明整体越弱势。从图 1.11 中可以发现，社会经济地位较为弱势的区域集中在河南、湖北、安徽三省交界的大别山区域和湖南西部，人口结构弱势的区域集中在湖南省西北部，受教育程度弱势区域集中在安徽省大部分地市，居住条件较为弱势的区域集中在湖南省的中南部。综合来看，湖南省西部及安徽省与其他省交界的地市较为弱势。从图 1.11 中可以发现弱

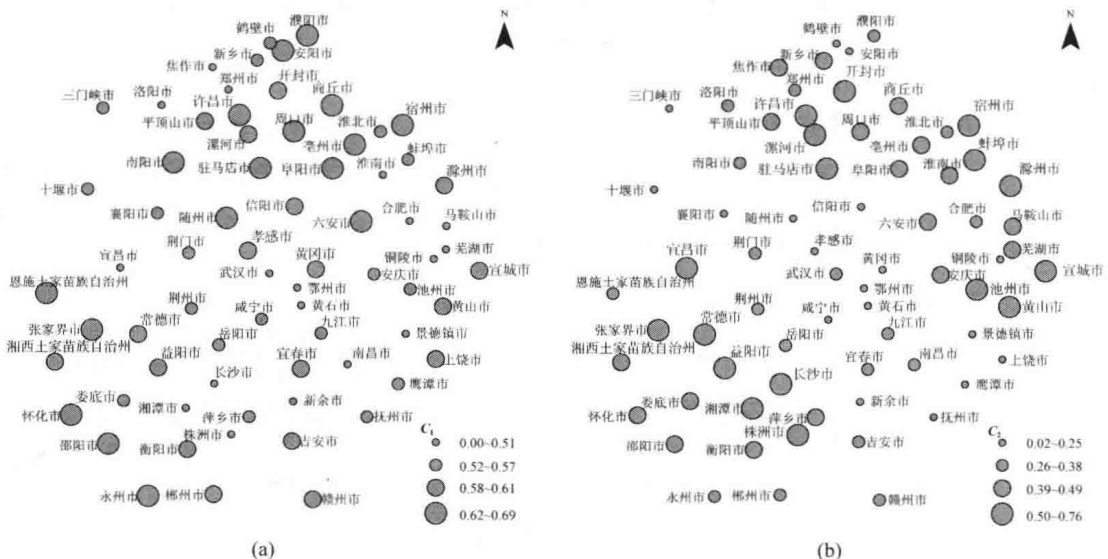


图 1.11 各维度弱势性及其综合空间格局

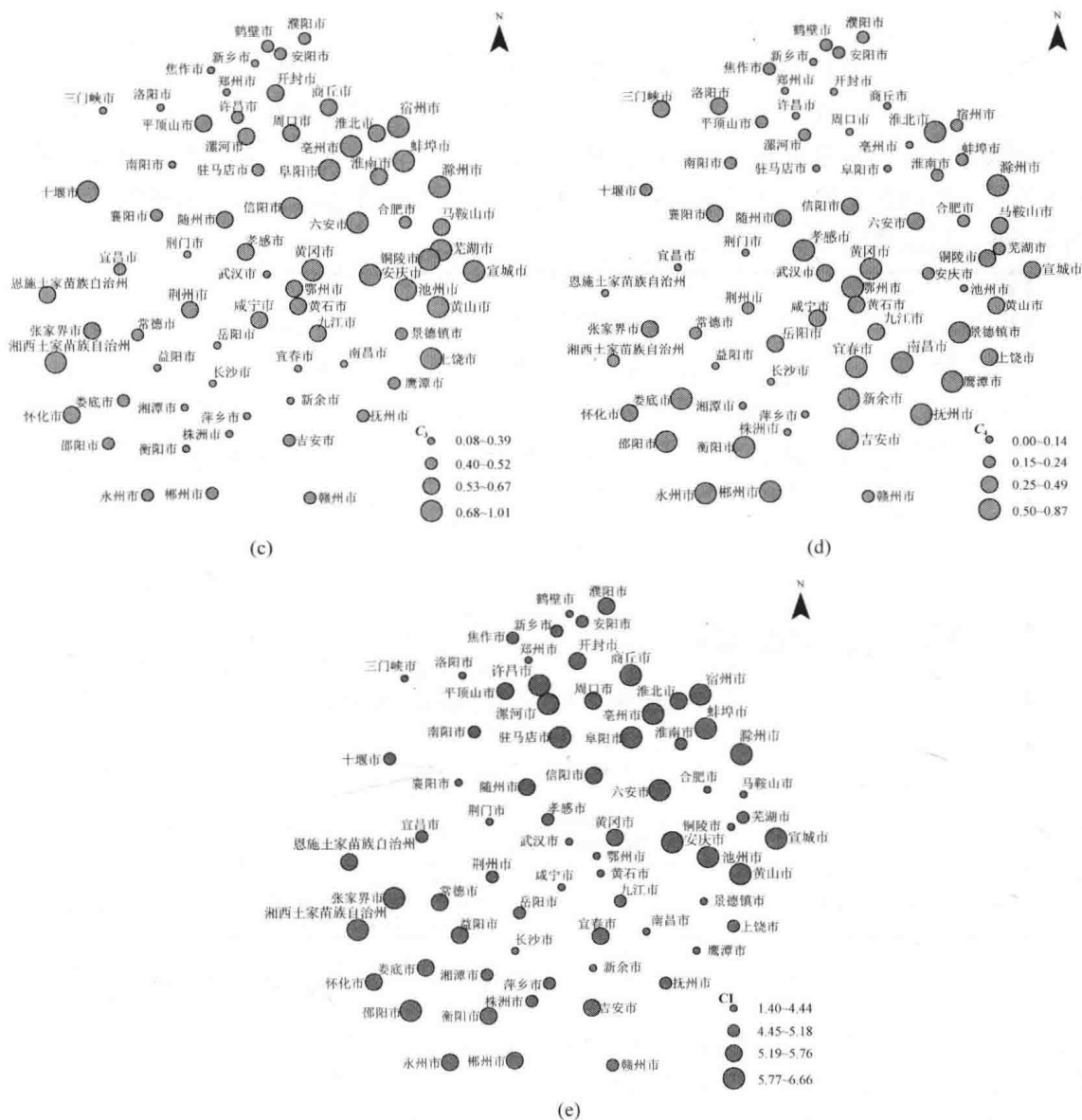


图 1.11 (续)

势性是呈现连片分布的，这表明弱势性可能具有一定的空间依赖。为了验证这个猜想，接下来进行空间模式分析。

### 1.2.4 空间模式分析

为了探究社会弱势性是否在空间上具有聚集或分散的模式，可以采用空间自相关分析的方法。空间自相关分析是一种探索性空间数据分析方法，包括全局空间自相关分析与局部空间自相关分析。关于空间自相关分析的相关理论可以参见《空间数据分析》教材相应章节的内容。

#### 1. 社会弱势性空间分布模式

##### 1) 构建空间权重矩阵

空间权重矩阵是空间邻接关系和空间距离关系的直接表达，也是计算全局及局部空间自

相关指数前必须定义的必要参数。

在 GeoDa 中构建空间权重矩阵,需要输入连接各项综合得分的.shp 文件,如图 1.12 所示。权重文件需要一个唯一 ID 以标识每个空间点,若原始.shp 文件没有提供则需要自行创建。由于空间点数据无法创建基于邻接关系的空间权重矩阵,本实验基于各省市之间的邻接关系自行创建了相应的权重矩阵,并提供了各地市间的基于距离关系和基于邻接关系的多种空间权重矩阵文件,供读者使用。

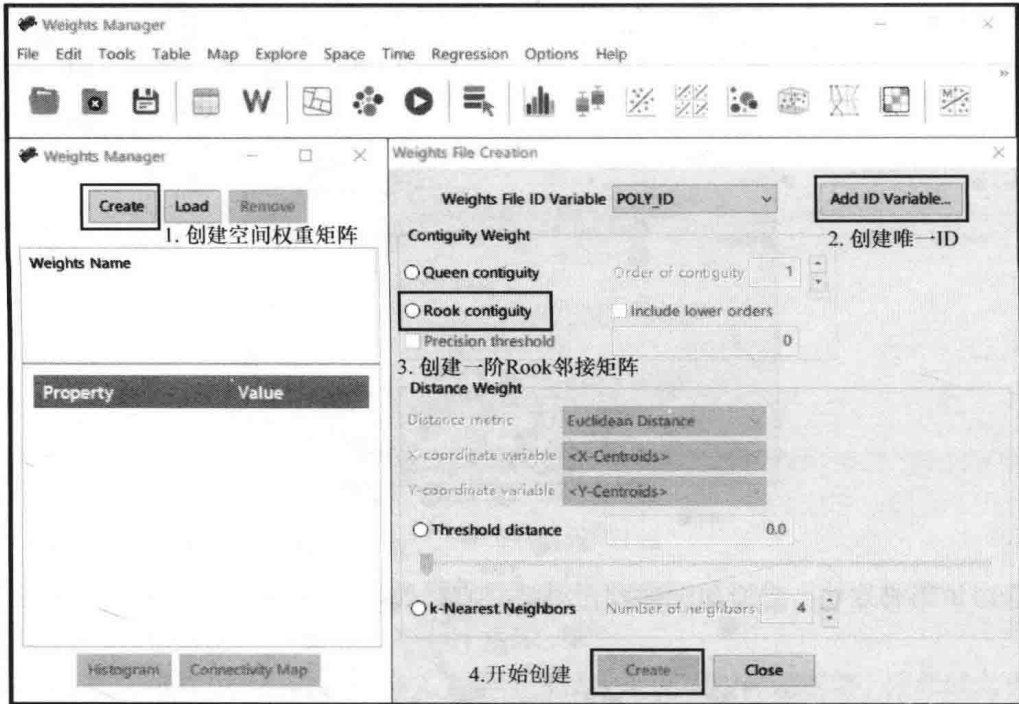
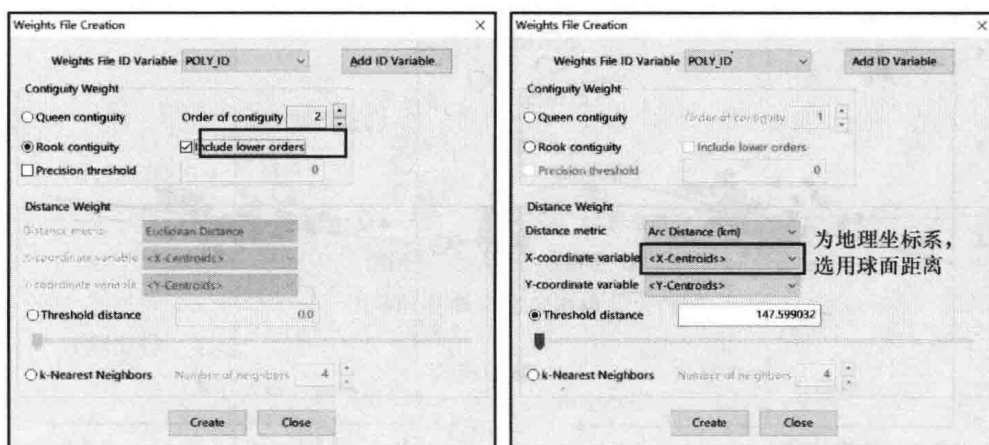


图 1.12 GeoDa 构建空间权重矩阵(一阶 Rook 邻接矩阵)

以一阶 Rook 邻接矩阵的构建为例,如图 1.12 所示。可以发现,GeoDa 支持创建基于邻接关系及基于距离关系的空间权重矩阵,也可以创建一阶甚至高阶的空间权重矩阵,操作方法对于 Rook(共边即邻接)和 Queen(共边共点即邻接)类型的空间邻接矩阵是相同的[图 1.13(a)]。若要创建基于距离的空间权重矩阵,则可以如图 1.13(b)所示进行相应的参数设置,GeoDa 支持创建基于欧氏距离的空间权重矩阵和基于  $k$  近邻的空间权重矩阵。本实验中采用的原始.shp 文件的空间参考是 GCS2000 坐标系,若要创建基于欧氏距离的空间权重矩阵,应选用球面距离的计算选项,而实际上为了计算和表达的简便,通常建议采用具有平面投影的.shp 数据作为 GeoDa 的输入数据。在输出权重文件时,基于邻接关系的空间权重矩阵的文件后缀为“.gal”,而基于距离关系的空间权重矩阵的文件后缀是“.gwt”,二者均可以使用记事本等软件以文本的方式打开,有兴趣的读者可以参阅相应的操作文档并进一步探究其数据结构及其所代表的含义。对于本次实验提供的数据,只能使用基于距离创建空间权重矩阵,若是矢量面数据,将既可以创建基于距离关系的空间权重矩阵,又可以创建基于邻接关系的空间权重矩阵。就本次实验数据而言,若后续计算需要用到基于邻接关系的空间权重矩阵,可以通过加载随附的数据文件夹中提供的基于邻接关系的空间权重矩阵文件达到相同的效果。



(a) 二阶Rook邻接矩阵

(b) 基于距离的矩阵

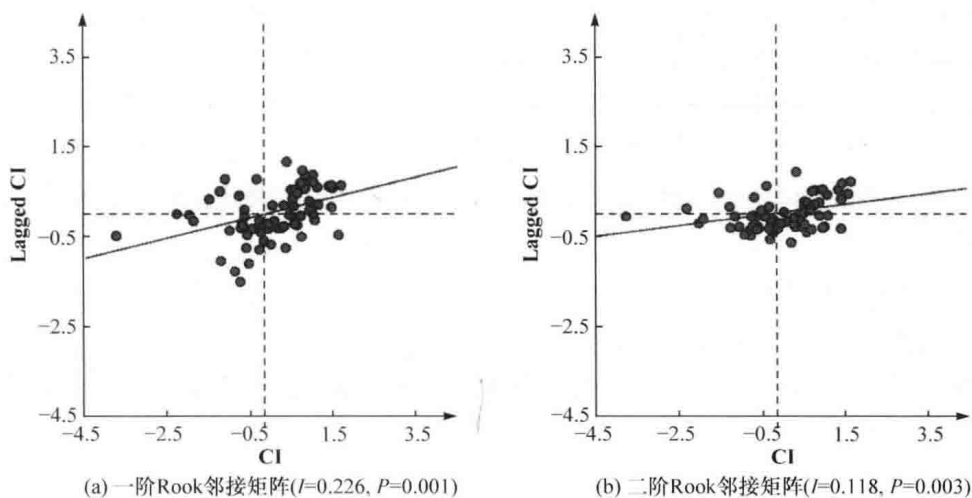
图 1.13 GeoDa 构建空间权重矩阵

## 2) 全局空间自相关分析

在 GeoDa 中可以采用 Space→Univariate Moran's I 的操作，并在弹出的对话框中选择社会弱势性 CI 及相应的空间权重矩阵。本实验将比较一阶 Rook 邻接矩阵、二阶 Rook 邻接矩阵、一阶 Queen 邻接矩阵、二阶 Queen 邻接矩阵、基于欧氏距离的空间权重矩阵和基于  $k$  近邻的空间权重矩阵对计算空间自相关性的影响，如图 1.14 所示。

结果显示，对于一阶邻接矩阵而言，Rook 和 Queen 两种邻接方式计算得到的全局 Moran's I 值差异不大，且均表现出一定的空间自相关性；对于二阶邻接矩阵而言，Rook 和 Queen 两种邻接方式计算得到的全局 Moran's I 值差异不大，且均通过显著性检验，这表明对于社会弱势性综合指数而言，在二阶邻接的水平上其空间自相关性也显著，但 Moran's I 指数值有所不同。而对于邻接数据而言，特定阶数时两种邻接方式下所得到的空间邻接矩阵较为相似，使得最终得到的指数值具有一定的相似性。而基于距离构建空间权重矩阵的两种方式计算得到的全局空间自相关指数显示出社会弱势性现象具有一定的空间聚集性。

以上探究表明，采用不同的空间权重矩阵计算 Moran's I 得到的结果是可能产生一定差异的，读者使用相应研究方法时，应酌情选择空间权重矩阵的构建方法。



(a) 一阶Rook邻接矩阵( $I=0.226, P=0.001$ )

(b) 二阶Rook邻接矩阵( $I=0.118, P=0.003$ )

图 1.14 全局空间自相关指数及 Moran 散点图

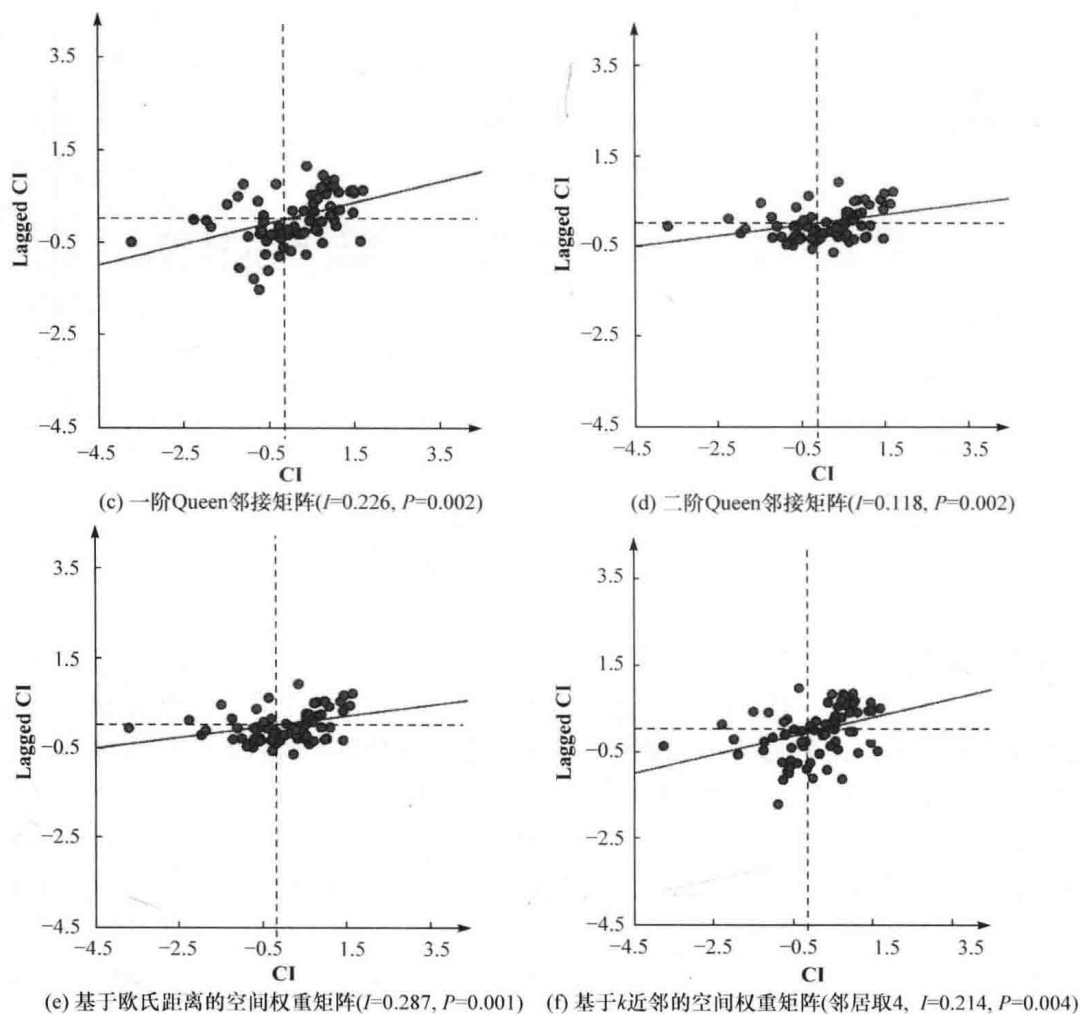


图 1.14 (续)

### 3) 局部空间自相关分析

为了进一步分析社会弱势性的局部特性,可以计算局部空间自相关指数。按照步骤 Space→Univariate Local Moran's I, 选取权重为基于欧氏距离的空间权重矩阵,在弹出的对话框中选择社会弱势性 CI 及相应的空间权重矩阵,并勾选“Cluster Map”。

结果如图 1.15 所示,中部五省的东北部地市弱势性得分显示出显著的“高-高”聚集现象,成为各维度较为劣势的地区;而五省中东部地区等地市显示出“低-低”聚集的现象。这表明局部空间自相关指数能揭示全局指数可能掩盖了的空间关系,因此建议读者在实际研究中将二者结合使用,充分探讨。

## 2. 社会弱势性空间类型模式

空间自相关性分析最多只能揭示弱势地区的空间模式,即解决“何处是较为劣势的地区”这样的问题,而无法解释“因何弱势”的问题。接下来,本实验使用聚类分析的方法对各维度弱势性指数进行统计分析。