

城镇群体空间结构 演化的信息机制

◎ 邓文胜 著



科学出版社

www.sciencep.com

城镇群体空间结构演化的 信息机制

邓文胜 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书通过遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术手段,从区域的角度来研究地球空间信息机制,通过对城镇群体空间信息的理解与分析来揭示城镇群体空间结构演化的几何形态、空间分布、空间组合、空间相互关系及变化规律。主要研究面向城镇群体空间结构的遥感影像数据融合技术、遥感图像分类与城镇建筑覆盖专题信息提取技术和反映城镇群体空间结构演化的信息指标和动态监测模型。

本书适合作为地理学、遥感科学、地理信息系统、资源环境与城乡规划管理、土地资源管理、城市规划等专业的高年级本科生、研究生学习用书,也可供从事城市建设、城市规划与管理、土地规划等方面的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

城镇群体空间结构演化的信息机制/邓文胜编著. —北京:科学出版社, 2010
ISBN 978-7-03-026267-7

I. 城… II. 邓… III. 地理信息系统—应用—城市空间—空间规划—研究 IV. P208 TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 235002 号

责任编辑:吉正霞 杨瑰玉 / 责任校对:董艳辉

责任印制:彭 超 / 封面设计:苏 波

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>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 12 月第 一 版	开本: A5(890×1240)
2009 年 12 月第一次印刷	印张: 6 1/2 插页: 4
印数: 1—1 000	字数: 193 000

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

城镇群体空间结构的形成演化、城市土地利用空间扩展、城镇群体演化动力及调控对策的研究是当今地理学界、城市规划学界、遥感科学界、地理信息科学界等学科研究的新的热点问题和地方各级领导十分关注的重大问题,也是地域空间理论体系的重要组成部分。

随着社会的进步、经济的发展、城市化的加速,城市范围日益扩大,城市形态呈现多样化,空间结构越来越复杂,城市空间关系从单一的城市内部关系走向与周边关系和城镇群体关系,城市间的相互作用也越来越明显,因此城镇群体空间结构的研究是大势所趋。

全书分八章,第一章绪论,重点介绍城镇群体、空间结构、信息机制的概念及其研究内容;第二章阐述城镇群体空间结构的构成要素、城镇群体空间结构研究的理论基础、研究方法和城镇群体空间结构演化的基本原理;第三章分析了不同的遥感数据源及应用,提出了基于证据理论的遥感影像数据融合方法;第四章讨论了遥感影像分类的各种方法,提出了基于证据理论的遥感图像分类方法;第五章研究了反映城镇群体空间结构演化的信息机制,提出了以信息机制为基础,用命题逻辑演算方法来分析城镇群体空间结构演化的新方法;第六章用灰色系统的理论和方法分析预测了武汉的城镇化水平;第七章在理论研究的基础上,实证研究了武汉城镇群体空间结构的演化过程;第八章总结与展望,包括研究结论与今后还要进一步做的工作。

在本书撰写过程中,得到了武汉大学许多老师、同学以及湖北大学同事和学生的帮助,还引用了一些参考文献中不属于本书,但又与本书密切相关的内容,有必要记录于此,表示感谢。

首先,有必要说明的是,在如此有限的的时间里,想要对如此庞大的题目进行全面的研究是非常困难的;在如此有限的篇幅里,想要对如此繁杂的内容进行系统的阐述也是几乎不可能的,虽然自感已尽了最大努力,但仍然存在许多不完善甚至谬误之处,诚恳地欢迎各方人士给予批评指正。

其次,应专门强调的是,书中引用了大量前人的一些研究成果,并尽可能地在参考文献中列出。对他们的工作,笔者一直怀有崇高的敬意,并对他们的工作对我的启发表示衷心的感谢;对于由于各种原因无法或由于本人疏忽未能标出的他们的工作,表示深深的歉意,并对引用过这些资料的作者表示真诚的谢意。另外,书中对他们工作的引述、评论,如有不当,概由笔者负责。

最后,要特别指出的是,这是一个凝聚了许多人的劳动、支持与关心的工作。可以毫不夸张地说,没有他们的支持、关心与帮助,仅靠个人的力量,这一工作是难以顺利地完成的。现记录如下,以表笔者深深的感激之情。

感谢武汉大学遥感信息工程学院博士生导师关泽群教授。在近四年的博士学习中,从论文的选题、研究、撰写以及审阅和修改过程,都倾注了大量的心血,博士论文中的一些算法更是直接来源于导师的思想。导师渊博精深的知识、严谨治学的态度、敏锐的思维、宽宏谦和的为人、平易近人的思想品德以及对科学忘我的精神,将是我以后为人治学的准则,永远激励我奋发向上。

感谢武汉大学遥感信息工程学院的领导、老师以及师兄师妹们对本书的完成提供了很大帮助。

本书的研究得到了湖北省教育厅自然科学类重点项目(D200510006)、武汉市科学技术局软科学类项目(20054005062-28-20)的共同资助,也是这两个项目的最终成果。

感谢湖北大学资源环境学院同事的关心和人文地理专业 GIS 应用方向硕士研究生邵晓莉、刘海、邵娟等为本书所做的校对工作。

此外,还要特别感谢科学出版社的相关领导和编辑人员,是他们不辞辛苦的工作,才使本书及时而保质地出版。

作 者

2009 年 9 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 为什么要研究这个题目	1
第二节 城镇群体空间结构演化概述	3
一、城镇群体概念与分类	3
二、城镇群体空间结构的概念及特征	4
第三节 国内外研究现状	12
一、国外研究现状	12
二、国内研究现状	15
第四节 信息机制及其研究内容	17
一、信息机制	17
二、空间信息机制的主要研究内容	18
三、本书的研究目标和研究内容	20
第五节 本书的基本框架	21
参考文献	22
第二章 城镇群体空间结构演化原理与要素解析	27
第一节 城镇群体空间结构演化原理	27
一、最小规模/门槛原理	28
二、非均衡变化原理	29
三、依赖形态原理	29
四、非均质原理	30
五、市场竞争原理	31
六、行为/社会学原理	32
七、机构机制原理	32

八、随机发生原理	32
九、城镇群体空间设计原理	32
十、相关性原理	33
第二节 城镇群体空间结构的要素构成	33
一、节点及节点体系	33
二、线及网络	36
三、城镇群体空间结构演化系统流态	37
第三节 城镇群体空间结构演化的状态描述	40
第四节 熵与城镇群体空间结构	41
第五节 城镇群体空间结构的影像要素解析	43
一、城镇群体空间结构与遥感影像信息的映射关系	43
二、城镇群体空间结构影像信息时空分布规律	44
三、引入时间维的遥感信息机制分析流程	45
参考文献	46
 第三章 面向城镇群体空间结构研究的遥感影像数据融合技术	48
第一节 遥感影像分析中的多尺度、多源数据	48
一、地理信息	48
二、遥感信息	49
第二节 多分辨率的遥感影像数据及其应用	50
一、高光谱卫星数据	50
二、Landsat 数据	52
三、SPOT 数据	53
四、中巴地球资源卫星	53
五、其他数据源	54
第三节 遥感影像数据融合技术	55
一、证据理论的基本概念	57
二、Dempster 合成法则	58
三、多源遥感数据融合	58
四、多波段遥感数据融合	61
参考文献	68

第四章 基于证据理论的遥感图像分类与城镇建筑覆盖专题信息

提取技术	70
第一节 遥感图像计算机分类问题	70
第二节 传统的分类方法	72
一、研究区和数据	72
二、监督分类方法	73
三、建筑指数与植被指数结合分类法	76
第三节 基于证据理论的图像分类方法	79
一、模式识别问题	79
二、识别证据	80
三、两个约定	80
四、相似程度	81
五、识别证据下的支持函数	81
六、基于证据理论的遥感图像分类	83
第四节 分类方法精度比较	87
第五节 从分类结果中提取城镇建筑覆盖区专题信息	91
参考文献	94

第五章 反映城镇群体空间结构演化的信息指标和动态监测

模型	97
第一节 形态变化的度量	97
第二节 城镇群体空间分布特征	99
一、分布密度和均值	99
二、分布中心	99
三、分布轴线	100
四、离散度	101
第三节 空间关系	101
一、空间距离	102
二、空间方位与空间方向关系	102
第四节 信息熵	104
一、信息熵的定义	104
二、遥感信息熵	106

三、土地利用信息熵计算	109
四、计算方法	109
第五节 城镇群体空间结构演化的动态监测模型	111
一、遥感信息的时空分析	111
二、常用的遥感动态监测模型	111
三、命题逻辑演算方法用于城镇遥感动态监测	112
参考文献	117
第六章 武汉城镇群体空间结构演化的灰色分析与预测	119
第一节 灰微分方程与 GM(1, 1)模型	120
一、灰微分方程	120
二、等间隔 GM(1, 1)模型	121
三、多维灰模型 GM(1, N)	122
第二节 城镇群体发展水平的多维灰色关联分析	124
一、分析全市城市化水平与三个产业发展水平的关系	125
二、各区城镇化水平与三个产业发展水平的关系	128
第三节 武汉市域城镇化发展水平灰色预测	130
第四节 建筑覆盖面积变化的灰色预测	132
参考文献	135
第七章 武汉城镇群体空间结构演化及再布局	136
第一节 研究区	136
一、以社会经济统计信息为数据源的研究区	136
二、以中心城为中心的城镇建筑覆盖信息提取的试验研究区	138
第二节 研究方法	138
第三节 技术路线	138
第四节 武汉城镇群体空间结构演化现状	140
一、城镇缓慢扩张阶段	140
二、城镇快速扩张阶段	141
三、郊区城镇化阶段	142
第五节 以社会经济统计信息为标志的武汉市域城镇体系变化 分析	144

一、数据源	144
二、研究方法	145
三、武汉市城镇体系的层次结构	146
四、武汉市域城镇体系节点的空间分布	147
五、以主城为中心的城镇空间分布	148
六、轴向分布的空间分析	149
七、人口信息的时空变化分析	150
八、城镇群体空间分布地域差异原因的回归分析	154
第六节 城镇群体空间土地利用覆盖变化信息分析	156
一、1993~1998 年武汉城镇群土地利用类型变化分析	156
二、1998~2002 年武汉城镇群土地利用类型变化分析	158
三、武汉城镇群体土地利用信息熵分析	160
第七节 城镇群体空间建筑覆盖变化信息分析	161
一、1993~1998 年武汉城镇建筑覆盖区变化分析	162
二、1998~2002 年武汉城镇建筑覆盖区变化分析	163
三、1993~2002 年城镇建筑覆盖区空间距离变化分析	164
四、城镇建筑覆盖空间方位和方向的变化分析	167
五、城镇建筑覆盖重心变化分析	167
六、城镇群体空间建筑覆盖变化统计分析	169
第八节 中心城(主城)演化分析	170
第九节 武汉城镇群体空间再布局探讨	172
一、武汉市域城镇群体空间布局原则	172
二、城镇发展地理条件的综合评价	172
三、武汉市域城镇体系再布局的构想	176
参考文献	179
 第八章 总结与展望	 181
第一节 本书的主要研究内容与创新之处	182
第二节 进一步的工作与展望	183
 附录	 185

图 版 目 录

彩图 1	相同空间范围的遥感数据空间特征比较—武汉经济 开发区(沌口)	图版 I
彩图 2	两个特征提取的样区 TM 影像(TM4、TM3、TM2 组合)	图版 I
彩图 3	1998 年 10 月 26 日 TM 图像	图版 I
彩图 4	研究区	图版 II
彩图 5	分类结果图	图版 II
彩图 6	2002 年 7 月 9 日武汉市 TM 影像(TM7(R)、TM4(G)、 TM2(B))	图版 III
彩图 7	1998 年 10 月 12 日武汉 TM 影像	图版 III
彩图 8	基于证据理论的土地利用分类图	图版 IV
彩图 9		图版 V
彩图 10	1993~1998 年土地利用类型复合图	图版 VI
彩图 11	1998~2002 年土地利用类型复合图	图版 VI
彩图 12	土地利用信息熵分布图	图版 VII
彩图 13	1993~2002 年城镇建筑覆盖空间距离分布	图版 VII
彩图 14	1993~2002 年城镇建筑覆盖按方位分布	图版 VIII
彩图 15	面积大于 1 km^2 的城镇建筑覆盖分布	图版 VIII

伴随着 18 世纪中叶的工业革命而产生的城市化现象已成为全球范围的普遍现象。在城市化过程中,城市人口所占比重的提高与城市规模的扩大成为城市化的两个主要特征。大城市、超大城市的出现是城市化发展的必然。但伴随着大城市的产生,在经济效益得到大幅度提高的同时,各种被称为“城市病”的社会问题、生态环境问题也随之产生。大城市如何进行有效管理,受到世界各大城市政府的高度重视。在西班牙,城市的一些工程 and 建设都有严格的管理。马德里市通过航空摄影、地面实况调查、更新城市地图,反映发生的变化。当城市规划中明显出现了问题,如交通拥挤、住房短缺、服务设施分布不均等,就要对城市重新规划得出结论。每隔两三年对城市进行一次空中高清晰度的彩色航空摄影,以取得最新的资料,每三个月进行一次黑白分辨率为 6 m 的航空摄影,费用很低,效果显著。另外,通过多波段摄像、观察差异、进行分析,可以精确地分辨出一些变化。我国目前所提出的“三农”问题和城乡一体化问题都涉及城市扩展。伴随着大城市的急剧膨胀,郊区城镇化提上议事日程,这一切触发我们对城镇群体空间结构演化的研究。

第一节 为什么要研究这个题目

从理论研究来看,从城市地理学及城市规划学角度对城镇个体空间结构研究的较多。国外代表性的学术成果如 *The Urban Pattern* (Gallion, Eisen, 1983), *Human Aspect of Urban Form* (Rapoport, 1997), *The Form of Cities* (Scargill, 1979), *Internal Structure of the City* (Borme, 1982) 等。国内近年来也出现了一些代表性的研究成果,如研究城市内部结构的专著《中国城市:模式与演进》(胡俊, 1995),研究城市外部形态的专著《中国城市形态、结构、特征及其演变》(武进, 1990),研究城市外部空间演化机制及规划技法的专著《城市外部空间开发规划研究》(黄亚平, 1995),专门研究大都市空间扩展的专著《中国大

都市的空间扩展》(姚士谋,1997)等。对城镇群体空间结构研究涉及较少,而且基本上是以城镇体系的研究为主,最具代表性的如 *System of Cities* (Bourne, Simmons, 1978), *The Theories of Urban Layout* (Ullman, 1998), *The American Urban System* (Johnson, 1982), *Analytical Urban Geography* (Cadwallader, 1985), 以及中国学者顾朝林《中国城镇体系——历史、现状、展望》(顾朝林,1992)等。叶舜赞于1994年出版的《城市化与城市体系》也对我国城镇体系进行了深入分析。张京祥博士出版的《城镇群体空间组合》(2000)是国内第一本系统研究城镇群体空间的专著,对今后城镇群体空间结构的研究有着重要的影响。

但从作为地球空间信息科学的组成部分的遥感科学和地理信息科学角度对城镇个体和群体空间结构进行理论研究的还较为鲜见。而地球空间信息科学从一诞生,就是以全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、遥感(RS)等空间信息技术(简称“3S”)为主要内容,并以计算机技术和通信技术为主要技术支撑,用于采集、量测、分析、存储、管理、显示、传播和应用与地球和空间分布有关数据的一门综合和集成的信息科学和技术,是地球科学的一个前沿领域,是“数字地球”的基础(李德仁,关泽群,2000;承继成等,2000)。城镇是地球表层最活跃的地域,城镇群体的空间分布规律和演化规律的研究,当然是地球空间信息科学的研究内容。所以本书以地球空间信息科学为理论,从信息机制出发来研究城镇群体空间结构演化具有重要的理论意义。

从实践发展需求来看,城镇群体空间相互作用、城镇群体空间协调有序的发展成为无法回避的紧迫课题。地理学界和城市规划界以长江三角洲、珠江三角洲、京津唐地区作为研究对象的研究成果较多,诸如《基于遥感与地理信息系统的城镇群体时空演变研究——以珠江三角洲为例》(胡伟平,2002)、《基于遥感和GIS技术的城市边缘用地分布的应用研究》(王浒,刘宇,2000)以及《基于GIS的北京城市土地利用扩展模式》(刘盛和等,2000)等。作为我国中部崛起的龙头——武汉城市群正在形成,本书选择以武汉为中心的武汉城市群作为城镇群体空间结构研究的实证区域,对现有的城镇群体空间结构的研究是一种补充和完善。

因此,本书从信息机制入手,运用地球空间信息科学理论、地理信息

系统和遥感等新技术和新方法,探讨城镇群体空间结构演化规律,并应用灰色系统理论分析和预测城镇群体未来的空间结构,为武汉城镇群体空间结构的整体优化和调控提供参考依据,因而其研究必然具有相当的理论与实践价值。

第二节 城镇群体空间结构演化概述

一、城镇群体概念与分类

张京祥(2000)认为,城镇群体(urban agglomeration 或 urban groups)从广义而言是指多个城镇分布、组织而成的一种空间形态。狭义而言,城镇群体区别于一般区域内多城镇分布现象,是其内部空间要素相对较为紧密的联系,而这种联系的紧密程度又直接导致了城乡混合区、城镇密集区、城镇连绵带等多种城镇群体空间亚形态的出现。因此所谓城镇群体,是指一定空间范围内具有密切社会、经济、生态等联系,而呈现出群体亲和力及发展整体关联性的一组地域毗邻的城镇。

姚士谋(1998)认为,城市群是在特定的地域范围内具有相当数量的不同性质、类型和等级规模的城市(包括小集镇),依托一定的自然环境条件,人口密度较大,生产高度技术化,土地利用集约化,以一个或两个特大城市和大城市作为地区经济发展的核心,借助于现代化的交通工具和综合运输网的通达性以及高度发达的信息网络,发生与发展着城市个体之间的内外联系,共同构成一个相对完整的城市群区。也有人认为,城市群是由若干个中心城市在各自的基础设施和具有个性的经济结构方面,发挥特有的经济社会功能,而形成—个社会、经济、技术一体化的,具有亲和力的有机网络。地理空间应视为城市群生存和发展的重要条件。城市群具有四个特征:①城市群形成发展过程中的动态特征;②城市群具有区域城市的空间网络结构性;③城市群具有区域内外连续性和开放性特点;④城市群内的城市具有相互之间的吸引集聚和扩散辐射功能。

作者认为,从系统的角度定义城镇群体,可以概括为:在一定地域空间范围内,中心城市与周围城镇之间通过信息流动而发生的相互联系、相互作用、相互影响、相互依赖、互为条件,而形成的不可分割的整体。城镇

群体也是系统,它当然也有等级之分,有地方性城镇群体(local urban groups),即多数学者所称的城镇体系、地区性城镇群体(regional urban groups)和全国性城镇群体(national urban groups)。以武汉为例,从低级到高级,可称为武汉城镇群、武汉城市圈和武汉大都市圈。若用数学函数来描述城镇群体的概念,可以用微分方程表示为

$$\frac{dUG}{dt} = f_i(C, T, R, E, I, D)$$

式中,UG 表示城镇群体(Urban Groups); $\frac{dUG}{dt}$ 表示在 t 时刻,城镇群体的状态; f_i 为函数, C, T, R, E, I, D 分别表示城市(city)、镇(town)、关系 (relationship)、环境 (environment)、信息 (information)、距离 (distance)。该公式含义为: 在某一时刻,城镇群体与城镇规模大小有关,与城镇之间距离远近有关,与城镇之间信息量的大小有关,与城镇之间相互作用的强弱有关,与城镇周围的环境有关。

图 1-1 显示了城镇群体是一个开放性的系统,且具有层次性。城镇群体由相互联系、相互作用的要素(城镇)组成,每个子系统(城镇群)又是更高级系统(城市圈)的部件,城市圈又构成大都市圈,大都市圈又构成更高级的全球性城市系统(曾菊新,1996)。

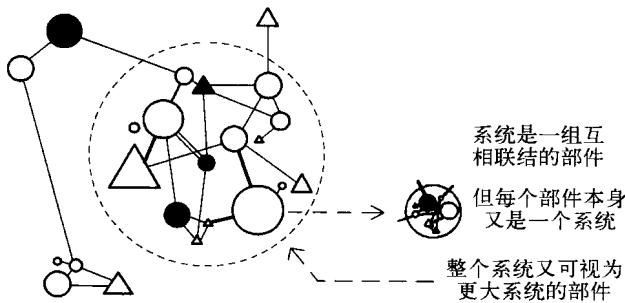


图 1-1 城镇群体构成图示

二、城镇群体空间结构的概念及特征

(一) 城镇群体空间结构的概念

广义的空间结构(spatial structure)是指某一区域范围之内自然、

生态、经济和社会等结构的组合。它反映的是自然和人类活动作用于地球表面所形成的空间组织形式,一定地区空间结构的形成和变化,取决于构成区域成分或要素及各种不同物质结构间的变换关系。

狭义的空间结构常指以资源、环境、人类活动场所为载体的产业(带)为中心问题的空间分异与组织关系(王铮,1993)。

城镇群体空间结构(urban groups spatial structure)实质上是从空间的角度探索城镇群的形态和城镇之间的相互作用和相互关系,在理性的组织原理下的表达方式。城镇群形态(urban groups form)包含了各城镇的空间形式(urban patterning)、人类活动和土地利用的空间组织、各城镇景观(urban landscape)的描述和类型学(morphology)分类系统等多方面的内涵。城镇间相互作用(urban interaction)是指若城镇群体内部某一个要素或某个城镇的变化对相互关联的所有要素或城镇都将产生影响。一般地,在城镇群体系统内部城镇之间相互联系都通过流的集聚与扩散形式连接起来的。这些流,有的来自城镇群体内各组成要素的联系,有的来自外部城镇群间的联系,它们通过城镇空间结构和城镇群体的变化达到自组织和自适应的目的(顾朝林,2000)。

(二) 城镇群体空间结构的基本特征

城镇群体空间结构的基本特征表现为系统性、区域性和稳定性。

城镇群体空间结构的系统性是指城镇群体空间结构要素之间存在着稳定的联系,这种关系具有统一性、整体性和综合性。统一性表现为空间结构要素在一定条件下,均保持一种空间相互作用的状态。整体性特征是当对系统的某一结构要素实行某种程度的干扰时,会出现整个系统的变化,如节点城市发展某种具有影响力的新兴产业,这个节点城市所在的空间结构将随之出现与新兴产业相关联的一系列调整或变化。综合性表现为空间结构要素的多样性,相互作用关系的多样性以及功能效应的多样性。

区域性指不同类型地区(如城镇和乡村)、不同发展水平地区(发达与不发达地区),其空间结构具有明显的区域个性或景观特性。不同的城镇群体空间,其结构状态、水平、效益和功能等方面存在着显著的差异性,呈现出突出的空间个性。

稳定性指一个城镇群体空间结构一旦形成,总是趋向于保持某一状态,这就是城镇群体空间结构的稳定性。在城镇群体空间结构系统的发展运行中,要素是活动的,而结构则是相对稳定,从而使系统保持稳定状态,也就是说结构使空间经济系统保持质的稳定性和连续性。但是,城镇群体空间结构的稳定性又是一种动态稳定性,这是因为空间结构本身是一个非平衡结构。作为非平衡的空间结构,其节点、网络和域面诸要素的结合不能随便改变,呈现相对的稳定性,但它又经常保持着与外界环境的物质、能量和信息交换的特点,即动态稳定。

(三) 城镇群体空间结构的其他重要特征

城镇群体空间结构除具有系统性、区域性和稳定性特征外,还有极化性和扩散性、有序性和等级层次性特征(曾菊新,1996)。

1. 极化性和扩散性

极化性和扩散性是城镇群体空间结构形成和演化的重要机制。所谓极化,指城镇群体空间结构要素向某个具有区域优势的地点聚集,并逐步成为整个地域范围内的发展极核的空间经济现象。这种极核在地域经济空间中一旦形成,就会具有一种自我发展的能力,可以不断为自己进一步发展创造条件。所谓扩散,是指要素由极核向外围扩散的空间位移过程。一般认为只有当增长极核(区)不存在集聚经济和规模经济效益时,才出现扩散作用。空间结构要素的极化与扩散模式参见表 1-1 和图 1-2(吴传钧,侯锋,1990)。

表 1-1 空间结构要素的极化与扩散过程

极化与扩散	地域经济空间的过程
波状极化	生产力要素逐步由外围区向核心区聚集,多反映在宏观空间尺度上
波状扩散	与上述过程相反
向心极化	外围区的节点(要素)向核心区的节点极化,多反映在区域内部
辐射扩散	与上述过程相反
等级极化	低层次的节点依次向高层次的节点极化
等级扩散	与上述过程相反
跳跃式扩散	生产力要素跨越空间距离的限制,直接在区际首位节点扩散