

◎主编 沈 竞

区域景观格局 时空综合模型系统及实证研究

QUYUJINGGUANGEJU
SHIKONG
ZONGHEMOXINGXITONG
JISHIZHENGYANJIU

陕西师范大学出版总社有限公司

地理学·人文地理学

区域景观格局

时空综合模型系统及其实证研究

QI YUJUN, GUO LINGJIAN

SHIKONG

ZONGHE MOXING XITONG

THE INTEGRAL MODEL



中国地理学会地理学专业委员会 推荐

SHIKONG
ZONGHEMOXINGXITONG
JISHIZHENGYANJIU

区域景观格局 时空综合模型系统及实证研究

主 编 沈 竞

副主编 林振山

编 者 沈 竞 王 浩

宋丁全 姚 松

陕西师范大学出版总社有限公司

图书代号 JC12N0172

图书在版编目(CIP)数据

区域景观格局时空综合模型系统及实证研究 / 沈竞主编.
—西安: 陕西师范大学出版总社有限公司, 2011. 12
ISBN 978 - 7 - 5613 - 5901 - 3

I. ①区… II. ①沈… III. ①景观—区域环境规划—
环境遥感—研究—江苏省 IV. ①X321. 253

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 272942 号

区域景观格局时空综合模型系统及实证研究

主 编 / 沈 竞
责任编辑 / 贾旭彪
责任校对 / 郝宇变
封面设计 / 鼎新设计
出版发行 / 陕西师范大学出版总社有限公司
(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)
网 址 / <http://www.snupg.com>
经 销 / 新华书店
印 刷 / 西安创维印务有限公司
开 本 / 880mm × 1230mm 1/32
印 张 / 6.75
字 数 / 160 千
版 次 / 2011 年 12 月第 1 版
印 次 / 2011 年 12 月第 1 次印刷
书 号 / ISBN 978 - 7 - 5613 - 5901 - 3
定 价 / 14.00 元

国家自然科学基金资助

项目名称:全新世亚洲季风与太阳活动的多尺度
非线性诊断和统计动力预测

编 号: 41173093



区域景观格局变化的时空模拟是区域生态管理的重要组成,深刻理解区域景观格局的时空动态,并在此基础上制定有效的适应性政策措施是实现区域可持续发展的重要保障。江苏省是我国人口密度最大的区域之一,随着《江苏沿海地区发展规划》的实施,对于其区域的景观格局研究,能够深入理解景观与人类活动之间的关系,对未来该区域景观格局安全意义重大。空间统计分析建模与景观格局研究是景观生态学的重要研究领域,建立符合景观生态学原理的数学模型来解决区域规划的实际问题是较为复杂的,然而又是具有重大理论意义和实际价值的。计算机技术的发展,空间遥感数据的不断丰富,为模型的建立和实现提供了必要的基础。

沈竞博士在坚实的数学基础上,从硕士研究论文起就致力于区域景观生态系统的格局理论探讨与区域可持续发展规划模型的

研究,提出了贝叶斯统计用于区域景观格局研究的基本数学模型框架,先后在不同空间尺度的区域中进行模型的检验。以整个江苏全省的土地利用数据作为案例,并结合整理的统计数据,系统地分析了区域的多层次、多类别的景观格局指数,并对其进行筛选和分类,提出了独到的见解和创造性的景观综合指数,并在数据基础上提出了基于贝叶斯框架的区域景观格局模型系统。贝叶斯统计与 R 语言结合的 WinBUGS 为区域科学研究提供了有力的技术手段。这种跨学科的工作,顺应了时代潮流和科学发展的需求。全书系统地论述贝叶斯非线性回归模型的基本理论、方法、技术和应用问题。主要内容包括:①景观的驱动因子模型,将非量化驱动因子的影响也考虑在模型的建立之中;②区域景观关键点模型,定性研究上升为定量研究;③贝叶斯-马尔可夫预测模型,考虑区域全局效应的景观斑块数量变化预测模型。这拓展了应用数学的新领域。这本书预期是会受到相关专业的读者欢迎的。

马克思当年预言的“一门科学只有当它成功地运用数学后,才算达到完善的地步”正在不断得到证实,在这样的背景下,应用数学的重要性得到广泛的认同,地理信息系统及其可视化技术已经成功地广泛应用于社会生产和人们生活的各个层面,有了一些显著成就,但对地理分析,特别是景观格局分析和变化过程的模拟等还是缺乏一系列的校验模型。

长三角的经济腾飞与人口密度的不断增高,区域的景观格局变化快速,人类活动与景观格局变化之间的关系密切,人地矛盾的不断突出,要求区域规划不再是单纯经济的、物质的建设发展规划,而需要将经济因子、社会因子、文化因子、环境因子综合协调,提升区域发展质量。区域景观格局的特征是区域地理环境的表征,关于它的研究成果必将作为区域可持续发展的宏观调控政策制定的依据,需要我们运用现代空间统计模型系统,来进行区域景

观格局的模拟、评估与预测。沈竞博士的工作,为这方面的应用基础研究,披荆斩棘,开拓了一条新路。

“科技是第一生产力的方针政策能否真正贯彻落实,是关系到国家和谐快速发展的根本所在。”从国外经验看,西方国家在 20 世纪中叶曾对区域发展进行行政管制,但效果甚微。融汇东方管理哲学的综合平衡观点与科学技术分析手段之所长,通过从定性到定量的集成,研制区域景观格局的模型系统,完善区域可持续发展规划、管理、决策的信息系统工程是大有可为的。贝叶斯统计基于先验的思想与区域景观格局分析研究的实际问题非常贴合。模型系统不断完善将发挥我国应用数学、空间科学、信息科学及中国环境伦理学的优势。

资源与环境信息系统国家重点开放实验室长期支持资源环境模型与系统模拟方面青年科学家的建模工作,希望与他们通力合作的研究成果,服务于国家区域规划建设,对人类的可持续发展有所贡献。

愿应用数学的研究成果更多地用于实践之中。

岳天祥
2011年11月22日

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 区域景观格局的研究背景	(2)
1.2 国内外区域景观格局研究的现状及趋势	(5)
1.3 景观格局研究中的数学模型	(7)
1.4 景观格局研究评述	(11)
第 2 章 景观格局时空综合模型系统的理论基础	(14)
2.1 景观生态学基础	(14)
2.1.1 景观生态的基本概念	(15)
2.1.2 景观的动态分析	(19)
2.1.3 景观驱动因子	(21)
2.1.4 景观的区域规划理论	(23)
2.1.5 景观与土地可持续利用	(26)
2.2 新经济地理理论	(27)
2.3 相关数理基础	(29)
2.3.1 Bayes 统计	(29)
2.3.2 常均值折扣模型	(32)
2.3.3 构造先验分布的策略	(32)
2.3.4 MCMC 方法 (Markov Chain Monte Carlo Simulation)	(33)
2.3.5 粗糙集理论	(39)
2.3.6 典型相关分析	(41)
2.4 技术及相关软件介绍	(42)
2.4.1 遥感、地理信息系统 (GIS)	(43)



2.4.2 景观分析与 Fragstats	(44)
2.4.3 贝叶斯模型的模拟方法与 OpenBUGS 软件包	(45)
2.4.4 数据预处理基础与 ROSETTA、SPSS 应用 软件	(47)
2.5 本章小结	(49)
第3章 区域景观格局研究中的基础资料分析	(50)
3.1 研究区域概况(建模环境)	(50)
3.2 研究区域的土地分类体系(数据资源)及多期 景观生态类型图的生成	(52)
3.2.1 区域景观(土地)类型分类	(52)
3.2.2 基于 GIS 技术的景观数据处理的数据源	(54)
3.2.3 统计数据和其他数据预处理	(57)
3.3 江苏省五个时期的景观生态类型图的生成	(58)
3.3.1 景观生态类型图的生成的技术路线	(58)
3.3.2 五个时期的景观格局生态类型图	(62)
3.3.3 研究区域景观格局的定性分析	(63)
3.4 五个时期的景观格局指数	(65)
3.4.1 景观格局指数数据选取	(65)
3.4.2 被选取的区域景观格局指数的生态学意义	(67)
3.4.3 景观格局指数的斑块和景观级别上的比较 分析	(74)
3.4.4 四个时期斑块间的转移状况矩阵	(78)
3.5 景观格局综合分析	(79)
3.5.1 五个时期的景观格局指数变化(时间尺度 景观格局指数)	(80)

3.5.2 四个阶段的景观格局变化	(85)
3.5.3 三个区域的景观格局指数变化	(86)
3.5.4 主要的景观斑块类型的变化分析及斑块 类型转换流量分析	(90)
3.6 沿海建造用地的分区域景观格局分析	(93)
3.7 本章小结	(95)
第4章 贝叶斯框架下的区域景观综合模型构建	(96)
4.1 景观模型分类及贝叶斯思想解决景观格局研究 问题的理由	(96)
4.1.1 景观格局研究的模型分类	(96)
4.1.2 贝叶斯思想解决景观格局研究问题的理由 与现状	(99)
4.2 驱动因子非线性统计模型	(100)
4.2.1 模型系统的贝叶斯统计数理	(101)
4.2.2 广义非线性模型用于本次研究的可行性 分析	(104)
4.2.3 本研究选用的模型形式	(106)
4.2.4 参数先验分布的选取	(108)
4.2.5 模型的参数推断算法(EM 算法)	(109)
4.3 强影响点判断的模型	(112)
4.3.1 异常点与强影响点	(112)
4.3.2 研究所采用的判断统计量形式(Cook 距离)	(113)
4.3.3 获得广义 Cook 统计量的算法过程	(114)
4.4 动态贝叶斯景观格局预测模型	(115)
4.4.1 预测模型的种类与选择	(116)
4.4.2 目前状态转移概率矩阵系统预测中存在的 问题	(118)



4.4.3 非突变贝叶斯转移概率模型的数理基础	(119)
4.5 本章小结	(121)
第5章 区域景观格局驱动因子分析	(123)
5.1 研究区域景观格局的驱动因子分类分析	(123)
5.1.1 交通对区域景观格局的影响	(124)
5.1.2 人口对土地利用/覆被变化的影响	(126)
5.1.3 社会政策驱动	(127)
5.2 驱动因子筛选的重要性	(128)
5.3 基于时间尺度的驱动因子属性约简分析	(129)
5.3.1 属性因子与景观综合指数决策因子的确定	(129)
5.3.2 模型符号系统建立	(130)
5.3.3 属性聚类与决策因子的确定	(133)
5.4 对驱动因子的决策属性的分析结果	(136)
5.4.1 人口属性因子与 <i>ILI</i> 决策因子分析	(136)
5.4.2 第二产业属性因子与 <i>ILI</i> 决策因子分析	(141)
5.4.3 交通属性因子与 <i>ILI</i> 决策因子分析	(143)
5.4.4 耕地属性因子与 <i>ILI</i> 决策因子分析	(145)
5.5 空间区位的驱动因子典型相关分析	(147)
5.5.1 研究方法与研究基础	(147)
5.5.2 典型相关模型实现过程	(148)
5.6 本章小结	(152)
第6章 区域贝叶斯综合模型的实证研究	(154)
6.1 驱动因子广义线性模型实证研究	(154)
6.1.1 江苏沿海区域概况	(155)
6.1.2 沿海建造用地的数据获取及驱动因子分析	(156)

6.1.3 概念图与模型参数的确定	(158)
6.1.4 结果分析	(163)
6.2 景观生态战略点模型的实证研究	(165)
6.2.1 景观生态战略点理论	(165)
6.2.2 数据的获取	(165)
6.2.3 结果分析	(166)
6.3 江苏省景观格局变化的预测	(168)
6.3.1 马尔可夫预测模型的局限性	(169)
6.3.2 江苏省景观格局的定性预测	(170)
6.3.3 数据的整理及景观转移矩阵的生成过程	(171)
6.3.4 预测结果	(173)
6.3.5 结果分析	(175)
6.4 本章小结	(177)
第7章 结论与讨论	(179)
7.1 区域景观格局时空动态	(179)
7.1.1 江苏省省域范围内的景观格局时空变化	(179)
7.1.2 江苏省沿海区域的景观格局时空变化 ...	(181)
7.2 景观格局时空综合模型系统的建立	(182)
7.2.1 模型理论系统对景观格局研究的理论发展	(182)
7.2.2 时空综合模型系统的三个部分	(182)
7.3 实证研究部分	(183)
7.3.1 江苏沿海区域的景观格局变化——建造用 地变化与驱动因子	(183)
7.3.2 江苏沿海区域强影响点选取	(183)
7.3.3 江苏省景观格局变化预测	(183)



7.4 研究中的不足与展望	(184)
7.4.1 研究中的不足	(184)
7.4.2 研究展望	(186)
参考文献	(187)
后记	(202)

第1章 绪论

随着全球生态环境变化研究的深入和发展,各国科学家越来越感到人类活动对环境变化的影响,尤其是人类的生存与发展对区域的开发利用及其所引起的区域景观格局变化被认为是全球环境变化中的重要组成部分。作为区域景观格局最主要的体现形式之一,土地利用的变化是研究的重中之重。国际地圈—生物圈计划(IGBP)和全球环境变化中的人文领域计划(IHDP)联合提出“土地利用和土地覆盖变化(Land-Use and Land-Cover Change,LUCC)”研究计划,使土地利用变化研究成为目前全球变化生态环境研究的前沿和热点课题。土地利用与景观格局分析一直是研究的重要方向,它既受自然因素的制约,又受社会、经济、技术和历史等因素的影响,具有很强的综合性和地域性。对其自然与社会经济驱动力的分析,也无疑将成为一个更为人们所关注的核心。

20世纪80年代,作为景观生态学的创始人之一,Richard T. Forman教授强调景观生态学与其他生态学科的不同,着重于研究较大尺度上不同生态系统的空间格局和相互关系,在景观生态规划设计中,有5个必不可少的要素,包括:时空背景、整体景观、景观中的关键点、规划区域的生态特性和空间属性。提出用以解决土地保护和开发矛盾的“空间解决途径”,系统地总结和归纳了景观格局的优化,并强调景观空间格局对过程的控制和作用,即通过格局的改变来维持景观功能、物质流和能量流的安全。这表明景观生态学已经开始从静态格局的研究转向动态格局的研究。



随着卫星遥感技术和空间信息系统技术的发展,地学界对地球陆地表面的空间特征和现代过程的研究由于得到了完整的数据支持而进入了定量化研究的阶段,且在自然和人文交互影响过程的定量化研究方面表现尤为突出。作为自然和人文过程交叉最为密切的区域景观格局变化,往往受经济因素驱动,而为另一些因素(如自然)所约束。

1.1 区域景观格局的研究背景

因人类活动导致的环境景观异变所产生的重大问题,将促使地理科学和其他学科的综合研究趋向深度和广度,美国国家基金会在 2000—2010 年“地球科学”规划中,已将有关“人类活动而导致的生态变异”的研究列为支持的重点,而有关利用数学模型在生态学中的应用研究能为二者的辩证数量关系找到佐证,更成为重点的重点。“把人类和人类活动整合到景观生态学”列为 21 世纪景观生态学的主题部分。科技的快速发展,使人类可以从宏观上观测周围环境的变化,典型的的就是大尺度景观格局的变化以其土地利用的变化表现出来 (Forman, 1993; 肖笃宁, 1992)。国际地圈—生物圈计划 (IGBP) 和全球环境变化中的人文领域计划 (IHDP) 于 1995 年联合提出了“土地利用和土地覆盖变化”研究计划,力图通过对人类驱动力—土地利用/土地覆盖—全球变化—环境反馈间相互作用机制的认识,建立能够用来预测未来土地利用/覆盖变化,评价其生态环境后果并提供决策支持的土地利用/土地覆盖模型。土地利用/覆盖变化研究一直是全球变化研究的热点课题 (Liu et al., 2005; 彭建等, 2004; 傅伯杰等, 2003)。

景观格局的形成反映了不同的景观生态过程,与此同时景观格局又在一定程度上影响着景观的演变过程 (Lambin et al., 2001; 史培军等, 2006)。GIS 的出现为区域的景观格局变化研究提供了

有力的研究工具,以地理信息系统作为技术手段,建立景观要素的发展动态图,根据生态过程、扩展趋势或时间尺度确定不同的层次格局。通过这些不同层次、不同要素的景观格局组合,就能对景观空间结构进行有效的了解和认识(邬建国,2003)。人类总是在认识自然、改造自然的过程中向前发展的,所以,对不同层次、不同要素组合的研究是景观格局研究的核心点之一,这也是景观格局优化控制首先要解决的问题,对景观格局的判断是以景观生态学理论和方法为基础,基于景观过程和格局的关系,通过对景观过程的分析和模拟,来判别这些过程是否促使景观稳定发展或景观格局具有意义,并以此作基础对景观格局进行优化,这是景观格局研究的重要点之一。景观格局的优化研究需建立在对景观格局与景观生态过程、景观生态功能关系的深入理解上,通过对格局变化的自然因素和社会因素的分析进而确定变化的驱动机制,选取合适的模型进行格局优化。这便是目前主要的景观格局优化研究方法(阳含熙,1988;李秀珍,2000)。景观空间格局分析是景观生态学基础研究的核心之一,对于大尺度区域生态环境现状评价及发展趋势分析都是十分有效的手段(傅伯杰,2004)。

景观格局还包含研究区域干扰在内的各种生态过程在不同尺度上作用的结果,也反映一定社会形态下人类活动和社会经济的发展情况,区域景观格局变化的时空模拟对区域生态管理非常重要,深刻理解区域景观格局的复杂时空动态,并在此基础上制定有效的适应性政策措施是实现区域可持续发展的重要保障。因此在进行景观格局优化模拟中,不仅需要考虑自然因素,还需考虑社会、经济以及政策因素对格局的影响。根据研究区域的特点,从景观变化的驱动因子出发,确定不同因子在景观变化中的作用,选取主要的影响因子,与模型有机结合,从而建立更符合区域格局变化的优化预测模型。基于贝叶斯理论的景观格局研究,能够将已知