

F UZA KONGJIAN JUECE MOXING
ZAI QUYU TUDI LIYONG GUIHUA

复杂空间决策模型 在区域土地利用规划 布局中的应用研究

BUJU ZHONG DE YINGYONG YANJIU

杨小雄 著



中国大地出版社

复杂空间决策模型在区域土地利用规划布局中的应用研究

杨小雄 著

中国大地出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂空间决策模型在区域土地利用规划布局中的应用
研究/杨小雄著. —北京: 中国大地出版社, 2009. 9

ISBN 978 - 7 - 80246 - 204 - 5

I. 复… II. 杨… III. ①地理信息系统—应用—土地规
划—研究 ②遥感系统—应用—土地规划—研究 IV.

F301.23 P208 TP73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 164831 号

责任编辑: 刘 迪 陈维平 祝 方

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010 - 82329127 (发行部) 82329007 (编辑部)

传 真: 010 - 82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

印 张: 7.5

字 数: 200 千字

版 次: 2009 年 9 月第 1 版

印 次: 2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 500 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 204 - 5/F · 351

定 价: 28.00 元

版权所有 · 侵权必究

前 言

土地资源是人类社会赖以生存的基本资源，也是经济社会发展的调控对象。作为对社会经济发展提供用地保障和调控功能的土地利用规划，是实现经济社会可持续发展的重要举措。区域土地利用规划布局是土地利用规划的核心成果之一，其成果质量直接关系到土地利用规划的实施与管理成效。通过对土地利用规划布局理论基础及研究进展的总结，探讨新一轮土地利用规划在经济全球化和区域一体化、信息时代背景下土地资源的规划布局问题，对区域社会经济的可持续发展具有重要的意义。

传统的土地利用空间布局主要采用综合分析法、主导因素法、叠置法和聚类法，这些方法缺乏对土地利用单元之间相互作用关系的研究，因此，常因规划布局不当而产生许多问题。20 世纪 80 年代以来，有关土地利用空间演化的理论和动态模型研究有了长足的发展，用复杂系统理论和方法来分析土地利用系统的空间复杂性问题，为土地利用空间决策开辟了新思路。鉴于此，本书在复杂空间决策理论和方法的指导下，着重探讨复杂空间决策的区域土地利用规划布局问题。具体包括以下内容：

本书首先对该课题的研究背景和选题意义进行了论

述,进而对国内外区域土地利用规划布局的理论与方法的研究现状进行了总结,分别对土地利用规划布局的理论体系、土地利用规划布局的模式、方法进行了分析,阐述了区域土地利用规划布局研究存在的不足,提出了以复杂性理论、复杂适应系统理论为指导的复杂空间决策方法,为土地利用空间决策开辟了新思路。此外,作者还对本书的研究目标、研究内容及组织结构进行了介绍。

本书阐述了复杂性理论和复杂适应系统理论的起源、特点、主要思想。在此基础上,对复杂空间决策概念框架体系进行了分析,即复杂空间决策是以复杂性科学理论为基础,以自动机网络为手段,综合运用决策科学中的新成果,使之与多智能体理论、人工神经网络相结合的决策方法。探讨了复杂空间决策的模型体系,对元胞自动机理论、多智能体理论、人工神经网络、模糊计算、遗传算法、空间数据挖掘的基本概念、特征以及复杂空间决策建模进行了分析。

本书进一步探讨了区域土地利用规划布局的复杂性机制,包括多尺度耦合机制、约束机制、动力机制、决策机制、评价机制。在多尺度耦合机制中,对不同尺度的土地利用规划布局内涵及耦合方法进行了分析,提出土地利用规划布局研究应在大尺度、中尺度、小尺度多个尺度上耦合;在约束机制研究中,对土地利用规划布局的政策、制度及相关规划约束、土地适宜性约束、土地利用惯性约束、土地利用指标约束等约束因素进行了分析,并对其约

束程度的模糊表达进行了探讨；在动力机制中，提出土地利用规划布局应主动适应土地利用格局变化的动力要求，并对其动力机制（自然条件、社会经济条件、科学技术条件）进行了阐述；在决策机制中，探讨了土地利用规划布局复杂决策过程，并对其决策构成要素（决策主体与决策客体、决策目标与价值准则、决策信息与决策结构、决策过程与决策结果）进行了分析；在评价机制中，对土地利用规划布局方案的评价准则、评价指标及评价方法进行了分析。

本书探讨了基于约束条件的元胞自动机土地利用规划布局模型和基于元胞自动机多智能体（CA-Agent）复合决策的土地利用规划布局模型。

在基于约束条件的元胞自动机土地利用规划布局模型中，对元胞自动机模拟土地利用规划布局的可行性进行了分析，对标准的元胞自动机模型的元胞含义、规则定义等进行了扩展，探讨了元胞自动机模型在政策及相关规划约束、邻域耦合、适宜性约束、继承性约束下元胞转换指数，研究了以元胞转换指数为基础的元胞转换函数规则，即土地利用规划布局是元胞转换指数及土地利用规划控制指标的函数。在此基础上，确定土地利用控制指标的序列满足规则、种子的选择、阈值的确定及种子的扩张的规则、元胞转换数量的控制规则等。

在基于 CA-Agent 复合决策的土地利用规划布局模型中，分析了复合决策模型的可行性。以多智能体理论为基

基础构建多智能体决策模型，以元胞自动机理论为基础构建土地利用空间系统对多智能体决策作用的反馈，两者共同作用于模型中的环境因素层，从该层中获取信息并将决策的结果反馈到土地利用环境因素层中，通过智能体的协商，找到最有利的土地利用规划布局方案，既与上级规划布局相衔接，又与下级规划布局相衔接。本书阐述了复合决策模型的基本框架，对模型的构成、层次、决策过程进行了分析，并对多智能体的组织、多智能体的知识和推理规则、智能体的决策方法、智能体的协商、效用函数及最终决策进行了分析。

在上述研究的基础上，本书以广西东兴市土地利用规划布局为例进行了实验研究。对广西东兴市的自然条件、资源条件、社会经济条件及发展趋势进行了分析。阐述了模型运行的基本流程，对模型运行所需的基础数据及参数进行了详细的准备，对系统运行及模型的模拟结果进行了检验分析，经检验后运行模型系统并得到东兴市土地利用规划布局成果；对模型的合理性、误差性、局限性等模型效果进行了分析。通过两模型的运行，对两模型的模拟图斑、两模型实现机制、性能特点进行了对比分析，并对两模型的模拟方案进行了简要的评价，从而得到东兴市土地利用规划布局的基本结论，并对模型存在的问题、适用条件、参数、分辨率等问题进行了讨论。

本书是广西应用基础研究专项“基于 CA-Agent 复合模型的区域土地利用规划布局研究（0731022）”的主要研

究成果，是在我的博士学位论文基础上修改而成的。此项研究得到了我的导师——武汉大学长江学者特聘教授刘耀林博士的指导。书中处处凝聚着导师的心血。在资料的收集处理中得到了苏夏、梁燕燕、黄小兰的帮助，在项目的研究和本书撰写的过程中，参考了大量有关的文献，在此表示感谢。

由于水平有限，本书肯定存在许多不足之处，欢迎大家不吝赐教，批评指正。

作 者

2009 年 7 月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.1.1 土地可持续利用管理	(1)
1.1.2 土地利用宏观调控	(2)
1.1.3 土地用途分区管制制度	(4)
1.2 国内外研究现状与动态	(5)
1.2.1 土地利用规划布局理论体系研究	(6)
1.2.2 土地利用规划布局模式体系研究	(8)
1.2.3 土地利用规划布局方法体系研究	(12)
1.2.4 土地利用规划布局研究存在的不足	(17)
1.3 研究的意义与应用前景	(18)
1.3.1 研究的意义	(18)
1.3.2 应用前景	(20)
1.4 研究的内容与技术路线	(22)
1.4.1 研究的目标	(22)
1.4.2 研究的内容	(22)
1.4.3 研究的技术路线	(23)
1.5 论文的结构安排	(23)
1.6 本章小结	(25)
第2章 复杂空间决策的理论与方法	(26)
2.1 复杂性理论基础	(26)
2.1.1 复杂性理论的起源	(27)

2.1.2	复杂性理论的基本特点	(28)
2.1.3	复杂性理论的主要思想	(30)
2.2	复杂空间决策框架体系	(31)
2.2.1	空间决策	(31)
2.2.2	复杂空间决策基本框架	(33)
2.3	复杂空间决策的模型体系	(37)
2.3.1	元胞自动机	(37)
2.3.2	多智能体	(44)
2.3.3	人工神经网络	(50)
2.3.4	模糊计算	(52)
2.3.5	遗传算法	(53)
2.3.6	空间数据挖掘	(54)
2.4	复杂空间决策建模	(55)
2.4.1	复杂空间决策模型的发展	(55)
2.4.2	复杂空间决策建模的几个关键环节	(57)
2.4.3	复杂空间决策模型的发展趋势	(61)
2.5	本章小结	(62)
第3章	土地利用规划布局的复杂性研究	(64)
3.1	基本理论基础	(65)
3.1.1	土地利用空间	(65)
3.1.2	土地利用总体规划	(67)
3.1.3	土地利用规划布局	(69)
3.2	土地利用规划布局的多尺度耦合机制	(70)
3.2.1	多尺度的土地利用规划布局的内涵	(70)
3.2.2	多尺度的土地利用规划布局的耦合机制	(73)
3.3	土地利用规划布局的约束机制	(74)
3.3.1	土地利用规划布局的约束因素	(74)
3.3.2	约束因素的约束程度模糊表达	(80)

3.4 土地利用规划布局的动力机制	(83)
3.4.1 自然条件	(83)
3.4.2 社会经济条件	(84)
3.4.3 科学技术条件	(90)
3.5 土地利用规划布局决策机制	(91)
3.5.1 土地利用规划布局决策	(92)
3.5.2 土地利用规划布局决策要素	(95)
3.5.3 土地利用规划布局决策模式	(100)
3.6 土地利用规划布局方案评价机制	(103)
3.6.1 评价的基本准则	(103)
3.6.2 评价指标	(104)
3.6.3 评价方法	(108)
3.7 本章小结	(111)
第4章 复杂空间决策的土地利用规划布局模型	(113)
4.1 基于约束条件的元胞自动机土地利用规划布局 模型	(113)
4.1.1 元胞自动机模拟决策的可行性	(113)
4.1.2 约束条件的元胞自动机土地利用规划布局模型 的建立	(115)
4.2 基于 CA-Agent 复合决策的土地利用规划布局 模型	(125)
4.2.1 元胞自动机与多智能体复合决策的可行性	(125)
4.2.2 元胞自动机与多智能体复合决策模型的建立	(127)
4.3 本章小结	(155)
第5章 区域土地利用规划布局实例研究	(158)
5.1 研究区域分析	(159)
5.1.1 研究区域条件分析	(159)

5.1.2	研究区域发展趋势分析	(162)
5.2	基于约束条件的元胞自动机布局方案的实现	(165)
5.2.1	基本流程	(165)
5.2.2	基础数据及参数准备	(167)
5.2.3	系统运行与主要结果	(175)
5.2.4	模型的效果分析	(177)
5.3	基于 CA-Agent 复合决策的布局方案的实现	(180)
5.3.1	基本流程	(180)
5.3.2	系统参数	(181)
5.3.3	系统运行与主要结果	(188)
5.3.4	模型的效果分析	(190)
5.4	两模型的比较与分析	(193)
5.4.1	模拟图斑的比较与分析	(193)
5.4.2	模型的实现机制、性能的比较分析	(193)
5.4.3	两模型模拟方案的评价与比较	(197)
5.5	结论与讨论	(199)
5.5.1	结论	(199)
5.5.2	讨论	(200)
5.6	本章小结	(201)
第 6 章	总结与展望	(202)
6.1	总结	(202)
6.1.1	全书总结	(202)
6.1.2	主要贡献与创新点	(206)
6.2	展望	(207)

第1章 绪 论

土地资源是人类社会赖以生存的基本资源，也是经济社会发展的调控对象。在人口、资源、环境和经济发展关系中居于核心地位。随着经济的不断发展，技术水平的进一步提高，区域产业结构的调整和城镇化进程的加快，区域经济增长已成为驱动土地利用格局变化的主要动力；与此同时，区域经济增长过程中面临的资源能源的挑战、发展环境的挑战、经济与社会协调发展的挑战无不牵涉到土地利用问题，对土地利用提出了更高的要求。如何在区域经济增长中既保持区域经济的持续快速增长，又避免因经济增长的加快而导致的土地生态环境恶化、土地非农化进程过快的局面，是一个重要而又迫切需要解决的现实课题。作为对社会经济发展提供用地保障和调控功能的土地利用规划，是解决这些问题的具体行动指南，即通过土地利用结构的优化和供应的控制，使土地利用规划布局（土地用途分区的划分以及分区管制规则的制定等方式）既服务于社会经济发展，也为社会经济的发展起到调控的作用。

1.1 研究背景

1.1.1 土地可持续利用管理

1987年4月，联合国世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告中，首次诠释了“可持续发展”的概念，强调人类的发展，应该“在不危及后代人需求的前提下，寻求满足当代人需求的发展途径”。之后，在1992年6月巴西里约热内卢“环境与

发展”大会通过的《21 世纪议程》，使可持续发展这一概念在全世界范围内广泛传播和应用。可持续发展可以定义为：“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”它的基本内涵可以归结为经济持续、生态持续和社会持续 3 个方面，即以自然资源的永续利用和良好的生态环境为基础，以经济可持续发展为前提，以谋求社会长时期全面持续发展为目标的一种发展观。在可持续发展过程中，核心是人类的永久发展，实质是协调人口、资源、环境与发展关系，其中人地关系的协调是最重要的一项内容，土地可持续利用成为协调人地关系的主要方面（但承龙，2004）。

土地可持续利用是保持土地处于可用状态，并长期保持其生产力和生态稳定性，提高其生产和服务功能，降低资源的利用风险，防止土地退化，促进经济增长和社会繁荣，实现人口、资源与环境的协调，使土地利用具有公平性，被社会所接受。具体表现为保障国民经济和社会发展的用地需求，保护和合理利用土地资源，保持耕地面积和质量稳定，保障粮食安全，建立适应社会主义市场经济体制土地利用制度，保障土地产权安全，实现土地资源开发利用生态效益、经济效益和社会效益的相互统一。土地资源可持续利用管理的关键在于维持和保护生态环境，满足社会经济发展的需要，保护和合理利用土地资源，保持和提高土地资源经济供给能力、生产能力和利用效率，实现人地关系的协调发展。

要实现土地的可持续利用管理，土地利用规划是基本的技术手段。土地利用规划是对一定的区域未来土地利用进行超前性的计划和安排，是依据区域社会经济发展和土地的自然历史特性在时空上进行土地资源分配和合理组织土地利用的综合经济技术措施（王万茂，2000）。

1.1.2 土地利用宏观调控

现代市场经济是国家宏观调控下的市场经济，国家宏观调控，

成为引导一国经济运行态势的主导力量。国家宏观调控的提出，在于补救经济学上所说的“市场失灵”，其主要目标通常概括为四点（刘金虎，徐震，2004）：保持国民经济增长，维护物价稳定，实现充分就业，保持国内外收支平衡。而调控的手段，则主要为财政政策、货币政策、汇率政策、产业政策、再分配政策等。财政、货币政策在国家宏观经济调控中发挥了极其重要的作用，然而其间接调控的有效性在经济高速增长和投资过热的形式下并不明显；货币政策发挥作用的前提是市场主体要有灵敏的反应度，一般的情况是，提高税率、提高利率，企业就会明显降低资金需求，土地需求也会偏低；降低税率、降低利率，土地需求就要增加。但在我国并不具备这样的条件，因为地方政府和国有企业（甚至包括不少民营企业）对资金的需求经常是不计成本的。倘若调控力度过大，极易导致经济的过大波动，造成“硬着陆”，力度不够，又难以遏制凶猛的投资热。这些调控手段尚不足以满足国家宏观调控的需要。财政、货币等调控手段调节的是宏观经济总量，很难对一些具体项目施加直接影响。而土地调控手段，恰恰在这方面最具调控优势。①因为土地是不可替代的投入要素，而土地调控手段又可以直接调控在具体投资项目上，所以只要设置好行业进入门槛、规模进入门槛、科技含量进入门槛、环保进入门槛等等，土地调控手段在优化产业结构和布局方面，就具有一夫当关、万夫莫开的调控效果。②在经济发展的态势良好时，诸如财政政策、货币政策是处于“无为而治”的状态了，但土地调控手段依然可以通过用地环节来调控产业结构与布局，促使其更符合可持续发展的要求。因此，进一步完善现有的宏观调控体系，十分必要。

土地调控手段的出台不是权宜之计，而是与我国经济发展战略新定位相适应的、要长期坚持的调控手段（刘金虎，徐震，2004）。随着社会主义市场经济体制的逐步建立和完善，土地利用规划作为国家宏观调控经济社会协调发展的一个重要手段的作用将越来越突出，土地利用规划在构建土地调控体系中将起着龙头和核

心的作用。其基本途径在于：①土地利用总体规划就是长期的土地供应政策。它在土地利用的方向、地区和时间上都作了严格而科学的安排。一般情况下，严格执行土地利用总体规划，就是在运用土地供应政策。②土地用途管制、农用地转用、土地利用年度计划和建设用地审批等制度既是土地利用规划的具体实施，也是土地供应政策在土地供应过程中各环节的具体体现。③优化产业结构与布局，即从本国资源（包括物质资源、环境资源、人力资源）条件出发来提升产业结构，安排产业布局。因而，土地利用规划正是坚持可持续发展的科学发展观的重要内容。

1.1.3 土地用途分区管制制度

《中华人民共和国土地管理法》明确规定：“国家对土地实行用途管制制度。”土地用途分区管制，即将区域土地资源根据土地用途管制的需要，按社会经济发展的客观要求和管理目标，划分不同的空间区域（不是规定每块地块的用途），并制定各区域的土地用途管制规则，通过用途变更许可制度，实现对土地用途的管制（王静，2001）。土地用途分区管制是合理利用土地的需要，是国家进行土地管理的需要，实行土地用途分区管制不仅是实行土地利用管理的行政手段，而且是实施土地利用规划的制度手段。土地用途分区管制是国家管理公共物品（土地）的重要措施，是国家针对土地利用的社会性采取的宏观控制手段，是用以解决“市场失灵”问题和保障国家目标的实现及防止土地利用负外部效益发生的主动措施；是国家对土地利用实行严格控制的一项具有财产所有权性质的法律制度；是由市场经济发达国家出现“市场失灵”，使社会经济资源配置失去了效益，社会消费的公正原则遭到了破坏，而采取的法制、行政、规章等各种手段，对公共性活动实行管制（王万茂，1999）。

我国土地利用与管理的重要目标是土地用途管制和保护耕地，其治本之策的主要途径是实行严格的土地用途管制。实行土地用途

分区管制是合理配置和有效利用土地资源的重要手段,土地用途分区管制突出土地利用总体规划的整体控制作用,对加强土地利用宏观管理,引导合理利用土地,促进区域经济、社会和环境协调发展具有重要意义,同时对社会经济可持续发展具有重要的促进和保障作用。土地利用分区用途管制对于调控土地利用职能,对有效控制土地利用方向、遏止土地退化和加强自然资源的保护具有重要调控作用,即通过土地用途的分区管制,严格执行各类规划,按照各类建设用地标准和环境标准进行土地利用,使土地利用结构与布局得以优化配置,农业用地特别是耕地和林地得到有效保护,非农业建设用地得到控制,土地质量、土地利用率和产出率逐步提高,从而实现土地资源的可持续利用。土地利用分区用途管制对于促进建设用地的集约利用,严格控制农地转用,尤其是耕地转为非农建设用地,切实保护耕地,控制土地供应总量,制约和引导需求,有效防止城市盲目外延扩展和各种乱占滥用土地行为具有重要的作用(王静,2001)。总之,我国实行土地用途分区管制,是区域土地资源可持续利用的重要措施,对实现区域社会经济可持续发展具有重大的现实意义和战略意义。

综上所述,土地利用规划布局是对土地利用的空间优化配置,是土地用途分区管制的基础,是实现土地利用宏观调控的重要举措,是土地可持续性利用的根本保证,对区域经济的良性发展具有重要的意义。

1.2 国内外研究现状与动态

土地利用规划布局研究既是一个理论问题,又是一个实践问题。它到底始于何时,难以考证确切,但是《尔雅》、《周礼》、《商子·算地第六》、《商子·来民第十五》、《汉书》、《礼记·王制》和《淮南子·主术训》等史书中都记载有相关土地利用规划布局的资料,只是没有形成土地利用规划布局的理论体系(欧海若,2004)。中华人民共和国成立以后,我国的土地规划颇为盛