

基于 CA 模型的重庆市沙坪坝区土地利用变化模拟

张玲玲¹, 颉耀文^{1,2*}, 穆亚超¹ (1. 兰州大学资源环境学院, 甘肃兰州 730000; 2. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 甘肃兰州 730000)

摘要 该文以重庆市沙坪坝区为研究区域,借助 GeoSOS 平台,采用 2004、2006 年的土地利用、道路、镇政府点、高程数据,利用基于 Logistic—CA 模型方法对土地利用变化进行模拟研究。结果显示,CA 模型模拟土地利用变化与实际土地利用类型面积相差不大,具有较高精度。在城市规划与区域发展情景和生态环境保护管理情景 2 种管理情景下,未来的重庆市沙坪坝区城市建设用地将持续增加,城市建设用地对具有重要生态功能的林地威胁较小,但对非基本农田之外的耕地或农田占用较多。
关键词 CA 模型;GeoSOS;重庆市沙坪坝区;土地利用变化模拟
中图分类号 S29;F301.24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)24-246-03

Simulation of Land Use Change of Shapingba District, Chongqing City Based on CA Model
ZHANG Ling-ling¹, XIE Yao-wen^{1,2*}, MU Ya-chao¹ (1. College of Earth &Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000; 2. Key Laboratory of Western China's Environmental Systems (Ministry of Education), Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)

Abstract Shapingba District, Chongqing City is chose as the study area, by basing on GeoSOS platform, using the 2004, 2006 land use, roads, downtown point and elevation data, Logistic-CA was adopted to simulate land use change. The results showed, in urban planning and regional development and ecological environment protection management situation of two scenario, the future of urban construction land in Shapingba District, Chongqing City will increase continuously, urban construction land has less threatened the important ecological function of forest land, large amount of the cultivated land or farmland outside of basic farmland will be occupied.
Key words CA model; GeoSOS; Shapingba District, Chongqing City; Land use change simulation

土地利用变化是一个复杂的过程,是自然因素和人为因素共同作用的结果,如何准确和合理地模拟土地利用的变化过程是许多人研究的重点,也是一个难点^[1]。与 GIS 结合的元胞自动机(CA)模型被越来越多地运用于对城市空间扩展的模拟研究中^[2-3]。CA 模型通过转换规则的适当定义,不仅可以很好地模拟土地利用的时空复杂性,也可模拟城市发展的某些规划场景。该文以重庆市沙坪坝区为例,基于 GeoSOS 平台,运用 Logistic—CA 模型模拟重庆市沙坪坝区土地利用扩展的过程及预测重庆市沙坪坝地区未来不同情景下的土地利用发展格局,从而为区域可持续发展提供决策支持。

1 资料与方法

1.1 研究区域概况 沙坪坝区是重庆市主城区和都市圈的重要组成部分,位于重庆的中心^[4],地处 106°14'36"~106°31'35"E,29°27'13"~29°46'36"N,面积 396.20 km²,辖小龙坎、沙坪坝、磁器口等 11 个街道,覃家岗、井口、歌乐山等 12 个镇和联芳村经济园区(图 1)。东与江北区、渝北区隔江相望,东南与渝中区接壤,东北与北碚区相连,南与九龙坡区相靠,西与璧山县相依。

1.2 数据来源及处理 该数据源包括 2004、2006 年的土地利用数据(图 2、3)、2008 年道路现状、镇政府点分布以及高程。借助 GIS 平台对数据进行处理及格式转换,转换为二进制文件(.txt),使之能在 GeoSOS 中进行相应的模拟操作。首先,将 2004、2006 年的土地利用数据进行格式转换,土地利用类型有农田、森林、城市用地、果园和水域五大类型。其



图 1 重庆市沙坪坝区乡镇界图

次,从 2008 年道路现状图中提取普通公路(Road)、快速道路(fastRoad)2 个二进制文件。坡度影响因子从高程图中提取并转换,镇政府点分布图直接进行转换。最终得到离镇政府点距离、快速道路距离、普通公路距离 3 个距离变量、坡度变量。注意在进行处理及格式转换过程中,要进行标准化处理、投影转换,保持投影及研究区范围的一致性。

1.3 CA 模型 元胞自动机(Cellular Automata,CA)具有强大的空间运算能力,常用于自组织系统演变过程的研究。它是一种时间、空间、状态都离散,空间相互作用和时间因果关系都为局部的网格动力学模型,具有模拟复杂系统时空演化

作者简介 张玲玲(1992-),女,重庆云阳人,硕士研究生,研究方向:GIS 应用和城市扩展。* 通讯作者,教授,博士,从事干旱区环境遥感研究。
收稿日期 2015-06-23

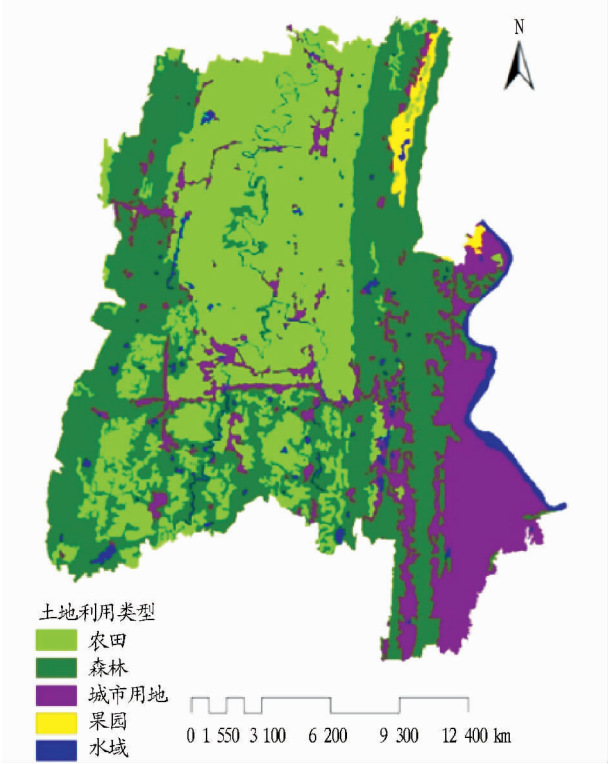


图2 重庆市沙坪坝区 2004 年土地利用类型图

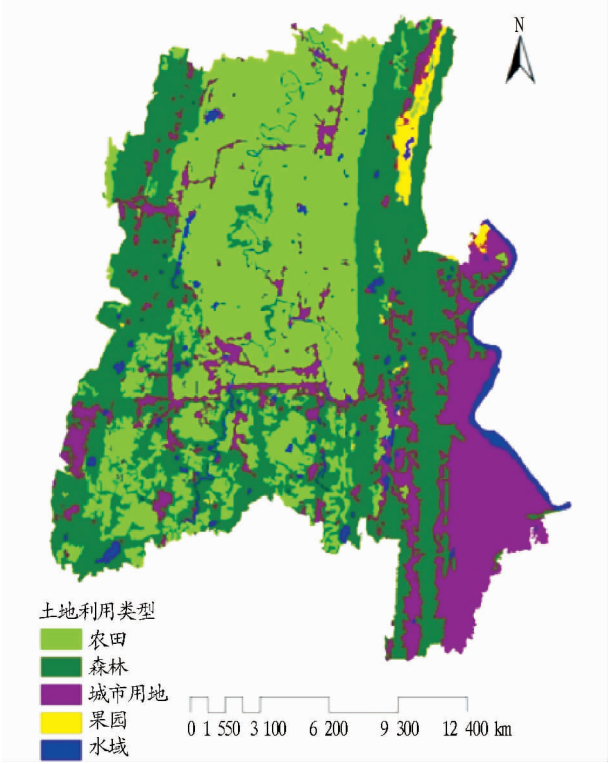


图3 重庆市沙坪坝区 2006 年土地利用类型图

过程的能力^[5]。

CA 的一个主要特征是 CA 与 GIS 的耦合。CA 和 GIS 的耦合能使 CA 模拟出与实际情况更为接近的模拟结果。目前也有多个系列的 CA 模拟软件,在模拟城市格局变化时常把 GIS 作为集成平台,用 GIS 软件提供的二次开发宏语言来

开发城市 CA,如 Arc/Info GRID 模块开发城市 CA^[6]。

2 结果与分析

2.1 基于 GeoSOS 平台的 CA 模型土地利用变化模拟 GeoSOS平台提供的转换规则有多准则判断、逻辑回归、主成分分析、神经网络、决策树 5 种方法。管超等^[7]利用该系统进行了基于耦合地理模拟优化系统 GeoSOS 的旅顺口区城市空间扩展等应用并得到了很好的效果,Logistic 回归方法将土地利用类型中的某一小块作为一个元胞,只需判断某个元胞的状态在 $[t, t + 1]$ 时刻间是否从 0 变化到 1,就可判断该元胞所代表的地块是否城市化,这就是逻辑回归 CA 模型的最基本思想,用其在元胞空间的状态来确定^[8]。因此该文将采用 GeoSOS 来对重庆市沙坪坝区土地利用变化进行模拟,并以 Logistic—CA 作为理论模型,对重庆市沙坪坝区 2006 年土地利用情况模拟,定义 1 代表的是耕地,2 代表的是林地,3 代表的是城市用地,4 代表的是园地,5 代表的是水系,并设置好颜色。其中农田、果园可转换为城市用地,森林、水域不可转换为城市用地,自动计算各空间变量的回归系数。

设置转换总量为 1 000 000 个栅格单元,迭代次数为 2 次,模拟结果精度为 95.2%,得到的结果利用 Arcgis 分析,把原始的 2006 年的土地利用类型图像(图 3)与基于逻辑回归的 CA 模型模拟的 2006 年结果图像(图 4)进行叠加分析,发现模拟结果是极其接近的(表 1)。

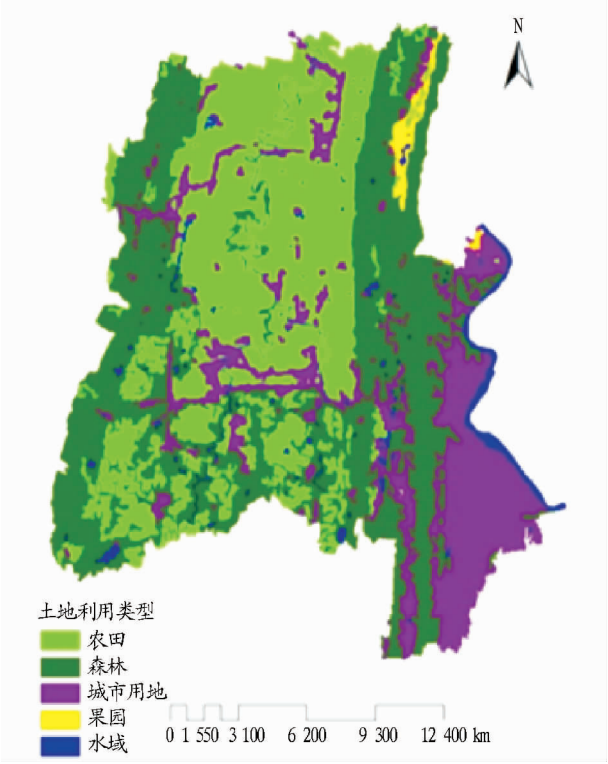


图4 重庆市沙坪坝区 2006 年土地利用类型模拟

2.2 模型的评价 城市用地的数量在不断增多,而在无较强约束和管理条件下,对区域生态安全起重要作用的森林和水域也不可避免地受到城市建设用地的侵占。从土地利用类型分布上看,分布基本上接近,尤其在沙坪坝东南部的井

口镇、井口街道、沙坪坝、歌乐山镇的模拟精度极高。此外,值得注意的是在曾家镇及虎溪镇交界地带及其周边有一块集中的城市区,在模拟图像上是没有的。说明模拟的结果仍然与实际的土地利用/覆盖有一定的误差。从城市用地的的发展走向来看,除曾家镇及虎溪镇的交界地带,重庆市沙坪坝区的发展大体还是集中在该区域的东南部,即沙坪坝、井口镇、井口街道、歌乐山镇,其他地区主要依托先前的地区周边逐步发展起来。

表 1 2004、2006 年研究区土地利用各类型面积比较 km²

土地利 用类型	2004 年 面积	2006 年 面积	2006 年模拟 面积	变化面积 (实际)
农田	233 590	229 142	218 314	-4 448
森林	270 892	259 703	270 892	-11 189
城市用地	105 409	119 713	121 565	14 304
果园	7 108	7 395	6 228	287
水域	16 448	17 479	16 448	1 031

从模拟结果可推测,未来沙坪坝区的土地利用变化仍然会按照 2004~2006 年的趋势,依托现有城市逐步实现乡村、果园等向城市用地的转换。曾家镇及虎溪镇交界地带也依然会依托自身优势发展周边,逐步完成城乡转换,统筹发展。并且按照 2004~2006 年的发展趋势,未来沙坪坝区建设用地面积将大规模增加,其他用地类型面积均有不同程度减少,其中耕地流失量最大,林地、果园、农田等建设用地也有一定程度的减少,水域面积也有一定缩减。经分析发现,由城市化进程导致的城市建设用地扩张在未来土地利用演变过程中仍占据主导地位。其中,农田(耕地)、果园及其他非建设用地是城市建设用地的主要来源。从城市扩展格局上看,未来城市扩展将集中在现有城镇边缘,沿道路发展的趋势也较为明显。此外,虎溪大学城区域也将得到较高度的发展。

2.3 土地利用功能性发展分析 考虑不同的城市发展政策,调整模型参数,实现不同管理情景下土地利用变化预测。除上述目前趋势发展情景,还设计了城市规划与区域发展情景和生态环境保护管理情景。

城市规划与区域发展情景,即考虑重庆市城市整体发展规划、沙坪坝区发展规划及其他建设区域开发政策对未来土地利用的可能影响。生态环境保护管理情景,限制城市用地侵占连续成片的林地、基本农田、水体和东部水源涵养地等对区域生态安全起重要作用的生态系统,保护生态环境,寻求城市区域的可持续发展。城市规划与区域发展情景和生态环境保护情景下,土地利用类型面积变化趋势与目前趋势发展情景下的发展变化相似,即城市建设用地面积增加,其他用地类型面积减少。相比而言,在生态环境保护情景下,应鼓励城镇沿现有建设用地向外边缘式扩展,城市建设用地面积增加较慢,但是耕地、林地、水域和未利用土地类型损失面积比例较低,说明生态环境保护政策对重要的生态系统和

自然资源起到良好的保护作用。城市规划与区域发展情景下,城市用地扩展受到较强的空间限制,边缘增长类型受到约束,城市增长面积低于目前趋势发展情景,但是耕地的损失比例较高。从城市用地扩展空间格局上来看,城市规划与区域发展情景和生态环境保护情景与目前趋势发展情景存在明显的空间差异。城市规划与区域发展情景下,城市用地扩展集中政策开发区内,新城镇不断产生,且城镇沿道路扩展的趋势较为明显。相比而言,生态环境保护情景下,城市用地格局非常紧凑。总的来说,2 种管理情景下城市建设用地对具有重要生态功能的林地威胁较小,但对非基本农田之外的耕地或农田占用较多。

3 结论与讨论

(1)研究表明,重庆市沙坪坝区城市的空间扩张以外延式为主,集中在现有城镇边缘,沿道路发展的趋势也较为明显。对重庆市沙坪坝区 2004~2006 年的土地利用情况模拟结果表明,运用 Logistic—CA 模型能够较好地模拟土地利用变化,总体精度达到 95.2%。在城市规划与区域发展情景和生态环境保护管理情景 2 种管理情景下,未来的重庆市沙坪坝区城市建设用地将持续增加,大量的耕地资源被侵占。该文基于 Logistic—CA 模型对重庆市沙坪坝区土地利用模拟主要采用历史数据来优化参数,是一种静态的转换规则,这种方法对城市规划调整、重大事件、重大建设项目和行政区划调整影响无法明确体现,尤其在考虑大学城区域的政策规划下模拟城市的扩展,这是导致沙坪坝区西南部曾家镇及虎溪镇交界处土地利用模拟误差的主要原因。

(2)由于存在数据源、CA 模型不确定性、未考虑到的政策规划^[9]以及空间尺度^[10]利用等不同程度的误差,今后可以通过优化 CA 模型参数,量化社会、经济、政策因素等提高模型精度,也可以发挥 GIS 软件的功能,使之与 GeoSOS 集成,这样将会给用户更大的使用空间。

参考文献

- [1] 朱守辉. 基于 CA 模型的土地利用变化研究——以新疆鄯善县为例[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15): 6887-6891.
- [2] 郑占. 基于 CA 模型的城市用地扩张模拟研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- [3] 徐普保. 基于 GIS 与元胞自动机的城市土地利用动态演化模拟与优化研究——以兰州市为例[D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [4] 江华丽, 李华民. 重庆市沙坪坝区土地集约利用评价研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24): 10593-10595.
- [5] 周成虎, 孙战利, 谢一春, 等. 地理元胞自动机研究[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [6] 李爱民, 吕安民, 隋春玲, 等. 集成 GIS 的元胞自动机在城市扩展模拟中的应用[J]. 测绘科学技术学报, 2009, 26(3): 165-169.
- [7] 管超, 哈斯. 基于 GeoSOS 的城市扩展模拟——以旅顺口区为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(3): 49-54.
- [8] 岳彩荣, 卢鹏, 赵宪文, 等. 基于 CA 模型的香格里拉县土地利用变化模拟[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(4): 2380-2384.
- [9] 黎夏, 叶嘉安, 刘小平, 等. 地理模拟系统: 元胞自动机与多智能体[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 57-61.
- [10] 黄庆旭, 何春阳, 史培军, 等. 城市扩展多尺度驱动机制分析——以北京为例[J]. 经济地理, 2009, 29(5): 46-49.