

四川盆地大都市边缘区土地利用时空格局模拟 ——以资阳市雁江区为例

邓 辉^{1,2}, 何政伟^{1,3}, 陈 晔^{1,3}, 蔡 宏^{1,2}

(1.成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2.成都理工大学
地球物理学院, 四川 成都 610059; 3.成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要:以地处四川盆地成都1 h经济圈内的资阳市雁江区为例, 利用ETM影像和ALOS影像, 通过决策树分类的方法, 获取了区内2005年和2009年2期土地利用图。在此基础上, 结合区内土地利用总体规划方案, 选取与土地利用变化有关的社会经济因子和自然地理因子, 运用CLUE-S模型对研究区2005~2020年的土地利用时空格局进行模拟, 并对2009土地利用模拟数据进行验证, Kappa系数达到0.887, 表明模拟成果精度较高。结果显示, CLUE-S模型模拟结果与土地利用总体规划的土地空间分布格局比较吻合, 能为成都平原地区县级城市的土地利用发展规划提供参考。

关 键 词:大都市边缘; LUCC; CLUE-S模型; 动态模拟; 雁江区

中图分类号: P967 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2013)12-1524-07

土地利用/覆被变化(LUCC)是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一, 涉及自然与人文领域的诸多问题, 已经成为当前全球变化的研究热点。“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)和“全球环境变化的人文领域计划”(IHDP)于1995年联合提出“土地利用/土地覆被变化”研究计划, 该计划通过对人类驱动力-土地利用/覆被变化-全球变化-环境反馈之间相互作用机制的认识, 深入理解人类活动对土地覆被的影响^[1,2]。国内外学者通过对LUCC开展大量研究工作, 力求揭示人类驱动力与土地利用变化之间的关系, 从而提高对土地利用变化的模拟与预测水平^[3-12]。在LUCC的研究中, 模型是分析和研究土地利用变化趋势和效应的重要工具, 能够帮助我们分析土地利用变化的关键过程, 并进行定量描述, 从而对未来的土地利用变化格局和影响进行评价^[13-18]。CLUE模型(Conversion of Land Use and its Effects Model)由荷兰Wageningen大学的Veldkamp P H等科学家提出, CLUE-S模型是通过改进CLUE模型而来的, 该模型的优点在于全面考虑自

然和人文因子, 通过迭代方法综合空间分析和非空间分析, 较好地模拟小尺度范围内土地利用变化情景, 在国内外的土地利用变化模拟中得到广泛的应用^[19,20]。国内学者利用CLUE-S模型对不同城市类型城市的土地利用变化进行了大量的研究, 分析其变化驱动力因素和特征, 取得了很多研究成果^[21-24]。

目前, 随着中国经济的发展, 城市化进程明显加快, 地处大城市边缘的很多卫星城市由于地理区位优势明显, 在大城市的带动下, 城市化速度加快, 建设用地的需求量显著增加, 主要是通过占用耕地和滩涂水域, 如何将社会经济的发展与土地资源的可持续发展结合起来, 已经成为各个城市发展需要解决的首要问题。资阳市雁江区作为成都市的边缘区域, 地处成渝1 h经济圈内, 近年来经济发展迅速, 用地矛盾突出。本文以资阳市雁江区为研究对象, 利用CLUE-S模型对区内土地利用分布进行2005~2020年的时空格局模拟, 并对模拟结果进行分析讨论, 找出模拟期内土地利用变化特征。

收稿日期: 2013-04-11; **修订日期:** 2013-07-25

基金项目: 国家自然科学基金(40972225)资助。

作者简介: 邓 辉(1984-), 男, 湖南株洲人, 博士研究生。主要从事遥感地质及生态地质环境等领域研究。E-mail: qwwz_gi@163.com

通讯作者: 何政伟, 教授。E-mail: hzw@cdu.edu.cn

1 研究区概况

雁江区位于四川盆地中部,位于成都平原经济圈的东部节点上,地理坐标为 $104^{\circ}26'04''\text{E}\sim 105^{\circ}03'05''\text{E}$ 、 $29^{\circ}50'56''\text{N}\sim 30^{\circ}18'40''\text{N}$,东接安岳县、南邻资中县,西靠仁寿县,北连简阳市,幅员面积 $163\,261\text{ hm}^2$,东西最长 60 km ,南北最宽 51 km ,成渝高速公路 35 km 穿越而过,沱江由北向南流贯全区,是四川省的水、陆交通要地,(图1)。全区属四川盆地亚热带湿润气候区,处于川东伏旱和川西洪涝的过渡地带,年平均气温 17.3°C ,年降水量 941 mm 。研究区西距成都 85 km ,东距重庆 254 km ,位于成渝经济区四川部分“一极一轴一区块”(成都都市圈增长极、成渝通道发展轴、环渝腹地区块)空间布局的范围,处于成都 1 h 经济圈,其地理优势不言而喻,近几年社会经济迅猛发展,因此对研究区的土地利用时空格局模拟具有重要意义,可以为西部地区其他大都市经济圈周边卫星城市的发展和规划提供参考依据。

2 基础数据与研究方法

2.1 基础数据

CLUE-S模型需要的数据主要有两大类:基础地理数据和社会经济数据。基础地理数据主要包括土地利用分布图、公路分布图、河流水系分布图、城镇建设用地分布图、数字高程模型(DEM)等。社会经济统计数据包括各个乡镇人口数据、农民人均纯收入和GDP数据,统计数据主要通过

资阳市统计年鉴(2000~2009年)获取^[25]。土地利用现状图数据通过ALOS和ETM遥感影像获得,分类参照全国第二次土地利用调查分类标准,结合研究区的实际情况,将研究区土地利用类型分为:耕地、园地、林地、建设用地和水域五大类,采用决策树分类的方法获取2期土地利用数据,其中2005年土地利用分布图(图2a)作为模型输入的基期数据,2009年土地利用分布图(图2b)作为模拟结果检验数据。

2.2 研究方法

2.2.1 模拟方案

采用CLUE-S模型模拟研究区土地利用方式的变化特征,以资阳市雁江区2005年土地利用现状栅格图和2005年土地利用驱动因子栅格图为基础进行Logistic逐步回归分析,回归分析基于SPSS软件进行,获取土地利用格局与各土地利用驱动因子之间的定量关系。土地利用需求分析利用灰色系统GM(1,1)模型进行预测分析,通过Matlab编程实现。在此基础上,根据研究区选取的驱动因子、土地利用转换约束条件、限制区域等条件正确配置模型参数,对研究区2005年至2020年土地利用格局进行模拟,并根据2009年土地利用遥感解译图来验证同年的模拟图,判断CLUE-S模型模拟精度,最后对模拟结果进行综合分析,分析区内土地利用的变化特征。

2.2.2 土地利用需求分析

在CLUE-S模型的非空间分析模块中,可以用多种方法预测土地利用需求量。目前,常用的预

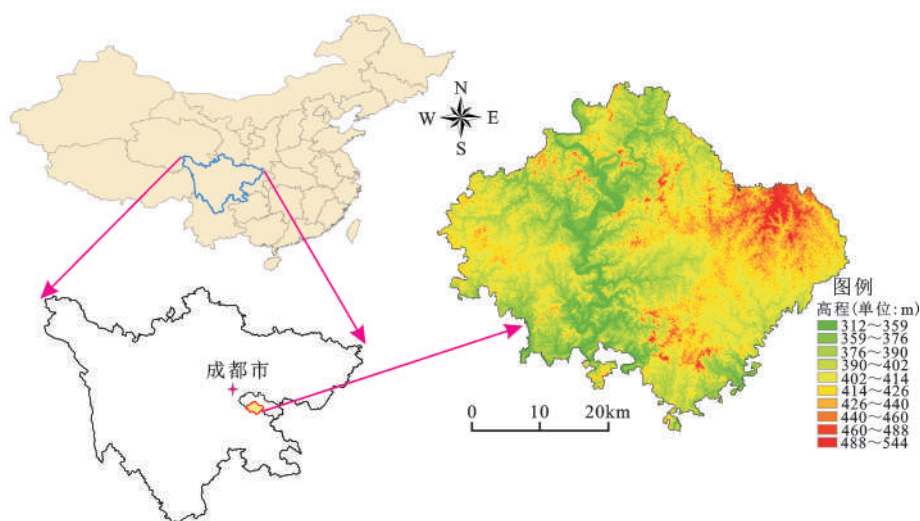


图1 研究区位置示意

Fig.1 The location of the research area

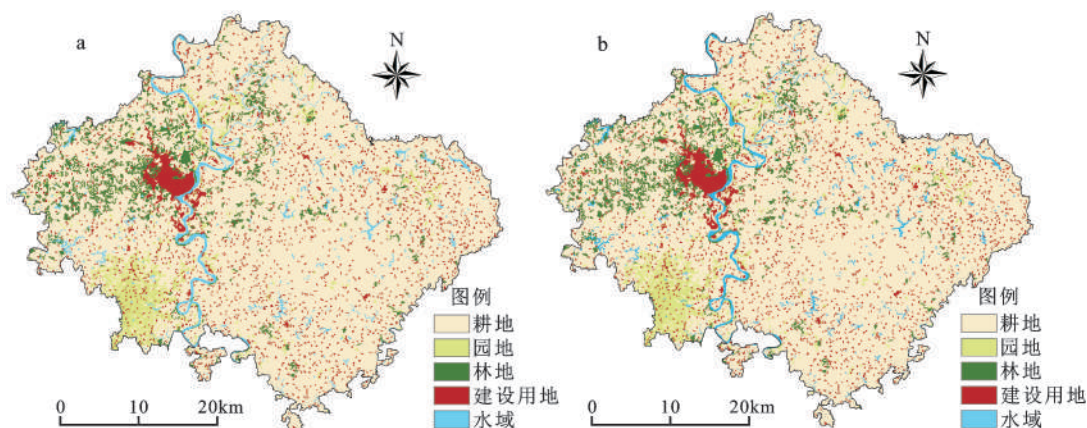


图2 2005年(a)和2009年(b)研究区土地利用情况

Fig.2 Land use of research area in 2005(a) and 2009(b)

测方法有线性回归模型、灰色系统模型、指数平滑法、马尔柯夫链模型和模糊预测法等,灰色系统将所有的随机变量都看作灰色变量,该模型预测规律性不很明显、影响因素多的数列具有明显的优势,进行土地利用需求模拟时,只需要短期的土地利用数据^[26]。本次模拟通过灰色系统模型进行土地利用需求量的预测,预测数据源为2000~2005年的各类土地利用类型历史数据,由于区内实行严格的水域保护措施^①,认为水体面积没有变化。本次预测中,耕地、园地、林地、建设用地的均方差比 C 分别为:0.005,0.046,0.013,0.013,值均小于0.350,模型精度达到一级标准。

2.2.3 驱动因子选取

土地利用变化时空模拟的核心是土地利用变化与其驱动因子之间的相互作用关系,不同因子对土地利用变化的影响与控制作用是不同的,为了揭示各种驱动因子对土地利用变化的控制与影响作用,根据研究区土地利用变化的实际情况及资料本身的可得性,本文将土地利用变化的驱动因子分为自然控制因子和社会经济驱动因子,共选取了10种驱动因子。其中自然控制因子有高程、坡度、坡向和距河流距离,社会经济驱动因子有GDP、人口密度、城市化率、农民人均纯收入、距城镇距离和距道路距离。高程数据通过下载国际科学数据服务平台30 m分辨率ASTER GDEM,利用ArcGIS9.3软件中的空间分析模块,生成单元格大小为100×100 m的坡度图和坡向图,并将DEM数据重采样到100 m×100 m大小。距河流距离、距

城镇距离和距道路距离因子基于ArcGIS9.3平台生成,分别从土地利用现状数据中将河流、城镇和公路提取为单独图层,利用距离制图模块计算各点到河流,城镇和公路的距离,生成相应的驱动因子图层。GDP、人口密度、城市化率和农民人均纯收入通过资阳市统计年鉴获取,将其录入到研究区各个乡镇矢量图的相应属性字段,利用ArcGIS9.3软件中矢量转栅格命令生成相应因子图层。

2.2.4 Logistic回归分析

Logistic回归模型是一种非线性分类统计方法,适合于对二分类因变量(取值0或1)进行回归分析。该模型通过对土地利用方式和驱动因子进行定量的分析,以回归方程的形式来表述驱动因子对土地利用类型转化的影响的关系。根据回归分析的结果获得各种地类的空间分布概率,对结果进行ROC检验。Logistic回归模型表达式如下:

$$\text{Log}\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right)=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\dots+\beta_iX_i \quad (1)$$

式中, P_i 表示每个栅格单元可能出现某一土地利用类型 i 的概率; X_i 表示各驱动因素; β_i 是各驱动因子的回归系数,表示变量 X_i 对 P_i 的影响大小。

Logistic回归分析基于SPSS软件进行,首先计算出研究区5种土地利用类型与自然控制因子和社会经济驱动因子之间的二值Logistic回归系数,在置信度为95%的条件下,分别计算了各种地类的回归系数(表1),根据计算得出的空间分布概

① 《资阳生态市建设规划(2007~2020年)》

表1 驱动因子Logistic回归分析结果
Table 1 Logistic regression analysis of the driving factors

驱动因子	耕地	园地	林地	建设用地	水域
高程	0.013655	0.010775	—	-0.008969	-0.05124
坡度	-0.07282	0.046654	0.124072	—	—
坡向	—	0.001555	0.001645	—	-0.00474
距城镇距离	0.000128	-0.00015	—	-0.000148	—
距公路距离	—	-0.00017	-0.000096	0.000084	—
距河流距离	—	-0.00025	0.000055	—	0.000056
人口密度	—	0.002939	-0.003375	0.001136	—
城市化率	-0.03067	0.187375	-0.040911	—	—
农民纯收入	-0.00026	—	0.002437	-0.000724	-0.00102
GDP	0.000022	-0.00033	0.00015	—	—
常数项	-3.510800	-3.860870	-12.149296	2.799476	20.460460
ROC	0.770000	0.882	0.861	0.793	0.873

率,对各地类进行ROC检验(表1)。逻辑回归分析的结果利用ROC值评价分析各因子的可靠性,ROC的值介于0.500和1之间,其值越大,说明预测效果越好。从回归结果来看,耕地、园地、林地、建设用地和水域的ROC分别为0.770,0.882,0.861,0.793,0.873,说明进入回归方程的驱动因子能够较好的解释各种地类的空间分布格局,能够达到模拟的精度要求。

2.2.5 转换规则和空间约束条件

在利用CLUE-S模型进行土地利用模拟时,可以结合研究区内各种土地利用类型历史变化情况和本轮土地总体规划要求来设置每种地类的稳定程度。模型中土地利用类型的稳定性由模型ELAS参数来定义,ELAS参数分为以下3种情况:ELAS=1时,表示该土地利用类型不会转变为其它的地类;ELAS=0时,表示该土地利用类型极易转变为其它的地类;0<ELAS<1时,表示地类发生转化的难易程度介于上述2种情况之间,本次模拟中ELAS的设置通过结合区内土地利用历史变化情况,参考国内外已有研究成果设定^[21-23],如表2所示。空间约束条件是用来定义模拟期内受到政策或者法规保护不允许发生地类变化的区域,根据本轮土地利用总体规划的规定,区内的空间约束区域包括有基本农田保护区和生态安全控制区。生态环境安全控制区是指需要进行土地利用特殊控制的区域,主要包括沱江、九曲河、老鹰河等重要河流及滩涂,以及区内的水库,这些区域组成本次模拟的空间约束条件。

表2 地类转换弹性规则
Table 2 Land type conversion elastic rules

系数	地类				
	耕地	园地	林地	建设用地	水域
ELAS参数	0.700	0.700	0.700	0.900	1

3 结果与分析

3.1 模拟精度验证

CLUE-S模型模拟的精度可以通过同一时期土地利用现状分布图和模拟图进行验证,本文采用Kappa指数对模拟结果进行定量检验,公式如下:

$$Kappa=(P_o-P_c)/(P_p-P_c) \tag{2}$$

式中, P_o 是正确模拟的比例; P_c 是随机情况下期望的正确模拟比例; P_p 是理想分类情况下的正确模拟比例。一般情况下, $Kappa \geq 0.750$ 时,两土地利用类型图一致性较高,变化不明显; $0.4 \leq Kappa \leq 0.750$ 时,两土地利用类型图一致性一般,变化比较明显; $Kappa \leq 0.400$ 时,两土地利用类型图一致性较差,变化较大。

本文将研究区内2009年土地利用现状图(图2b)作为基准数据,对模拟的2009年土地利用分布图(图3)进行检验,图件统一为100 m×100 m栅格,研究区由163 256个栅格组成。通过Arc-GIS9.3软件中的Raster Calculator命令,将2009年解译土地利用栅格图减去2009年土地利用模拟栅格图,计算结果中模拟正确区域栅格值为0,经统计分析得出模拟正确的栅格数为148 476个,占栅

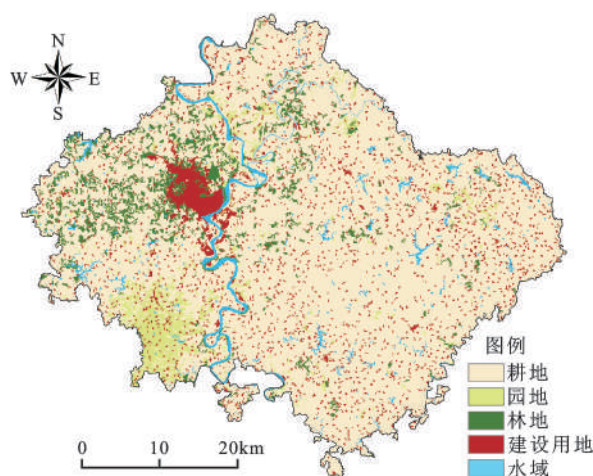


图3 2009年研究区土地利用模拟

Fig.3 Simulated land use pattern of research area in 2009

格总数的90.950%,即 $P_e=0.910$ 。本次模拟土地利用类型为5类,因此每个栅格随机情况下期望的正确模拟比例 $P_e=1/5$,理想分类情况下的正确模拟率 $P_p=1$ 。将数值代入上述公式可得到本次模拟的Kappa指数为0.887,说明利用CLUE-S模型进行模拟时各个参数设置比较合理,能比较好的模拟研究区的土地利用类型变化。

3.2 模拟结果分析

CLUE-S模型模拟成果为ASCII格式,利用ArcGIS9.3软件中的数据转换模块将其转化成栅格数据,裁剪出各个乡镇2020年模拟结果,分析不同乡镇的土地利用变化特征,2005年土地利用情况如图2a所示,2020年土地利用模拟情况如图4所示。通过对模拟结果进行分析得出,区内耕地面积显著减少,模拟期内耕地面积减少3 581 hm^2 ,建设用地和林地面积分别增加3 099 hm^2 和1 389 hm^2 ,园地的面积模拟期内小幅度减少,减少面积为226 hm^2 。从地类变化的空间特征来看,建设用地面积显著增加的区域主要分布在雁江镇、松涛镇和宝台镇,建设用地增加的面积分别为14.072%、24.611%和9.026%,建设用地的增加主要通过占用耕地来实现,其变化趋势与雁江区的城市规划比较吻合,雁江镇为雁江区的中心城区所在地,其城市格局可以概括为“一心两翼”,以老城区、松涛、宝台为中心,以老城区北部工业带和沱江两岸建设用地为两翼,总体上成“雁形”城市形态;园地面积的变化幅度比较小,2005年园地主要分布在碑记镇、丰裕镇和忠义镇,分布面积分别为

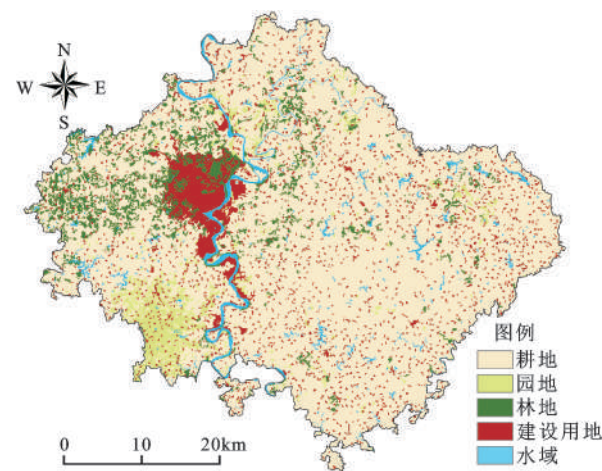


图4 2020年研究区土地利用模拟

Fig.4 Simulated land use pattern of research area in 2020

4 结 论

本文以资阳市雁江区作为研究区域,选择影响区内土地利用变化的驱动因子,结合区内土地利用总体规划,找出空间约束条件,利用CLUE-S模型进行模拟,对研究区的土地利用空间格局与演变进行了模拟分析,找出各种驱动力因子共同作用下的研究区的地类演变特征,为政府决策提供有价值的信息支持,通过本次研究,取得以下几点认识:

1) 运用CLUE-S模型进行土地利用/覆被变化的时空模拟,需要收集区内的自然地理数据和社会经济统计数据,在本次模拟中,结合区域的特征和数据的可获取性,选择了高程、坡度、坡向3个自然因子;社会经济因子主要选择了人口密度、城市化率、农民收入和GDP共4个方面的数据,根据统计年鉴和人口普查资料,获得各乡镇相应的统计数据。如果研究能将收集到土壤等土地利用的

变化影响因素,能够进一步提高模型的模拟精度。

2) 基于CLUE-S模型,利用2005年的土地利用现状数据对全区的进行了动态模拟,并根据2009年遥感解译土地利用数据,验证了CLUE-S模型的模拟效果,模拟数据的Kappa指数达0.887,结果表明模拟精度理想。

3) 本次研究的土地利用动态模拟结合雁江区土地利用总体规划进行,根据总体规划的要求设置区内土地利用变化的空间限制区域,模拟期内耕地面积减少的幅度较大,园地面积小幅减少,建设用地和林地面积增加显著。建设用地增加主要是沿着老城区边缘,老城区以南沱江河西岸,模拟出来的结果与总体规划的用地结果指标吻合程度较好,说明该模型能较准确地模拟四川盆地丘陵地区的土地利用/覆被变化特征,对于研究本地区其他城市的土地利用变化研究具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 刘新卫,陈百明,史学正.国内LUCC研究进展综述[J].土壤,2004,36(2):132~135.
- [2] 陈百明,刘新卫,杨红. LUCC研究的最新进展评述[J].地理科学进展,2003,22(1):22~29.
- [3] 史培军,陈晋,潘耀忠.深圳市土地利用变化机制分析[J].地理学报,2000,55(2):151~160.
- [4] Fukushima T,Takahashi M,Matsushita B,et al.Land use/cover change and its drivers: a case in the watershed of Lake Kasumigaura,Japan[J].Landscape and Ecological Engineering,2007,3(1):21-31.
- [5] Gobin A,Campling P, Feyen J.Logistic modeling to derive agricultural land use determinants: a case study from south-eastern Nigeria[J].Agriculture,Ecosystems and Environment,2002,89(3):213-228.
- [6] 孙强,蔡运龙,王乐.北京耕地流失的时空特征与驱动机制[J].资源科学,2007,29(4):158~163.
- [7] 李名勇,晏路明,王丽丽,等.基于高程约束的区域LUCC及其生态效应研究——以福州市为例[J].地理科学,2013,33(1):75~82.
- [8] 陈颖彪,李雁,千庆兰,等.基于TM数据的广州市番禺区土地覆被格局分析[J].地理科学,2012,32(4):458~463.
- [9] SU Changhong, FU Bojie, LU Yihe, et al. Land use change and anthropogenic driving forces: A case study in Yanhe River Basin[J]. Chinese Geographical Science, 2011,21(5):587-511.
- [10] 李秀彬.土地利用变化的解释[J].地理科学进展,2005,21(3):195~203.
- [11] 谭少华,倪绍祥.区域土地利用变化驱动力的成因分析[J].地理与地理信息科学,2005,21(3):47~50.
- [12] 顾朝林.北京土地利用/覆盖变化机制研究[J].自然资源学报,1999,14(4):307~312.
- [13] Verburg P H,Schot P P,Dijst M J,et al.Land use change modeling:Current practice and research priorities[J].Geo-Journal,2004,61(4):309-324.
- [14] 唐华俊,吴文斌,杨鹏,等.土地利用和土地覆盖变化研究模型综述[J].地理学报,2009,64(4):456~468.
- [15] 何丹,金凤君,周璟.基于Logistic-CA-Markov的土地利用景观格局变化——以京津冀都市圈为例[J].地理科学,2011,31(8):903~910.
- [16] 吕建树,吴泉源,张祖陆,等.基于RS和GIS的济宁市土地利用变化及生态安全研究[J].地理科学,2012,32(8):928~935.
- [17] 王耕,王嘉丽,龚丽妍,等.基于GIS-Markov区域生态安全时空演变研究——以大连市甘井子区为例[J].地理科学,2013,33(8):957~964.
- [18] 摆万奇,赵士洞.土地利用和土地覆盖变化研究模型综述[J].自然资源学报,1999,12(2):169~175.
- [19] Verburg P H,W.Soeptoerbo,A.Beldkamp,et al.Modeling the spatial dynamics of regional land use:the CLUE-S model[J].Environmental Management,2002,30(3):391-405.
- [20] 吴健生,冯喆,高阳,等.CLUE-S模型应用进展与改进研究[J].地理科学进展,2012,31(1):3~10.
- [21] 彭建,蔡运龙,Verburg P H.喀斯特山区土地利用/覆盖变化情景模拟[J].农业工程学报,2007,23(7):64~70.
- [22] 段增强,Verburg P H,张凤荣,等.土地利用动态模拟模型的构建及其应用:以北京市海淀区为例[J].地理学报,2004,59(6):1037~1047.
- [23] 吴桂平,曾永年,冯学智,等.CLUE-S模型的改进与土地利用变化动态模拟:以张家界市永定区为例[J].地理研究,2010,29(3):460~470.
- [24] 魏伟,周婕,许峰.大城市边缘区土地利用时空格局模拟——以武汉市洪山区为例[J].长江流域资源与环境,2006,15(2):174~180.
- [25] 资阳市统计局.资阳市统计年鉴[Z].北京:中国统计出版社,2000~2009.
- [26] 刘耀林,刘艳芳,张玉梅.基于灰色-马尔柯夫链预测模型的耕地需求量预测研究[J].武汉大学学报信息科学版,2004,29(7):575~580.

The Land Use Spatio-temporal Pattern Simulation in Metropolitan Fringe of the Sichuan Basin: A Case Study in Yanjian District, Ziyang City, Sichuan

DENG Hui^{1,2}, HE Zheng-wei^{1,3}, CHEN Ye^{1,3}, CAI Hong^{1,2}

(1.State Key Laboratory of Geohazard Prevention & Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China;2.College of Geophysical of Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China;3.College of Earth sciences of Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China)

Abstract: Nowadays with the rapid development of China's economy, the urbanization process has been accelerating significantly. Due to the obvious advantages of geographical location and led by large cities, the urbanization process of many satellite cities located in urban fringes of large cities have been speeding up. How to achieve the sustainable utilization of land resources has become the key issue that must be addressed to keep the urban development. Locating in the middle of the Sichuan basin, Yanjiang District, Ziyang is in Chengdu one-hour economical circle. Taking Yanjiang District as the study area and using the CLUE-S model (The conversion of Land Use and its Effects at Small Region Extent), this article made a dynamic simulation of spatial-temporal pattern of land use from 2005 to 2020 in study area and analyzed the characteristics of its land use and cover change. In the simulation research, by using ETM image and ALOS image as data source, land use data of 2005 and 2009 was obtained through decision tree classification. Thereinto, the data of 2005 was land use data of simulation initial year, and data of 2009 was verification data of simulation result. Gray model is applied to predict the demand for land use types of future years based on the data of land use in previous years. On this basis, combined with the general plan of regional land use, the paper selected socio-economic drive factors and physical geography drive factors which are relating to land use and land cover change, and simulated the spatial-temporal pattern of study area land use from 2005 to 2020 by using CLUE-S model. Logistic model is used to calculate the correlation between types of land use of study area and socio-economic, physical geography drive factors. Then the validity of the prediction results in the study area is gotten through the ROC test. Afterwards based on the land use data of 2005, by inputting correct parameters into the CLUE-S model, The map of land use spatial pattern distribution of Jianyang County in 2009 and 2020 is simulated. Then the paper verified the accuracy of 2009 land use simulation result, of which the Kappa coefficient is 0.887. That showed the simulation results are of high precision. By using GIS (Geographic Information System), the analysis of simulation results of 16 years (2005-2020) showed that in the study area, cultivated land area reduced significantly, garden plot area decreased slightly, and construction land and woodland area increased. Due to the strict water protection, the water area changed little. The simulation results and the land layout of general land use planning coincided highly with each other. That meant the CLUE-S model could simulate the land use and cover change of Sichuan basin hilly area more accurately, and could be used for reference in research of land use change of other cities in this area.

Key words: metropolitan fringe; LUCC; CLUE-S model; dynamic simulation; Yanjian District