

doi: 10.6046/gtzyyg.2018.01.21

引用格式: 田洁玫,陈杰. 高标准粮田区鹤壁市土地利用情景模拟预测研究[J]. 国土资源遥感,2018,30(1):150-156. (Tian J M,Chen J. Simulation and prediction of land use in the High Standard Grain Area of Hebi City[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2018,30(1):150-156.)

高标准粮田区鹤壁市土地利用情景模拟预测研究

田洁玫¹, 陈 杰²

(1. 郑州大学公共管理学院,郑州 450001; 2. 郑州大学水利与环境学院,郑州 450001)

摘要: 作为河南省高标准粮田建设试点,鹤壁市肩负着保证粮食安全的重担,对其未来土地利用模拟预测方法进行研究具有现实意义。基于元胞自动机-马尔科夫(Cellular Automata Markov, CA-Markov)模型方法,结合河南省三化协调发展的历史进程,在分析过去20 a间鹤壁市土地利用特征的基础上,将预测分为2种情景进行。结果发现:鹤壁市2013年预测图的Kappa指数为0.898,说明CA-Markov模型的预测结果能达到模拟效果;基于数量、空间及景观指数的比较结果显示,情景Ⅱ模式更符合中原经济区建设及工业化发展的要求,符合高标准粮田建设“绿色化”发展的生态环境保护立场,符合鹤壁市城市总体规划,其斑块形状规则、集聚度高且内部连续性强、景观破碎度较低、分布均匀且优势性明显。因此,未来按照情景Ⅱ模式发展,将有利于高标准粮田区的土地可持续利用。

关键词: 高标准粮田区; 土地利用; CA-Markov; 模拟预测; 鹤壁市

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2018)01-0150-07

0 引言

河南省是国家重要的粮食生产区,也肩负着实现耕地保护与农业现代化的重担,2008年的《国家粮食战略工程河南核心区建设规划纲要》中占河南省鹤壁市总面积约70%的浚县、淇县2县均位列在内;2012年出台的《河南省人民政府关于建设高标准粮田的指导意见》中将鹤壁市作为典型示范区,这使得鹤壁市耕地受到政策保护。为了提升河南省的工业化、城镇化水平,2011年出台了《国务院关于支持河南省加快建设中原经济区的指导意见》。鹤壁市作为中原经济区“一核、四轴、两带”中“沿京广发展轴”上的重要一环,承担着北接京津、沟通南北产业和城镇密集带的重要作用。中原经济区建设中出现的建设用地扩张会不可避免的对耕地造成影响,如何在未来的土地利用中满足保证粮食安全与实现中部崛起的双重要求是目前关注热点。

鹤壁市作为高标准粮田区的代表,在1993—2013年间发生了多种土地利用类型变化,这些变化会对未来土地利用产生影响,不同的发展模式也必然会产生不同结果。国内外学者对于土地利用变化

模拟的研究主要是通过对土地利用格局、结构及过程的概括而进行的^[1-3]。土地利用模拟中常用的模型有土地利用转化及其效应模型(conversion of land use and its effects model, CLUE)、元胞自动机模型(cellular automata, CA)以及智能体模型(agent-based model, ABM)等。近年来CA模型的发展日益成熟,Clarke等提出CA改良模型进行土地利用变化模拟研究^[4],随后又提出了主要运用于中等尺度的SLEUTH模型^[5];张显峰等建立了LESP模型,在虚拟环境下模拟土地利用变化情况^[6]。元胞自动机-马尔科夫模型(Cellular Automata Markov, CA-Markov)在CA原有模型基础上增加了马尔可夫链,可以提高预测模型结果的精确度,适用性与实用性较突出。

本文基于鹤壁市1993年、2003年和2013年3期遥感影像进行1993—2013年间土地利用动态变化分析,并将1993—2003年作为情景Ⅰ、2003—2013年作为情景Ⅱ,使用CA-Markov模型揭示了鹤壁市2023年土地利用的不同预测结果,以期为今后以耕地保护与经济建设为主题的高标准粮田区土地利用优化配置以及各项利用规划提供参考依据。

收稿日期: 2016-09-09; 修订日期: 2016-12-20

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于分类距离—环境协变量回归模型的土壤数字化制图研究”(编号: 40971128)和科技部“十二五”农村领域国家科技计划课题项目“砂质潮土中低产田改良研究与示范”(编号: 2012BAD05B02-7)共同资助。

第一作者: 田洁玫(1988-),女,博士研究生,主要研究方向为土地可持续利用与信息化管理。Email: tjm6688@163.com。

通信作者: 陈杰(1966-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为土地可持续利用与信息化。Email: jchen@zzu.edu.cn。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

鹤壁市位于河南省北部,处于 E113°59′ ~ 114°44′,N35°26′ ~ 36°3′之间,是太行山东麓向华北平原的过渡地带,地势西高东低;属暖温带半湿润型季风气候带,适宜农业种植,历史上就是粮食盛产地,其粮食播种面积比重居全河南省第一,粮食单产和复种指数也高于其他地区,是河南省高标准粮田建设试点区^[7]。近年来,鹤壁市城镇人口增加迅猛,目前城镇化率已高达 52.8%,经济发展态势良好。鹤壁市北距首都北京市 475 km,南距省会郑州市 110 km,国家西气东输工程、南水北调工程傍城区而过。鹤壁市下辖 2 县(淇县、浚县)3 区(淇滨区、山城区、鹤山区),位置如图 1 所示。

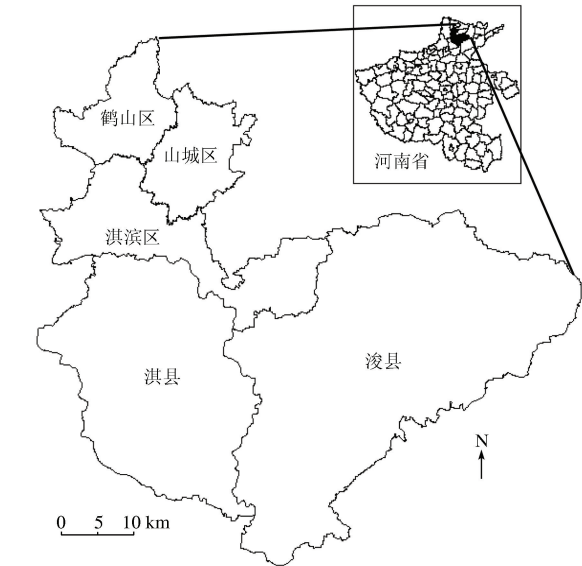


图 1 鹤壁市位置示意图
Fig.1 Location map of Hebi City

1.2 数据来源及处理

鹤壁市中心所在经纬度为(E114.17°,N35.9°)。采用 Landsat5 TM, Landsat7 ETM + 以及 Landsat8 OLI - TIRS 卫星数据,条带号为 124/35,均来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站。使用 ENVI 软件对遥感数据进行了归一化处理、假彩色合成、图像配准、裁剪与增强。按照 Anderson 在 1976 年针对遥感调查数据确定的土地利用分类系统^[8],结合当地实况将研究区划分为耕地、林地、建设用地、水域和未利用地 5 大类土地利用类型。采用非监督分类与监督分类相结合的方法,最终建立了研究区土地利用空间数据库。经过混淆矩阵检验,各地类的解译精度均高于 85%。利用 ArcGIS 软件统计得出 3 个年份的地类面积(表 1)。

表 1 鹤壁市 3 期土地利用类型面积
Tab.1 Land use type area of Hebi City in 3 years (km²)

类型	1993 年	2003 年	2013 年
耕地	1 333.548	1 347.785	1 315.787
建设用地	256.803	308.189	368.901
林地	218.135	216.971	225.528
水域	47.652	46.946	55.961
未利用地	286.036	222.284	175.994
合计	2 142.174	2 142.175	2 142.171

其他数据包括:地形地貌数据(鹤壁市 30 m 分辨率数字地形图)、矢量数据(鹤壁市行政区划图、鹤壁市土地利用现状图)及其他统计年鉴数据(鹤壁市统计年鉴、中国国土资源公报、河南省统计年鉴、鹤壁市年鉴、鹤壁市土壤志和鹤壁市城市总体规划等)。

2 研究方法

2.1 CA - Markov 模型

CA - Markov 模型在世界范围内被广泛运用于土地利用/覆被变化(Land use/cover change, LUCC)研究。陈龙泉通过对 Markov - CA 模型的研究,认为其模拟预测效果比单纯 Markov 模型强^[9];肖明等对该模型的运用也证明其可信度较高^[10];Adhikari 等运用该模型对印度政策干预下 LUCC 进行了预测^[11];Kityuttachai 也用该模型研究了泰国海滨城市的土地利用变化情况^[12]。

本研究基于 CA - Markov 模型的鹤壁市土地利用情景模拟预测是在 ArcGIS 及 IDRISI 软件中进行的。先对栅格数据进行 100 × 100 的重分类,将其转为 ASCII 格式并导入 IDRISI;再使用 IDRISI 中的 Markov 模块计算 1993—2003 年以及 2003—2013 年的转移面积和与转移概率矩阵;考虑到 MCE 或 Logistic 法均存在较大的主观性^[13],本研究采用 Markov 模块自动生成的 .rgf 文件作为转变适宜性图像集,并在运算中采用 5 × 5 的 CA 滤波器,以 10 为 CA 循环次数的基数。

2.2 模型精度检验

对 CA - Markov 模型模拟预测的效果通常使用数量精度以及 Kappa 指数进行检验,数量精度的计算属于全数检验方法,它可以检验到参与模拟的每个单元,具有较高的可信度。其方法是以预测图与解译图的相交栅格数为被除数,以预测图的模拟结果栅格数为除数,其数量精度值越大则表示模拟精度越高。Kappa 指数在评价两幅图像一致性的研究中被广泛应用,其数值大小与模拟效果的好坏成正比:当该系数在(0.8 ~ 1]区间时,则模拟效果最佳;

当该系数在(0.6~0.8]区间时,则模拟效果显著;在(0.4~0.6]区间时表示效果适中;在(0~0.4]区间时则表示效果弱或很差^[14-15]。

3 结果与分析

3.1 发展情景设定分析

根据中原经济区“三化”协调发展河南省协同创新中心对“三化”协调发展历史过程的总结,可以将鹤壁市 1993—2013 年间分为 2 个发展阶段,即 1993—2003 年和 2003—2013 年^[16]

1993—2003 年间,随着 1994 年河南省贯彻农村土地使用权流转机制,推动农业劳动力转向非农就业,在农村实行适度规模经营^[17],流转后耕地破碎化程度减小,该时期鹤壁市耕地有所增加。随着南巡讲话和十四大会议召开,鹤壁市的总体发展与市场经济和改革开放趋势相符,工业化成为其“抓住时机,发展自己”的重点,而鹤壁的电力工业基础建设也成为鹤壁市工业化进程中的重中之重;另一方面,1994 年中原城市群战略的提出,使得全河南省城镇都积极联体成片,鹤壁市处于重要的节点处,城镇化建设更是突飞猛进。

2003—2013 年间,2004 年《关于推进农业现代化建设的意见》中强调继续推进农村土地承包经营权流转,促进工业反哺农业,农业产业化发展。2008 年河南省粮食生产核心区建设以及其后 2012 年的高标准粮田建设,都强调将粮食生产用地和粮食产量稳定在一定水平。2003 年后,河南省的工业化与城镇化发展均进入高速增长时期。2006 年鹤壁市成为河南省 7 个城乡一体化试点,使得鹤壁市农村基础设施建设也不断加强;2012 年中原经济区建设的启动促使鹤壁市城市规模不断扩大。工业化以重工业为主导,鹤壁市成为最大的镁制品生产中心。

受到工业化、城镇化、农业现代化的各项影响,鹤壁市过去 20 a 间土地利用也会有不同特征,分别计算土地扩张速度、扩张强度以及动态度,即

$$V = \frac{U_j - U_i}{T} \quad , \quad (1)$$

$$R = \frac{U_j - U_i}{AT} \times 100 \quad , \quad (2)$$

$$K = \frac{U_j - U_i}{U_i T} \times 100\% \quad , \quad (3)$$

式中: V 为扩张速度; R 为扩张强度; K 为扩张动态度; U 为某区域的地类面积; i 为初期; j 为末期; T 为时间间隔, A 为土地总面积。计算结果见表 2。

表 2 鹤壁市 2 个阶段土地利用变化对比表
Tab.2 Land use change phase comparison of Hebi City

指标	1993—2003 年	2003—2013 年
建设用地净变化量/km ²	51.386	60.712
建设用地扩张速度/(km ² ·a ⁻¹)	5.139	6.071
建设用地扩张强度	0.240	0.283
耕地净变化量/km ²	14.237	-31.998
耕地扩张速度/(km ² ·a ⁻¹)	1.424	-3.200
耕地扩张动态度/%	0.110	-0.240

从表 2 可见,1993—2003 年间土地利用呈现建设用地扩张速度、强度以及扩张变化量均低于 2003—2013 年间,而耕地扩张速度、强度以及扩张变化量均高于 2003—2013 年间的情况。依据两阶段中鹤壁市土地利用的不同特征,可将这 2 个阶段的土地利用模式分别作为不同的发展情景对未来进行模拟预测,并依据预测结果分析哪种情景更有利于高标准粮田区土地可持续利用。

3.2 2013 年土地利用模拟预测

以 2003 年为预测起始年,以 Markov 模块中生成的 1993 年土地利用类型转变为 2003 年土地利用类型可能性的转变适宜性图像集为依据,间隔迭代设为 10 a,对 2013 年的土地利用情况进行预测。通过 CROSSTAB 模块可同时将模拟结果与解译结果进行栅格差值运算,得到检验交叉表,并计算数量精度^[18],结果如表 3。

表 3 鹤壁市 2013 年预测结果模拟精度
Tab.3 Simulation accuracy of Hebi City in 2013

土地利用类型	相交栅格数/个	模拟结果栅格数/个	数量精度/%	Kappa 指数
耕地	118 235	135 404	87.320	0.826
林地	19 314	23 595	81.093	0.810
建设用地	29 432	34 851	84.451	0.829
水域	3 414	4 868	70.131	0.699
未利用地	14 947	15 931	93.823	0.935
合计	457 610	457 610	100.000	0.898

分析可知,水域的数量精度为 70.131%,Kappa 指数为 0.699,相对较低,但其模拟效果仍处于显著状态;其他各地类及总体的数量精度均较高,且 Kappa 指数均高于 0.81,这种高模拟精度的情况具有不变地类占比大而高估模型能力的可能性,但相关研究已表明该精度存在较高可信度。由此项检验可知,使用 CA-Markov 模型可以得出达到模拟效果的鹤壁市未来土地利用预测图件和数据。

3.3 基于两种发展情景的模拟预测

依据上文分析,可将 1993—2003 年的发展模式作为情景 I,以 2003 年作为起始年,1993—2003 年的 Markov 转移矩阵和适宜性图像集,迭代间隔为 20 a。同理,可将 2003—2013 年的发展模式作为情

景Ⅱ,使用 2013 年作为起始期,2003—2013 年的 Markov 转移矩阵和适宜性图像集,迭代间隔 10 a。2 种发展情景可分别模拟出鹤壁市 2023 年的土地利用图,如图 2 所示。

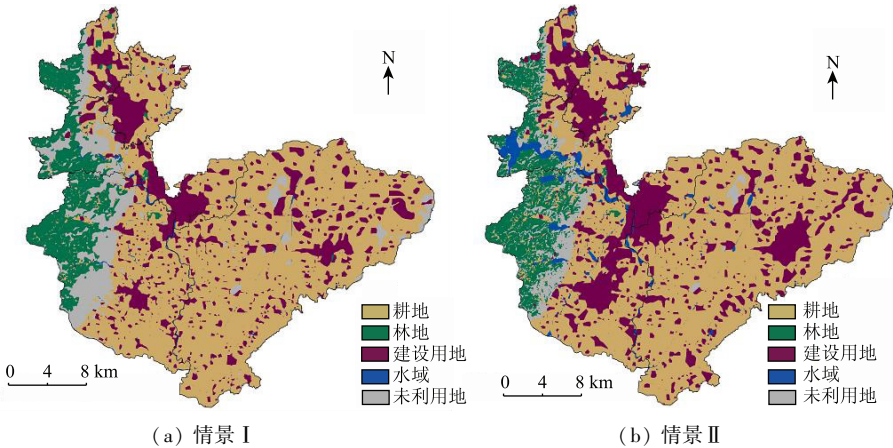


图 2 两种发展情景下模拟的 2023 年鹤壁市土地利用图

Fig.2 Land use map of Hebi City in 2023 under two scenarios of development

3.3.1 预测结果的数量变化比较分析

将模拟结果导入 ArcGIS 软件,统计计算得出鹤壁市 2023 年 2 种情景模式下的土地利用类型面积,结果汇总见表 4。

表 4 鹤壁市 2023 年土地利用类型面积及比例汇总表
Tab.4 Land use type area and proportion of Hebi City in 2023

土地利用类型	2023 年(情景Ⅰ)		2023 年(情景Ⅱ)	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
耕地	1 247.181	58.268	1 193.000	55.737
林地	204.821	9.569	218.854	10.225
建设用地	417.619	19.511	526.308	24.589
水域	30.873	1.442	76.917	3.594
未利用地	239.937	11.210	125.332	5.855
合计	2 140.431	100.000	2 140.411	100.000

由表 4 可知,总体上鹤壁市的耕地仍属于主导地类,2 种情景下 2023 年耕地面积比例均超过 55%,这是鹤壁市作为高标准粮田示范区的优势所在。情景Ⅰ中的耕地面积比例明显高于情景Ⅱ,说明情景Ⅰ中以耕地保护为主,然而情景Ⅰ中耕地面积比情景Ⅱ多 54.180 km²,情景Ⅱ的建设用地却比

情景Ⅰ多 108.689 km²,大量增加的建设用地是中原经济区建设的必然结果,这说明情景Ⅱ在少量占用耕地的情况下,建设用地发展迅猛,且以对未利用地的开发为主(情景Ⅰ的未利用地持有面积是情景Ⅱ的两倍),这一情况符合中原经济区建设及工业化发展的普遍要求。对于林地和水域而言,情景Ⅱ的各项所占面积均高于情景Ⅰ,说明基于情景Ⅱ的发展模式下鹤壁市未来林地及水域用地持续增加,这符合鹤壁市盘石头水库建设的实际情况,也符合目前政府提倡“绿色化”发展的生态及环境保护立场^[19]。

3.3.2 预测结果的空间变化比较分析

将 2 种情景下的 2023 年鹤壁市土地利用图与各自的初始土地利用图(2003 年、2013 年)使用 Image Calculator 模块进行处理,以模拟图像为被减数,以初始图像为减数,得到 2 种情景模式下的 2023 年鹤壁市土地利用空间发展比较图,如图 3 所示。图呈增加中数字为正的区

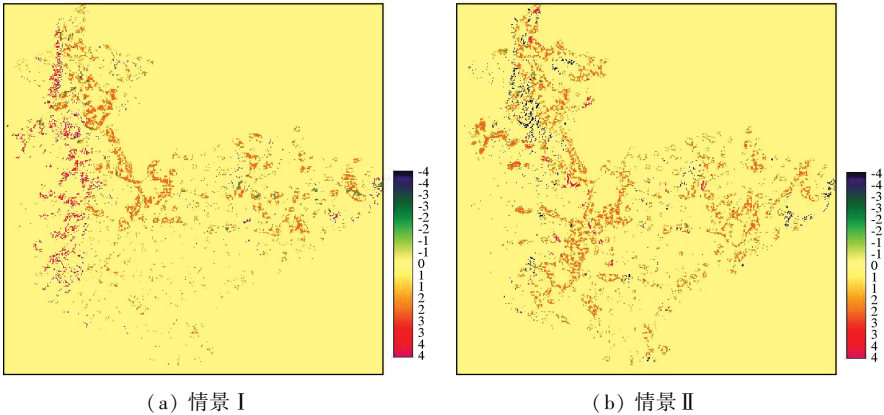


图 3 2023 年鹤壁市土地利用空间发展比较图

Fig.3 Comparison of land use spatial development of Hebi City in 2023

情景 I 中 2023 年鹤壁市土地利用增加的部位集中在图件的北部,且以西北部为主;从细节上看,建设用地主要围绕着淇滨区、山城区以及浚县主城区进行外扩;未利用地也有西扩趋势,符合鹤壁市西部山区环境保护的要求。情景 II 中 2023 年鹤壁市土地利用增加部分较之情景 I 更为全方位,增加部分以西部为主,兼顾东部;且围绕着淇滨区(鹤壁市区)与淇县练成一片中央核心区,西北部的山城区与鹤山区也逐步形成一体,与东部淇县照相呼应。

依据《鹤壁市城市总体规划(2007—2020)》,鹤壁市未来城市发展空间结构以淇滨区为中心,以山城区、淇县县城、浚县县城为次中心,依托快速路和区域主干公路,构建“一轴、三区、四级”的市域城镇空间结构,并逐渐从“一心(淇滨区)三星(山城区、淇县、浚县)”向“一核(鹤淇一体化)双星(山城鹤山一体化、浚县)”过渡。由此可见,情景 II 的空间变化态势更符合鹤壁市的城市总体规划。

3.3.3 预测结果的景观格局比较分析

在 Patch Grid 扩展模块中将 2 种情景下的 2023 年鹤壁市土地利用图进行处理,研究 2 种情景模式下的 2023 年鹤壁市土地利用的景观格局情况。使用的景观指数有:①面积加权的平均形状因子(are-a weighted mean shape index,AWMSI)反映景观中各斑块的变异性,其数值随着斑块形状不规则程度的增加而增大;②香农多样性指数(Shannon’s diversity index,SHDI),反映景观复杂性和变异性,其值越小破碎度越低;③香农均度指数(Shannon’s even-ness index,SHEI),反映分布均匀程度,数值在 0~1 之间,趋于 0 是说明景观优势性明显;④平均斑块大小(mean patch size,MPS)与斑块个数(number of patches,NUMP)组合可反映景观空间格局^[20]。结果见表 5。

表 5 鹤壁市 2023 年土地利用类型景观指数表
Tab.5 Landscape index of land use type of Hebi city in 2023

景观格局指数	2023 年(情景 I)	2023 年(情景 II)
AWMSI	7.78	6.68
SHDI	1.24	1.25
SHEI	0.69	0.70
MPS	150.23	155.28
NUMP	3 046.00	2 947.00

由表 5 可知,就 AWMSI 指标而言,情景 II < 情景 I,说明情景 II 中的斑块形状更加规则。SHDI 与 SHEI 指标数值均很小,说明 2 种情景下 2023 年鹤壁市的土地利用景观破碎度均呈现较低状态,景观分布均匀并且优势性明显。但从 MPS 与 NUMP 指标的数值可以看出,相比而言情景 I 下 2023 年的斑

块尺寸略小,而斑块个数偏多,这说明情景 II 的斑块集聚度高且内部连续性强。

4 结 论

1) 鹤壁市作为高标准粮田示范区,其未来土地利用应符合河南省实现“三化”(即工业化、城镇化与农业现代化)的协调发展战略。按照情景 II 模式进行土地利用规划和建设可以在建设用地满足工业化与城镇化的基础上,使得耕地持续集聚并不断满足农业现代化要求,最终实现高标准粮田建设目标。

2) 绿色可持续化是未来高标准粮田建设的内在目标,发展应坚持走“不以牺牲农业和粮食、生态和环境为代价”的道路。按照情景 II 模式未来林地及水域用地面积增加,更加符合目前绿色化发展要求。

3) 使用数量精度及 Kappa 指数对 CA - Markov 模型的模拟精度进行测算是目前的常用方法。鹤壁市处于高标准粮田建设区,受自身土地禀赋、耕地保护政策以及政府规划的影响,地类变动并不十分剧烈。这种不变地类占比大的现象存在着高估模型能力的可能性,因此该问题今后可在具有不同特点的其他区域作进一步的分析研究。

参考文献(References):

[1] Parker D C, Manson S M, Janssen M A, et al. Multi - agent systems for the simulation of land - use and land - cover change: A review [J]. Annals of the Association of American Geographers, 2003, 93 (2): 314 - 337.

[2] 陈江龙, 曲福田, 王启仿. 经济发达地区土地利用结构变化预测——以江苏省江阴市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(4): 317 - 321.

Chen J L, Qu F T, Wang Q F. Forecast of land structure transition in developed area: A case study in Jiangyin City, Jiangsu Province [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2003, 12 (4): 317 - 321.

[3] 席冬梅. 基于遥感和 GIS 的内蒙古中西部土地利用动态变化与驱动力分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2007.

Xi D M. Dynamic Changes and Driving Force Analysis of Land Use in Mid - Western Parts of Inner Mongolia based on Remote Sensing and GIS[D]. Hohhot: Inner Mongolia Normal University, 2007.

[4] Clarke K C, Hoppen S, Gaydos L. A self - modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 1997, 24(2): 247 - 261.

[5] Clarke K C, Gaydos L J. Loose - coupling a cellular automaton model and GIS: Long - term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1998, 12(7): 699 - 714.

[6] 张显峰, 崔伟宏. 集成 GIS 和细胞自动机模型进行地理时空过

程模拟与预测的新方法[J]. 测绘学报,2001,30(2):148-155.

Zhang X F,Cui W H. Integrating GIS with cellular automaton model to establish a new approach for spatio-temporal process simulation and prediction[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2001,30(2):148-155.

[7] 荣颖. 基于耕地压力指数的河南省耕地保护与城市化发展研究[D]. 郑州:河南农业大学,2014.

Rong Y. A Study on Cultivated Land Protection and Urbanization based on Pressure Index in Henan Province [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University,2014.

[8] Anderson J R,Hardy E E,Roach J T,et al. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data,Geological Survey Professional Paper 964 [M]. Washington: United States Government Printing Office,1976.

[9] 陈龙泉,郑海金. 基于 Markov-CA 的土地利用/土地覆盖变化动态模型研究[J]. 测绘信息与工程,2004,29(1):36-38.

Chen L Q,Zheng H J. Dynamic models of land use/land cover changes based on MARKOV-CA [J]. Journal of Geomatics, 2004,29(1):36-38.

[10] 肖明,吴季秋,陈秋波,等. 基于 CA-Markov 模型的昌化江流域土地利用动态变化[J]. 农业工程学报,2012,28(10):231-238.

Xiao M,Wu J Q,Chen Q B,et al. Dynamic change of land use in Changhua downstream watershed based on CA-Markov model [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2012,28(10):231-238.

[11] Adhikari S,Southworth J. Simulating forest cover changes of Banerghatta National Park based on a CA-Markov model: A remote sensing approach [J]. Remote Sensing, 2012,4(10):3215-3243.

[12] Kityuttachai K,Tripathi N K,Tipdecho T,et al. CA-Markov analysis of constrained coastal urban growth modeling: Hua Hin Seaside City, Thailand [J]. Sustainability,2013,5(4):1480-1500.

[13] 孟成,卢新海,彭明君,等. 基于 Markov-C 5.0 的 CA 城市用地布局模拟预测方法[J]. 中国土地科学,2015,29(6):82-88.

Meng C,Lu X H,Peng M J,et al. A land layout simulation model based on CA and Markov-C 5.0 classification [J]. China Land Sciences,2015,29(6):82-88.

[14] 李丽,刘普幸,姚玉龙. 近 28 年金昌市土地利用动态变化及模拟预测[J]. 生态学杂志,2015,34(4):1097-1104.

Li L,Liu P X,Yao Y L. Land-use dynamic change of Jinchang City in the last 28 years and simulation prediction [J]. Chinese Journal of Ecology,2015,34(4):1097-1104.

[15] 施云霞,王范霞,毋兆鹏. 基于 CLUE-S 模型的精河流域绿洲土地利用空间格局多情景模拟[J]. 国土资源遥感,2016,28(2):154-160. doi:10.6046/gtzyyg. 2016. 02. 24.

Shi Y X,Wang F X,Wu Z P. Multi-simulation of spatial distribution of land use based on CLUE-S in Jinhe Watershed [J]. Remote Sensing for Land and Resources,2016,28(2):154-160. doi:10.6046/gtzyyg. 2016. 02. 24.

[16] 河南省社会科学院课题组. 河南省“三化”协调发展的历程、成就与经验[J]. 经济研究参考,2012(49):35-59.

Research Group of Henan Provincial Academy of Social Sciences. The course, achievement and experience of the coordinated development of urbanization, industrialization and agricultural modernization in Henan Province [J]. Review of Economic Research,2012(49):35-59.

[17] 田洁玫. 基于现代农业发展的北疆棉区农地流转规模效益研究——以玛纳斯县为例[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.

Tian J M. Study on the Agricultural Land Reform Efficiency of Cotton Region in North Xinjiang based on Modern Agricultural Development: A Case Study of Manasi Country [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University,2013.

[18] 崔敬涛. 基于 Logistic-CA-Markov 模型的临沂市土地利用变化模拟预测研究[D]. 南京:南京大学,2014.

Cui J T. Simulation and Prediction of Land Use Change in Linyi City based on Logistic-CA-Markov Model [D]. Nanjing: Nanjing University,2014.

[19] 田洁玫,任彧,陈杰. “五化”视角下鹤壁市土地利用动态变化研究[J]. 中国农业资源与区划,2016,37(4):228-236.

Tian J M,Ren Y,Chen J. Study on dynamic changes of land use in Hebi City based on development of five modernizations [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2016,37(4):228-236.

[20] 郭建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京:高等教育出版社,2000.

Wu J G. Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy [M]. Beijing: Higher Education Press,2000.

Simulation and prediction of land use in the High Standard Grain Area of Hebi City

TIAN Jiemei¹, CHEN Jie²

(1. School of Public Administration, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. School of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In the period of “13th Five-Year Plan”, the national planning attaches great importance to the implementation of construction of the high standard grain area. As one of the high standard grain areas in Henan Province, Hebi City shoulders the burden of ensuring food security. That is why it is of practical significance to study the simulation and prediction of land use in Hebi City in the future. With the use of CA-Markov model and

on the basis of the historical process of the coordinated development of urbanization, industrialization and agricultural modernization of Henan Province, the prediction can be divided into two scenarios for the simulation and prediction of land use according to the analysis of the characteristics of land use in Hebi city in the past 20 years. The results can show that the Kappa index of Hebi City in 2013 was about 0.898, which means that the fitting effect is the best, and that the prediction results of CA – Markov model can achieve good fitting effect. Based on comparative analysis of the quantity, the space and the landscape index of Hebi City, it is held that the scenario II can be more in line with the demand of the Central Plains Economic Area and the industrial development as well as with the “green development” in the High Standard Grain Area’s ecological and environmental protection grounds. What’s more, it is in accordance with the planning of Hebi City, the patch shape is more regular, the plaque agglomeration degree is high, the internal continuity is strong, landscape fragmentation degree is low, and the landscape distribution is uniform, thus exhibiting obvious advantages. The authors hold that, in the future, the government should adhere to scenario II model for the development of the construction of the High Standard Grain Area so that the land can realize sustainable development.

Keywords: high standard grain area; land use; CA – Markov; simulation and prediction; Hebi City
(责任编辑: 李 瑜)