

# 佳木斯市土地利用变化及模拟预测分析

陈柯鑫

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年11月28日; 录用日期: 2023年1月2日; 发布日期: 2023年1月10日

## 摘要

研究土地利用的演化特点, 不仅可以确定其与自然、人文活动影响因子之间的联系, 而且可以为我国的国土空间规划和生态文明建设提供一定的参考。本研究以佳木斯市为研究区, 分析2008年、2014年、2020年佳木斯市土地利用变化及演变过程, 并基于GeoSOS-FLUS模型模拟2026年、2038年佳木斯市土地利用情况, 探讨佳木斯市未来土地利用变化特征。结果表明: 2008至2014年佳木斯市耕地、草地、水体、不透水地面面积增加, 森林、裸地、湿地面积减少。其中, 草地面积动态绝对值最大; 2014年至2020年佳木斯市草地、水体、裸地、不透水地面面积增加, 耕地、森林、湿地面积减少, 其中裸地面积动态绝对值最大; 2008年至2020年佳木斯市耕地、草地、水体、不透水地面面积增加, 其中草地动态绝对值最大。森林、裸地、湿地面积减少, 其中湿地动态绝对值最大; 在2026年、2038年佳木斯市不透水地面面积持续增加, 耕地、森林、湿地持续减少。本研究结果对合理利用土地资源, 促进生态环境可持续发展具有一定的现实意义。

## 关键词

土地利用, GeoSOS-FLUS模型, 模拟预测

# Land Use Change and Its Simulation and Prediction in Jiamusi City

Kexin Chen

College of Geographical Science, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Nov. 28<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 2<sup>nd</sup>, 2023; published: Jan. 10<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Studying the evolutionary characteristics of land use can not only determine the relationship between land use and natural and human activities, but also provide some reference for land space planning and ecological civilization construction in China. This study takes Jiamusi City as the study

area, analyzes the land use change and evolution process of Jiamusi City in 2008, 2014 and 2020, and simulates the land use situation of Jiamusi City in 2026 and 2038 based on GeoSOS-FLUS model to discuss the characteristics of future land use change of Jiamusi City. The results show that from 2008 to 2014, the area of cultivated land, grassland, water body and impervious ground in Jiamusi increased, while the area of forest, bare land and wetland decreased. Among them, the absolute value of grassland area dynamic degree is the largest. From 2014 to 2020, the area of grassland, water body, bare land and impervious ground in Jiamusi City will increase, while the area of cultivated land, forest and wetland will decrease, among which the absolute value of the dynamic degree of bare land area is the largest. From 2008 to 2020, the area of cultivated land, grassland, water body and impervious land in Jiamusi City will increase, among which the absolute value of grassland dynamic degree is the largest. The area of forest, bare land and wetland decreased, and the absolute value of wetland dynamic degree was the largest. In 2026 and 2038, the impervious surface area of Jiamusi City will continue to increase, and the cultivated land, forests and wetlands will continue to decrease. The results of this study have certain practical significance for rational utilization of land resources and promotion of sustainable development of ecological environment.

## Keywords

Land Use, GeoSOS-FLUS Model, Analog Prediction

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

土地利用是人与自然关系的纽带,体现了人与自然之间的一种相互依存、相互作用的关系。近几年,我国经济快速发展,城市和农村的建设步伐加快,使用地结构发生了重大变化。如何合理地使用土地资源,保护生态系统以及维持人与自然和谐共处已成为当前社会研究的一个重要问题[1] [2] [3]。许多学者在遥感图像的基础上,对土地利用及土地覆盖变化情况进行了分析[4] [5]。陈理庭等[6]基于 Markov-FLUS 耦合模型,设置惯性发展、耕地保护等情景对饶河流域土地利用进行模拟分析。李玥康[7]基于改进元胞自动机-马尔可夫模型对新余市土地利用进行模拟预测。为研究佳木斯市土地利用变化规律,本文综合考虑自然社会因素对土地利用变化的影响,分析土地利用变化特征以及模拟预测佳木斯市土地利用变化情况;选取 2008 年、2014 年和 2020 年 3 期土地利用分类图分析其变化趋势,结合 DEM、坡度、坡向、水系情况、居民点、交通线,基于 GeoSOS-FLUS 平台,以 2014 年佳木斯市土地利用分类图为基础,模拟预测 2026 年、2038 年佳木斯市土地利用格局,以期对土地利用结构的优化,土地资源的合理利用,以及对区域生态环境的可持续发展起到一定的参考作用。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究区概况

佳木斯市坐落在中国东北部,地处黑龙江、乌苏里江和松花江三江交汇的平原腹地。佳木斯市地形比较低平,尽管有起伏,但没有太高的海拔。地理坐标为东经 129°30'~135°5'30",北纬 45°56'~48°27'55"。佳木斯市东西长约是 340 千米,宽度约 190 千米。该地区的耕地面积大,且分布密集,是中国主要的粮食生产基地。

## 2.2. 数据来源

地面高程数据来自地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn/home>), 土地利用数据, 居民点、交通、水系流域及行政区划等矢量数据来自中国科学院资源与环境数据中心(<http://www.resdc.cn>), 根据本研究需要, 将研究区土地分为耕地、森林、草地、水体、裸地、不透水地面和湿地 7 种用地类型。

## 2.3. 研究方法

### 2.3.1. 土地利用类型动态度

单一的土地利用类型动态度是研究区一段时期内, 某一特定的用地类型的数量变化情况, 表达式如下[8]:

$$K = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times \frac{1}{t} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $K$  为一定时期的土地利用的动态度;  $U_1$  为前期土地利用面积;  $U_2$  是后期的用地面积,  $t$  为前后期间隔时间。土地利用的动态度绝对值越大, 说明其土地变化的速率也就越快。

### 2.3.2. GeoSOS-FLUS 模型

#### 1) 基于神经网络(ANN)的出现概率计算

ANN 是一种模拟生物大脑神经元结构的智能算法, 应用于具有多种不同输入的非线性函数估算[9]。本研究以 DEM、坡向、坡度、交通、居民点等作为影响土地利用的驱动因素, 水系作为限制因素。根据模拟研究的可行性, 确定 500 米的分辨率。

#### 2) 基于自适应惯性机制元胞自动机模拟

用地转化概率受神经网络输出的驱动因素概率的影响, 还受表示扩张能力强弱的邻域密度、惯性系数、转换成本以及土地之间竞争的影响[9]。依据经验确定不同土地类型间的相互转化成本, 并且根据外部经验和政策规定设定土地利用类型相互转换的限制矩阵。根据研究区域的实际情况, 采用科学的估计方法来确定合理的数量目标。

#### 3) 模型精度检验

$Kappa$  系数能有效验证预测模拟精度,  $FoM$  用于验证模型的准确性[9]。

$$Kappa = (p - p_e) / (1 - p_e) \quad (2)$$

式中:  $p$  为总精度;  $p_e = (a_1 \times b_1 + a_2 \times b_2 + \dots + a_n \times b_n) / (S \times S)$ , 其中  $n$  为类别数,  $a_1, a_2, \dots, a_n$  为真实结果中每一类土地的面积,  $b_1, b_2, \dots, b_n$  为模拟结果中每一类土地的面积,  $S$  表示样本数量。

$$FoM = B / (A + B + C + D) \quad (3)$$

式中:  $FoM$  表示品质因数;  $A$  代表在转换过程中实际发生转化, 模拟没有发生转化的区域面积;  $B$  代表在转换过程中实际和模拟都出现转化的区域面积;  $C$  代表在转化过程中实际发生转化, 但模拟转化结果与实际不同的面积;  $D$  代表转换过程中实际面积没有变化, 模拟发生转化的面积[9]。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 2008 年~2020 年佳木斯市土地利用变化分析

根据本研究需要, 选取 2008 年、2014 年、2020 年 3 期佳木斯市土地利用数据, 依托 ArcGIS10.6 将佳木斯市土地分为耕地、森林、草地、水体、裸地、不透水地面和湿地 7 种类型(如图 1~3 所示)。由表 1 可知, 2008 年、2014 年、2020 年佳木斯市耕地面积占土地利用面积比重最大, 占比分别为 79.15%、

79.15%、79.44%。其次是森林面积占比，分别为 15.69%、14.97%、14.74%。草地、水体、裸地、不透水地面、湿地占比均在 3% 以下。2008 至 2014 年佳木斯市土地利用耕地、草地、水体、不透水地面面积增加，森林、裸地、湿地面积减少。其中，草地面积动态绝对值最大，增幅 8.93%，其次裸地面积减幅 5.56%。2014 年至 2020 年佳木斯市草地、水体、裸地、不透水地面面积增加，耕地、森林、湿地面积减少。其中裸地面积动态绝对值最大，增幅 5.95%，其次是湿地面积减幅 4.43%。2008 年至 2020 年佳木斯市耕地、草地、水体、不透水地面面积增加，其中草地动态绝对值最大，增幅 6.36%。森林、裸地、湿地面积减少，其中湿地动态绝对值最大，减幅 4.39%。

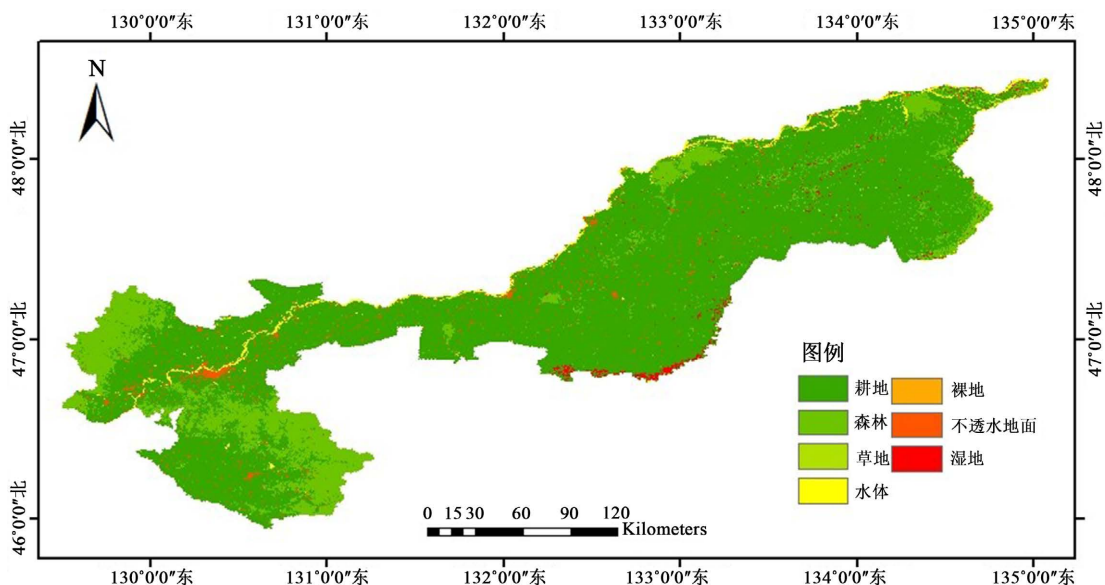


Figure 1. Land use classification of Jiamusi city in 2008

图 1. 佳木斯市 2008 年土地利用分类图

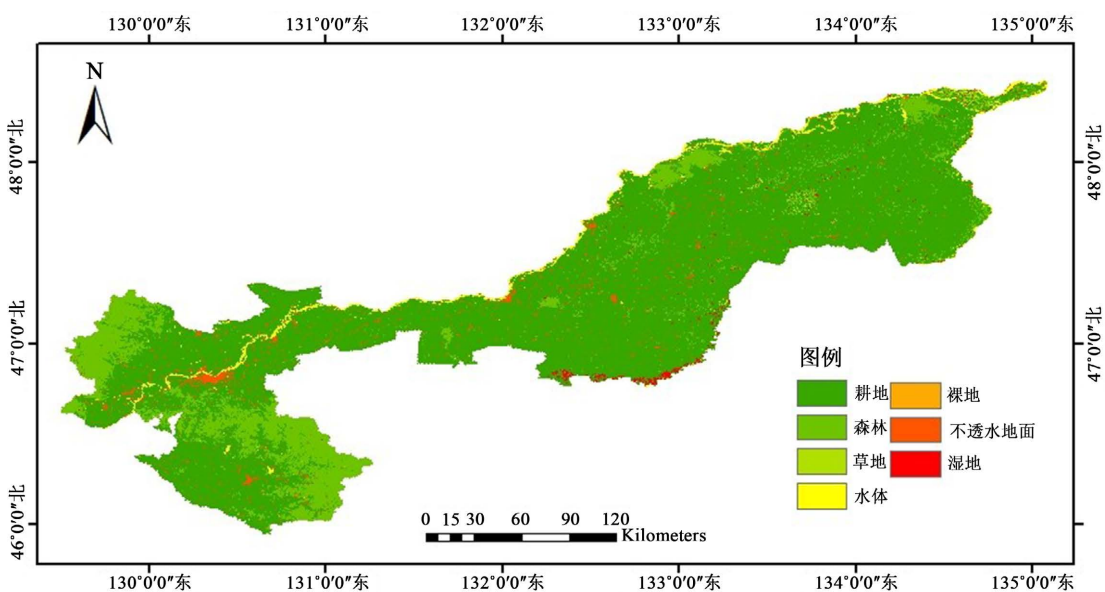


Figure 2. Land use classification of Jiamusi city in 2014

图 2. 佳木斯市 2014 年土地利用分类图

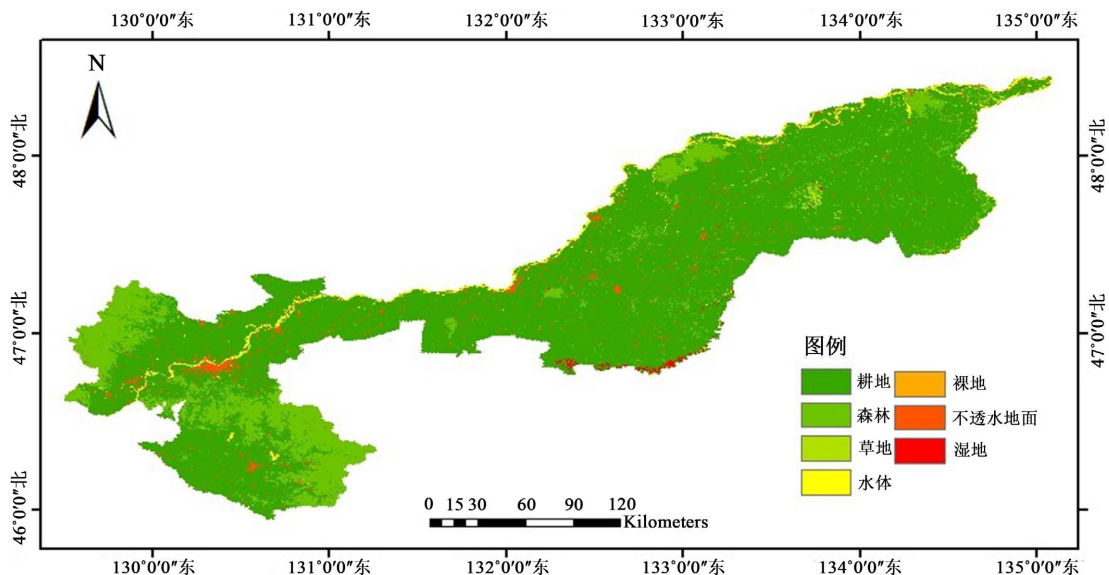


Figure 3. Land use classification of Jiamusi city in 2020

图 3. 佳木斯市 2020 年土地利用分类图

Table 1. Land use area and change in Jiamusi city

表 1. 佳木斯市土地利用面积及变化情况

指标	2008		2014		2020	
	面积/km <sup>2</sup>	占比/%	面积/km <sup>2</sup>	占比/%	面积/km <sup>2</sup>	占比/%
耕地	25833	79.15	25953	79.51	25929.3	79.44
森林	5122.5	15.69	4887	14.97	4811.75	14.74
草地	59.25	0.18	91	0.28	104.5	0.32
水体	592.25	1.81	685.25	2.10	687.5	2.11
裸地	5.25	0.02	3.5	0.01	4.75	0.01
不透水地面	735.5	2.25	831.5	2.55	963.5	2.95
湿地	291.5	0.89	188	0.58	138	0.42
指标	2008~2014		2014~2020		2008~2020	
	变化面积/km <sup>2</sup>	动态度/%	变化面积/km <sup>2</sup>	动态度/%	变化面积/km <sup>2</sup>	动态度/%
耕地	120	0.08	-23.7	-0.02	96.3	0.03
森林	-235.5	-0.77	-75.25	-0.26	-310.75	-0.51
草地	31.75	8.93	13.5	2.47	45.25	6.36
水体	93	2.62	2.25	0.05	95.25	1.34
裸地	-1.75	-5.56	1.25	5.95	-0.5	-0.79
不透水地面	96	2.18	132	2.65	228	2.58
湿地	-103.5	-5.92	-50	-4.43	-153.5	-4.39

### 3.2. 佳木斯市未来土地利用变化分析

#### 3.2.1. 驱动因子及限制因子选取

选取地形因子(DEM、坡度、坡向)、交通区位因子、居民点作为佳木斯市土地利用模拟预测的驱动

因子, 选取水系作为土地利用模拟预测的限制因子, 对佳木斯市未来土地利用进行模拟预测。

### 3.2.2. 精度验证及预测

由 2014 年土地利用图(图 2)以及坡度、交通等驱动因子、水系限制因子模拟预测佳木斯市 2020 年土地利用图(如图 4 所示), 从而进行模型模拟预测精度验证。经过反复调试模拟参数模拟结果理想。总体精度为 97.2%, 精度高; Kappa 系数为 0.9244, 大于 0.85, 表明具有极好的一致性。

利用 GeoSOS-FLUS 软件平台, 模拟佳木斯市 2026 年(图 5)以及 2038 年(图 6)土地利用情况。可以看出对比 2020 年, 2026 年佳木斯市耕地面积、森林面积、湿地面积减少, 草地面积、水体面积、裸地面积、不透水地面面积增加。对比 2020 年, 模拟预测佳木斯市 2038 年土地利用面积中耕地面积、森林面积、草地面积、裸地面积、湿地面积减少, 水体面积和不透水地面面积增加。可以得出, 城镇建设的面积持续增加, 侵占耕地、森林、湿地等土地面积。

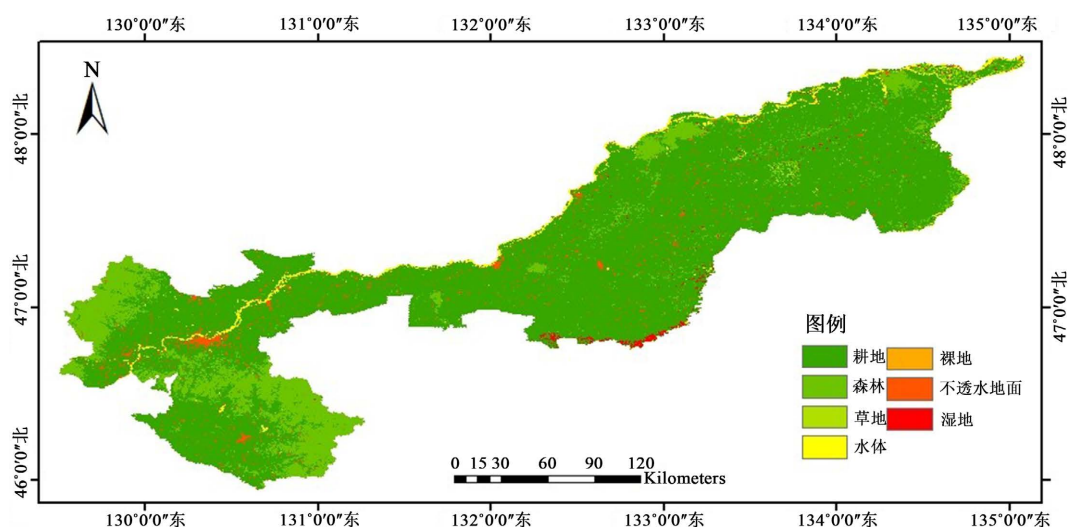


Figure 4. Land use simulation forecast of Jiamusi city in 2020

图 4. 佳木斯市 2020 年土地利用模拟预测

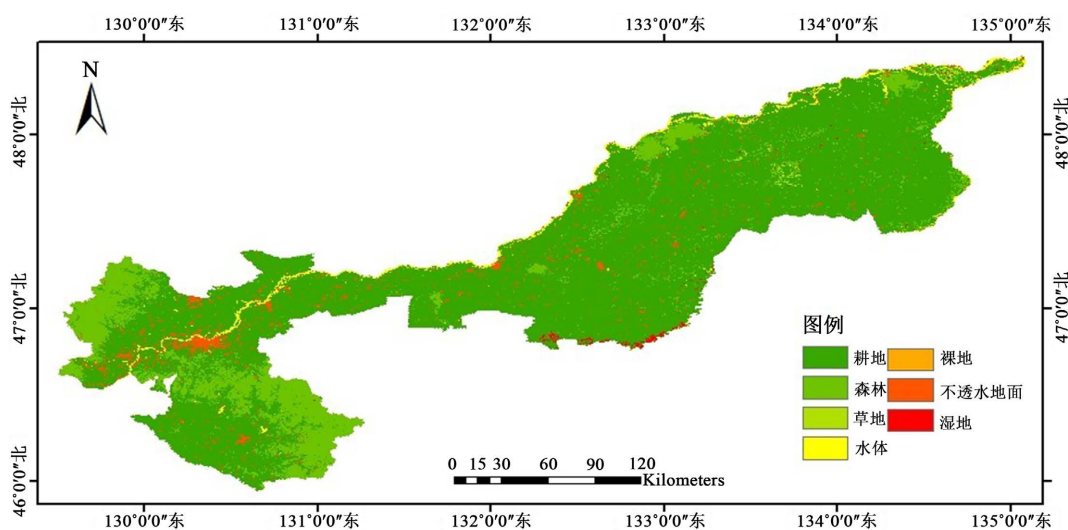


Figure 5. Land use simulation forecast of Jiamusi city in 2026

图 5. 2026 年佳木斯市土地利用模拟预测

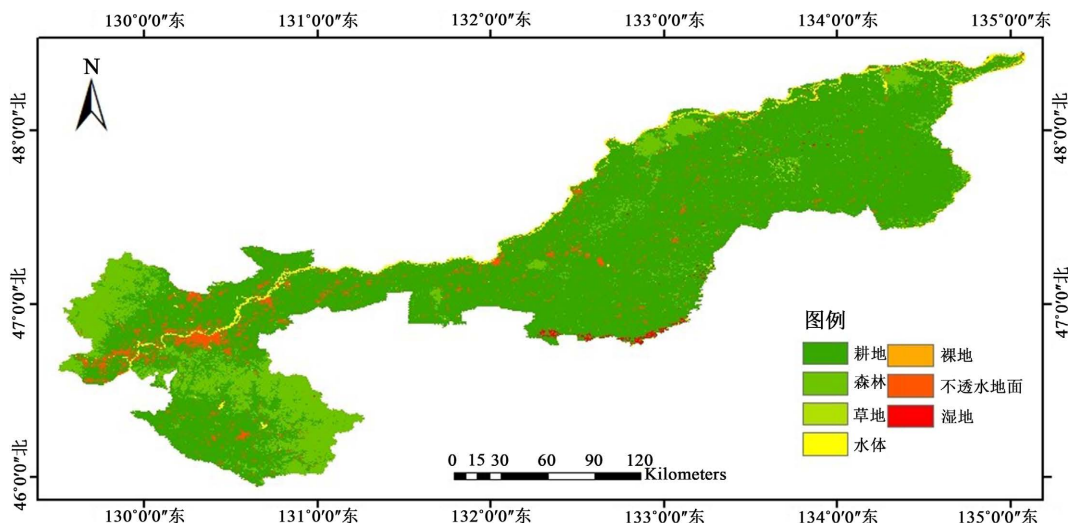


Figure 6. Land use simulation forecast of Jiamusi city in 2038

图 6. 2038 年佳木斯市土地利用模拟预测

#### 4. 结论

根据佳木斯市 2008 年、2014 年、2020 年三期土地利用变化分析得出：耕地占佳木斯市土地利用面积最大。2008 至 2014 年佳木斯市土地利用耕地、草地、水体、不透水地面面积增加，森林、裸地、湿地面积减少。其中，草地面积动态绝对值最大。2014 年至 2020 年佳木斯市草地、水体、裸地、不透水地面面积增加，耕地、森林、湿地面积减少。其中裸地面积动态绝对值最大。2008 年至 2020 年佳木斯市耕地、草地、水体、不透水地面面积增加，其中草地动态绝对值最大。森林、裸地、湿地面积减少，其中湿地动态绝对值最大。可以看出城镇建设进程不断加快，向周围的土地不断扩张。耕地面积、森林面积以及湿地面积不断减少。

选取 DEM、坡度、坡向、交通、居民点作为土地利用变化的驱动因子，水系作为土地利用变化的限制因子。基于 GeoSOS-FLUS 软件模拟预测总精度 97.2%，Kappa 系数为 0.9244，模拟预测土地利用变化结果良好。

模拟预测佳木斯市 2026 年、2038 年土地利用变化情况，对比 2020 年，模拟预测佳木斯市 2026 年土地利用面积中耕地面积、森林面积、湿地面积减少，草地面积、水体面积、裸地面积、不透水地面面积增加。对比 2020 年，模拟预测佳木斯市 2038 年土地利用面积中耕地面积、森林面积、草地面积、裸地面积、湿地面积减少，水体面积和不透水地面面积增加。可以得出，城镇建设的面积持续增加，侵占耕地、森林、湿地等土地面积。

本研究对佳木斯市现在及未来土地利用变化进行分析，根据土地利用类型动态度分析 2008~2020 年佳木斯市土地利用演变特点和趋势，基于 GeoSOS-FLUS 软件模拟预测佳木斯市未来土地利用变化趋势，为佳木斯市未来城乡建设，生态环境可持续发展提供参考。随着社会经济的发展，耕地、森林、湿地面积不断减少，因此要警惕经济发展等对土地利用以及对生态环境的影响。随着经济发展，城镇建设的推进，未来土地利用格局持续变化，土地利用变化及其对生态环境影响的研究应继续开展。同时，本研究也存在着一定的不足，模拟预测中没有考虑社会经济等因素。

#### 参考文献

- [1] 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理, 2001(1): 95-100.

- 
- [2] 李孝永, 匡文慧. 京津冀. 1980-2015 年城市土地利用变化时空轨迹及未来情景模拟[J]. 经济地理, 2019, 39(3): 187-194+200. <https://doi.org/10.15957/j.cnki.jjdl.2019.03.022>
- [3] 赵永超. 天津市土地利用动态变化及预测分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2017.
- [4] 赵冬玲, 杜萌, 杨建宇, 李鹏山, 何珊珊, 朱德海. 基于 CA-Markov 模型的土地利用演化模拟预测研究[J]. 农业机械学报, 2016, 47(3): 278-285.
- [5] 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]: [硕士学位论文]. 南京: 南京大学, 2014.
- [6] 陈理庭, 蔡海生, 张婷, 张学玲, 曾珩. 基于 Markov-FLUS 模型的饶河流域土地利用多情景模拟分析[J]. 生态学报, 2022, 42(10): 3947-3958.
- [7] 李玥康, 姚斯洋, 闫峰, 陈良捷, 漆宇豪. 基于改进元胞自动机-马尔可夫模型的土地利用格局演变模拟与预测: 以新余市为例[J]. 水利水电技术(中英文), 2022, 53(4): 71-83. <https://doi.org/10.13928/j.cnki.wrahe.2022.04.006>
- [8] 王明常, 郭鑫, 王凤艳, 张馨月. 基于 FLUS 的长春市土地利用动态变化与预测分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2019, 49(6): 1795-1804. <https://doi.org/10.13278/j.cnki.jjuese.20180312>
- [9] 王雪然, 潘佩佩, 王晓旭, 王晓萌. 基于 GeoSOS-FLUS 模型的河北省土地利用景观格局模拟[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(3): 667-675.