Sustainable Development 可持续发展, 2025, 15(4), 284-293
Published Online April 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/sd
https://doi.org/10.12677/sd.2025.154112

Hans汉斯

2000~2019年佳木斯市主城区土地利用格局变化及驱动力分析

李雪媛，李　召*

哈尔滨师范大学地理科学学院，黑龙江　哈尔滨

收稿日期：2025年3月13日；录用日期：2025年4月18日；发布日期：2025年4月30日

摘　要

本研究以佳木斯市主城区为对象，借助2000~2019年遥感数据，深入剖析土地利用格局变化的特征、驱动因素及作用机理。研究发现：1) 主城区土地利用结构发生显著变化，建设用地规模急剧扩张，从2000年的82.49平方公里增长到2019年的442.81平方公里，草地和耕地面积大幅减少，分别减少322.61平方公里和322.88平方公里，林地面积增加218.69平方公里，河流面积扩大65.8平方公里。2) 土地利用变化呈现阶段性差异，2000~2010年变化相对缓和，建设用地主要进行内部填充式开发；2010~2019年随着城市化进程加速，变化明显加快，建设用地大规模向外拓展。3) 驱动因素存在主次之分，人为因素是主导，政策导向、人口增长作用是关键，经济发展和交通建设是辅助，自然因素影响较小，且各因素对不同土地利用类型的影响存在差异。本研究为城市土地资源合理规划与可持续发展提供了重要参考。

关键词

土地利用，佳木斯市主城区，格局变化，对比分析

Analysis of Land Use Pattern Changes and Driving Forces in the Main Urban Area of Jiamusi City from 2000 to 2019

Xueyuan Li, Zhao Li*

School of Geographic Science, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Mar. 13th, 2025; accepted: Apr. 18th, 2025; published: Apr. 30th, 2025

Abstract

This study takes the main urban area of Jiamusi City as the object, with the help of remote sensing data

*通讯作者。

文章引用: 李雪媛, 李召. 2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用格局变化及驱动力分析[J]. 可持续发展, 2025, 15(4): 284-293. DOI: 10.12677/sd.2025.154112

from 2000~2019, deeply analyzes the characteristics, driving factors, and the mechanism of land use pattern changes. The study finds found: 1) the land use structure of the main urban area has changed significantly, the scale of construction land has expanded dramatically, growing from 82.49 square kilometers in 2000 to 442.81 square kilometers in 2019, the grassland and arable land areas have decreased dramatically, decreasing by 322.61 square kilometers and 322.88 square kilometers, respectively, the area of forested land has increased by 218.69 square kilometers, and the area of rivers has expanded by 65.8 square kilometers; 2) Land use changes show stage differences, with relatively moderate changes in 2000~2010, with construction land mainly undergoing internal infill development; and significantly accelerated changes in 2010~2019 with the acceleration of urbanization, with construction land expanding outward on a large scale; 3) There is a primary and secondary difference in the driving factors, with human factors dominating, policy orientation and population growth playing a key role, economic development and transportation construction assisting, and natural factors having less influence, and there are differences in the influence of each factor on different land use types. This study provides an important reference for rational planning and sustainable development of urban land resources.

Keywords

Land Use, Main Urban Area of Jiamusi City, Pattern Change, Comparative Analysis

Copyright © 2025 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

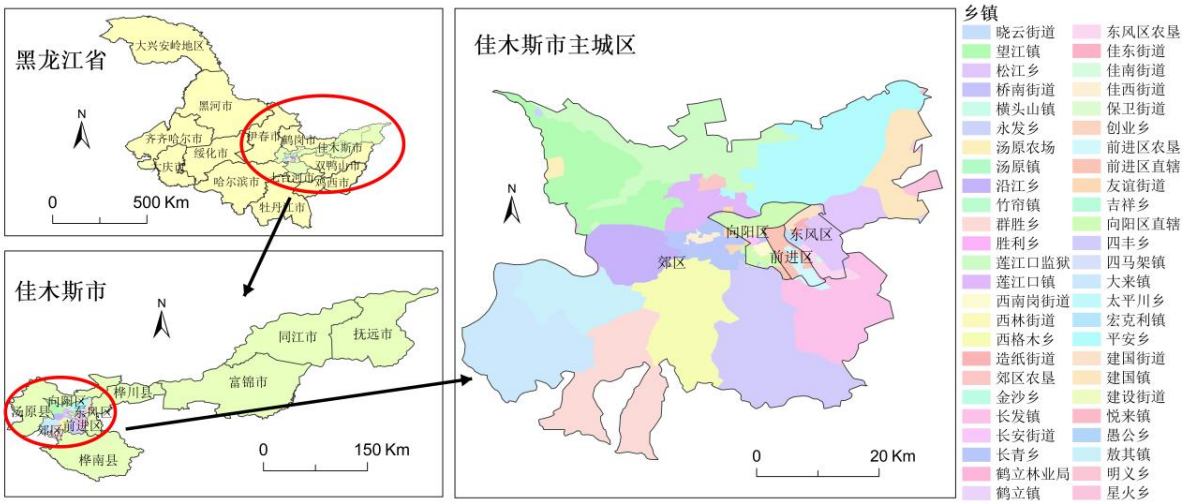
1. 引言

土地利用格局的变化对城市的发展影响至关重要，国内外关于土地利用的研究已逐渐成为国际上的一个热门话题。国外对土地利用格局变化的研究起步较早，主要集中在土地利用变化的驱动机制、生态环境影响以及可持续发展等方面。在驱动机制方面，一些研究通过构建模型来分析土地利用变化的驱动因素[1]。例如，尼日利亚的土地利用模式正经历着各种变化，这些变化源于不断变化的人口和经济特征，导致了各种环境问题。研究人员通过结合系统动力学和未来土地利用模拟模型，探索了土地利用变化的特征，并模拟了未来的土地利用需求；在生态环境影响方面，有研究关注土地利用变化对生态系统服务的影响，强调土地利用的可持续性[2]。国内对土地利用格局变化的研究历经了不同阶段。从 50 年代后期到 80 年代，重点在调查制图、分区、评价和开发模式[3]。90 年代后，随着城市化水平提高，土地利用矛盾增大，学者们展开深入研究。许多学者从不同角度对我国的土地利用格局变化进行了研究，包括城市化进程中的土地利用变化、土地利用变化的生态环境效应以及土地利用规划等方面。第一，在城市化进程上，研究发现城市化导致了土地利用格局的显著变化，城市建设用地不断扩张，耕地、林地等生态用地逐渐减少[4] [5]；第二，在生态环境效应上，研究表明土地利用变化对生态系统结构和功能产生了重要影响，如生物多样性减少、水土流失加剧等[6] [7]；第三，在土地利用规划上，通过国家政策对土地的合理规划和利用，可以实现土地资源的优化配置和可持续利用[8] [9]。

综上所述，国内外的成果为土地利用格局变化的研究提供了重要的理论和方法借鉴。佳木斯市作为黑龙江省的重要城市，地处东北亚经济圈的核心地带，是区域交通枢纽与经济增长极，其主城区的土地利用格局变化对于区域的可持续发展具有重要意义。本文在国内外研究的基础上，运用 GIS 与遥感 RS 技术，对 2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用格局变化进行分析，揭示其变化规律和影响因素，为城市的可持续发展和土地资源的合理利用提供科学依据。

2. 研究区概况

佳木斯市主城区(46.49˚N~46.81˚N, 130.22˚E~130.36˚E)位于黑龙江省东北部，如图 1 所示(由于自然历史等因素导致区县与乡镇边界不同)，其由前进区、向阳区、东风区、郊区四个区构成，总面积 1875 平方公里，占佳木斯市总面积的 5.78%。主城区地处松花江、黑龙江、乌苏里江汇流的三江平原腹地，地势平坦开阔，属中温带大陆性季风气候，四季特征分明，内有松花江穿流而过，为区域带来丰富的水资源，孕育出丰富多样的土地类型[10]。2023 年数据显示，佳木斯市主城区(向阳区、前进区、东风区、郊区)GDP 总量为 223.75 亿元，占全市 GDP 的 24.6%。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号 GS(2019)1822 号的标准地图制作，地图无修改。(http://bzdt.ch.mnr.gov.cn/browse.html?picId=%224o28b0625501ad13015501ad2bfc0239%22)

Figure 1. Schematic diagram of the administrative division of the main urban area of Jiamusi City
图 1. 佳木斯市主城区行政区划示意图

3. 数据来源与研究方法

3.1. 数据来源

本研究涉及的经济数据主要来源于 2000~2019 年的《黑龙江省统计年鉴》《佳木斯市统计年鉴》和《佳木斯市农业年鉴》。

美国太空总署 2013 年发布“陆地 8 OLI_TIRS”，与 4-5 TM 卫星全球覆盖时间均为 16 小时[11]。Landsat 8 OLI_TIRS 波段含 4、3、5、4、3 波段，4-5 TM 图像有 3、2、1 等真色图像及 4、3、2 波段。真彩色图像贴近真实世界，伪彩色图像与红色区域联系紧密，二者在两颗卫星中均存在[11]。本文使用了地理空间数据云(http://www.gscloud.cn/)，获取了 Landsat 4-5 TM (2000)、Landsat 4-5 TM (2010)、Landsat 8 OLI_TIRS (2019)三个阶段的遥感影像(表 1)。3 幅图时间均处于 9 月，即东北三省正处于植被茂盛的夏季。

Table 1. Data table of remote sensing images of the main urban area of Jiamusi City, Heilongjiang Province
表 1. 黑龙江省佳木斯市主城区遥感影像数据表

数据/	数据类型/	时间/	条带号/	编号/	云层/
Data ID	Data Type	Data	Path	Row	Cloud Cover
LT51160272000272BJC00	Landsat 4-5 TM	2000/9/28	116	27	0.01

续表

LT51160282000272BJC00	Landsat 4-5 TM	2000/9/28	116	28	2.13
LT51160282010251IKR00	Landsat 4-5 TM	2010/9/8	116	28	0
LT51160272010251IKR00	Landsat 4-5 TM	2010/9/8	116	27	0
LC81160272019260LGN00	Landsat 8 OLI_TIRS	2019/9/17	116	27	1.34
LC81160282019260LGN00	Landsat 8 OLI_TIRS	2019/9/17	116	28	0

3.2. 遥感数据处理

利用 ENVI 5.1 的 Radiometric Calibration 工具，读取元数据参数，将图像 DN 值转换为自然物理量，按比例选取辐射亮度，采用 BIL、Float 输出，系数为 0.1 [11]，借助 ENVI 5.1 软件的 FLAASH 模块，修正大气辐射，消除散射[13]。再对 Landsat 8 全色与多光谱波段用 GS 方法融合并三次卷积重采样[14]。最后，按主城区行政区划边界对 3 期影像裁剪，利用 ARCMAP 和 ENVI 软件处理，将栅格数据转成 ENVI 可加载的 TIF 数据[15]。

研究初期采用非监督分类，效果不佳后改为监督分类。先加载裁剪影像选样本，分为河流、建筑用地等五类；再选最大似然法分类器；接着合并类别；最后合并图斑提取最终图像。

3.3. 研究方法

3.3.1. 土地利用动态度测算

土地利用动态度能有效反映土地利用在多种维度上的变动情况，包括土地利用类型的转换、面积的增减以及生态环境的变化等[16]。在本研究中，主要运用单一土地利用动态度来分析佳木斯市主城区土地利用变化情况，其计算公式为：

$$I_s = \frac{U_i - U_j}{U_i} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

其中，U_i 为研究初期某一土地类型的数量；U_j 为研究末期同一土地类型的数量；T 为研究的时间跨度。

3.3.2. 地理探测器

本文采用地理探测器解析佳木斯市主城区土地利用格局变化和 10 个影响因素的非线性关系。不同于线性关系的假设，地理探测器具有无线性假设、共线性免疫等优点，能够探测空间分异性，揭示其背后的驱动因子[17]，因子探测的核心是若存在某个自变量 x 对某个因变量 y 有影响，其计算公式如下：

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{i=1}^{L} N_i \sigma_i^2$$

式中，q 为探测因子对因变量的探测力值，$q \in [0 \sim 1]$，q 值越大自变量 x 对因变量 y 的解释力越强，反之则越弱[18]；N、$N\sigma^2$ 代表研究区的总样本量和方差；L 表示探测分区数；N_i、σ_i^2 代表不同分区的样本量和方差。

4. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化特征分析

本研究以 2000 年、2010 年和 2019 年佳木斯市主城区的遥感图像为基础数据，借助 GIS 技术与相关软件平台，绘制出 3 个时期的土地利用类型图，分析佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化特征。由图 2 可得，2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用变化显著，呈现出明显的时空特征。

4.1. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用总体特征

从空间尺度看，佳木斯市主城区的主要土地利用类型是草地和耕地。2000 年，以中心区域建设用地为核心，周围环绕大量耕地和草地，森林在城市边缘，河流贯穿城市。到 2019 年，建设用地沿交通干线和河流两岸放射状拓展，城市边缘新增大量建设用地，城市与周边界限模糊，耕地和草地被挤至更偏远地区，森林局部被分割。

从时间尺度分析，2000~2010 年，土地利用类型变化缓和，建设用地缓慢增长，主要是填充式开发，少量侵占周边耕地和草地，城市稳步发展。2010~2019 年，土地利用变化加速，随着城市经济发展和城市化进程加快，建设用地急剧扩张，大量耕地和草地转化为城市建设空间，城市规模迅速扩大，发展重心向外转移，进入快速城镇化时期，土地利用结构因城市发展需求大幅调整。

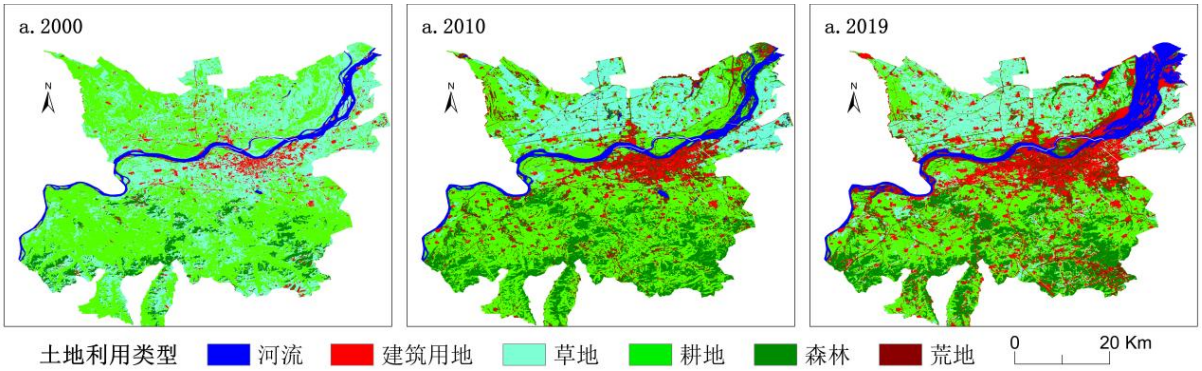


Figure 2. Land use type map of Jiamusi City main urban areas in 2000, 2010 and 2019
图 2. 佳木斯市主城区 2000 年、2010 年、2019 年的土地利用类型图

4.2. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用动态变化特征

2000~2019 年，佳木斯市主城区土地利用变化显著(表 2)。建设用地急剧扩张，面积从 2000 年的 82.49 平方公里增至 2019 年的 442.81 平方公里，增长约 4.37 倍，凸显城市化进程加快。河流面积扩大 65.8 平方公里，水域扩张明显。而草地和耕地面积大幅缩减，分别减少 322.61 平方公里和 322.88 平方公里，主要原因是建设用地扩张。林地面积增加 218.69 平方公里，生态环境有所改善。整体上，城市扩张趋势显著，生态用地有增有减，土地利用结构调整明显，反映出城市发展对土地利用的深刻影响。

Table 2. Changes in different land use types from 2000 to 2019
表 2. 2000~2019 年不同土地利用类型变化情况

年份	项目	河流	建设用地	草地	耕地	林地
2000 年	面积/km^2	70.26	82.49	723.33	908.28	112.73
2010 年	面积/km^2	88.21	307.02	337.92	870.59	292.79
2019 年	面积/km^2	136.06	442.81	400.72	585.4	331.42
2000~2019 年	面积变化/km^2	65.8	360.32	−322.61	−322.88	218.69

根据 2000~2019 年单一土地利用动态度测算结果，发现这段时间跨度内，佳木斯市主城区土地利用动态度呈阶段性变化。2000~2010 年，建设用地动态度达 27.22%，增长迅猛，草地动态度为−5.33%，缩减明显，河流和林地正向增长，耕地略降。2010~2019 年，建设用地动态度降至 4.93%，增长趋缓，草地

和林地小幅度正向变化，耕地继续减少，动态度为−3.62%。总体变化趋势减慢，表明 2000~2010 年城市化扩张剧烈，2010~2019 年趋于平稳。

Table 3. Results of single land-use dynamics measurements from 2000 to 2019
表 3. 2000~2019 年单一土地利用动态度的测算结果

时间段	河流	建设用地	草地	耕地	林地
2000~2010 年	2.56%	27.22%	−5.33%	−0.42%	16.01%
2010~2019 年	6.01%	4.93%	2.05%	−3.62%	1.47%

5. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化的驱动力分析

本研究运用地理探测器，构建指标体系并处理数据，深入剖析 2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用的格局变化，探测其空间分异性及背后的驱动因素。

5.1. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化的驱动因子分析

5.1.1. 指标体系选取

参考相关理论、既有文献并结合佳木斯市的实际情况，选取经济、人口、政策、交通、自然环境 5 方面的 14 个指标作为土地利用格局变化的驱动因子(表 4)。

Table 4. Indicator system of driving factors of land use changes in the main urban area of Jiamusi City from 2000 to 2019
表 4. 2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用变化的驱动因子指标体系

一级指标	二级指标	计算方法
经济因素	经济水平(X_1)	GDP(亿元)
	产业结构(X_2)	一二产业占总产值的比值(%)
人口因素	人口密度(X_3)	人口数/主城区面积(人/km²)
政策因素	政策倾向指标(X_4)	将土地政策文件分类赋值(0, 1, 2)
	土地审批动态(X_5)	各年度土地审批数据的增长量(m²)
交通因素	交通运输条件(X_6)	公路里程与区域面积的比值(km/km²)
	客运流量变化(X_7)	研究期末年客流量减去初期数值(人次)
自然因素	地势变化情况(X_8)	研究期末平均海拔数值减初期数值(米)
	年降水情况变化(X_9)	研究期末年降水量数值减去初期数值(mm)
	水体污染改善(X_{10})	研究期初化学需氧量数值减去末期(mg/L)

5.1.2. 因素分析

1) 数据准备

从《黑龙江省统计年鉴》《佳木斯市统计年鉴》、政府部门报告、气象部门及地理信息数据平台收集 GDP、人口数量等基础数据，整理格式并插值填补缺失值；接着对原始数据进行对数转换，计算衍生指标；最后运用 Z-score 标准化方法消除指标量级差异，确保各指标在分析中权重一致。

2) 因子探测结果

将数据处理后的 10 个因子和 5 种土地类型数据整理为地理探测器可识别格式，导入地理探测器软件，在软件中选定对应变量，运行因子探测程序，得出每个因子对不同土地类型的 q 值和 p 值(表 5)。将

各指标针对不同土地利用类型的 q 值取平均值后从大到小排序为：$X_8 > X_5 > X_4 > X_{10} > X_3 > X_1 > X_2 > X_9 > X_6 > X_7$。

其中，政策方面，政策倾向指标(X_4)和土地审批动态(X_5)的 q 值较高，对土地利用类型转变起到关键引导作用。经济方面，经济水平(X_1)和产业结构(X_2)的 q 值中等，对土地利用变化解释力较强。人口方面，人口密度(X_3)的 q 值在多类土地中明显，尤其对建设用地影响大，反映出人口增长带来的用地需求影响显著。交通方面，交通运输条件(X_6)和客运流量变化(X_7)的 q 值较低，解释力弱，但交通改善仍可带动沿线土地开发。自然因素方面，地势变化情况(X_8)、年降水情况变化(X_9)和水体污染改善(X_{10})的 q 值多数不高，表明自然因素不是土地利用变化的主导因素。

此外，各指标针对不同土地利用类型的 p 值大多通过了 0.05 显著性检验，其中，政策因素(X_4, X_5)对各类土地类型的 p 值普遍小，影响显著，在建设用地、耕地等转变中起关键引导作用。经济(X_1, X_2)、交通(X_6, X_7)因素的 p 值多中等。人口(X_3)及自然因素(X_8, X_9, X_{10})的 p 值波动大，对不同土地类型影响有差异。

Table 5. Detection results of driving factors of land use changes in the main urban area of Jiamusi City from 2000 to 2019
表 5. 2000~2019 年佳木斯市主城区土地利用变化的驱动因子探测结果

	河流		建设用地		草地		耕地		林地		
	q 值	p 值	q 值	p 值	q 值	p 值	q 值	p 值	q 值	p 值	平均 q 值
X_1	0.2	0.15	0.6	0.02	0.25	0.1	0.3	0.08	0.2	0.12	0.31
X_2	0.22	0.13	0.55	0.03	0.23	0.11	0.28	0.09	0.22	0.1	0.3
X_3	0.25	0.1	0.5	0.05	0.3	0.08	0.32	0.07	0.25	0.1	0.324
X_4	0.3	0.08	0.58	0.02	0.35	0.06	0.35	0.06	0.3	0.08	0.376
X_5	0.32	0.07	0.62	0.01	0.38	0.05	0.38	0.05	0.32	0.07	0.404
X_6	0.18	0.17	0.45	0.06	0.2	0.12	0.22	0.1	0.18	0.15	0.246
X_7	0.15	0.2	0.4	0.08	0.18	0.15	0.2	0.12	0.15	0.18	0.216
X_8	0.35	0.06	0.4	0.08	0.45	0.06	0.45	0.06	0.4	0.08	0.41
X_9	0.28	0.09	0.3	0.08	0.32	0.07	0.32	0.07	0.3	0.08	0.304
X_{10}	0.3	0.08	0.4	0.08	0.35	0.06	0.35	0.06	0.38	0.05	0.356

5.2. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化的驱动力分析

在 2000~2019 年期间，佳木斯市主城区土地利用发生了显著变化，这背后是多种因素共同驱动的结果，可分为人为因素与自然因素两大方面。

5.2.1. 人为因素

自 21 世纪初，佳木斯推进工业化与现代化进程，经济发展成为土地利用变化的关键驱动力[10]。随着经济的增长(X_1)，市场需求发生变化，带动了产业结构(X_2)的调整与升级，传统产业逐渐向新兴产业转型，新兴产业对土地的需求更倾向于集中布局的工业用地，以实现规模效应和产业集聚。例如，2015 年万达广场开业带动周边建设用地增长[19]。同时，经济发展(X_1)提高了居民收入水平，刺激了房地产市场的繁荣，2000~2019 年房地产投资从 5 亿激增至 80 亿，大量农业和生态用地被开发为住宅小区，以满足居民日益增长的居住需求。

城市化进程加快，大量人口涌入佳木斯市主城区。2000~2019 年，主城区人口从 80 万增至 120 万，自然增长率年均约 0.5%，机械增长率年均达 1.5%。周边乡镇及农村人口因就业、教育、医疗优势迁入。

人口密度(X_3)增加，致使居住、交通、公共服务等基础设施用地需求大增。2010~2019 年，新建住宅面积超 1000 万平方米，道路、公交枢纽等用地不断增加，建设用地扩张挤压其他土地利用类型空间[20]。

政策倾向指标(X_4)和土地审批动态(X_5)主导着佳木斯市土地利用变化。2008 年规划的江北工业园区，凭借税收减免、土地优惠等政策，5 年内吸引 50 余家企业入驻，开发 15 平方公里土地，改变了土地开发利用方式。土地出让政策影响开发节奏和规模，推动建设用地增长。2010~2019 年，政府投入 10 亿元实施生态工程，增加约 50 平方公里的林地面积。政府通过规划和审批政策，引导土地资源合理配置，决定土地利用类型转变的合法性、规模，直接影响土地利用变化的速度与方向。

2012~2018 年，哈佳快速铁路的建设与通车穿越佳木斯市主城区，让城市边缘与中心城区联系更为紧密，通勤成本降低约 30%，吸引了更多开发建设活动，城市周边偏远的农田、草地被纳入城市发展范围。佳木斯火车站扩建后，周边形成 8 平方公里的商业、物流功能区，改变了土地利用格局。交通基础设施(X_6)的完善拓展了城市空间，带动沿线土地开发。交通枢纽周边因交通便利，成为产业集聚地，客运流量(X_7)增加推动了土地功能转变，提升了土地经济价值。

5.2.2. 自然因素

在地势变化情况(X_8)上，主城区平均海拔为 80~100 米，地势平坦，为城市建设及农业耕种创造了良好条件。2000~2019 年，超 70%的新增建设用地集中在平缓区域，大量农田、草地转变为城市用地。但西格木乡附近的小型丘陵区域，海拔最高达 150 米，受地形限制，开发强度低，多数区域保留为林地或草地，奠定了土地利用格局基础。

随着城市发展，热岛效应显现，佳木斯市主城区 2019 年夏季均温较 2000 年升高 1.5℃。为缓解热岛效应，2010~2019 年政府增建公园绿地，新增林地和绿地约 30 平方公里，改变了土地利用类型，年降水情况变化(X_9)间接影响着土地利用[21]。

松花江穿城，沿岸原多为湿地、草地。2005~2010 年，政府改造部分沿岸，建设防洪堤和滨水景观带，转变为建设用地，同时划定约 50 平方公里为生态保护区。水体污染改善(X_{10})等水文因素，在人为与政策作用下，改变了沿岸的土地利用类型，影响了整体空间分布。

5.3. 佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用变化的驱动机制分析

佳木斯市主城区 2000~2019 年土地利用格局演变受多种因素共同作用，以下将分为人为因素和自然因素两个方面对其作用机理进行分析。

人为因素方面：首先，经济发展(X_1)促使土地利用需求增加，推动农用地向商业、工业和住宅用地转化，提升土地利用效率和价值，推动城市土地功能多元化。产业结构(X_2)转型带动土地利用类型转变，如工业发展促使周边农田和草地变为工业用地，推动城市中心土地利用结构优化。经济因素通过改变土地需求结构和利用方式，在土地利用格局演变中起主要的驱动作用；其次，人口密度(X_3)增长使居住、交通、公共服务等基础设施用地需求大增，导致建设用地扩张，挤压其他土地利用类型空间，直接影响土地利用格局，是推动建设用地增长的关键压力因素；再次，政府通过规划和政策引导(X_4)，决定土地开发利用的方式和方向，影响土地利用类型转变。土地审批政策(X_5)控制土地开发节奏和规模，直接影响建设用地的增长速度，同时引导土地资源合理配置。政策因素主导土地利用变化的规模和方向，对土地利用格局演变起着核心导向作用；最后，交通基础设施(X_6)完善拓展城市空间，带动沿线土地开发，使城市边缘与中心城区联系紧密，促进城市扩张。客运流量(X_7)增加推动交通枢纽周边土地功能转变，提升土地经济价值，促进土地利用类型调整。交通因素改善区域可达性，改变土地利用的区位优势，引导土地利用格局沿交通线路拓展和优化，是土地利用格局演变的重要辅助因素。

自然因素方面：地势(X_8)平坦区域利于城市建设和农业耕种，促使大量农田、草地转变为城市用地；

而地势较高区域开发受限，保留为林地或草地，奠定土地利用格局基础。气候变化(X_9)间接影响土地利用，如城市热岛效应促使增建公园绿地，改变土地利用类型。随着水体污染(X_{10})状况得到改善，城市对松花江沿岸土地的利用规划发生改变，推动部分区域转变为生态保护用地或休闲景观用地。自然因素为土地利用格局演变提供了基础条件，通过影响开发适宜性和生态需求，间接或直接影响土地利用类型和空间分布。

6. 结论与建议

6.1. 结论

1) 土地利用结构显著变化：2000~2019 年期间，佳木斯市主城区的土地利用结构经历了重大调整。建设用地规模急剧扩张，从 2000 年的 82.49 平方公里飙升至 2019 年的 442.81 平方公里，增长幅度巨大；林地面积有所增加，达 218.69 平方公里，在一定程度上改善了生态环境；与之形成鲜明对比的是，草地和耕地面积大幅减少，分别减少 322.61 平方公里和 322.88 平方公里，反映出城市扩张对农业用地的挤压。河流面积也有所扩大，增长了 65.8 平方公里。

2) 变化呈现阶段性差异：2000~2010 年，土地利用变化相对缓和，建设用地主要进行内部填充式开发。2010~2019 年，随着城市化进程加速，土地利用变化明显加快，建设用地大规模向外拓展，城市规模迅速扩大。

3) 驱动因素主次分明：人为因素主导土地利用变化，政策导向推动产业用地需求增长，人口增长增加居住等用地需求。经济发展和交通建设起辅助作用。自然因素影响较小，属于次要驱动因素。

6.2. 建议

1) 科学规划土地利用：结合城市发展目标和资源环境条件，制定科学合理的土地利用规划。严格划定各类用地边界，尤其是保护耕地和生态用地红线，防止过度开发。例如，根据地形地貌，在地势平坦区域合理布局建设用地，在丘陵等不适宜大规模开发的区域加强生态保护。

2) 促进经济可持续发展：调整产业结构，降低对土地资源依赖程度高的传统产业比重，大力发展高新技术产业和现代服务业。提高土地利用效率，鼓励企业进行集约式发展，减少土地浪费。

3) 优化人口布局：加强主城区周边地区的经济建设和公共服务投入，创造更多的就业机会，吸引人口就近就业，缓解主城区人口压力，减少因人口过度集中导致的土地利用紧张问题。

4) 强化政策引导与监管：完善土地相关政策，加强对土地出让、开发过程的监管，确保政策有效执行。加大生态保护政策的支持力度，持续推进林地建设，提升城市生态质量。

5) 合理布局交通设施：交通建设应与土地利用规划相协调，以交通基础设施引导城市空间合理拓展。在新交通线路规划时，充分考虑对周边土地利用的带动作用，避免无序开发。

参考文献

[1] Song, G. and Zhang, H. (2008) Evaluation and Driving Mechanism Analysis on Urban Land Use Intensification of Borough City Heilongjiang Province—Take Jiamusi City as an Example. *Economic Geography*, **28**, 297-299.

[2] Wei, Z., Sun, S. and Ji, X. (2019) The Inspiration of Rainwater Utilization of Foreign Sponge Campus Landscape Planning for Beijing. *IOP Conference Series*: *Earth and Environmental Science*, **227**, Article ID: 052019. https://doi.org/10.1088/1755-1315/227/5/052019

[3] 陈百明, 张凤荣. 我国土地利用研究的发展态势与重点领域[J]. 地理研究, 2011, 30(1): 1-9.

[4] 赵芳, 张永福, 欧阳雪, 等. 土地利用景观生态格局变化及驱动力研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(19): 103-106.

[5] 王晨野, 汤洁, 李昭阳, 等. 吉林西部土地利用/覆被时空变化驱动力分析[J]. 生态环境, 2008, 17(5): 1914-1920.

[6] 刘晨. 乌鲁木齐市土地利用变化及驱动力研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014.

[7] 王千，金晓斌，周寅康. 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 5903-5909.

[8] 田俊峰，王彬燕，程利莎，等. 政策主导下的区域土地利用转型过程与机制——以中国东北地区为例[J]. 地理研究, 2020, 39(4): 805-821.

[9] 黄端，李仁东，邱娟，等. 武汉城市圈土地利用时空变化及政策驱动因素分析[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(1): 80-90.

[10] Wang, M., Wang, Y., Li, Z. and Zhang, H. (2023) Analysis of Spatial-Temporal Changes and Driving Factors of Vegetation Coverage in Jiamusi City. *Forests*, **14**, Article No. 1902. https://doi.org/10.3390/f14091902

[11] 李宗参，张学彬，刘英春，等. 基于 Landsat 8 TIRS 数据反演地表温度用于气象服务初探[J]. 科技与创新, 201(15): 101-102+105.

[12] 金文德，云露洋. 基于 Landsat 8 卫星遥感影像水体提取方法的分析[J]. 中国科技信息, 2023(21): 116-119.

[13] Meng, Q. (2023) Remote Sensing Data Preprocessing Technology. In: Meng, Q.Y., Ed., *Remote Sensing of Urban Green Space*, Springer, 9-26. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0703-8_2

[14] 李双营. 基于多源遥感数据的遥感影像生态地块划分方法[J]. 现代电子技术, 2025, 48(5): 142-146.

[15] 吴子媛，裴旭，王天明. 基于遥感影像的土地利用监测及城市扩张分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(S1): 221-223+226.

[16] 张百婷，李宗省，冯起，等. 基于土地利用变化的祁连山地区生态系统服务价值演化分析[J]. 生态学报, 2024, 44(10): 4187-4202.

[17] 崔红茶，陈新，陈辞，等. 长江流域少数民族特色村寨空间异质性及形成机理[J]. 经济地理, 2023, 43(9): 160-171.

[18] 胡雨鑫，王雪梅，陈滢，等. 基于地理探测器的我国不同林区林火驱动因素对比分析[J]. 生态学报, 2025, 45(1): 227-238.

[19] 佳木斯市统计局国家统计局佳木斯调查队. 2020 年佳木斯市国民经济和社会发展统计公报[N]. 佳木斯日报, 2021-04-02(002).

[20] 张宁，关国锋，曾光建，等. 基于循环经济理念的新一轮土地利用总体规划环评及环境友好型土地利用模式研究——以黑龙江省佳木斯市为例[J]. 国土与自然资源研究, 2011(4): 32-34.

[21] 代路，雷国平，姜博，等. 基于生态经济系统的佳木斯市耕地质量预警分析[J]. 东北农业大学学报(社会科学版), 2010, 8(2): 6-10.