

郑州市土地利用变化分析

袁振华

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年10月30日; 录用日期: 2024年12月26日; 发布日期: 2025年1月2日

摘要

采用郑州市2000年~2020年四期遥感影像数据源,通过ENVI软件进行预处理、监督分类解译得到土地利用类型图,利用ArcGIS软件进行面积制表并计算转移矩阵,得到郑州市近二十年土地利用类型相互转化情况,以耕地占比最高且减少、而建筑用地以及林地增多为特征。通过统计各部分地类的面积,分析2000年~2020年间郑州市各部分土地利用类型的变化情况,结果显示:(1) 2000年~2020年期间,郑州市研究区域的建筑用地面积显著增长,说明前期的工程投入很大;耕地使用面积显著下降,草地面积次之,未利用地面积下降相对前两者较小;而水域面积则显示出现减少后少量增加,但是总体看来,水域面积仍是减少的。这也就说明,在城镇的开发进程中,占用的耕地最多,但后期开始意识到生态系统的重要性并采取相应措施。(2) 林地面积有明显增加,表明郑州市注重了林地保护,强化土地征用和土地征收,严禁砍伐和违法使用,尽量减少各项建设项目对林地的占用,要大力发展低效率的林地资源,要加快耕地的恢复和疏林建设,要使林地资源得到有效的开发,充分发挥林地的生态效益。郑州市2000年~2020年期间的主要驱动因子为政策、人口、社会、工业结构等因子,这些尤其是造成耕地减少、建筑用地以及林地增加的主要因素。

关键词

遥感, 土地利用变化, 郑州市

Analysis of Land Use Change in Zhengzhou

Zhenhua Yuan

College of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Oct. 30th, 2024; accepted: Dec. 26th, 2024; published: Jan. 2nd, 2025

Abstract

Using the four phase remote sensing image data sources of Zhengzhou from 2000 to 2020, the land use type map is obtained by preprocessing and supervised classification interpretation through ENVI software. The area is tabulated and the transfer matrix is calculated by ArcGIS software. The

mutual transformation of land use types in Zhengzhou in recent 20 years is obtained, which is characterized by the highest and decreasing proportion of cultivated land and the increase of construction land and forest land. By counting the area of each part of the land type, this paper analyzes the changes of land use types in each part of Zhengzhou from 2000 to 2020. The results show that: (1) during 2000 to 2020, the area of construction land in the research area of Zhengzhou increased significantly, indicating that the project investment in the early stage is very large; the area of cultivated land decreased significantly, followed by the area of grassland, and the area of unused land decreased less than the first two; the water area shows a small increase after the decrease, but on the whole, the water area is still decreasing. This shows that in the process of urban development, the most cultivated land is occupied, but in the later stage, we began to realize the importance of ecosystem and take corresponding measures. (2) The area of forest land has increased significantly, indicating that Zhengzhou has paid attention to forest land protection, strengthened land acquisition and land expropriation, strictly prohibited logging and illegal use, minimized the occupation of forest land by various construction projects, vigorously developed inefficient forest land resources, accelerated the restoration of cultivated land and sparse forest construction, effectively developed forest land resources and gave full play to the ecological benefits of forest land. The main driving factors of Zhengzhou from 2000 to 2020 are policy, population, society, industrial structure and other factors, especially the main factors causing the reduction of cultivated land, the increase of construction land and forest land.

Keywords

Remote Sensing, Land Use Change, Zhengzhou

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

地形要素与土地使用关系紧密,不同地形地貌特征下土地使用模式既能体现人为干预和土地使用改变的效果,又能直接反应社会、经济和自然环境之间的互动[1]。

地表利用变化即土地利用/覆盖变化(Land use/cover change, LUCC),其中土地利用覆被侧重于土地的经济属性[2]。土地覆盖度变化是土地科学、地球系统科学、全球环境变化与可持续发展的一个主要领域。如何有效、可持续地使用土地,既是解决我国的资源、生态问题,又是促进地区经济发展和可持续发展的先决条件[3]。目前,越来越多的人都在思考,怎样才能更好地开发和利用有限的土地,从而更好地提高土地的利用率和生产力,以达到可持续发展的目的。

土地利用变化是人类活动最直观的表现,受自然因素和人文因素的影响,自然因素对土地利用变化有一定的控制作用,而经济、社会、技术和政策等各种人文因素则在一定程度上起决定性作用[4]。

土地利用是指人类有计划有目的地对土地资源进行一定程度上的土地开发和土地利用的活动,土地覆被是指自然条件下形成的或某些人类行为活动干预所导致的地表覆盖状况,土地利用直接影响土地覆被,土地利用变化是引起土地覆被变化的主要原因,土地覆被变化与土地利用变化二者紧密相关[5]。土地使用变化对生态环境的作用是以土地覆盖状态为基础的,所以通常将其与土地覆盖状态相关联,简称LUCC (Land use/cover change) [6]。

进入 90 年代以来,气候研究开始,全球变化研究日益深入,各界研究者对此也越来越关注。土地利用土地覆被变化是引起全球变化的因素之一,同时也受到了国际学术界的高度重视[7]。1990 年,基于土

地使用覆盖的变化,美国国家研究委员会(NRC)给出了一个基本的框架。1995年,属于国际社会科学联合会的“全球环境变化人文计划”(IHDP)和属于国际科学联合会的“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)两大组织在《土地利用/覆盖变化科学研究计划》[8]中引出了一项有关土地利用变化的规划,使得土地利用/覆盖变化的问题在国际上引起了众多学者的关注。1996年,美国与欧洲空间署等国际组织合作开展了土地利用/覆盖的遥感监测工作,并且利用所获得的遥感信息编绘土地覆被图,然后再在此基础上进行全球植被的分类以及生物量的估算。日本国立科学院全球环境研究中心提出的“为全球环境保护的土地利用研究”(LU/GEC)项目,研究2025~2050年的土地利用结构,为土地资源的可持续发展提供政策依据。2002年,国际地理学联合会(IGU)在这一领域取得了突破性的成果,并对此进行了概括:运用遥感与GIS技术,对某一地区的土地利用进行制图、监测与评价,并结合城乡的实际情况、其发展的驱动因素、对生态的作用等方面对其进行分析[9]。

在我国,由于巨大的人口基数,相对有限的土地特别是耕地资源,以及快速发展的经济和人民生活水平的提高等特殊国情,土地利用/土地覆盖及其变化的研究具有更为突出的现实意义,关系到全国与各地区资源的有效开发与合理利用、生态环境的保护与治理、耕地保护与粮食安全、社会经济的可持续发展等一系列重大问题,从而对我国21世纪的发展具有关键性的影响[10]。

国外LUCC的发展,推动了国内对陆地使用与变迁的认识。二十世纪九十年代以后,国内陆续进行了一批有关方面的工作,并已有明显的成效。

郑州是中国华中地区,黄河下游,中原腹地,河南中心,处于黄河中下游与伏牛山山脉东北部与黄淮平原的交汇点,属于北温带大陆性季风气候,四季分明。地形地貌是一种重要的自然因素,它不仅直接关系到土壤质地、光照状况、水资源的承载力,而且还直接关系到人们对土地的使用和开发程度,地貌特征是影响土地利用空间分布特征的主要因素。郑州是华北平原的一部份,地处黄淮和浅山区之间的过渡带。郑州的地貌较为平缓,从西南走向东北,地貌呈现出一种较为复杂的地貌形态。

应用RS与GIS技术,对郑州市土地使用动态进行了动态的研究,能够迅速、精确地了解郑州市土地的空间结构以及土地在不同时期的迁移状况和发展动态,并且为郑州市土地复垦、城市规划、城市建设和城市建设规划等方面的政策制定和实施提供依据。

本文受数据所限,研究只是基于郑州市2000年、2006年、2014年以及2020年四期的遥感影像作为数据基础,是有一定的局限性的,但是仍然能反映出这二十年来中原地区崛起从而对土地利用现状变化快速演变的趋势,在此基础上作出的预测可初步对研究区土地利用类型的转换进行切合实际的表达。下一步努力的方向应该是在此基础上选取较长时段间隔的卫星影像数据,从而进行更加深入的研究。

2. 研究区概况和数据源

2.1. 研究区概况

郑州市是河南省省会城市,位于河南省中北部,北临黄河,西依嵩山,东南为黄淮平原[11]。郑州市地形总趋势是西南高、东北低,地跨黄河、淮河两大流域。郑州市下辖6个市辖区、一个县,代管5个县级市,2016年被确定为“国家中心城市”[12]。郑州市是全国公、铁、航、信兼具的交通枢纽,交通便利。全市总面积7567平方千米。郑州市是我国中部地区重要的工业城市。近年来,郑州市经济发展迅速,2019年郑州市的GDP为11589.7亿元;同时郑州市也注重生态环境的建设,于2012年12月出台了《郑州市森林城市建设总体规划(2011~2020年)》积极推进国家森林城市的建设,逐步提高“300米见绿,500米见公园”的覆盖率,采取“增绿、增水、增湿”的措施[13],从而进一步提高郑州市的生态环境。研究区概况图如图1所示。

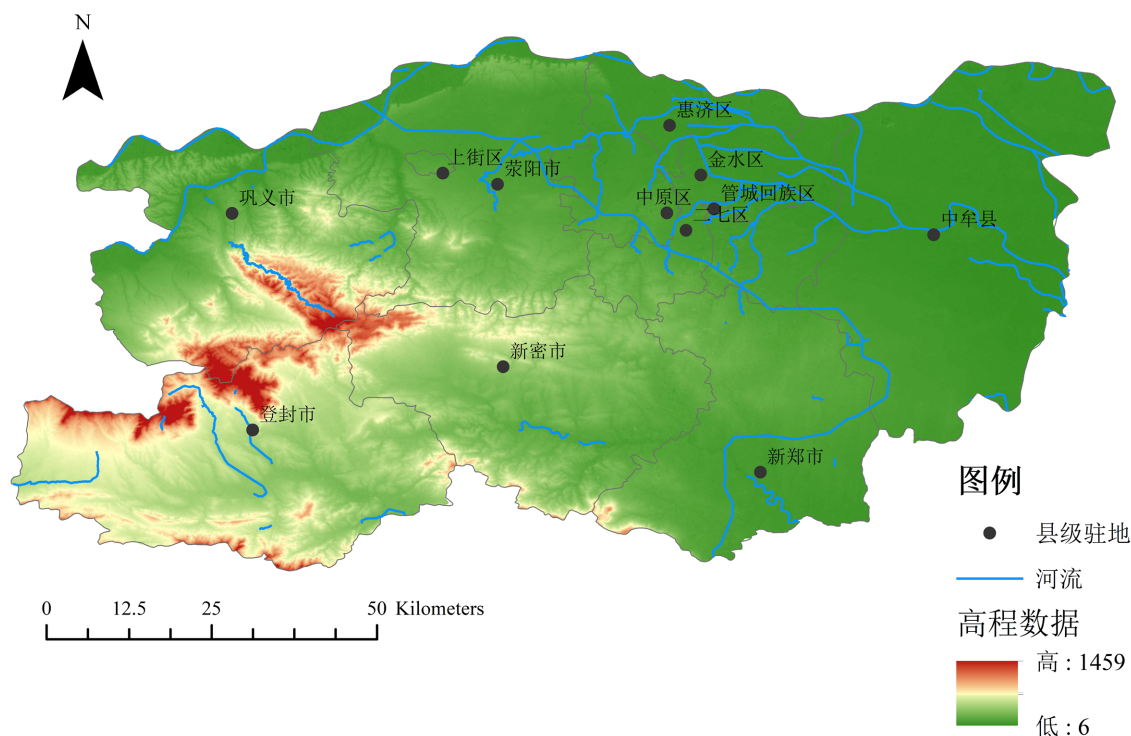


Figure 1. Overview of the study area

图 1. 研究区概况图

2.2. 数据来源及处理

利用 ArcGIS 软件导出郑州市的 shp 数据, 再在遥感与地理信息云服务平台(PIE-Engine)中上传郑州市 shp 数据从而编写代码下载郑州市 2000 年至 2020 年间的四期 Landsat 数据以及郑州市的 DEM 数据。

3. 研究内容及方法

3.1. 研究内容

本课题将以郑州市为研究区, 采用郑州市 2000 年至 2020 年四个时期的 TM 遥感图像为数据来源, 利用 ENVI、ArcGIS 等软件比较近二十年来郑州市各土地利用类型的差异并对其进行分析预测, 通过对郑州市土地开发的时空结构和不同时期土地资源的迁移状况和发展动态进行分析, 为郑州市土地复垦、城市规划和城市建设规划等工作的制定和实施提供依据。

3.2. 数据预处理

本课题所使用的影像数据包含四个阶段的遥感数据与 DEM 数据, 并选取了郑州市 2010 年的 DEM 数据进行了地形分析。四个时期的遥感影像数据和 DEM 数据都经过了辐射定标和大气校正, 然后又进行了波段融合、镶嵌、纠正、裁剪以及增强处理等处理。

通过以上预处理, 最终获得研究区 2010 年 DEM 数据和 2000~2020 年郑州市四期遥感影像数据

3.3. 土地利用类型变化计算方法

单一土地利用动态度是指研究区域内某一种土地利用类型在一定时间范围内的数量变化情况[14], 单一土地利用类型动态度表征特定时间范围内, 研究区某种土地利用类型的数量变化情况[15], 它对比较

土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用，其公式为：

$$S = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

(1)

式中： S 为在研究期内某种土地利用类型的变化率； U_a 为研究初期该种土地利用类型面积； U_b 为研究期末该种土地利用类型面积； T 为研究期[16]。

从综合土地利用动态度来看，郑州市早期的土地利用类型变化速率要高于后期，土地利用类型变化的速率存在放慢趋势。总体来看，郑州市综合土地利用变化不大而且呈现逐渐减缓的趋势。

3.4. 监督分类

本课题依据郑州市的土地利用现状和土地分类国家标准，划分出了耕地、林地、草地、水域、未利用地以及建筑用地六种类型。

在郑州市的四期遥感图像上选择出训练样本以及检验样本，然后再计算出样本分离度，结果如表 1~表 4 所展示。(样本合格需要样本分离系数在 1.8 以上)

Table 1. Separation degree of training samples in 2000
表 1. 2000 年训练样本分离度

2000	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地
耕地		1.83	1.87	2.00	2.00	1.99
		1.97	1.97	2.00	2.00	2.00
林地	1.83		1.84	2.00	2.00	1.97
	1.97		1.93	2.00	2.00	2.00
草地	1.87	1.84		2.00	1.99	1.97
	1.97	1.93		2.00	2.00	1.99
水域	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00
	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00
未利用地	2.00	2.00	1.99	2.00		2.00
	2.00	2.00	2.00	2.00		2.00
建筑用地	1.99	1.97	1.97	2.00	2.00	
	2.00	2.00	1.99	2.00	2.00	

Table 2. Separation degree of training samples in 2006
表 2. 2006 年训练样本分离度

2006	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地
耕地		1.89	1.84	2.00	1.86	1.97
		1.96	1.99	2.00	1.99	2.00
林地	1.89		1.92	2.00	1.91	1.90
	1.96		1.96	2.00	2.00	2.00
草地	1.84	1.92		2.00	1.91	1.93
	1.99	1.96		2.00	2.00	2.00
水域	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00
	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00
未利用地	1.86	1.91	1.91	2.00		1.93
	1.99	2.00	2.00	2.00		1.96
建筑用地	1.97	1.90	1.93	2.00	1.93	
	2.00	2.00	2.00	2.00	1.96	

Table 3. Separation degree of training samples in 2014
表 3. 2014 年训练样本分离度

2014	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地
耕地		1.89 1.96	1.88 1.97	2.00 2.00	1.99 2.00	1.97 2.00
林地	1.89 1.96		1.83 2.00	2.00 2.00	1.89 2.00	1.90 2.00
草地	1.88 1.97	1.83 2.00		2.00 2.00	1.82 1.98	2.00 2.00
水域	2.00 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00		2.00 2.00	2.00 2.00
未利用地	1.99 2.00	1.89 2.00	1.82 1.98	2.00 2.00		2.00 2.00
建筑用地	1.97 2.00	1.90 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00	

Table 4. Separation degree of training samples in 2020
表 4. 2020 年训练样本分离度

2020	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地
耕地		2.00 2.00	1.87 1.98	2.00 2.00	2.00 2.00	1.97 2.00
林地	2.00 2.00		1.81 2.00	2.00 2.00	1.95 2.00	1.92 2.00
草地	1.87 1.98	1.81 2.00		2.00 2.00	2.00 2.00	1.98 2.00
水域	2.00 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00		2.00 2.00	2.00 2.00
未利用地	2.00 2.00	1.95 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00		2.00 2.00
建筑用地	1.97 2.00	1.92 2.00	1.98 2.00	2.00 2.00	2.00 2.00	

在 ENVI5.3 中进行监督分类，然后用 Kappa 系数来评价监督分类的精度，以确保分类结果的精确度 [17] (表 5)，Kappa 系数大则表示监督分类的结果准确。

Table 5. Accuracy evaluation results
表 5. 精度评价结果

	郑州市	
	分类精度	Kappa 系数
2000 年	96.50%	0.95
2006 年	90.12%	0.82
2014 年	85.12%	0.78
2020 年	93.23%	0.91

结果显示，监督分类的结果较准确，说明训练样本选择基本正确。

3.5. 计算转移矩阵

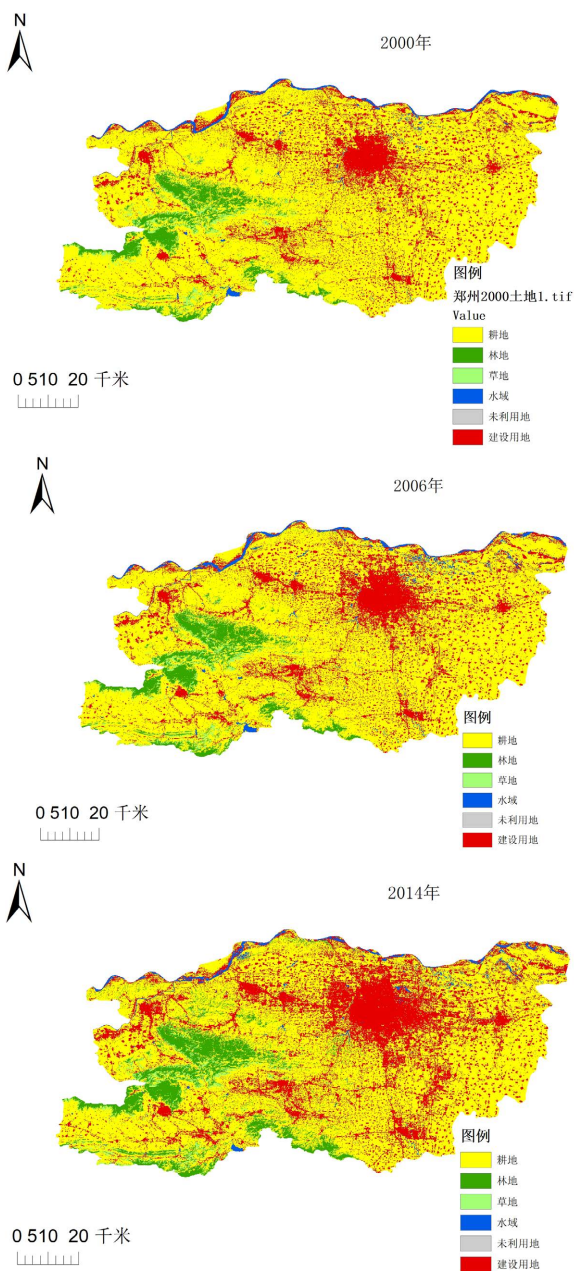
用 ArcGIS10.5 打开土地分类后的结果，使用工具 - 提取分析 - 按掩膜提取，首先打开属性编辑去除

背景值的影响，更改各地类对应的并易于区分的颜色，然后转换成布局视图依次加入指北针、图例、比例尺等制图要素以完成土地利用类型图的出图。再利用面积制表工具计算出各年份的各地类的面积以及土地利用转移矩阵。

4. 结果与分析

4.1. 土地利用类型变化

通过 Envi 以及 ArcMap 软件对 2000 年、2006 年、2014 年以及 2020 年郑州市遥感影像进行监督分类以及分类后处理，得到 2000 年、2006 年、2014 年和 2020 年郑州市土地利用分类图以及得到各类土地利用类型面积，具体见图 2 和表 6 所示。



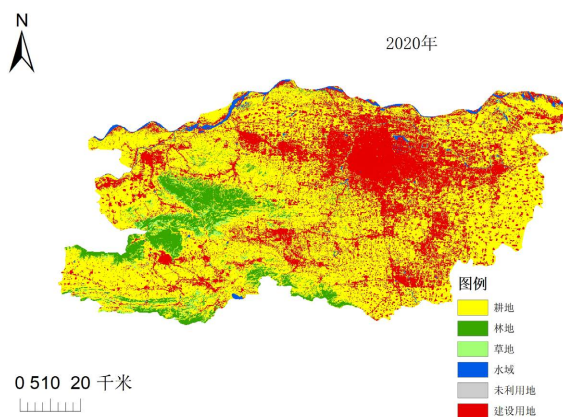


Figure 2. Land use type distribution map of Zhengzhou City
图 2. 郑州市土地利用类型分布图

Table 6. Land use type and area (km²)
表 6. 土地利用类型面积(km²)

	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建设用地
2000 年	3924.63	679.30	535.68	345.21	398.43	1683.75
2006 年	3861.06	727.44	346.17	273.21	349.02	1865.94
2014 年	3302.67	1150.72	282.09	91.27	266.16	2474.09
2020 年	3108.10	1247.81	171.11	110.84	165.57	2763.57

在 2000~2020 年这十年间耕地一直是郑州市土地利用类型中面积最大的且总体是减少的，草地面积以及未利用地面积也呈现出明显下降趋势。林地面积、建筑用地面积在这二十年有所增加，而水域面积则呈现出先减少后增加的趋势，表明郑州市开始注重整体生态保护。

在驱动因素上，郑州市 2000 年至 2020 年土地利用类型的变动是受政策、人口和社会及工业等因素的影响，特别是影响耕地面积大量减少、建筑用地和林地面积均增加的重要因素。

从而提出郑州市在今后的城市总体规划和建设中，要注重土地利用的合理调控，并在不断提高生态系统的稳定性、提升城市的生态服务功能中，积极构建生态化城市，协调人地关系，推动可持续发展战略的实施。

4.2. 土地利用转换特征

马尔科夫(Markov)是俄国著名的数学家。马尔科夫预测法，以其名字命名的一种市场预测方法，一种通过运用马尔科夫链的理论方法来研究和分析随机时间的变动规律并对其进行预测的方法。马尔可夫链在土地利用变化建模中是一种常用方法，处理中，系统的将来状态只取决于目前系统的状态，马尔可夫链表征的是一个阶段到另一个阶段土地利用的变化，并在此基础上预测将来的情况[18]。马尔科夫模型在土地利用变化方面的应用是土地利用转移矩阵。马尔科夫模型能够定量地表征出不同地类之间的转化现象，能够说明出不同地类之间的转移速率。土地利用转移矩阵是从对系统的状态和状态转换进行量化的系统解析中得到的。

转移概率的确定是使用马尔科夫模型进行预测的关键。利用 ArcMap 软件将 2000 年与 2020 年的土地利用分类结果进行叠加处理，从而得到 2000 年至 2020 年的土地利用类型转移矩阵(表 7)。

Table 7. Land use type transfer matrix in Zhengzhou City from 2000 to 2020 (hm²)
表 7. 2000~2020 年郑州市土地利用类型转移矩阵(hm²)

2020 年	2000 年						总计
	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地	
耕地	4415.78	20.23	38.10	37.32	0.02	13.92	4525.37
林地	166.08	369.20	24.97	0.18		0.02	560.44
草地	37.66	2.53	66.23	0.13		0.38	106.94
水域	38.36	0.018	0.06	47.70	0.003	22.61	108.75
未利用地	0.16			0.09		0.17	0.41
建筑用地	1007.60	3.83	5.29	22.01	0.03	1226.32	2265.09
总计	5665.64	395.82	134.64	107.43	0.05	1263.42	7567

通过表 7 可以看出，2000 年至 2020 年，郑州市各种土地利用类型面积变动幅度最大的是建筑用地、耕地和林地，而建筑用地面积的大幅增长主要是来自于耕地转变，转变的面积为 1007.6 公顷；耕地面积的减少，除了一部分转变为建筑用地，还有一部分转变为林地，转变的面积为 166.08 公顷；林地面积的增长则主要是来自于耕地面积的减少。而其他地物类型转变面积相对较小。

4.3. 土地利用动态预测

根据土地利用转移矩阵就可以使用马尔科夫模型进行预测从而得到郑州市 2035 年土地利用预测结果统计(表 8)。

Table 8. Predicted result of land use in 2035
表 8. 2035 年土地利用预测结果统计

	耕地	林地	草地	水域	未利用地	建筑用地
面积(km ²)	2764.67	1324.82	201.15	123.06	153.22	3000.08
比例(%)	36.54	17.51	0.03	0.02	0.02	40.65

通过表 8 可以预测，未来郑州市土地利用变化的趋势，大致为耕地面积和未利用地面积仍然有所减少，减幅有所降低，表明郑州市逐渐注重耕地保护，在人均占有耕地面积持续减少的情况下，管控占有耕地建设城市建筑。建筑用地面积仍然保持增长趋势，增幅有所减少。林地、草地以及水域面积均有所增长，表明郑州市所施行禁止乱砍滥伐，保护林草地政策的成功。以上结果都说明出，郑州市开始注重生态效应，合理规划土地城市整体布局，将土地征用合理化，保护城市生态系统，改善总体的生态环境稳定，增强其作用，积极地进行人地关系的调节，让郑州市生态化发展，进一步实现可持续发展规划。

研究期间，建成区从中心逐渐向外围扩张，且 2000~2020 年面积急剧增加。这 20 年间郑州市建设用地迅速扩张，表明郑州市经济快速发展。随着郑州经济的发展、人口的增加，加快了耕地向建设用地转化的速度，同时城市化水平的提高在一定程度上增加了景观格局的破碎性，在一定程度上破坏了生态环境。郑州市采取的“拓宽渠道实现耕地占补平衡”的措施，林地和其他用地转向耕地，减缓了耕地减少的速度。随着郑州市积极进行国家森林城市的建设以及所采取的“增绿、增水、增湿”的措施，在一定程度上保护了郑州市的林地资源和水资源，在此二十年间，林地和水域的面积略微增加，林地的破碎化有

所缓解,得到了较好的保护。从四期的土地利用分类图可以看出东部沙地面积逐渐减少,说明在人们积极的治理下,沙地逐渐转变为其他可利用土地,增加了郑州市可利用土地的面积,提高了土地利用效率。从研究结果来看,随着郑州市积极进行国家森林城市的建设,加强了对林地和水域的保护,生态环境有所改善,但总体景观破碎度依然严重,仍然要重视土地景观的合理规划。

5. 结论

本文将郑州市现状行政边界作为研究区范围,以郑州市 2000 年、2006 年、2014 年以及 2020 年四期的遥感影像作为数据基础,首先利用 ENVI5.3 进行遥感图像的预处理与分类,利用 Landsat TM 影像以及监督分类法,提取郑州市二十年内的耕地、林地、草地、水域、未利用地、建筑用地等六类土地利用类型,得出四个时期的土地利用状况,并求出土地利用的转移矩阵。

2000 年至 2020 年二十年间,耕地始终是郑州市的优势地类,但建筑用地面积在迅速增加,快速逼近耕地的面积。林地面积也有所增加,其他地类变化不大。交通、人口经济和产业结构是郑州市用地变化的三个重要因子。发展运输网络,人口和经济的增长,是促进城镇规模扩大和土地使用格局的重要原因,而产业布局的优化则有助于降低城镇发展的步伐,从而促进土地的集约化和使用效率。

对郑州市区域内不同区域的用地进行了区域面积的统计,并对 2000 年至 2020 年期间的不同用地类别进行了比较,结果显示:(1)2000 年~2020 年期间,郑州市研究区域的建筑用地面积显著增长,说明前期的工程投入很大;(2)耕地使用面积显著下降,草地面积次之,未利用地面积下降相对前两者较小;而水域面积则显示出减少后少量增加,但是总体看来,水域面积仍是减少的。这也就说明,在城镇的开发进程中,占用的耕地最多,但后期开始意识到生态系统的重要性并采取相应措施;(3)林地面积有明显增加,表明郑州市注重了林地保护,强化土地征用和土地征收,严禁砍伐和违法使用,尽量减少各项建设项目对林地的占用,要大力发展低效率的林地资源,要加快耕地的恢复和疏林建设,要使林地资源得到有效的开发,充分发挥林地的生态效益。通过对土地使用面积的变化进行研究,可以为今后的发展和未来的发展提供科学的政策指导。

根据郑州市土地利用类型面积转化情况所确定的概率转移矩阵,用马尔科夫过程模拟郑州市各土地利用类型所占比例与实际值基本吻合,说明将马尔科夫过程用于土地利用方面的预测是一种可行且实用的方法。然而由于马尔科夫过程是在转移概率矩阵保持不变的情况下进行预测,实际中不同时期的转移概率矩阵也会略有不同,所以模拟值和实际值会略有偏差。虽然马尔科夫过程用于土地利用动态变化有其一定的局限性,但是它可以与其他预测和定性分析方法相结合,为今后土地合理规划、管理和使用以及宏观决策提供了可靠的科学依据。

综合上述郑州市土地利用格局存在的问题,在未来的发展中,应加强对建成区绿地和水域的保护。近年来虽然郑州市积极推进国家森林城市的建设,绿地和水域得到保护,但所占土地总面积比仍然很小。决策者应该更加重视保护建成区周围的绿地和水域,保护城市生态环境、丰富城市景观;应合理进行建设用地的开发,防止建设用地的无序扩张;应加强对建设用地的管理,更加积极推行紧凑型城市发展理念;应加强对西部林地资源的保护,防止人们无限制地侵占林地,从事耕地活动;应更加重视林地景观的生态价值,提高林地内部生物的多样性。

本文创新点在于:基于遥感与 GIS 技术的郑州市郊区土地利用动态变化研究中,对变化原因进行了深入分析,但并未对土地利用变化进行预测。目前,马尔科夫过程与地理信息系统和遥感技术相结合广泛应用于土地利用变化动态监测和分析中,本研究结合运用该方法和传统技术更全面地对郑州市近二十年来土地利用动态演变进行分析以及对郑州市未来的土地利用动态变化进行预测,以期为郑州市未来几年发展规划提供科学依据。

参考文献

- [1] 杨洋, 毕如田. 黄土高原典型地貌类型的土地利用分形特征[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(1): 101-104.
- [2] 牛潞珍, 石英. 土地利用/覆盖变化研究进展综述[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2014, 16(S1): 25-26, 97.
- [3] Turner, B.L., Kasperson, R.E., Meyer, W.B., Dow, K.M., Golding, D., Kasperson, J.X., et al. (1990) Two Types of Global Environmental Change: Definitional and Spatial-Scale Issues in Their Human Dimensions. *Global Environmental Change*, 1, 14-22. [https://doi.org/10.1016/0959-3780\(90\)90004-s](https://doi.org/10.1016/0959-3780(90)90004-s)
- [4] 白少云, 马晨燕, 刘斌, 刘雨晴, 朱小宁, 余珮珩. 基于 RS 与 GIS 的杞麓湖流域土地利用变化分析[J]. 长江科学院院报, 2021, 38(4): 36-42.
- [5] 陈百明. 试论中国土地利用和土地覆被变化及其人类驱动力研究[J]. 自然资源, 1997(2): 31-36.
- [6] 黄玉宝, 乔玉良, 张红艳. 基于 GIS 和遥感的土地利用演变及驱动力分析——以汾河上游西北地区为例[J]. 山西农业科学, 2011, 39(9): 975-980.
- [7] 巴雅尔, 敖登高娃. 论土地利用与覆盖变化相关领域及其研究态势[J]. 内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版), 2004, 33(5): 101-105.
- [8] Yan, M., Wang, Z., Kaplan, J.O., Liu, J., Min, S. and Wang, S. (2013) Comparison between Reconstructions of Global Anthropogenic Land Cover Change Over Past Two Millennia. *Chinese Geographical Science*, 23, 131-146. <https://doi.org/10.1007/s11769-013-0596-7>
- [9] 唐华俊, 吴文斌, 杨鹏, 陈佑启, Peter H. Verburg. 土地利用/土地覆被变化(LUCC)模型研究进展[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 456-468.
- [10] 史纪安, 陈利顶, 史俊通, 傅伯杰, 张淑荣. 榆林地区土地利用/覆被变化区域特征及其驱动机制分析[J]. 地理科学, 2003, 23(4): 493-498.
- [11] 胡欣雨, 王升红, 陈舒玲, 陆东芳. 基于 GIS 和 RS 的郑州市土地利用变化及景观格局分析[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2022, 35(2): 18-24.
- [12] 秦江威. 国家中心城市背景下郑州市土地利用转型及综合管控研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2018.
- [13] 王林贺. 森林城市 绿色郑州——河南省郑州市创建国家森林城市工作纪实[J]. 国土绿化, 2014(6): 18-21.
- [14] 田传召, 于阳, 肖虹雁, 岳彩荣, 范怀刚. 基于 TM 影像的昆明市区土地利用遥感动态监测[J]. 林业资源管理, 2014(4): 103-108.
- [15] 冯永玖, 韩震. 基于遥感的黄浦江沿岸土地利用时空演化特征分析[J]. 国土资源遥感, 2010, 22(2): 91-96.
- [16] 梁龙祺, 岳彩荣. 基于 GIS 的石家庄市土地利用变化分析及预测[J]. 林业调查规划, 2016, 41(1): 1-5, 10.
- [17] 欧阳志云, 王桥, 郑华, 张峰, 侯鹏. 全国生态环境十年变化(2000-2010 年)遥感调查评估[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 462-466.
- [18] 何丹, 周璟, 高伟, 郭怀成, 于书霞, 刘永. 基于 CA-Markov 模型的滇池流域土地利用变化动态模拟研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2014, 50(6): 1095-1105.