



1987—2019年吉林省梨树县土地利用动态研究*

杨胜杰^{1,2}, 杨旭杰^{1,2}, 王星成^{1,2}, 刘吉平³※

(1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 湖北武汉 430079; 2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北武汉 430079; 3. 吉林师范大学旅游与地理科学学院, 吉林四平 136000)

摘要:【目的】定量分析梨树县土地利用状况, 为梨树县土地利用结构调整、农业布局优化提供科学参考。【方法】文章以梨树县为研究区, 在 1987 年、2003 年和 2019 年 Landsat 5/ TM、Landsat 8 OLI 影像的基础上, 进行支持向量机分类 (SVM)。同时, 以转移矩阵、土地利用动态度、土地利用程度、信息熵等为主要方法实现对梨树县 30 余年土地利用动态的定量表达。【结果】(1) 耕地、林地、草地和建筑用地的变化最为显著, 其中耕地面积增加态势明显, 1987 年、2003 年、2019 年面积占比均保持在 75% 以上。(2) 林地形态较为集中, 面积持续减少, 以分布在东南部为主; 水域、草地主要接受来自耕地的转入, 呈现出“先减后增”的态势, 表明这一时期人类干预对土地利用起到积极作用。(3) 建筑用地不同程度地接受来自耕地、林地、其他用地的转入。(4) 从信息熵原理来看, 梨树县土地利用类型分布不均匀, 均衡度较低, 均质性较弱。【结论】经济发展在一定程度上伴随着建筑用地的扩张和耕地面积的减少, 从而改变土地利用格局。同时, 气候变化对土地利用也造成了影响。该结果及结论可为研究区农业转型升级、乡村振兴、农业风险防范提供支持。

关键词: 土地利用; 梨树县; 信息熵; 土地利用变化模型

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200505

0 引言

土地利用/覆盖变化 (Land use and land cover change, LUCC) 是土地所具有的双重属性^[1]。LUCC 离不开人类活动, 是伴随自然演进、社会经济发展对土地资源进行改造和重分配的过程^[2]。随着人类生产、生活方式、形式的不断发展, 人类对土地资源的利用和管理理念发生改变, 从而形成不同的土地利用格局^[3]。土地利用研究主要开展对 LUCC 的类型分析和过程研究, 同时探讨人类对 LUCC 的影响作用, 进行驱动力机制的研究以及完成对全球性或区域性土地利用动态数据库的构建^[4]。在土地利用变化研究当中, 不同的研究尺度往往呈现出不同的特征^[5], 因此尺度选择是值得关注的重点。当前, 在土地利用动态模拟及相关驱动因子的研究主要集中在“脆弱区”和“热点地区”^[6-9], 且基于大、中尺度的研究居多^[10-12], 县域尺度的土地利用研究成果相对较少^[6]。随着遥

收稿日期: 2020-09-28

第一作者简介: 杨胜杰 (1996—), 硕士研究生。研究方向: 农业遥感。Email: yangshengjie@mails.cnu.edu.cn

※ 通信作者简介: 刘吉平 (1972—), 教授。研究方向: 资源环境信息系统研究。Email: liujpjl@163.com

* 基金项目: 中央财政林业科技推广示范资金项目 (吉推 201416); 吉林省科技发展计划项目 (20180101085JC)

感与 GIS 技术的发展，小尺度土地利用等研究内容获得关注^[13-14]。为了丰富县域尺度土地利用研究，避免大规模分析的表面性^[15]，选用典型县域尺度地区作为研究对象很有必要。张伟等^[16]、于海洋等^[17]、黄国金等人^[18]以县域为研究对象，结合区域实际特点，对土地利用动态进行剖析，取得较好效果。文章选取土地利用动态度模型、土地利用程度模型、土地利用结构信息熵、转移矩阵等为主要研究方法，实现对吉林省梨树县 30 余年土地利用时空动态的定量表达，以期为当地国土空间规划提供数据支撑，为更好改进土地利用格局、发展社会经济服务。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

梨树县位于吉林省西南部、松辽平原腹地，隶属于吉林省四平市（图 1）。县境总面积 4 190 km²，地势平坦，土质肥沃，80% 为平原地带。东与公主岭市隔东辽河相望，南与四平市接壤，西与辽宁省昌图县毗连，北与双辽市以东辽河为界。地势从南到北逐渐降低。南部是低山丘陵，中部是波状平原，西北部是东辽河冲积平原。东南部为剥蚀地形，多低山丘陵，海拔 300~400 m，占全县总面积 21.8%；中部为台地冲积平原，地势略有起伏，大多是平地 and 岗地，以剥蚀堆积地形为主，海拔 160~250 m，占总面积 44.1%；北部沿东辽河中下游河谷平原，大部是平地、洼地和风沙盐碱地，以风积冲积地形为主，土质多是黑钙盐碱风沙土、淡黑钙土。

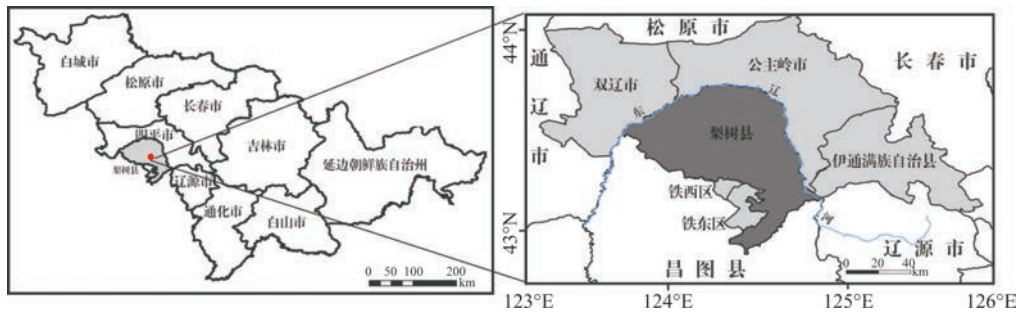


图 1 梨树县空间位置及行政区划

Fig.1 The spatial location and administrative division of Lishu county

梨树县森林资源集中分布在海拔 250~400 m 之间，分为天然次生林树种、人工林树种和经济林树种等。梨树县下辖 15 个镇、6 个乡、1 个国营农场、1 个良种场。农业是梨树县的基础产业。主要种植有玉米、水稻、大豆和蔬菜等。

1.2 数据来源及预处理

Landsat 系列影像是土地利用分类的主要数据源，30 m 的空间分辨率比较适用于地物分类。研究所用数据主要包括：地理空间数据云平台（<http://www.gscloud.cn/>）下载的梨树县 1987 年、2003 年 Landsat5 TM 影像和 2019 年的 Landsat8 OLI 影像；研究区行政区划图于国家基础地理信息系统数据中获得；辅以梨树县地方年鉴等统计资料作为参考。影

2020年10月

像获取季节相同、含云量少，质量良好。

利用 ENVI 5.3 软件实现对以上 3 期影像进行图幅配准、波段合成、裁剪等预处理和分类以及分类后处理。分类解译基于监督分类和非监督分类理念，采用支持向量机 (SVM) 方法，同时结合后期人工目视校正，以减少偏差。通过 Google Earth 对照选取检验样本，计算混合矩阵表明，1987 年、2003 年、2019 年土地利用分类结果的整体分类精度分别为 90.6%、87.8%、85.2%，其 Kappa 系数分别为 0.897、0.862、0.846。可见，影像分类结果能够满足研究需要。土地利用类型参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017) 标准，将其分为耕地 (旱地和水田)、林地、草地、水域、建筑用地和其他用地 6 种类型 (图 2)。

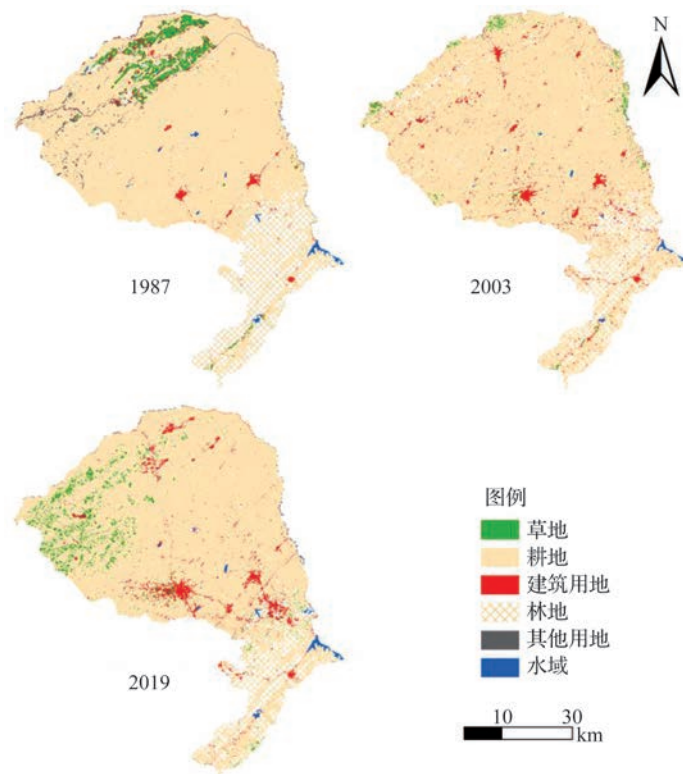


图 2 1987—2019 年梨树县土地利用变化过程

Fig.2 The Process of Land Use Change in Lishu County from 1987 to 2019

1.3 主要方法

1.3.1 土地利用动态度

单一土地利用类型动态度能够有效反映研究区在一定时间范围内的某种土地利用类型数量变化情况，这里用 K 表示，公式^[1]为：

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式 (1) 中， K 为研究时段内某一土地利用类型的动态度； U_a 表示时段初期某一土地

类型面积， U_b 表示时段末期某一土地类型面积； T 指研究时段，当其单位为年时， K 值就是研究区某种土地利用类型的年变化率。

综合土地利用动态度用来表达不同土地利用类型之间转换的总体关系，以及土地利用总量变化的速度，这里用 S 表示，公式^[8]为：

$$S = \sum_{i=1}^n |U_{bi} - U_{ai}| / 2 \sum_{i=1}^n U_{ai} \times T^{-1} \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中， U_{ai} 、 U_{bi} 分别为某土地利用类型在监测时段初期和末期的面积； T 指监测时段； n 为土地利用类型数，该研究中 n 为 6；当单位为年时， S 值就是该区域年土地利用变化速率。

1.3.2 土地利用程度变化分析

土地利用程度可以有效表达土地系统中人类因素的影响程度。土地利用程度的研究方法主要有类型法和指数法两种，其中类型法以类型模式表达为主，指数法则通过数量指标体系来表达，适合于作定量研究，主要以间接指标体系及土地利用综合指数模型为主^[19]。该研究采用土地利用综合指数模型法，即由刘纪远先生^[20]提出的土地利用程度数量化方法，将土地利用程度按土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡保持状态分级，并赋予指数，从而实现土地利用程度的定量表达(表 1)。

表 1 土地利用程度分级赋值
Table 1 The classification values of land use degree

类型	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落地级
土地利用类型	未利用地	林地、草地、水域	耕地(水田、旱地)	建筑用地
分级指数	1	2	3	4

数量化土地利用综合指数是一个威弗(Weaver)指数，可用 Ld 表示，公式为：

$$Ld = 100 \times \sum_{i=1}^4 A_i \times C_i \quad Ld \in [100, 400] \quad (3)$$

式(3)中， Ld 为研究区的土地利用程度综合指数， A_i 为研究区内第 i 级土地利用程度分级指数， C_i 为研究区内第 i 类土地利用程度分级面积百分比。

土地利用程度^[20]是在一个特定范围内多种土地利用类型变化的结果，土地利用程度及其变化量和变化率模型可定量揭示土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用程度变化率可用 R 表示，公式^[20]为：

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})}{\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia}} \quad (4)$$

式(4)中， A_i 为第 i 的土地利用程度分级； C_{ib} 和 C_{ia} 分别为某区域 b 时间和 a 时间第 i 级土地利用程度面积百分比。若 $R > 0$ ，则该区域土地利用处于发展时期，否则处于调整期或衰退期。

1.3.3 土地利用结构信息熵、均衡度和优势度

土地利用结构信息熵和均衡度、优势度能够在一定程度上反映出区域在一定时段内

2020年10月

土地利用结构特征、动态变化及其转换程度^[21]。

信息熵^[22]是对不确定性的量度,可描述某一地区土地利用有序程度,其大小反映了各类土地利用类型多少和面积分布的均匀程度。信息熵越大,说明土地利用有序度越低,土地利用类型越多,分布越均匀。信息熵 H 的公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i \ln(P_i)) \quad (5)$$

式(5)中, n 是土地利用类型的数量; P_i 为第 i 种地类所占的百分比。

引入均衡度和优势度,可有效消除不同发展阶段土地职能数的差异^[23],强化土地利用结构信息熵的可比性和直观性。均衡度(J)的公式^[23]为:

$$J = - \sum_{i=1}^n \frac{P_i \ln(P_i)}{\ln(n)} J \in [0, 1] \quad (6)$$

式(6)中, J 越大,说明土地利用均质性越强。

优势度 I 与均衡度的意义相反,表示土地利用集中程度,公式为:

$$I = 1 - J \quad (7)$$

1.3.4 土地利用转移矩阵

建立土地利用转移矩阵来反映研究区土地利用变化结构特征和各类型之间的转移方向^[24]。土地利用转移矩阵是根据地区的不同土地利用情况之间转化关系得到的二维矩阵,其表达式^[24]为:

$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{vmatrix} \quad (8)$$

式(8)中, S_{ij} 为研究时段内第 i 类土地利用类型转换为第 j 类利用类型面积; n 表示土地利用类型数; i 、 j 分别指研究时段初、末期土地利用类型。

2 结果与分析

2.1 土地利用动态度

根据式(1),获得梨树县1987—2003年、2003—2019年、1987—2019年的单一土地利用类型变化幅度与年变化率(图3)。可见,耕地年变化率变化不明显。草地年变化率由1987—2003年的-4.73%转变到2003—2019年的17.45%,变动最大,增速较快。水域年变化率由1987—2003年的-3.50%转变到2003—2019年的7.43%。草地、水域的年变化率均呈现出“先减后增”的态势;其次,变动较大的建筑用地、其他用地和林地,分别由4.81%、-5.79%、-2.09%转变到0.38%、-0.88%、-0.37%。在土地利用类型的面积变动方面,耕地的变幅最大,在第一个16年增加35 544.22 hm²;其次是林地、草地,

分别降低了 22 965.39 hm²、10 778.4 hm²；建筑用地的增加量也较为明显，增量为 4 767.68 hm²；水域和未利用地分别降低了 1 426.69 hm²、5 141.42 hm²。在第二个 16 年，只有草地、建筑用地、水域发生了增长，增量分别为 9 634.88 hm²、1 334.27 hm²、659.58 hm²；耕地、林地、其他用地则发生不同程度的减少，其中耕地减量最大，为 9 061.38 hm²，其次是林地和其他用地，减量分别为 9 061.38 hm²、56.89 hm²。耕地面积虽然轻过“增长-减少”过程，但从总体研究时段出发，耕地面积整体呈增长趋势。在 32 年中，建筑用地年变化率最大，为 2.74%，其后从大到小依次为耕地、水域、草地、林地和其他用地。建筑用地增速放缓，但呈现持续增长态势。林地、其他用地面积持续减少，减速平缓。草地、水域在 32 年，实现了“先减后增”的转变。

由式 (2)，计算得到梨树县 1987—2003 年、2003—2019 年、1987—2019 年的综合土地利用动态度，即变化速率分别为 0.6%、0.175%、0.477%，说明梨树县的综合土地利用动态度发展较为均衡，且有逐渐减缓的态势。

2.2 土地利用程度变化分析

2.2.1 土地利用综合指数

表 1 中，各土地利用类型分别被赋予指数。结合研究区其他用地以未利用地居多的实际情况，赋予其他用地的分级指数为 1。

根据式 (3) 计算梨树县土地利用程度综合指数，梨树县土地利用综合指数在 1987 年、2003 年和 2019 年的土地利用综合指数分别为 278.41、290.40 和 288.61。可见，土地利用综合指数由 1987 年的 278.41 增加为 2003 年的 290.40，增势较为平缓，表明土地利用程度加深不明显；再由 2003 年的 290.40 减少至 2019 年的 288.61，呈降低态势，表明梨树县土地利用类型趋于多样化。

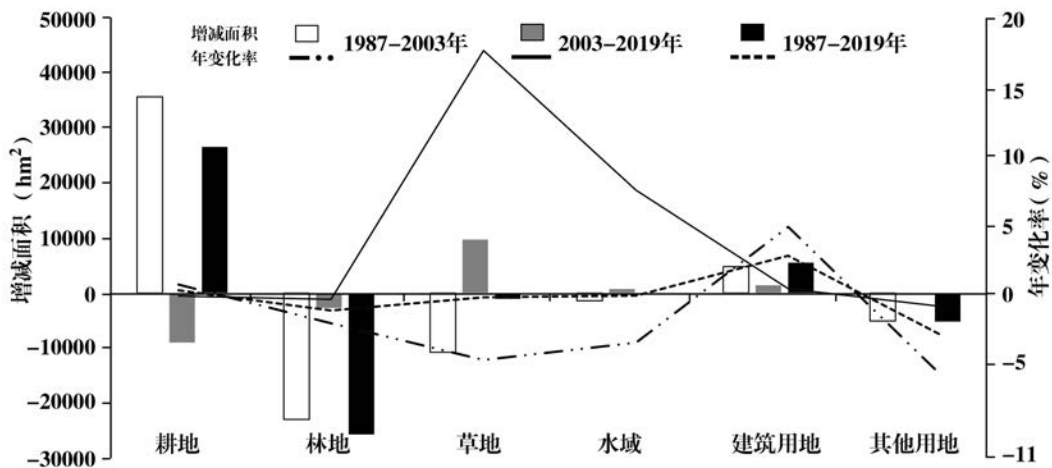


图3 梨树县各时段土地利用年变化率及增减面积

Fig.3 Annual land use change rate and increase/decrease area in Lishu county

2.2.2 土地利用程度变化率

根据公式 (4) 计算梨树县的土地利用程度变化率。可得 1987—2003 年间土地利

2020年10月

用程度变化率为0.043,说明梨树县在该时段土地利用处于发展时期;2003—2019年间土地利用程度变化率为-0.008,说明梨树县在该时段的土地利用处于调整期或衰退期。

2.3 土地利用结构信息熵、均衡度和优势度

根据式(5)(6)(7)分别计算梨树县土地利用结构信息熵、均衡度和优势度(图4)。可见,信息熵均在1以下,说明梨树县土地利用类型分布相对不均匀。均衡度较低,均质性较弱。

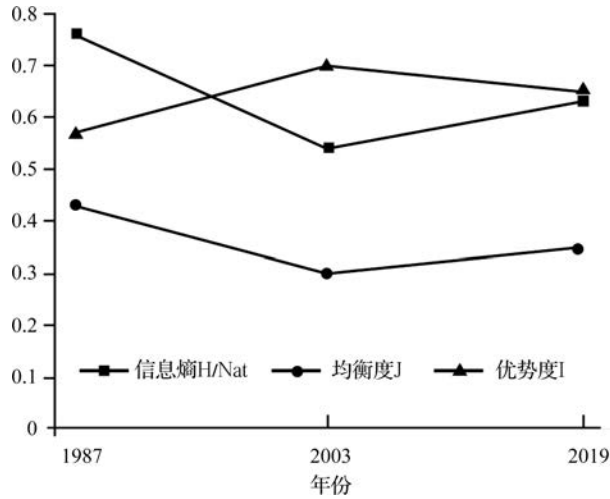


图4 1987年、2003年、2019年梨树县土地利用结构信息熵、均衡度及优势度变化
Fig.4 information entropy, equilibrium degree and dominance degree of land use structure in Lishu county in 1987, 2003 and 2019

2.4 梨树县土地利用转移特征

2.4.1 梨树县土地利用基本格局

结合图2,可见耕地空间分布较均匀,占研究区总面积的比例大,是梨树县土地利用的主体。林地主要位于研究区的东南部,且空间位置较为稳定。草地在32年发生了很大的变化,主要由1987年的聚集性向2003年的沿河流生长转变,再到2019年的分散性分布。1987年梨树县土地利用类型主要以耕地为主,林地、草地次之。土地利用类型按面积大小依次排序为耕地、林地、草地、建筑用地、水域和其他用地,分别为321 791.24 hm²、68 784.08 hm²、14 228.66 hm²、6 188.63 hm²、5 546.89 hm²和2 548.95 hm²。2003年建筑用地扩展明显,为10 956.31 hm²。耕地面积较1987年持续增加。其他类型呈降低趋势。较2003年,2019年的耕地、其他用地、建筑用地变动不大,林地降低至43 086.74 hm²,其他土地利用类型均呈现增加态势。其中,草地、水域实现了“翻倍”增长,分别增长至13 085.14 hm²、2 456.53 hm²。

2.4.2 梨树县土地利用转移矩阵

具体操作通过ArcGIS 10.2实现,即将分类获得的1987年、2003年和2019年3期梨树县土地利用的图层进行空间分析(融合和叠置工具),结合Excel 2016进行统计表达,获得1987—2003年、2003—2019年、1987—2019年的土地利用转移矩阵(表2、3、4)。

表2 1987—2003年梨树县土地利用转移矩阵

Table 2 The LUCC transfer matrix from 1987 to 2003 in Lishu County

单位: hm²

土地类型	2003							转出量	转出占比 (%)
	草地	耕地	建筑用地	林地	其他用地	水域			
草地	290.27	13 658.99	27.21	237.33	0.05	14.81	13 938.39	17.55	
耕地	2 954.44	301 410.96	7 341.88	9 922.52	68.50	92.93	20 380.27	25.66	
建筑用地	68.88	3 765.80	2 030.05	244.32	20.64	58.94	4 158.58	5.24	
林地	95.21	33 240.32	659.16	34 740.62	28.99	19.78	34 043.46	42.87	
其他用地	24.82	4 164.16	716.80	348.15	280.89	12.08	5 266.01	6.63	
水域	16.64	1 095.24	181.21	325.75	6.40	923.71	1 625.24	2.05	
转入量	3 159.99	55 924.51	8 926.26	11 078.07	124.58	198.54	—	—	
转入占比 (%)	3.98	70.42	11.24	13.95	0.16	0.25	—	—	

表3 2003—2019年梨树县土地利用转移矩阵

Table 3 The LUCC transfer matrix from 2003 to 2019 in Lishu County

单位: hm²

土地类型	2019							转出量	转出占比 (%)
	草地	耕地	建筑用地	林地	其他用地	水域			
草地	63.90	3 114.16	175.25	63.09	0.60	31.20	3 384.3	5.8	
耕地	9 480.82	326 559.84	7 422.18	12 676.52	94.25	935.23	30 609	52.49	
建筑用地	285.29	7 404.39	2 774.14	242.81	54.90	181.58	8 168.97	14.01	
林地	3 231.06	10 960.16	1 116.75	30 064.13	11.79	399.13	15 718.89	26.95	
其他用地	20.47	140.51	46.36	6.72	185.38	5.62	219.68	0.38	
水域	3.60	95.03	81.21	33.48	1.67	903.77	214.99	0.37	
转入量	13 021.24	21 714.25	8 841.75	13 022.62	163.21	1 552.76	—	—	
转入占比 (%)	22.33	37.24	15.16	22.33	0.28	2.66	—	—	

表4 1987—2019年梨树县土地利用转移矩阵

Table 4 The LUCC transfer matrix from 1987 to 2019 in Lishu County

单位: hm²

土地类型	2019							转出量	转出占比 (%)
	草地	耕地	建筑用地	林地	其他用地	水域			
草地	17.55	13 085.11	946.47	142.20	0.27	34.00	14 208.05	19.09	
耕地	10 370.41	301 513.25	6 018.91	3 231.41	112.35	409.39	20 142.47	27.06	
建筑用地	84.24	3 900.42	1 787.55	256.77	6.50	143.52	4 391.45	5.9	
林地	1 954.18	24 652.85	2 520.08	39 324.61	35.14	234.66	29 396.91	39.49	
其他用地	642.91	4 467.59	169.03	36.62	190.27	36.17	5 352.32	7.19	
水域	15.84	654.86	173.85	95.13	4.04	1 598.79	943.72	1.27	
转入量	13 067.58	46 760.83	9 828.34	3 762.13	158.30	857.74	—	—	
转入占比 (%)	17.56	62.82	13.20	5.05	0.21	1.15	—	—	



2020年10月

根据土地利用转移矩阵可以得出:(1)1987—2003年,土地利用类型变化最明显的为耕地、林地。其中,耕地转入量最大,主要接受来自林地、草地的转化,转入占比达70.42%。同时,耕地的转出量也较大,转出占比为25.66%,主要转化为林地和建筑用地,分别为9 922.52 hm²、7 341.88 hm²。草地的转出量明显比转入量多,为13 938.39 hm²,仅次于林地和耕地。林地的转入量仅次于耕地,为11 078.07 hm²。其转出量为34 043.46 hm²,转出占比为42.87%,大于转入占比的13.95%。建筑用地的转入大于转出。其他用地的转出量大于转入量。水域的转出量较大,达到1 625.24 hm²,转出占比为2.05%。(2)2003—2019年间,耕地的转出量、转入量最大,分别为30 609 hm²、21 714.25 hm²,转出、转入占比分别为52.49%、37.24%,主要转化为林地、草地和建筑用地。林地主要向耕地、草地、建筑用地方向转化,转出、转入量仅次于耕地。建筑用地转出量和转入量相当,分别为8 168.97 hm²、8 841.75 hm²。草地的转入量明显大于转出量,主要由耕地、林地转入,主要向耕地方向转出,为3 114.16 hm²。水域转入量明显大于转出量,转入量为1 552.76 hm²,转入占比2.66%。

3 结论与讨论

土地利用动态变化受自然和人文因素的综合影响。梨树县的降水量特点是季节变化大、空间分布不均。降水多集中在6—9月份,占全年的77.8%。多年平均降水量为(1986—2005年)556.41 mm,东南低山丘陵地带平均降水量650 mm,西北部平原区480 mm。年平均气温7.0℃,极端最高气温和最低气温之间的温差较大,具有明显的大陆性季风气候特征。气温升高导致地表温度较高,地表蒸发迅速,土壤下渗能力降低,是耕地变化的主要因素之一。降水量减少是导致水域类型减少的主要原因,也间接影响耕地的变化^[25]。

耕地包括水田和旱田。农业产出对耕地面积变化响应较为敏感。梨树县作为全国典型农业大县,维持合理耕地面积是保障农业可长续发展的基础。经济发展带来产业转型升级机遇,同时对农业布局、国土规划造成冲击。

整体来看,梨树县土地利用变化总体缓慢,且有减缓趋势。在1987年、2003年、2019年,梨树县耕地面积占比均保持在75%以上。土地利用类型以耕地、林地、草地、建筑用地为主,其中建筑用地和耕地在一定程度上具有“双向”转化特征,即建筑用地大量转化为耕地的同时,耕地亦有部分转化为建筑用地。林地主要集中分布在研究区东南部,耕地面积居多且分布广泛。草地速率由“平缓”向“剧增”转变,其时空格局变化明显,大量转化为耕地。土地利用综合指数呈“增长—减少”态势,其中草地、水域持续增幅较大,建筑用地增速减缓,这与当地在不同时期加速发展社会经济、调整土地利用结构、促进土地资源良性运作有关。从信息熵理论来看,信息熵值经过了“降低—增加”的过程,即区域土地利用系统的有序程度有所降低,均质性也发生了由“下降”到“上升”的转变。分时段分析,1987—2003年大量的其他用地、建筑用地、天然草地转化为耕地,土地利用率较高,反映一定时期人们对耕地的需求加大,有着较高的



开荒种地积极性。2003—2019年的土地利用处于衰退期或调整期，且土地利用系统均衡度有降低趋势。这一时期耕地转化为林地较为明显，转变量为12 676.52 hm²，草地、水域均有不同程度的增加，这与国家加大力度推进生态环境建设的防护工程、条例，如天然林保护工程、2003年开始施行的《退耕还林》条例等背景相符。

参考文献

- [1] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨.地理科学进展,1999(1):83-89.
- [2] 周忠学,任志远.土地利用变化与经济发展关系的理论探讨——以陕北黄土高原为例.干旱区资源与环境,2009(4):36-42.
- [3] 阿迪力·吐尔干,吐尔孙·哈斯木,郝永娟,等.基于3S技术的土地利用时空变化分析——以迪那河绿洲为例.水土保持研究,2019(1):305-309.
- [4] Scientific Steering Committee and International Project Office of LUCC, Nunes C, Augé J I. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC): Implementation Strategy. *Environmental Policy Collection*, 1999.
- [5] 陈佑启, Peter H. Verburg. 中国土地利用/土地覆盖的多尺度空间分布特征分析.地理科学,2003(3):197-202.
- [6] 金雄兵,濮励杰,罗昀,等.县级尺度土地利用与土地覆盖变化初步研究——以江苏昆山市为例.土壤,2003(3):204-210.
- [7] 黄春波,滕明君,曾立雄,等.长江三峡库区土地利用/覆盖的长期变化.应用生态学报,2018,29(5):1585-1596.
- [8] 张丽,杨国范,刘吉平.1986—2012年抚顺市土地利用动态变化及热点分析.地理科学,2014,34(2):185-191.
- [9] 刘芳,闫慧敏,刘纪远,等.21世纪初中国土地利用强度的空间分布格局.地理学报,2016,71(7):1130-1143.
- [10] 刘纪远,邵全琴,黄麟.大尺度土地利用变化对全球气候的影响.中国基础科学,2015,17(3):32-39,65.
- [11] 刘彦随,李进涛.近30年中国沿海围垦土地利用格局及其驱动机制.中国科学:地球科学,2020:1-14.
- [12] 徐新良,刘纪远,庄大方.国家尺度土地利用/覆被变化遥感监测方法.安徽农业科学,2012,40(4):2365-2369.
- [13] 刘克宝,陆忠军,宋茜.松嫩平原中部农作物空间格局时空变化分析.中国农业信息,2018,30(2):42-52.
- [14] 张定祥,安琼,季宏伟,等.Hadoop支持下的土地利用变化可视化方法探讨.中国农业信息,2020,32(4):32-41.
- [15] 陈佑启,杨鹏.国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展.经济地理,2001(1):95-100.
- [16] 张伟,吴艳民,刘吉凯.Landsat系列影像支持下的凤阳县石英砂矿区土地利用动态监测.测绘通报,2018(6):91-97.
- [17] 于海洋,张飞,曹雷.精河县土地利用/覆被变化及土地生态安全研究.水土保持研究,2017(6):348-353.
- [18] 黄国金,钟九生,敖成欢,等.喀斯特石漠化地区土地利用变化对水土流失的影响——以贵州省务川仡佬族苗族自治县为例.人民长江,2020(5):83-87,147.
- [19] 曲青林.城市化背景下甘肃省土地利用程度分析.兰州:甘肃农业大学,2009.
- [20] 楚玉山,刘纪远等.西藏自治区土地利用.北京:科学出版社,1992.
- [21] 张月,郗睿卿,张蔚,等.吉林市土地利用时空变化及驱动力分析.测绘科学,2015,40(7):73-77.
- [22] 赵益祯,曹建农,张晓栋,等.陕北黄土高原生态脆弱地区土地利用变化的时空分析:以志丹县为例.云南大学学报(自然科学版),2020,42(2):299-307.
- [23] 司慧娟,付梅臣,袁春,等.青海省土地利用结构信息熵时空分异规律及驱动因素分析.干旱区资源与环境,2016,30(6):38-42.
- [24] 任斐鹏,江源,熊兴,等.东江流域近20年土地利用变化的时空差异特征分析.资源科学,2011,33(1):143-152.
- [25] 张丽,杨国范,刘吉平.1986—2012年抚顺市土地利用动态变化及热点分析.地理科学,2014,34(2):185-191.



Dynamic analysis of land use in Lishu county of Jilin province from 1987 to 2019

Yang Shengjie^{1, 2}, Yang Xujie^{1, 2}, Wang Xingcheng^{1, 2}, Liu Jiping^{3*}

(1. Key Laboratory for Geographical Process Analysis & Simulation, Hubei Wuhan 430079, China;

2. College of Urban and Environmental Science, Central China Normal University, Hubei Wuhan 430079, China;

3. School of tourism and geography science, Jilin Normal University, Jilin Siping 136000, China)

Abstract: [**Purpose**] To quantitatively analyze the land use status of Lishu County, and provide scientific reference for the adjustment of land use structure and the optimization of agricultural layout. [**Method**] With Lishu County as the research area, support vector machine classification (SVM) was performed on the basis of Landsat 5/TM and Landsat 8 OLI images in 1987, 2003 and 2019. At the same time, the main methods of transfer matrix, land use dynamics, land use degree, information entropy, etc. are used to achieve quantitative expression of land use dynamics in Lishu County for more than 30 years. [**Result**] (1) The changes in arable land, woodland, grassland and construction land were the most significant. Among them, the area of arable land increased significantly, and the area accounted for more than 75% in 1987, 2003, and 2019. (2) The form of forest land is relatively concentrated, and the area continues to decrease, mainly distributed in the southeast; waters and grasslands mainly receive transfers from cultivated land, showing a trend of “decreasing first and increasing later”, indicating that human intervention has affected the land use during this period. (3) Construction land accepts transfers from cultivated land, woodland and other land to varying degrees. (4) Information entropy shows, the distribution of land use types in Lishu County is uneven, with a low degree of balance and weak homogeneity. [**Conclusion**] To some extent, economic development is accompanied by the expansion of building land and the reduction of arable land, which changes the pattern of land use. At the same time, climate change also has an impact on land use. The conclusion can provide support for agricultural transformation and upgrading, rural revitalization and agricultural risk prevention for the study area.

Key words: land use; Lishu county; information entropy; land use and land change model