

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.02.003.

刘卫林, 何昊, 朱圣男, 等. 1980—2015 年江西省土地利用迁移变化分析及驱动机制研究[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 361-368.
LIU Weilin, HE Hao, ZHU Shengnan, et al. Spatial and Temporal Variability Characteristics and Driving Mechanisms of Land Use in Jiangxi Province from 1980 to 2015[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(2): 361-368.

1980—2015 年江西省土地利用迁移变化分析及驱动机制研究

刘卫林¹, 何昊¹, 朱圣男², 李香¹, 吴滨¹, 张景嵘¹, 杨晴¹, 刘丽娜¹

(1.南昌工程学院 江西省退化生态系统修复与流域生态水文重点实验室,
南昌 330099; 2.河海大学 水文水资源学院, 南京 210098)

摘要:厘清江西省土地利用转换时空特征,明晰驱动因子,可为该区土地资源的合理开发和生态环境保护提供科学依据。基于 Landsat 遥感影像,利用 ArcGIS 空间分析和 SPSS 主成分分析等方法,通过土地利用单一和综合动态度、土地利用转移矩阵和土地利用程度综合指数,以及土地利用重心迁移等,研究了 1980—2015 年江西省土地利用时空变化,并探究了驱动机制。结果表明:(1) 1980—2015 年江西省土地利用综合动态度为 0.168%/a,类型主要为林地和耕地,两者面积占总面积的 89.85%,其中建设用地面积变化最大,期间共增加了 2 241.01 km²,为主要变化类型。(2) 1980—2015 年江西省土地利用转出和转入面积最大的分别是耕地 3 190.67 km²和建设用地 2 325.20 km²,而林地和草地也分别转出 2 830.77 km²,885.18 km²,迁移变化总体上为居民建设用地大量扩张,耕地和林地面积均大为减少。(3) 江西省土地利用重心随土地利用变化发生相应改变,其中建设用地和耕地重心变化较大,建设用地向东北方向迁移,耕地向西南方向迁移,二者变化轨迹相反。(4) 江西省建设用地的驱动力为城镇发展水平和人口数量与结构两个方面,耕地的驱动力为农业水平和产业机构以及自然条件。综上,近 35 a 江西省土地利用变化较大,其中耕地和建设用地为主要变化类型,其变化主要受社会因素影响。

关键词:江西省; 土地利用变化; 时空变化; 主成分分析; 驱动机制

中图分类号:F301.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-3409(2023)02-0361-08

Spatial and Temporal Variability Characteristics and Driving Mechanisms of Land Use in Jiangxi Province from 1980 to 2015

LIU Weilin¹, HE Hao¹, ZHU Shengnan², LI Xiang¹, WU Bin¹,
ZHANG Jingrong¹, YANG Qing¹, LIU Lina¹

(1.Jiangxi Key Laboratory for Restoration of Degraded Ecosystems & Watershed Ecohydrology, Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China; 2.College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract:Clarifying the spatial-temporal characteristics and driving factors of land use conversion in Jiangxi Province can provide a scientific basis for the rational development of land resources and ecological environmental protection in the region. Based on Landsat remote sensing images, the spatial analysis of ArcGIS and principal component analysis of SPSS were used to analyze the land use change in Jiangxi Province from 1980 to 2015 and to explore the driving mechanism through the single and comprehensive dynamic attitude of land use, land use transfer matrix and comprehensive index of land use degree, as well as the migration of land use center of gravity. The results show that: (1) from 1980 to 2015, the comprehensive dynamics of land use in Jiangxi Province was 0.168%/a, and the types were mainly forestland and cultivated land, which accounted for 89.85% of the total area; the construction land area changed the most, with a total increase of 2 241.01 km² during the period, which was the main type of change. (2) from 1980 to 2015, the largest areas of land use

transfer out and transfer in Jiangxi Province were 3 190.67 km² of cultivated land and 2 325.20 km² of construction land, respectively, while forestland and grassland were also transferred out of 2 830.77 km² and 885.18 km², respectively; (3) the center of gravity of land use in Jiangxi Province changed accordingly with the change of land use; the centers of gravity of construction land and cultivated land changed greatly; the construction land moved to the northeast and the cultivated land moved to the southwest; the change trajectories of the two were opposite; (4) the driving force of construction land in Jiangxi Province was the development level of towns and the number and structure of population; the driving force of cultivated land was the level of agriculture and industrial institutions, population changes and living standards of residents. In summary, land use in Jiangxi Province had changed a lot in the recent 35 years, with cultivated land and construction land as the main change types, which were mainly influenced by social factors.

Keywords: Jiangxi Province; land use change; temporal and spatial changes; principal component analysis; driving mechanism

土地资源是地表包括地质、地貌、气候、水文、土壤、植被等多种自然要素在内的自然综合体,而土地利用/覆被变化(Land use and cover change, LUCC)也成为了全球气候与环境变化研究的热点问题^[1]。早在 2005 年启动全球土地计划(Global Land Project, GLP)中以人类-环境耦合系统为核心的土地利用/土地覆盖变化 LUCC 动态过程的监测与模拟逐渐成为研究关注的焦点^[2-3]。土地利用变化是人类活动作用于陆地表层环境的一种重要表现形式^[4-5]。自改革开放以来,由于我国的经济社会的飞速发展、人口的快速增加和科学技术的突飞猛进,使得人类在加强开发和利用土地的同时,也改变着区域土地利用的类型^[6]。所以,为揭示人类活动对于地球陆面土地利用的综合作用,可以通过研究 LUCC,深入剖析土地利用变化的复杂过程。

关于 LUCC 的研究主要是土地利用变化过程及其驱动力和土地利用变化对环境的影响等。关于土地利用变化特征的研究,有侧重于省^[7-8]、市^[9-10]和县区等^[11-12]行政区划尺度,也有以自然边界(流域、地形)进行土地利用时空变化分析^[13-14],相关研究主要集中在土地利用变化与生态环境的关系^[15-17],而对研究区长时间土地利用内部结构变化和转移过程及驱动机制研究较少。对于江西省的 LUCC 研究,邓红兵等^[18]分析江西省 1996—2004 年土地利用变化情况得到江西农业用地大幅度下降,非农业幅度快速增加;徐羽等^[19]分析了土地利用变化情况,及人类活动对土地利用变化进行了深入探讨,得到土地利用变化综合程度受政策影响显著;张婷等^[20]针对江西省耕地变化分析其时空变化特征,并揭示耕地主要驱动力为经济和人口两大驱动因子。由于数据收集和整理难度大,对江西省土地利用变化的研究较少,所用的研究方法也不够全面。在利用多种指标全面系统分析整个江西省土地利用变化和驱动机制研究仍需加强。

江西省位于我国中部长江流域中下游南岸,地理

位置优越,是中部崛起战略的重要省份,是我国重要的粮食生产基地,社会经济发展迅速,是长江经济带的要重组成部分。在受到自然环境和经济社会双重影响下,土地利用类型变化揭示江西省人类活动影响的相关研究甚是不多。本文以江西省为研究对象,详细分析 1980—2015 年近 35 a 土地利用时空变化情况,并探究土地利用驱动机制。通过分析江西省在改革开放以后人类活动对土地利用的影响,对合理利用紧缺有限的土地资源、保护生态环境及维护流域内人民生活稳定和经济社会的可持续发展具有重要意义,可为该区域内资源利用的绿色发展提供参考依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

江西省地处 24°—30°N, 113°—118°E, 位于长江中下游南岸,为长江三角洲、珠江三角洲和闽南三角地区的腹地,国土面积 1.669×10^5 km², 行政区主要包括南昌、九江、景德镇、上饶、鹰潭、抚州、赣州、吉安、萍乡、宜春和新余 11 个地级市。江西常态地貌类型以山地、丘陵为主,山地占全省面积的 36%,丘陵占 42%,平原占 12%,水域占 10%。森林覆盖率 63.1%。土地利用类型主要以林地为主,耕地次之,其他土地利用类型占比较小。江西省地理环境特殊,三面环山,北邻长江,属亚热带湿润季风气候区,多年平均降水达 1 632.2 mm,多年平均气温为 17.95℃,气候温和,雨量充沛,光照充足,四季分明。随着城市化不断加快,江西省社会经济稳步增长,与之对应的土地利用类型发生较大改变。

1.2 数据与来源

土地利用栅格数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>)和中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn/>),主要包括 Landsat-MSS(1980)、Landsat-TM/ETM(1990, 2005)和 Landsat8(2015)遥感影像数据。

通过目视解译遥感数据获得分辨率为 30 m 的土地利用现状遥感监测数据,再根据土地利用分类标准,利用 ArcGIS 重分类工具得到 6 类土地利用类型,包含林地(有林地、灌木林、疏林地和其他林地),草地(高、中、低覆盖度草地),水域(河渠、湖泊、水库坑塘、滩涂和滩地),城乡、工矿、居民用地(城镇用地、农村居民点和其他建设用地),未利用土地(裸地和裸岩石质地)和耕地(水田和旱地)6 类。

研究区内江西省经济社会指标包括:反映人口变化的总人口数(万人) X_1 、城镇人口(万人) X_2 、农业人口(万人) X_3 、反映城镇发展水平的 GDP(亿元) X_4 、人均 GDP(元) X_5 、反映工农水平和产业结构的工业产值(亿元) X_6 、社会固定资产投资(亿元) X_7 、农林牧渔产值(万元) X_8 、粮食产量(10^4 t) X_9 和有效灌溉面积(10^3 hm²) X_{10} 、反映居民生活水平的全社会消费用品零售总额(亿元) X_{11} 、财政收入(亿元) X_{12} 和财政支出(亿元) X_{13} ;来自国家统计局数据库(<http://data.stats.gov.cn>)、江西省统计局(<http://tjj.jiangxi.gov.cn/>)和江西省统计年鉴,为研究区所在的江西省 1980—2015 年年度数据。自然统计指标包括年平均降水量(mm) X_{14} 、年平均气温(℃) X_{15} ,来源于气象数据共享网(<https://data.cma.cn/>),为江西省气象站点的年平均降水量和气温。

1.3 研究方法

(1) 土地利用转移矩阵。土地利用转移矩阵是分析一段时期内 LUCC 的有利工具,其能表现时期始末各类土地利用类型面积变化、转化面积及转化方向。其数学表达式为:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: S 为土地利用面积; n 为土地利用类型种类。

(2) 土地利用动态度。单一土地利用动态度(K_i)就是描述特定时间内一种土地利用类型变化幅度和速度的指标;综合土地利用动态度(s)表征人类活动对区域各种土地利用类型变化的综合影响。两种指标分别用来定量分析流域土地各类的变化频度和剧烈程度。其公式为:

$$K_i = \frac{S_{i2} - S_{i1}}{S_{i1}} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \times 100\% \quad (2)$$

$$s = 100 \left(\sum_{i=1}^n \frac{\Delta S_{i-j}}{S_i} \right) \times \frac{1}{t} \times 100\% \quad (3)$$

式中: K_i 为 t_1 — t_2 时间段内第 i 类土地利用类型动态度; S_{i1} 和 S_{i2} 分别为 t_1 和 t_2 时间段内第 i 类土地利用类型面积; S_{i-j} 为研究时段内第 i 类土地利用类型转换为其他类土地利用类型的面积; S_i 为研究时

期第 i 类土地利用类型面积; t 为研究的时间段。

(3) 土地利用程度。土地开发是人类改变土地利用类型的方式之一,土地利用程度就是从这个层面上表现人类活动对区域土地利用变化的影响水平。土地利用程度分为 4 个指数,指数越高表明土地开发利用程度越大。土地利用程度综合指数和土地利用程度变化公式分别为:

$$I = 100 \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (4)$$

$$\Delta I_{b-a} = I_b - I_a = \left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中: I 为研究区域的土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度面积百分比; I_{b-a} 为土地利用程度综合变化指数; I_a 和 I_b 分别为对应时间内 a 和 b 的土地利用程度综合指数; C_{ia} 和 C_{ib} 分别为对应时间 a 和 b 第 i 等级土地利用程度面积百分比。

表 1 不同土地利用类型的土地利用程度分级指数

分级	土地利用类型	分级指数
其他土地(A_a)	未利用或暂难以利用地	1
土地自然再生利用级(A_b)	林地、草地、水域及水利设施用地	2
土地的人为再生利用级(A_c)	耕地、园地	3
土地的非再生利用级(A_d)	城镇、居民地、工矿、交通	4

(4) 重心迁移。重心的确定方法,首先假设某一个区域由 n 个次一级区域 i 构成,那么该区域某种属性的“重心”通常采用如下的计算方法来表示:

$$X = \sum_{i=1}^n x_i M_i / \sum_{i=1}^n M_i \quad (6)$$

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i M_i / \sum_{i=1}^n M_i \quad (7)$$

式中: X, Y 分别为某一个区域某种属性的“重心”经度值和纬度值; x_i, y_i 分别为第 i 个次一级区域中心的经度值和纬度值; M_i 为第 i 个次一级区域的某种属性的量值。

(5) 主成分分析。主成分分析是将原有具有相关性的若干个指标,重新组成一组新的互为无关的综合指标来替代原来的指标的方法,本文利用主成分分析法研究鄱阳湖流域土地利用变化驱动因子。主成分分析法的主要步骤为:① 指标数据标准化;② 计算相关系数矩阵;③ 计算特征值和特征向量;④ 计算主成分贡献率和累计贡献率;⑤ 计算主成分因子载荷。

2 结果与分析

2.1 土地利用时空分布及动态度变化特征
1980—2015 年江西省土地利用分布和面积变化情况见图 1。由图 1 可知,江西省最主要的土地利用类型

为林地,主要分布在赣南等地区。耕地主要分布在人口密集等平原一带,水域面积主要集中在鄱阳湖及周边区域,城乡建设用地更多地分布在经济发达的城市地区,如南昌、赣州等地,与耕地的分布有一定的空间协

同。1980—2015 年 4 期各类土地利用类型平均占比为 63.38%,3.69%,4.01%,1.85%,0.50%,26.57%。流域主要土地利用类型为林地和耕地,两者面积占总面积的 89.85%。建设用地和未利用土地面积占比较小。

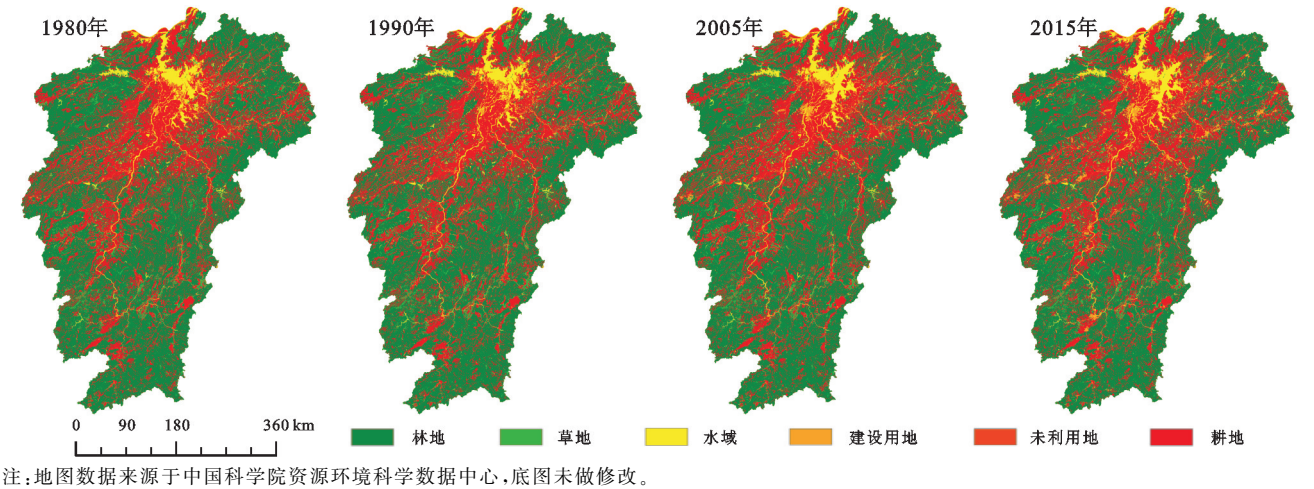


图 1 江西省 1980—2015 年土地利用类型分布

江西省各时期土地利用类型变化情况见表 2, 1980—1990 年江西省土地利用变化结构主体是林地和耕地,在 1990 年之后,建设用地变化强度变为 1.34,成为了江西省土地利用变化结构的主体。其

中,耕地呈现出波动性先减小后增加的趋势,并在 2005—2015 年出现变化强度最大值,为 1.22,但耕地在所有土地利用类型里仍具有较大的变化强度,在 4 期土地利用变化结构中处于主导地位。

表 2 1980—2015 年江西省土地利用类型变化情况

年份	项目	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	耕地
1980—1990	变化量/km ²	2692.12	889.51	120.92	332.05	115.18	1220.53
	变化强度/%	1.61	0.53	0.07	0.20	0.07	0.73
1990—2005	变化量/km ²	131.00	388.06	362.00	652.30	351.83	405.80
	变化强度/%	0.08	0.23	0.22	0.39	0.21	0.24
2005—2015	变化量/km ²	1550.67	555.87	129.75	1256.66	59.08	2042.69
	变化强度/%	0.93	0.33	0.08	0.75	0.04	1.22
1980—2015	变化量/km ²	1010.45	54.15	353.17	2241.01	295.72	1227.96
	变化强度/%	0.61	0.03	0.21	1.34	0.18	0.74

从图 2 中可以看出,1980—1990 年建设用地的面积变化最快,单一动态度为 1.49%/a,其次是草地和未利用土地,分别为 1.8%/a,1.28%/a。1990—2005 年未利用地单一动态度变化最大,为-2.32%/a,其次是建设用地为 1.70%/a。2005—2015 年建设用地最大的,单一动态度为 3.91%/a,林地面积有所增加,单一动态度为 0.15%/a,其他土地利用类型呈出现不同程度的减少。全时段内建设用地和未利用地相对变化较快,分别出现增加和减少的情况,单一动态度为 2.87%/a,-0.94%/a,除水域面积有增加外,其他均出现不同程度的减少。通过比较综合动态度数值大小,2005—2015 年间的土地利用变化最大,为 0.168%/a。

土地利用程度等级可以定量地描述在自然和社会共同影响下土地利用的综合程度,同时也可以反映出土地利用程度的变化。由表 3 可以看出:1980—

2015 年江西省土地利用程度综合指数在 228.38~230.51 波动,变化趋势呈现持续上升,说明江西省土地利用水平不断提高,各项建设活动对土地资源利用的效率不断提高,人类活动对于土地变化的影响程度越来越深刻。土地利用程度变化率增速逐渐下降,说明了土地利用开发强度有所减少,在未来江西省应当适当减轻土地利用的程度,缓解流域内用地的压力。

2.2 土地利用转移情况

图 3 是 1980—2015 年江西省土地利用转移矩阵,从中可以看出:林地共转化面积 2 942.85 km²,主要转化为耕地和草地;草地和水域的转化面积主要转化为林地和耕地;未利用土地减少面积为 292.18 km²,大多转化为水域 239.93 km²;在耕地转化出的 4 780.57 km²中,有 91%的面积转化为了林地,其次是水域。

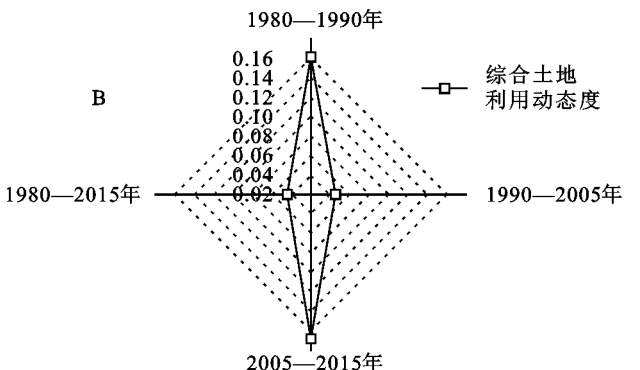
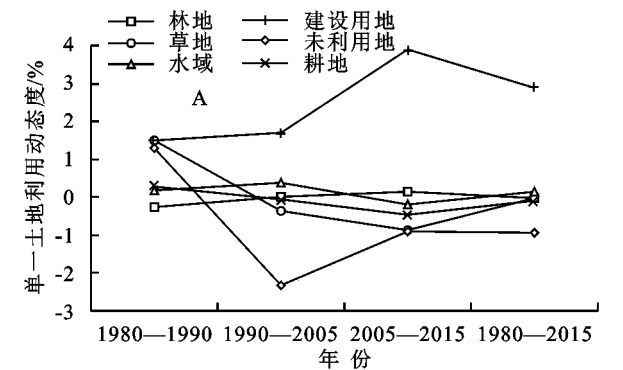


图 2 江西省 1980—2015 年单一、综合土地利用动态度变化情况

表 3 1980—2015 年江西省平均土地利用程度综合指数

年份	土地利用程度 综合指数(I_a)	变化量 (ΔI_a)	变化率/ %
1980	228.38	—	—
1990	229.45	1.06	0.46
2005	230.20	0.75	0.33
2015	230.51	0.31	0.13
1980—2015	—	—	0.92

注:“—”代表未发现。

1990—2005 年耕地面积转出面积最大,为 1 091.46 km²,其次是林地,为 736.98 km²。而转入类型面积最大的是林地,达 868.05 km²,主要由草地和耕地转化而来。其次耕地转入面积也达到了 685.66 km²,主要由林地和水域转化。建设用地和未利用地分别转入 679.35,41.98 km²,转出 27.05,393.81 km²,总的转换面积为 3 108.37 km²。

2005—2015 年是江西省土地流转最强烈的时期,是 3 个时期土地变化最强烈的时期,总转化面积为 11 287.40 km²。其中耕地转入 5 243.50 km²,转向耕地 4 095.82 km²,转出 5 321.72 km²,主要转化为林地和草地。其次是林地,转出 3 715.58 km²,主要转化为耕地,未利用地转入 82.87 km²,转出 141.95 km²。

全时段 1980—2015 年转出和转入面积最大的是耕地 3 190.67 km²和建设用地 2 325.20 km²,而林地和草地也分别转出 2 830.77,885.18 km²。总体上,居民建设用地大量扩张,耕地和林地面积均大为减少,森林具有强大的涵养水源能力,林地的土壤具有良好的渗透性,能够吸收和滞留大量的降水,使土壤湿度增大,并具有调节气候的作用,而植被覆盖率减少,表明鄱阳湖流域生态环境相对变差,为干旱事件的发生提供了有利条件。

2.3 土地利用重心变化分析

1980—2015 年江西省建设用地和耕地变化最明显,相应土地利用重心发生较大变化,因此选取建设用地和耕地具体分析其重心变化(图 4)。由图 4 可

知,随着土地利用变化,二者重心均发生相应变化,且变化都具有阶段性,并在 2005—2015 年二者重心变化最为明显。其中建设用地重心整体呈向东北方向迁移,具体分为两阶段,第一阶段为 1980—2005 年,该阶段建设用地重心主要向正北方向迁移,经度变化较小,纬度变化较大,迁移 0.064°;第二阶段为 2005—2015 年,该阶段重心主要向东北方向,相比经度变化较大,迁移 0.078°。建设用地重心总体向江西东部迁移,造成此结果的原因与城市化进展耦合,1980—1990 年,江西耕地面积占比最大,处于农业时期,城市化进展不明显,建设用地重心迁移较小;1990—2005 年,江西省城市化进展逐渐加快,且政府力争 2005 年城市化率达到 35%,因此建设用地重心在纬度上迁移 0.064°;2005—2015 年江西东部地区城市化突飞猛进,大量用地转为建设用地,城市化进程不断加速,导致该阶段建设用地重心迁移最为明显,在经度上迁移 0.078°。

耕地重心整体呈西南方向迁移,具体分为三阶段,第一阶段为 1980—1990 年,该阶段重心向东北方向迁移,纬度变化较小,经度变化相比较,迁移 0.002°;第二阶段为 1990—2005 年,重心向东南方向迁移,纬度变化相比较,迁移 0.008°;第三阶段为 2005—2015 年,重心向西南方向迁移,经度变化较明显,迁移 0.005°。耕地重心研究与实际情况相吻合,且通过上图可知,耕地重心变化与建设用地重心变化大致相反,造成此结果是由于江西省建设用地变化主要由耕地转入,随着城市化不断加速,重心迁移逐渐显著。

2.4 土地利用驱动机制

以江西省土地利用基本情况为基础,从影响土地利用类型的社会经济和自然因素中选取 15 个驱动因子,分别代表人口变化、城镇发展水平、工农水平和产业结构、居民生活水平、自然条件,选取土地利用变化明显的建设用地(A_1)和耕地(A_2),讨论其驱动机制。由于选取的驱动因子各有不同,且进行相关性分析得到的影响因子有差别,则需要利用最大最小值法去量纲,对驱动因子进行标准化。因此根据研究类型的不同

用,对 A_1 、 A_2 分别选取不同驱动因子,得到结果见表 4—5。建设用地(A_1)和耕地(A_2)分别选取了 2、3 个

主成分,由表 4 可知,两种土地利用类型的各主成分的特征值及累计贡献率符合分析要求。

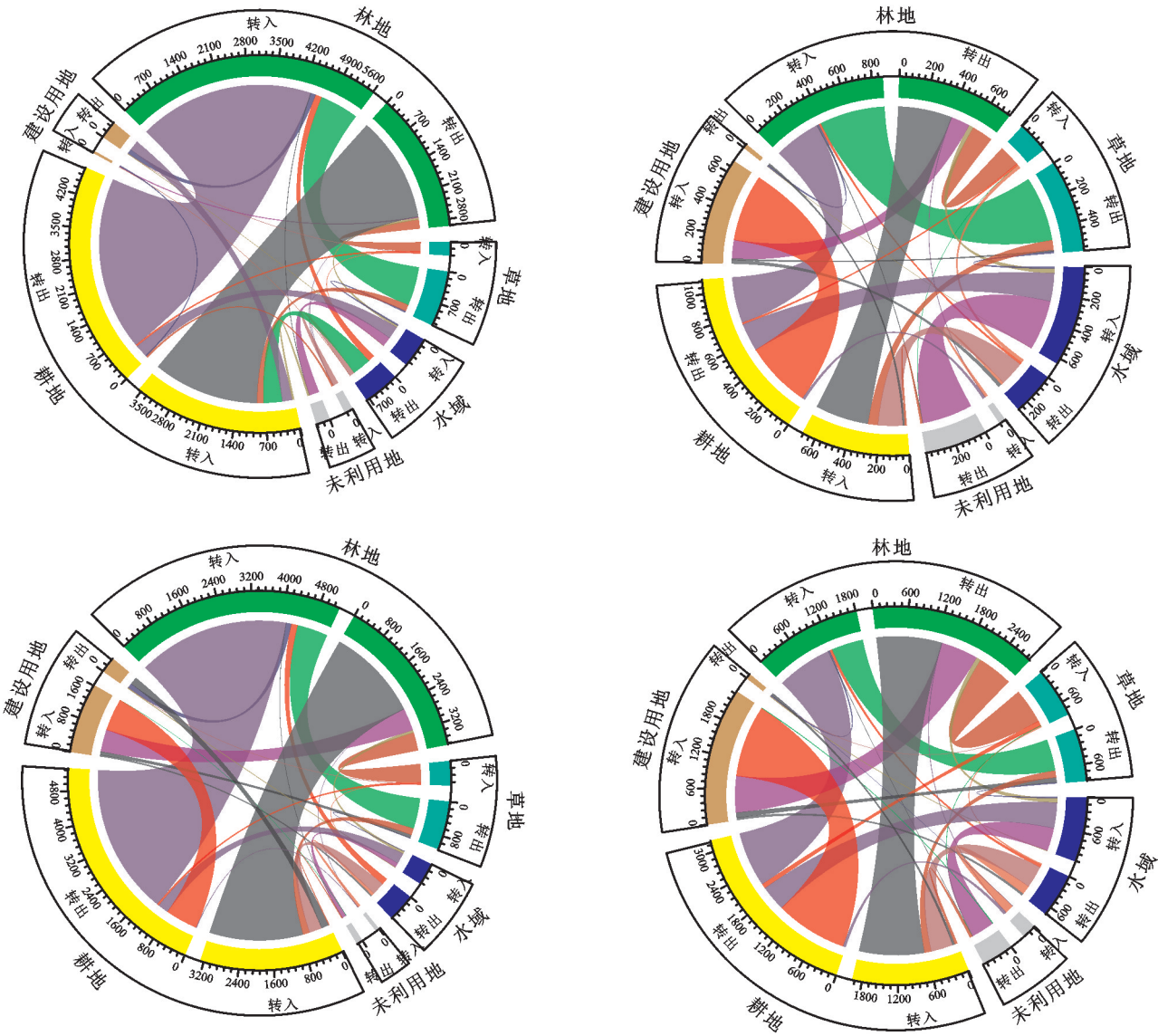


图 3 1980—2015 年江西省土地利用转移

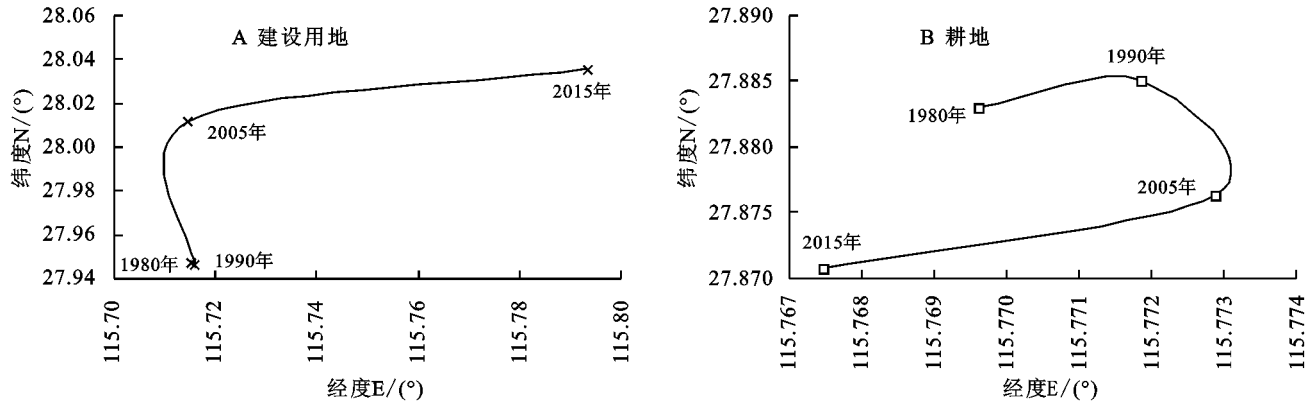


图 4 1980—2015 年重心迁移轨迹

由表 5 可知,江西省建设用地(A_1)的第一主成分除总人口数(X_1)外,均与各个驱动因子有较强的相关性,其中人均 GDP(X_5),GDP(X_4)相关性最大。第二主成分与总人口数(X_1),城镇人口(X_2)和财政

收入(X_{12})相关性较大。因此江西省的建设用地的驱动力为城镇发展水平和人口数量与结构。

根据表 5,江西省耕地(A_2)的第一主成分除有效灌溉面积(X_{10})外,其他驱动因子相关性均高于 0.80,

其中人均 GDP(X_5)和农林牧渔产值(X_8)相关性最高。第二主成分与年平均降水量(X_{14}),有效灌溉面积(X_{10}),和农业人口(X_3)有较强的相关性。第三主成分与年平均降水量(X_{14}),年平均气温(X_{15})有一定的相关性。故江西省的耕地驱动力为农业水平和产业机构和自然条件。

表 4 典型土地利用类型主成分特征值及累计贡献率

%

土地利用类型	主成分	特征值	贡献率	累计贡献率
建设用地(A_1)	1	9.559	79.654	79.654
	2	1.049	8.744	88.398
耕地(A_2)	1	8.945	74.544	74.544
	2	1.124	9.367	83.911
	3	1.026	8.551	92.462

表 5 典型土地利用类型主成分载荷矩阵

驱动因子	建设用地(A_1)		耕地(A_2)		
	1	2	1	2	3
X_1	0.790	-0.328	0.858	0.363	-0.274
X_2	0.949	-0.207	0.972	0.033	-0.131
X_3	-0.893	-0.036	-0.840	0.468	-0.123
X_4	0.996	0.041	0.981	-0.154	0.105
X_5	0.997	0.031	0.983	-0.149	0.096
X_6	0.989	0.060	—	—	—
X_7	0.976	0.147	—	—	—
X_8	—	—	0.994	-0.004	0.024
X_9	—	—	0.924	0.044	-0.114
X_{10}	—	—	0.704	0.513	-0.098
X_{11}	0.994	0.073	—	—	—
X_{12}	0.967	0.173	0.940	-0.161	0.223
X_{13}	0.979	0.137	0.953	-0.188	0.193
X_{14}	—	—	0.107	0.549	0.801
X_{15}	—	—	0.700	0.314	-0.383

注:“—”代表未发现。

总体来说,两种主要土地利用变化类型的主成分可代表原始指标包含的绝大部分信息,总/城镇人口、财政收入、人均 GDP、农林牧渔产值和年平均降水量对鄱阳湖流域内土地利用变化的影响较大,说明江西省内土地利用变化的驱动力是社会经济的高速发展和工农业水平的提高。

3 讨论

单一/综合土地利用动态度及土地利用变化强度、土地利用程度综合指数、土地利用结构变化和土地利用转移矩阵等评价指标,能够在展示出土地利用时空变化的动态过程的同时,更表现出土地利用变化对人类活动作用响应。近些年来,很多学者分别以上评价指标,探究了黑河流域^[21]、嘉陵江流域^[22]、长江流域^[23-24]、雅鲁藏布江流域^[25]、渭河流域^[26]和疏勒河流域等^[27]土地利用变化特征。研究结果都表明,随着时间的推移,各流域

的土地利用的变化情况与速度均有不同程度的增加,人类活动对自然环境的影响逐渐增大。江西省土地利用变化情况与上述流域结果相似。从 20 世纪 90 年代开始,由于江西省工农业的发展,导致土地利用变化剧烈,1998 年发生长江特大洪水之后,政府及时调整土地政策,未利用土地和耕地转化为水域和林地等。2004 年在实施了“中部崛起”战略后,不断加快的城市化进程直接使城市建筑用地激增,江西省积极推进加快南昌、赣州和九江都市区等建设。随着经济的快速发展,江西省产业结构不断优化,城市边界不断扩展,也促进了旧城的改造和新区的开发,2014 年赣州城市圈、南昌市赣江新区和九江一共青城先导区的建设,昌九一体化实力进一步增强,导致城市建设面积不断增加,与之对应的各类用地重心均发生一定迁移。作为中部地区快速发展的省份,江西省必须要准确地掌握全省土地利用的时空变化特征及主要驱动力,及时把握土地利用转型的方式和途径。

不少学者对土地利用/覆被变化驱动力分析进行研究,如张浚茂等^[28]讨论了社会经济因子驱动对东南诸河流域土地利用变化影响较大。本文结果与之类似,结果表明:江西省的建设用地和耕地,与人类活动有关的社会经济因子驱动影响更大。20 世纪 90 年代以来,江西省城市发展迅速,城市化进程加快带来的人口数量大幅增加致使城市建筑用地增加。社会经济发展和产业结构调整也同时对建设用地变化产生一定影响。由于人口的急剧增加,对于耕地来说,大量人口所需要的粮食及作物,导致耕地面积发生变化。江西省耕地的驱动因子主要是农业水平和产业机构、人口变化和居民生活水平。可以看出,人口变化在城乡发展进程中有着共同的驱动作用,两者之间也存在相互转化的关系。

利用多种指标分析了江西省土地利用时空变化特征和驱动机制,但未来在江西省土地利用变化特征的研究和驱动机制研究还应了解区域相应的土地利用政策。对于研究数据来说,江西省经济统计数据和驱动机制中所选取的指标仍需进一步完善,利用的土地利用数据分辨率为 1 km,空间分辨率也各不相同,给研究结果造成了不确定性,未来会从时间空间优化江西省土地利用数据并预测流域未来土地利用变化。

4 结论

(1) 1980—2015 年江西省土地利用综合动态度为 0.168%/a,土地利用类型主要为林地和耕地,两者面积占总面积的 89.85%,林地、草地、水域、建设用地、未利用地和耕地 4 期平均占比为 63.38%,3.69%,

4.01%, 1.85%, 0.50%, 26.57%。期间建设用地面积变化最大, 为主要变化类型。

(2) 1980—2015年转出和转入面积最大的分别是耕地 3 190.67 km²和建设用地 2 325.20 km², 而林地和草地也分别转出 2 830.77, 885.18 km²。总体上, 居民建设用地大量扩张, 耕地和林地面积均大为减少。耕地在土地利用变化结构中处于主导地位; 整体保持缓慢上升趋势, 说明江西省土地利用结构基本保持稳定, 土地利用由单一片向集中开发转变。

(3) 1980—2015年, 江西省建设用地重心和耕地重心变化较为明显, 并具有阶段性。建设用地重心整体向东北方向迁移, 耕地重心向西南方向迁移, 二者变化大致相反, 是由于江西省建设用地主要由耕地转入, 且二者在 2005—2015年土地利用转移最大, 导致该阶段重心迁移最为明显。

(4) 1980—2015年, 建设用地和耕地两种类型在江西省内表现出较强的社会经济因子驱动。江西省的建设用地的驱动力为城镇发展水平和人口数量与结构, 耕地的驱动力为农业水平和产业机构和自然条件。

参考文献:

- [1] Rindfuss R R, Walsh S J, Turner B L, et al. Developing a science of land change: challenges and methodological issues [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2004, 101(39): 13976-13981.
- [2] Moran E, Ojima D S, Buchmann B, et al. *Global Land Project: Science Plan and Implementation Strategy*[M]. Stockholm: IGBP Secretariat, 2005.
- [3] Ramankutty N, Foley J A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1999, 13(4): 997-1027.
- [4] Sterling S M, Ducharme A, Polcher J. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle [J]. *Nature Climate Change*, 2013, 3(4): 385-390.
- [5] Lambin E F, Geist H J, Lepers E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions[J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2003, 28(1): 205-241.
- [6] 刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 等. 2010—2015年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J]. *地理学报*, 2018, 73(5): 789-802.
- [7] 田鹏, 李加林, 史小丽, 等. 浙江省土地利用格局时空变化及生态风险评价[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(12): 2697-2706.
- [8] 徐丽婷, 徐羽, 钟业喜, 等. 转型背景下城乡建设用地演变特征及驱动力: 以江西省为例[J]. *水土保持研究*, 2018, 25(2): 328-334, 340.
- [9] 李丽国, 王宇欣, 邱硕, 等. 乌鲁木齐市土地利用和覆被生态变化及其驱动力分析[J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(6): 177-188.
- [10] 史利江, 王圣云, 姚晓军, 等. 1994—2006年上海市土地利用时空变化特征及驱动力分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2012, 21(12): 1468-1479.
- [11] 丁屹红. 吴起县土地利用覆被变化驱动力研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [12] 秦富仓, 周佳宁, 刘佳, 等. 内蒙古多伦县土地利用动态变化及驱动力[J]. *干旱区资源与环境*, 2016, 30(6): 31-37.
- [13] 程磊, 徐宗学, 罗睿, 等. 渭河流域 1980—2000年LUCC时空变化特征及其驱动力分析[J]. *水土保持研究*, 2009, 16(5): 1-6.
- [14] 郭思琪, 韩磊, 赵永华, 等. 秦岭地区土壤侵蚀时空变化及景观格局[J]. *生态学杂志*, 2019, 38(7): 2167-2176.
- [15] 段峥嵘, 祖拜代·木依布拉, 夏建新, 等. 近25年阿克苏绿洲土地利用时空变化及其驱动力分析[J]. *应用基础与工程科学学报*, 2018, 26(2): 413-426.
- [16] 周旭, 赵海根, 吴琳娜, 等. 1976年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应[J]. *地理学报*, 2014, 69(1): 54-63.
- [17] 刘洪超, 吕军, 王铭, 等. 拉林河流域土地利用变化及其生态环境效应分析[J]. *中国水土保持*, 2019(6): 38-41.
- [18] 邓红兵, 王英明, 张巧显, 等. 江西省土地利用变化及其驱动力定量研究[J]. *江西农业大学学报*, 2006, 28(6): 933-938.
- [19] 徐羽, 钟业喜, 冯兴华, 等. 江西省土地利用变化及其对人类活动的响应[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(1): 181-186, 193.
- [20] 张婷, 骆希, 蔡海生. 江西省耕地的动态变化及驱动因子[J]. *水土保持通报*, 2014, 34(3): 305-310.
- [21] 李传哲, 于福亮, 刘佳, 等. 近20年来黑河干流中游地区土地利用/覆被变化及驱动力定量研究[J]. *自然资源学报*, 2011, 26(3): 353-363.
- [22] 齐师杰, 张行南, 夏达忠, 等. 嘉陵江流域土地利用/覆被变化特征及其驱动力分析[J]. *长江科学院院报*, 2013, 30(1): 1-7.
- [23] 伍星, 沈珍瑶, 刘瑞民, 等. 长江上游土地利用/覆被变化特征及其驱动力分析[J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2007, 43(4): 461-465.
- [24] 金浩宇, 鞠琴, 曲珍, 等. 长江源区 1980—2010年土地利用变化及影响分析研究[J]. *水资源与水工程学报*, 2019, 30(4): 78-85.
- [25] 张瑞, 徐宗学, 刘晓婉, 等. 1980—2015年雅鲁藏布江流域土地利用时空演变格局分析[J]. *中国农村水利水电*, 2019(3): 106-111.
- [26] 柴雪柯, 蒋观滔, 高鹏, 等. 渭河流域土地利用变化特征及驱动力分析[J]. *人民黄河*, 2016, 38(8): 77-81, 85.
- [27] 王军德, 程玉菲, 金彦兆. 移民安置综合开发区土地利用变化及驱动力分析: 以疏勒河中游干流区为例[J]. *水利水电技术*, 2018, 49(10): 46-51.
- [28] 张浚茂, 臧传富. 东南诸河流域 1990—2015年土地利用时空变化特征及驱动机制研究[J]. *生态学报*, 2019, 39(24): 9339-9350.