

韩煜,王瑾,刘慧芳,等. 基于双重属性的中原地区县域土地利用转型特征分析——以山西省晋中市太谷区为例[J]. 江苏农业科学, 2020,48(8):277-283.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.051

基于双重属性的中原地区县域土地利用转型特征分析 ——以山西省晋中市太谷区为例

韩煜,王瑾,刘慧芳,田晓红,赵辰

(山西农业大学资源环境学院,山西晋中 030801)

摘要:采用基于属性差别的土地利用转型来分析“农谷”背景下山西省晋中市太谷区土地变化特征。基于 2 期 10 年土地利用变化遥感数据,按显、隐属性分类,通过土地利用转移矩阵、重心模型、构建测度模型等方法,定量研究显性属性和隐性属性下太谷区土地利用转型的特征。显性属性表明,数量和空间结构对土地利用类型变化有不同的影响,其中数量中建设用地面积增加最多,为 107.93 hm²,未利用地减少幅度最大,为 80.02 hm²;空间结构中耕地中转为建设用地的面积最多,为 83.79 hm²。隐性属性揭示,太谷区西部土地开发强度和人均 GDP 远高于东部;土地利用生产-生活-生态功能变化表现为生产功能逐步下降,生活功能持续增强,生态功能基本保持平稳。基于双属性视角的研究结果表明,太谷区土地利用转型明显,在今后的发展中,要因地制宜地制定相关政策。

关键词:土地利用转型;双重属性;特征;太谷区;土地利用类型;重心模型

中图分类号: F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0277-07

土地利用转型是土地利用与覆被综合研究的新途径^[1],其关键环节是揭示社会经济转型过程中土地利用形态的变化趋势,进一步剖析土地利用转型过程中不同土地利用形态格局关系的演变^[2]。土地利用转型是在社会经济的驱动下,一段时期内与经济社会发展阶段转型相对应的土地利用形态的转变过程,包括显性和隐性 2 种属性。显性属性须是通过数量和空间结构等易于被观测的量所表现出的土地利用变化;隐性属性是要通过分析、化验、检测和调查等才能获得功能、质量、产权等土地潜在的变化^[3]。土地利用转型实则是在经济社会变化和革新的驱动下,一段时期内与经济社会发展阶段转型相对应的区域土地利用形态转变的过程^[4]。土地利用转型作为社会经济转型的重点,对应于经济社会发展阶段转型特征。山西省晋中市太谷区处于社会经济的加速发展阶段,现固有的土地利用形态已经制约着社会经济的发展,土地利用转型成为太谷区永葆生命力、实现乡村振兴的途径。

国外土地利用转型首先由 Walker 于 1987 年在分析欠发达国家森林砍伐时首次使用。土地利用转型的概念是由学者 Grainger 第 1 次提出^[5]。而我国的土地利用转型最早是由戈大专等率先进行研究的,土地利用转型主要集中在耕地利用转型^[6]、宅基地转型^[7]以及城乡发展转型^[8]等。以李全峰为代表的学者通过构建转型测度模型^[9]以及土地利用转移矩阵^[10]等多种方法对土地利用转型显性形态进行研究;以曲艺为代表的学者从投入与产出^[11]、土地利用强度^[12]以及功能^[13]等多方面,对黄淮海地区、长江流域等重点区域的土地利用转型隐形形态进行研究;以吕立刚等学者为代表的学者将省域^[14]和经济发达地区^[15]等尺度较大区域的土地利用转型作为研究对象,对土地利用转型进行综合研究。当前,对土地利用转型的研究颇丰,但是研究对象多集中在长江经济带以及黄淮海平原等经济较为发达的区域且研究尺度较大,对于以农业作为主产业的中原地区研究较少。本研究基于 2 期 10 年土地利用变化遥感数据,显性属性利用转移矩阵、重心模型研究土地在数量和空间上的转变,隐性属性从效率和功能 2 个视角出发,构建测度模型研究转型的特征,旨在为太谷区的“农谷”发展、空间规划以及政府的投资决策等提供理论依据,对提高土地资源管理科学决策具有重要作用。

收稿日期:2019-07-16

基金项目:山西省软课题项目(编号:2017041032-3)。

作者简介:韩煜(1993—),女,山西太原人,硕士研究生,研究方向为土地利用规划。E-mail:948707881@qq.com。

通信作者:王瑾,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为土地利用规划。E-mail:sxauwj@163.com。

1 研究区概况

1.1 太谷区社会经济发展转型背景

山西“农谷”省级战略集功能农业与高新技术于一体,使该区域项目引进力提高,在此过程中,各类土地利用冲突明显,不仅仅是土地利用数量结构发生变化,而且土地的功能、产权等都在发生着变化,未来土地利用变化的强度会随着项目的引进落地而越来越明显。“山水林田湖草是一个生命共同体”理念的提出,以及“多规合一”、国土空间总体规划、田园综合体规划等多种规划的出台,使得太谷区这个中原典型农业区的土地利用转型研究显得特别有意义。要把握分析这种变化的规律,使其成为指引乡村地区土地利用转型模式的明灯。

近年来,太谷区经济社会发展态势良好,国民的生活水平有所提升,其生产总值总体处于不断上升状态,三大产业比例为 23.3 : 25.7 : 51.0,形成了三、二、一的格局,第三产业已经占据绝对优势,产业比例较优。随着经济的发展和社会的进步,政府越来越重视社会保障,交通条件逐步改善,南同蒲铁路、太焦高速铁路等 2 条铁路线呈八字形横贯全境,大同 - 西安高速铁路南北穿县而过,并建有

太谷西站,太长高速公路、龙城高速公路穿越全境,108 国道、太徐线、祁县高速以及太太路等公路与太谷区周边地区相连,各乡镇、村的道路也比较完善,社会保障的完善推动了土地利用转型。如何更好地促进土地利用转型,是经济、社会发展的基石。

1.2 太谷区基本概况

晋中市太谷区位于山西省中部,地处晋中盆地,地势由东南向西北倾斜。地理坐标为 $112^{\circ}28' \sim 113^{\circ}01'E$, $37^{\circ}12' \sim 37^{\circ}3'N$ (图 1)。东北与榆次市相依,东南与榆社县交界,西南与祁县毗邻,西北与清徐县接壤。东西长 50 km,南北长 39 km。全县辖 3 镇 6 乡 3 个城区管委会、198 个行政村、6.99 万户,年末常住人口为 30.73 万人,农业人口为 16.66 万人,城镇人口为 14.08 万人。太谷区总面积 $104\,593.43\text{ hm}^2$,其中耕地面积占总面积的 27.63%,建设用地的面积占 9.98%,林地的面积占 23.16%,水域的面积占 0.35%,草地的面积占 8.73%,未利用地的面积占 30.15%。太谷聚焦发展,山西“农谷”雏形逐步建立,农谷品牌影响力不断提升;省级经济区顺利起步;全域旅游影响力逐步增强,农家乐、生态庄园广受大众欢迎。

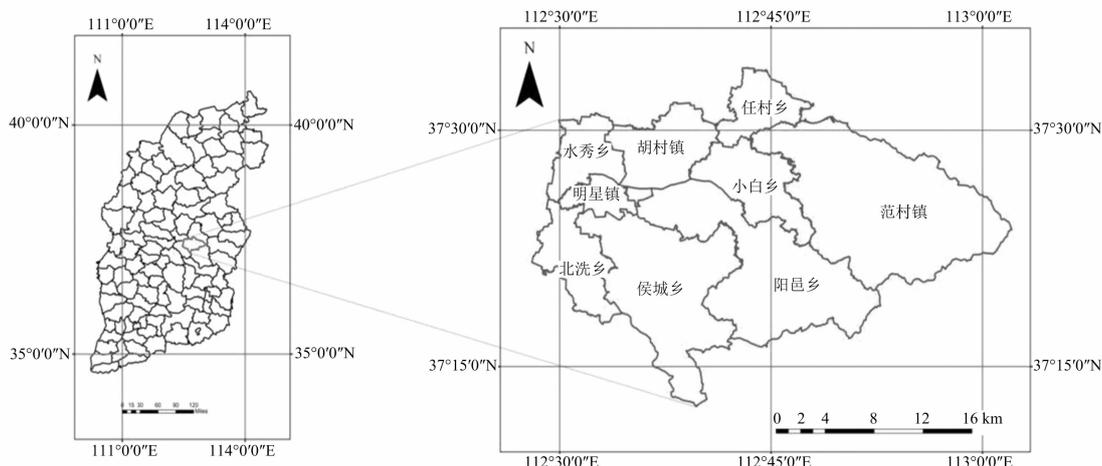


图1 研究区域

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

本研究将太谷区 2007 年、2016 年 2 期 Landsat TM 影像数据作为研究对象,分辨率为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$,利用太谷区土地利用现状对其进行解译,并参考统计年鉴以及《太谷区土地利用总体规划(2006—2020 年)调整方案》,将土地利用类型分为耕地、林

地、草地、建设用地、水域和未利用地等 6 类,由于在解译中,园地和耕地难以区分,因此将园地划归在耕地中。社会经济数据来源于太谷区统计年鉴。

2.2 研究方法

2.2.1 显性属性研究方法

2.2.1.1 土地利用类型转移矩阵 各类土地利用的面积变化可以通过土地利用转移矩阵来体现^[13]。土地转移矩阵不仅可以反映不同时期各类土地面

积的变化,而且还能够具体刻画出各类土地面积的动态变化。将本研究遥感图像处理软件中变化检测统计数数据功能进行叠加分析,然后利用 Excel 进行数据透视处理,从而得到土地利用转移矩阵。

2.2.1.2 重心模型 土地利用的空间结构,可以借助重心模型^[16]进行分析,具体描绘出各类土地利用重心的变化。假设某一区域由 n 个平面空间单元构成,其中,第 i 个单元的地理中心坐标为 (X_i, Y_i) , Z_i 为该平面单元的某类型功能用地面积,则研究区该类型功能用地面积重心坐标 (\bar{X}, \bar{Y}) 为

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i};$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i}.$$

重心移动距离指某年份重心与随后相邻年份重心之间的直线距离,设第 t 、第 $t+1$ 期重心分别为 $P_K(X_t, Y_t)$ 、 $P_M(X_{t+1}, Y_{t+1})$,则相邻年份重心移动的距离 (D_m) 为

$$D_m = \sqrt{(X_{t+1} - X_t)^2 + (Y_{t+1} - Y_t)^2}.$$

利用重心模型将土地利用空间结构的变化转化成各类用地重心的轨迹变化,可以清晰地刻画出土地利用转型的空间结构特征。通过重心模型计划画各类土地利用的重心,生动地描绘土地利用转型的变化方向;借助距离公式计算 2 个重心间的距离,计算出各类土地利用转型的幅度。

2.2.2 隐性属性研究方法 土地利用转型的驱动力主要源于土地功能^[17]和效率。本研究借助前人的研究成果,将选取人均国内生产总值(GDP)和土地开发强度作为效率在空间上的定量化表达。人均 GDP 指标表现了一个地区投入产出能力,对 2007—2016 年间人均 GDP 增长进行比较,其高低体现了该地区 10 年间的土地利用效率;土地开发强度指标以各研究单元的 2007—2016 年间新增建设用地的面积占比表示。

土地利用功能主要是利用“三生”对土地利用类型进行划分。本研究主要基于行为主体的主观用地意图来确定某一类土地的主导功能类型。例如,林地主要以生态功能为主,但是一部分林地还具有生产功能,甚至为人类提供休闲的生活功能,但一般将林地视为只具有维持生态平衡功能,因此其主要具有生态功能。根据主导功能这种分类方法,将耕地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地进行分类,其中建设用地主要包括城乡建设用地和工矿用地,根据各自的主导功能进行分类。基

于土地利用的主导功能,根据李广东等的生态-生产-生活功能单位价值体系^[18],构建测算各功能的价值模型:

$$EV = \sum_{j=1}^l S_j \times \alpha_j;$$

$$PV = \sum_{j=1}^l S_j \times \beta_j;$$

$$LV = \sum_{j=1}^l S_j \times \gamma_j.$$

式中:EV、PV、LV 分别表示土地利用生态功能、生产功能和生活功能; l 表示某种土地利用功能的二级地类数量; S_j 为第 j 类土地的面积; α_j 、 β_j 、 γ_j 分别代表第 j 类土地利用类型的生态功能单元价值、生产功能单元价值、生活功能单元价值(表 1)。

表 1 土地利用主导功能分类体系及其价值

“三生”土地利用分类		主导功能单位价值 (元/hm ²)
功能分类	二级地类	
生产功能	耕地	26 487
	工矿用地	8 710
生活功能	城镇用地	690 366
	农村居民点用地	217 508
生态功能	林地	21 522
	草地	10 363
	水域	7 983
	未利用地	3 217

3 土地利用转型属性特征分析

3.1 土地利用转型显性属性分析

3.1.1 数量分析 土地利用转型数量分析是通过土地利用转型矩阵来表达的。土地利用转移矩阵不仅可以清楚地展示 10 年间土地利用面积变化情况,而且可以明确各类土地间相互转移的动态变化。

由表 2 可知,从数量属性来说,2007—2016 年太谷区各类土地利用面积变化不同。10 年间,政府出台多项政策,如退耕还林还草、植树造林、牢牢守住耕地红线、未利用地开垦为生态林等,这些措施使得各类土地面积变化较小。10 年间,耕地、建设用地和林地的面积处于增加状态,且建设用地增加面积最多,增加量为 107.93 hm²,耕地面积的增加的最少,增加量为 8.36 hm²;而草地和未利用地的面积均有大幅度减少;太谷区处于内陆,因此水域面积是六大土地利用类型中面积最少的,10 年间水域面积基本保持不变。

从土地利用变化方向来谈,2007—2016 年间,土地利用变化主要集中在耕地转为建设用地,草地

表 2 2007—2016 年太谷区土地利用面积转移矩阵

hm²

2016 年地类	2007 年						2016 年总计
	耕地面积	建设用地面积	林地面积	水域面积	草地面积	未利用地面积	
耕地	28 756.16	0.19	0.00	0.04	82.80	64.02	28 903.21
建设用地	83.79	9 935.07	0.00	0.04	8.29	16.00	10 043.19
林地	43.34	0.00	24 175.82	0.00	1.84	0.00	24 221.00
水域	0.00	0.00	0.00	368.12	0.00	0.00	368.12
草地	11.56	0.00	2.41	0.00	9 115.73	0.00	9 129.70
未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31 928.21	31 928.21
2007 年总计	28 894.85	9 935.26	24 178.23	368.2	9 208.66	32 008.23	104 593.43

和未利用地向耕地转换。具体来说,耕地中转为建设用地的面积最多,林地次之,未向水域和未利用地转变;建设用地仅有 0.19 hm² 转为耕地;林地中只有 2.41 hm² 转为草地;水域向耕地和建设用地各转移 0.04 hm²;草地向耕地转换的面积最多,为 82.80 hm²,有 8.29 hm² 转为建设用地,1.84 hm² 转为林地;未利用地转为耕地的面积最多。

总而言之,从土地利用转移矩阵中可以看出,建设用地面积不断增长,这是由于太谷区的经济处于加速发展中,使得城乡建设蓬勃发展,对建设用地的需求不断增长所引起的;林地面积有所增加,政府大力倡导植树造林、退耕还林等使得林地面积增加;耕地面积变化较小,是因为作为一个农业县,耕地是太谷区发展的根基,牢牢守住耕地红线是政府的使命;草地和未利用地的面积减少,是因为城市发展须要不断扩张用地,开发未利用地,盘活存量土地,这是城市发展道路上必不可少的。

3.1.2 空间结构分析 空间结构属性是利用重心模型来实现的。本研究借助重心模型将太谷区 2007—2016 年的土地利用转型的轨迹变化表现出来,通过计算重心之间的距离,来衡量 10 年间各类土地类型在空间结构上的变化程度。从图 2 和表 3 可以看出,太谷区草地重心向东南方向转移,转移距离是 6 种土地利用类型中最大的,为 5.943 km,太谷区草地在转移中变动最大,东南部地势较为低平,草地分布较多,建设用地占据了耕地的面积,而草地则是补充耕地较好的选择之一,因此草地的重心随着利用在不断向东南延伸;未利用地的重心向东南方向偏移,偏移的距离为 4.960 km,为了城市的发展,不仅要提高土地利用效率,同时也要盘活存量土地,随着城市的发展壮大,未利用地可以弥补城市发展所造成的土地短缺问题,同时未利用地也是补充耕地的重要来源;10 年间耕地重心向东南方

向偏移,偏移距离为 2.930 km,移动幅度较大,太谷区作为一个典型的中原农业区,耕地的重心变化明显,主要得益于土地整理工程,太谷区的耕地在东南方向的开发空间较大,可以及时补充耕地,满足生产生活的需要。

10 年间太谷区建设用地呈团聚式发展,其重心向东南偏移,偏移距离为 1.952 km。偏移距离和偏移的幅度较小,这说明太谷区建设用地的布局比较紧密,虽然建设用地在不断扩张,但是其利用重心的移动变化平稳;就林地而言,太谷区的林地重心向西北方向偏移,偏移距离为 2.148 km,主要是由于地势所决定的,太谷区由东南向西北倾斜,原本东南部的地势拥有大片林地,再加上退耕还林等政策的影响,使得林地向西北方向发展;太谷区处于内陆地区,水域面积较少,主要河流均为季节性河流,水域重心偏移方向近乎为向西偏移,重心移动距离为 1.035 km,是所有土地利用类型中变化最小的,主要因为水库面积基本无变化,没有新增的水域面积。

3.2 土地利用转型隐性属性分析

3.2.1 效率分析 通过对太谷区土地利用效率计算,从图 3 可以看出,从土地开发强度比例来说,10 年间,水秀乡土地开发强度较高,高达 40%,小白乡、任村乡等东部乡镇土地开发强度较低,开发强度均在 5% 之下。这主要是因为太谷区是一个典型的农业区,土地开发强度必然会受到牵制,同时与各乡镇当前产业发展有关,明星镇、胡村镇产业经济较发达,其土地开发强度较大,而小白乡、任村乡和阳邑乡则主要以农业经济为主,致使其土地开发强度较低。从人均 GDP 比例来说,太谷区整体从 2007 年的 12 518 元/人上涨到 2016 年的 26 023 元/人,增幅高达 50% 以上。太谷区各乡镇人均 GDP 增长均较快,这是由于太谷区社会经济发展处于高速

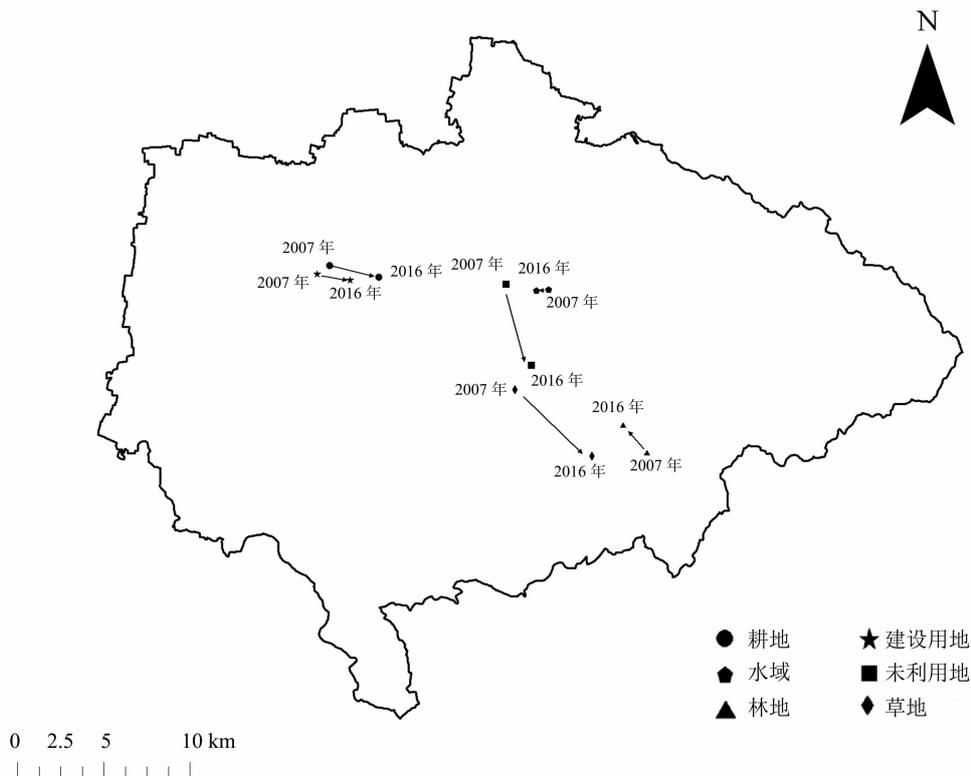


图2 2007—2016年太谷区土地利用重心转移轨迹

表3 太谷区2007—2016年各类土地利用重心变化情况

土地利用类型	年份	东经	北纬	移动距离 (km)	移动方向
耕地	2007	112.62°	37.45°	2.930	东南
	2016	112.65°	37.44°		
建设用地	2007	112.61°	37.44°	1.952	东南
	2016	112.63°	37.43°		
林地	2007	112.83°	37.35°	2.148	西北
	2016	112.81°	37.36°		
水域	2007	112.75°	37.43°	1.035	向西
	2016	112.75°	37.41°		
草地	2007	112.74°	37.38°	5.943	东南
	2016	112.79°	37.34°		
未利用地	2007	112.74°	37.44°	4.960	东南
	2016	112.75°	37.39°		

发展阶段。太谷区西部增幅比东部高,西部增长比均在50%以上,主要是因为太谷社会经济政治的中心位于西部,受其带动发展,使得西部高于东部。

3.2.2 功能分析 通过功能测度模型的计算,2007—2016年间太谷区整体生产—生活—生态功能变化表现为生产功能逐步下降,降幅范围为1%~7%,生活功能持续增强,生态功能基本保持平稳。这是由于太谷区处于社会经济高速发展阶段,

人口增长较快,人口流动量加大,加之乡村人口“双栖”现象的出现,必然会导致生活空间需求量加大。生活功能的增强必定会导致生产功能和生态功能的下降。生产—生活—生态功能空间格局与各乡镇的土地利用类型分布较好地吻合。明星镇是太谷区域中心所在地,生活功能占比高达75%;水秀乡、胡村镇作为太谷与太原市、榆次区相沟通的门户,社会经济条件好,生活功能逐步增强,占比在

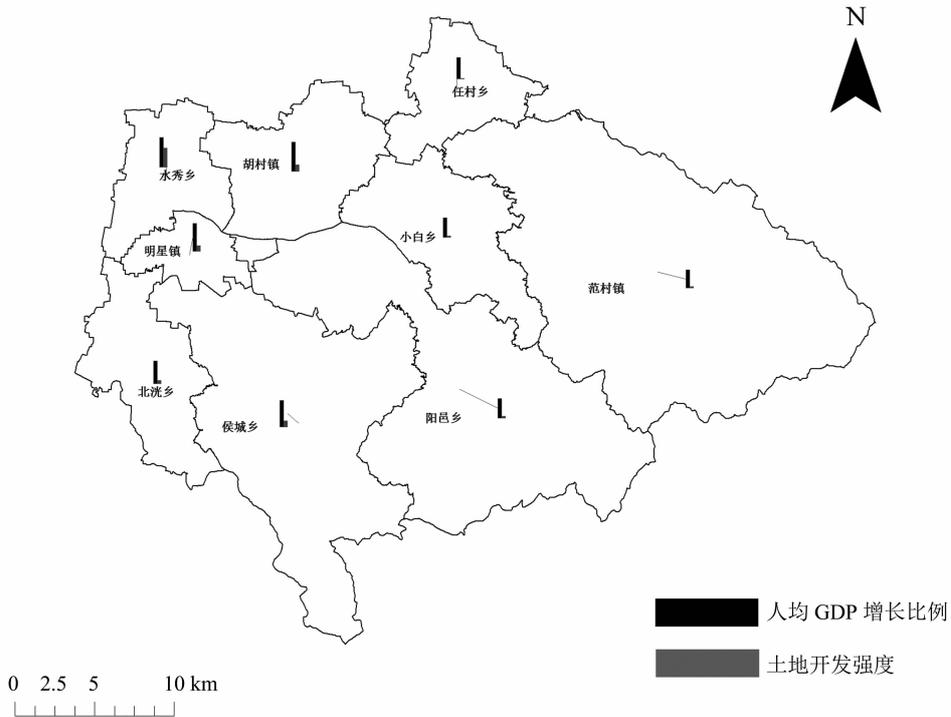


图3 2007—2016年太谷区土地利用效率比例分布

50%左右,同时由于当地产业发达,使得生产功能占比较高。范村镇、侯城乡和阳邑乡由于受到地形地势的限制,其南部地势较高,生活、生产用地受到约

束,因此这些乡镇主要以生态功能为主,生态功能占比在30%左右(图4)。

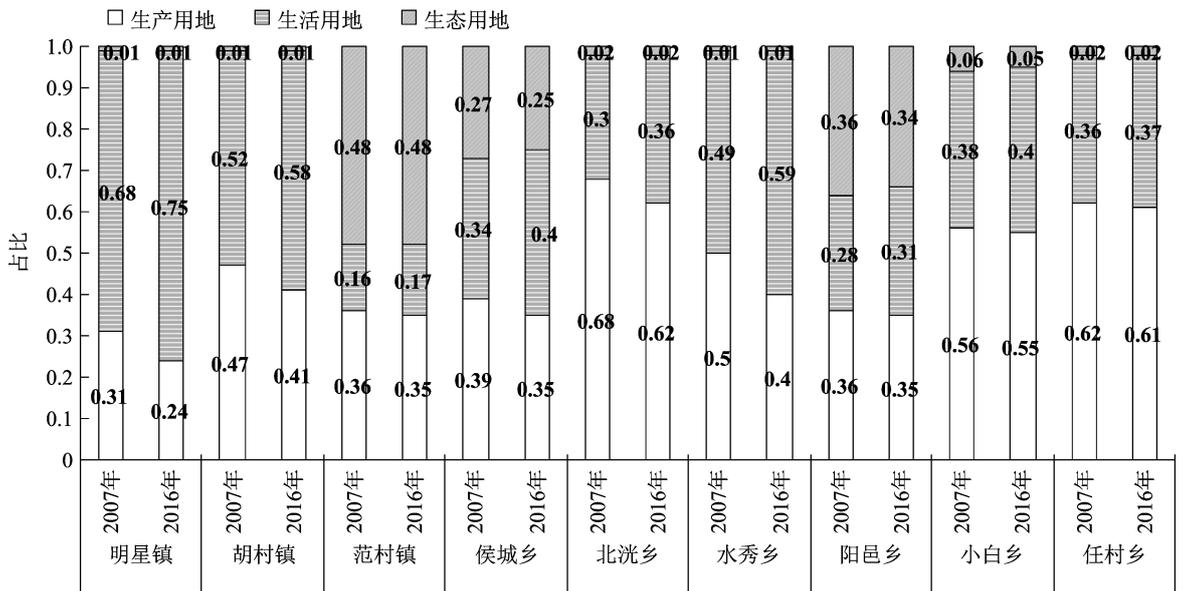


图4 太谷区各乡镇生产-生活-生态功能占比

4 结论与讨论

本研究基于2期10年土地利用变化遥感数据,按属性分类,通过土地利用转移矩阵、重心模型、构

建测度模型等方法,定量研究显性属性和隐性属性下太谷区土地利用转型的特征,从双重属性深入剖析太谷区土地利用转型的特征。

土地利用转型的显性属性主要包括数量和空

间结构的变化。数量主要聚焦的是不同地类之间的相互转化,而空间结构则主要是不同类型土地在空间上的转移变化。2007—2016年太谷区各类土地在数量上均有变化,耕地、建设用地和林地有不同程度的增加,而草地和未利用地面积有所减少,水域面积基本持平;2007—2016年太谷区各类用地重心均有不同程度的转移,从方向来看,耕地、草地、建设用地以及未利用地的重心均向东南方向有不同程度转移,林地的重心基本向西北方向偏移,水域的重心则向西转移;从转移距离来看,草地重心移动距离最大,其次是未利用地,重心移动距离最小的是水域。数量和空间结构的变化说明了太谷区耕地、建设用地和林地处于发展时期,东南部的发展势头逐步增强,这将为“农谷”的发展指明方向,同时也为土地整治等工程提供了一定的基础理论。

隐性属性是从土地利用的效率和土地利用功能方面进行研究。土地利用效率可以体现出一个区域土地利用的投入产出能力;土地利用功能的转变是土地空间优化的调控出口。2007—2016年间,太谷区整体土地利用效率是西部远高于东部,这是由于太谷区的政治文化中心位于西部,同时西北部与太原市、榆次区接壤,带动作用明显;土地利用生产—生活—生态功能变化表现为生产功能逐步下降,生活功能持续增强,生态功能基本保持平稳,太谷区处于社会经济高速发展阶段,人口增长较快,人口流动量加大,加之乡村人口“双栖”现象的出现,必然会导致生活空间需求量加大。针对隐性属性的研究,为以后“农谷”产业的布局以及其他土地项目的土地利用空间优化提供了依据。

土地利用转型是一个长期变动的过程,在此过程中,转型的是土地利用,主导者是人,改变的是空间和数量,推动力是社会经济的变革。本研究利用2007年、2016年的2期土地利用变化遥感数据,从属性视角对太谷区的土地利用转型特征进行深入剖析。在对土地利用转型特征研究时,显性形态研究时序较短,为了更加准确地描述转型特征,应该将研究时序延长;隐性形态的属性主要是从功能和效率的视角出发,构建相应的测度模型,进而分析出太谷区土地利用转型的特征,为今后太谷区的发展提供侧重点。本研究主要从社会经济属性出发,对于生态环境考虑较少,应在后续的研究中进一步

完善。

参考文献:

- [1] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: socio - ecological feedback versus socio - economic change [J]. Land Use Policy, 2010, 27(2): 108 - 118.
- [2] 戈大专, 龙花楼, 屠爽爽, 等. 黄淮海地区土地利用转型与粮食产量耦合关系研究[J]. 农业资源与环境学报, 2017, 34(4): 319 - 327.
- [3] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131 - 138.
- [4] 吴思, 胡守庚, 熊婷, 等. 长江中游经济带主体功能区土地利用转型模式研究[J]. 资源科学, 2018, 40(11): 2213 - 2224.
- [5] Grainger A. The future role of the tropical rain forests in the world forest economy [D]. Oxford: University of Oxford, 1986.
- [6] 戈大专, 龙花楼, 杨忍. 中国耕地利用转型格局及驱动因素研究——基于人均耕地面积视角[J]. 资源科学, 2018, 40(2): 273 - 283.
- [7] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实[J]. 地理学报, 2006, 61(10): 1093 - 1100.
- [8] 刘彦随, 杨忍. 中国环渤海地区城乡发展转型格局测度[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 248 - 256.
- [9] 李全峰, 胡守庚, 瞿诗进. 1990—2015年长江中游地区耕地利用转型时空特征[J]. 地理研究, 2016, 36(8): 1489 - 1502.
- [10] 郭椿阳, 高建华, 樊鹏飞, 等. 基于格网尺度的永城市土地利用转型研究与热点探测[J]. 中国土地科学, 2016, 30(4): 43 - 51.
- [11] 曲艺, 龙花楼. 基于开发利用与产出视角的区域土地利用隐性形态综合研究——以黄淮海地区为例[J]. 地理研究, 2017, 36(1): 61 - 73.
- [12] 赵丽, 张贵军, 朱永明, 等. 基于土地利用转型的土地多功能转变与特征分析——以河北省唐县为例[J]. 中国土地科学, 2017, 31(6): 42 - 50.
- [13] 杨清可, 段学军, 王磊, 等. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应——以长江三角洲核心区为例[J]. 地理科学, 2018, 38(1): 97 - 106.
- [14] 吕立刚, 周生路, 周兵兵, 等. 区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究——以江苏省为例[J]. 地理科学, 2013, 33(12): 1442 - 1449.
- [15] 陈昌玲, 张全景, 诸培新. 经济发达地区城乡建设用地转型时空演变特征——以江苏通州为例[J]. 土壤通报, 2018, 49(3): 537 - 545.
- [16] 荣慧芳, 方斌. 基于重心模型的安徽省城镇化与生态环境匹配度分析[J]. 中国土地科学, 2017, 31(6): 34 - 41.
- [17] 张晓琳, 金晓斌, 范业婷, 等. 1995—2015年江苏省土地利用功能转型特征及其协调性分析[J]. 自然资源学报, 2019, 34(4): 689 - 706.
- [18] 李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 49 - 65.