

# 基于地形地貌差异的三峡库区山区土地利用功能演变研究<sup>\*</sup>

## ——以重庆市开州区岳溪镇为例

黄孟勤<sup>1</sup>, 李阳兵<sup>1,2</sup>, 李明珍<sup>1</sup>

(1. 重庆师范大学 地理与旅游学院; 2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 401331)

**摘要:**【目的】基于地形地貌差异研究三峡库区典型平行岭谷区土地利用的功能演变。【方法】以重庆市开州区岳溪镇为研究区,构建了三生功能体系并借助土地利用转移矩阵,分析了2008—2018年研究区岭、谷土地利用功能结构和动态转移的差异。【结果】2008—2018年,槽谷区土地利用的生产功能和生活功能与岭区相比占有优势,且发展势头良好;陡坡型山岭土地利用以生态功能为主导,土地利用功能格局稳定;缓坡型山岭的生产功能用地较多,但生产功能强度快速下降,正向陡坡型山岭的土地利用功能格局发展。2008—2014年,岭、谷区域土地利用转移皆以农产品生产功能向人工/自然生态功能的转移为主导,2014—2018年,槽谷区的居住功能的提升较明显;陡坡型山岭土地功能转移格局变化甚微;缓坡型山岭土地复垦现象较明显,以人工/自然生态功能向农产品生产功能转移为主导。根据区域不同地形地貌下土地利用功能的演变特征可总结出生产稳定型、生产衰退型、生活发展型、生态稳定型和生态发展型共5种类型。【结论】在社会经济和自然因素共同作用下,研究区岭、谷土地利用功能演变存在耦合变化,呈现出“槽谷趋向性”特征,具有一定的转型趋势,整个区域趋于生态化。

**关键词:**地形;地貌;土地利用功能;山区;三峡库区

**中图分类号:**X24;K903

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2020)06-0051-12

山地占全球陆地面积的22%,是约9.15亿人的家园<sup>[1]</sup>。来自山区的生态系统服务如食物、水、娱乐等,支撑着世界上很大一部分人口的生产生活,对全球的可持续发展不可或缺<sup>[2]</sup>。山区是以山地地形为主的复杂生态系统,山区土地利用变化的垂直梯度大约是水平梯度的1 000倍,包含了大量的地理和生态信息<sup>[3-4]</sup>。同时,山区大多也是贫困区和生态敏感区,山区土地利用的地形梯度变化对人类社会造成了巨大的影响<sup>[5]</sup>。在经济转型的背景下,中国山区土地利用正在发生转型,土地利用功能也相应地发生了改变,表现为伴随着耕地收缩和林地扩张而山区土地生态功能得以逐步恢复<sup>[6]</sup>。由于山区土地资源禀赋及开发利用方式深受地形地貌的制约<sup>[7]</sup>,因此在山区土地转型过程中,各地形地貌区土地利用功能的演变都具有独特性<sup>[8]</sup>。因此基于地形地貌差异探讨山区土地利用功能演变具有重要的理论和现实意义。

目前,地形地貌因素如高程、坡度、地形起伏度、地形位指数等被广泛认为是山区土地变化的重要影响因素<sup>[9-11]</sup>。大多数学者都将地形因子作为驱动因素分析中的一部分<sup>[12-13]</sup>。已有部分学者基于地形变化分析了土地利用的时空变化,如臧玉珠等人<sup>[8]</sup>探讨了山区土地利用的地形梯度效应;张静静等人<sup>[14]</sup>研究了山地地形起伏度对景观格局的影响;王权等人<sup>[15]</sup>分析了基于地形梯度的岩溶槽谷区土地利用空间格局。这些研究是将各地形因子分级后统计分析其中土地利用的数量变化,从而得出土地利用整体的空间变化,但不能反映出土地利用变化在地形地貌上的局部差异及相关关系。世界各国的相关研究表明,高海拔的山区主要提供生态调节服务,为农业生产提供适宜条件的山谷则主要提供产品供应服务<sup>[16-18]</sup>,这意味着随着社会经济的转型,山、谷土地利用功能的动态变化具有差异性。因此,在山区土地系统转型的大背景下,精准解析土地利用功能演变的地形地貌差异,

<sup>\*</sup> 收稿日期:2020-07-19 修回日期:2020-10-20 网络出版时间:2020-11-27 16:00

资助项目:国家自然科学基金(No. 41661020;No. 42061035);重庆市基础科学与前沿技术研究专项(No. cstc2017jcyjB0317);重庆师范大学研究生科研创新项目(No. YKC20049;No. YKC20030);2018年院士专家工作站进站院士牵头科技创新引导专项(No. CXTDX 201601017)

第一作者简介:黄孟勤,女,研究方向为土地利用与景观过程,E-mail:huang.mq@foxmail.com;通信作者:李阳兵,男,教授,博士,E-mail:liyapin@souhu.com

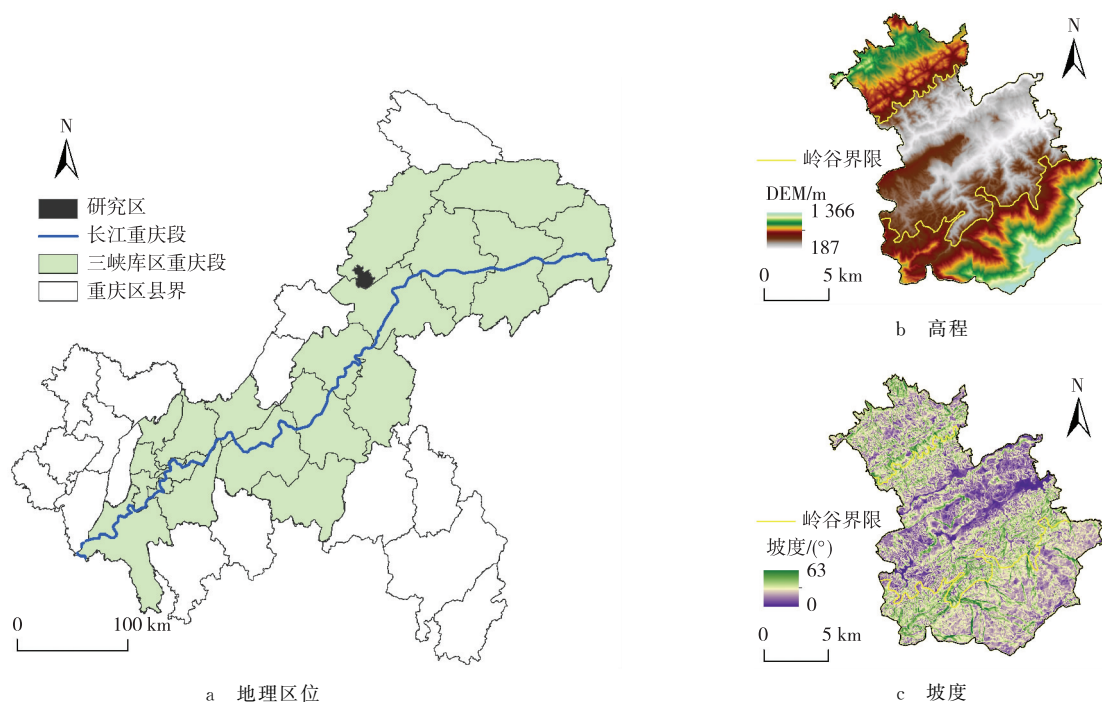
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20201127.1533.024.html

对山区土地管理的整体把控和局部优化有重要意义。

三峡库区是中国典型的生态敏感区,区内地形地貌复杂多样,生态环境脆弱,是土地利用系统研究的热点区域<sup>[10]</sup>,而库区内的平行岭谷区是中国典型的褶皱地貌山区,独特的地形地貌分异对区域土地利用的时空演变格局具有明显的控制作用<sup>[19-20]</sup>,揭示乡村转型发展背景下这一区域内土地利用功能在地形地貌上的差异具有重要意义。因此,本研究以重庆市开州区岳溪镇这一位于三峡库区腹地的平行岭谷地貌区为例,探讨岭、谷土地利用功能结构以及动态转移的差异性,揭示岭、谷土地利用功能演变是否存在耦合演变关系,并根据岭、谷土地利用功能演变的差异性和联系性提出岭-谷土地系统经济与生态共赢的土地利用模式,旨在为三峡库区腹地乃至其他岭谷交错、山水纵横的生态脆弱山区区域内土地资源优化配置以及地域系统强化的研究和实践提供重要参考。

## 1 研究区概况

研究区岳溪镇位于北纬  $30^{\circ}82' \sim 30^{\circ}99'$ 、东经  $108^{\circ}03' \sim 108^{\circ}24'$  之间,地处三峡库区腹地重庆市开州区的西南部,占地面积约为  $18\,100\text{ hm}^2$ 。研究区处于四川盆地以东的平行岭谷的低山丘陵地带,西北有南山山脉,东南有与之平行的铁峰山脉,呈典型的“两岭夹一谷”地貌形态。两条山脉之间的槽谷地带发育有长江二级支流浦里河及它的支流岳溪河,河谷宽敞,沿河多冲积坝。研究区海拔为  $187 \sim 1\,366\text{ m}$ ,耕地主要分布在坡度为  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$  的陡坡地带。研究区内陡坡开垦过盛,人口密度大,人地矛盾突出,水土流失严重。



注:底图来源于重庆市规划和自然资源局网站内重庆市标准地图服务中的“开州区区位”和“开州区行政区划”,审图号:渝 S(2019)049 号,下同

图 1 研究区概况

Fig. 1 Overview of the study area

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

研究所需的 2008, 2014 和 2018 年研究区土地利用数据基于分辨率为  $0.51\text{ m}$  的 Google Earth 影像,参照“GDPJ01-2017”地理国情普查内容与指标,结合区域状况,运用 ArcGIS 10.2 进行目视解译将土地利用划分为耕地、草地、撂荒地、水产养殖用地、林地、果园、河流、居民点、道路和其他用地共 10 种地类。高程数据则取自地理空间数据云平台的  $1:50\,000$  数字高程模型。乡镇经济、人口数据通过查阅开州区统计局发布的《开州年鉴》并结合实地调研所得。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用功能分类体系 借鉴前人的土地功能分类体系<sup>[21]</sup>,结合研究需要和区域实际土地利用情况,得到 3 个一级、6 个二级土地功能分类体系(表 1)。2008,2014 和 2018 年研究区土地利用功能空间分布如图 2 所示。

表 1 土地功能分类以及对应土地利用类型

Tab.1 Corresponding relationship among land use functions categories and the land use/cover types

| 一级功能 | 二级功能      | 特征        | 对应土地类型       |
|------|-----------|-----------|--------------|
| 生产功能 | 农产品生产功能   | 提供生产产品的区域 | 耕地           |
|      | 林产品生产功能   |           | 果园           |
|      | 水产品生产功能   |           | 水产养殖用地       |
| 生活功能 | 交通功能      | 提供生活活动的区域 | 道路           |
|      | 居住功能      |           | 居民点          |
| 生态功能 | 人工/自然生态功能 | 提供生态服务的区域 | 林地、草地、撂荒地、河流 |

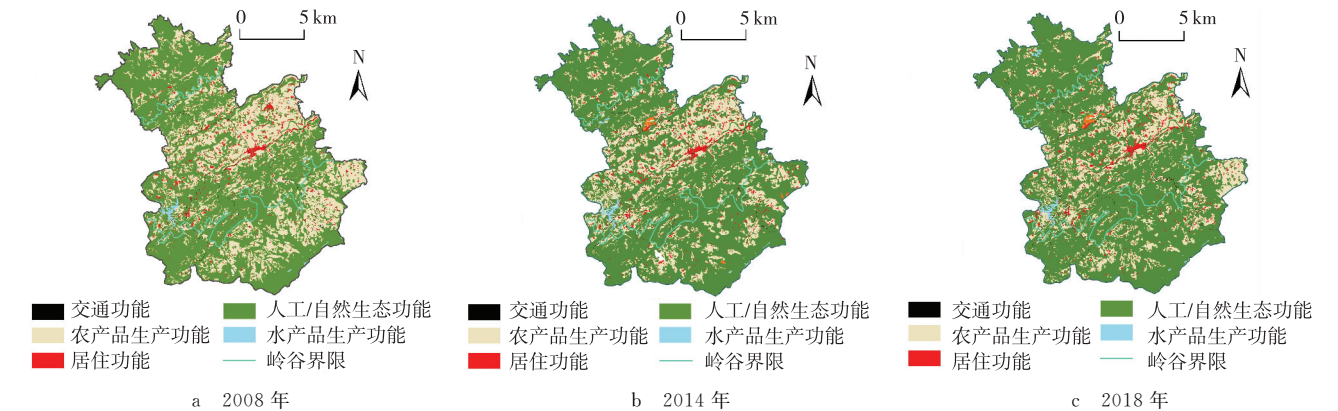


图 2 土地利用功能空间分布

Fig.2 Distribution of land use functions

2.2.2 土地利用功能转移指标 采用马尔科夫土地利用转移矩阵来表征土地利用功能动态变化特征,对不同时期的两幅影像进行叠置分析,得到区域某时间段各地类初期到末期的动态转化状况。具体数学模型如下<sup>[22]</sup>:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix}, D_i = \sum_{j=1}^n (S_{ij} - S_{ii}), D_j = \sum_{i=1}^n (S_{ij} - S_{jj}).$$

其中: $i, j$  分别表示转移前与转移后的土地利用功能类型, $n$  表示土地利用功能类型数; $S_{ii}$  ( $S_{jj}$ ) 表示  $i$  ( $j$ ) 地类未发生转换的面积,  $S_{ij}$  表示  $i$  地类转换为  $j$  地类的面积;  $D_i, D_j$  分别表示  $i$  地类的减少面积与  $j$  地类的增加面积。

2.2.3 研究区域划分 基于研究区的地形地貌,以南北两侧山坡的 500 m 高程线将研究区分为 3 部分(图 1),中间区域为槽谷区,北部区域为北岭,南部区域为南岭,分别占研究区总面积的 48.75%,17.14%和 34.11%。南北岭区的自然地理环境情况并不相同:南岭低海拔区域占较大面积,坡度较缓,属于缓坡型山岭;北岭以中高海拔为主,山坡的地形起伏大,为陡坡型山岭。南岭可开发为耕地的土地(坡度小于 25°)比北岭的多 3 280.79 hm<sup>2</sup>。

3 结果

3.1 研究区整体土地利用功能情况

2008—2018 年,研究区土地利用功能的变化主要表现为农产品生产功能向人工/自然生态功能转移(图 3),变化重心逐渐由岭区陡坡地区向中部槽谷坡的耕地覆盖地区转移(图 4)。受区域社会经济及区域自然因素的影



响,2014 年前后两时段的土地利用功能变化速度差异明显。2008—2014 年岭区农产品生产功能用地骤减,人工/自然生态功能用地迅速扩张,说明这一时期退耕还林政策效果明显。2014—2018 年农产品生产功能用地和人工/自然生态功能用地变化速度减缓,槽谷区居住功能用地持续扩张,表明研究区土地功能格局逐渐趋于稳定。

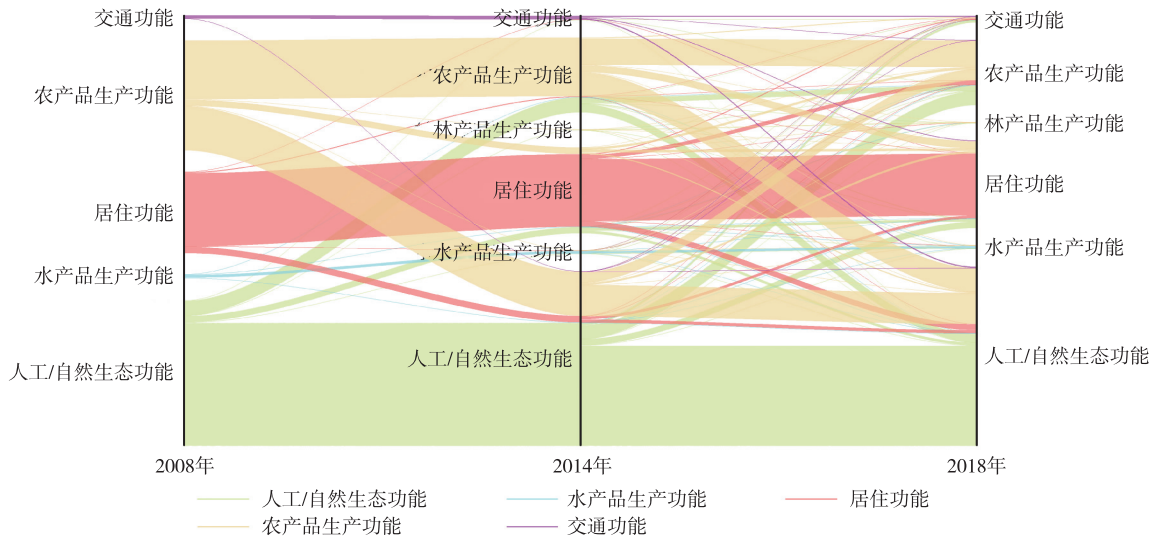


图 3 区域土地利用功能的动态转移

Fig. 3 Dynamic transfer of regional land use function

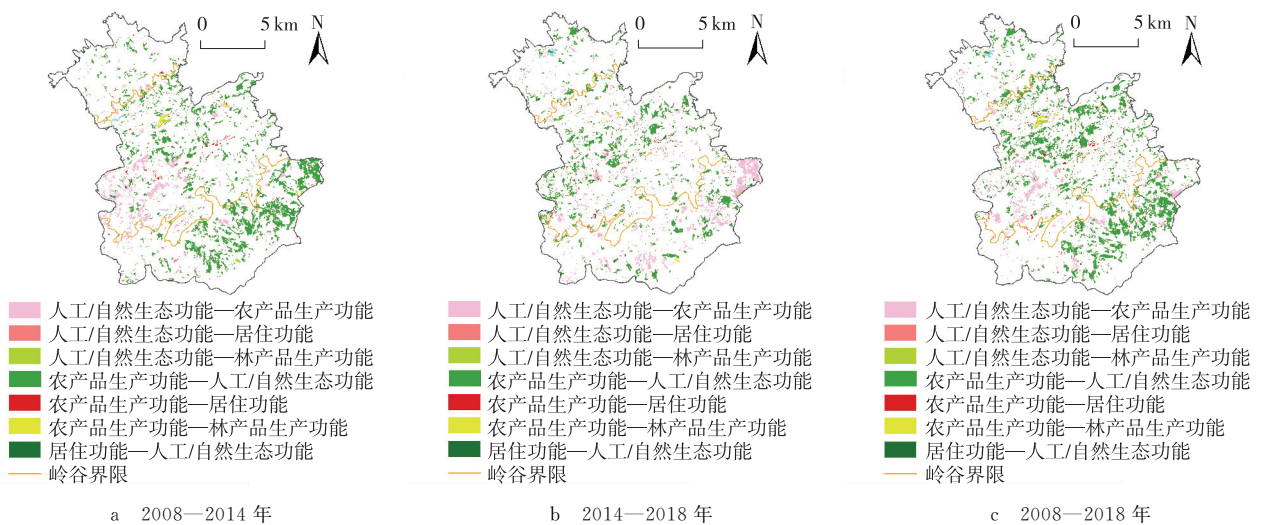


图 4 主要土地利用功能转移空间分布图

Fig. 4 Spatial distribution map of major land use function transfer

### 3.2 岭、谷区土地利用功能结构对比

研究区的岭、谷区土地利用功能结构变化如图 5a~f 所示,从该图可知:

1) 槽谷区有平坦肥沃的河谷冲积坝的自然优势,农产品生产功能用地占比明显高于岭区(图 5d,e,f),但在逐年减少,斑块连接性逐年降低,而在河谷平坝区域的农产品生产功能斑块较稳定(图 2)。人工/自然生态功能是槽谷区的主要土地利用功能,2008—2018 年该功能用地稳步增长了 8.89%,主要由农产品生产功能用地转化而来(图 5d)。居住功能用地主要沿交通功能用地呈带状分布(图 2),其次伴随农产品生产功能用地呈镶嵌分布,整体上有增强的趋势;槽谷中部的岳溪镇街道所在地因城镇化的影响,生活功能明显增强(图 2)。

2) 岭区山高坡陡,人口密度小,生态功能用地占据主导地位,区域内土地的生活功能和生产功能强度逐年降低,并逐渐向低海拔、缓坡区收缩。地形和社会经济条件差异导致了两岭地区的土地利用功能演变格局不同(图

2、图 5b,c,e,f)。2008—2018 年,陡坡型山岭(北岭)土地利用以生态功能为主导,且土地利用功能格局较稳定。生态功能用地占陡坡型山岭面积的 84% 以上,且略微增长(图 5b)。农产品生产功能用地仅占陡坡型山岭的 14.74%,且逐年减小(图 5e)。由于交通线路较少,居住功能用地主要镶嵌分布于农产品生产功能之间,有略微增强,较大部分是在外务工人员返乡建新房所致(图 2)。缓坡型山岭(南岭)的农产品生产功能用地占比明显高于陡坡型山岭(北岭),土地利用功能格局变化较活跃,在向着陡坡型山岭演变的趋势发展(图 5f)。农产品生产功能用地占比仅次于槽谷区,2008—2018 年,区域内土地农产品生产功能强度先迅速下降后略微提升,整体明显下降,斑块以居民点为中心发生明显收缩(图 2,图 5f)。同时,该区域土地人工/自然生态功能占比最大,它的变化表现为先增后减,总体增长了 14.23%,空间上更加聚集连贯(图 5f)。

### 3.3 岭、谷区土地利用功能转移差异

槽谷区转移网最为复杂(图 6a),呈现由农产品生产功能向人工/自然生态功能转移的土地利用功能转移格局;人工/自然生态功能是槽谷区农产品生产功能和居住功能的主要来源:2008—2014 年,前者转为后两者的面积比例约为 1:15;到 2018 年,该比例为 3:20,为 2008—2014 年的 2.25 倍。农产品生产功能向居住功能转移的份额也明显提高,说明槽谷区的发展重点逐渐转变为居民生活环境的改善。

陡坡型山岭(北岭)的土地利用功能转移格局变化虽较稳定,但仍有 428.92 hm<sup>2</sup> 的土地在 2000—2018 年内发生功能转换,主要是由农产品生产功能向人工/自然生态功能的转移(图 6b),此转移占该区域转移总量的 78.37%。2014—2018 年陡坡型山岭(北岭)土地利用功能转移的类型比 2008—2014 年增加了一半,但转移面积积极小,对区域土地利用功能转移格局影响甚微。

缓坡型山岭(南岭)土地利用功能转移较为活跃(图 6c),2008—2018 年共有 1 546.55 hm<sup>2</sup> 土地发生变化。2008—2014 年,该区域土地利用功能主要为农产品生产功能转向人工/自然生态功能,占区域内当期转移总量的 86.00%。人工/自然生产功能向农产品生产功能和居住功能的转移也较明显,占比分别为 9.16% 和 1.98%。2014—2018 年,该区域的土地利用功能主导转移变为人工/自然生态功能向农产品生产功能的转移,表明退耕还林政策虽在 2008—2014 年见到明显成效,但由于农户生计并未得到有效的指导转型,导致了区域内土地出现了一定程度的复垦。

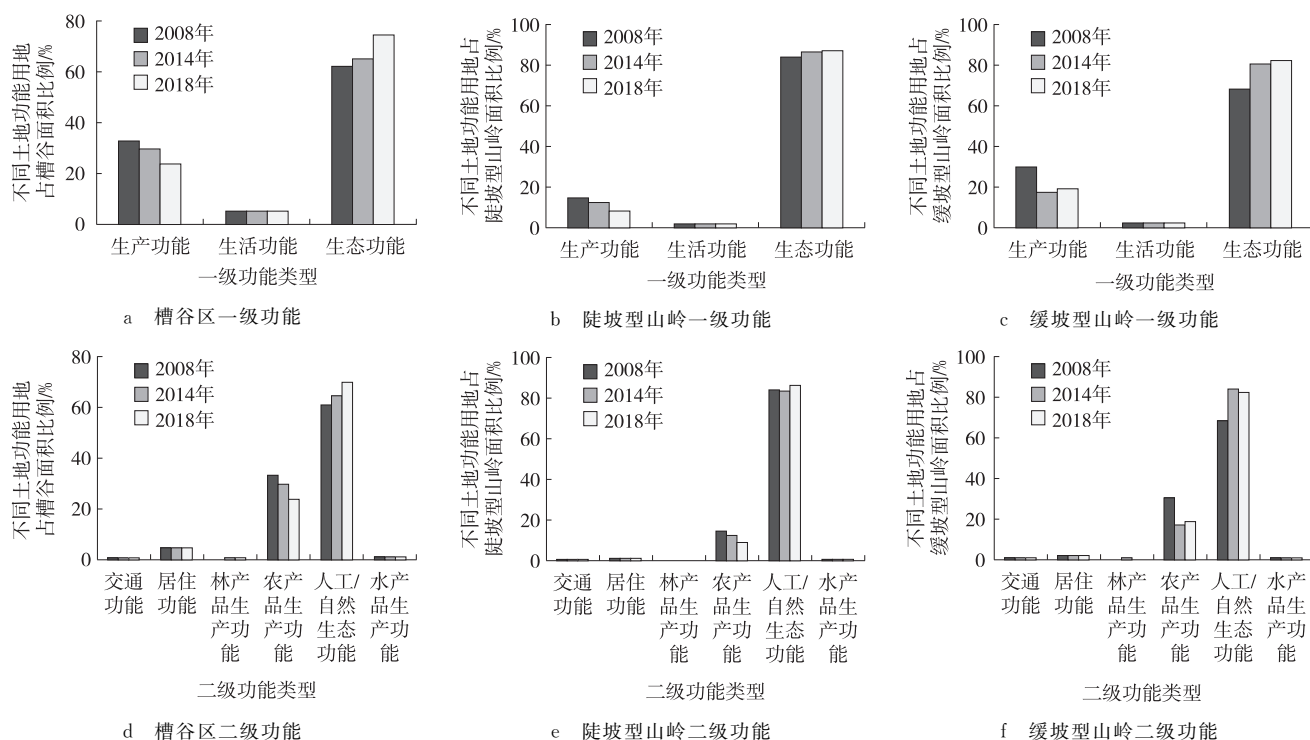


图 5 岭、谷区土地利用功能结构变化

Fig. 5 Land use functional structure changes in ridge and valley areas

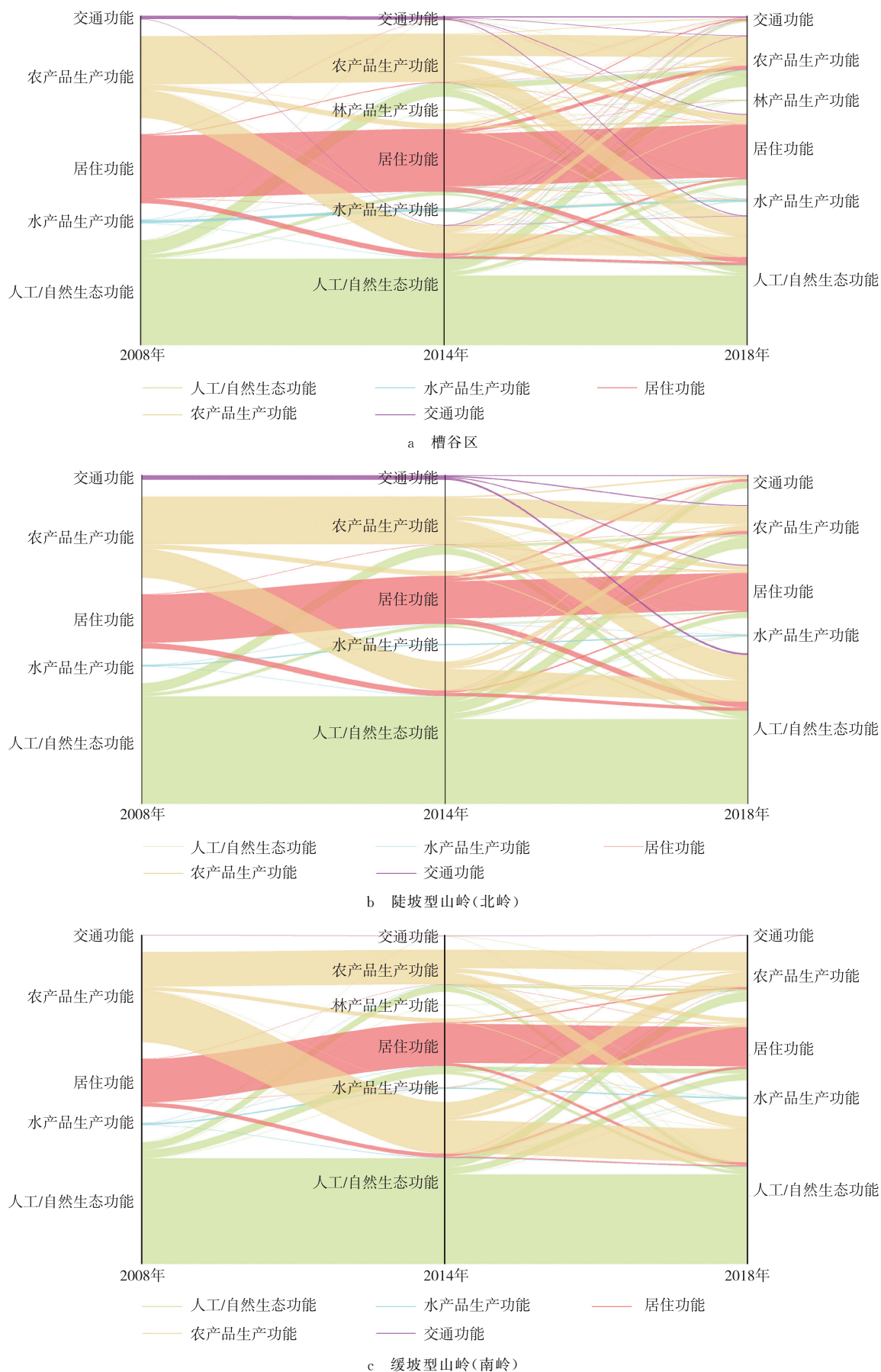


Fig. 6 Difference of land use function transfer in ridge and valley regions

## 4 讨论

### 4.1 山区岭谷人地耦合系统土地利用功能差异演变模式

有研究表明,岩溶地区的山-坝系统的土地利用演变具有耦合性<sup>[23-24]</sup>。类似地,山区的岭、谷内部存在各自不同的自然环境基础以及人口、资金和信息等流转系统,其中岭、谷之间的人口转移、资金流通和信息交换等将两个系统联系起来,因此岭、谷土地利用功能的演变差异明显并相互影响(图7)。根据各区的土地利用功能演变差异可将研究区岭、谷土地利用功能演变总结为5种类型:1)生产稳定型(槽谷的河谷平坝)。中部槽谷的河谷平坝区生产功能强度较大,变化程度较弱。2)生产衰退型(缓坡型山岭、槽谷坡地)。缓坡型山岭和槽谷具有耕种适宜性的坡耕地生产功能明显减弱,逐渐向生态功能发展。3)生活发展型(槽谷的河谷平坝)。槽谷平坝区域生活功能集聚性明显高于其他地区,且呈稳步增长趋势;4)生态稳定型(陡坡型山岭和缓坡型山岭高海拔区域),岭区高海拔且陡坡区域生态功能占有明显的优势,同时强度较稳定。5)生态发展型(槽谷坡地、岭区山麓)。陡坡地区生产功能明显减弱,生态功能持续增长。

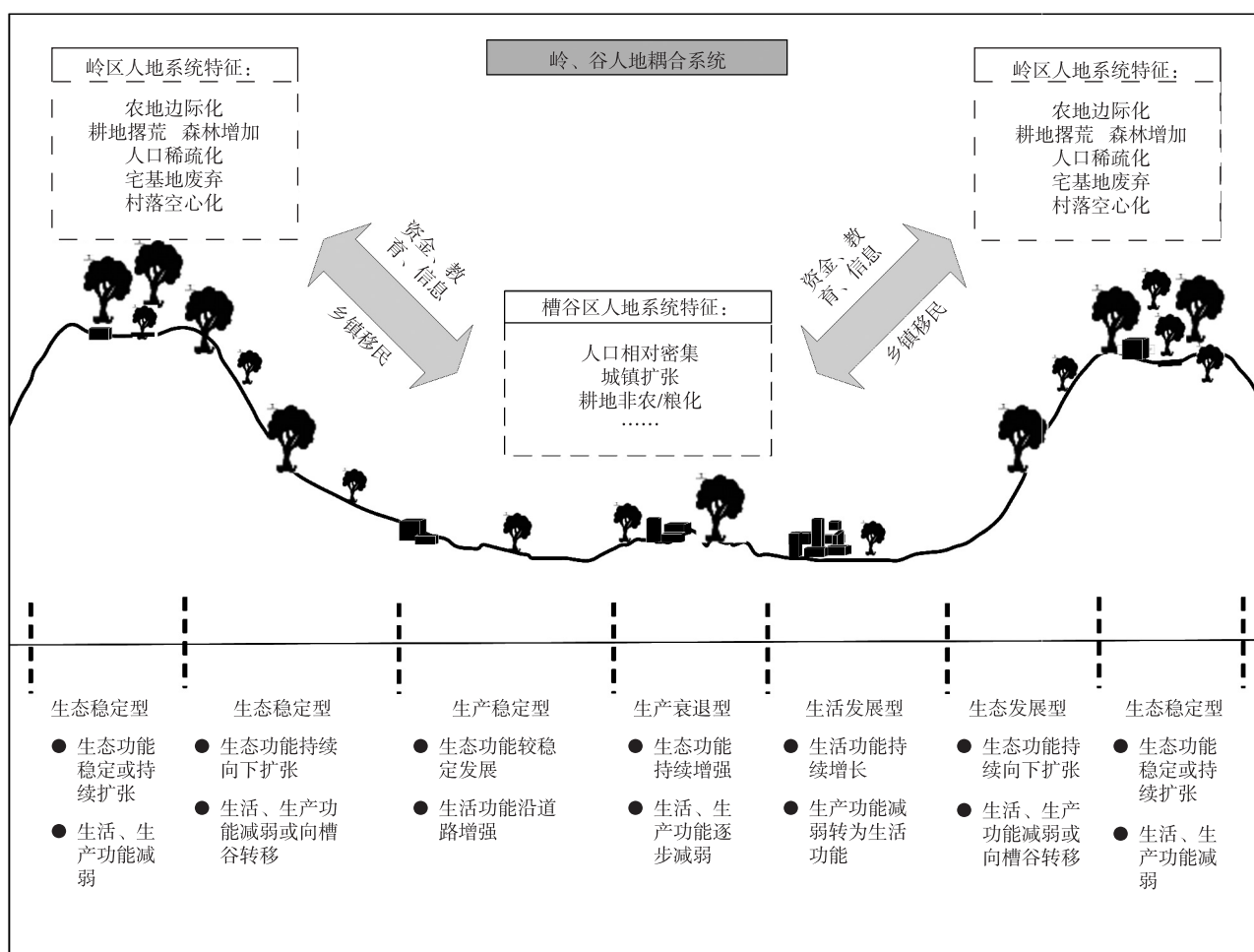


图7 岭、谷人地耦合系统及土地利用功能演变模式

Fig. 7 Man-land coupling system and its land use function evolution pattern in ridge and valley regions

此外,因岭区地形地貌的限制和槽谷城镇化发展的驱动作用,岭、谷土地利用功能的演变相互影响,存在耦合变化:岭区生产功能和生活功能在槽谷区生活功能的提高以及社会生产快速发展的吸引下,向槽谷移动、聚集,新的生态功能发展于退化的生活和生产功能用地,随着生产功能和生活功能的逐步向下推移,生态功能也向槽谷蔓延,最终各土地利用功能都呈现出“槽谷趋向性”的特征。这类似于黄土高原丘陵区耕地利用空间变化的“核心-边缘漏斗状”格局<sup>[25]</sup>。研究区的整体生态功能增强,与遥感影像反映的中国正在变绿<sup>[26]</sup>一致;但区域内土地利用功能演变特征在特殊的地形地貌、土地政策以及社会经济发展的条件影响下不同于土地整治下的黄土丘



陵沟壑区的“山上退耕还林、山下治沟造地模式”<sup>[27-28]</sup>。总体上看,研究区各区域土地利用功能发生了明显的时空变化,具有明显的区域特征,呈现出一定的转型趋势,是中国中西部结合地带生态脆弱山区土地利用功能演变的一个缩影,有一定代表性。

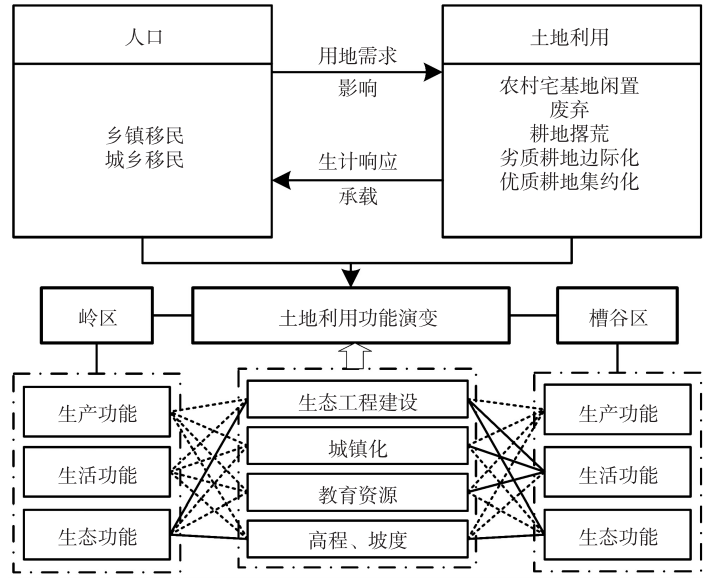
#### 4.2 研究区土地利用功能演变的影响因素与作用机制分析

目前,社会经济活动的影响能力逐渐加强,而自然因子不再具有决定作用<sup>[29-31]</sup>,但对于山区而言,地形地貌对土地利用功能的时空变化仍有较大的影响。因此,自然环境差异和社会经济发展差异共同导致了区域土地利用功能的差异演变(图 8)。

低海拔的槽谷区多冲积坝,地势平坦、土壤肥沃等优越的自然条件能提供给人类优良的生产、生活场所。高海拔岭区的陡坡区域是农产品生产功能最先退化、人工/自然生态功能迅速发展的场所。虽然研究区内缓坡型山岭(811.30 m)的平均海拔高于陡坡型山岭(796.26 m),但缓坡型山岭大坡度区域比陡坡型山岭少,坡度小于 25°的坡耕地远多于陡坡型山岭,因此缓坡型山岭农产品生产功能用地占比较大而陡坡型山岭的人工/生态功能用地几乎全域覆盖,且处于较稳定状态。上述结果说明,高程是影响研究区整体土地功能格局变化的主要地形因素,而坡度是影响岭区土地利用功能变化的主要地形因素。

社会经济活动往往通过吸引劳动力的转移进一步导致区域土地覆被发生改变<sup>[32]</sup>,其中城镇化的经济增长、乡村教育资源的流失和公共服务基础设施的缺少是导致山区劳动力转移的决定因素<sup>[31]</sup>,而三峡大坝建设导致的移民是库区劳动力转移的关键因素。劳动力的迁移减轻了人对土地的扰动,是山区农村土地利用功能转型最为直接的驱动力<sup>[33]</sup>。

城市化是人类生活生产方式由农村型向城市型转化的过程。城镇化可以带动区域经济的发展,提高人民的生活水平。第 6 次全国人口普查显示岳溪镇在籍人口为 76 919 人,常住人口 47 802 人,近一半的劳动力流失。2008—2018 年,岳溪镇的人口城镇化率由 5.48% 增长到 31.04%,乡村人口减少了 18 261 人(图 9a)。城镇化的进程虽未改变区域以农业为主的产业格局,但为满足城镇常住人口居住和经济发展的需要,槽谷区城镇用地面积不断扩大,居住功能逐渐增强。近些年来,岳溪镇 GDP 以 7%~15% 的增速保持增长,二、三产业产值的明显提升(图 9b),这与同时期乡镇街道逐渐承办小型工厂有关:小型工厂为当地居民创造了就业机会,逐渐吸引农村居民转移,最终导致岭区生产功能退化,生态功能持续增强。



注:实线表正向作用,虚线箭头表负向作用

图 8 土地利用功能演变驱动机制

Fig. 8 Driving mechanism of land use function evolution

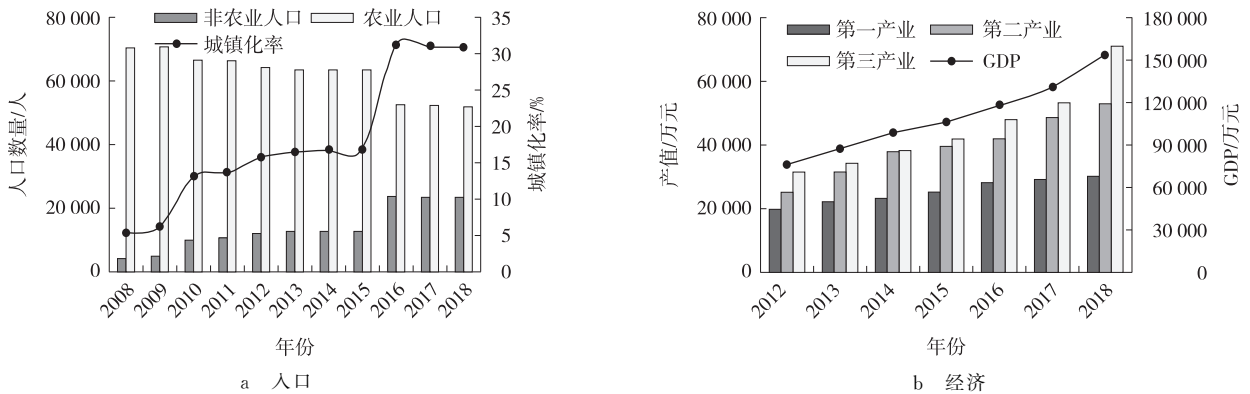


图 9 研究区人口、社会经济情况

Fig. 9 Population and socioeconomic status of the study area



公共服务基础设施是用于保证国家或地区社会经济活动正常进行的公共服务系统,它是社会赖以生存发展的一般物质条件,可以反映区域居民的生活质量。经调查发现(表 2),区域的陡坡型山岭仅有 1 所学校且无法满足初中生的学习需求。2008 年缓坡型山岭有 4 所学校,到 2018 年两所村校停止办学,但仍能解决学生从幼儿园到初中的学习需求。相比之下,槽谷区的学校不仅数量多,而且类型丰富。岭、谷区教育资源的分配不均导致岭区(尤其是陡坡型山岭)的人口向槽谷的转移,最终表现为陡坡型山岭生态功能覆盖面积大,缓坡型山岭生产功能强度较大,而槽谷土地利用功能变化最复杂,生活功能用地最多。

生态政策的提出反映出国家层面环境保护的重视程度。国家政策在宏观上对土地利用功能格局起着调控作用<sup>[34]</sup>。2000 年以来,随着生态防护林建设、造林绿化和退耕还林等生态工程稳步推进,研究区内大量坡耕地转为林草地,到 2018 年生态功能用地覆盖率为 79.38%。

表 2 岳溪镇学校及学生数量  
Tab. 2 Number of schools and students in Yuexi Town

| 区域        | 学校     | 学生数量/人 |        | 区域        | 学校   | 学生数量/人 |        |
|-----------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|--------|
|           |        | 2008 年 | 2018 年 |           |      | 2008 年 | 2018 年 |
| 陡坡型山岭(北岭) | 善字完小   | 127    | 61     | 槽谷区       | 新星小学 | 145    | 41     |
|           | 光彩村校   | 132    | 0      |           | 成才学校 | 341    | 247    |
| 槽谷区       | 沈家村校   | 125    | 0      |           | 岳溪初中 | 2 873  | 1 742  |
|           | 石坪村校   | 147    | 15     |           | 岳溪小学 | 3 867  | 2 863  |
|           | 花园村校   | 139    | 0      |           | 跳蹬小学 | 1 136  | 834    |
|           | 海星幼儿园  | 198    | 201    |           | 龙安小学 | 949    | 566    |
|           | 小叮当幼儿园 | 316    | 327    | 缓坡型山岭(南岭) | 团结村校 | 152    | 0      |
|           | 小博士幼儿园 | 154    | 149    |           | 龙王村校 | 133    | 0      |
|           | 晶晶幼儿园  | 117    | 109    |           | 胡家完小 | 169    | 111    |
|           | 星星幼儿园  | 37     | 6      |           | 俊亭初中 | 157    | 122    |
|           | 岳溪镇幼儿园 | 810    | 640    | 合计        |      | 12 224 | 8 034  |

注:2018 年学生人数为 0 的学校,表示该校已停止办学

5 结束语

本研究选择位于三峡库区内平行岭谷区的重庆市开州区岳溪镇为研究对象,通过划分出中央槽谷、陡坡型山岭(北岭)和缓坡型山岭(南岭)地形地貌区,研究该镇岭、谷 2008—2018 年土地利用功能的差异演变情况,主要结果如下。

- 1) 2008—2018 年,研究区域整体土地利用功能变化集中在 2008—2014 年期间,主要表现为伴随着坡耕地退耕、林地恢复,研究区内土地利用功能由农产品生产功能向人工/自然生态功能转移,变化重心逐渐从缓坡型山岭向槽谷转移。
- 2) 岭、谷区由于自然环境的差异性,土地利用功能结构不同。槽谷区土地的农产品生产功能和居住功能强度明显高于岭区。陡坡型山岭土地以人工/自然生态功能为主导,土地利用功能格局较稳定。缓坡型山岭土地农产品生产功能强度快速下降,向着陡坡型的土地功能格局演变。
- 3) 2008—2014 年,各区域土地利用功能均以生态建设引导的农产品生产功能向人工/自然生态功能的转移为主导。2014—2018 年,槽谷区域的重点以农耕发展以及生态建设开始向城镇建设过渡,为居住功能提升型;陡坡型山岭土地利用功能转移格局变化甚微;缓坡型山岭土地复垦现象较明显,以人工/自然生态功能向农产品生产功能转移为主导。
- 4) 根据地形地貌差异可将研究区的土地利用功能演变总结为 5 种类型:生产稳定型、生产衰退型、生活发展型、生态稳定型和生态发展型。

总之,在社会经济因素和自然因素共同驱动作用下,研究区岭、谷土地利用功能演变存在耦合变化,呈现出“槽谷趋向性”的特征,且有一定的转型趋势,整个研究区趋于生态化。需要指出的是,由于乡镇经济、人口数据获取的局限性,本研究未能构建模型定量分析研究区土地利用功能演变的驱动因素,同时对岭、谷土地利用功能耦合演变的讨论也较少。下一步将分析岭、谷土地功能协同演化规律,以加强研究区土地的优化利用,但本研究结果对中国中西结合部山区的人地耦合系统的优化调控仍然有重要的参考价值。

## 参考文献:

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity[R]. Rome:FAO,2015.
- [2] United Nations. Transforming our world; the 2030 agenda for sustainable development[R]. New York:UN,2015.
- [3] LAUER W. Human development and environment in the Andes: a geoecological overview[J]. Mountain Research and Development,1993,13(2):157-166.
- [4] KÖRNER C. The use of ‘altitude’ in ecological research [J]. Trends in Ecology and Evolution,2007,22(11):569-574.
- [5] 孙然好,陈利顶,张百平,等. 山地景观垂直分异研究进展 [J]. 应用生态学报,2009,20(7):1617-1624.  
SUN R H, CHEN L D, ZHANG B P, et al. Vertical zonation of mountain landscape: a review[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2009,20(7):1617-1624.
- [6] 张佰林,高江波,高阳,等. 中国山区农村土地利用转型解析[J]. 地理学报,2018,73(3):503-517.  
ZHAN B L, GAO J B, GAO Y, et al. Land use transition of mountainous rural areas in China[J]. Acta Geographica Sinica,2018,73(3):503-517.
- [7] 臧玉珠,刘彦随,杨园园. 山区县域土地利用格局变化及其地形梯度效应:以井冈山市为例[J]. 自然资源学报,2019,34(7):1391-1404.  
ZHAG Y Z, LIU Y S, YANG Y Y. Land use pattern change and its topographic gradient effect in the mountainous areas: a case study of Jinggangshan city[J]. Journal of Natural Resources,2019,34(7):1391-1404.
- [8] 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.  
LONG H L. Land use transition and rural transformation development[J]. Progress in Geography,2012,31(2):131-138.
- [9] 李升发,李秀彬. 中国山区耕地利用边际化表现及其机理 [J]. 地理学报,2018,73(5):803-817.  
LI S F, LI X B. Economic characteristics and the mechanism of farmland marginalization in mountainous areas of China[J]. Acta Geographica Sinica,2018,73(5):803-817.
- [10] 王永艳,李阳兵,甘彩红,等. 基于地形因子的三峡库区腹地耕地演变:以草堂溪流域为例[J]. 生态学报,2013,32(7):1903-1911.  
WANG Y Y, LI Y B, GAN C H, et al. Evolution of cultivated land in center region of the Three Gorges reservoir area based on terrain factors: a case study of Caotangxi watershed[J]. Chinese Journal of Ecology,2013,32(7):1903-1911.
- [11] 梁发超,刘黎明. 基于地形梯度的土地利用类型分布特征分析:以湖南省浏阳市为例[J]. 资源科学,2010,32(11):2138-2144.  
LIANG F C, LIU L M. Analysis of land use type distribution characteristics based on topographic gradient: a case study of Liuyang city, Hunan province[J]. Resources Science,2010,32(11):2138-2144.
- [12] 梁鑫源,李阳兵. 三峡库区规模农地时空变化特征及其驱动机制[J]. 地理学报,2018,73(9):1630-1646.  
LIANG X Y, LI Y B. Spatio-temporal features of scaling farmland and its corresponding driving mechanism in Three Gorges reservoir area[J]. Acta Geographica Sinica,2018,73(9):1630-1646.
- [13] LIANG X Y, LI Y B, ZHOU Y L. Study on the abandonment of sloping farmland in Fengjie county, Three Gorges reservoir area, a mountainous area in China [EB/OL]. (2020-06-07) [2020-07-10]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719321313>.
- [14] 张静静,朱文博,赵芳,等. 山地平原过渡带地形起伏特征及其对景观格局的影响:以太行山淇河流域为例[J]. 中国科学:地球科学,2018,48(4):476-486.  
ZHANG J J, ZHU W B, ZHAO F, et al. Spatial variations of terrain and their impacts on landscape patterns in the transition zone from mountains to plains: a case study of Qihe river basin in the Taihang mountains[J]. Science China Earth Sciences,2018,48(4):476-486.
- [15] 王权,李阳兵,刘亚香,等. 基于地形梯度的岩溶槽谷区土地利用空间格局分析[J]. 生态学报,2019,39(21):7866-7880.  
WANG Q, LI Y B, LIU Y X, et al. Spatial pattern analysis of land use in karst trough region based on topographic gradient[J]. Acta Ecologica Sinica,2019,39(21):7866-7880.
- [16] GOMES L C, BIANCHI F J J A, CARDOSO I M, et al.

- Land use change drives the spatio-temporal variation of ecosystem services and their interactions along an altitudinal gradient in Brazil[J]. *Landscape Ecology*, 2020, 35(7): 1571-1586.
- [17] EGARTER VIGL L, TASSER E, SCHIRPKE U, et al. Using land use/land cover trajectories to uncover ecosystem service patterns across the Alps[J]. *Regional environmental change*, 2017, 17(8): 2237-2250.
- [18] GAO H, FU T G, LIU J T, et al. Ecosystem services management based on differentiation and regionalization along vertical gradient in Taihang mountain, China[J]. *Sustainability*, 2018, 10(4): 986.
- [19] 李阳兵, 张阳阳. 平行岭谷区建设用地格局演变扩展的通道与低山阻隔效应[J]. *地理研究*, 2010, 29(3): 440-448.
- LI Y B, ZHANG Y Y. Effects of obstruction and corridor on the construction land pattern evolving in paralleled ridge-valley area[J]. *Geographical Research*, 2010, 29(3): 440-448.
- [20] 李阳兵, 谢静, 邵景安, 等. 川东平行岭谷区土地利用变化时空分异特征[J]. *长江流域资源与环境*, 2011, 20(4): 422-427.
- LI Y B, XIE J, SHAO J A, et al. Characteristics of spatio-temporal pattern evolution of land use in paralleled ridge-valley of east Sichuan[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, 20(4): 422-427.
- [21] 陈婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. *北京师范大学学报(自然科学版)*, 2005, 41(5): 536-540.
- CHEN J, SHI P J. Discussion on functional land use classification system[J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2005, 41(5): 536-540.
- [22] 朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. *地理学报*, 2003(5): 643-650.
- ZHU H Y, LI X B. Discussion on regional land use change index model method[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003(5): 643-650.
- [23] 李阳兵, 姚原温, 谢静, 等. 贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变[J]. *生态学报*, 2014, 34(12): 3257-3265.
- LI Y B, YAO Y W, XIE J, et al. Spatial-temporal evolution of land use and landscape pattern of the mountain-basin system in Guizhou province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(12): 3257-3265.
- [24] 赵宇鸾, 魏小芳, 李秀彬. 岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的初步探讨[J]. *中国岩溶*, 2020, 39(1): 48-53.
- ZHAO Y L, WEI X F, LI X B. Study on the land use coupling evolution of mountain-basin system in karst areas[J]. *China Karst*, 2020, 39(1): 48-53.
- [25] CAO Z, LIU Y S, LI Y R. Rural transition in the loess hilly and gully region; from the perspective of “flowing” cropland [EB/OL]. (2019-05-30) [2020-07-10]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S074301671830175X>.
- [26] MARC M F. Satellite images show China going green[J]. *Nature*, 2018, 553(7689): 411-413.
- [27] 姜凯斯, 刘正佳, 李裕瑞, 等. 黄土丘陵沟壑区典型村域土地利用变化及对区域乡村转型发展的启示[J]. *地理科学进展*, 2019, 38(9): 1305-1315.
- JIANG K S, LIU Z J, LI Y R, et al. Land use change of typical villages in the loess hilly and gully region and implications for regional rural transformation and development[J]. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1305-1315.
- [28] 李裕瑞, 李怡, 范朋灿, 等. 黄土丘陵沟壑区沟道土地整治对乡村人地系统的影响[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(5): 241-250.
- LI Y R, LI Y, FAN P C, et al. Impacts of land consolidation on rural human-environment system in typical watershed of loess hilly and gully region[J]. *Journal of Agricultural Engineering*, 2019, 35(5): 241-250.
- [29] LONG H L, TANG G P, LI X B, et al. Socio-economic driving forces of land-use change in Kunshan, the Yangtze river delta economic area of China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2007, 83(3): 351-364.
- [30] WANG C C, ZHANG Y Q, YANG Y S, et al. What is driving the abandonment of villages in the mountains of Southeast China? [J]. *Land Degradation & Development*, 2019, 30(10): 1183-1192.
- [31] 邓伟, 刘德绍, 唐燕秋, 等. 三峡库区土壤保持重要区(重庆段)生态系统服务功能空间分异特征[J]. *三峡生态环境监测*, 2017, 2(2): 9-18.
- DENG W, LIU D S, TANG Y Q, et al. Spatial difference of ecosystem service functions in soil conservation area of the Three Gorges reservoir (Chongqing section) [J]. *Ecology and Environmental Monitoring of Three Gorges*, 2017, 2(2): 9-18.
- [32] 宋小青, 李心怡. 区域耕地利用功能转型的理论解释与实证. *地理学报*, 2019, 74(5): 992-1010.
- SONG X Q, LI X Y. Theoretical explanation and case study of regional cultivated land use function transition [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(5): 992-1010.
- [33] 李仕冀, 李秀彬, 谈明洪. 乡村人口迁出对生态脆弱地区植被覆被的影响: 以内蒙古自治区为例[J]. *地理学报*, 2015, 70(10): 1622-1631.
- LI S J, LI X B, TAN M H. Impacts of rural-urban migration on vegetation cover in ecologically fragile areas: taking Inner Mongolia as a case [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(10): 1622-1631.
- [34] 刘婷, 邵景安. 三峡库区不同土地利用背景下的土壤侵蚀

时空变化及其分布规律[J]. 中国水土保持科学, 2016, 14(3): 1-9.  
LIU T, SHAO J A. Spatial and temporal variation of soil

erosion under different land uses in the Three Gorges reservoir region[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2016, 14(3): 1-9.

## Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

### Research on the Evolution of Land Use Function in Mountainous Area of Three Gorges Reservoir Area Based on Topographic and Geomorphologic Difference: Taking Yuexi Town, Kaizhou District, Chongqing Municipality as an Example

HUANG Mengqin<sup>1</sup>, LI Yangbing<sup>1,2</sup>, LI Mingzhen<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 401331;

2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** [Purposes] Carrying out a study of the evolution of land use functions in the typical parallel ridge valley area of the Three Gorges reservoir based on topographic and geomorphologic difference. [Methods] It takes Yuexi Town, Kaizhou District, Chongqing Municipality as an example, and builds a “production-living-ecology” system. With the help of the land use transfer matrix, it analyzes the differences between the land use function structure and dynamic changes in ridge and valley from 2008 to 2018. [Findings] From 2008 to 2018, the production and living functions of land use in the trough valley area are superior to those in the ridge area, and the development momentum is good. The land use of steep-slope mountains is dominated by ecological functions, and the land-use function pattern is stable; the gentle-slope mountains have more land for production functions, but the intensity of production functions declines rapidly, and it is developing towards the land-use function pattern of steep-slope mountains. From 2008 to 2014, the land use transfer in the ridge and valley regions was dominated by the transfer of agricultural product production functions to artificial/natural ecological functions. From 2014 to 2018, the improvement of the residential function of the trough area is more obvious. Very little change in land use function transfer pattern of steep-slope mountains. The phenomenon of land reclamation in the flatter mountain is more obvious, mainly for the conversion of artificial/natural ecological functions to agricultural productive functions. According to the different evolution of land use functions in different terrains of the region, five types of production stability, production decline, life development, ecological stability and ecological development can be summarized. [Conclusions] Under the combined effects of socio-economic and natural factors, there is a coupling change in the evolution of the land use function of the ridge and valley, showing the characteristics of “trough valley trend”, and there is a certain transformation trend: the entire area tends to be ecological.

**Keywords:** topography; geomorphology; land use function; mountainous area; Three Gorges reservoir area

(责任编辑 方 兴)