



The Analysis of Landscape Spatial Pattern of Hakka Terrace Case of Shangbao Terraced Field in Chongyi County of Jiangxi

Li Ming-juan, Liao Fu-qiang, Wen Peng-hui, Shu Xiao-bo*, Ma Ding-guo, Zhong Xian-liang

School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang, China

Email address:

limingjuan92@126.com (Li Ming-juan), liaofuqiang@163.com (Liao Fu-qiang), wenpenghui11@126.com (Wen Peng-hui), xiaoboshu@126.com (Shu Xiao-bo), dgm600@sina.com (Ma Ding-guo), 838588957@qq.com (Zhong Xian-liang)

*Corresponding author

To cite this article:

Li Ming-juan, Liao Fu-qiang, Wen Peng-hui, Shu Xiao-bo, Ma Ding-guo, Zhong Xian-liang. The Analysis of Landscape Spatial Pattern of Hakka Terrace Case of Shangbao Terraced Field in Chongyi County of Jiangxi. *Science Discovery*. Vol. 4, No. 6, 2016, pp. 387-392. doi: 10.11648/j.sd.20160406.17

Received: November 10, 2016; Accepted: November 26, 2016; Published: December 1, 2016

Abstract: This paper took Shangbao terraced field in Chongyi County as the research object. With the DEM data of Chongyi County and Google Earth images as data sources, this paper obtained Shangbao terraced landscape by vectorization and calculated the landscape metrics through Fragstats 4.2, then analyzed landscape granularity effect and the landscape changes in different elevations, finally we made a comparison between Shangbao terraced field and Hani terrace field in Yuanyang County. The results indicated that: 1) Shangbao terraced field has high Landscape fragmentation, the patch shape is more irregular and the landscape has high aggregation; 2) Terraced field landscape metrics change significantly with the scales change, the landscape metrics are strongly scale-dependent; 3) The terraced field gradient is obvious, terraced field mainly distribute in the range of altitude between 500 m and 800 m, terraced field landscape fragmentation is highest at altitude more than 1000 m, the patch shape is most irregular in the range of altitude between 800 m and 1000 m, aggregation is highest in the range of altitude between 300 m and 500 m; 4) The landscape fragmentation of Shangbao terraced field is higher than Hani terraced field, and the landscape aggregation is slightly higher than Hani terraced field, and the patch shape is relatively regular than Hani terraced field.

Keywords: Shangbao, Terraced Field, Landscape Pattern, Granularity Effect

客家梯田景观空间格局分析—以江西崇义县上堡梯田为例

李明娟, 廖富强, 温鹏辉, 舒晓波*, 马定国, 钟贤良

地理与环境学院, 江西师范大学, 南昌, 中国

邮箱

limingjuan92@126.com (李明娟), liaofuqiang@163.com (廖富强), wenpenghui11@126.com (温鹏辉), xiaoboshu@126.com (舒晓波), dgm600@sina.com (马定国), 838588957@qq.com (钟贤良)

摘要: 本文以崇义县上堡梯田为研究对象, 以Google地球影像及崇义县DEM数据为数据源, 经矢量化得到上堡梯田景观格局分布, 在此基础上, 运用Fragstats4.2软件对其进行景观指数计算, 并分析景观粒度效应以及景观在高程上的变化, 最后将上堡梯田与元阳哈尼梯田进行对比分析。结果表明: ①上堡梯田景观破碎度高、斑块形状较复杂、聚集度高; ②梯田景观指数随粒度变化而发生明显变化, 尺度依赖性强; ③梯田梯度分异明显, 主要分布在海拔500m至800m范围内, 海拔高于1000m范围内梯田景观破碎度最高, 在海拔800m至1000m范围内梯田斑块形状最复杂, 在海拔300m至

500m范围内梯田景观聚集度最高；④上堡梯田景观破碎度高于哈尼梯田，斑块聚集度略高于哈尼梯田，斑块形状较哈尼梯田相对规则。

关键词：上堡，梯田，景观格局，粒度效应

1. 引言

梯田景观是山区人民以自然地形为基础沿等高线建造的农田景观，是山区农耕文化与自然条件的有机结合，高度体现了人与自然和谐共生、可持续发展的良好状态[1-3]。其广泛分布于世界许多地区，如北非、地中海沿岸、中美洲及亚洲的中国、日本、印度、菲律宾、以及东南亚等地，然而由于梯田耕作与维护十分艰辛，许多地方的梯田已经荒芜[4]。目前，对梯田的研究仅限于一些尚存在梯田的国家[5, 6]。梯田的历史一般比较久远，而且有着其独特的梯田文化，诸多学者纷纷从梯田的文化和历史角度展开研究[7-10]。20世纪90年代，随着公众环境保护意识的增强，中国以及国外学者开始着眼于梯田的生态效应和梯田的保护与管理[11-13]，认为梯田具有水土保持、生态恢复和农业增产的多重效益[14-17]。还有一些学者则从梯田稻作礼仪、梯田生产和管理方式等方面[18, 19]，以及对梯田文化生态系统、人文景观等进行探索[2, 20-21]。

从研究区域来看，国外学者的研究大多针对菲律宾依富高梯田和巴厘岛梯田，也有少部分学者从景观和生物多样性的角度研究日本稻米梯田[1, 5, 6,]。国内学者则对云南（中国）哈尼梯田、广西（中国）龙脊梯田和湖南紫鹊界梯田予以较多关注[22-26]。相比较而言，对同属山区的上堡梯田的研究则不多见，有关上堡梯田景观格局的研究也比较缺乏。有鉴于此，本文以江西（中国）赣州市崇义县上堡乡的客家梯田为研究对象，在对梯田区进行遥感解译的基础上，计算梯田的景观格局指数，分析其粒度效应以及梯田景观格局与高程的关系，并与云南哈尼梯田进行景观格局对比分析，以期为上堡客家梯田的传统文化景观保护和发展提供科学依据。

2. 研究区概况

上堡梯田位于江西省赣州市崇义县，地处东经 $113^{\circ}55' \sim 114^{\circ}38'$ ，北纬 $25^{\circ}24' \sim 25^{\circ}55'$ 之间，属中亚热带季风湿润区（图1）。崇义县东与南康市接壤，南与大余县和广东省仁化县相交，西邻湖南省汝城县、桂东县，北接上犹县。东西长约73公里，南北宽约59公里，全县总面积2207.70平方公里，距赣州市79公里。境内山脉纵横交错，山地（海拔500m以上）占土地总面积47.67%；高丘（海拔300~500m）占45.06%；低丘及河谷阶地（海拔300m以下）占7.27%，是中国亚热带地区典型山区县。上堡梯田位于崇义县上堡乡，是客家农耕文明的一道奇观，也是中国“三大梯田”之一，曾被上海大世界基尼斯评为“最大的客家梯田”，史书中关于上堡梯田的记载，最早

见于明代理学家、明都御史王守仁撰写的《立崇义县治疏》，明代徐光启所著《农政全书》对此也有所提及。

3. 数据来源与研究方法

本文以2015年崇义县上堡乡Google地球影像为数据来源，将其进行地理坐标配准、几何校正等数据预处理，采用ArcGIS软件对其进行矢量化，并进行格式转换得到上堡梯田景观格局分布图。上堡梯田高程数据由崇义县DEM数据与上堡梯田矢量数据进行叠加分析得到，考虑研究区特点及梯田平均面积，在进行景观指数分析计算过程中，栅格大小分别取 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 、 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 、 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 、 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 、 $15\text{m} \times 15\text{m}$ 、 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 。

在参考相关文献的基础上，本文选取了通用的9个景观指数，利用Fragstats4.2软件将不同栅格的数据进行分析计算（详见表1），并通过指数值随粒度的变化特征分析尺度对景观指数的影响及尺度对景观格局的影响，最后采用地理比较法将上堡梯田与云南省元阳县哈尼梯田进行比较分析。

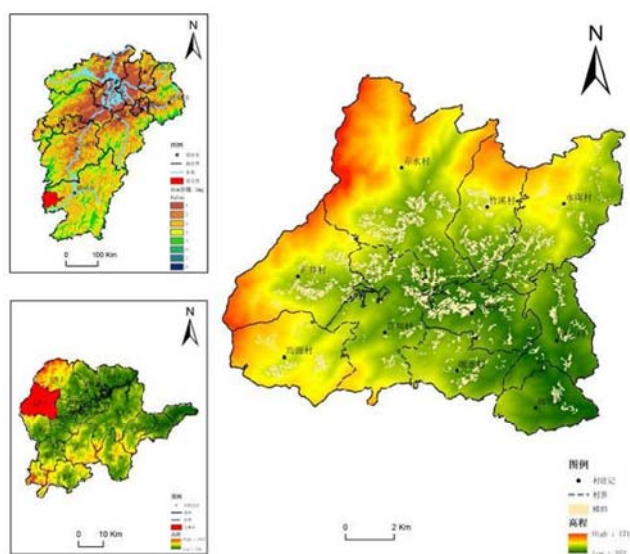


图1 研究区范围示意图。

4. 结果分析

4.1. 梯田景观空间格局特征分析

景观格局指数作为格局分析的有效方法，现已广泛应用于景观格局分析[27]。本文以 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的栅格图对上堡梯田景观格局指标进行计算，结果见表1。

从斑块面积和数目特征来看，梯田景观总面积为 1171.00hm^2 ，斑块总数为1429个。斑块密度为 122.03 个

/100hm²，平均斑块面积为0.82hm²，该两项指标说明梯田景观的破碎程度高。

从形状特征来看，梯田景观形状指数为60.86，平均斑块形状指数为1.73，平均分维数为1.12，平均斑块周长面积比为1255.47。由景观形状指数的定义可知斑块的形状越复杂或越扁长，景观形状指数的值越大，这说明

上堡梯田的形状比较复杂。此外，平均斑块形状、平均分维数以及平均斑块周长面积比值也是随着斑块形状的复杂程度的增大而增大，以上几项形状指标的计算结果同样说明上堡梯田斑块的复杂性较高。

最后从整个景观水平来看梯田的聚集程度，得出聚集度指数为98.25，说明上堡梯田具有高的聚集度水平。

表1 上堡梯田景观格局指标。

指标	英文简写	单位	取值范围	生态意义	计算结果
景观面积	TA	hm ²	>0	指示景观范围，是其他指标的基础	1171
斑块数量	NP	个	≥1	指示景观的破碎度	1429
斑块密度	PD	个/100hm ²	>0	指示景观的破碎度	122.03
平均斑块面积	AREA_MN	hm ²	>0	指示景观的聚集和破碎度	0.82
景观形状指数	LSI	—	≥1	值随景观形状的不规则和边缘的加长无限增大，指示斑块的离散程度	60.86
平均斑块形状	SHAPE_MN	—	≥1	值随斑块的不规则无限增大，指示地块的复杂性	1.73
平均分维数	FRAC_MN	—	1≤FRAC≤2	指示空间尺度范围内的形状复杂性	1.12
平均斑块周长面积比	PARA_MN	—	>0	度量斑块复杂性	1255.47
聚集度	AI	%	0≤AI≤100	指示斑块聚集程度，值越大，斑块聚集度越高	98.25

4.2. 梯田景观格局粒度效应分析

景观的粒度是指组成景观镶嵌体的景观要素斑块的平均大小及其分异程度[28]，不同粒度的选择导致景观格局的结果不同。将重采样的1m×1m、3m×3m、5m×5m、10m×10m、15m×15m、20m×20m的栅格数据分别导入Fragstats4.2计算得出各尺度下的景观指数结果见表2。

本文通过对上堡梯田景观格局在不同粒度下的指数变化特征分析，得出不同的景观指数对粒度的敏感性不同。对粒度的敏感性相对较强的为平均斑块面积这一指标，呈现出随粒度的增加而增大的变化趋势，其具有较强的尺度依赖性；与之相反的是，斑块数量、斑块密度、景观形状指数、平均斑块面积周长比以及聚集度指数等指标则均随

粒度的增加而呈现出下降趋势，这些指标对粒度的敏感性相对较强，具有尺度依赖性特征；最后，景观面积、平均斑块形状指数和平均分维数指标随着粒度的增加均呈现出先上升再下降的变化趋势，其中景观面积在粒度为5m和15m出现明显的变化转折点，平均斑块形状指数在粒度为10m出现明显的变化转折点，平均分维数在粒度为5m出现明显的变化转折点，这三项指标体现出其对尺度变化的较强敏感性。本文选择能够典型体现尺度依赖性的景观指数予以图形说明，详见图2。

从以上结果分析可知，本文选取的9项景观指数均不同程度地响应出对尺度的依赖性，粒度效应明显，这些指数将对景观格局在不同尺度的研究中具有重要意义。

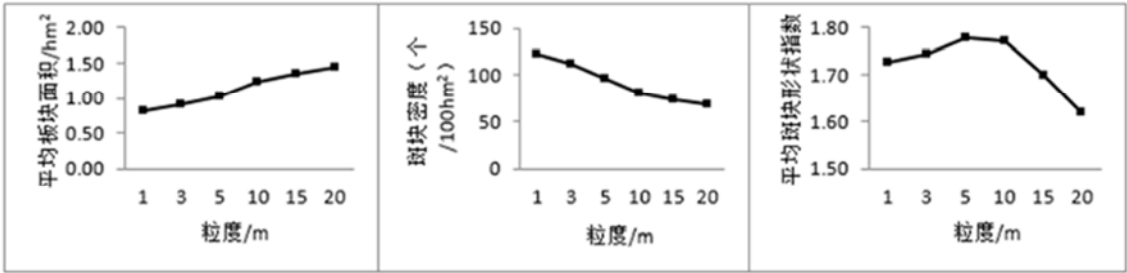


图2 景观指数对粒度变化的响应曲线。

表2 不同粒度的景观格局指标。

粒度/m	TA	NP	PD	AREA_MN	LSI	SHAPE_MN	FRAC_MN	PARA_MN	AI
1	1171	1429	122.03	0.82	60.86	1.73	1.12	1255.47	98.25
3	1171.03	1303	111.27	0.9	60.16	1.74	1.13	1230.61	94.81
5	1171.07	1132	96.66	1.03	59.2	1.78	1.13	1215.76	91.48
10	1171.52	948	80.92	1.24	56.28	1.77	1.12	1163.39	83.79
15	1171.94	868	74.07	1.35	53.22	1.7	1.11	1103.43	76.99
20	1170.76	808	69.02	1.45	50.02	1.62	1.1	1045.59	71.11

4.3. 梯田景观格局指数与高程关系

依山而建是梯田的基本特征，山地的气候、土壤等均受海拔高度的影响，因此梯田的分布格局也随海拔高度的

变化而呈现垂直分异性。本文将上堡梯田栅格数据（1m×1m）与崇义县DEM数据进行叠加分析，得出上堡梯田分布在海拔260m至1100m范围内，本文分别以海拔300m、500m、800m、1000m为界，分析梯田在不同高程区间的景观空间格局，结果见表3。

表3 不同高程区间的景观格局指标。

高程/m	NP	PD	AREA_MN	PARA_MN	AI
$h \leq 300$	47	138.58	0.72	2178.67	98.27
$300 < h \leq 500$	456	113.46	0.88	2306.80	98.40
$500 < h \leq 800$	873	149.49	0.67	1861.55	98.13
$800 < h \leq 1000$	225	168.06	0.60	2838.68	98.11
$h \geq 1000$	32	218.83	0.46	2200.83	97.96

由表3可知，随着高程的变化，梯田斑块数量存在较大差异，梯田分布主要集中在海拔300m至1000m之间，其中在海拔500m至800m范围内梯田斑块数量最多为873块，约占整个上堡梯田的1/2，其次为海拔300m至500m和800m至1000m范围内，分别为456块、225块，梯田在海拔低于300m和高于1000m范围内分布较少，其中海拔高于1000m的分布最少，为32块（此部分得出的梯田数量比之前所述梯田数量多是由于梯田斑块被等高线分割所导致）。从梯田斑块数量在各个高程区间的变化可看出上堡梯田随高程变化表现出明显的梯度分异性，梯田集中分布在海拔500m至800m范围内，也说明上堡地区在此海拔范围内的气候条件最适宜农作物的耕种。梯田斑块密度也随高程变化呈现出明显的分异性，由斑块密度的定义可知斑块密度越大，梯田景观破碎度越高。从表3可看出，在高于1000m的海拔上，梯田的斑块密度最大、破碎度最高，在海拔300m至500m范围内，梯田斑块密度最小，破碎度最低。与斑块

密度相反，平均斑块面积值越小，景观破碎程度越大，表3中在大于1000m的海拔区间内，梯田平均斑块面积最小为0.46hm²，在海拔为300m至500m的范围内，平均斑块面积值最大为0.88hm²，同样说明在高于1000m的海拔上，梯田的破碎度最高，在海拔300m至500m范围内，梯田破碎度最低。从平均斑块面积周长比指标来看，在海拔800m至1000m范围内平均斑块面积周长比值最大，为2838.68，说明在此范围内梯田斑块形状不规则度最高；而在海拔500m至800m范围内平均斑块面积周长比值最小，为1861.55，说明在此范围内梯田斑块形状不规则度最低。聚集度指数随海拔高度的增加呈现出先增大后减小的变化趋势，转折点为海拔300m，在海拔300m至500m的范围内，梯田聚集度指数最大，为98.40，在海拔1000m以上聚集度指数最小，为97.96，说明梯田在海拔300m至500m的范围内聚集度最高，继而随海拔高度的增大，梯田的聚集程度越来越低。

4.4. 上堡梯田与哈尼梯田比较

云南元阳哈尼梯田因其“分布之广，规模之大，建造之奇，在中国没有，在世界罕见”[3]在中国和世界其他国家具有很高的知名度，本文将哈尼梯田与上堡梯田作对比分析，分析二者异同点。上堡梯田与哈尼梯田所处位置见图3，分析结果见表4。

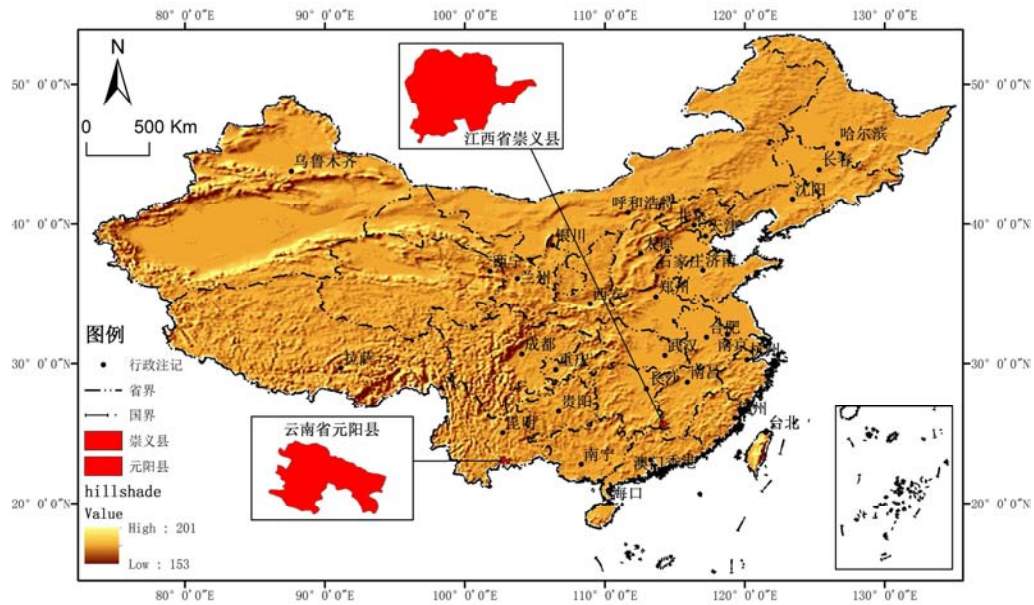


图3 上堡梯田与哈尼梯田位置示意图。

表4 上堡梯田与哈尼梯田比较。

比较类型	元阳哈尼梯田		上堡梯田
	水梯田	旱梯田	
民族	哈尼族、彝族等		汉族
地理位置	云南元阳县，北回归线以南		江西崇义县，北回归线以北
地形地貌	山高谷深，沟壑纵横，属深切中山地类型；中部突起，两侧低下，从峰顶到谷底海拔高差较大		山脉纵横交错，山地占土地总面积47.67%；高丘占45.06%；低丘及河谷阶地占7.27%
海拔	144~2930m		260~1100m
气候	亚热带季风气候，干湿季明显，年平均气温16.4℃，全年基本无霜		中亚热带季风气候，气候温凉，四季分明，雨量充沛，年平均气温17.2℃，无霜期长

比较类型	元阳哈尼梯田		上堡梯田
	水梯田	旱梯田	
文化背景	哈尼文化		客家文化
历史	1300多年		800多年
梯田面积	16603hm ²		1171hm ²
斑块数量	253	17	1429
斑块密度	11.40	0.77	122.03
平均斑块面积	140.60	50.00	0.82
聚集度	95.40	94.30	98.25
信息维数/平均分维数	小流域	1.43	
	子流域	1.38	
	梯田田片	1.09	1.12
	坡面	1.00	

表中哈尼梯田数据引自参考文献[29-33]。

从表4可知，哈尼梯田和上堡梯田都位于多山地区且都属亚热带季风气候，有充足的热量和降水以保证梯田的水源和水稻的生长。不同之处在于哈尼梯田纬度虽然低于上堡梯田，但上堡梯田的热量条件更加充沛，平均温度高于哈尼梯田。哈尼梯田的历史更加悠久，有1300多年的历史。元阳哈尼梯田面积为16603公顷，宏伟的景观规模是哈尼梯田的独特之处，而上堡梯田较哈尼梯田而言梯田规模较小。

在景观格局方面，首先，哈尼梯田包括水梯田和旱梯田在内总斑块数量为270个，上堡梯田斑块数量为1429个，远多于哈尼梯田；从斑块密度来看，哈尼梯田水梯田的斑块密度为11.40个/100hm²、旱梯田为0.77个/100hm²，而上堡梯田斑块密度为122.03/100hm²大于哈尼梯田斑块密度；从平均斑块面积来看，哈尼梯田水梯田的平均斑块面积为140.60hm²，旱梯田的平均斑块面积为50.00hm²，而上堡梯田平均斑块面积为0.82hm²，远小于哈尼梯田的平均斑块面积；由斑块数量、斑块密度和平均斑块面积的生态学意义可知，上堡梯田的景观破碎度远高于哈尼梯田。其次，从聚集度指标来看，哈尼梯田水梯田的聚集度指数为95.40、旱梯田为94.30，上堡梯田聚集度指数为98.25，说明上堡梯田的聚集度略高于哈尼梯田，无太大的差别。最后，从梯田形状角度来看，哈尼梯田在小流域、子流域、梯田田片、坡面尺度的信息维数分别为1.43、1.38、1.09、1.00，得出一个平均值为1.23，上堡梯田的平均分维数为1.12，分维数的值域为1≤FRAC≤2，其值越接近于2说明景观斑块形状复杂性越高，因此，与哈尼梯田相比较，上堡梯田的斑块形状较为规则，进而说明当地居民对上堡梯田的干预较多。

5. 结论与讨论

本文通过对崇义县上堡梯田进行景观格局指数计算，并将其与元阳哈尼梯田进行对比分析，结论如下：（1）通过对斑块面积和斑块数目的计算，上堡梯田呈现出破碎度高的特点，在斑块形状上呈现出梯田斑块形状较复杂的特征，从整个景观水平来看，梯田斑块呈现出高度集聚的特征。（2）梯田景观指数随尺度变化发生明显变化，不同指标对粒度的敏感性不同，其中平均斑块面积呈现出随粒度增加而增大的变化趋势，斑块数量、斑块密度、景观形状指数、平均斑块面积周长比和聚集度指数等指标则随

粒度增加而减小，景观面积、平均斑块形状指数、平均分维数指标呈现出随粒度增加先增大后减小的趋势。（3）梯田景观空间格局随高程的变化无特定的变化规律，梯田主要分布在海拔500m至800m范围内，约占梯田总数量的1/2，在海拔高于1000m范围内，梯田的破碎度最高，在海拔300m至500m范围内，梯田破碎度最低，在海拔800m至1000m范围内，梯田斑块形状复杂度最高，在海拔500m至800m范围内，梯田斑块形状复杂度最低，梯田斑块在海拔300m至500m的范围内聚集度最高，继而随海拔高度的增加，梯田的聚集程度越来越低。（4）通过将上堡梯田与云南元阳哈尼梯田相比较发现上堡梯田景观破碎度高于哈尼梯田，斑块聚集度略高于哈尼梯田，斑块形状较哈尼梯田相对规则。

梯田景观格局是自然和社会环境相互作用下的农田斑块空间组织形态，通过景观格局指数描述梯田景观格局能够了解梯田景观的规模、形状、破碎度和聚集度等特征进而了解到当地人类活动对梯田景观的影响以及对生态环境的干预程度。可以发现，梯田景观与人类活动息息相关、相互影响，梯田的留存是人与自然高度和谐的体现，并且以其独特的美学特征为当地人民带来旅游业等服务业的发展，而人类的活动也使得梯田的景观或丰富多彩或相对破坏，其表现为农村劳动力的流失使得一部分梯田撂荒从而影响了梯田的生态功能和美学景观。本文通过上堡梯田和哈尼梯田的对比发现，上堡梯田虽不如哈尼梯田的宏伟壮观，但其斑块聚集度、斑块形状均优于哈尼梯田，仍具有很高的美学价值。上堡乡位于中国著名的红色革命老区，依托其得天独厚的自然资源使其成为休闲养老的优良居所，传统的客家文化更为其增添了多彩的精神财富。因此，当地政府部门应以元阳哈尼梯田为参考和对比对象，逐步弥补旅游产业发展中的不足，加强当地的基础设施建设，使旅游服务及配套设施功能逐步完善。在保护生态环境、保证梯田景观不被破坏的前提下将梯田景观与红色旅游、客家文化结合起来寻求环境与经济的可持续发展。

当前农村地区受城市化过程的影响，劳动力大量流失，部分梯田存在无人耕种、无人管理的现象，梯田面临着土地用途的转变，由原来的耕地变为草地或林地，这无疑是对梯田景观的不利因素，人类活动对梯田的影响逐渐减弱，原有的半自然生态系统景观格局有向自然生态系统景观转化的趋势。因此，如何保护好梯田景观的持续存在和发

展是当前亟待解决的问题, 其中探讨如何延续对梯田的耕作和如何提高梯田的服务功能和价值是其关键所在。

致谢

本文为国家自然科学基金(41361112)资助, 谨致谢忱!

参考文献

- [1] Wall, G. Landscape resources, tourism and landscape change in Bali, Indonesia [A].//: Ringer G. Destinations: Cultural Landscapes of Tourism [M]. London: Routledge, 1998.
- [2] 角媛梅. 哈尼梯田自然与文化景观生态研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [3] 角媛梅, 程国栋, 肖笃宁. 哈尼梯田文化景观及其保护研究[J]. 地理研究, 2002, 21(6): 733-741.
- [4] 高荣乐. 梯田史料[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1983.
- [5] Dacawi, R. The Ifugao way of forest conservation[J]. Philippine Upland World, 1982, 1(2): 14-15.
- [6] Naoki, L, Mahito, K, Nobukazu, N. Ecological and social evaluation of landscape in a rural area with terrace Paddy field in southwestern Japan [J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 70(1): 60-71.
- [7] 李振民, 邹宏霞, 易倩倩, 等. 梯田农业文化遗产旅游资源潜力评估研究[J]. 经济地理, 2015, 35(6): 198-208.
- [8] 陆玉麒. 云南哀牢山的梯田景观[J]. 热带地理, 1994, 14(2): 180-185.
- [9] 毛佑全. 哈尼族梯田文化论[J]. 农业考古, 1991, (3): 291-299.
- [10] 王清华. 云南亚热带山区哈尼族的梯田文化[J]. 农业考古, 1991, (3): 300-306.
- [11] Van, O K, Govers, G, Desmet, P. Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage [J]. Landscape Ecology, 2000, 15: 577-589.
- [12] 李军明, 邓敏. 龙脊梯田农业文化与梯田景观保护机制研究[J]. 农业考古, 2014, (4): 324-328.
- [13] 徐义强, 李凯冬. 农业文化遗产红河哈尼梯田保护与开发刍议[J]. 农业考古, 2013, (1): 279-281.
- [14] Valentin, C, Agus, F, Alamban, R, et al. Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2008, 128(128): 225-238.
- [15] 陈蝶, 卫伟, 陈利顶, 等. 梯田生态系统服务与管理研究进展[J]. 山地学报, 2016, 34(3): 374-384.
- [16] 刘某承, 熊英, 白艳莹, 等. 生态功能改善目标导向的哈尼梯田生态补偿标准研究[J]. 生态学报, 2017, 37(7): 1-8.
- [17] 谢雯颖, 田昆, 刘令聪, 等. 哈尼梯田人工湿地旅游利用中生态系统可持续性及其传统文化保护[J]. 湿地科学与管理, 2012, 8(1): 56-59.
- [18] Shi, j c. The Hani Terrace field at Honghe: Typical Chinese Wetland [J]. Journal of Yunnan Nationalities University, 2004, 21(5): 77-81.
- [19] 陆祥宇. 稻作传统与哈尼梯田文化景观保护研究[D]. 北京: 清华大学, 2012.
- [20] 谈燕君. 基于客家生态文化的景观研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [21] 张小娟, 宋维峰, 吴锦奎, 等. 元阳梯田水源区土壤水氢氧同位素特征[J]. 环境科学, 2015, 36(6): 2102-2108.
- [22] 段兴凤, 宋维峰, 李英俊, 等. 湖南紫鹊界、云南元阳及广西龙脊古梯田研究进展[J]. 亚热带水土保持, 2011, 23(1): 31-35.
- [23] 角媛梅, 张丹丹. 全球重要农业文化遗产: 云南红河哈尼梯田研究进展与展望[J]. 云南地理环境研究, 2011, 23(5): 1-6+12.
- [24] 王浩, 叶文, 薛熙明. 遗产视角下的元阳哈尼梯田旅游开发——基于国内外梯田旅游发展模式的研究[J]. 旅游研究, 2009, 1(3): 23-32.
- [25] 王龙, 宋维峰, 杨寿荣, 等. 广西龙脊梯田区森林枯落物水文效应研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6): 84-88.
- [26] 向欢欢, 沈世伟. 国内梯田旅游研究进展[J]. 现代化农业, 2016, 5: 51-53.
- [27] 刘宇, 吕一河, 傅伯杰. 景观格局-土壤侵蚀研究中景观指数的意义解释及局限性[J]. 生态学报, 2011, 31(1): 267-275.
- [28] 郑新奇. 景观格局空间分析技术及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [29] Geoffrey, W, 孙业红, 吴平. 梯田与旅游——探索梯田可持续旅游发展路径[J]. 旅游学刊, 2014, 29(4): 12-18.
- [30] 高玉玲, 王健. 中国梯田旅游景观开发的前景与模式——对紫鹊界梯田、龙脊梯田和元阳梯田旅游开发比较研究[J]. 中共青岛市委党校青岛行政学院学报, 2011, (4): 86-91.
- [31] 角媛梅, 杨丽萍. 哀牢山区哈尼梯田的分形特征[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4583-4589.
- [32] 角媛梅, 杨有洁, 胡文英, 等. 哈尼梯田景观空间格局与美学特征分析[J]. 地理研究, 2006, 25(4): 624-632.
- [33] 王妍, 张超, 宋维峰, 等. 元阳梯田空间分布特征研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(2): 103-107.