

文章编号: 1008-2786-(2019)3-424-14

DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000435

基于三维量化与因子聚类方法的山地传统聚落 形态分类:以黔东南苗族聚落为例

贾子玉¹,周政旭^{2*}

(1. 北京林业大学 园林学院, 北京 100084; 2. 清华大学 建筑学院, 北京 100084)

摘 要:传统聚落空间形态是聚落地域性景观与文脉价值的集中载体,对其形态的保护与延续是乡村聚落规划设计的重要原则与策略。其中,山地传统聚落因所处地形复杂而具有区别于平原聚落的突出的竖向形态特征,但当前研究普遍缺少针对聚落三维形态的综合量化方法。本文在已有的聚落二维平面空间形态研究基础上,创新性引入竖向空间和建筑混乱度两方面指标,构建山地传统聚落三维形态量化指标体系,以黔东南苗族山地传统聚落为例,运用因子分析和聚类分析方法研究苗族聚落形态特征与类型。主要结论如下:(1)因子聚类将聚落形态指标综合提取为三维空间因子、规模形态因子、空间结构因子三大主要因子;(2)聚类分析实现了对所涉及苗族聚落形态的有效划分;(3)在此基础上,本文结合自然环境等其他质性因素,将苗族聚落形态划分为深谷山腰型松散指状聚落、缓坡型松散团带状聚落、平坡型致密团状聚落、复合地形松散指状聚落 4 种典型类型,并进一步解释了不同类型聚落形态的异同与生成逻辑,实现了对苗族聚落三维形态的科学表征与分类。这一方法科学有效地揭示了山地聚落形态的三维本质特征,对未来聚落形态规划与分类保护提供了有益的量化导引。

关键词:山地聚落;三维形态;量化指标;因子与聚类分析;形态类型

中图分类号: TU982.29

文献标志码: A

传统乡村聚落是人类社会的历史源头与根据地,它们是不同的人们在特定自然条件下按照一定的组织规律构成的生产生活居所,其规模、布局、肌理、结构等形态特征是特定自然规律和经济文化在物质空间上的体现,也是地域性景观与文脉价值的集中载体^[1-5]。传统聚落蕴含了生态、历史、社会等多重价值,历经千年而长盛不衰,但在当今城镇化、工业化的时代浪潮下,聚落经济结构、社会生活方式与空间形态均发生了深刻变革与重构,伴随着新村建设、乡村旅游等政府操控的介入,传统聚落缓慢有机、自下而上的生长与更新过程被打破,在带来发展机遇

的同时也不可避免地造成了聚落形态破坏、生态失衡、文脉断裂等众多问题^[6-7]。同时,我国传统聚落数量众多、分散广布,呈现出复杂多样的风貌类型,面临着截然不同的保护与发展问题,但在村落实践中却往往因并为一谈的粗放管理而导致千村一面、特色消失的问题。如何科学高效地应对这些问题,使万万千千传统聚落在现代化进程中能够传承地域风貌与特色文脉,实现可持续发展,是国内外乡村建设的核心论题^[8-9]。当前,“延续肌理、保护原有形态”是乡村聚落规划与设计领域的共识原则与关键策略^[10-11],规划师与设计师必须在结合不同地域特

收稿日期(Received date):2019-01-07;改回日期(Accepted date):2019-06-05

基金项目(Foundation item):国家重点研发计划项目(2018YFD1100303);清华大学中国新型城镇化研究院开放基金项目(TUCSU-K-17024-01)。^{〔National Key R&D Program of China(2018YFD1100303);Special Fund of Institute for China Sustainable Urbanization of Tsinghua University(TUCSU-K-17024-01)〕}

作者简介(Biography):贾子玉(1994-),女,北京人,硕士研究生,主要研究方向:聚落景观研究。^{〔JIA Ziyu(1994-),female,born in Beijing,M.Sc candidate, research on traditional rural settlement landscape〕}E-mail: jiaziyu1994@163.com

* 通讯作者(Corresponding author):周政旭(1984-),男,博士,助理教授,主要研究方向:聚落与乡村。^{〔ZHOU Zhengxu(1984-),male,Ph.D., assistant professor, specialized in settlements and rural study〕}E-mail:zhouzhengxu@tsinghua.edu.cn

色的基础上更加科学、定量地认识聚落空间形态的特征,解析聚落形态的不同类型与发展规律,为空间规划实操提供更加高效的指导。

对传统乡村聚落形态与类型的研究在建筑学、城乡规划学、地理学等学科长期开展,经典的研究方法是定性的现象总结与归纳描述,以聚落平面形态为主要研究对象,结合聚落的地理分布^[12-13]、地形条件^[14-15]、文化内涵^[5, 16-17]等内外部条件,以定性方式对聚落进行描述归纳并划分类型,常见分类的描述方式有如“散点型”“组团型”“条带型”,或如“高地团块型”“坡地团块型”“山顶线带型”等等。近年来国内外学者融合数学、计算机辅助科学等研究方法以及新兴智能技术对聚落形态进行更为科学的量化分析,主要研究方法分为两类。第一类立足于“图论”理论,运用空间句法工具从空间的拓扑特征出发^[18],通过空间深度、连接度、集成度、智能值等量化指标研究聚落空间形态的深层结构性特征,进而分析空间关系中反映出的社会组织结构以及文化内涵^[19-23]。第二类基于“图学”理论,关注于聚落抽象出的平面图形,通过数学模型、统计分析等方式量化聚落平面的形态、结构和秩序等属性,常见的量化指标包括建筑面积、建筑间距、与聚落方向相关的求心量、建筑方向性序量以及聚落边界形状指数、空间分维值等^[24-27]。其中部分研究结合对聚落社会经济、地理因素等外部因子的量化划分聚落形态类型,进而探讨不同聚落的形成机制^[28-30]。

从量化角度对传统聚落进行分析,对解析空间表征下更深层次的聚落本质特征具有积极意义。目前已有的量化研究有效的扩展了聚落形态研究的方法与视野,然而,以上学者的研究范围主要集中于平原地区传统聚落,分析重点通常限于聚落二维平面的形态与结构,对地形主要采用直观描述与定性分析,缺失对聚落三维形态的量化描述。事实上,某些具有相似平面的聚落在三维空间中却呈现出极大的差异,尤以山地区域的传统聚落最为显著。相比于平原地区,山地聚落依附于山川起伏、地形复杂的自然环境,形成了适应于山地环境的生产生活方式,导致聚落形态呈现出显著的三维立体属性,并逐渐固化为山地民族特有的空间观念和模式^[31]。中国是一个多山的国家,全国2/3的土地资源集中于山地,内陆山地城市接近400个,山地建制镇共有1万余个,超过全国城镇总数的2/3^[32]。山地是民族、资

源、地域文化多元共生的典型地带,是山地民族聚落诞生发展的基础环境。作为聚落基址,地形决定并限制着山地聚落的发展规模与态势,不仅是聚落整体空间密不可分的部分,也是聚落形态特征、生产生活方式形成的重要原因。因此,在对山地聚落形态进行研究时,应将聚落视为三维空间中包含平面结构、竖向布局等多维属性的整体,建立一种综合的山地聚落三维形态量化与分类方法,为传统聚落形态的研究与分类保护提供科学指导。

位于我国贵州省黔东南自治州的苗族聚落是山地民族聚落的典型案例,其聚居之地山高涧深、地形复杂、生境敏感,苗族人民在黔东南山地自然地理环境中营建家园,顺应于起伏多变的地形条件,产生了多样而立体的聚落形态。当前,对于黔东南苗族聚落形态的研究以定性方法为主:部分学者单独从聚落整体平面、建筑组团形态出发,将聚落形态类型划分为:“成片型、成条型、成串型、附生型、群集型”^[33-34];或“单团聚式”与“多团聚式”^[35];认为聚落整体呈现出大集中、小分散态势,内部建筑紧凑均匀、随机有序排布^[36];在聚落形态的基础上,也有学者从聚落与自然山水环境镶嵌关系出发,将聚落总结为与“自然山林互嵌的正三角形”^[37];“建筑群”为核心与“梯田、水系、山林”的不同组合模式^[35];或进一步将聚落形态类型细分为“依形就势型、依山傍水型、山洞型”^[38];以及“山间团状、河谷带状、半山簇状”^[39]等等。通过对已有的苗族聚落形态研究梳理发现,当前研究局限于定性分析的方法,倾向于综合山、水、林、田等自然环境状况对聚落进行类型划分,而对于聚落本身形态描述方式的选取却较为片面而随意,缺乏精准的量化方法。此外,虽有纳入地形因素但缺乏对聚落三维空间特征具体细致的考量,并且未能将边界形态、空间结构等已有指标与地形特征有效结合,使得当前对苗族聚落形态的研究与认识仅仅停留在平面维度上的描述与总结,难以科学精准地指导聚落空间的规划设计。

那么,对于山地传统聚落的三维特性,应如何用更加科学、系统、量的方式表征其形态特征并进行类型划分呢?本文在聚落二维平面量化方法基础之上,结合因子与聚类分析,试图探索一种综合的聚落三维形态量化与分类方法,并通过黔东南苗族传统聚落的案例进行实证,试图为山地传统聚落形态类型研究提供一个的新的量化视角,为聚落的规划设计

与保护发展提供一定的科学依据。

1 研究方法

1.1 山地传统聚落三维形态量化指标体系

基于对现有研究的梳理以及对山地聚落三维空间的考量,本文建立了基于山地聚落平面空间、竖向空间以及建筑混乱度三方面的聚落三维形态特征量化指标体系,以综合表征山地聚落形态的总体特征。三方面子项系统进一步展开又可分为九项具体因素,通过多要素多层次的综合评价准确把握山地聚落形态的整体特征,并为后续的形态类型划分提供基础(图1)。

(1) 平面空间描述指标

在研究聚落平面空间时,将聚落边界和内部区域作为两个相对独立的部分进行研究^[40],边界限定了聚落二维平面空间的面积和形态,可借助边界形状指数分析方法进行分析^[26]。边界形状指数代表聚落边界的复杂程度,其数值越高说明边界越凹凸破碎。边界形状指数结合聚落边界图形长宽轴之比,将聚落平面形状大致分为团状、带状和指状三种形态类型,公式如下:

$$S = \frac{P}{(1.5\lambda - \sqrt{\lambda} + 1.5) \sqrt{A\pi}} \quad (1)$$

式中: S 为聚落边界指数; P 为聚落边界周长(m); A 为聚落面积(m^2); λ 为长宽比。

对于聚落边界内部空间,本文首要关注于实体建筑之外的虚空空间,主要由街道、广场、绿地等公共空间构成。一般来说建筑密度越高,聚落空间就越致密紧凑。但建筑密度相同的聚落可能因建筑排

布方式的不同而具有异质的空间结构,因此引入公共空间分维值进行补充^[41]。传统聚落基于自组织的规划逻辑生成,公共空间图斑呈现为复杂破碎而具有自相似性图形,其分维值越高,代表空间结构化程度越高,公式如下:

$$D = \frac{2\lg(\frac{P}{4})}{\lg(A)} \quad (2)$$

式中: D 代表公共空间斑块分维值; P 代表公共空间图斑周长(m); A 代表公共空间图斑面积(m^2)。

(2) 竖向空间描述指标

山地聚落竖向形态丰富多变。常用的高程、坡度、坡向等指标更适于微观层面上局部地形特征的精确刻画,而并不能反映出如丘、谷、坝组合的复合式地形等非均匀性变化地形的整体特征。本文选用地势起伏度与地表粗糙度两项指标从宏观层面描述聚落基地地形的三维特征。通过 ArcGIS 提取聚落地形图等高线和高程点,生成研究区 DEM 数据,并按照图像分辨率 1 m 重新采样,以适用于聚落尺度研究。

地势起伏度能定量描述地貌形态,反映地表切割侵蚀程度,主要运用在地貌学领域^[42]。以 DEM 数据为基础,地势起伏度是指在某一确定面积内所有栅格中最大高程与最小高程之差,计算公式如下:

$$R = H_{\max} - H_{\min} \quad (3)$$

式中: R 为聚落平面范围内地势起伏度值; H_{\max} 、 H_{\min} 分别为平面范围内最高高程(m)和最低高程(m)。

地表粗糙度同样用于刻画地表起伏变化与侵蚀程度,一般定义为地表单元的曲面面积与其在水平面上的投影面积之比,反映真实地表面积与其垂直

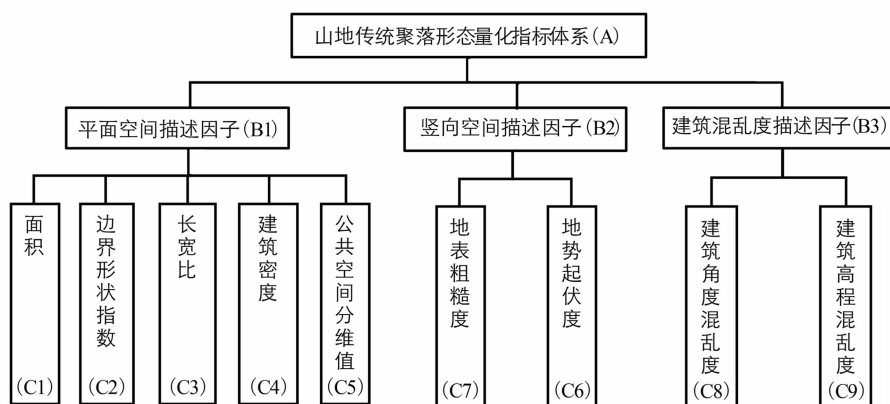


图1 山地传统聚落三维形态量化指标体系

Fig. 1 Three-dimensional form quantitative index system of traditional mountain settlement

投影面积的差异^[43]。这一指标对沟壑褶皱纵横的山地地形有较高的概括性,公式如下:

$$T = \frac{S_{\text{DEM}}}{S_{\text{level}}} = \sec \theta_i \quad (4)$$

式中: T 表示地表粗糙; θ 代表单个地形栅格的坡度值; S_{DEM} 为地表面积(m^2), S_{level} 为地表水平投影面积(m^2)。

(3) 建筑混乱度描述指标

受地形影响,山地建筑聚落内部建筑混乱程度相比平原更高。平面上体现为建筑单体间方向角差异大,竖向上体现为建筑间标高差异大。本文以建筑角度混乱度以及建筑标高混乱度作为度量指标,体现聚落三维形态。计算时将聚落内面积小于 30 m^2 的建筑排除在外,以排除如粮仓等体量微小且方向性模糊的次要建筑的影响,把握主要建筑的宏观布局规律。

建筑角度混乱程度高表明建筑布置缺乏统一的人工规划或聚落内缺少对建筑产生吸引力的空间“中心”。本文采用一种宏观便捷的方式进行计算:以建筑长轴的垂直方向为建筑方向,测量聚落内各建筑方向角度,并以 30° 为区间画出建筑角度频率直方图,选取频率最高的方向区间作为聚落建筑主要角度。建筑角度混乱度公式如下:

$$I_a = 1 - M \quad (5)$$

式中: I_a 为建筑角度混乱程度; M 为聚落建筑主要角度的频率。

建筑高程混乱度表征了聚落内民居随地形变化而产生竖向高差分异情况。以建筑物重心所在位置标高为建筑高程,则建筑标高混乱度为聚落内各建筑标高的标准差,公式如下:

$$I_h = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H_i - \mu)^2} \quad (6)$$

式中: I_h 为建筑高程混乱度; N 为聚落中统计建筑数量。

1.2 数据处理与分析方法

本文通过多指标量化聚落三维形态,并采用因子分析法(Factor Analysis)将多指标综合为数量较少且相互独立的几个关键因子,再利用聚类分析法(Cluster Analysis)对山地聚落三维形态进行科学类型划分。

因子分析是统计学中常见的一种多元降维统计方法。通过分析原始数据相关系数矩阵内部结构关

系,将具有复杂关系的多个指标变量转化为少数几个互不相关的随机变量组,即主要因子,以再现原始变量与主因子之间的相互关系。聚类分析方法是一种研究“物以类聚”的多元变量统计方法。其从数据本身出发,综合利用多个指标信息并根据指标之间相似程度为划分依据对样本进行分类,避免了主观随意性,本文选用层次聚类法(Hierarchical Clustering)^[44]。

2 研究对象与数据来源

本文研究的苗族传统聚落均位于黔东南苗族侗族自治州雷山县及从江县境内。雷山县位于黔东南州西南部,地处云贵高原向湘桂丘陵盆地过渡的斜坡地带,地势东北高,西南低,县域面积约 1218 km^2 。从江县位于黔东南州东南部,云贵高原向广西丘陵山地过渡地带,县域面积约 3244 km^2 。雷山与从江两县境内山地面积分别占全县国土总面积的 92.82% 与 91.34% ^[45-46],是典型的山地县。在山地纵横、河流深切的自然环境中,苗族聚落因地制宜地形成了与山体垂直分布特点相呼应的山地聚落空间格局,聚落的三维形态特征极为突出。本文选择其中23个典型苗族聚落为分析对象,所使用的聚落平面及高程数据主要来源于当地住房和城乡建设部门提供的传统村落地形图,并结合实地踏勘进行补充和校正。在此基础上,结合民族志、地方志等文本素材、谷歌卫星地图以及实地调研收集的聚落鸟瞰照片、测绘图等聚落空间信息进行比较对照。最终各样本聚落的形态指标量化数据描述统计量如表1所示。

表1 指标数据描述统计量

Tab. 1 Indicator data statistic description

指标	极小值	极大值	均值	标准差
聚落面积/ m^2	5115.51	125275.00	48341.19	29274.55
形态指数	1.08	3.55	1.96	0.67
长宽比	1.02	3.13	1.81	0.55
建筑密度	0.23	0.52	0.33	0.08
公共分维度	1.41	1.53	1.46	0.04
地势起伏度/ m	14.31	118.29	65.50	28.61
地表粗糙度	1.04	1.23	1.11	0.04
建筑角度混乱度	0.07	0.62	0.47	0.13
建筑高程混乱度	2.84	24.69	13.92	5.95

注:样本量 $n=23$ 。

3 结果与讨论

3.1 因子分析过程及结果

利用 SPSS(20.0)统计软件进行因子分析,矩阵特征值与方差贡献率(表 2),SPSS 软件所提取特征根大于 1 的前 3 个因子为主要因子,累积方差贡献率为 84.41%,可较好描述聚落形态特征。采用最大方差法进行因子旋转(表 3),旋转后第 1 主因子在地势起伏度、地表粗糙度、建筑标高混乱度以及建筑角度混乱度上有较大荷载,这些指标直接或间接体现聚落三维空间形态信息,故命名为“三维空间因子”,方差贡献率为 34.47%;第 2 主因子在

聚落面积、形态指数上有较大荷载,主要体现聚落尺度以及边界复杂程度,故命名为“规模形态因子”,方差贡献率为 26.35%;第 3 主因子在公共空间结构程度、建筑密度及聚落平面长宽比以及上有较大荷载,主要反映空间的结构和密度,故命名为“空间结构因子”,方差贡献率为 23.59%。

3.2 聚类分析过程及结果

根据因子分析得出的 3 个主要因子对 23 个黔东南苗族聚落样本数据进行分层聚类,得到聚类谱系图(图 2)。通过观察谱系图发现,当将聚落形态分为 4 种类型时,各类别所含对象个数相近且类别数量适宜,是最为理想的分类方法,故将本文涉及的黔东南苗族聚落三维形态划分为 4 种类型。

表 2 因子分析的矩阵特征值与方差贡献率

Tab.2 Matrix eigenvalue and variance contribution rate of factor analysis

编号	解释的总方差								
	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	5.07	56.32	56.32	5.07	56.32	56.32	3.10	34.47	34.47
2	1.49	16.50	72.84	1.49	16.50	72.82	2.37	26.35	60.82
3	1.04	11.58	84.41	1.04	11.58	84.41	2.12	23.59	84.41
4	0.58	6.49	90.89						
5	0.41	4.59	95.48						
6	0.25	2.73	98.21						
7	0.13	1.42	99.63						
8	0.02	0.21	99.83						
9	0.02	0.17	100.00						

表 3 主因子荷载矩阵

Tab.3 Principal Factor Load Matrix

形态指标	旋转前			旋转后		
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 1	因子 2	因子 3
聚落面积/m ²	0.67	0.60	-0.30	0.31	0.90	-0.08
边界形状指数	0.70	0.33	-0.51	0.16	0.88	0.23
建筑密度	-0.91	0.15	0.30	-0.43	-0.59	-0.63
长宽比	0.52	-0.67	-0.096	0.26	-0.05	0.81
公共空间分维值	-0.55	0.63	0.36	-0.10	-0.15	-0.90
地表粗糙度	0.77	-0.16	0.46	0.86	0.04	0.30
地势起伏度/m	0.85	-0.06	0.360	0.88	0.29	0.20
建筑角度混乱度	0.76	0.33	0.19	0.70	0.49	-0.00
建筑高程混乱度	0.90	-0.01	0.30	0.85	0.31	0.27

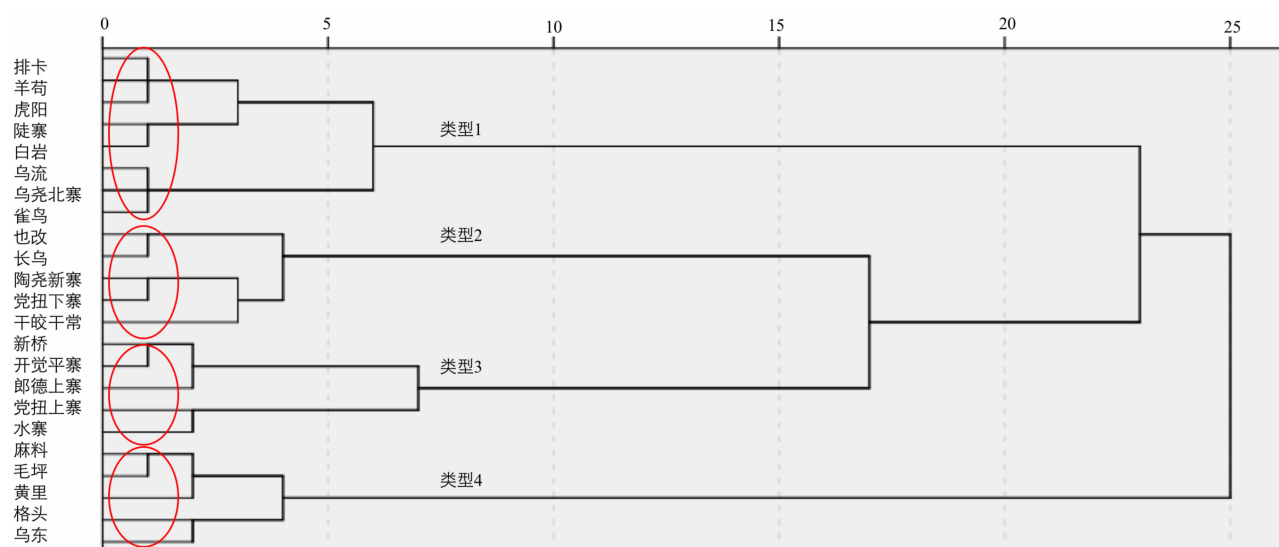


图2 聚类谱系图

Fig. 2 Cluster pedigree

3.3 聚类分析结果解析

考察比较各个类别间聚落平面、三维形态以及建筑混乱度等指标信息,结果表明同一类型内不同聚落间具有较高相似度,而不同类型间聚落具有明显的差异性。结合聚落所处自然环境、地形条件,结合定性分析方法对结果进行检验,发现聚落类型的划分除了与平面形态结构相关外,与其三维空间特征,尤其是与其所处地形类型相关性很强,说明分类结果具有很强的现实意义。最终结合聚落三维形态与聚落地形,将苗族聚落的4种不同类型命名为:深谷山腰型松散指状聚落、缓坡型松散团带状聚落、平坡型致密团状聚落以及复合地形松散指状聚落(表4)。

(1) 类型1:深谷山腰型松散指状聚落

以排卡、羊苟、虎阳、白岩、陡寨、乌流、乌尧北寨、雀鸟为代表,这一类聚落地形复杂程度最高,平面边界极为凹凸曲折,具有呈带状倾向指状形态的发展态势(乌尧北寨与陡寨为团状,但在全部样本数据中两村形态指数仍属于较高,边界较为破碎,有指状发展的趋势)。指标表明,类型1聚落的平均地势起伏度、地表粗糙度、建筑角度混乱度、建筑标高混乱度、长宽比几项指标在所有类别间均是最高水平,边界形状指数高居第二。考察发现,此类聚落均位于高山深谷间地表褶皱密布的山腰地带(虎阳位于山脊),横跨多条山间沟壑,基地地形破碎。建筑因地制宜布置,朝向与标高统一度低,导致聚落边

界凹凸错落,内部结构性较弱。深谷山腰纵向地形落差大、坡度陡,聚落沿等高线横向发展,故呈现带状趋势。择址于地势险峻易守难攻的峡谷山腰不仅满足了战争年代的防御性需求,且充分考虑了生产生活的需要:聚落上接山林,下临梯田,山林既能保证聚落不受山洪威胁又能涵养水源,溪水由山林引出后先经由村内人畜使用后向下排出,为梯田提供水肥,体现了传统生态文明的智慧。

(2) 类型2:缓坡型松散团带状聚落

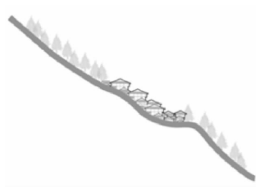
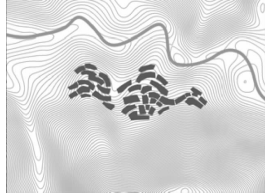
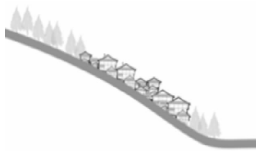
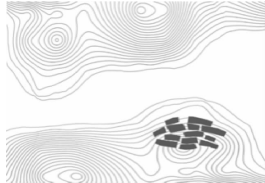
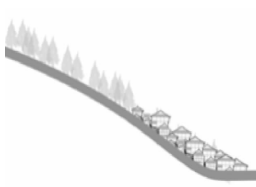
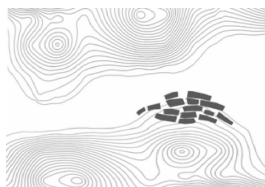

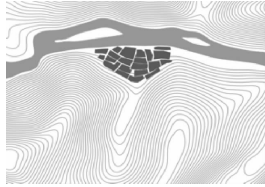

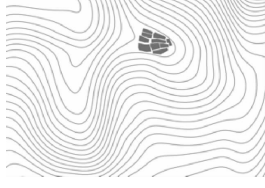
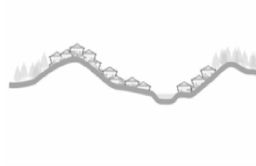
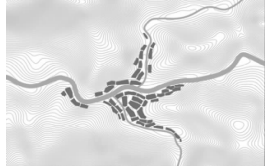
这一类型聚落平面边界较为简单规整,空间结构相对松散,建筑密度与公共空间分维度处于中低水平。三维层面上看,地形复杂度指数均较低。经实际考察,聚落均选址于少有沟谷褶皱变化、地形简单的山坡地带。类型2内部又因地形条件的不同而分为两小类关系更为密切的聚落:第1子类包括长乌、也改,位于面积较大且周围环境平整均质的山坡地带,因缺少地形牵引或限制而向四周均匀蔓延,呈现团状,且聚落规模中等偏大。第2子类为陶尧新寨、党扭下寨、干皎干尧。陶尧新寨与干皎干尧均背山面田,位于靠近山脚线的山坡底部;党扭下寨则位于山坡微微凸起的山脊线上。在“占山不占田”的原则下,聚落沿山形地势构建出与田地的边界,顺延边界呈带状发展,规模较小。

(3) 类型3:平坡型致密团状聚落

这一类型聚落规模中等,地表起伏度与粗糙度处于中低水平,聚落内部空间致密,属于高密度、高

表 4 苗族聚落三维空间形态类型及特征

Tab. 4 Three-dimensional spatial form types and characteristics of Miao settlement

类型	子类	选址特征	聚落三维形态	剖面模式	平面布局模式	代表聚落
I. 深谷山腰型 松散指状聚落		主要选址在高山深谷间落差大、褶皱密布的山腰地带	中大规模带状倾向指状聚落,聚落密度与结构化水平极低,地形复杂度、建筑混乱度极高			排卡、羊苟、虎阳、陡寨、白岩、乌流、乌天北寨、雀乌
II. 缓坡型松散团带状聚落	II _A . 团状型	选址在地形简单的平整山坡	中等规模团状聚落,聚落密度与结构化水平较低,地形复杂度、建筑混乱度较低			长乌、也改
	II _B . 带状型	顺延山脊或山脚	中等规模带状聚落,其他特征同上			陶尧新寨、党组下寨、干皎干尧
III. 平坡型致密团状聚落	III _A . 中等规模型	选址在平坦或坡度较小的山坳间盆地,临近河流,周围山体较陡峭	中等规模团状聚落,高密度,高结构化,地形复杂度与建筑混乱度较低			郎德上寨、开觉平寨、新桥
	III _B . 小规模型	选址在落差小、地形简单的平整山坡	小规模团状聚落,高密度,高结构化,地形复杂度与建筑混乱度极低			党组上寨、水寨
IV. 复合地形 松散指状聚落		覆盖山丘、溪谷、平坝组合而成的复合地形	大规模指状聚落,聚落结构化水平较低,地形复杂度与建筑混乱度处于中等偏高水平			麻料、毛坪、黄里、格头、乌东

结构化聚落,组内根据聚落规模大小差异可细分为两子类。第1子类聚落规模中等,包括郎德上寨、开觉平寨以及新桥,选址于山坳间坡度适宜的平坝及坡地上,周围环绕陡峭山体,一面临近河流,形成背山面水的格局,梯田位于河流平坝或对岸山坡。这一类聚落位于山水、田地相夹之间,用地较为紧张,聚落顺延地势形成团状平面,为提高土地利用效率而高密度建设。又因基地地形相对简单,空间并不局促,便发展出相对规整的路网及秩序性的建筑排

布方式,空间结构化水平较高,形成了中等规模致密团状聚落。第2子类聚落包括党组上寨和水寨,聚落规模极小,面积均不足0.8 ha,经考察,聚落所在基址地形极为简单。党组上寨位于山脊坡地平台,两边为山谷,上下为陡坡山林与梯田。水寨位于临河凸岸的平缓坡地,三面环水一面临山,梯田位于两侧山腰。两处基地的共性是地面起伏很小,落差变化均匀且地表无较大的凹凸褶皱变化,同时基地面积较小,两聚落内部都仅有几十座紧密相邻的民居

建筑形成组团。这一类聚落在有限的平整基地上建设高密度的聚落,在无法居住的陡坡开辟梯田、在山顶保育山林,形成了致密的小规模团状形态。

(4)类型4:复合地形松散指状聚落

类型4包括麻料、毛坪、黄里、格头、乌东。这一类型聚落平均规模最大,平面均为指状且平均边界形状指数最高,聚落密度与结构化水平较低,地势起伏度、地表粗糙度、建筑混乱度均处于中高等水平。聚落处于丘、谷、坝组合交融的复合地形之上,顺延多条山谷沟壑走势自然生长,从沟谷蔓延至两侧缓坡。以乌东为例,聚落最初选址于三条山溪交汇的溪谷平坝,村民沿溪构造“山冲田”满足耕作需求,在山顶保育山林避免洪灾,聚落顺延三条溪谷冲田而上,呈现指状形态,是溪谷间复合地形建寨的典例。与乌东情况类似,毛坪、黄里、格头位于河流交汇冲刷而成的河谷平坝间,水系穿越村落,四周环山,梯田沿水系沟谷向山上山下层层堆叠,聚落沿田地河流向周边山坡沟谷方向呈指状发展。而麻料选址在三条山脊相交形成的凹谷中,聚落沿山脊线发展,聚落下方开辟为梯田。总结来说,由于受到多方交汇的山谷河流形成的多方向地形外力的牵引,这一类聚落平面边界破碎,呈现指状,聚落与周围山水环境基质相互嵌套,关系尤为紧密。聚落顺延地形多方向发展,自然生长,聚落内部结构性较弱。

3.4 黔东南苗族聚落三维空间形态特征小结

在耕地稀缺、生态破碎的山地环境中,黔东南地区的苗族人民从选址、营建多个环节对山水地形合理选择、改造,开辟耕地、构建民居村寨,形成了多种多样、特征鲜明的聚落形态。苗族聚落根据所处自然环境的差异而形态不一,但均体现较强的防御性特征以及山地稻耕农业生计模式下巧选地形、积蓄山林、营建梯田的生态理念,深刻影响着苗族聚落三维空间的形态特征,并逐渐固化为该区域苗族人民理想家园聚落的空间原型。

4 结论与讨论

传统乡村聚落的空间形态蕴含了传统营建的智慧与经验,对其肌理与形态原真性的研究与保护尤为重要,是村落维系地域文脉、达成可持续发展的必要条件。当前我国乡村建设方式较为粗放,导致地域景观退化、生境破坏、文脉断裂等众多问题,其中

很多是由于对聚落形态特征与形成机理认识的不足造成。因此,应根据不同地域特性对聚落形态进行多维度、全方面、科学量化的研究,对其特征与价值形成重新认识。

基于这一考虑,本文通过引入三维因子对现有传统聚落量化方法进行补充,构建了山地聚落三维形态特征量化指标体系,并以黔东南州苗族聚落为例进行实证分析,研究结论如下:

(1)基于平面空间、竖向空间以及建筑混乱度三方面指标构建山地聚落三维形态特征量化指标体系,并运用因子分析将指标提取为三维空间因子、规模形态因子、空间结构因子3大主要因子,进而结合聚类分析法对聚落形态进行类型划分,初步建构了一种科学、系统的山地传统聚落三维形态量化与分类方法。

(2)针对黔东南州苗族聚落的典型案例进行实证研究,分类结果与聚落地形选址等因素相互印证,得出4种典型苗族聚落三维形态类型,分别是:①深谷山腰型松散指状聚落;②缓坡型松散团带状聚落;③平坡型致密团状聚落;④复合地形松散指状聚落。分析表明,聚落形态特征因自然环境各异,但均具有一定的防御特征以及山地稻耕农业生计模式下巧选地形、积蓄山林、营建梯田的生态理念,是苗族人民理想家园聚落空间原型的不同表现形式。

实证发现,该方法初步实现了聚落三维形态的量化描述与科学比较,揭示了聚落形态的内在规律,具有良好的分类效果。这一方法覆盖了较为全面的聚落平面与三维形态量化指标,并对指标行了提炼与综合,形成了一种科学而综合的形态量化与分类方法。具体而言,首先,在对聚落平面形态特征的描述上,运用定量的方法将聚落总结为团状、带状、带状倾向团状、无明显倾向指状、团状倾向指状、带状倾向指状6种模式,并对聚落内部建筑与公共空间的密度、结构化程度进行了细致量化,提炼并规范了当前形态分类较为随性的定性方法。其次,在竖向形态特征上,引入三维空间因子,对处于不同地形复杂程度的聚落进行了有效区分。实验证明,三维空间因子是影响分类结果的首要决定因素,可见其对于表征与划分山地聚落形态的重要性与必要性。三维量化因子的引入在一定程度上拓展了目前对山地聚落三维空间特征差异的认识深度,使分类原则不再简单取决于聚落与山脚、山腰、山顶的位置关系,

而是更细致的总结并区分出了褶皱山腰、平坡、缓坡、复合地形聚落形态的量化差异。再次,将聚落二维与三维形态量化指标进行了科学提炼与综合,形成了系统、宏观的表征聚落多维形态特征的方法。这一方法有助于全面理解聚落三维形态的细微差异,使得以往感性认知有了量化数据的支撑,可进一步为该地域内新村建设中苗族聚落形态规划与分类保护提供量化导引。

当然,目前这一方法仍存在不足,如建筑角度的量化方法有待优化,高程数据精确性有待提升等。在未来,随着开源高程数据精度的提高以及三维激光技术的应用,可进一步获取高精度的高程数据。同时,本研究对象均为黔东南苗族聚落,所体现的仅是这一地域内苗族聚落的形态特征,有一定局限性。而当研究其他地域聚落或跨地域比较研究时,随着样本数量与样本间差异变大,该方法对于不同地域特征、不同形态类别聚落的划分效果应更加显著。因此,这一方法具有广泛的应用前景,在今后的研究中可尝试将该方法运用于超大样本容量的不同民族或地区的聚落形态的比较研究,并运用机器识别等自动或半自动数据获取及分析手段,最终实现对更大广度、更大范围的山地聚落形态的识别与分类。在实际工作中,这将可能为更广大的传统聚落形态规划设计与分类保护提供科学有益的工具,为传统聚落的可持续发展做出贡献。

参考文献 (References)

- [1] 周建明. 中国传统村落: 保护与发展[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014: 1-3. [ZHOU Jianming. Traditional settlement of China: conservation and development [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014: 1-3]
- [2] 吴良镛. 广义建筑学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1989: 10-13. [WU Liangyong. Generalized architecture [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1989: 10-13]
- [3] RAPPORT A. House form and culture[M]. New Jersey: Prentice-Hall, 1969: 20.
- [4] 王路. 村落的未来景象——传统村落的经验与当代聚落规划[J]. 建筑学报, 2000(11): 16-22. [WANG Lu. The future of the village: experience of traditional villages and contemporary settlement planning [J]. Architectural Journal, 2000(11): 16-22]
- [5] 业祖润. 传统聚落环境空间结构探析[J]. 建筑学报, 2001(12): 21-24. [YE Zurun. Modern residential environment & traditional inhabitable culture [J]. Architectural Journal, 2001(12): 21-24]
- [6] LONG Hualou, LIU Yansui. Rural restructuring in China [J]. Journal of Rural Studies, 2016, 47(B): 387-391.
- [7] JUNG H J, RYU J H. Sustaining a Korean traditional rural landscape in the context of cultural landscape [J]. Sustainability, 2015, 7(8): 11213-11239.
- [8] 文剑钢, 文瀚梓. 新型城镇化的基本问题探讨——以苏南城镇化与乡村风貌保护为例[J]. 现代城市研究, 2013, 6(6): 9-19. [WEN Jiangang, WEN Hanzi. Research on basic issues of Nancheng: a case study of urbanization conservation in South Jiangsu [J]. Modern Urban Research, 2013, 6(6): 9-19]
- [9] WOODS M. Engaging the global countryside: globalization, hybridity and the reconstitution of rural place [J]. Progress in Human Geography, 2007, 31(4): 485-507.
- [10] 边宝莲, 曹昌智. 历史文化名城的形态保护与文脉传承[J]. 城市发展研究, 2009, 16(11): 133-138. [BIAN Baolian, CAO Changzhi. The form protection and cultural heritage of historical and cultural cities [J]. Urban Development Studies, 2009, 16(11): 133-138]
- [11] PENDLEBURY J. The conservation of historic areas in the UK: a case study of "Grainger Town", Newcastle upon Tyne [J]. Cities, 1999, 16(6): 423-433.
- [12] 孙大章. 中国民居研究[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004: 105. [SUN Dazhang. Chinese residential research [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2004: 105]
- [13] 德芒戎. 人文地理学问题[M]. 北京: 商务印书馆, 1993: 15. [DE Mangrong. Human geography [M]. Beijing: The Commercial Press, 1993: 15]
- [14] 田莹. 自然环境因素影响下的传统聚落形态演变探析[D]. 北京: 北京林业大学, 2007: 55. [TIAN Ying. Discussion on natural environment factor influencing the traditional settlement form evolution [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2007: 55]
- [15] 吴勇. 山地城镇空间结构演变研究——以西南地区山地城镇为主[D]. 重庆: 重庆大学, 2012: 99. [WU Yong. Study on spatial structure evolution of mountain urban - example of southwest areas of China [D]. Chongqing: Chongqing University, 2012: 99]
- [16] 伍家平. 论民族聚落地理特征形成的文化影响与文化聚落类型[J]. 地理研究, 1992, 11(3): 50-57. [WU Jiaping. On the cultural influence and cultural settlement types of geographical features of national settlement [J]. Geographical Research, 1992, 11(3): 50-57]
- [17] 原广司. 世界聚落的教示 100 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003: 105. [YUAN Guangsi. Revelation of 100 world settlement [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2003: 105]
- [18] HILLIERB, IDAS. Network and psychological effects in urban movement: international conference on spatial information theory [C]. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005: 475-490.
- [19] DASR J. The spatiality of social relations: an Indian case study [J]. Journal of Rural Studies, 2001, 17(3): 362-374.
- [20] 王静文. 传统聚落环境句法视域的人文透析[J]. 建筑学报,

- 2010(S1): 58 - 61. [WANG Jingwen. Human dialysis of traditional settlement's circumstance from a syntactical perspective [J]. Architectural Journal, 2010(S1): 58 - 61]
- [21] LEEW H, KIMJ Y, CHOIM S. A study on spatial structure analysis for comprehensive rural clustered villages development area using the space syntax method technique[J]. Journal of Korean Society of Rural Planning, 2004(4): 19 - 28.
- [22] 孙莹,肖大威,王玉顺. 传统村落之空间句法分析—以梅州客家为例[J]. 城市发展研究, 2015, 22(5): 63 - 70. [SUN Ying, XIAO Dawei, WANG Yushun. XIAO dawei. WANG yushun. A space syntax analysis of Hakka village in Meizhou [J]. Modern Urban Research, 2015, 22(5): 63 - 70]
- [23] 白梅,朱晓. 基于空间句法理论的冀南传统聚落空间形态特征分析—以伯延村为例[J]. 装饰, 2018, 307(11): 126 - 127. [BAI Mei, ZHU Xiao. Feature analysis of spatial form of traditional settlements in southern Hebei based on space syntax; taking Boyan village as an example [J]. Decoration, 2018, 307(11): 126 - 127]
- [24] TIAN Guangjin, QIAO Zhi, ZHANG Yaoqi. The investigation of relationship between rural settlement density, size, spatial distribution and its geophysical parameters of China using Landsat TM images[J]. Ecological Modelling, 2012, 231: 25 - 36.
- [25] 王昀. 传统聚落结构中的空间概念[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 89. [WANG Yun. Space concept in traditional settlement structure[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009: 89]
- [26] 浦欣成. 传统乡村聚落二维平面整体形态的量化方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012: 111. [PU Xincheng. Quantitative research on the integrated form of the two-dimensional plan to traditional rural settlement [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2012: 111]
- [27] 杜佳,华晨,吴宁,等. 黔中喀斯特山区屯堡聚落空间特征研究[J]. 建筑学报, 2016(5): 92 - 97. [DU Jia, HUA Chen, WU Ning, et al. A study on the spatial characteristics of tunpu settlements in the karst and mountainous areas of central Guizhou [J]. Architectural Journal, 2016(5): 92 - 97]
- [28] XI Junyu, CHO Namng. Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban - rural transects: a case study of Guangzhou, China[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 79(1): 96 - 109.
- [29] TAN Minghong, LI Xiubin. The changing settlements in rural areas under urban pressure in China: patterns, driving forces and policy implications[J]. Landscape and Urban Planning, 2013, 120: 170 - 177.
- [30] 马晓冬,李全林,沈一. 江苏省乡村聚落的形态分异及地域类型[J]. 地理学报, 2012, 67(4): 516 - 525. [MA Xiaodong, LI Quanlin, SHEN Yi. Morphological difference and regional types of rural settlements in Jiangsu province [J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(4): 516 - 525]
- [31] 周政旭,封基铖. 生存压力下的贵州少数民族山地聚落营建—以扁担山地区为例[J]. 城市规划, 2015, 39(9): 74 - 81. [ZHOU Zhengxu, FENG Jicheng. Construction of ethnic minority settlement in mountainous area in Guizhou under survival pressure: a case study of Biandan mountain area[J]. City Planning Review, 2015, 39(9): 74 - 81]
- [32] 赵万民. 论山地城乡规划研究的科学内涵—中国城市规划学会“山地城乡规划学术委员会”启动会学术呈述[J]. 西部人居环境学刊, 2014, 29(4): 4 - 9. [ZHAO Wanmin. Scientific connotations of mountain urban and rural planning: the academic statements in the launch conference of Academic Committee of Mountain Urban and Rural Planning, Urban Planning Society of China[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2014(29): 4 - 9]
- [33] 郭庆国. 传统聚落“原风景”研究—以黔东南苗族聚落探索现代地域景观设计[D]. 重庆: 重庆大学, 2008: 79. [GUO Qingguo. Research on the “original scenery” in traditional settlement - Exploring modern regional landscape design with the example of Miao nationality settlement in Qiandongnan Prefecture [D]. Chongqing: Chongqing University, 2008: 79]
- [34] 谢荣幸,包蓉. 贵州黔东南苗族聚落空间特征解析[J]. 城市发展研究, 2017, 24(4): 52 - 58. [XIE Rongxing, BAO Rong. Analysis on spatial characteristics of Miao settlement in qiandongnan, Guizhou province[J]. Urban Development Studies, 2017, 24(4): 52 - 58]
- [35] 谢荣幸,包蓉,谭力. 黔东南苗族传统聚落景观空间构成模式研究[J]. 贵州民族研究, 2017, 38(1): 89 - 93. [XIE Rongxing, BAO Rong, TAN Li. Study on patterns of landscape spatial composition of Miao traditional settlement in qiandongnan [J]. Guizhou Ethnic Studies, 2017, 38(1): 89 - 93]
- [36] 邓锐. 贵州雷山县苗族聚落景观研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013: 80. [DENG Rui. Study on the landscape of Guizhou Leishan Miao settlement [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2013: 80]
- [37] 王乐君. 黔东南苗族聚落景观历史与发展探究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014: 93. [WANG Lejun. The exploration of history and development of Qiandongnan Miao settlement landscape [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2014: 93]
- [38] 张玘. 基于文化生态学的格凸河苗寨文化保护与开发策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2014: 79. [ZHANG Pin. Research on the cultural transmission protection and exploitation of Getu river Hmong village basing on culture ecology [D]. Chongqing: Chongqing University, 2014: 79]
- [39] 杨东升. 论黔东南苗族古村落结构特征及其形成的文化地理背景[J]. 西南民族大学学报(人文社科版), 2011, 32(4): 30 - 34 [YANG Dongsheng. The structural characteristics of ancient village of Miao nationality in qiandongnan and its cultural and geographical background [J]. Journal of Southwest University for Nationalities, 2011, 32(4): 30 - 34]
- [40] 陈紫兰. 传统聚落形态研究[J]. 规划师, 1997(4): 37 - 41. [CHEN Zilan. Traditional settlement morphology research [J].

- Planners, 1997(4): 37–41]
- [41] 张宇,王青. 城市形态分形研究—以太原市为例[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2000, **23**(4): 365–368. [ZHANG Yu, WANG Qing. An Urban-Structure study by applying the fractal theory—based on Taiyuan city[J]. Journal of Shanxi University (Natural Science Edition), 2000, **23**(4): 365–368]
- [42] 王玲,吕新. 基于DEM的新疆地势起伏度分析[J]. 测绘科学, 2009, **34**(1): 113–116. [WANG Ling, LYU Xin. Analysis of the relief amplitude in Xinjiang based on digital elevation model[J]. Science of Surveying and Mapping, 2009, **34**(1): 113–116]
- [43] 曾珍,杨本勇,范建容,等. 基于地表粗糙度地学意义的地表真实面积计算[J]. 遥感技术与应用, 2014, **29**(5): 846–852. [ZENG Zhen, YANG Benyong, FAN Jianrong, et al. Calculating landscape surface area based on the geology significance of the surface roughness [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2014, **29**(5): 846–852]
- [44] 张文彤. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 213–260. [ZHANG Wentong. SPSS statistical analysis advanced tutorial[M]. Beijing: Higher Education Press, 2004: 213–260]
- [45] 雷山县志编纂委员会. 雷山县志[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1992: 10. [Leishan County Annals Editorial Committee. Leishan county annals[M]. Guiyang: Guizhou People's Publishing House, 1992: 10]
- [46] 从江县志编纂委员会. 从江县志[M]. 北京: 方志出版社, 2010: 15. [Congjiang County Annals Editorial Committee. Congjiang County Annals[M]. Beijing: Fangzhi Press, 2010: 15]

A Morphology Study on Traditional Mountain Settlements Based on 3D Quantitative Methods and Factor-Cluster Analysis: A Case of Miao Settlements in Southwest Guizhou, China

JIA Ziyu¹, ZHOU Zhengxu^{2*}





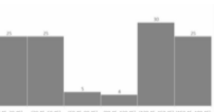




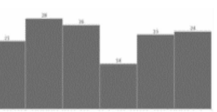




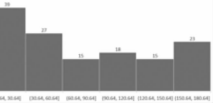




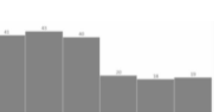


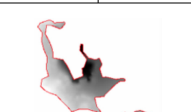

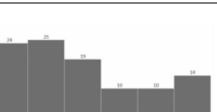




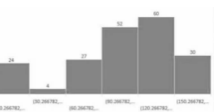




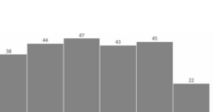




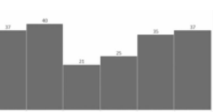
(1. School of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100083, China)

Abstract: Traditional forms of settlements incorporate profound values of regional landscape and cultural context. The protection and continuation of these forms is a principle strategy behind the planning and design for rural settlements. Unlike settlements in plains, traditional mountain settlements have prominent, three-dimensional (3D), morphological features due to their complex topography. However, current research lacks comprehensive, quantitative methods of 3D morphology analysis of mountain settlements. Based on the attributes of horizontal space, vertical space, and building perplexity, this paper established a 3D morphological quantification and classification methodology for mountainous settlements. Considering a set of traditional Miao settlements in Southeast Guizhou province as an example, this paper achieved a scientific division of various settlement forms using factor-cluster analysis. The main findings can be summarized as follows: (1) Factor clustering elicited the settlement's morphological index using three main factors: 3D factor, scale factor, and structure factor. (2) Cluster analysis achieved effective division of the settlement forms. (3) Additionally, the 3D structures of Miao settlements are categorized as follows: star-shaped settlements of low density on the deep valleys of the hillside, round and stripe-shaped settlements of low density on the gentle slopes of the hillside, circular-shaped settlements of high density on flatlands, and the star-shaped settlements of low density on compound terrains. Furthermore, the result explained the difference and similarities, as well as the logic for the generation of different types of Miao settlements. Scientifically and effectively, this method revealed the essential characteristics of mountain settlement forms, and provided quantitative guidance for settlement planning and protection classification.

Key words: mountain settlements; 3D form; quantitative indexes; factor-cluster analysis; morphology type





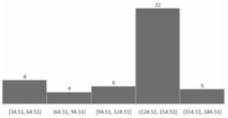




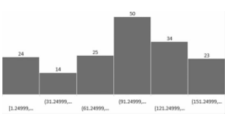




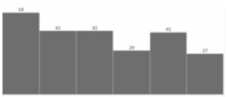
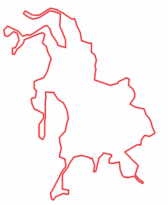



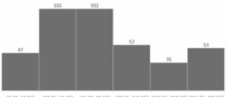




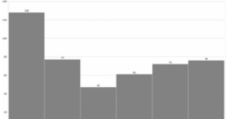




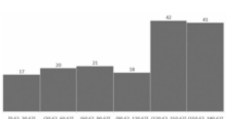
附录:基于聚类分析得到的聚落形态类型分类

类型 聚落		边界 形态	聚落边界		公共空间图斑		聚落地形图		建筑平面		建筑角度直方图
类型一	排卡	带状倾向指状	S = 2.12 λ = 2.02	A = 46275.50 D = 1.41	R = 105.34 T = 1.12	B = 0.25 I _a = 0.51	I _h = 22.10				
											
	羊苟	带状倾向指状	S = 2.24 λ = 2.49	A = 48405.70 D = 1.43	R = 95.22 T = 1.14	B = 0.25 I _a = 0.61	I _h = 19.71				
											
	虎阳	带状倾向指状	S = 2.02 λ = 2.77	A = 51653.10 D = 1.44	R = 79.42 T = 1.15	B = 0.28 I _a = 0.52	I _h = 16.00				
											
	陡寨	团状	S = 1.61 λ = 1.31	A = 61882.90 D = 1.42	R = 67.01 T = 1.12	B = 0.27 I _a = 0.40	I _h = 11.12				
											
	白岩	带状倾向指状	S = 2.43 λ = 2.52	A = 36561.60 D = 1.44	R = 63.06 T = 1.08	B = 0.32 I _a = 0.42	I _h = 13.38				
											
	乌流	带状倾向团状	S = 2.34 λ = 2.61	A = 83838.20 D = 1.46	R = 118.289 T = 1.11	B = 0.33 I _a = 0.57	I _h = 24.69				
											
	乌夭北寨	团状	S = 1.74 λ = 1.08	A = 75941.30 D = 1.46	R = 78.60 T = 1.15	B = 0.28 I _a = 0.38	I _h = 18.73				
											
	雀鸟	带状倾向指状	S = 2.33 λ = 2.05	A = 65950.40 D = 1.45	R = 103.64 T = 1.12	B = 0.28 I _a = 0.61	I _h = 22.16				
											

续上表

类型 聚落		边界 形态	聚落边界		公共空间图斑		聚落地形图		建筑平面		建筑角度直方图
类 型 二	也 改	团 状	S = 1.32 λ = 1.36	A = 36561.60 D = 1.44	R = 63.06 T = 1.08	B = 0.32 I _a = 0.42	I _h = 13.38				
	长 乌	团 状	S = 1.61 λ = 1.31	A = 61882.90 D = 1.42	R = 67.01 T = 1.12	B = 0.27 I _a = 0.402	I _h = 11.12				
	陶 尧 新 寨	带 状	S = 1.17 λ = 1.99	A = 15095.78 D = 1.43	R = 28.17 T = 1.05	B = 0.37 I _a = 0.31	I _h = 6.87				
	党 组 下 寨	带 状 倾 向 团 状	S = 1.30 λ = 1.88	A = 9223.95 D = 1.42	R = 26.62 T = 1.05	B = 0.36 I _a = 0.38	I _h = 7.23				
	干 皎 干 尧	带 状	S = 1.381 λ = 1.47	A = 1748.60 D = 1.42	R = 30.76 T = 1.02	B = 0.37 I _a = 0.34	I _h = 7.88				
类 型 三	郎 德 上 寨	带 状 倾 向 团 状	S = 1.47 λ = 1.69	A = 30657.40 D = 1.49	R = 67.16 T = 1.10	B = 0.37 I _a = 0.54	I _h = 13.79				
	开 觉 平 寨	团 状	S = 1.30 λ = 1.02	A = 25298.20 D = 1.53	R = 44.60 T = 1.08	B = 0.48 I _a = 0.45	I _h = 8.32				
	新 桥	团 状	S = 1.48 λ = 1.32	A = 29556.90 D = 1.52	R = 48.84 T = 1.12	B = 0.39 I _a = 0.54	I _h = 9.09				
党 组 上 寨	团 状	S = 1.12 λ = 1.17	A = 5115.51 D = 1.48	R = 14.31 T = 1.04	B = 0.49 I _a = 0.07	I _h = 2.84					

续上表

类型聚落		边界形态	聚落边界		公共空间图斑		聚落地形图		建筑平面		建筑角度直方图
类型三	水寨	团状	S = 1.08	$\lambda = 1.33$	A = 7403.19	D = 1.53	R = 18.41	T = 1.04	B = 0.52	$I_a = 0.31$	$I_h = 3.98$
											
类型四	麻料	带状倾向指状	S = 2.75	$\lambda = 2.16$	A = 57760.20	D = 1.48	R = 58.21	T = 1.10	B = 0.52	$I_a = 0.51$	$I_h = 12.49$
											
	毛坪	团状倾向指状	S = 2.61	$\lambda = 1.49$	A = 77973.30	D = 1.47	R = 55.07	T = 1.08	B = 0.30	$I_a = 0.59$	$I_h = 12.61$
											
	黄里	无明显倾向指状	S = 2.88	$\lambda = 1.69$	A = 125275.00	D = 1.49	R = 71.47	T = 1.10	B = 0.31	$I_a = 0.49$	$I_h = 13.35$
											
	格头	带状倾向指状	S = 2.76	$\lambda = 2.11$	A = 60893.40	D = 1.43	R = 52.56	T = 1.11	B = 0.25	$I_a = 0.54$	$I_h = 13.47$
											
	乌东	无明显倾向指状	S = 3.55	$\lambda = 1.86$	A = 81083.10	D = 1.44	R = 55.30	T = 1.09	B = 0.23	$I_a = 0.50$	$I_h = 13.00$
											

说明:S 为边界形状指数; λ 为聚落长宽比;A 为聚落面积, m^2 ;D 为公共空间分维值;R 为地势起伏度, m ;T 为地表粗糙度;B 为建筑密度; I_a 为建筑角度混乱度; I_h 为建筑标高混乱度。