

火山地质影响下的传统聚落空间分布特征及选址智慧

Spatial Distribution Characteristics and Site Selection Wisdom of Traditional Settlements under the Influence of Volcanic Geology

谢金雄 陈琨 吴丽萍 黄艳娜*

XIE Jinxiong, CHEN Kun, WU Liuping, HUANG Yanna*

基金项目: 湛江市非资助科技攻关计划项目“地质遗迹视域下的传统村落空间分布特征及影响机制研究: 以雷州半岛为例”(编号: 220630104540955-2022B101); 广东海洋大学研究生教育创新计划项目“《风景园林工程与技术》课程思政示范课建设项目”(编号: 202201)

摘要

基于人地关系理论, 定量分析不同环境因子对聚落空间分布的影响程度, 深入剖析地域环境与聚落选址、空间分布之间的内在关联, 可为火山地质灾害风险评估、传统聚落保护与可持续发展提供科学依据。以典型雷琼火山地质区域——雷州市为研究对象, 选取区域内 247 个传统火山聚落作为研究样本, 运用核密度分析、平均最近邻指数分析和缓冲区分析等空间分析方法, 系统揭示研究区传统聚落的空间分布特征及选址智慧。研究表明, 受到火山地形地貌、土壤、水文等因素制约, 雷州市传统火山聚落在空间维度上具有显著的“沿海多、内陆少”的特征, 最终形成“近海—傍田”“依山—傍田”的典型分布特点。

Abstract

Based on the theory of human-land relations, this study quantitatively analyses how different environmental factors influence the spatial distribution of settlements, and thoroughly examines the intrinsic connections between regional environments and settlement site selection and spatial distribution. This research provides a scientific basis for volcanic geological disaster risk assessment, traditional settlement protection, and sustainable development. Taking the typical volcanic geological region of Leizhou City as the research object, 247 traditional volcanic settlements within were selected as research samples. Spatial analysis methods including kernel density analysis, average nearest neighbor index analysis, and buffer zone analysis were employed to systematically reveal the spatial distribution characteristics and site selection wisdom of traditional settlements in the study area. The study indicates that, constrained by volcanic topography, soil, and hydrological factors, traditional volcanic settlements in Leizhou City exhibit significant spatial imbalance and clustering, with a higher concentration along the coast than inland, ultimately forming the typical distribution patterns of 'near the sea-adjacent to fields' and 'adjacent to mountains-adjacent to fields.'

文章亮点

1) 利用 GIS 空间分析、田野调查及文献研究等方法, 建立地质环境与聚落空间分布的定量—定性关联; 2) 火山地质地貌及其土壤和水系分布对传统聚落的选址具有关键意义, 为理解人类与火山地质环境的互动关系提供了新的视角。

关键词

传统聚落; 火山; 选址; 人地关系; GIS 空间分析; 雷州半岛

Keywords

Traditional settlements; Volcano; Site selection; Human-land relationship; GIS spatial analysis; Leizhou Peninsula

收稿日期: 2024-08-31

修回日期: 2025-02-13

火山作为地球表面一种独特且复杂的自然环境, 对人类聚落的生存与发展有着深远而独特的影响。传统聚落作为地域文化和生活过程的重要物质载体, 不仅承载着丰厚的历史印记, 也反映了人类在自然环境中长期积累的生存智慧。从人地关系的视角来看, 火山地质条件对传统聚落的影响不仅体现在地表形态上, 还深入到聚落的社会经济结构、文化习俗和生态适应策略等方面。因此, 深入研究火山地质环境如何通过地形地貌、土壤特性、水文条件等要素影响传统聚落的空间分布特征, 是本文的核心任务。这不仅有助于揭示人类在火山地质环境中的适应性行为, 还能为火山地质区域的可持续发展提供科学依据, 对促进火山地质区域的资源保护、文化传承与社会经济发展具有重要的理论意义和实践价值。

探索聚落与自然环境相互影响的机制, 是研究人类生存智慧的关键。早在 19 世纪中叶, 国外学者便开始对自然环境与传统乡村聚落的共生关系开展研究^[1], 如地理学家 J.G.Kohl 分析了聚落形成与地形的关系^[2]; 法国人文地理学家白吕纳 (J.Brunhes) 通过对埃及村落的形态研究, 认为村落和集镇的选址受到各种自然环境因素的影响^[3], 初步奠定了乡村地理学的基本原理体系。既往研究借助实地调查、文献分析和空间模拟模型等手段, 深入探究聚落在形成、发展和演变过程中的多方面特征, 包括聚落生态格局^[4]、聚落空间形态^[5]、聚落景观基因^[6]等; 并进一步拓展至聚落自然环境与发展建设、经济社会活动等方面, 聚落研究逐步成为跨学科的综合性研究^[7]。国内对传统村落的研究起步较晚, 20 世纪 90 年代以来, “3S”技术^①和数理模型的发展, 推动了传统村落的跨学科交叉研究^[8-9]。近年来, 定量分析、多源数据集成与空间特征耦合的分析方法被国内学者广泛应用于传统村落景观保护^[10]、文化传承^[11]、景观基因可持续发展^[12]、空间格局和演化机制^[13]等方面的研究。学者还从多角度对传统聚落的空间分布特征及选址智慧进行研究, 包括从区域自然环境角度分析传统村落的空间分布特征及其影响因素^[14-15]; 从类型学角度研究传统村落文化景观分布特征^[16]; 从形态学角度分析传统村落的形态在功能、地域性文化方面的响应^[17]; 基于知网文献 CiteSpace 计量分析^[18]、社会网络分析^[19]等剖析该领域的研究现状、热点及未来趋势, 研究传统聚落的保护价值与策略。

火山地质与人类社会活动密切相关, 目前大部分研究围绕火山地质遗迹的类型、特征、分布规律、火山地貌的形成机制, 以及火山活动与地质构造之间的关系^[20]。而全球在火山地质与人地关系方面的研究, 更多地聚焦于探索火山地质特征与资源价值^[21]、灾害风险管理与科学监测^[22-23]、资源利用与风险平衡^[24], 极少从区域的尺度研究火山与聚落的人地关系。

雷州半岛是中国雷琼世界地质公园的核心区域之一, 在火山造陆过程中孕育了丰富的火山地质资源, 素有“天南重地”之称, 人类在此繁衍生息已有两千多年^②。目前对雷琼火山地质的地理化学方向和构造研究已趋于系统, 但从文献查阅结果来看, 较少涉及对位于火山地质之上的传统火山聚落^③的空间分布特征和选址智慧的研究。本文以雷州市为例, 依托其独特的地质环境, 综合运用 GIS 空间分析、田野调查及文献研究等方法, 系统探讨火山地质影响下传统聚落的空间分布特征及选址智慧。通过揭示聚落时空分布与火山地质环境的耦合机制, 解析火山地质类型对聚落选址、规模及扩展方向的约束与塑造作用, 构建地质环境与聚落空间分布的定量-定性关联, 旨在为火山地质灾害风险评估、传统聚落保护与可持续发展提供科学依据, 同时为理解人类与火山地质环境的互动关系提供新的视角。

1 研究区域概况

雷州半岛火山资源主要分为雷北火山群、雷南火山群和火山岩岛屿群。雷州市地处雷州半岛腹部, 面积为 3 709.33 km², 约占雷州半岛总面积的 43%。市域内有鹰峰岭、仕礼岭、石峁岭、嘉山岭等火山锥, 以及青桐洋、九斗洋两大火山口湖 (干玛珥湖)。雷州市具有典型代表的火山地质点共 18 处 (图 1), 这些火山地质遗迹按地貌类型可分为火山锥 (7 处)、干玛珥湖 (2 处)、熔岩台地^[25]、海岸带海蚀与海积地貌 (6 处), 以及岩石或熔岩构造 (3 处) 五大类型^[26-28]。因熔岩台地属于底层地貌^④, 其余 4 种类型叠加其上, 难以区分, 所以本文对于熔岩台地上的传统村落分布情况不做详细讨论。

火山爆发造就了雷州地区丰富多样的地貌形态, 火山熔岩风化后形成的肥沃土壤, 为雷州人民进行大面积农业生产提供了天然条件^[28]。雷州市地处广东省西南部, 历史悠久, 文化底蕴深厚。早在新石器时代, 雷州半岛已有人类活动痕迹; 秦汉时期雷州半岛被纳入中央政权管辖范围, 大批中原汉民迁入; 隋唐时期, 雷州府设立, 该地成为岭南重要的行政与文化中心; 如今, 雷州已成为著名的国家级历史文化名城。雷州因其独特的地理位置, 成为海上丝绸之路的重要节点, 促进了多元文化的交融与发展。调查发现, 在整个农耕发展历程中, 当地先民就地取材, 利用火山石 (如熔岩碎屑、气孔状玄武岩等) 修建房屋和巷道、制造各式各样的农具和日常用具, 并根据不同的土壤条件, 结合湿热的气候环境, 种植出种类繁多的热带火山农作物。此外, 受火山地质环境影响, 传统聚落的选址与营建均独具区域特色^[29]。

为确保研究样本的代表性, 本文以雷州市自然聚落为基础, 通过田野实地考察, 结合文献资料^[30], 选取受火山地

① “3S”技术是全球定位系统 (Global Positioning System, GPS)、遥感 (Remote Sensing, RS)、地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 的统称。

② 雷琼地区众多的火山中, 只有马鞍岭火山群属于休眠火山, 其他火山虽然保存着火山形态和喷发物, 但大多已遭受风化侵蚀, 基本无活动性表现, 故都归入死火山类型。因此, 本文不考虑火山灾害对人居环境带来的威胁。

③ 本文将靠近或依托火山地质环境、在长期的繁衍过程中已形成显著的火山文化基因的聚落称为“火山聚落”。

④ 雷琼地区熔岩台地是中国最大的第四纪玄武岩火山台地, 整个雷州市底层地貌都属于熔岩台地类型。根据高程和形成过程分为四级, 雷州市地处第二至第三级台地之间^[23]。

质作用影响显著的雷州市特定区域，从中筛选出建村历史超过百年，且具有鲜明地域风貌特征，拥有非物质文化遗产或属于历史文物保护单位、具有不可移动文物价值的聚落，最终确定 247 个传统聚落（自然村）作为研究对象（图 2）。其中，入选第一批中国传统村落的有 3 个，第二批的有 4 个，第三批的有 2 个；入选第一批广东省传统村落的有 3 个；其余 235 个村为拥有上百年历史的古村落。这些聚落不仅与雷州地区的火山地质紧密依存，还承载了从新石器时代延续至今的历史文化发展脉络，是研究人居环境科学和选址生存智慧的重要载体。本研究旨在从空间和时间维度上揭示火山地质环境与传统聚落的耦合共生关系。

2 研究方法

2.1 数据来源

研究数据主要来源于以下 3 个方面：1) 截至 2022 年住房和城乡建设部联合相关部门公布的 5 批全国传统村落名录，以及《雷州地区不可移动文物名录》《湛江地名志》^[30]，清代嘉庆年间《雷州府志》《海康县志》，和《雷州市旅游资源普查报告》等文献资料。2) 从“中国地区 SRTM-DEM 数据集”获取的雷州市地形地貌数据，数据分

辨率为 90 m。3) 在 Bigemap 电子地图中下载的河网水道和火山地质位置等矢量数据。

2.2 研究框架

自中更新世末期到上更新世初期，活跃的地壳活动改变了雷州半岛的地质地貌，罕见的火山地貌景观和因火山活动形成的富含矿物质的地质条件，也在世代更替中影响着雷州半岛传统聚落的分布及演变^[31]。研究基于人居环境科学理论，糅合人文地理学、建筑学及社会学等多学科视角，采用定性定量相结合的研究方法^[15,32]，通过田野调查与访谈，分析传统聚落居民的生产生活方式（如农业耕作、渔业活动）及其对火山地质环境的适应性，深入探讨传统聚落在社会关系、生态理念及可持续发展方面的智慧，探讨火山地质地貌对传统聚落空间分布特征及选址之间的影响，从而揭示地质环境与人类活动的相互关系与意义（图 3）。

首先，研究通过遥感影像解译与实地调查，分析雷州市的地形地貌、气候、水文、植被、土壤等自然地理环境特征，重点研究火山地质地貌类型及其空间分布规律。接着分析聚落空间分布特征，运用 GIS 空间分析技术，结合核密度分析、平均最近邻指数及缓冲区分析，揭示传统聚落的空间分布模式与火山地质环境的内在关系。最后结合不同时期传统聚落

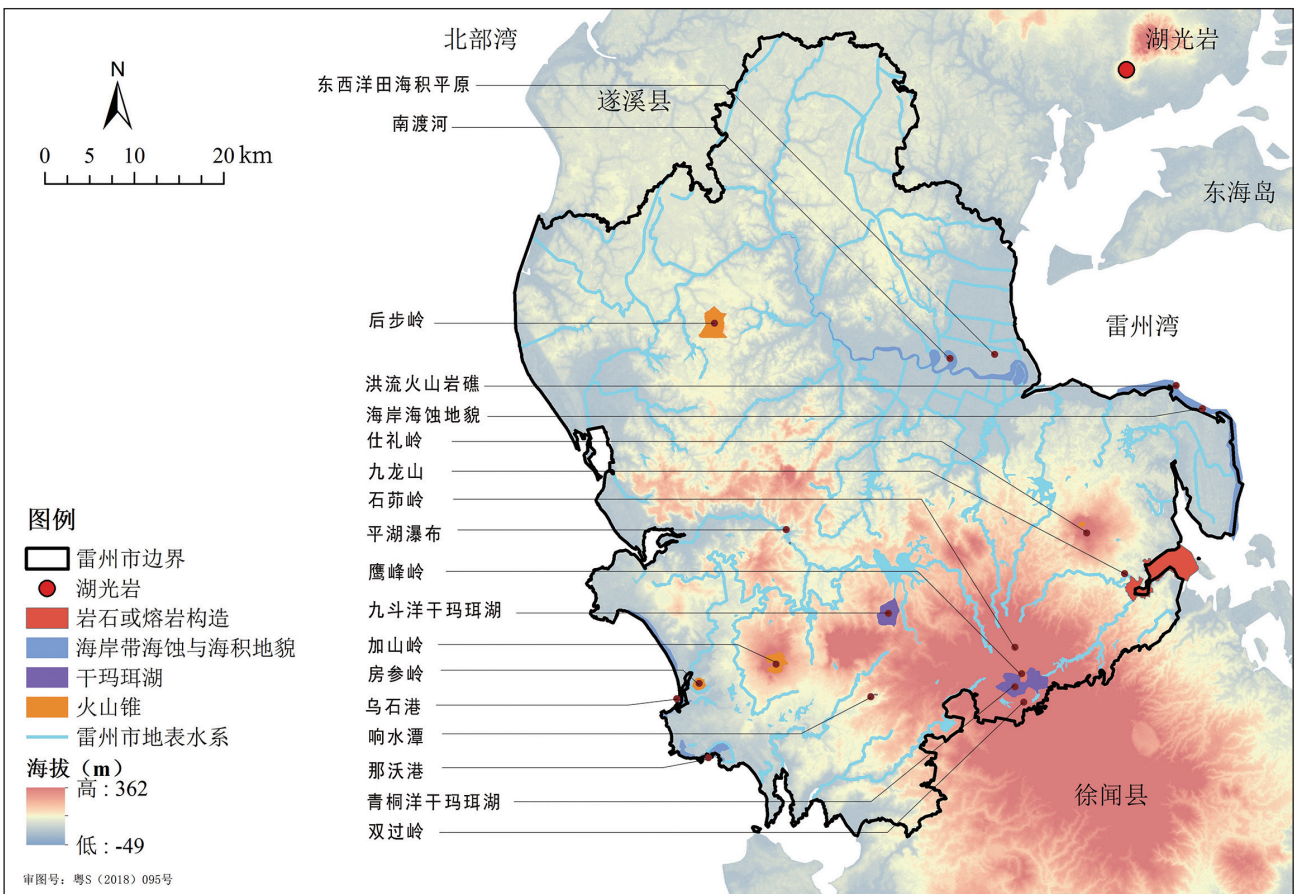


图 1 雷州市典型火山地质分布

Fig.1 Volcanic geological distribution of Leizhou City

的分布,分析聚落选址的自然条件与适应性策略,探讨聚落时空分布与火山地质环境的耦合机制。

2.3 GIS 空间分析法

研究利用 GIS 分析聚落的空间分布,常见的点模式空间分布形态有随机型、均匀型和聚集型。首先计算平均最近邻距离指数 NNI (Nearest Neighbor Index), 即在一定区域内,点状要素的邻近程度,以判别传统聚落的空间分布特征,公式^[14]如下:

$$NNI = \frac{\overline{D_o}}{\overline{D_E}} \quad (1)$$

式中 $\overline{D_o}$ 代表平均观测距离, $\overline{D_E}$ 代表理论最近邻距离。当 $NNI > 1$ 时,点状要素趋向均匀型分布;当 $NNI < 1$ 时,点状要素趋向聚集分布;当 $NNI = 1$ 时,点状要素趋向随机型分布;当 $NNI = 0$ 时,点状要素呈现完美聚集。观测距离与预期距离之差为 Z 值,是空间统计中用于衡量观测距离与预期距离差异的标准化指标, $Z < -1.96$, 为显著聚集状态; $-1.96 < Z < 1.96$, 随机分布可能性较大; $Z > 1.96$, 为显著离散状态。

接着使用核密度分析法,通过计算每个输出栅格周围点要素密度的大小来描述空间内点要素的聚集程度,公式^[15]如下:

$$f_h(X) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{X-X_i}{h}\right) \quad (2)$$

式中 $f_h(X)$ 为核密度估计值, n 为带宽范围内的点数, k 为核密度函数, h 为带宽, $(x-x_i)$ 为传统聚落图斑之间的估计距离。经过反复实验,最终确定适宜的搜索半径为 5 km。

最后利用缓冲区分析法,揭示地理要素影响范围,并分

析各要素的空间邻近性^[28]。根据地理学第一定律,地物之间在空间分布上存在空间自相关性,即地物在空间分布上的关联程度会随距离的增加而减弱。基于此,本文参考相关研究参数^[32-33],通过定量分析各要素在不同半径距离内的传统聚落的数量分布特征,探究各因素对传统聚落选址的影响。

3 雷州传统火山聚落的空间分布特征

3.1 空间分布整体概况

3.1.1 传统聚落在区域内总体分布特征

雷州市正处于雷州半岛中部较平坦地势上,是古雷州半岛地区相对理想的居住繁衍之地。雷州市传统聚落以聚集型为主,随机型为辅,具有“沿海多、内陆少”的不均衡空间分布特征;传统村落主要集中在沿南渡河发育较为成熟的海岸带海蚀与海积地貌,如附城镇、杨家镇、白沙镇 3 个镇区,传统聚落大于等于 20 个,且聚集性高;其次是与上述镇区接壤的客路镇、调风镇,以及火山地质资源密集的纪家镇、英利镇、南兴镇、松竹镇等 10 个镇区,传统聚落为 10~19 个,但分布相对分散;其余的镇区传统聚落少于 10 个,且分布稀疏(图 4)。总体而言,雷州市传统村落主要集中分布在沿海平原地区,在内陆水资源丰富(含地表水和地下水)的地区呈分散分布。同时,依托不同的火山地质发育条件,传统火山聚落的聚集程度和聚集方式也存在差异。

3.1.2 平均最近邻指数分析

如果说择水而居是传统聚落的生存智慧之一,耦合火山地质地貌条件的平均最近邻指数分析则更能体现区域的人地关系内涵。雷州市涵盖了超过 90% 的雷琼火山地质地貌类型^[22]。依据传统聚落所处的火山地形地貌类型,可将其分为海蚀与海积地貌类、火山锥类、岩石或熔岩构造类,以及

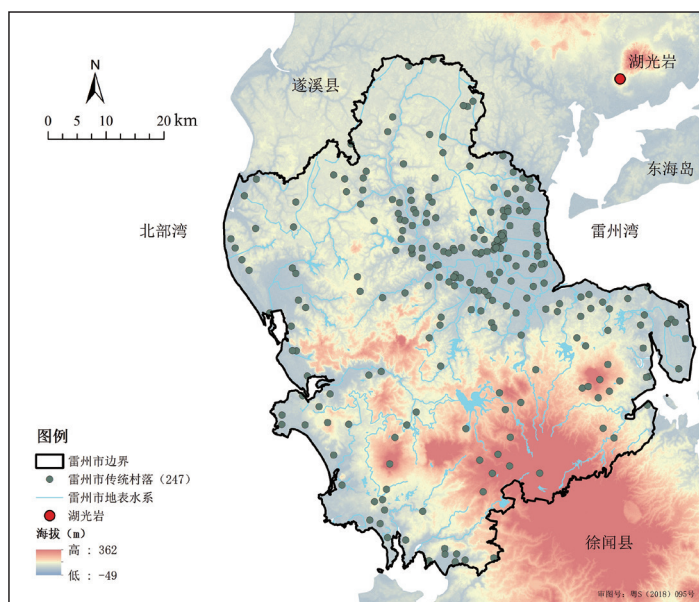


图2 雷州市传统聚落分布

Fig.2 Distribution of traditional settlements in Leizhou

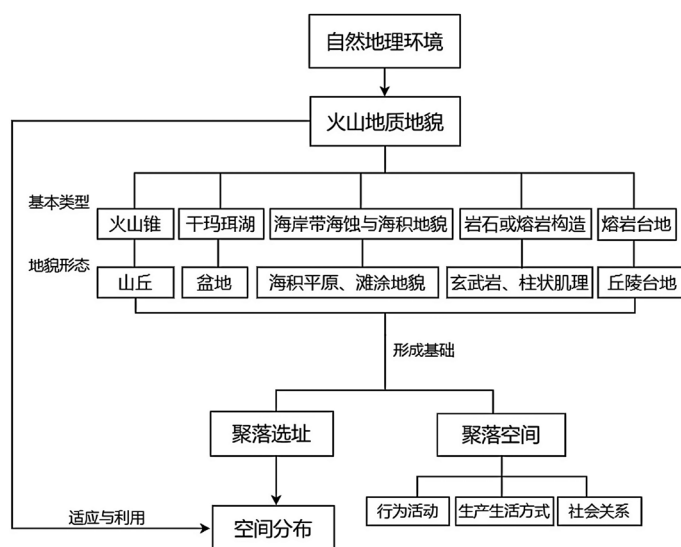


图3 传统火山聚落生成的研究框架

Fig.3 A framework for the generation of traditional volcanic settlements

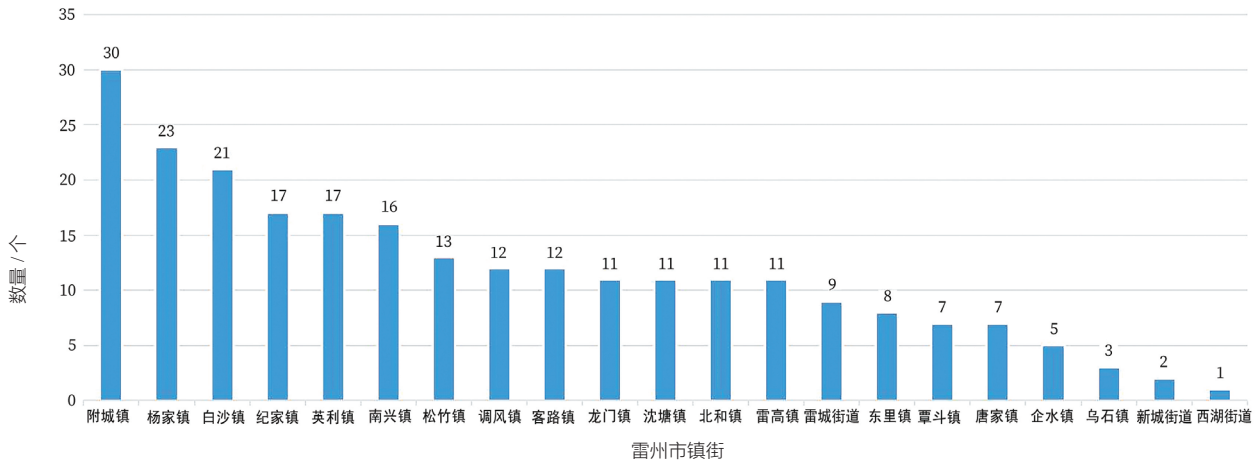


图4 雷州市各镇街传统村落分布数量

Fig.4 Numbers of traditional villages in each town and sub-district of Leizhou City

干玛珥湖类4种传统火山聚落类型。研究通过计算各类火山聚落的平均最近邻指数,分析得出传统火山聚落在空间分布上属于典型的聚集型(表1)。但受不同火山地质条件的影响,不同类型火山聚落的聚集程度存在差异,按聚集程度排序,从大到小依次为海蚀与海积地貌类、火山锥类、岩石或熔岩构造类,干玛珥类。

3.1.3 核密度分析

为进一步研究雷州市传统火山聚落分布的聚集特征,对其空间分布进行核密度分析(图5)。分析显示传统聚落分布呈楔形结构,呈现出“一核、一带、多组团”的分布特征,具体表现为传统聚落在市域东北部形成了高度聚集区,且在南渡河海积平原两侧形成了东西走向的带状聚集区;沿东、西海岸呈带状分散型分布;在南渡河流域、东南部 and 南部的火山锥区域呈明显的组团式群居分布。究其原因,南渡河是雷州半岛腹地最大的河流,海积平原靠近雷州古城和雷州湾入海口,地势平缓且物产丰富,其东西洋田还是重要的“火山粮仓”,故吸引了大量村落聚集。研究还发现海蚀与海积地貌类、干玛珥湖类的传统聚落分布多且集中,而火山锥类及岩石或熔岩构造类的传统聚落分布少且分散。

3.2 空间分布相关性分析

火山地质特征具体表现在地形、土壤、水文等自然因素中。为深入剖析火山地质条件与传统聚落的空间分布关系,本文通过分析传统火山聚落与地形、水系分布及各类地质地貌类型等因素的相关性,发现这些因素之间有着制约且必然的联系,是传统聚落选址的关键。

3.2.1 传统火山聚落与地形的相关性

雷州市整体海拔较低,相对高度为40~55 m,坡度一般为5°~10°;大部分为平缓台地,南高北低,东西两侧临海,海岸滩涂广阔,多海湾、岛屿与沙洲。雷州市北部地势平缓,坡度变化不大,海拔为32~47 m,以平地为主;东北部为海积平原地貌;南部地势逐渐抬高,市境内最高的石垌岭(259 m)和其他火山锥均集中分布在南部地区。研究发现传统火山聚落大部分位于低海拔地带,海拔在50 m以下

表1 雷州市传统聚落平均最近邻分析

Tab.1 Average nearest neighbor analysis of traditional settlements in Leizhou City

传统聚落	$\bar{D}_O/m$	$\bar{D}_E/m$	NNI	P 值	Z 值	空间分布类型
海蚀与海积地貌类	1 034.96	1 913.55	0.54	0.00	-13.26	聚集型
火山锥类	1 517.99	2 865.12	0.53	0.00	-4.67	聚集型
岩石或熔岩构造类	3 557.49	4 752.33	0.75	0.03	-2.20	聚集型
干玛珥湖类	1 647.70	1 826.98	0.90	0.38	-0.88	随机型

注: P 值<0.05 表示该类型显著。

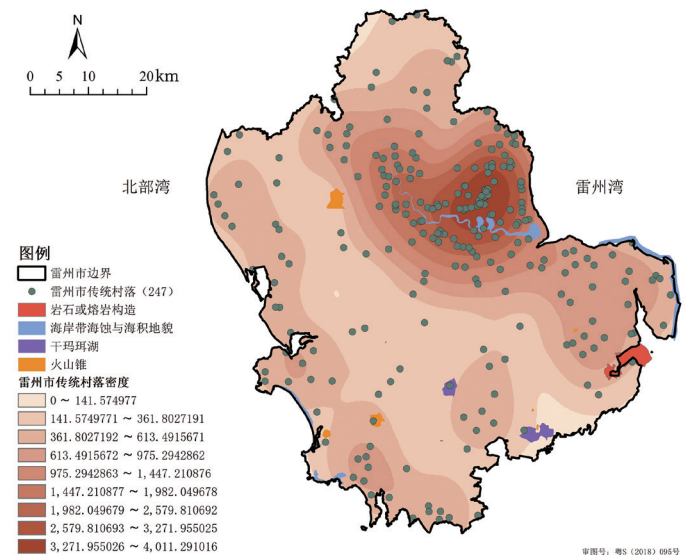


图5 雷州传统聚落聚集分布特征

Fig.5 Agglomeration and distribution characteristics of traditional settlements in Leizhou

的有 226 个, 50~100 m 的有 14 个, 100~150 m 的有 6 个, 150 m 以上没有分布 (图 6); 大部分的村落选择 $0.5^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 的缓坡聚居 (图 7)。传统聚落的选址讲究环境与人的天人合一, 在地势平缓的地区, 聚落以朝向东、西部的海洋为主, 而沿着山坡选址的聚落则朝向广阔的农田 (图 8)。

3.2.2 传统火山聚落与水系的相关性

平缓的半岛地形使雷州地区的河流呈分散型分布, 河流以火山口或火山锥为中心向四周放射状发育, 以东西流向为

主, 在火山运动的影响下, 形成独立的水文地质单元。半岛的河流大多为源近流短的小河, 地表水缺乏; 由于地形平缓且坡度变化小, 以及干旱的海洋季风气候和特殊的地质环境, 该地区是历史上的干旱缺水地区^[26]。经调查统计, 雷州市内共有 6 条一级河流 (南渡河、土贡河、英利河、雷高河、通明河、调风河)。其中, 最大的淡水河是位于东部的南渡河, 长 88 km, 流域面积达 1 444 km²。这些一级河流均从北部和南部地势较高的火山口向东西两侧流入大海。

研究将地表水系分布结合传统火山聚落进行缓冲区分析, 设定半径范围为 0~0.2 km、0.2~0.5 km、0.5~1.0 km、1.0~1.5 km、1.5~2.0 km 以及 2.0 km 以上。结果表明, 传统火山聚落在选址上与地表水系保持一定的安全距离 (图 9), 各缓冲区内的聚落数量分别为 16、56、68、49、26 和 32 个。雷州市内超过半数的村落 (50.2%) 集中分布在距河流 0.2~1.0 km 的区域; 距河流 0.5~1.0 km 的区域内村落数量最多, 距河流 0.2~0.5 km 的区域次之。据村民们反映, 由于该地区地势单一平缓且受海洋季风 (特别是“台风”) 影响, 河流经常存在水位上涨的危险。为保障生命和财产的安全, 仅有 6.5% 的村落选址于距河流 0~0.2 km 的区域。此外, 村落数量在 1.0~1.5 km 的缓冲区内出现下降拐点, 而在 2 km 以上的缓冲区内出现二次增长的现象。结合地形可知, 这 2 个缓冲区靠近火山锥的山脚和山腰, 特殊的火山地质条件为村落带来丰富的浅层地下水, 居民可利用松散火山岩孔洞裂隙中的“泉水”获得优质生活水源。

研究发现, 雷州市传统村落并非完全依赖地表水系选址, 雷州先民发现在火山口 (包括火山锥和干玛珥湖) 山腰、山脚处容易找到泉眼, 且低洼之处便于人工筑建蓄水工程, 于

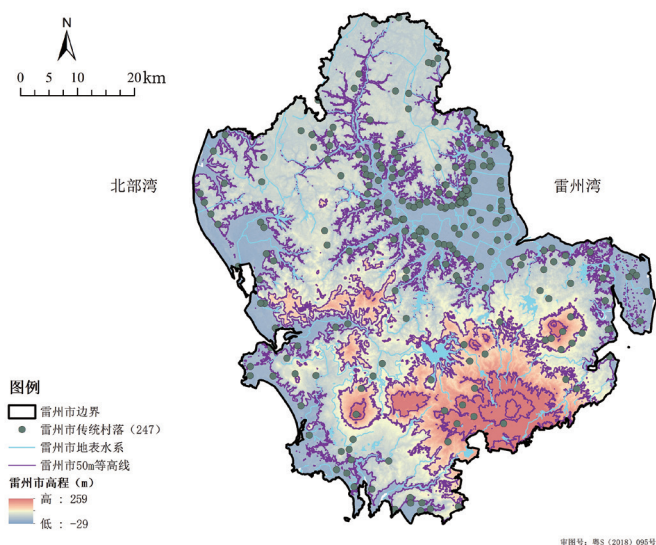


图 6 雷州传统聚落与地形的总体关系

Fig.6 The overall relationship between traditional settlements and topography in Leizhou

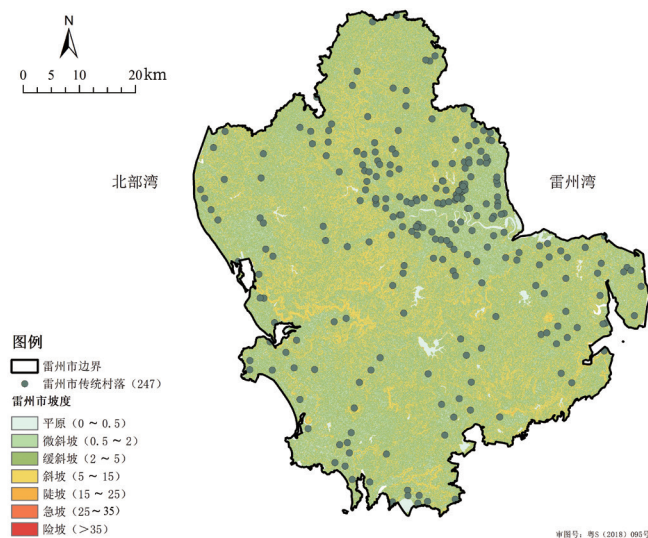


图 7 雷州传统聚落与坡度的位置关系

Fig.7 The positional relationship between traditional settlements in Leizhou and terrain slope

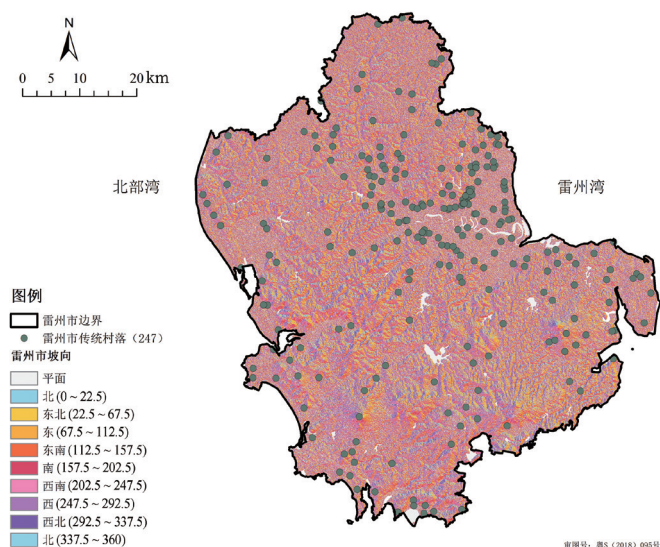


图 8 雷州传统聚落与坡向的位置关系

Fig.8 The positional relationship between traditional settlements in Leizhou and topographic slope orientation

是先民利用火山泉眼修筑水井，依据地势兴建水利工程（雷州青年运河工程、渡槽、水库等）^[29]，形成“依山－傍水”的模式。这改变了雷州半岛干旱贫瘠、土壤盐碱化严重的生存困境，并满足生活和生产的需要，体现出传统火山聚落的生存智慧。

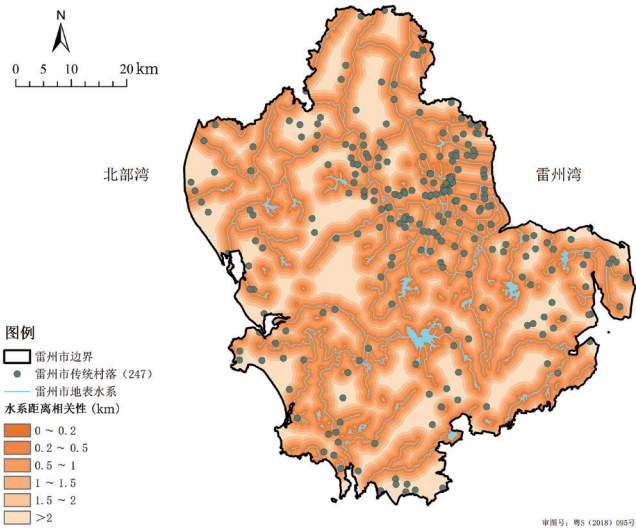


图9 雷州传统聚落与地表水系相关性分析
Fig.9 Correlation analysis between traditional settlements and surface water systems in Leizhou

3.2.3 传统聚落与火山地质类型的相关性

为探索传统聚落选址与火山地质类型的空间分布关系，对火山锥、干玛珥湖、海岸带海蚀与海积地貌、岩石或熔岩构造4个典型类型进行缓冲区分析，设定半径距离为1 km、3 km、5 km，结果显示：

1) 火山锥周边1 km内有2个聚落，占聚落总数的0.8%；1~3 km内有6个聚落，占比为2.4%；3~5 km内有9个聚落，占比为3.6%（图10）。

2) 干玛珥湖周边1 km内有2个聚落，占聚落总数的0.8%；1~3 km内没有聚落；3~5 km内有2个聚落，占比为0.8%（图11）。

3) 传统聚落趋向海岸带海蚀与海积地貌分布的特征明显，此地貌周边1 km内有21个聚落，占聚落总数的8.5%；1~3 km内有62个聚落，占比为25.1%，3~5 km内有47个聚落，占比为19.06%（图12）。

4) 岩石或熔岩构造地貌周边1 km内只有1个聚落，占聚落总数的0.4%；1~3 km内有3个聚落，占比为1.2%；3~5 km内有8个聚落，占比为3.2%（图13）。

雷州半岛的火山活动呈现间歇性特征。经过多阶段的火山活动、海侵海退与河流冲积的交互作用，雷州市形成了熔岩台地^①（丘陵）、海岸带海蚀、海积地貌（海积平原）、火山锥（山岭）、干玛珥湖（盆地）等多种地貌形态，其土壤组成元素也受到影响。雷州市南部和南渡河两岸的冲积层都属于玄武岩层，沿海海积滩涂均为碱性土壤。地质因素分布的差异导致了雷州市多元化的聚落选址：

1) 传统火山聚落在山腰、山脚区域以组团的形式聚集。

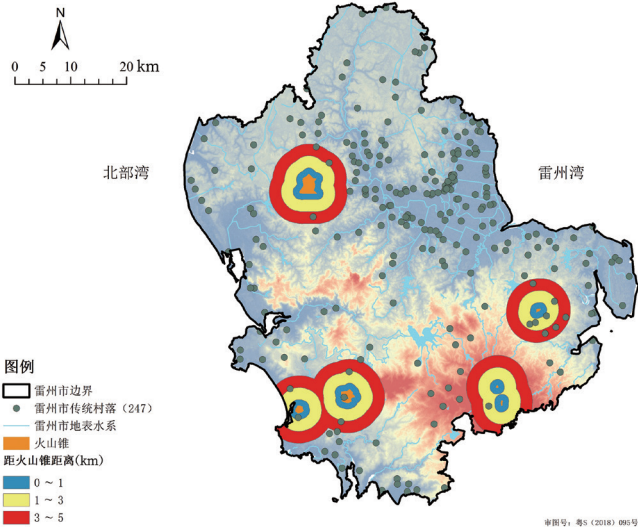


图10 传统聚落与火山锥的距离
Fig.10 The distance of traditional settlements from volcanic cones

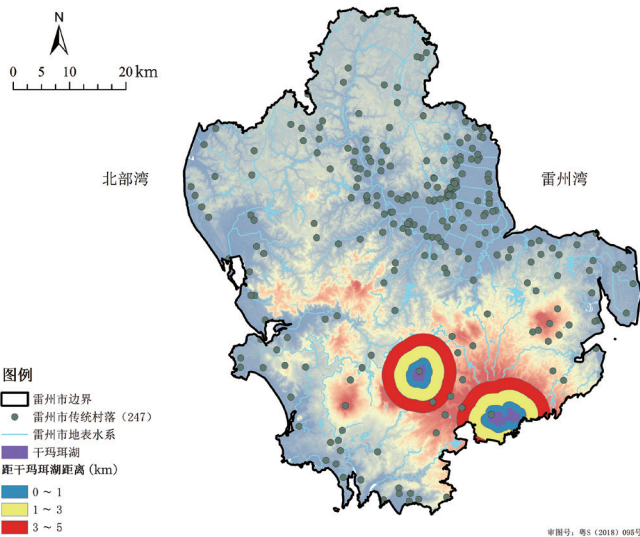


图11 传统聚落与干玛珥湖的距离
Fig.11 The distance of traditional settlements from Lake Ganmaar

① 此处指形成的地形类型，熔岩台地属于底层地貌发育形成的丘陵，包括岩石或熔岩构造地质。

火山锥为火山活动的主要区域,具有充足的天然矿泉水水源,土壤肥沃,植被繁茂。聚落的选址既利用地形的优势(坡度大不易于耕作,在坡度较低的地块可开垦耕作和减少地表径流,防治村庄内涝),又保持了安全的距离(距离火山口的水平距离为1~3 km)。

2) 少量传统火山聚落围绕干玛珥湖的边缘而建^①(距其3~5 km)。干玛珥湖中间凹陷,地势低洼,但其地下水位高,具有较强的蓄水功能;其周边的火山岩含有丰富的矿物质,为农作物生产提供了有利条件,是干旱的雷州大地上少有的优质区域。农民们在最具生产力的区域耕种与聚居。

3) 传统火山聚落聚集于海积平原周边。海积平原地势平缓,淡水资源丰富且土地肥沃,具有良好的农耕优势,既方便灌溉农田,又满足生活用水的需求(聚落距离海积平原1~5 km)。同时,这些区域临近海岸(聚落距离海岸1~3 km),可大力发展养殖业、渔业,逐步成为雷州半岛海上丝绸之路的重要港口码头(聚落距离港口码头0~1 km)。但传统火山聚落远离海岸带海蚀地貌(距其3~5 km)。海岸带海蚀地貌的流纹岩质地疏松且黏度较高,容易引发地质塌陷。此外,该地貌缺乏淡水资源,不适宜耕作,因此聚落较少。

4) 传统火山聚落鲜少分布于熔岩台地(含岩石或熔岩构造)。中华人民共和国成立前,熔岩台地多为热带雨林,因气候湿热,地表风化形成砖红壤;地表河流短小,地下水位低,易发生干旱。此地貌不利于水稻种植,但特别适合热带经济作物生长,多被辟为农场或林场,鲜少有传统村落分布。

4 耦合时间维度的火山聚落选址特征

4.1 不同时期传统聚落空间分布演变

为研究雷州市传统聚落空间分布的演变特征,借助《雷州府志》等文献资料,将247个火山聚落按新石器时代-唐朝(图14)、宋朝-元朝(图15)、明朝(图16)、清朝(图17)4个建村年代进行划分,并对各个关键时期火山聚落的聚集性进行核密度分析。通过对比分析可知,位于雷州市南部海岸带海积地貌的英利镇是最早存在的聚落(是现发现最大型的新石器时代人类居住遗址^[29])。早期的聚落集中分布于环境较优越的海岸带海蚀与海积地貌。随后宋朝至元朝聚落以南渡河为核心广泛分布。明朝大力推进海上贸易,并利用海岸海蚀崖的地理优势设置海防卫所,促使雷州半岛出现一大批沿海择居的聚落;少数新聚落在内陆选择适宜耕种和有泉眼的火山锥的山脚居住。清朝,人们在前人的经验之下继续繁衍生息。随着时间的推移和生产力的进步,聚落数量不断增加,聚集程度也达到顶峰。干玛珥湖区域最初并未建成聚落,直至清代才逐渐出现聚落;而火山锥、岩石或熔岩构造的聚落变化较小。

雷州市传统村落的建设过程,也是一部体现人类对本地区火山地质地貌在人居环境适宜性方面探索的发展史,其历史可追溯至出土的各种由火山石制造的生产和生活工具。这些工具体现出不同时期传统聚落开发利用不同火山地质地貌环境的先后顺序、难易程度,以及传统聚落发展水平的逐步提升,每一处都深刻烙印着鲜明的火山地质文化。

4.2 传统聚落选址智慧的内在成因

雷州半岛环境与火山地质地貌相伴相生,第三纪至第四

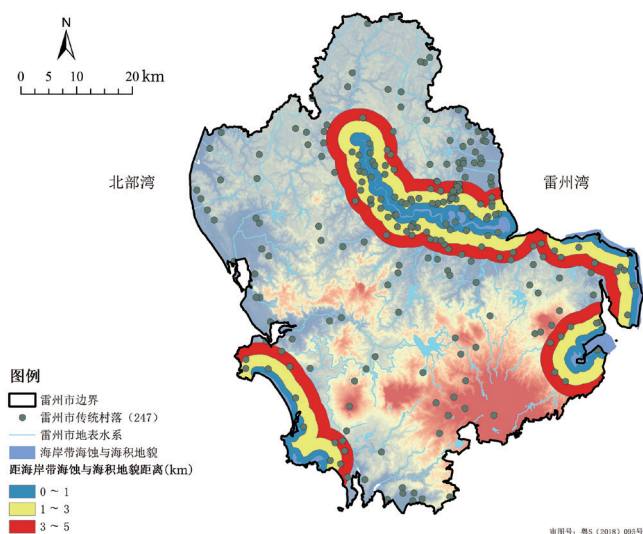


图12 传统聚落与海岸海蚀与海积地貌的距离

Fig.12 The distance of traditional settlements from coastal Marine erosion and sedimentary topography

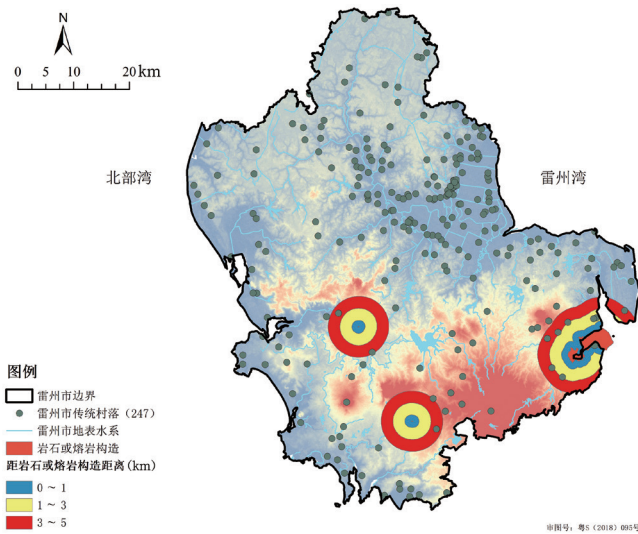


图13 传统聚落与岩石或熔岩构造的距离

Fig.13 The distance of traditional settlements from rock or lava formations

^① 除传统村落外,在近一百年内,陆续有很多新的村落也选址或迁移到干玛珥湖盆地外缘。

纪火山活动过程是其地貌地势基本形成的关键^[25], 雷州传统聚落的发展也与环境有着深刻的关系。从宏观空间分布来看, 聚落的选址均呈现一定的特征, 如地势平缓或近水。聚落聚集性在时空维度上的变化规律表明地质地貌对聚落的选址有着巨大的影响。分析传统聚落分布与火山地质资源的关系(表2)发现:

1) 大多数传统聚落的选址依赖于相对平缓的海岸带海积地貌。这些区域的土壤肥沃, 潮汐规律, 更有利于农业、

养殖业、渔业和海上贸易等生产活动, 从而形成了“近海—傍田”的选址模式。良好的人居环境优势是聚落扩展的重要驱动力。

2) 少数聚落选址在海拔较低的火山锥附近, 接近淡水资源或地下冷泉、热泉区域, 依赖水源并利用地形, 以满足生产生活和生存的需要, 这些聚落选择在火山锥的边缘而建, 其中多数还是从海积平原就近迁居而来(如潮溪村)。

3) 部分聚落选址在干玛珥湖的外缘。干玛珥湖地势较低,

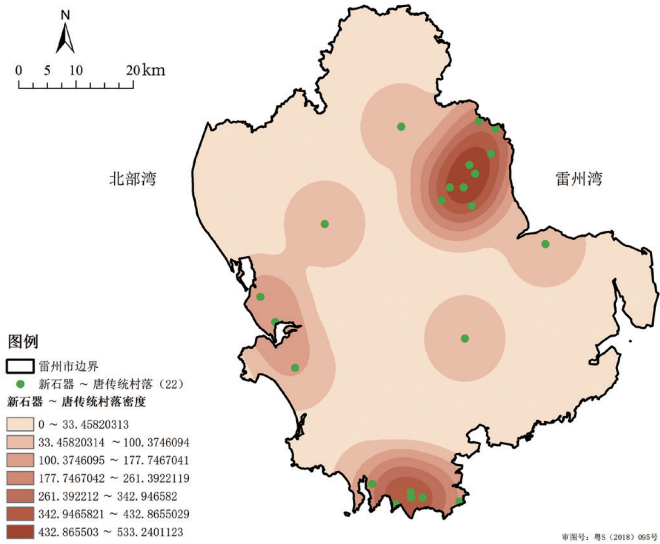


图 14 雷州新石器时代—唐朝聚落聚集分布特征
Fig.14 Distribution characteristics of settlements in Leizhou from Neolithic Age to Tang Dynasty

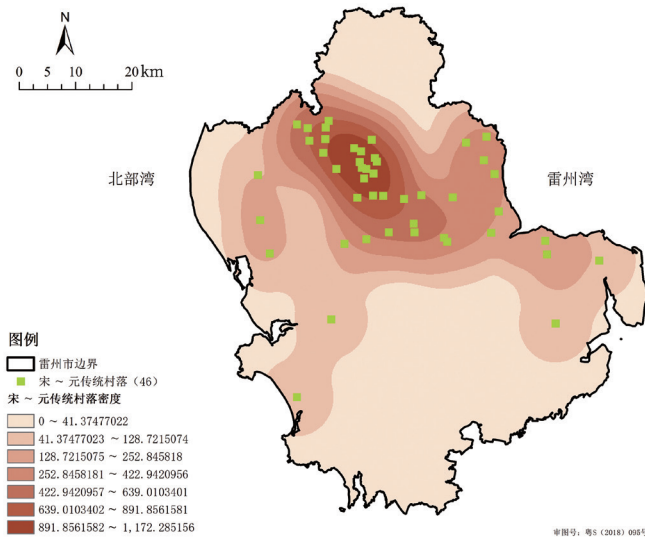


图 15 雷州宋朝—元朝聚落聚集分布特征
Fig.15 Distribution characteristics of settlements in Leizhou from Song to Yuan Dynasty

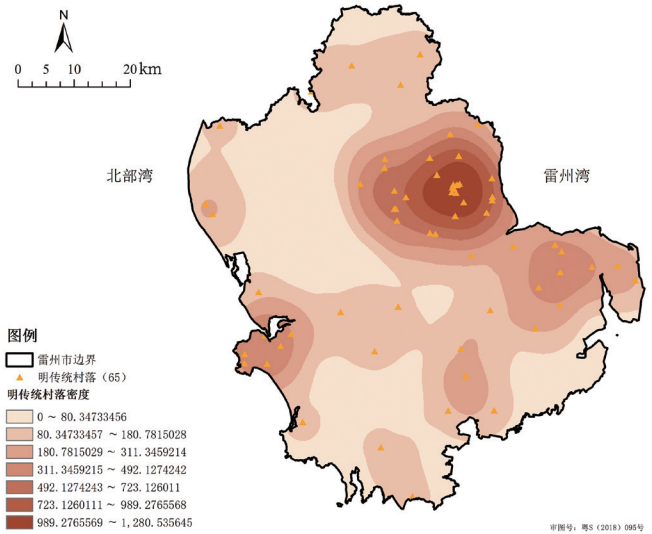


图 16 雷州明朝聚落聚集分布特征
Fig.16 Distribution characteristics of settlements in Leizhou in Ming Dynasty

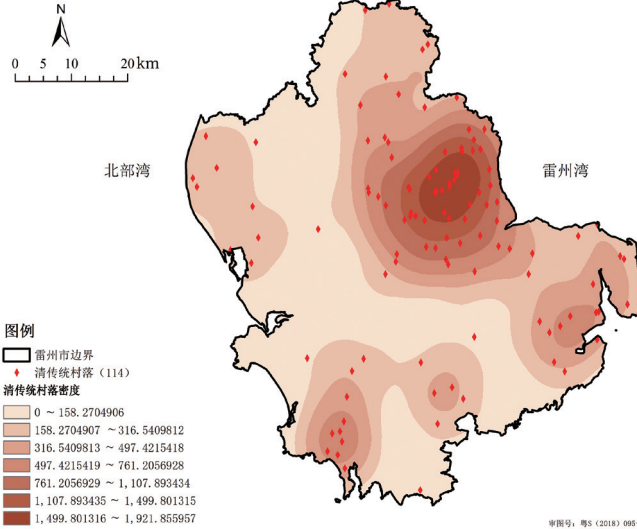


图 17 雷州清朝聚落聚集分布特征
Fig.17 Distribution characteristics of settlements in Leizhou in Qing Dynasty

表 2 传统聚落分布与火山地质地貌关系

Tab.2 Relationship between traditional settlement distribution and volcanic geology and topography

特征	海岸带海蚀与海积地貌	火山锥	岩石或熔岩构造	干玛珥湖
地形地貌	海积平原、滨海沙滩或滩涂地貌	坡度变化大，利用地形排水	以丘陵台地为主，个别区域因地质构造不同而形成不同地貌（如柱状节理等）	四周高、中间低，形成盆地
土壤特性	土壤肥沃，含碱性土壤，易盐碱化	玄武质凝灰岩，土壤肥沃	火山角砾岩层，易风化为砖红壤，土壤层较薄，含矿物质单一	含有大量矿物质，富含硒
地下水资源情况	淡水资源丰富，地下水资源较缺乏	地下水资源丰富	地下水位低，水源匮乏，地表易干旱	地下水位高，有较强的蓄水能力，淡水资源丰富
聚落生产行为	农耕（沙地）、养殖、渔业和海上贸易	于林地、山岗种植	于自然林地种植菠萝 <i>Ananas comosus</i> 、甘蔗 <i>Saccharum officinarum</i> 、香蕉 <i>Musa acuminata</i> 、剑麻 <i>Agave sisalana</i> 、高良姜 <i>Alpinia officinarum</i> 等热带经济作物	种植以水稻 <i>Oryza sativa</i> 为主的农作物
聚落选址模式	聚集型，近海－傍田	聚集型，依山－傍田	聚集型	随机型，依山－傍田

盆地底部不适宜居住，但蓄水功能较强，且土壤矿物质和微量元素丰富，适宜水稻耕种。明代时已有聚落在此发展，形成了“依山－傍田”的选址模式。

可见，不同聚落的个体形态存在明显的差异化特征，这揭示了地域环境与聚落选址、形态生成、空间组织之间的内在关联。

5 结语

本文以雷州市传统聚落为研究对象，从宏观角度综合运用核密度分析、平均最近邻分析及缓冲区分析等方法，揭示了传统聚落的空间分布格局及演变特征，并探讨了火山地质环境下聚落分布与选址智慧的关联性。研究表明：雷州传统聚落呈现“沿海多内陆少”的非均衡分布模式，空间上形成“一核、一带、多组团”的楔形结构。从时间维度的历史演变视角看，聚落选址呈显著的演变过程：最初优先选址于近海岸的海蚀或海积平原，少数聚落选址于火山锥，随着生产力进步，选址于干玛珥湖和熔岩构造。传统聚落分布具有显著的聚集性，且深受火山资源分布的影响，不同地貌区域的聚落聚集程度存在差异。不同环境因素对聚落分布的影响程度各异，局部地质条件和地形差异导致了多元化的选址策略。海岸带海蚀与海积地貌对聚落分布的影响尤为显著，聚落选址优先考虑水源与土壤肥沃程度，形成了“依山－傍田”和“近海－傍田”2种典型布局模式。

目前，关于火山地质资源的研究多集中于地理学的视角，较少从人文地理学的角度出发探讨火山聚落的形成与发展机制。本文创新应用数字技术采集地质区域数据，提出通过“无人机拍摄+DEM数据+实地调研”的协同方案，依托 ArcGIS 对传统村落的时空分布进行分析，搭建火山地质要素（地形地貌、土壤、水文）与传统聚落空间分布、时间演变的耦合关联框架，提炼火山聚落的选址模式与地域适应

性特征，为同类型的人地关系研究提出新的研究思路。

本研究具有局限性，研究范围属于死火山地区，极少出现火山地质灾害事件，因此研究未从规避火山活动潜在风险的角度进行讨论。此外，火山地质资源是不可再生资源，由此衍生的传统人文景观也具有独特性和代表性。但目前大部分火山聚落正快速走向落后或消亡，后续还需从地缘学、人文地理学与数字化保护等多角度，通过“无人机倾斜摄影+遥感解译+实地调研”的多元协同方案，利用 Context Capture 软件完成三维实景模型重建，依托 ArcGIS Pro 实现空间数据融合与分析，深入研究火山地质产物在传统和新时代聚落的生活与生产中的应用，分析传统村落形态适应性特征及景观基因特征的影响机制等。同时，可结合地质遗产保护与乡土景观传承，提出火山地质聚落景观的活态保护路径，强化其作为自然－文化复合遗产的价值认知。在保护的前提下发展火山乡村文旅产业^[34]，以火山地质旅游为主题，推动并激活传统聚落的保护与利用，实现火山地质与传统聚落的活态传承与可持续发展。

注：图1-2，图5-17底图的地图审图号为粤S（2018）095号，其余图片均为作者自绘。

参考文献：

- [1] 单霁翔. 乡村类文化景观遗产保护的探索与实践 [J]. 中国名城, 2010 (4) : 4-11.
- [2] 石忆邵. 乡村地理学发展的回顾与展望 [J]. 地理学报, 1992 (1) : 80-88.
- [3] 白吕纳. 人地学原理 [M]. 李旭旦, 任美镔, 译. 南京: 钟山书局, 1935: 114-128.
- [4] MCKENZIE P, COOPER A, MCCANN T, et al. The ecological impact of rural building on habitats in an agricultural landscape[J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 101 (3) : 262-268.

- [5]BAŃSKI J, WESOŁOWSKA M. Transformations in housing construction in rural areas of Poland's lublin region— influence on the spatial settlement structure and landscape aesthetics[J]. Landscape and Urban Planning, 2010, 94 (2) : 116-126.
- [6]ZOMENI M, TZANOPOULOS J, PANTIS J D. Historical analysis of landscape change using remote sensing techniques: an explanatory tool for agricultural transformation in greek rural areas[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 86 (1) : 38-46.
- [7]POUDEVIGNE L, ROOIJ S V, MORIN P. Dynamics of rural landscapes and their main driving factors: A casestudy in the Seine Valley, Normandy, France[J]. Landscape & Urban Planning, 1997, 38 (1-2) : 93-103.
- [8]AGNOLETTI M. Rural Landscape, nature conservation and culture: Some notes on research trends and management approaches from a(southern) European perspective[J]. Landscape & Urban Planning, 2014, 126 (3) : 66-73.
- [9]GÓMEZ-FERNÁNDEZ F. Contribution of geographical information systems to the management of volcanic crises[J]. Natural Hazards, 2000 (21) : 347-360.
- [10]刘春腊, 徐美, 刘沛林, 等. 传统村落文化景观保护性补偿模型及湘西实证 [J]. 地理学报, 2020, 75 (2) : 382-397.
- [11]孔翔, 卓方勇, 苗长松. 旅游业发展状况对古村落文化保护的影响——基于对宏村、呈坎、许村居民的调研 [J]. 热带地理, 2016, 36 (2) : 216-224.
- [12]林琳, 田嘉铄, 钟志平, 等. 文化景观基因视角下传统村落保护与发展——以黔东南土家族村落为例 [J]. 热带地理, 2018, 38 (3): 413-423.
- [13]李久林, 储金龙, 李瑶. 古徽州传统村落空间分布格局及保护发展研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40 (10) : 101-109.
- [14]薛明月, 王成新, 窦旺胜, 等. 黄河流域传统村落空间分布特征及其影响因素研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34 (4) : 94-99.
- [15]章墨, 朱一荣, 于涛. 青岛市传统村落空间分布特征及影响因素研究 [J]. 现代城市研究, 2020 (12) : 18-28.
- [16]王兆峰, 李琴, 吴卫. 武陵山区传统村落文化遗产景观基因组图谱构建及特征分析 [J]. 经济地理, 2021, 41 (11) : 225-231.
- [17]徐浩然, 韦庚男. 滇东南传统村落空间形态特征分析——以广南县马碧村为例 [J]. 城市建筑, 2022, 19 (8) : 81-84.
- [18]刘珺, 陈柬桥. 国内人地关系测度与评价研究进展及趋势——基于 CiteSpace 计量分析 [J]. 城市建筑, 2025, 22 (6) : 107-110.
- [19]单彦名, 王岚, 刘娟. 基于人地关系视角的传统村落分类与保护发展策略研究 [J]. 小城镇建设, 2024, 42 (11) : 95-101.
- [20]李建生. 我国雷琼地区火山群 [J]. 自然杂志, 1981 (9) : 704-706.
- [21]徐义刚, 郭正府. 火山学研究的问题与进展 [J]. 岩石学报, 2018, 34 (1) : 1-3.
- [22]WANG Y, YUAN Q. Morphological characteristics of rural settlements from morphogenesis perspective: a case study of rural settlements in heilongjiang province, china[J]. Energy Procedia, 2019, 157: 1266-1277.
- [23]MATHER, TAMSIN A. Volcanoes and the environment: Lessons of understanding Earth's past and future from studies of presentday volcanic emissions[J]. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2015, 304: 160-179.
- [24]段政, 张翔, 周翠, 等. 琼北地区第四纪火山地质遗迹类型与地学意义 [J]. 地球学报, 2021, 42 (1) : 111-123.
- [25]丁冉, 李霓. 雷琼火山区地质地貌及年代学特征 [J]. 内陆地震, 2024, 38 (1) : 22-33.
- [26]温汉辉. 雷州半岛地下水循环规律及合理开发利用研究 [D]. 武汉: 中国地质大学, 2013.
- [27]陶奎元. 中国雷琼世界地质公园 [J]. 资源调查与环境, 2007 (3): 223-227.
- [28]中国雷琼世界地质公园管理委员会. 火山与雷琼文化 [M]. 海南: 海南出版社, 2018: 41.
- [29]司徒尚纪. 雷州文化概论 [M]. 广州: 广东人民出版社, 2014: 35-38.
- [30]湛江市地名志编辑委员会. 湛江地名志 [M]. 广东: 广东省地图出版社, 1989: 118-137.
- [31]唐永鑾. 雷州半岛的景观及其演化 [M]. 上海: 新知识出版社, 1957: 3-5.
- [32]董钰, 姜岩, 冯锐, 等. 西安市历史村镇空间分布特征及影响因素研究 [J]. 资源开发与市场, 2022, 38 (4) : 435-442.
- [33]马煜, 王金平, 安嘉欣. 流域视野下山西省传统村落空间分布及聚落特色研究 [J]. 太原理工大学学报, 2021, 52 (4) : 638-644.
- [34]李燊. 涠洲岛火山地质公园景观的保护开发策略研究 [J]. 科学咨询 (科技·管理), 2018 (49) : 160-164.

作者简介:

谢金雄/1999年生/男/广东江门人/广东海洋大学滨海农业学院(湛江 524088)/在读硕士研究生/专业方向为传统村落景观基因在地性表达

陈琨/1995年生/男/广东湛江人/硕士/湛江科技学院建筑工程学院(湛江 524094)/助教/专业方向为数字景观技术研究与运用

吴刘萍/1972年生/女/江西萍乡人/硕士/广东海洋大学滨海农业学院(湛江 524088)/教授/研究方向为风景园林规划设计, 乡土景观基因表达

黄艳娜(*通信作者)/1982年生/女/广东台山人/硕士/广东海洋大学滨海农业学院(湛江 524088)/讲师/研究方向为滨海景观营建工程技术