

引用格式: 阚媛珂, 项清, 杨泉, 王烨彬, 黄弘. 地理环境对南方丝绸之路四川段沿线古村镇分布的影响[J]. 山地学报, 2022, 40(6): 919-931.  
KAN Aike, XIANG Qing, YANG Xiao, WANG Yebin, HUANG Hong. Influence of geographical environment on the distribution of ancient villages and towns along the Sichuan section of Chinese Southern Silk Road [J]. Mountain Research, 2022, 40(6): 919-931.

## 地理环境对南方丝绸之路四川段沿线 古村镇分布的影响

阚媛珂<sup>a,d</sup>, 项清<sup>b</sup>, 杨泉<sup>c</sup>, 王烨彬<sup>a</sup>, 黄弘<sup>a</sup>

(成都理工大学 a. 旅游与城乡规划学院; b. 地球科学学院; c. 地球物理学院;  
d. 四川省高等学校人文社会科学重点研究基地青藏高原及其东缘人文地理研究中心, 成都 610059)

**摘要:** 地理环境影响线性文化廊道沿线古村镇空间分布。当前研究多在全局尺度下对聚落空间分布特征进行分析, 难以准确阐明线性文化廊道在地理环境和文化交往影响下聚落的空间模式变化。本文主要运用 MGWR 方法, 以南方丝绸之路四川段沿线古村镇为研究对象, 在历史考据和空间分析的基础上对南方丝绸之路路线演变过程进行分析, 并分别从全局尺度、支线尺度和邻域尺度提取地理环境影响下南方丝绸之路四川段沿线的古村镇空间分布特征, 进一步解释地理环境对古村镇分布影响的尺度效应。研究结果表明: (1) 全局尺度上, 古村镇主要集中在地形起伏度和坡度较小、海拔较低的岷江、沱江冲积平原, 以及青衣江、大渡河冲积平原地区, 其次为成都平原向川西高原山地过渡带的河口河谷区; (2) 支线尺度上, 古村镇在南方丝绸之路西线、中线和东线分别呈现“L”型、“U”型和“J”型的分布特征; (3) 邻域尺度上, 古村镇在不同地貌环境区呈现出低水平均衡阶段(带状型)、极核发展阶段(放射型)、扩散阶段(组团型)和高水平均衡阶段(网络型)4种图谱构型; (4) 地理环境对古村镇的影响在地理空间上存在滞后现象与溢出效应, 海拔、坡度、地形起伏度等地貌特征差异对古村镇分布产生基础性作用, 河流邻近性对古村镇分布产生限制或促进作用。本研究对揭示廊道文化传播和地域环境作用下的聚落空间分布形成机制具有重要意义。

**关键词:** 南方丝绸之路; 古村镇; 多尺度地理加权回归模型; 空间图谱

**中图分类号:** K901.8

**文献标志码:** A

南方丝绸之路四川段在历经千余年的演变过程中, 形成了具有商贸交流、文化交融、民族迁徙、宗教传播等多重性质的综合廊道<sup>[1-2]</sup>。沿线古村镇作为物资生产或商贸集散地直接参与线路形成与演化进程<sup>[3-4]</sup>, 其空间分布特征能够反映南方丝绸之路复杂地貌环境与社会文化经济要素的耦合关系。地理环境对古村镇的布局具有基础性影响<sup>[5]</sup>, 研究其

对文化线路沿线古村镇空间分布的影响过程, 对深入揭示廊道文化传播扩散与地域环境相互作用下聚落空间分布的形成机制具有重要意义。

已有学者以大型线性文化遗产为研究对象, 在全局尺度上探讨地貌、水系、气候以及土地资源等地理环境要素对沿线聚落分布的影响<sup>[6-8]</sup>。南方丝绸之路四川段途经区域的地貌环境复杂多变, 沿线的

收稿日期(Received date): 2022-03-22; 改回日期(Accepted date): 2022-10-20

基金项目(Foundation item): 四川省科技计划重点研发项目(2022YFS0563); 教育部人文社会科学研究青年基金西部和边疆地区项目(17XJCZH001); 2022年成都理工大学“双一流”建设哲学社会科学重点建设项目(ZDJS202219)。[The Key R & D Project of Sichuan Science and Technology Plan (2022YFS0563), the Western and Frontier Region Project of the Youth Fund for Humanities and Social Sciences Research of the Ministry of Education (17XJCZH001), 2022 Chengdu University of Technology "Double First Class" Key Construction Project of Philosophy and Social Sciences(ZDJS202219)]

作者简介(Biography): 阚媛珂(1980-), 男, 四川什邡人, 副教授, 研究方向: 人文地理。[KAN Aike (1980-), male, born in Shifang, Sichuan Province, associate professor, research on human geography] E-mail: kanaike@cdut.edu.cn

区域社会经济特征存在显著差异,但目前的研究主题多聚焦于交通史与贸易活动<sup>[9]</sup>,围绕某一历史时期或某一段支线开展文化或考古研究<sup>[10-11]</sup>,缺乏地域环境下文化线路与沿线聚落的空间关系探讨。其他西南地区文化线路与古村镇的研究多从建筑学视角解析聚落的空间形态特征<sup>[12]</sup>,或旨在厘定茶马古道沿线古村镇分布演化过程的时空关系<sup>[13]</sup>,未形成对地理环境与文化交往作用下聚落空间分布模式和机制的整体性、量化认识。从研究方法来看,一般在多尺度地理区域划分的基础上,采用 GIS 分析、地理信息图谱等方法研究有关尺度特征的点要素空间关系<sup>[14-16]</sup>。当前广泛应用的普通最小二乘法 (OLS) 模型对影响聚落分布的地理环境要素的解释是全局性、均质性的,而地理加权回归 (GWR) 模型尽管考虑了变量的空间非平稳性和异质性,但忽略了空间异质性的尺度差异<sup>[17]</sup>,难以反映不同地理环境要素对于古村镇分布的影响尺度。多尺度地理加权回归 (MGWR) 方法弥补了这一缺陷,与 GWR 模型和 OLS 模型相比, MGWR 模型通过为每个变量设置特定带宽,揭示了影响因素的空间异质性,又兼顾地理空间尺度对影响因素的约束<sup>[18]</sup>。

本研究运用 MGWR 方法,以南方丝绸之路四川段沿线古村镇为研究对象,在历史考据和空间分析的基础上对南方丝绸之路路线演变过程进行分析,并分别从全局尺度、支线尺度和邻域尺度提取地理环境影响下的古村镇空间分布特征,进一步解释地理环境对古村镇分布影响的尺度效应。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区域

南方丝绸之路是古代从成都始发,穿越中国西南腹地,经云南跨越缅甸,通往印度、中亚和西亚,直至欧洲的一条商道。在途径四川省区划范围内,向南分为东、中、西三条主线,又产生若干支线,整体形成“三纵三横、水陆并行”格局的复杂路网系统<sup>[9-11]</sup>。其中西线主要途径雅安、西昌、攀枝花等地,中线途经乐山、宜宾等地,东线主要途经内江、泸州等地。南方丝绸之路四川段途经多条长江水系干、支流,在便利的水陆交通条件影响下,形成大量码头、驿站、关隘等物资集散地及军事驻地。延续至

今,部分古场镇或古聚落保存完好,形成以历史文化古村、古镇为重要节点的线性文化廊道。

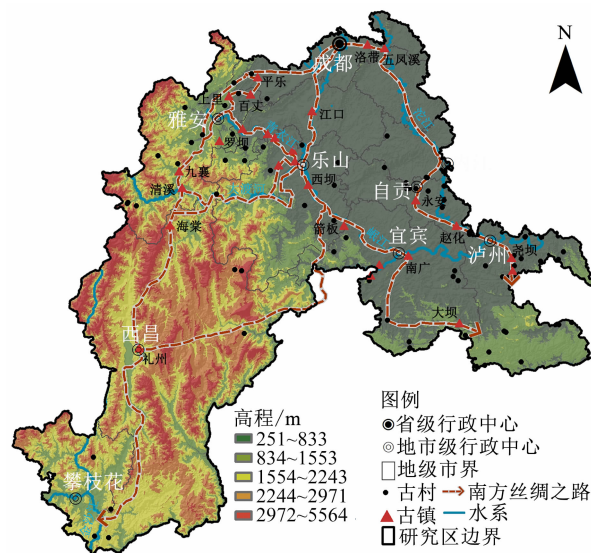


图 1 研究区概况

Fig. 1 Overview of the study area

### 1.2 数据来源与处理

主要数据包括南方丝绸之路的历史线路数据、古村镇数据以及基础地理信息数据,数据来源和处理方法如下:

(1) 根据文献资料<sup>[1-4]</sup>,复原不同时期南方丝绸之路历史线路。对照《中国历史地图集》(谭其骧, 1996 重印)和《中华人民共和国行政区划变迁地图集(1949—1979 年)》等历史地图资料,结合南方丝绸之路沿线各地州、市县的地方志,从相关史料及文献记载进行推断,并在田野调查工作中采集、校对各历史途经地的准确坐标,形成南方丝绸之路历史路径演轨迹和分支古道时空框架。

(2) 选取研究区内由住房与城乡建设部自 2003 年起评选公布的 5 个批次历史文化村镇 18 个、四川省人民政府办公厅自 1992 年起公布的第 1~5 批四川省历史文化名镇(村)25 个、住房和城乡建设部等等自 2012 年起公布的 1~5 批国家传统村落 110 个。结合四川古镇古村数字博物馆 (<http://baike.sc.xinhuanet.com/village>) 对古村镇信息进行逐一筛选并校订年代信息,选取具有明确记载在古代形成市坊,或具有客栈、商号、钱庄等商业设施的古村镇。最终确定的古镇 27 个、古村 76 个,借助百度地图 API 获取古村镇的地理坐标,建立南方丝绸之路沿线古村镇地理信息数据库(表 1)。

(3)研究区 1: 25 万三级流域数据来源于国家冰川冻土沙漠科学数据中心 (<http://www.ncdc.ac.cn>)。30 m 空间分辨率的数字高程模型 (DEM)、河流、道路等其他基础地理信息数据,来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云镜像网站 (<http://www.gscloud.cn/>)。国家基础地理信息中心下载的数据是分幅下载,空间存储单元为 15' (经差) × 10' (纬差),使用 arcpy 工具包按照研究区范围对数据进行合并裁剪。

2 研究方法

多尺度地理加权回归模型 (MGWR) 对于每个自变量使用各自最优的带宽进行回归,是对地理加权回归模型 (GWR) 中各变量使用相同最优带宽进行回归的改进。MGWR 模型为:

$$y_i = \sum_{j=1}^k \beta_{bwj}(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中,  $\beta_{bwj}(u_i, v_i)$  为具有特异性带宽的参数估计值,  $bwj$  为第  $j$  个变量回归系数使用的带宽,本文选择 AICc 准则 (AIC, Akaike Information Criterion, 衡量

统计模型拟合优良性的一种标准);  $(u_i, v_i)$  为第  $i$  个样本点的空间坐标; $j$  为自变量个数; $x_{ij}$  表示第  $j$  个自变量在第  $i$  个点的观测值; $\varepsilon_i$  为随机扰动项; $y_i$  为第  $i$  个古村镇的密度值<sup>[19]</sup>。

3 结果分析

3.1 南方丝绸之路历史演变与古村镇发展关系

发展交通是历代中央王朝经略边疆地区的重要手段。南方丝绸之路是由不同驿道、驿站串联而成的庞大交通网络系统 (图 2)。从南方丝绸之路发展历史来看,汉、唐和清三个时期较其他时期在路线拓展和历史功能上均有明显变化,路网系统更具代表性<sup>[21-22]</sup>。汉代“西南夷道”“旄牛道”等官道的开辟改变了西南地区道路闭塞的局面,形成了“两纵一横”的路网结构,并逐渐变成了以官方贸易为主,兼具民间转贩贸易、贡赐贸易以及军事活动的通道。唐时期对秦汉时建设的道路系统进行了优化,路径更短且路况更平顺。随着“阳山江道”和“沐源川道”支线的开辟,南方丝绸之路衍生出“两纵三横”的路网结构,道路承载的历史功能更趋多元化。至

表 1 南方丝绸之路 (四川段) 沿线古村镇信息数据库 (部分)

Tab. 1 Information of ancient villages and towns along the Sichuan section of the Southern Silk Road

路线	现代地名	古地名			朝代	历史功能
		汉	唐	清		
中线	青龙镇	青龙场	青龙场	青龙场	汉	商贸重镇
	江口古镇	彭亡聚	合水	江口	汉	集散码头
	汉阳镇	汉阳	汉阳	汉阳	汉	商贸重镇
	苏坪村	—	清溪驿	板桥溪铺	唐	古驿站
	冠英镇	—	玉津	普通铺	唐	古城
	西坝古镇	西溶	西溶	西坝铺	商	水陆要冲
	月波乡	—	月波驿	月波铺	元	古驿站
	泥溪镇	—	—	泥溪场	清	古驿站
东线	洛带古镇	落带	落带	甄子场	秦	古驿站
	五凤溪古镇	—	—	五凤溪	汉	水码头
	南津镇	—	—	南津驿		古驿站
	永安古镇	—	—	毛头铺/永安	宋	集散地
	赵化古镇	—	—	赵化镇	宋	水码头
	尧坝古镇	—	—	尧坝场	汉	古驿站
	石盘镇	—	—	石盘铺	明	古驿站
	莲池铺村	—	—	莲池铺	清	古驿站
	银山镇	—	—	银山镇	唐	古城
	临江铺乡	—	—	临江铺	宋	古驿站

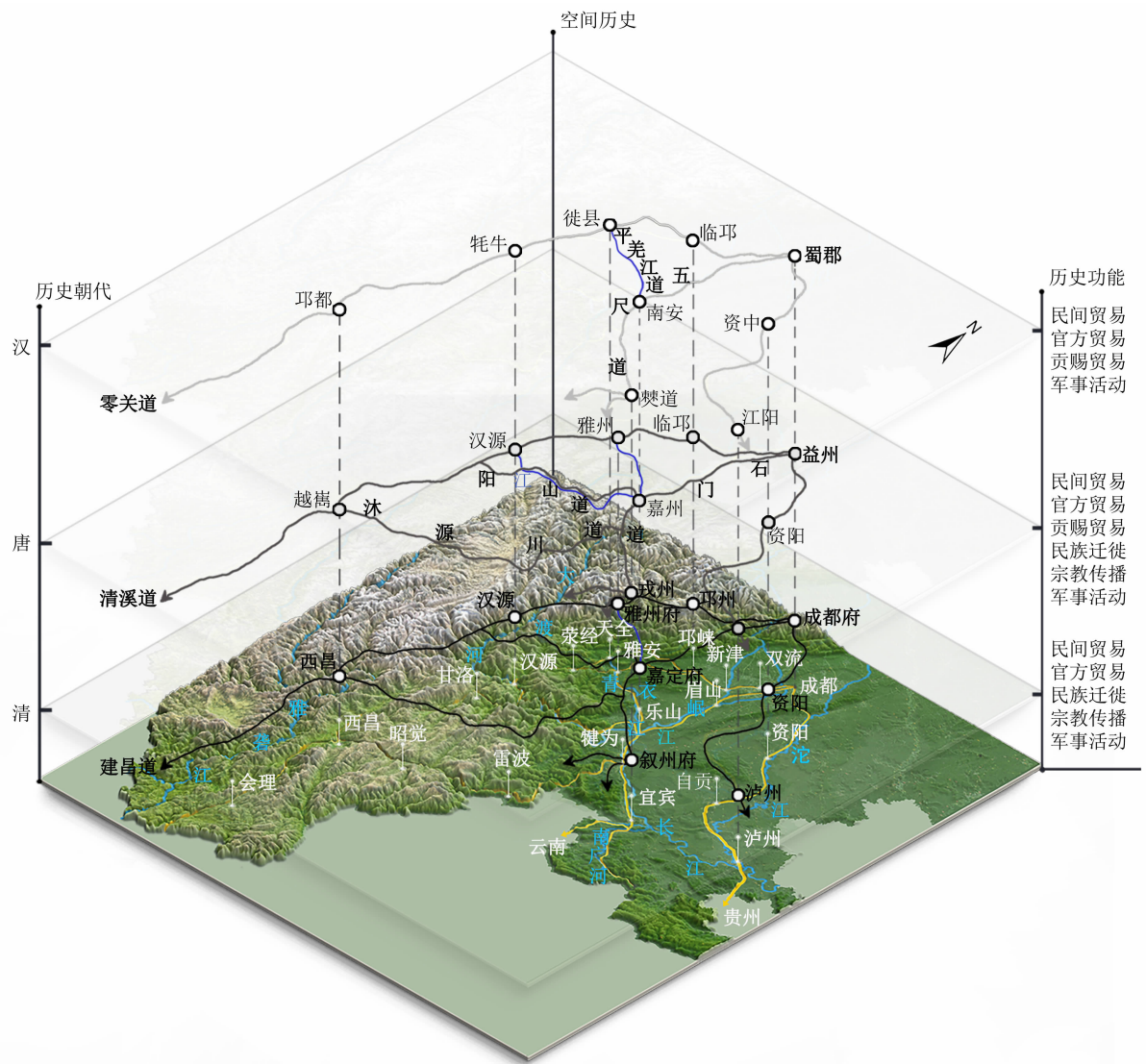


图 2 南方丝绸之路(四川段)历史路径演变三维时空框架图

Fig. 2 Three dimensional space-time framework of historical path evolution of the Southern Silk Road

清代,南方丝绸之路已演变为具有“三纵三横,水陆并行”交通格局的复杂道路系统,辐射范围纵向从川西平原延伸到川南地区,横向则从川南西部地区向东延伸,覆盖了现成都、眉山、乐山、宜宾等 10 个市州。历史功能从单一的民间贸易通道,演变成集民族迁徙、宗教传播、军事和商贸活动为一体的官方通道,有效促进了中国与邻国、中央与地方之间的政治、经济和文化往来。

南方丝绸之路作为民间商贸通道,催生了小部分、小范围且短距离的商业活动发展,尚不能驱动沿线村落、集镇的功能发生实质性转变。在中央集权大规模、统一性调度下,南方丝绸之路作为官道不仅衍生出因商贸活动而形成的商贸集镇,

沿线部分村镇聚落发生了多元的功能演替。如以农业为主的雅安地区,在茶叶、丝绸交易刺激下,成为集农业、商贸为一体的多功能村镇,并形成了以南方丝绸之路为载体、以城镇为中心、以村落为节点的线性商品贸易体系。例如,汉源的九襄古镇、雅安上里古镇等重要驿站,在成为区域性茶叶、丝绸集散和转运中心后,进一步促进地区人流和物资的聚集,并推动古镇周边的居民点成为货物中转补给基地。又如九襄古镇周边的民主村、富民村、天罡村,上里古镇周边的后盐村、高兴村、朱场村,将村中所产茶叶、土产品、手工业制品运往集镇,并通过南方丝绸之路向更远的地区流通。南方丝绸之路历经千余年的发展演变,极大改善



了四川境内的交通条件及商贸经济环境,并通过影响村镇聚落间的经济联系,重塑了沿线地区村镇聚落的空间体系。

### 3.2 南方丝绸之路沿线古村镇分布特征

#### 3.2.1 全局尺度上古村镇分布特征

区域地形地貌特征是古村镇选址与布局的决定因素之一,气候条件、河流水系、土壤植被等环境要素影响人居环境,并制约文化经济交流等人文活动,进而深刻影响古村镇的分布格局。如图 3a 所示,古村镇所在地地形起伏度在 0~150 m 最多,所包含的古村镇数量为 43 个,占古村镇总数的 41.75%。地形起伏度在 300 m 以上,即在古村镇选址几何中心周围 900 m×900 m 范围内地形高差高于 300 m 的古村镇有 30 个,占古村镇总数的 29.13%。反映南方丝绸之路四川段途径地区的地形地貌环境变化较大,使得沿线古村镇分布特征呈现不同的地形起伏高差和地貌破碎度。

从古村镇在不同梯度的分布来看(图 3b),研究区位于岷江、沱江冲积平原、以及青衣江、大渡河冲积平原地区(<500 m)的古村镇占比 45.63%;位于成都平原向川西高原山地过渡带的河口河谷区,以及内江、宜宾、泸州一带的丘陵地区(500~1000 m)的古村镇占比 33.98%;分布于临河河谷半山上的干旱河谷地带(1000~2000 m)的古村镇占比 14.56%;分布于高半山段(2000~3000 m)的古村镇占比 5.83%。

一般来说,地表坡度越小,基础设施建设难度小、成本低,交通、水利设施布置容易,适宜人们的生

产与生活,乡村聚落分布较集中。随着坡度的增加,生产性的土地减少,各种建筑成本增加,影响交通、水利等基础设施建设,使得居民点分布规模也较小。从图 3c 可以看出,虽然总体上随地表坡度的增加,聚落数量呈现减少,但在 <2°、2°~5°和 5°~10°各区间的古村镇分布数量差异不大,而在 10°~15°、15°~20°、>20°的古村镇分布数量也较为接近。

#### 3.2.2 支线尺度上古村镇分布特征

南方丝绸之路四川段经秦汉至清时期的演变逐渐形成西线、中线和东线等三条主要支线,首先从各支线起点开始,按照 DEM 最高分辨率(30 m)的间隔对各支线进行区段划分,并提取每个区段的线路平均高程和该区段内与线路中心线距离为 1 km、5 km 和 20 km 范围的古村镇,从而分析不同支线环境对沿线古村镇分布的影响。

如图 4 所示,南方丝绸之路西线的海拔变化起伏较大,中线的海拔先降低再升高,而东线的海拔变化呈现为随路线延伸而降低。不同支线沿线的古村镇随线路剖面海拔变化具有不同的分布特征。如图 4a、4b、4c 所示,南方丝绸之路西线古村镇呈现“L”型分布特征,主要集中在距离起点 0~307 km(编码 1~3150),海拔梯度为 185~1002 m 的线路两侧。如图 4d、4e、4f 所示,中线沿线古村镇随线路的海拔变化呈现“U”型分布的特征,如当距离线路为 5 km 时,古村镇集中于距离起点 0~230 km(编码 1~2350)和距离起点 352~460 m(编码 3310~4870)、海拔梯度均在 350~460 m 线路两侧。东线沿线古村镇随线路延伸呈现“J”型,古村镇集中分布在距

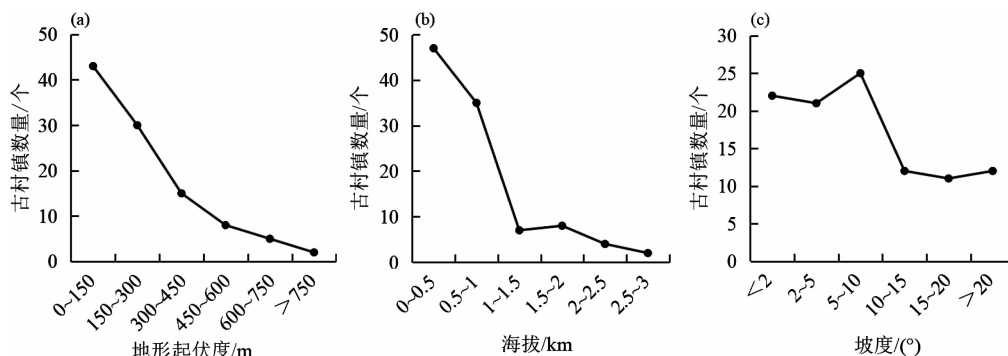


图 3 古村镇分布的地形地貌环境特征:

(a) 不同地形起伏度的古村镇分布;(b) 不同海拔的古村镇分布;(c) 不同坡度的古村镇分布

Fig. 3 Landform and environmental characteristics of ancient villages and towns:

(a) distribution of ancient villages and towns with different topographic relief;

(b) distribution of ancient villages and towns at different altitudes; (c) distribution of ancient villages and towns with different slopes

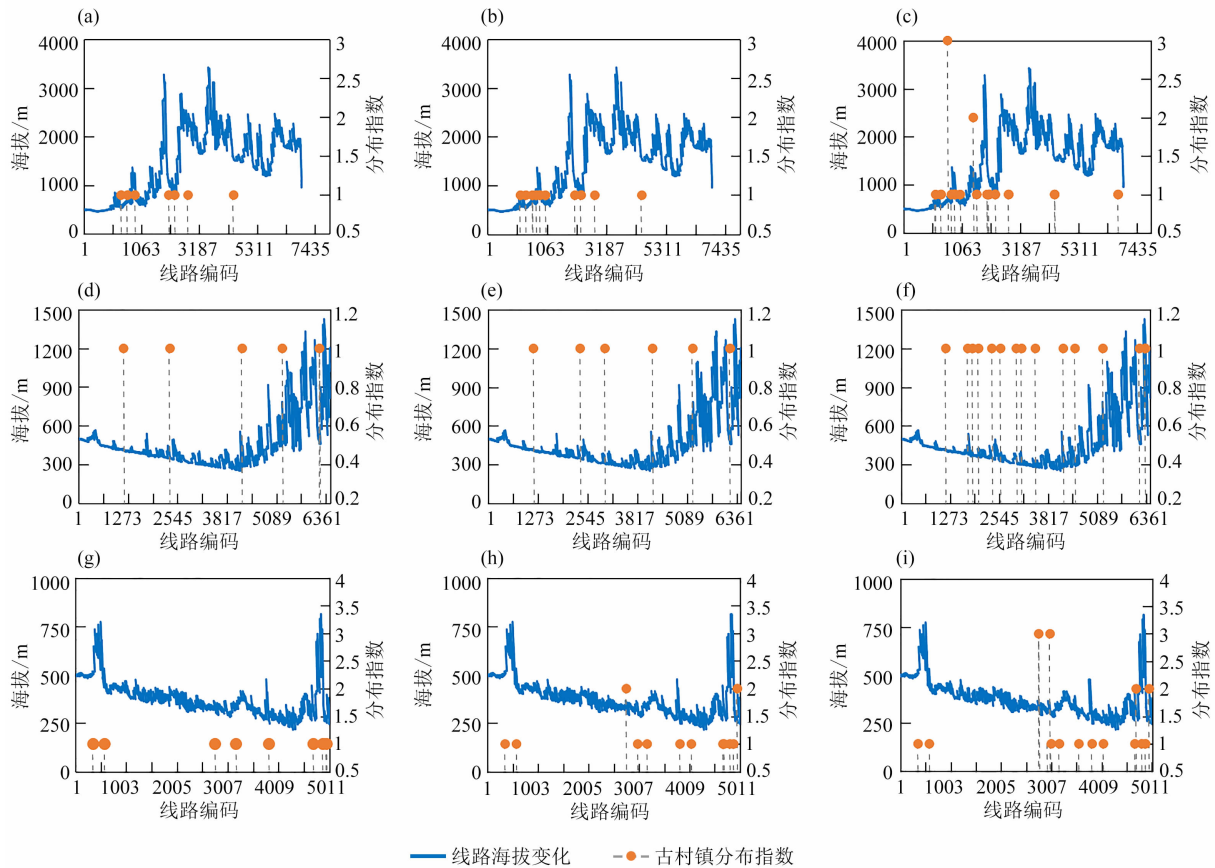


图 4 南方丝绸之路各支线海拔梯度变化及沿线古村镇分布: (a) 西线 ( $R=1$  km); (b) 西线 ( $R=5$  km); (c) 西线 ( $R=20$  km); (d) 中线 ( $R=1$  km); (e) 中线 ( $R=5$  km); (f) 中线 ( $R=20$  km); (g) 东线 ( $R=1$  km); (h) 东线 ( $R=5$  km); (i) 东线 ( $R=20$  km)

Fig. 4 Change of altitude gradient and distribution of ancient villages and towns along each branch of the Southern Silk Road;

(a) west line ( $R=1$  km); (b) west line ( $R=5$  km); (c) west line ( $R=20$  km); (d) middle line ( $R=1$  km); (e) central line ( $R=5$  km); (f) central line ( $R=20$  km); (g) east line ( $R=1$  km); (h) east line ( $R=5$  km); (i) east line ( $R=20$  km)

离起点 215 ~ 395 km (编码 2200 ~ 3960), 海拔梯度为 248 ~ 548 m。将古村镇分布的形态特征和线路的海拔变化进行对比, 古村镇在各支线分别呈现的“L”型、“U”型和“J”型的分布模式总体上与线路的海拔变化趋势较为一致, 即海拔较低的区域古村镇分布指数也相对较高, 且在沿德昌方向的东线和沿沱江的西线上表现更加显著。

### 3.2.3 邻域尺度上古村镇分布特征

为进一步分析古村镇空间分布在邻域尺度下对环境的响应特征, 如图 5 所示, 在 GIS 中以古镇为中心, 以古村为端点, 按照平均最邻近距离为尺度, 构建南方丝绸之路沿线古村镇空间图谱。从古村镇空间图谱来看, 主要呈现出 4 种图谱构型, 分别为带状型、放射型、组团型和网络型, 不同的构型是古村镇结构体系处于不同发育程度的体现 (表 2)。总体上依次对应低水平均衡阶段 (带状型)、极核发展阶段

(放射型)、扩散阶段 (组团型) 和高水平均衡阶段 (网络型)。从古镇村图谱结构的分布来看, 处于扩散阶段和高水平均衡阶段的图谱构型主要集中于邛崃、雅安以及三江汇流的乐山等地区。这些地区均是南方丝绸之路四川段的重要商贸节点, 区域内具有集丝绸、茶叶等货物生产、交易、运输为一体的古村镇, 古村和古镇在聚落职能上既有等级辐射又有相互补充的关系, 促使古村镇体系的空间图谱构型出现了组团型和网络型等更成熟、高阶的结构形态。放射型和带状型等古村镇的空间结构形态多分布于海拔较高、地形起伏度较大的山区, 这些地区由于复杂的地貌环境对道路交通和经济文化交流产生阻碍, 因此古村镇分布的结构形态较为简单初级。

## 3.3 地理环境对古村镇分布影响的建模分析

### 3.3.1 模型参数选取

基于核函数构建古村镇分布的密度场, 并提取

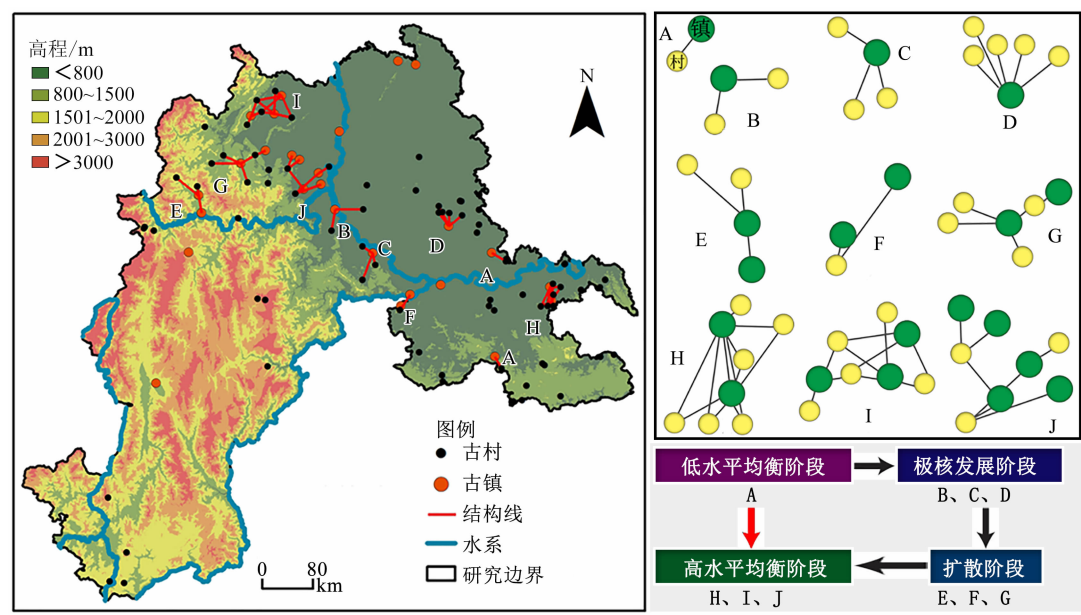


图5 南方丝绸之路沿线古村镇空间图谱构型及其分布

Fig. 5 Spatial map configuration and distribution of ancient villages and towns along the Southern Silk Road

表2 南方丝绸之路沿线古村镇典型空间图谱特征

Tab. 2 Typical spatial map characteristics of ancient villages and towns along the Southern Silk Road

典型古村镇结构图谱	构型特征	环境特征	形成机制
	组团型	低海拔冲积洪积平原	古村在古镇的辐射影响作用下形成新的古镇,处于扩散阶段。结构形态呈现出多个古镇串联多个古村的多元复合结构。
	网络型	低海拔冲积洪积平原	多个古村镇组团进一步发育形成网络型的结构体系,呈现出协同发展的高水平均衡发展状态,结构形态呈圈层式自内向外扩展。
	放射型	中小起伏中高海拔的丘陵山地地区	古镇集聚了区域内的主要资源和生产生活要素,处于向外辐射的极核发展阶段。结构形态上由一个主体古镇辐射不同方向的古村落。
	带状型	中高海拔大起伏山地地区	古镇与古村分布相对均衡,没有明显的集聚特征,处于低水平的均衡状态。由单个的古镇链接影响单个古村。

每个古村镇点的密度值作为因变量( $K$ )。根据实地调研获取的地理环境认识并参考相关文献<sup>[23-28]</sup>,从影响古村镇分布的基础地理环境要素出发,结合数据的可获得性和易于无量纲化等原则,在自然环境因素中选取海拔( $X_1$ )、坡度( $X_2$ )、地形起伏度( $X_3$ )、河流邻近性( $X_4$ )等指标。此外,古村镇分布不仅受到地形地貌等自然环境的影响。由于古村镇间各种物资、人口、信息和文化等要素的流动,使古村镇分布还受到聚落等级扩散的作用而具有空间相关性,因此同时选取古镇密度( $X_5$ )和古村密度( $X_6$ )作为自变量。

3.3.2 模型估计及比较

得到 MGWR 模型的统计结果与变量系数表后,将 MGWR 结果与 GWR 模型以及经典 OLS 模型进行比较(表 3),一般两模型的 AICc 值相差大于 3,则具有较低 AICc 值的模型将被视为更佳。MGWR 模型回归结果参数显示 AICc 值为 96.18,低于 GWR 模型的 108.804,更低于经典 OLS 模型的 116.664。这表明相较 OLS 模型和 GWR 模型, MGWR 模型更具优势。调整后  $R^2$  的值也表明 MGWR 模型具有更高的拟合度。根据 MGWR 模型分析结果绘制各影响因子对因变量  $K$  的五分位统计表(表 4),从平均值、标准差、最小值、中间值、最大值可以看出,各影响因子对因变量  $K$  具有空间差异性。地形起伏度的影响效应最为显著,其次是和

海拔、坡度、河流邻近性和道路邻近性。通过各影响因子回归系数的可视化(图 6),可知各影响因子对古村镇分布的影响程度在不同区域具有明显的差异,反映了回归系数在地理空间上的滞后现象与溢出效应。

另外 MGWR 模型弥补了 GWR 模型忽略地理空间尺度的缺陷,赋予每个变量特定的带宽,从而使计算结果更加稳健<sup>[17]</sup>。表 5 所示 GWR 模型的带宽均为 244,而使用 MGWR 模型可以发现各变量的带宽有所不同,能够较好地反映出各影响因素在空间异质性上的差异。

3.3.3 计算结果与讨论

自然环境因素中,海拔的回归系数为负值,表明海拔越高,古村镇分布密度越低。海拔回归系数的取值为  $-0.085 \sim -0.031$ ,标准差为 0.015。从海拔的回归系数分布来看,负相关系数最高的分布于研究区南部的会理、米易以及东南方向的筠连、高县、古蔺、叙永、合江、纳溪等区县。这些地区均处于四川盆地向云贵高原的过渡地带,垂直差异显著、地形地貌复杂<sup>[26]</sup>。随着海拔的升高,聚落的规模和数量都呈现减少趋势。位于研究区中部的青衣江一大渡河冲积平原,岷江、沱江冲积平原表现出负相关系数降低的趋势,这是由于这些地区多为平原地区,地形垂直差异小,使得古村镇分布受到海拔影响的程度变弱。

表 3 MGWR、GWR 与 OLS 模型总体回归结果  
Tab.3 Overall regression results of MGWR, GWR and OLS models

变量	OLS 模型		GWR 模型		MGWR 模型	
	$\beta$	$t$	平均值	$ t $	平均值	$ t $
$X_1$	-0.053 **	-3.52	-0.049 **	-2.21	-0.055 **	-3.25
$X_2$	0.021 **	3.34	0.032 **	2.56	0.034 **	2.01
$X_3$	-0.009 **	-5.21	-0.103 **	-3.02	-0.104 **	-4.32
$X_4$	0.043 **	3.66	0.055 **	2.96	0.057 **	3.88
$X_5$	0.866 **	5.35	0.856 **	2.81	0.860 **	4.72
$X_6$	-0.002 **	-3.52	-0.005 **	-3.02	-0.003 **	-6.06
$R^2$	0.797		0.858		0.880	
调整 $R^2$	0.772		0.821		0.849	
AICc 值	116.664		108.804		96.18	
残差平方和	15.220		10.665		8.976	

注:\*\*表示在 1% 的水平上显著。



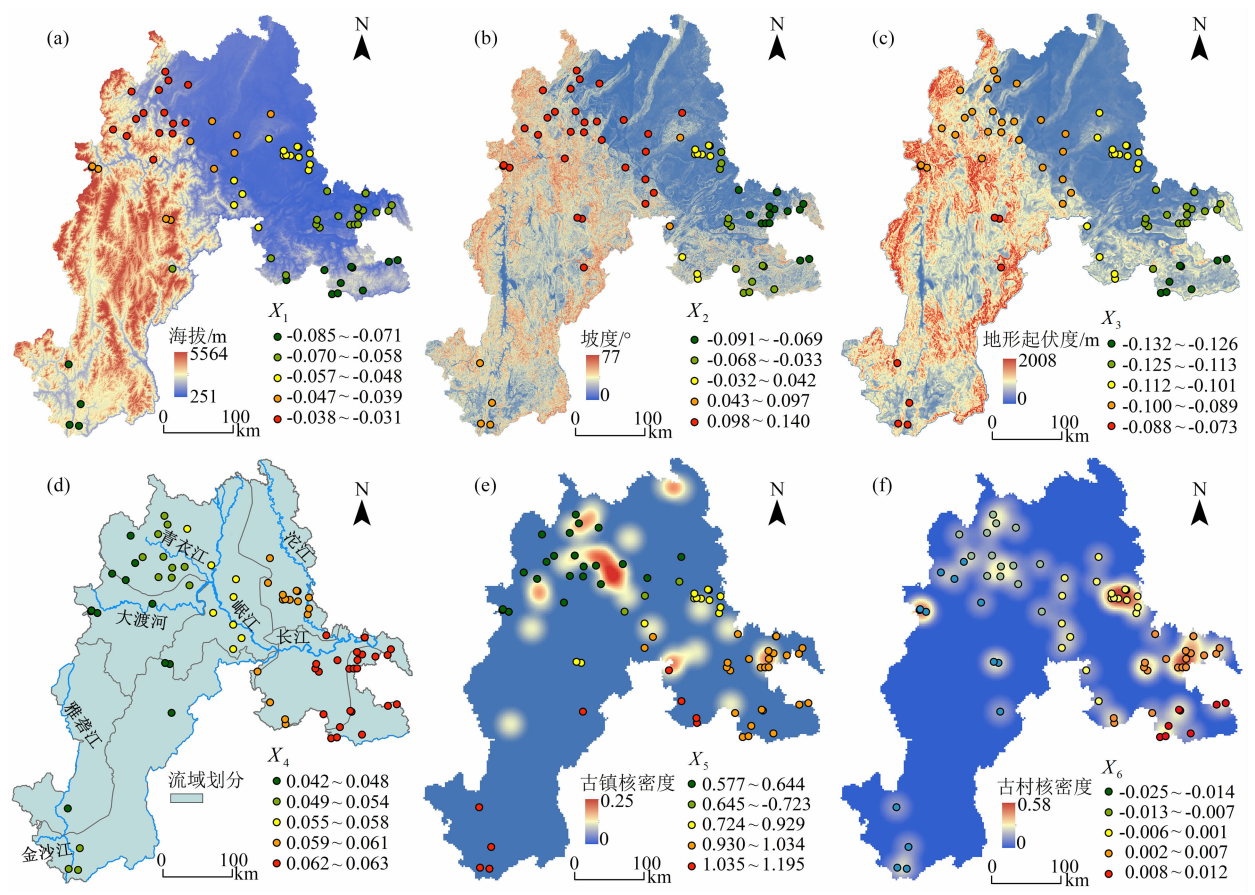


图6 古村镇环境响应相关性系数及其尺度效应:

(a)海拔;(b)坡度;(c)地形起伏度;(d)河流邻近性;(e)古镇核密度;(f)古村核密度

Fig. 6 Correlation coefficient and scale effect of environmental response of ancient villages and towns:(a)altitude;(b)slope;(c) topographic relief;( d) river proximity;( e) nuclear density of ancient town;( f) ancient Village Nuclear Density

表4 多尺度地理加权回归系数统计  
Tab. 4 Statistical of multi-scale geographically weighted regression coefficients

变量	平均值	标准差	最小数	中间值	最大值
$X_1^{**}$	-0.055	0.015	-0.085	-0.053	-0.031
$X_2^{**}$	0.034	0.089	-0.091	0.043	0.147
$X_3^{**}$	-0.104	0.015	-0.133	-0.104	-0.073
$X_4^{**}$	0.057	0.007	0.042	0.060	0.064
$X_5^{**}$	0.860	0.188	0.577	0.916	1.195
$X_6^{**}$	-0.003	0.010	-0.025	-0.001	0.012

注:\*\*表示在1%的水平上显著。

表5 MGWR 与 GWR 模型带宽比较  
Tab. 5 Bandwidth comparison between MGWR and GWR models

序号	影响因子	计算结果	
		MGWR 模型	GWR 模型
1	常数项	72	244
2	海拔	320	244
3	坡度	53	244
4	地形起伏度	280	244
5	河流邻近性	120	244
6	古镇密度	45	244
7	古村密度	320	244

坡度的回归系数为-0.091~0.140,标准差为0.089,表明坡度因素具有较高的空间异质性。从坡度回归系数分布来看,位于研究区东部的自贡、长江以南的宜宾、泸州等部分地区坡度回归系数为负相

关,表明古村镇分布密度随着坡度增加而降低。在丘陵、山地和盆地过渡地区,坡度越大,地形约束下泥石流等自然灾害发生的可能性更高,不易于古村镇的扩展。对于其他广泛分布于冲积平原以及向川

西山过渡地区的古村和古镇,尽管古村和古镇均会选址在相对缓坡的地带,但由于地貌单元的差异和地形逐次抬升,自东向西逐层自然升高,而坡度相对较低的地带越往西越少,因此呈现出坡度回归系数为正值。

地形起伏度的回归系数为负值,取值为 $-0.132 \sim -0.073$ ,标准差为 $0.015$ 。总体上地形起伏度与古村镇分布密度呈现负相关。从地形回归系数的分布来看,宜宾、泸州一带的高地形起伏度地区,地形起伏度回归系数负相关性更高,这是由于南方丝绸之路东线上的宜宾、泸州等地区内区域交通联系主要以陆路交通为主,贸易路线多处于沿山开辟的交通要道,由于地形复杂,远离主要道路的古村镇难以获得经济快速发展的机遇。雅安一带的地形起伏度回归系数负相关性偏低,这是由于虽然地形起伏越高,聚落空间外延性扩张的可能性越小,但雅安一带古村镇一方面处于河口地带,具有水陆综合交通的优势,另一方面这一地区古村镇由于具有生产、贸易等多样化的职能,可推断经济上的因素减弱了地形起伏度对空间关联系数的影响。

河流邻近性的回归系数为正值,取值为 $0.042 \sim 0.063$ ,标准差为 $0.007$ 。总体上表现出距离河流越近,古村镇分布密度越高的特征。河流邻近性回归系数在研究区三级流域范围内具有显著的分布差异。在涪江流域、长江干流流域范围内,河流邻近性的回归系数处于最高水平。岷江、金沙江与长江汇合处以及沱江汇入长江干流处,更多可能面临洪涝灾害侵袭,同时邻近河流的地貌特征也多为山地地貌环境,难以形成较多的古村镇。在青衣江流域的雅安洪雅、天全、邛崃等地,这些地区尽管也会受到洪涝灾害影响,但因盛产丝绸、茶叶,是南方丝绸之路和茶马古道上的重要节点,在邻近河流的地区有一定数量的水码头、驿站而形成古镇,且古镇周边形成一定的古村组团,因此河流邻近性的回归系数相对较低,即与河流越近,更容易形成古村镇群。沱江流域在古代经济交通线路地位上不如青衣江、岷江流域,因此河流邻近性回归系数处于中间水平。经济交流地位较弱的大渡河流域、雅砻江流域、金沙江石鼓以下干流流域回归系数则分布最低。

古镇作为具备一定城市功能的中心聚落,产生了对生产要素和社会经济活动的空间集聚和吸纳的

规模效应。例如南方丝绸之路上位于青衣江沿线的古镇分布密度较高,这使得这一地区的商贸活动和人流集散的规模更高,集聚效应使得古镇的等级扩散能力更强,古镇的经济文化外溢带动了周边古村的发展。这一地区的古村通过自身资源禀赋和古镇的带动作用更为积极地参与到南方丝绸之路的商贸交往中。因此,古镇密度回归系数的取值为 $0.577 \sim 1.195$ ,标准差为 $0.188$ 。此外,古村密度回归系数取值为 $-0.025 \sim 0.012$ ,标准差为 $0.01$ ,与古镇密度对古村镇分布密度的显著影响不同,古村密度对古村镇分布密度的影响较弱。

## 4 结论

本文以南方丝绸之路四川段沿线古村镇为研究对象,利用GIS空间分析、地学信息图谱和MGWR模型揭示地理环境对古村镇空间分布的影响特征及其尺度效应。主要结论如下:

(1)在全局尺度上,南方丝绸之路四川段沿线古村镇的地形起伏度、海拔高度和坡度差异较大。古村镇主要集中分布在地形起伏度、坡度较小和海拔较低的岷江、沱江冲积平原、以及青衣江、大渡河冲积平原地区,其次为成都平原向川西高原山地过渡带的河口河谷区。

(2)支线尺度上,不同支线沿线的古村镇随线路剖面海拔变化具有不同的分布特征,古村镇在南方丝绸之路西线、中线和东线分别呈现“L”型、“U”型和“J”形的分布特征。

(3)邻域尺度上,不同地貌区呈现出不同的古村镇空间图谱,古村镇空间图谱可被归纳为四种构型,分别为带状型、放射型、组团型和网络型等形态。不同的结构形态是古村-古镇空间结构处于不同发育阶段时期的体现,依次对应低水平均衡阶段→极核发展阶段→扩散阶段→高水平均衡阶段。

(4)古村镇对环境的响应在地理空间上存在滞后现象与溢出效应。经模型计算发现,海拔、坡度、地形起伏度等地貌差异对古村镇分异产生基础性作用;不同流域的河流邻近性对古村镇的空间分布产生限制或促进作用。

本研究通过分析南方丝绸之路四川段沿线地理环境影响下的古村镇分布特征,有利于揭示文

化线路承载的文化传播、经济交流、人口迁徙与地域自然环境在长期性和差异化的耦合作用下对区域村镇空间结构的塑造规律,研究思路和研究结果为线性文化廊道的人居环境研究提供了一种新的视角。

## 参考文献 (References)

- [1] 段渝. 改革开放以来的“南方丝绸之路”研究[J]. 巴蜀文化研究动态, 2019(3): 1-3. [DUAN Yu. Research on the “Southern Silk Road” since the reform and opening up [J]. Research Trends of Bashu Culture, 2019(3): 1-3]
- [2] 罗群, 朱强. 20 世纪以来“南方丝绸之路”研究述评[J]. 长安大学学报(社会科学版), 2015, 17(3): 121-131. [LUO Qun, ZHU Qiang. Research review of “Southern Silk Road” since the 20th century [J]. Journal of Chang'an University (Social Sciences Edition), 2015, 17(3): 121-131] DOI: 10.3969/j.issn.1671-6248.2015.03.019
- [3] 赵晓东, 魏敏. 南方丝绸之路东线的初步考察[J]. 中华文化论坛, 2017(12): 149-153. [ZHAO Xiaodong, WEI Min. A preliminary investigation on the eastern route of the Southern Silk Road [J]. Chinese Culture Forum, 2017(12): 149-153]
- [4] 赵永康. 探索古代西南丝绸之路的遗踪[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2004, 12(3): 6-10. [ZHAO Yongkang. Exploring ancient trace of Silk Road in Southwest [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Social Sciences), 2004, 12(3): 6-10] DOI: 10.3969/j.issn.1672-0539.2004.03.002
- [5] 马晓蓉, 查小春. 秦巴山区乡村聚落空间格局演变及影响因素——以陕西宁强县为例[J]. 山地学报, 2020, 38(5): 726-739. [MA Xiaorong, ZHA Xiaochun. Spatial structure evolvement and impact factors of rural settlements in the Qinba Mountain area: A case study of Ningqiang county in Shaanxi province, China [J]. Mountain Research, 2020, 38(5): 726-739] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000550
- [6] 胡娟, 龚胜生, 魏幼红, 等. 山西古村镇类型及社会记忆符号系统研究[J]. 人文地理, 2018, 33(2): 107-115. [HU Juan, GONG Shengsheng, WEI Youhong, et al. Research of ancient villages and towns types on social memory symbols system: A case of Shanxi province [J]. Human Geography, 2018, 33(2): 107-115] DOI: 10.13959/j.issn.1003-2398.2018.02.014
- [7] 马利邦, 郭晓东, 张启媛. 陇中黄土丘陵区乡村聚落的空间格局——以甘肃省通渭县为例[J]. 山地学报, 2012, 30(4): 408-416. [MA Libang, GUO Xiaodong, ZHANG Qiyuan. Spatial pattern of rural settlements in loess hilly area: A case study of Tongwei county, Gansu province [J]. Mountain Research, 2012, 30(4): 408-416] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.2012.04.011
- [8] 武锋强, 王青, 莫才健, 等. 山区聚落与耕地空间耦合关系研究——以北川县为例[J]. 山地学报, 2019, 37(2): 263-270. [WU Fengqiang, WANG Qing, MO Caijian, et al. The spatial coupling relationship between rural settlements and cultivated land: A case study of Beichuan county, China [J]. Mountain Research, 2019, 37(2): 263-270] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000420
- [9] 李绍明. 近 30 年来的南方丝绸之路研究[J]. 中华文化论坛, 2009(1): 157-160. [LI Shaoming. The Southern Silk Road in the past 30 years [J]. Forum on Chinese Culture, 2009(1): 157-160] DOI: 10.3969/j.issn.1008-0139.2009.01.030
- [10] 段渝. 南方丝绸之路: 中—印交通与文化走廊[J]. 思想战线, 2015, 41(6): 91-97. [DUAN Yu. Southern Silk Road: China-India transportation and cultural corridor [J]. Ideological Front, 2015, 41(6): 91-97] DOI: 10.3969/j.issn.1001-778X.2015.06.015
- [11] 黄光成. 西南丝绸之路是一个多元立体的交通网络[J]. 中国边疆史地研究, 2002, 12(4): 63-68+117. [HUANG Guangcheng. The Southwestern Silk Road is a multielement and tridimensional communications network [J]. China's Borderland History and Geography Studies, 2002, 12(4): 63-68+117] DOI: 10.3969/j.issn.1002-6800.2002.04.008
- [12] 李霖芝, 张定青. 中国文化线路沿线聚落研究进展——基于知网数据的文献综述[J]. 小城镇建设, 2021, 39(11): 50-56+94. [LI Muzhi, ZHANG Dingqing. Research progress of settlements along cultural routes in China: Literature review based on CNKI data [J]. Development of Small Cities and Towns, 2021, 39(11): 50-56+94] DOI: 10.3969/j.issn.1009-1483.2021.11.008
- [13] 项清, 阙媛珂, 黄弘, 等. 四川茶马古道交通变迁对沿线商贸型古村镇演化的影响[J]. 世界地理研究, 2021, 30(6): 1320-1329. [XIANG Qing, KAN Aike, HUANG Hong, et al. The influence of traffic changes on the evolution of ancient villages and towns along the ancient tea-horse road in Sichuan [J]. World Regional Studies, 2021, 30(6): 1320-1329] DOI: 10.3969/j.issn.1004-9479.2021.06.2020319
- [14] 张海平, 周星星, 汤国安, 等. 基于 GIS 场模型的城市餐饮服务热点探测及空间格局分析[J]. 地理研究, 2020, 39(2): 354-369. [ZHANG Haiping, ZHOU Xingxing, TANG Guoan, et al. Hotspot discovery and its spatial pattern analysis for catering service in cities based on field model in GIS [J]. Geographical Research, 2020, 39(2): 354-369] DOI: 10.11821/dlyj020181104
- [15] 郭岩, 杨昌鸣, 张雨洋. 场域视角下清代北京宣南雅文化核心区范围及空间关联特征[J]. 地理研究, 2020, 39(4): 836-852. [GUO Yan, YANG Changming, ZHANG Yuyang. The scope and spatial correlation features of the core area of hierarchic culture of Beijing Xuanan in Qing dynasty from the field view [J]. Geographical Research, 2020, 39(4): 836-852] DOI: 10.

11821/dlyj020190246

- [16] 乔富伟, 白永平, 周亮, 等. 雅鲁藏布江中游地区城乡居民点多尺度空间分异及自然因素影响分析[J]. 地球信息科学学报, 2019, **21**(9): 1341 – 1351. [QIAO Fuwei, BAI Yongping, ZHOU Liang, et al. Multiscale spatial differentiation and physical influencing factors of urban and rural settlements in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River basin [J]. Journal of Geo-information Science, 2019, **21**(9): 1341 – 1351] DOI: 10.12082/dqxxkx.2019.190160
- [17] 张世伟, 王琳, 鲁凤. 基于 MGWR 的南京市住宅租金影响因素研究[J]. 现代城市研究, 2019, **34**(11): 97 – 103. [ZHANG Shiwei, WANG Lin, LU Feng. Study on the influencing factors of housing rent in Nanjing based on MGWR [J]. Modern Urban Research, 2019, **34**(11): 97 – 103] DOI: 10.3969/j.issn.1009 – 6000.2019.11.014
- [18] 沈体雁, 于瀚辰, 周麟, 等. 北京市二手住宅价格影响机制——基于多尺度地理加权回归模型(MGWR)的研究[J]. 经济地理, 2020, **40**(3): 75 – 83. [SHEN Tiyan, YU Hanchen, ZHOU Lin, et al. On hedonic price of second-hand houses in Beijing based on Multi-scale Geographically Weighted Regression: Scale law of spatial heterogeneity [J]. Economical Geography, 2020, **40**(3): 75 – 83] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2020.03.009
- [19] 沈体雁, 于瀚辰. 空间计量经济学[M]. 2 版. 北京: 北京大学出版社, 2019. [SHEN Tiyan, YU Hanchen. Spatial Econometrics (Second Edition) [M]. Beijing: Peking University Press, 2019]
- [20] 刘延国, 廖彦淞, 黄成敏, 等. 山地县域聚落生态位分布特征及其与地形因子的关系——以岷江上游为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2017, **40**(1): 17 – 25. [LIU Yanguo, LIAO Yansong, HUANG Chengmin, et al. Spatial distribution of the mountain settlement niche and its relationship with terrain factors: A case study of Min River [J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2017, **40**(1): 17 – 25] DOI: 10.7612/j.issn.1000 – 2537.2017.01.003
- [21] 蓝勇. 南方丝绸之路[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1992: 12 – 27. [LAN Yong. The Silk Road in the southwest China [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 1992: 12 – 27]
- [22] 段渝. 中国西南早期对外交通——先秦两汉的南方丝绸之路[J]. 历史研究, 2009(1): 4 – 23 + 190. [DUAN Yu. Sino-foreign communication in southwestern China via the Southern Silk Road during the Pre-Qin/Han dynasty period [J]. Historical Research, 2009(1): 4 – 23 + 190]
- [23] 陶洁怡, 董平, 周年兴, 等. 长江经济带历史文化名镇名村空间分布特征及影响因素研究[J]. 地理与地理信息科学, 2022, **38**(3): 66 – 73. [TAO Jieyi, DONG Ping, ZHOU Nianxing, et al. Study on spatial distribution characteristics and influencing factors of historical and cultural towns and villages in the Yangtze River Economic Belt [J]. Geography and Geo-Information Science, 2022, **38**(3): 66 – 73] DOI: 10.3969/j.issn.1672 – 0504.2022.03.010
- [24] 赵宏波, 魏甲晨, 苗长虹, 等. 黄河流域历史文化名城名镇名村的空间分异与影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境, 2021, **35**(4): 70 – 77. [ZHAO Hongbo, WEI Jiachen, MIAO Changhong, et al. Spatial differentiation of historical and cultural cities, towns and villages in Yellow River basin [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, **35**(4): 70 – 77] DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2021.100
- [25] 吴必虎, 肖金玉. 中国历史文化村镇空间结构与相关性研究[J]. 经济地理, 2012, **32**(7): 6 – 11. [WU Bihu, XIAO Jinyu. Research on spatial distribution and correlation of the historical and cultural towns (villages) in China [J]. Economic Geography, 2012, **32**(7): 6 – 11] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2012.07.002
- [26] 邱俊杰, 靳建辉, 任永青, 等. 福建汀江流域新石器—青铜时期聚落遗址分布特征及其环境背景[J]. 山地学报, 2021, **39**(6): 791 – 805. [QIU Junjie, JIN Jianhui, REN Yongqing, et al. Distribution characteristics and environmental background of settlements from the Neolithic to the Bronze Age in the Tingjiang River basin, Fujian province, China [J]. Mountain Research, 2021, **39**(6): 791 – 805] DOI: 10.16089/j.cnki.1008 – 2786.000639
- [27] 张达, 周宏伟, 黄天锋, 等. 湖南省历史早期聚落遗址时空分布特征及其影响因素[J]. 山地学报, 2020, **38**(5): 763 – 775. [ZHANG Da, ZHOU Hongwei, HUANG Tianfeng, et al. Temporal and spatial distribution characteristics of early historical settlements and influencing factors in Hunan province, China [J]. Mountain Research, 2020, **38**(5): 763 – 775] DOI: 10.16089/j.cnki.1008 – 2786.000553
- [28] MARCINKO C L J, SAMANTA S, BASU O, et al. Earth observation and geospatial data can predict the relative distribution of village level poverty in the Sundarban Biosphere Reserve, India [J]. Journal of Environmental Management, 2022(313): 114950. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.114950



## Influence of Geographical Environment on the Distribution of Ancient Villages and Towns along the Sichuan Section of Chinese Southern Silk Road

KAN Aike<sup>a,d</sup>, XIANG Qing<sup>b</sup>, YANG Xiao<sup>c</sup>, WANG Yebin<sup>a</sup>, HUANG Hong<sup>a</sup>

(*a. College of Tourism and Urban-Rural Planning; b. College of Earth Science;*

*c. College of Geophysics ; d. Research Center for Human Geography of Tibetan Plateau and Its Eastern Slope, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)*

**Abstract:** Geographical environment governs the spatial distribution of ancient villages and towns along linear cultural corridors. Although past research mostly stressed the spatial distribution of ancient settlements on a global scale, it was difficult to accurately clarify the changes in spatial pattern of settlements under the influence of linear cultural corridor geographical environment and cultural communication. In this study, it took the ancient villages and towns along the Sichuan section of the Southern Silk Road as research object. Based on historical document research and GIS spatial analysis, as well as multi-scale geographical weighted regression, the evolution process of the southern Silk Road route was analyzed to outline the influence characteristics of geographical environment on the spatial distribution of ancient villages and towns under different scale effects. The following results are found: (1) On a overall scale, ancient villages and towns are mainly distributed in the alluvial plains of the Minjiang River and the Tuojiang River, the Qingyi River and the Dadu River, where there are small topographic relief or slope, with low altitude, followed by the estuary and valley area in the confluence of Chengdu plain to Western Sichuan Plateau. (2) On a branch scale, the distribution of ancient villages and towns are in the shape of “L”, “U” and “J” in the west route, middle route and east route of the Southern Silk Road, respectively. (3) On a neighborhood scale, ancient villages and towns describes four patterns in different geo-environment areas, namely low-level equilibrium stage (band type), polar nuclear development stage (radial type), diffusion stage (cluster type) and high-level equilibrium stage (network type); (4) The influence of geo-environment on ancient villages and towns has lag phenomenon and spillover effect in geographical space. Differences in geomorphological characteristics such as altitude, slope and fluctuation had a basic effect on the distribution of ancient villages and towns, and proximity to river has a favorable or unfavorable effect on the distribution. This study is of great significance to reveal the formation mechanism of settlement spatial distribution under the influence of cultural transmission and regional environment in corridors.

**Key words:** Southern Silk Road; ancient villages and towns; multi scale geographic weighted regression model; spatial Atlas