

DOI: 10.13791/j.cnki.hsfwest.20230515

丁杰, 王如明. 中国传统乡村聚落空间模式的句法解析[J]. 西部人居环境学刊, 2023, 38(5): 103-109.

DING J, WANG R M. Understanding the Spatial Pattern of Historical Chinese Rural Settlements: A Syntactical Approach[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2023, 38(5): 103-109.

中国传统乡村聚落空间模式的句法解析*

Understanding the Spatial Pattern of Historical Chinese Rural Settlements: A Syntactical Approach

丁 杰 王如明 DING Jie, WANG Rumeng

摘 要: 传统聚落包括城镇与乡村, 是中国历史建筑环境的重要组成部分, 表现出多种独特的空间特征。由于以往研究主要集中在城镇的空间形态上, 且多以描述性分析为主, 导致人们对传统乡村聚落空间形态特征理解不足。研究提出一种新的方法理解中国传统乡村聚落空间特征, 基于句法原理分析中国传统乡村聚落空间模式的差异, 并选取三组(9个)地域特征明显的乡村聚落作为研究对象, 运用星形模型和分类空间测度的方法解读中国传统乡村聚落的空间特征。结果发现, 中国传统乡村聚落的空间模式主要分为轴线导向型与河流导向型, 前者体现了《考工记》中“理想城镇”的空间模式, 后者则反映了风水理论中人与自然和谐共生的思想。研究运用一系列数学测度方法来探索中国传统乡村聚落的空间特征, 可以促进对中国传统文化的拓展解读, 结果有助于更准确地理解中国传统乡村聚落的空间分布格局。

关键词: 中国传统聚落; 空间句法; 星型模型; 分类空间测度

Abstract: Traditional settlements, including towns and villages, are an important part of Chinese historical architectural environment, showing a variety of unique spatial characteristics. Since the previous studies mainly focused on the spatial form of cities and towns, and mainly focused on the descriptive analysis, the spatial morphological characteristics of historical settlements in rural areas are unclear. This study proposes a new method to understand the spatial morphological characteristics of rural areas, and analyzes the differences of spatial patterns of traditional rural settlements in China based on syntactic principles. The 9 settlements (3 groups) with obvious regional characteristics were selected as the study objects, which were the Nanliuzhuang village, Baihoubao village and Caotuan village (Group 1) in the North China Plain; the Shitan village, Changxi village and Gaoyang village (Group 2) located in the Yangtze River delta region; as well as the Pingyan village, Pingan village and Tiantou village (Group 3) located in the Yunnan-Guizhou Plateau. Then the star model is used to reveal the difference of spatial features among different samples. The star model provides a method to interpret the spatial pattern of traditional Chinese settlements, so as to understand whether the spatial pattern of settlements is inclined to organic distribution or regular layout. The star model results show that the traditional settlements pattern in China changes from north to south from standard settlements to deformation settlements and from background settlements to foreground settlements. The Han settlements are more structured than the minority settlements, and the northern settlements tend to be more integrated because of their regular street network structure. In addition, five measures of axiality, curvature, intelligibility, synergy and organic spatial layout are used to explain the differences of spatial structure of traditional settlements in different regions. Among them, the axiality and curvature can measure the deformation degree of the settlement space structure. Intelligibility and synergy measure the legibility and visibility of the spatial structure of a settlement. Organic spatial layout can be used to measure whether the spatial distribution of settlements is uniform. The results of categorized spatial measures show that the Han settlement shows the planning trend of the ideal urban pattern in Kaogongji. Specifically, northern settlements are more axiality and intelligibility than southern settlements, and have straighter street patterns. In the southern settlement, the river is in the integrated core area of the street network, and the spatial layout is more organic, so the river-oriented model can be applied to natural settlements with spatial organic distribution, mainly ethnic minority settlements, and some Han settlements in the south China have this feature too. In traditional feng shui ideal, the location of a settlement should take into account the realistic landscape location, such as sitting north (mountain) and facing south (river). In ancient times, rivers were very important to the spatial layout of settlements, because they not only provided water, but also served as important transportation channels to support economic development. The results found that in southern settlements, rivers tended to intersect with more integrated streets than with more choice degree streets. This further indicates that rivers play an important guiding role in the spatial layout of settlements in the south China. The difference of integration is more significant than the difference of choice in the spatial attribute of the decisive axis. The results show that the spatial pattern of traditional settlements in China can be divided into axiality-oriented and concentric river. The former reflects the spatial pattern

中图分类号 TU 982.29

文献标识码 B

文章编号 2095-6304 (2023) 05-15-07

*国家社会科学基金艺术学项目(18CG197)

作者简介

丁 杰(通讯作者): 南京林业大学艺术设计学院, 副教授, dingjie@njfu.edu.cn

王如明: 安徽财经大学艺术学院, 硕士研究生

of “ideal city” in Kaogongji, while the latter reflects the thought of harmonious coexistence between human and nature in feng shui ideal. This study uses a series of mathematical measurement methods to explore the spatial characteristics of Chinese traditional settlements, which can promote the expansion of the interpretation of Chinese traditional culture and contribute to a more accurate understanding of the spatial distribution pattern of Chinese traditional settlements. For example, in Confucianism, the regular layout pattern of Han settlements leads to significant spatial axiality, which further reflects the regular spatial cognitive pattern of five directions in ancient China, such as east, west, south, north and central. And the influence of feng shui ideal (the correlation between human and nature embodied in the natural landscape) on the spatial pattern of settlements.

Keywords: Historical Chinese Settlements; Space Syntax; Star Model; Categorized Spatial Measures

0 引言

中国历史悠久,众多的传统聚落演变出不同的空间模式与文化特征。例如,北方汉族聚落往往呈现出由四合院形态发展而来的严谨布局模式。在南方,众多聚落习惯围绕着河流三角洲系统进行空间组织,自由流动的弯曲街道与起伏的地形相呼应使得这些聚落的形态更为有机。因此,依附江河岸线的聚落空间形式可以用小桥、流水、人家来进行概括^[1]。此外,虽然一些少数民族聚落沿袭了汉族的建筑思想,但他们的聚落空间往往具有自己独特的文化特征。

研究基于空间句法的数学原理,考察了中国汉族与少数民族传统聚落的空间格局。空间句法因其知名的数学度量手段,在世界范围内已得到了广泛应用。大量运用空间句法来分析不同背景下城镇空间的研究已经证明了它的有效性^[2-4]。然而,以往研究多运用空间句法的基本度量(如连接值、深度值、选择度、整合度等)来直观反映城镇的空间特征^[5-7]。由于基本度量只考虑空间系统的拓扑关系(空间对称性),这导致在分析真实空间网络时其结果往往存在偏差^[8]。同时,运用基本计算原理所产生的标准化度量的研究^[9]亦不多见,将其运用在中国传统聚落中的研究更为稀少。因此,研究将句法原理运用到中国传统文化语境中来探讨汉族与少数民族传统聚落的空间模式。

研究整体分为两个部分。首先,通过星型模型来解码聚落空间结构,使用了包括归一化角度选择(NACH)与归一化角度整合(NAIN)2种空间测度^[8]。基于这2种测度的分析将揭示聚落空间的规划设计原则。其次,根据描绘中国传统聚落空间特征的5种空间测度(轴向性、曲率、可理解度、协同性和有机空间布局),对聚落空间模式进行定量的分类和比较。研究结果提供了对中国传统聚落空间结构的全面认识。同时也展示了一种可以应用于更广泛建筑环境中的方法,为中国的建筑遗产保护做出贡献。

1 研究方法

1.1 案例选择

由于中国地域辽阔,民族众多,研究无法涵盖所有民族的传统聚落类型。因此研究以汉族传统聚落为主(人口最多,覆盖面积最广,能够较好体现中国传统人居理念),少数民族聚落为辅,分别选取了华北平原、江南地区和云贵高原3个典型区位的传统聚落。案例分为3组,每组3个样本:分别是位于华北平原的南留庄村、白后堡村、曹疃村;位于江南地区的石潭村、昌溪村、高阳村;以及位于云贵高原的平岩村

村、平安村、田头村。9个传统聚落空间的轴线结构见图1。案例选择遵循以下原则:首先,它们都在中华人民共和国住房和城乡建设部所颁布的中国历史文化名村名录中,因此村落的原生环境得到了较为完整的保存。其次,案例所处的地域特征明显(分处平原区域、河流区域、山地区域),导致其规模和形态各异,这在一定程度上反映了多样的传统聚落类型。最后,华北平原与江南河流密集区的汉族聚落分布集中且较典型,其空间形式能够代表大多数的汉族传统聚落。因此通过分析这9个村落可以起到以点带面的作用。

1.2 应用句法原理分析聚落空间模式

研究从数学角度提出一种理解中国传统聚落空间模式的分析方法,所有的空间测度均基于空间句法的计算原理^[10]。空间句法以拓扑关系(指拓扑几何学原理的各空间数据间的相互关系)为手段来理解空间^[11]。当前国内外学者主要将空间句法应用于城市空间分析^[12],例如城市街道、街区密度等方面的研究^[13]。空间句法中有两个重要度量,即整合度与选择度^[14],整合度是指空间系统中某一单元与其余单元之间的集聚或离散程度,衡量了一个空间作为目的地所能吸引的交通到

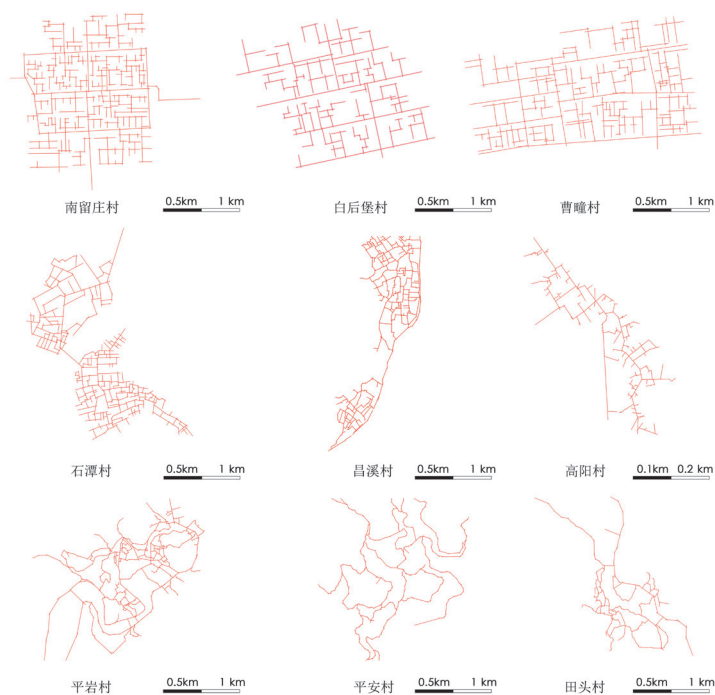


图1 中国传统聚落轴线结构图(自上而下:北方汉族聚落,南方汉族聚落,少数民族聚落)

Fig.1 the plans of historic Chinese settlements (from top to bottom: the northern Han settlements, the southern Han settlements, and the settlements of ethnic groups)

达能力,反映了该空间在整个系统中的可达性。选择度是指空间系统中某节点作为其他任意两节点之间最短拓扑距离的频率,反映了该空间被穿行的可能性^[15]。

1.2.1 以星形模型解读聚落空间模式

研究运用归一化角度选择(NACH)与归一化角度整合(NAIN)2种测度来比较案例之间的差异。NACH和NAIN是加入转角权重后的空间指标,相较普通的选择度与整合度,前者的计算更为精准。同时,使用星形模型^[16]将NACH和NAIN的数值标准化(Z分数),以确保不同样本之间的结果产生明显差异。星形模型是一种菱形图示,菱形的4角指向四个指标,分别为NACH均值与NAIN均值(反映聚落街道网络的背景空间),NACH最大值与NAIN最大值(反映聚落街道网络的前景空间)。通过星形模型可以看出不同样本之间空间特征的差异。NACH和NAIN的计算原理分别如下:

$$NACH_i = \frac{\log(CH_i + 1)}{\log(TD_i + 3)} \quad (1)$$

式(1)中, CH_i 是街道网络中街道i的角度选择度, TD_i 是街道i在街道网络中的总角度深度值。

$$NAIN = \frac{NC^{1.2}}{TD_i + 2} \quad (2)$$

式(2)中, NC 为街道网络的街道总数, TD_i 是街道i在街道网络中的总角度深度值。

标准化后NACH和NAIN的取值范围(Z值)位于星形模型图示的中心(低)至边缘(高)。NACH和NAIN的均值与街道背景网络有关,而NACH和NAIN的最大值则与街道前景网络有关。在星形模型中,如果聚落街道的前景网络大于背景网络,则表示聚落街道的结构形式更多,层次更复杂;反之,则代表聚落街道的结构形式更加有序和规整。星形模型提供了一种解读中国传统聚落空间模式的方法,从而了解一个聚落的街道形态是偏向有机分布还是偏向规则布局。

1.2.2 以分类空间测度分析聚落空间模式

不同的地域环境存在差异化的空间模式。以往研究表明,聚落的空间布局主要有两种模式,第一种是规则的空间布局,这种模式受中国传统思想中空间秩序观念的影响(中国人将自然空间结构与社会人伦秩序相叠加^①,产生了四方、八极、九宫等格局来印证中央与四方的主辅关系^[17]),因此也被称为“理想城镇^[18]”的空间模式,如《考工记》中所记载的城镇空间规划方法就反映了这种布局模式的样貌;第二种是围绕山水、顺应自然的有机空间布局,这种模式暗示了人与自然之间的和谐关系,以及中国传统的风水理念对聚落空间规划的影响^[14]。

针对两种不同的布局模式,研究采用轴向性、曲率、可理解度、协同性和有机空间布局这5种测度来解读不同地域传统聚落空间结构的差异。其中,轴向性和曲率可以衡量聚落空间结构的变形程度;可理解度和协同性可以衡量聚落空间结构的易读性与可视性;而有机空间布局可以用来衡量聚落空间分布是否均匀^[19]。分析所提出的方法是通过整合文献中关涉城市空间模式的研究^[18],并结合当下的空间分析方法来绘制传统聚落的空间特征^[20]。这些方法在类似的研究中显示出了有效性。因此,本文内容的有效性和可靠性可以得到保证。

下面对5种空间测度的计算方法逐一介绍。

第一,轴向性。指汉族聚落空间的典型特征,呈现出一种规则式布局。希列尔(Hillier)和哈森(Hanson)用街道的网格轴向(grid axial)来描述这种空间特征,计算方法如下公式:

$$GA = (2I/2 + 2)/L \quad (3)$$

式(3)中, I 表示街道网络 A 中的岛屿(由街道边界围合形成的场地)数量, L 表示街道网络 A 中的轴线数量。轴向值越接近1表示街道网络轴向性越强,网络轴向性的结果与岛屿和轴线的数量相关,而与街道网络的空间尺度无关。因此可以在不同形状和尺度下比较不同情况的街道轴向性,轴向性的高低代表了街道空间系统变形程度的强弱^[21]。

第二,曲率。指描述街道弯曲程度的指标,因此曲率也可以作为一个指标来识别聚落空间的变形程度。与只关注街道网络轴向性的方法不同,曲率是指街道网络的弯曲程度,由轴线数量和街道数量的比率来衡量。在街道数量相同的情况下,弯曲的街道需要更多的轴线。因此,曲折型街道的曲率要高于直线型街道,计算方法如下公式:

$$CurA = L/S \quad (4)$$

式(4)中, L 是指街道网络 A 中的轴线数量, S 是该网络中的街道数量。目前采用的方法是将弯曲的街道转化成若干连续的线段来计算自然街道的轴线数量^[22],而自然街道数量则由空间的连续性决定。运用空间句法可以生成街道轴线图,这样可以相对准确地评估传统聚落街道结构的变形程度。

第三,可理解度。指一条街道的空间连接程度,是衡量该街道在整个网络中重要程度的指标^[23]。更强的可理解度意味着对街道网络不熟悉的访问者也可以轻松地导航整个网络空间。因此,可理解度越高的街道网络越规则和整齐,其变化性越小。可理解度在空间句法中得到了广泛应用,可以用来评估中国传统聚落空间结构的易读性与可视性。计算可理解度所需的基础度量是每段轴线的连接值和全局整合度。计算方法为轴向连接值与轴向全局整合度之间的皮尔逊系数(Pearson coefficient),公式如下:

$$Intelligibility = \frac{n \sum Con_i Int_i - \sum Con_i \sum Int_i}{\sqrt{n \sum Con_i^2 - (\sum Con_i)^2} \sqrt{n \sum Int_i^2 - (\sum Int_i)^2}} \quad (5)$$

式(5)中, Con_i 是轴线i的连接值, Int_i 是轴线i在网络中的全局整合度, n 为街道网络的轴线数量。

第四,协同性。指局部整合度(R_3)与全局整合度(R_n)之间的皮尔逊系数(Pearson coefficient),协同值可以衡量一个局部结构与它所嵌入的整体系统间的相关程度。协同性也被称为轴向协同作用,它是利用轴向分析的一种轴线度量。研究还考虑了利用线段分析的角度协同作用,采用全局角度整合(半径为 n)和局部角度整合(半径为250 m与500 m)的相关性来解释角度协同作用。关于轴向整合度和角度整合度的区别,可以参考希列尔^[24](Hillier)与特纳^[25](Turne)的研究。协同性的计算方法如下公式:

$$Synergy_{axial} = \frac{n \sum Int_n_i Int_3_i - \sum Int_n_i \sum Int_3_i}{\sqrt{n \sum Int_n_i^2 - (\sum Int_n_i)^2} \sqrt{n \sum Int_3_i^2 - (\sum Int_3_i)^2}} \quad (6)$$

式(6)中, Int_n_i 是轴线i的全局整合度, Int_3_i 是拓扑距离为3的局

部整合度,然后将 Int_n 替换为全局角度整合度,将 Int_3 替换为250 m和500 m的局部角度整合度,分别计算出 $Synergy_250$ 和 $Synergy_500$ 的指数。较高的协同性表明,访客在没有视线干扰的情况下,更容易识别街道网络的空间结构。进而表明访客更容易深入街道网络中的局部区域。由于不受视线遮挡的干扰,访客在街道网络中的视觉导航难以受到限制^[26]。因此,协同效应可以作为传统聚落街道规划的潜在指标,使那些具有高度文化价值的历史遗迹更具有视觉表现力。

第五,空间的有机布局。在空间句法中,有机的空间布局揭示了聚落形态缺乏明显的几何形状^[16]。从轴线图来看,在一个空间有机分布的聚落中,较长的轴线之间往往以近乎直线的方式相连,较短的轴线之间则以近乎直角的方式相连。因此,有机发展的空间模式塑造了一个包含前景网络和背景网络的双层空间体系^[27]。研究遵循句法理论中有机空间布局的主要思想。然而,由于受中国古代规划设计思想和方法的影响,传统聚落有其自身的空间特征。如风水观念强调聚落的规划应该朝南,同时还应被提供生命气息的河流和山脉包围^[28]。

水运是古代促进经济发展的重要交通方式,因此,河流和桥梁的位置对传统聚落的空间布局具有直接且重要的影响^[29]。因此,研究将沿河流走向的轴线和穿过河流的轴线(桥梁)判定为聚落空间布局中的决定性轴线。案例中的北方聚落地处平原不靠近河流,所以将主干道作为北方汉族聚落的决定性轴线,而围绕河流的轴线被认为是南方汉族和少数民族聚落空间布局的决定性轴线。

综上,研究对这5种测量方法进行了计算和绘制,并进行定量分析。5种空间测度的研究假设如表1所示。分析结果有助于检验假设,从而帮助人们理解中国传统的空间观与自然观对不同地区传统聚落空间布局的影响。

2 研究结果

2.1 星形模型分析结果

图2描述了3组传统聚落的星形模型比较结果。从中可以看出,汉族聚落的NACH均值远大于少数民族聚落,显示出较强的街道背景

网络特征。该结果说明在聚落的规划设计上,汉族聚落的人工规划痕迹更强,显得整体统一,所以街道网络形态之间的差异较小,空间层次不够分明,这体现出了中国传统的空间秩序观对汉族聚落形态的影响。而少数民族聚落的NAIN最大值显著高于汉族聚落,表现出了极强的街道前景网络特征。这说明少数民族聚落的规划更加随意,且街道空间的层次丰富,建筑布局具有随机性。

2.2 分类空间测度分析结果

2.2.1 轴向性

轴向性可用以理解和分析聚落形态的空间布局。如图3所示,北方汉族聚落表现出更强的轴向性,从高到低的网格轴向值为白后堡村(0.18)、曹疃村(0.12)、南留庄村(0.11);由于聚落布局差异导致昌溪村(0.04)的轴向值在南方汉族聚落中呈现出较低状态;三个少数民族聚落之间差异不大,田头村轴度值相对较好。轴度值越接近1表明其空间形态越规整,由于受儒家思想的影响,北方汉族聚落在规划聚落形态时更强调等级空间秩序。因此结果表明,汉族聚落空间具有较高的轴向性。

2.2.2 曲率

如图3所示,所有聚落的曲率都>1,少数民族的平安村(13.56)是9个案例中拥有最高曲率的聚落,其次是平岩村(7.87),而北方汉族的曹疃村(1.11)在9个传统聚落中曲率最低。结果表明,汉族聚落街道网络的变形程度整体弱于少数民族聚落,因此少数民族聚落的街道更加曲折。在3组聚落中,由于北方聚落地处平原且受儒家文化的影响,其街道形态更接近古代城市中规则的街道布局模式,即长的街道平直相接,短的街道垂直相交,所以北方聚落的曲率极低。而少数民族聚落的生成与发展更受自然地形和民俗文化的影响,导致其街道形态显得随机松散。

2.2.3 可理解度

可理解度描述了街道网格中局部空间与全局空间之间的关系,衡量局部空间结构是否有助于建立对全局空间结构理解的程度,即局部空间与整体空间是否关联统一。路网规则的北方汉族聚落显现出更高的可理解度值,可理解值越高表明局部路网越能融入全局路网的空

表1 关于中国传统聚落空间分类测度的假设

Tab.1 hypotheses regarding the categorized spatial measures of historical Chinese settlements	
空间测度指标	研究假设
轴向性	汉族聚落往往表现为突出中心的空间模式,导致街道网络的轴线清晰,形成统一的空间形态。这种模式强调中央统领四方的君臣等级秩序。由于北方聚落(组1)为汉人所建,其轴向性整体高于组2和组3
曲率	汉族聚落与少数民族聚落在空间布局上的主要区别在于街道的曲度,可以用曲率来测量。假设是第3组的聚落街道曲率最大。此外,组1的曲率值应该比组2的曲率值低
可理解度	可理解度表明访客是否能够轻易地到达聚落的特定位置。汉族聚落地空间结构可能更容易理解,因为它的结构相对简单。由于更受自然形态的影响,少数民族聚落(组3)的可理解度应该低于汉族聚落(组1与组2)。而在汉族聚落中,北方聚落的空间结构(组1)比南方聚落(组2)更容易理解。因此,组1的整体可理解度最高
协同性	协同性是指聚落街道的局部形态与整体形态之间的关联程度。假设3组传统聚落中,汉族聚落(组1与组2)的空间协同性高于少数民族聚落(组3)
空间有机分布	风水理念强调河流的作用,旨在创造人与自然的和谐关系。中国传统聚落的空间布局可能与河流的作用有关。假设南方聚落中的决定性轴线主要由河流与桥梁的方位决定

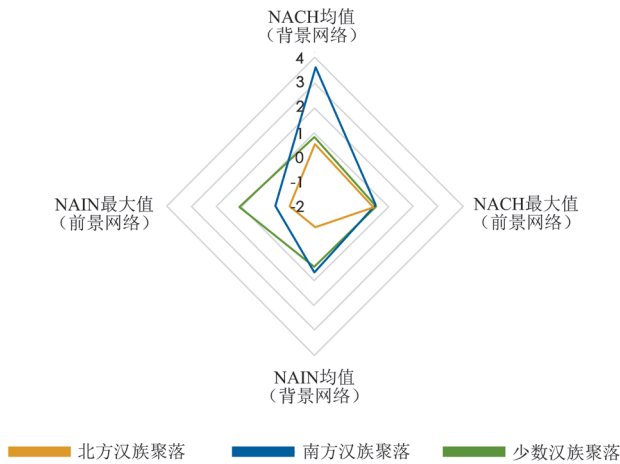


图2 星形模型结果
Fig.2 analytical result of star model

间结构之中。如图3所示,北方白后堡村的可理解度(0.54)最高,其余2个北方聚落的可理解度(>0.35)也处于高位水平,体现了儒家大同的空间秩序观念。而南方平安村的可理解度(0.04)最低,由于受到自然地形与风水观念的影响,南方汉族聚落的空间可理解度整体低于北方聚落,而少数民族聚落受自然环境的影响最大,导致聚落空间高差起伏大,街道蜿蜒曲折,不利于人们理解聚落的整体空间。我们也可以看到汉族聚落的空间形式更容易理解,这进一步证明了假设。

2.2.4 轴向协同性

研究结果部分支持汉族聚落街道布局(组1与组2)的协同性高于少数民族聚落街道布局(组3)的假设。如图3所示,南方汉族聚落呈现出更高的轴向协同作用。在北方汉族聚落中,南留庄村、白后堡村、曹疃村的协同值相差不大。由于北方汉族聚落的街道层次较少,缺乏主轴,而街道背景网络的占比较大,导致北方聚落的协同作用低于预期值。南方汉族的石潭村与高阳村的协同值(>0.9)最高,而昌溪村的形态因受河流的影响导致协同值较低(0.19),这进一步证明了自然环境对于南方聚落的重要影响。同时,少数民族聚落的协同作用整体偏低,尤其是半径为500 m的轴向协同作用(代表全局空间),说明少数民族聚落的街道空间形态不统一,空间层次丰富。因此,轴向协同作用是一种像可理解度的地形测量手段,可以为路网的全局清晰度提供见解,比如访客如何轻易地通过体验局部空间来理解全局形态。

2.2.5 有机空间布局

由于华北平原地势平坦,河网分布稀松,因此将主干道作为北方汉族聚落的决定性轴线进行统计。而南方汉族聚落和少数民族聚落均临水而建,村内有河流经过,因此将与河流并行的街道作为决定性轴线进行统计。表2总结了9个传统聚落的决定性轴线的统计结果,发现决定性轴线的数量从组1至组3逐渐递增。说明南方聚落与自然环境结合的更为紧密,对于自然元素的利用更加合理。结果还发现,北方聚落决定性轴线的平均整合度与非决定轴线的平均整合度没有拉开

差距,而南方聚落的情况则相反,少数的决定性轴线的整合作用明显高于多数非决定性轴线的整合作用。该结果表明,河流等自然元素对于南方聚落街道网络的影响极为显著,那些与河流并行的街道在聚落全局空间中起到了决定性的作用。在这些聚落中,河流很容易被用于辨认方位。当人们在南方聚落中漫游时,只要找到一条河流,就能轻易地定位自己与河流的关系,进而优化街道网络中的选择路径。具体来说,如果访客离河流不远,则意味着自己离聚落中心不远。在空间设计上,决定性的轴线提供了一种促进视线廊道畅通的方式,以确保河流的空间导向作用可以有效增强。

图4显示了所有空间测度的成对散点图,从图中可以观察到一些趋势和拟合相关性。因北方汉族聚落的街道笔直相交,少数民族聚落街道曲折随机,因此显示在散点图中轴向性和曲率呈负相关;在街道网络中,街道形态越曲折就越不利于人们理解聚落的整体空间,因此散点图中的曲率和可理解度呈负相关;相反,如果街道网络笔直通畅,人们就可以更好的理解聚落空间,故散点图中的可理解度和轴向性呈正相关,协同性250 m和协同性500 m呈正相关,协同性500 m和可理解度呈正相关。通过成对散点图,直观反映了空间测度之间的一般关系。

3 讨论

3.1 中国传统聚落的空间模式特征

中国传统聚落的空间布局主要有两种类型,即规则布局和有机的布局。我们的分析结果进一步揭示了这两种不同的聚落形态,并使用数学方法来理解它们可能是如何受到中国传统思想的影响,如儒家观念和风水思想。在此基础上,研究讨论了两种空间格局,即轴线导向型与河流导向型。由于河流并不存在于所有的传统聚落中,只能对其中的有机空间布局起到一定的配置作用,所以这是研究的一个局限。

轴线导向的空间模式适用于所有的抽样聚落。研究中有4个与该模式相关的假设和测度,即轴向性、曲率、可理解度和协同性。汉族

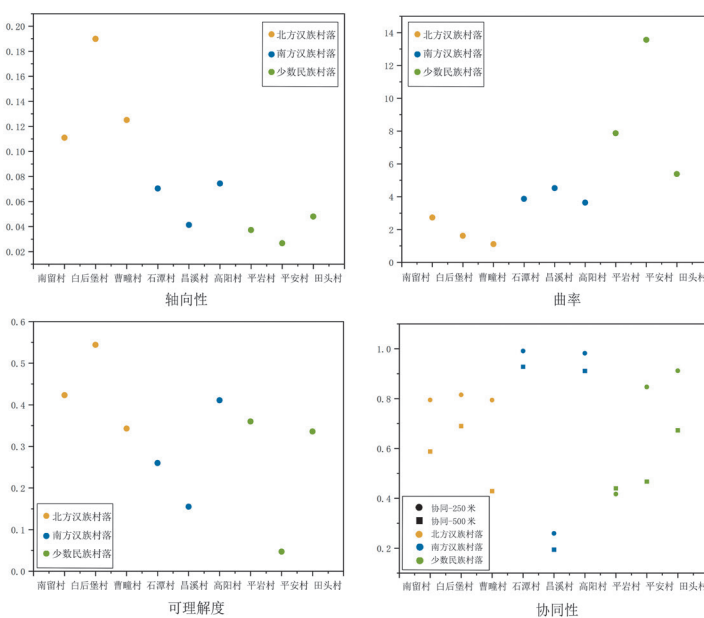


图3 中国传统聚落空间分类测度结果
Fig.3 analytical results of categorized spatial measure

表2 关于中国传统聚落街道网络决定性轴线的描述统计

Tab.2 the statistics of the decisive axial lines in historical Chinese settlements

决定性 轴线	聚落 名称	选择度 (R_n)	选择度 (R_3)	整合度 (R_n)	整合度 (R_3)	轴线总长度	有效轴 线数量
是	南留村	24.142 0	9.571 0	0.968 0	1.245 0	6 619.697 0	14
	曹疃村	12.000 0	12.000 0	1.454 0	1.454 0	581.251 0	12
	白后堡村	7.714 0	4.285 0	0.764 0	0.774 0	6 275.991 0	7
	石潭村	226.355 0	9.022 2	0.476 1	0.913 0	1 422.911 0	42
	昌溪村	1 103.929 0	5.610 0	0.320 0	0.809 0	2 076.218 0	83
	高阳村	39.240 0	5.480 0	0.131 0	0.195 0	1 198.068 1	20
	平岩村	1 490.391 0	8.164 0	0.284 0	0.954 0	4 5150.422 0	97
	平安村	3 100.624 0	6.240 0	0.853 0	0.187 0	5 332.412 0	125
	田头村	731.014 9	6.746 0	0.340 0	0.861 0	2 049.628 0	67
否	南留村	2 005.725 0	8.561 0	0.734 6	1.046 0	23 828.280 0	242
	曹疃村	1 388.888 0	17.144 4	0.693 5	1.059 7	24 540.129 0	178
	白后堡村	709.695 8	12.092 0	0.796 6	0.990 0	10 538.503 0	115
	石潭村	2 389.110 0	15.290 0	0.172 0	0.417 0	5 359.410 0	246
	昌溪村	11 120.377 0	8.135 0	0.296 0	0.301 0	37 897.602 0	452
	高阳村	1 403.387 0	13.775 0	0.467 0	0.947 0	3 024.716 0	152
	平岩村	5 395.087 0	6.067 0	0.153 0	0.158 0	103 739.188 0	367
	平安村	6 415.701 0	0.974 0	0.042 0	0.196 0	7 900.981 0	188
	田头村	2 992.346 0	3.018 0	0.009 0	0.107 0	2 531.376 0	171

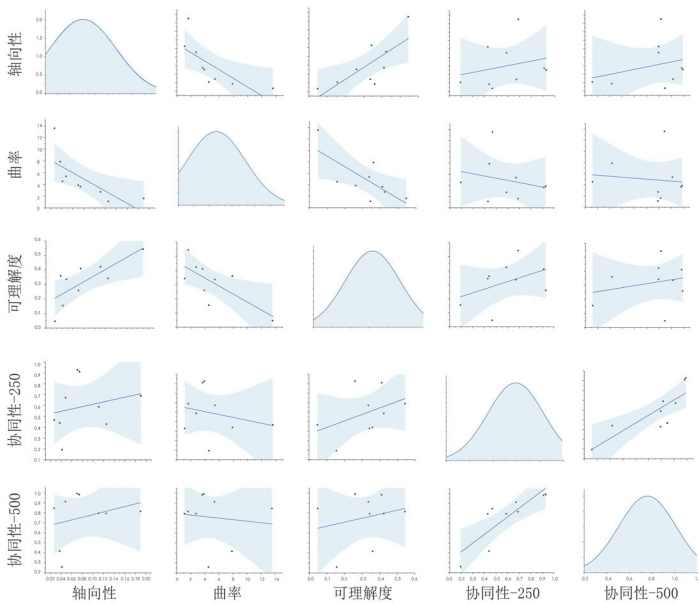


图4 中国传统聚落空间分类测度的成对散点图
Fig.4 scatter plots between each spatial measure

聚落由于空间布局规则,具有较高的轴向值。而北方汉族聚落具有严格的网状格局,曲率值较低,导致轴向性与曲率呈负相关。同时,可理解度可能与轴向协同作用有关。汉族聚落空间往往具有更高的可理解度。因此,研究建议将轴向性值作为联系其他测度的关键指标。受到自然地形的影响,少数民族聚落空间似乎不具有轴向性格局。星形模型的分析结果显示,3组抽样聚落的空间形态发生了从规则到变形、从背景网络到前景网络的转变。

结果表明,汉族聚落的空间格局呈现出以轴线为导向的布局模式。而河流导向模式可以应用于空间有机分布的自然型聚落,主要为少数民族聚落,同时一些南方的汉族聚落也具备这一特征。在中国风水思想中,聚落的选址应该考虑现实的山水位置,坐北(山)向南(河)。在古代,由于河流不仅提供水源,而且是支撑经济发展的重要交通渠道,因此河流对聚落的空间布局非常重要^[30]。研究发现,在南方聚落中,河流往往与整合度较高的街道相交,而非选择度较高的街道。这进一步说明了河流在南方聚落空间布局中占据了重要的导向作用。

3.2 研究的局限性与意义

由于地图的详细程度有限,这在一定程度上影响了研究的分析结果。同时,传统聚落空间模式的形成原因是复杂的,其中包含环境、地貌、气候等客观因素。而这些因素对于聚落空间模式的影响是空间句法分析所缺失的。由于空间句法只对空间的平面构形进行分析,所以无法考虑三维地形与气候环境等因素对轴向性、曲率、可理解度与协同作用的影响。因此,对于传统聚落空间模式的后续研究应扩展方法,运用多元化的分析工具来完善研究,使结果更加丰富与科学。

然而,空间句法作为分析平面空间的一种重要方法,在过去40年的研究中已被证明是有效可靠的,并被学界广泛接受^[31]。尽管研究具有一定的局限性,但本文所提出的方法在定义和理解中国传统聚落的空间模式方面显示出了明显的优势,可以进一步扩展到更广泛的案例研究中。

4 结论

当今对聚落空间形态的研究已逐渐从描述性研究转向定量研究。研究利用空间句法原理探究传统聚落的空间模式,并选择了9个典型的传统聚落进行比较分析,以更好地诠释不同地域间聚落空间模式的差异与变化。为了展示结果,首先利用星型模型来分析抽样聚落的空间结构。结果显示,从第1组到第3组,NAIN的最大值递增,而NAIN的均值则递减。结果表明,中国传统聚落形态自北向南产生了从标准到变形,从背景网络到前景网络的转变。汉族聚落比少数民族聚落更具有结构性(由于其NACH均值较高),北方聚落因其规则的街道网络结构,NACH最大值较低,因此汉族聚落的空间布局更趋于一体化。通过星型模型,我们对所选聚落的空间结构有了更清晰的认识。因此,可视化的星型模型可以为理解传统聚落的空间格局提供有益的参考。

研究还讨论了用于描绘传统聚落空间特征的5种空间测度方法。无论从何种角度测量,汉族聚落均显示出了《考工记》中理想城镇格局的规划痕迹。因此,关于轴向性、曲率与可理解度的假设可以通过测量的结果得到支持。具体来说,北方聚落(组1)比南方聚落(组2和组3)更具轴向性与可理解性,且街道形态更直。而在轴向协同作用方面的结果仅部分支持研究假设。同时,轴向性与曲率呈负相关,而可理解度可能与轴向协同作用有关。此外,研究还确定了在南方聚落中,河流处于街道网络的整合核心区域,因此有机空间布局的假设成立。研究还发现在决定性轴线的空间属性上,整合度比选择度有更为显著的差异。

在此基础上,研究讨论了中国传统聚落的两种空间格局,即轴线导向型与河流导向型。研究结果可以被用来解释中国传统建筑环境中的古代哲思,如儒家思想(汉族聚落规则化的布局模式导致空间的轴向性显著,该特征进一步映射出中国古代五方、八极、九宫等规则型的空间认知模式,及其所包含的自然方位与社会空间相互重叠的秩序关系)和风水理念(山水自然观中所映射的人与自然关系)对聚落空间格局的影响。未来,除平面空间外,研究将利用多元化的方法去分析更广泛的传统聚落空间,以检验和完善传统聚落空间模式的分析方法,丰富对这些重要文化遗产的认识。

注释:

① “中国早在殷商卜辞中就明确记载了以东、南、西、北、中为五方的空间观念,中央与四方并列,中央为主,四方为辅。”出自陈梦家. 殷墟卜辞综述[M]. 北京: 中华书局, 1988: 584-585.; “该观念对于中国古人的空间理解与塑造起到了决定性的影响,这种空间观念一旦延伸至政治领域,便成为实现中央帝王领属四方藩臣这种政治结构神圣性与合理性的途径与依据,由政治意识自上而下的渗透到民间,与社会关系相结合,就形成了中央优于四方的社会关系结构。”出自葛兆光. 中国思想史(第一卷)[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1998: 88.; “此空间结构与社会秩序的叠加效应几乎影响着中国古人的全部生活,而象征着空间秩序的建筑营造更无例外,上至皇家筑宫,下至庶民结庐皆效此法。”出自米尔恰·伊利亚德(Mircea Eliade). 宗教思想史[M]. 晏可佳, 吴晓群, 姚蓓琴, 译. 上海: 上海社会科学院出版社, 2004: 469。

参考文献:

[1] 张松. 小桥流水人家——江南水乡古镇的文化景观解读[J]. 时代建筑, 2002(4): 42-47.

- [2] KARIMI K, VAUGHAN L. An Evidence-Based Approach to Designing New Cities: The English New Towns Revisited[C]//CARMONA M. Explorations in Urban Design: An Urban Design Research Primer. Ashgate: Ashgate Publishing, Ltd, 2014: 261-276.
- [3] ASAMI Y, KUBAT S, ISTEK C. Characterization of the Street Networks in the traditional Turkish Urban Form[J]. Environment & Planning B Planning & Design, 2001, 28: 777-795.
- [4] OMER I, GOLDBLATT R. Spatial Patterns of Retail Activity and Street Network Structure in New and Traditional Israeli Cities[J]. Urban Geography, 2016, 37(4): 629-649.
- [5] 王浩锋, 叶珉. 西递村落形态空间结构解析[J]. 华中建筑, 2008, 131(4): 65-69.
- [6] BARAN P, RODRIEDGUEZ D, KHATTAK A. Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighbourhoods[J]. Journal of Urban Design, 2008, 13, 5-28.
- [7] OZBIL A, PEPONIS J, STONE B. Understanding the Link Between Street Connectivity, Land Use and Pedestrian Flows[J]. Urban Design International, 2011, 16, 125-141.
- [8] HILLIER B, YANG T, TURNER A. Normalising Least Angle Choice in Depthmap and How It Opens up New Perspectives on the Global and Local Analysis of City Space[J]. The Journal of Space Syntax, 2012(3), 155-193.
- [9] SHENG Q, WAN D, YU B. Effect of Space Configurational Attributes on Social Interactions in Urban Parks[J]. Sustainability, 2021, 13, 7805.
- [10] 段进, 杨滔, 盛强, 等. 空间句法教程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
- [11] 武凯华, 李朝奎, 刘俊杰, 等. 空间句法理论在城市交通网络分析中的应用[J]. 测绘科学技术学报, 2018, 35(6): 637-642.
- [12] AL_SAYED K, PENN A. On the Nature of Urban Dependencies: How Manhattan and Barcelona Reinforced a Natural Organisation Despite Planning Intentionality[J]. Environment & Planning B Planning & Design, 2016: 975-996.
- [13] 段进, 希列尔, 邵润青, 等. 空间句法与城市规划[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007.
- [14] 张东, 李林汝. 空间句法视角下的聚落空间转型研究[J]. 工业建筑, 2020, 50(12): 25-31.
- [15] 陈丹丹. 基于空间句法的古聚落空间形态研究——以祁门县渚口村为例[J]. 城市发展研究, 2017, 24(8): 29-34.
- [16] HILLIER B. The Genetic Code for Cities: Is It Simpler than We Think?[C]//PORTUGALI J, MEYER H, STOLK E, TAN E. Complexity Theories of Cities Have Come of Age, Berlin: Springer, 2012: 129-152.
- [17] 丁杰, 罗连杰, 江牧. 祠堂对宗族聚落形态空间的控制性影响——以歙县许村为例[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2018(3): 154-161.
- [18] LIAO P, GU N, YU R, BRISBIN C. Exploring the Spatial Pattern of Historic Chinese Towns and Cities: A Syntactical Approach[J]. Frontiers of Architectural Research, 2021, 10(3): 598-613.
- [19] 穆振北, 游巍斌, 张秀芳, 等. 中国世界遗产空间格局及其交通可及性分析[J]. 山地学报, 2020, 38(3): 436-448.
- [20] ASAMI Y, KUBAT S, ISTEK C. Characterization of the Street Networks in the Traditional Turkish Urban Form[J]. Environment & Planning B Planning & Design, 2001(28): 777-795.
- [21] HILLIER B, HANSON J. The Social Logic of Space[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- [22] LIU X, JIANG B. Defining and Generating Axial Lines from Street Center Lines for Better Understanding of Urban Morphologies[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2012, 26(8): 1521-1532.
- [23] HILLIER B, BURDETT R, PEPONIS J, *et al.* Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything?[J]. Architecture & Comportement Architecture & Behaviour, 1987, 3(3): 233-250.
- [24] HILLIER B, IIDA S. Network Effects and Psychological Effects: A Theory of Urban Movement[C]//VANNES A. Proceedings 5th International Space Syntax Symposium, Delft, Netherlands, 2005, 1, 553-564.
- [25] TURNER A. Angular Analysis[C]//Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium, Georgia, Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2001, 30, 1-11.
- [26] LI Y, XIAO L, YE Y, *et al.* Understanding Tourist Space at a Historic Site Through Space Syntax Analysis: The Case of Gulangyu, China[J]. Tourism Management, 2016, 52, 30-43.
- [27] HILLIER B. What are Cities for? And How does it Relate to Their Spatial Form?[J]. The Journal of Space Syntax, 2016(6), 199-212.
- [28] LI X, LI W, SMITH S, *et al.* Hidden from the Wind and Enjoying the Water: The Traditional Cosmology of Fengshui and the Shaping of Dong Villages in Southwestern China[J]. Landscape Research, 2019, 44(5): 614-627.
- [29] 张振龙, 陈文杰, 沈美彤, 等. 苏州传统聚落空间基因居民感知与传承研究——以陆巷古村为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27(12): 1-6.
- [30] 陶伟, 陈红叶, 林杰勇. 句法视角下广州传统聚落空间形态及认知研究[J]. 地理学报, 2013, 68(2): 209-218.
- [31] 王静文. 聚落形态的空间句法解释[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.

图表来源:

图1-4: 作者绘制

表1-2: 作者绘制

收稿日期: 2022-09-04

(编辑: 田洁)