

近400年来赤峰地区乡村聚落时空演变研究

兰颖颖, 那顺达来, 齐乐格木

内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年7月23日; 录用日期: 2026年8月21日; 发布日期: 2026年8月31日

摘要

乡村聚落是区域人地关系演变的重要载体, 其时空演变特征能够反映区域历史发展过程。本文以赤峰地区乡村聚落为研究对象, 基于历史地名资料构建近四百年乡村聚落数据库, 运用GIS空间分析方法, 结合平均最近邻指数、核密度估计和平均中心等方法, 对乡村聚落数量变化、空间分布特征及其影响因素进行分析。结果表明: 1) 近四百年以来, 赤峰地区乡村聚落数量总体呈持续增长态势, 但不同历史时期增长幅度存在明显差异, 表现出较强的阶段性特征; 2) 各时期乡村聚落均呈显著集聚分布, 空间重心变化幅度较小, 核密度格局由局部集聚逐步演变为多中心集聚, 高密度区始终集中于研究区中南部, 东南部逐渐形成稳定的次级集聚中心; 3) 赤峰地区乡村聚落演变是在自然环境与人文社会因素共同作用下形成的, 自然地理条件奠定了聚落分布的基本格局, 而人口变化、农业开发、交通联系及土地利用变化等因素共同推动了聚落数量增长和空间扩展。研究结果可为赤峰地区乡村聚落演变研究及区域乡村发展提供参考。

关键词

赤峰地区, 乡村聚落, 时空演变, GIS, 空间分析

Spatiotemporal Evolution of Rural Settlements in the Chifeng Region over the Past 400 Years

Yingying Lan, Nashundalai, Qilegemu

College of Geographical Science, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: July 23, 2026; accepted: August 21, 2026; published: August 31, 2026

Abstract

Rural settlements are important carriers of the evolution of regional human-land relationships, and

文章引用: 兰颖颖, 那顺达来, 齐乐格木. 近 400 年来赤峰地区乡村聚落时空演变研究[J]. 地理科学研究, 2026, 15(4): 785-794. DOI: 10.12677/gser.2026.154071

their spatiotemporal dynamics reflect long-term regional development processes. Taking the Chifeng region as the study area, this study constructed a rural settlement database spanning nearly 400 years based on historical toponymic records. GIS-based spatial analysis, including the Average Nearest Neighbor Index (ANN), Kernel Density Estimation (KDE), and Mean Center analysis, was employed to investigate the temporal changes, spatial distribution patterns, and influencing factors of rural settlements. The results indicate that: 1) The number of rural settlements in the Chifeng region has shown a continuous upward trend over the past four centuries, although the growth rate varied considerably among different historical periods, exhibiting distinct stage-specific characteristics; 2) Rural settlements exhibited significant clustered distribution throughout all historical periods, with only minor shifts in the spatial centroid. The kernel density pattern evolved from localized clusters to a multicenter distribution, with high-density areas consistently concentrated in the central-southern part of the study area, while a stable secondary cluster gradually emerged in the southeastern region; 3) The evolution of rural settlements was jointly shaped by natural and human factors. Natural geographical conditions provided the fundamental framework for settlement distribution, whereas population change, agricultural development, transportation networks, and land-use change collectively promoted settlement growth and spatial expansion. The findings provide a useful reference for understanding the historical evolution of rural settlements and supporting rural development in the Chifeng region.

Keywords

Chifeng Region, Rural Settlements, Spatiotemporal Evolution, GIS, Spatial Analysis

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

乡村聚落是人类生产生活的重要空间载体，也是区域人地关系演变的重要表现形式[1]。聚落的形成与发展受到自然环境、社会经济及人类活动等多种因素的共同影响[2]。聚落时空演变不仅反映了区域社会经济的历史过程，也记录了土地利用方式、人口分布及聚落组织结构的长期变化[3]。近年来，随着 GIS 和空间分析技术的发展，乡村聚落时空演变已成为历史地理学、聚落地理学及乡村地理学的重要研究内容。赤峰地区位于内蒙古东南部，地处我国北方农牧交错带，是连接东北、华北与蒙古高原的重要过渡区域，具有典型的自然地理和历史文化特征。近 400 年来，区域乡村聚落数量持续增长，空间格局不断演变，形成了具有农牧交错带特色的聚落体系。已有研究主要围绕乡村聚落空间分布、影响因素及不同历史时期聚落演变等方面展开[4][5]，但针对赤峰地区近 400 年乡村聚落长时间序列演变过程的系统研究仍相对不足。

基于此，本文以赤峰地区乡村聚落为研究对象，构建近 400 年乡村聚落时序数据库，运用 GIS 空间分析方法，结合平均最近邻指数、核密度估计和平均中心等方法，对乡村聚落数量变化、空间分布特征及其影响因素进行分析，以揭示赤峰地区乡村聚落的时空演变规律，为北方农牧交错带乡村聚落演变研究提供案例参考。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 研究区概况

研究区位于内蒙古自治区赤峰市(图 1)，地处内蒙古东南部，位于东北地区、华北地区与蒙古高原的

过渡地带,地理坐标为 $41^{\circ}17'N\sim 45^{\circ}24'N$ 、 $117^{\circ}35'E\sim 120^{\circ}59'E$,总面积约 9 万 km^2 ,下辖 12 个旗县(区)。赤峰地区地处我国北方农牧交错带,自然地理条件复杂,地势总体呈西北高、东南低的分布格局,地貌类型包括山地、丘陵、高原和平原,河流众多,水资源相对丰富,属温带半干旱大陆性季风气候,具有明显的区域过渡性特征。赤峰地区历史悠久,是我国北方重要的人类活动区域之一。近 400 年来,随着区域社会经济的发展和土地开发利用的不断推进,乡村聚落数量持续增加,空间分布格局不断演变,形成了具有农牧交错带特色的聚落体系。受地形地貌、水系分布及土地资源等因素影响,区域乡村聚落空间分异较为明显,其中东南部平原和河谷地区聚落较为密集,而西北部山地、丘陵及草原地区聚落相对稀疏。这种典型的自然地理分异特征,使赤峰地区成为研究北方农牧交错带乡村聚落时空演变的重要区域[6]。

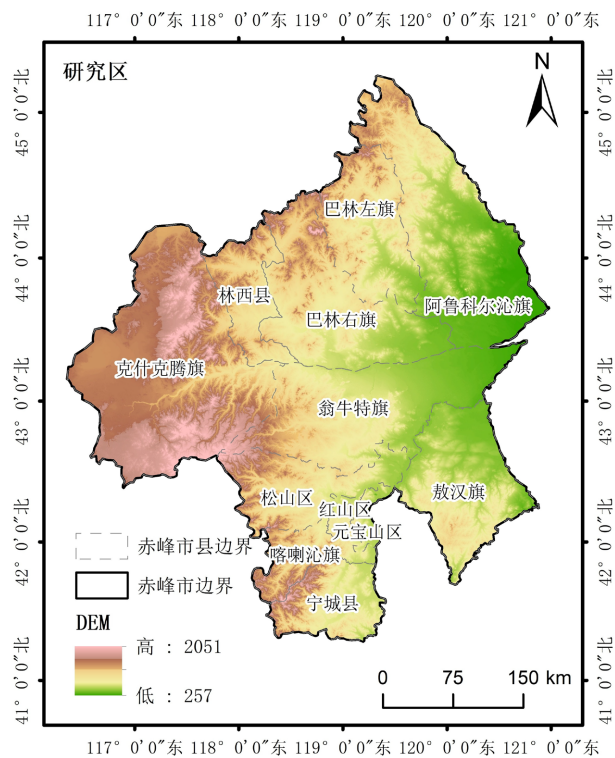


Figure 1. Overview map of the study area

图 1. 研究区概况图

2.2. 数据来源

本文的内蒙古旗县界矢量数据为内蒙古测绘局提供的内蒙古旗县边界面数据。聚落的方位、名称等信息源于中国国家地名信息库(<http://dmfw.mca.gov.cn/>)公开的第二次地名普查数据,共获取了赤峰地区农村聚落 9682 处,并通过 Google Map 提供的坐标查询系统中依照村落地名批量搜索获得经纬度坐标,结合经纬度坐标及村落的形成年代、变迁等信息建立了聚落时空数据库。

2.3. 研究方法

1) 文献分析法:通过收集和整理研究区历史文献、地方志及地名资料,对不同历史时期乡村聚落信息进行考证与分析,提取聚落地名、人口变化及相关历史事件等信息,构建聚落基础数据库,为乡村聚落时空演变研究提供数据支撑[7]。

2) 核密度估计:核密度分析能够直观反映聚落的空间集聚程度,揭示聚落密集区的空间位置及分布

强度,从而准确表征聚落的空间分布特征[8]。 $f(x)$ 为核密度值, h 为含聚落点要素的空间范围, n 为范围内聚落数,其公式为:

$$f(x)=\sum_{i=1}^nK\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

3) 平均中心:平均中心(Mean Center)用于确定各历史时期乡村聚落空间分布的中心位置,通过比较不同时期平均中心的变化,揭示聚落空间重心的迁移特征[9]。该方法是研究区域中所有要素 X 坐标和 Y 坐标的平均值,其计算表达式为:

$$\bar{X}=\frac{\sum_{i=1}^nx_i}{n}\quad \bar{Y}=\frac{\sum_{i=1}^ny_i}{n}$$

其中 x_i 和 y_i 为聚落 i 的坐标, n 表示聚落总数。

4) 平均最近邻:平均最近邻分析(Average Nearest Neighbor, ANN)通过计算各点要素与其最近邻点之间距离的平均值,并与随机分布条件下的理论平均距离进行比较,用于判断点要素空间分布的集聚、随机或离散特征,是分析点状要素空间分布格局的常用方法[10]。其数学表达式为:

$$ANN=\frac{r_i}{r_E}\quad r_E=\frac{1}{2\sqrt{A/n}}=\frac{1}{2\sqrt{D}}$$

式中 ANN 表示平均最近邻指数,当 $ANN > 1$ 时,则意味着聚落离散分布;当 $ANN < 1$ 时,则意味着聚落集聚分布;当 $ANN = 1$ 时,则聚落为随机分布。指数越小意味着聚落集聚程度越高,其中 n 为聚落个数, A 为研究区面积, D 表示样本密度,即聚落布局密度,通过此方法推测出赤峰地区整体聚落布局的分布状态[11]。

3. 结果与分析

3.1. 赤峰地区乡村聚落时间演变

赤峰地区是内蒙古典型的农牧交错带区域,其聚落的时空特征的变迁过程反映了当地生产生活、民居、民族结构的演变历史。把赤峰地区聚落形成时间按照 70 年左右为间隔,可将聚落变化分为六个阶段(表 1)来进行聚落数量统计,建立数据库。数量变化如图 2 所示:赤峰地区聚落数量增长趋势整体呈“缓慢起步-快速增长-稳定整合”。

Table 1. Periodization scheme of the study period
表 1. 研究年份分期表

时期	时间跨度(年)	公元纪年
A	-	1643 之前
B	78	1644~1722
C	72	1723~1795
D	79	1796~1874
E	73	1875~1948
F	-	1949~至今

各时期乡村聚落数量统计结果表明(图 2),近四百年来赤峰地区乡村聚落数量总体呈持续增长态势,

但不同历史阶段增长幅度存在明显差异,表现出较强的阶段性特征。1643 年以前,赤峰地区乡村聚落仅有 371 个,聚落数量较少,空间分布较为零散,整体处于初步形成阶段。1644~1722 年,聚落数量增至 1363 个,较前一时期新增 992 个,增长幅度明显提高,聚落进入快速增长阶段。1723~1795 年,聚落数量进一步增加至 3274 个,新增 1911 个,增长规模持续扩大,聚落保持较快的发展态势。1796~1874 年,聚落数量达到 4879 个,新增 1605 个,虽然总体仍保持增长,但较上一时期增速有所放缓,进入稳定增长阶段。1875~1948 年,聚落数量迅速增加至 8464 个,新增 3585 个,为各历史时期中增长规模最大的阶段,乡村聚落扩张最为显著。1949 年至今,聚落总数达到 9682 个,新增聚落 1218 个,增长幅度明显减小,聚落数量逐渐趋于稳定。

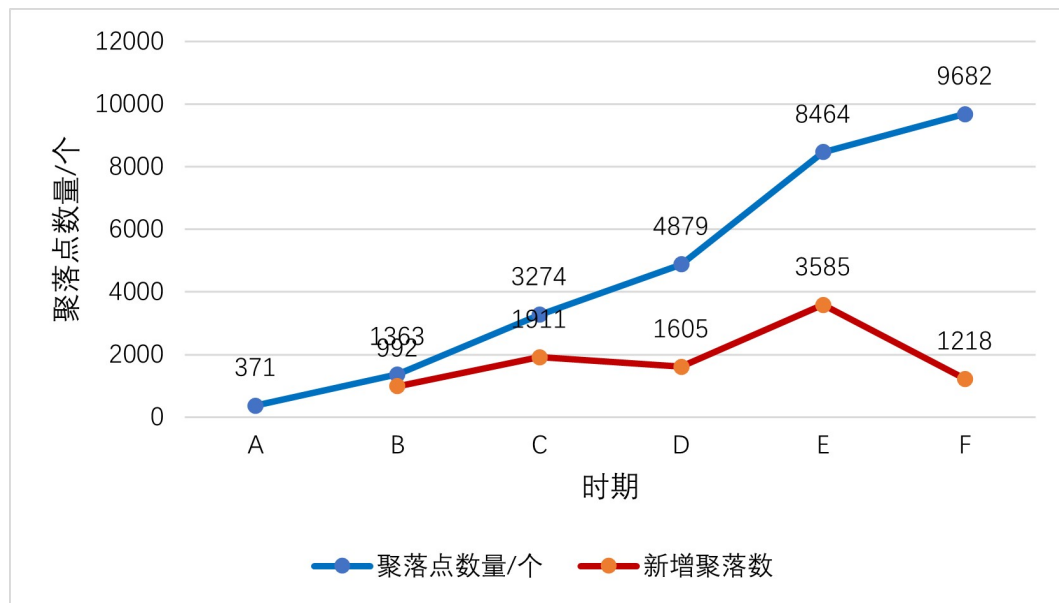


Figure 2. Line chart of settlement growth across different periods

图 2. 各时期聚落数量增长折线图

总体来看,近四百年来赤峰地区乡村聚落数量经历了形成起步、快速增长、持续增长、稳定增长、快速扩张和稳定发展六个阶段,总体呈现持续增长的演变趋势。其中,1796 年到 1848 年为聚落数量增长最为显著的两个阶段,而 1949 年以后增长速度明显放缓,乡村聚落发展逐渐进入稳定发展阶段。

3.2. 研究区聚落空间演变

3.2.1. 聚落全局分布模式演化

利用平均最近邻指数(Average Nearest Neighbor, ANN)对赤峰地区各历史时期乡村聚落的空间分布特征进行分析(表 2)。结果表明,各时期聚落最近邻比率均小于 1,且 Z 值均为负值,说明聚落空间分布均呈现显著的集聚特征。从整体来看,各时期最近邻比率介于 0.210~0.328 之间,远低于随机分布状态,表明聚落之间空间距离较近,具有较强的空间关联性;同时,各时期 Z 值均通过显著性检验,进一步表明聚落分布显著偏离随机状态,空间集聚特征具有较高的统计学意义。

从不同历史时期来看,A 最近邻比率为 0.210, Z 值为-29.016,聚落数量较少,主要集中分布于自然条件较优越的区域,空间集聚程度最高。B 时期,随着聚落数量迅速增加,最近邻比率上升至 0.312,聚落开始向周边地区扩展,空间集聚程度较前一时期有所减弱。C 时期和 D 时期,最近邻比率分别为 0.315 和 0.310,整体变化幅度较小,说明聚落在持续扩展的同时,仍保持稳定的集聚分布格局。E 时

期，最近邻比率增至 0.328，为各时期最高值，表明随着聚落数量的大幅增加，聚落空间分布进一步拓展，集聚程度略有降低，但总体仍表现为显著集聚。F 时期，最近邻比率回落至 0.317，聚落空间集聚程度较前一时期略有增强，说明新增聚落主要依托既有聚落体系进行扩展，区域聚落空间结构趋于稳定。

总体而言，近四百年来赤峰地区乡村聚落始终保持集聚分布特征，虽然不同历史时期集聚程度存在一定波动，但整体变化幅度较小，反映出聚落演变主要表现为在原有聚落基础上的持续扩展，而非空间格局的根本性改变。

Table 2. Average nearest neighbor ratio of rural settlements
表 2. 平均最近邻比率

时期	最近邻比率	Z 值
A	0.210436	-29.015584
B	0.311901	-48.456466
C	0.314949	-74.678409
D	0.310388	-91.801188
E	0.328370	-117.816833
F	0.317364	-128.107748

3.2.2. 聚落空间格局演化

为揭示赤峰地区乡村聚落空间集聚特征及其演变过程，采用核密度估计方法对各历史时期聚落分布进行分析(图 3)。从整体来看，近四百年来赤峰地区乡村聚落核密度分布呈现出由局部集聚向多中心扩展、再向连片集聚发展的演变特征，高密度区始终集中于研究区中南部，而北部地区聚落密度相对较低。A 时期，聚落数量较少，高密度区范围较小，仅在研究区南部形成少量零散的密度斑块，中部和东南部出现局部集聚现象，整体表现为点状分布特征，尚未形成连续的高密度集聚区。B 时期，随着聚落数量增加，核密度范围明显扩大，中南部地区逐渐形成连续的低 - 中密度集聚区，南部高密度区进一步扩展，东南部形成新的密度中心，聚落空间格局开始由单一集聚向多中心发展。C 时期，聚落进一步扩展，中南部高密度区面积持续增加，并形成较明显的核心集聚区；与此同时，东南部密度中心进一步增强，西北部 and 东北部陆续出现新的低密度集聚斑块，多中心空间格局逐渐形成。D 时期，核密度分布范围进一步扩大，中南部高密度区继续向周边延伸，与周边中密度区联系更加紧密；东南部高密度区进一步发展，并与中部形成相互呼应的空间格局，聚落空间分布由多个相对独立的集聚中心逐步向连续扩展演变。E 时期，聚落数量快速增长，核密度分布覆盖范围达到较高水平，中南部形成研究区最为显著的高密度核心，东南部高密度区同步增强，西部、北部及东北部新增多个低密度集聚区，整体呈现出“核心突出、多点分布”的空间格局。F 时期，聚落空间格局总体延续上一时期特征，高密度区位置基本保持稳定，中南部和东南部仍为聚落最密集区域，各密度等级分布范围变化相对有限，仅在局部区域出现一定程度的外延扩展，说明区域乡村聚落空间格局已趋于稳定。

平均中心分析结果表明(图 4)，近四百年来赤峰地区乡村聚落空间重心整体变化幅度较小，始终位于赤峰中南部地区，说明乡村聚落总体空间格局保持相对稳定，并未发生大范围迁移。各时期平均中心虽存在一定移动，但移动距离有限，反映出新增聚落主要是在既有聚落基础上的扩展，而非空间重构。从移动轨迹来看，A 时期平均中心位于研究区西南部；B 时期向东北方向移动；C 时期

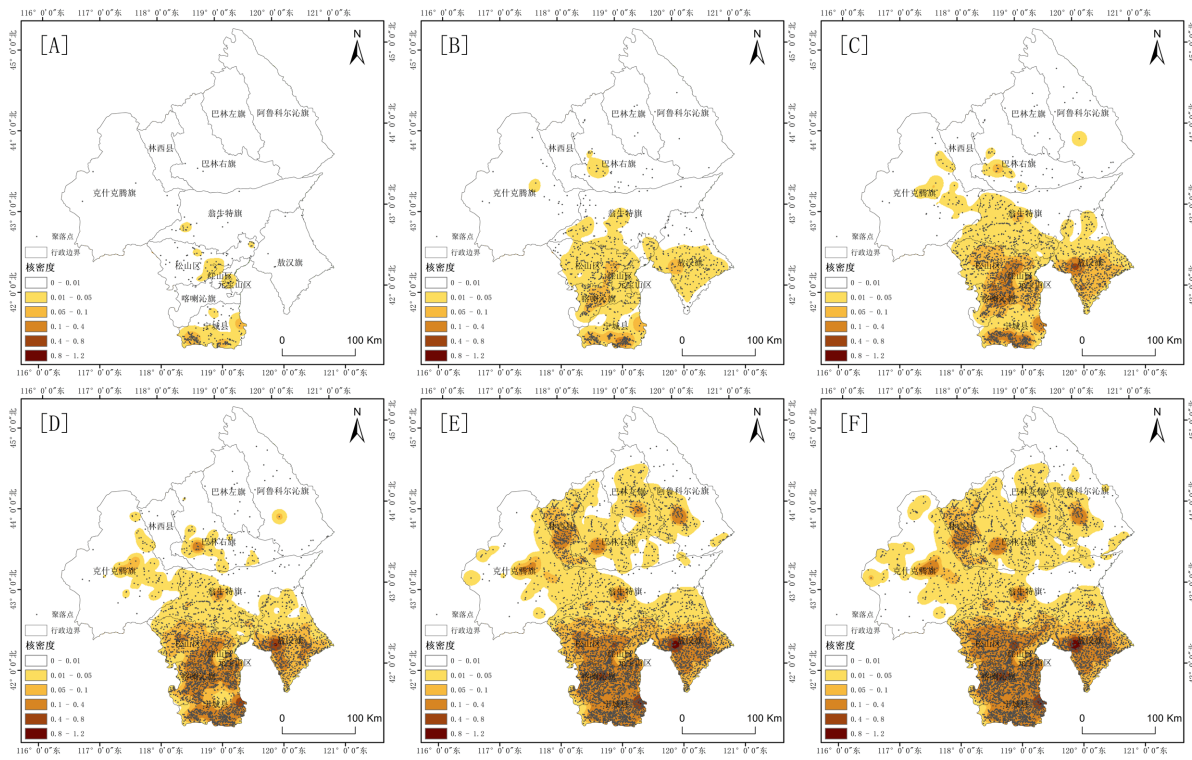


Figure 3. Kernel density changes across different periods
图 3. 各时期核密度变化

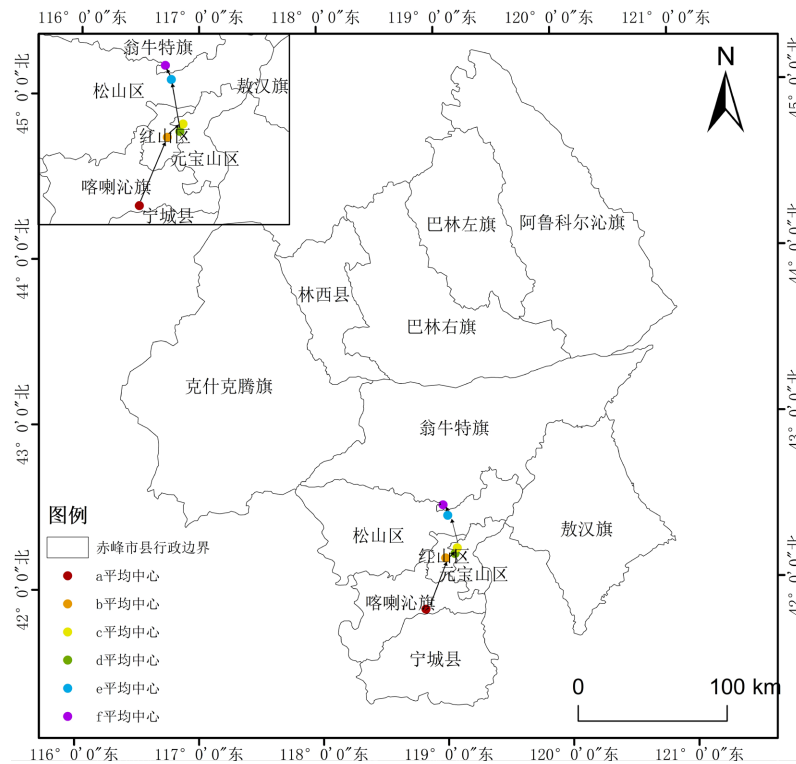


Figure 4. Migration of the mean center across different periods
图 4. 各时期平均中心变化

继续向东北偏移；D 时期进一步北移，但移动幅度明显减小；E 时期平均中心略向西北方向调整；F 时期再次向西北方向小幅移动。总体而言，平均中心呈现出由西南向东北，再向西北微调的演变轨迹，但整体始终集中于赤峰中心城区附近，说明聚落新增区域主要分布于原有聚落密集区周边，区域空间重心保持较好的稳定性。这一变化表明，近四百年来赤峰地区乡村聚落虽然数量持续增长、空间分布范围不断扩大，但新增聚落并未改变区域聚落分布的总体格局，而是在原有聚落体系基础上不断完善和填充，形成了以中南部地区为核心、向周边逐步扩展的发展特征。

总体而言，赤峰地区乡村聚落核密度演变具有明显的空间稳定性，高密度区始终集中于研究区中南部，并逐步向周边扩展；东南部次级集聚中心不断发育，而北部地区始终以低密度分布为主，最终形成“南部核心集聚、东南部次级集聚、北部零散分布”的空间格局。

3.3. 农村聚落空间演变的影响因素分析

乡村聚落时空演变是在自然环境约束和人类活动共同作用下形成的综合结果。自然地理条件决定了聚落形成与发展的基本空间格局，而人口集聚、土地利用及交通联系等人文社会因素则不断影响聚落扩展的方向和速度。为进一步探究近四百年赤峰地区乡村聚落演变的驱动机制，本文从自然因素和人文社会因素两个方面进行分析，以揭示各类因素对聚落形成、扩展及空间分异的影响。

3.3.1. 自然要素

自然地理环境是乡村聚落形成和发展的基础。赤峰地区地貌类型多样，整体呈现山地、丘陵和平原相间分布，不同自然条件对聚落选址具有明显影响。从海拔和坡度来看，乡村聚落主要集中于中低海拔、缓坡区域，该类地区地势相对平坦，土壤条件较好，便于农业生产和居民长期定居，而高海拔及陡坡地区受地形条件限制，聚落分布相对较少。与此同时，河流及水源为居民生产生活提供了稳定保障，聚落多沿河谷、水系两侧分布，并逐渐向周边地区扩展，反映出水资源在聚落形成和空间演化过程中始终发挥着重要作用。总体来看，自然环境决定了乡村聚落发展的空间基础，并对其分布格局产生持续影响。

3.3.2. 人文社会因素

除自然环境外，人文社会因素也是影响乡村聚落演变的重要驱动力。1644~1795 年，随着清代边疆垦殖逐步推进，区域农业开发不断扩大，关内人口持续迁入北方地区，对耕地和居住空间的需求显著增加，推动乡村聚落数量快速增长。1796~1875 年，聚落数量继续增长，但增长速度趋于平缓。这一时期，农业开发进一步深入，人口规模持续扩大，新增聚落更多依托既有聚落向外围扩展，空间重心变化幅度较小，说明聚落演变主要表现为原有聚落体系的不断完善，而非形成新的开发中心。1875~1948 年，随着放垦范围进一步扩大和人口迁移持续增加，区域土地开发程度不断提高，聚落数量进入快速增长阶段。核密度分析表明，高密度区由早期单一核心逐渐发展为多个集聚中心，但新增聚落仍主要分布于既有聚落周边，说明人口增长和农业开发始终是推动聚落扩展的主要动力。1949 年以来，农业生产条件不断改善，农村居民点布局逐步优化，乡村聚落总体保持增长，但随着城镇化发展和农村居民点整合，聚落数量增长趋于缓慢，空间格局逐渐稳定。

总体来看，人文社会因素主要通过人口迁移、农业开发和土地利用变化等途径影响乡村聚落演变。人口迁移为聚落发展提供了劳动力基础，农业开发推动了聚落向适宜耕作区域持续扩展，而交通条件改善在一定程度上加强了区域联系，但并未改变聚落总体空间格局。自然环境奠定了聚落分布的基础，人文社会因素则决定了聚落扩展的阶段性特征，二者共同塑造了近 400 年来赤峰地区乡村聚落的时空演变格局。二者相互作用，共同塑造了近 400 年来赤峰地区乡村聚落的时空演变特征[12]。

4. 结论与讨论

4.1. 结论

基于历史文献与 GIS 空间分析方法, 本文对赤峰地区聚落时空演变进行了系统分析。主要结论如下:

- 1) 近四百年以来, 赤峰地区乡村聚落数量总体呈持续增长态势, 但不同历史时期增长幅度存在明显差异, 具有较强的阶段性特征。聚落发展经历了形成起步、快速增长、持续增长、稳定增长、快速扩张和稳定发展等阶段, 其中 1923~1949 年聚落增长最为显著, 1949 年以后聚落数量仍保持增长, 但增速明显放缓, 乡村聚落发展逐渐由数量扩张转向稳定发展。
- 2) 赤峰地区乡村聚落空间格局始终表现出显著的集聚特征。平均最近邻分析表明, 各历史时期最近邻比率均小于 1, 聚落空间分布具有较高的集聚性; 平均中心整体变化幅度较小, 始终位于研究区中南部, 说明区域聚落空间重心保持相对稳定。核密度分析显示, 聚落密度格局经历了由局部集聚向多中心扩展, 再向连片集聚发展的演变过程, 高密度区长期集中于研究区中南部, 东南部逐渐形成稳定的次级集聚中心, 最终形成以中南部为核心、多中心共同发展的空间格局。
- 3) 赤峰地区乡村聚落演变是在自然环境与人文社会因素共同作用下形成的。76.90%的聚落分布于 900 m 以下地区, 35.20%的聚落位于距河流 2 km 范围内, 说明中低海拔和河谷地区始终是聚落发展的优势区域。C 时期到 E 时期, 人口迁移和农业开发奠定了区域聚落的基本空间格局; 土地开发进一步推进, 促进聚落持续扩展并逐步形成多中心格局。总体来看, 自然环境决定了聚落分布的基本框架, 而人口迁移、农业开发等人文因素持续推动了聚落演变。

本研究基于长时序乡村聚落数据, 揭示了近四百年以来赤峰地区乡村聚落数量增长、空间格局演变及其影响因素, 为区域历史聚落演变研究和乡村聚落保护利用提供了一定的参考。

4.2. 讨论

本研究利用历史地名资料和 GIS 空间分析方法, 揭示了近四百年以来赤峰地区乡村聚落数量增长、空间集聚及演变特征。研究表明, 赤峰地区乡村聚落总体呈持续增长趋势, 空间格局始终保持集聚分布, 聚落扩展主要表现为依托既有聚落向周边延伸, 自然环境与人文社会因素共同塑造了区域乡村聚落的时空演变格局。由于历史文献和地名资料存在一定局限, 部分早期聚落信息仍存在误差。未来可结合更多历史资料和空间分析方法, 进一步探究不同因素对乡村聚落演变的影响机制, 为区域历史聚落研究提供更加可靠的依据。

基金项目

国家社科基金冷门绝学研究专项学者个人项目(项目编号: 22VJXG018), 中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号: 2023JBZH004)。

参考文献

- [1] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131-138.
- [2] 刘彦随, 龙花楼, 张小林, 等. 中国农业与乡村地理研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2011, 30(12): 1498-1505.
- [3] 李小建, 罗庆. 聚落地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 苏都尔, 那顺达来, 东方杰, 等. 1635-2019 年通辽地区聚落变迁研究[J]. 地理科学, 2021, 41(11): 2011-2020.
- [5] 穆森, 那顺达来, 包斯琴, 等. 呼和浩特 400 余年乡村聚落格局时空演变分析[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(9): 202-208.
- [6] 曹泽煜, 鲍海君, 徐向瑞, 等. 降水带北移背景下中国北方农牧交错带耕地韧性的时空演变及驱动机制——以内蒙古为例[J]. 中国土地科学, 2026, 40(2): 105-115.
- [7] 朱倩. 基于 GIS 的客家聚落地名时空分布与演变研究[D]: [硕士学位论文]. 赣州: 江西理工大学, 2020.

-
- [8] 郭炎, 唐鑫磊, 陈昆仑, 等. 武汉市乡村聚落空间重构的特征与影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(10): 180-189.
 - [9] Wang, J.F., Li, X.h., Christakos, G., Liao, Y., Zhang, T., Gu, X., *et al.* (2010) Geographical Detectors-Based Health Risk Assessment and Its Application in the Neural Tube Defects Study of the Heshun Region, China. *International Journal of Geographical Information Science*, **24**, 107-127. <https://doi.org/10.1080/13658810802443457>
 - [10] 张惠婷, 马利刚, 王宏卫, 等. 新疆乡村聚落特征及其区域融合发展探析[J]. 干旱区地理, 2020, 43(6): 1667-1678.
 - [11] 张晓燕, 乌敦, 刘思琴, 等. 土默特平原聚落体系的演变特征[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2020, 48(4): 108-115.
 - [12] 何仁伟, 陈国阶, 刘邵权, 等. 中国乡村聚落地理研究进展及趋向[J]. 地理科学进展, 2012, 31(8): 1055-1062.