

新疆绿洲乡村聚落空间分布特征及其影响因素

林金萍^{1,2}, 雷 军¹, 吴世新¹, 杨 振^{1,2}, 李建刚^{1,2}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 乌鲁木齐 830011;
2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要: 乡村聚落研究是乡村地理学研究的核心内容, 探讨地域乡村聚落空间特征与影响机理, 具有重要的理论与现实意义。利用遥感解译数据, 借助空间分析方法揭示新疆绿洲乡村聚落空间分布特征, 结合地理探测器技术探讨其空间分异的影响因素; 选择阿勒泰样区、天山北坡样区、吐鲁番样区和喀什样区进一步明晰不同自然和社会经济背景下绿洲乡村聚落空间分异的主控因素。结果表明: 新疆绿洲乡村聚落密度小、规模小, 以集聚模式为主, 邻近乡镇中心、道路、河流分布特征明显; 乡村聚落空间分布受到乡镇道路可达性、到县城道路可达性、坡度、到河流邻近距离、气温和高程等因素影响, 而受社会、经济因素影响不显著。四大样区乡村聚落分布的主控因素存在明显差异, 应依据各样区村落发展基础与主控因素, 探索不同的乡村聚落空间优化模式与发展振兴方向。

关键词: 乡村聚落; 空间分布; 影响因素; 样区; 新疆

DOI: 10.11821/dlyj020190368

1 引言

乡村聚落是城镇建成区以外农村居民聚居的地域, 是农村居民与周边自然、经济、社会文化环境相互作用的现象与过程^[1]。绿洲是在荒漠背景下, 具有稳定水源供给的适于植物生长和人类居住或暂驻, 可供人类进行农牧业生产和工业生产等社会经济活动的地区^[2,3]。绿洲乡村聚落指的是分布于绿洲区的乡村聚落, 是干旱地区人类进行农牧业生产与加工活动的区域^[4]。改革开放以来持续推进的工业化、城镇化加剧城乡发展差距, 致使“三农”问题突出^[5]。对于生态脆弱的绿洲乡村聚落而言, 其乡村发展问题更复杂, 发展形势更严峻。乡村发展问题将对我国崛起构成巨大挑战, 中国如何应对乡村发展短板, 将决定它能否决胜全面建成小康社会, 实现中华民族的伟大复兴。2017年乡村振兴战略的提出, 为乡村地域空间重构指明了发展方向^[6]。乡村空间重构, 初期以乡村聚落空间重构为主, 主要研究乡村聚落空间结构调整与重新布局^[4,5], 为乡村聚落功能重塑提供空间基础。

世界各国虽然乡村发展进程不同, 面临的问题各异, 但随着全球化、城镇化的深入推进, 学界对乡村重构、乡村建设和乡村振兴的途径进行了持续的探索^[6-9]。国际上对乡村聚落的研究初期集中在乡村聚落空间布局^[10]、形态与类型^[11,12], 随着工业化与城镇化发

收稿日期: 2019-05-13; 修订日期: 2020-01-06

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”课题(XDA20040400)

作者简介: 林金萍(1991-), 女, 广东潮州人, 硕士, 主要研究方向为乡村地理与城乡关系。

E-mail: linjinping17@mailsucas.ac.cn

通讯作者: 雷军(1968-), 女, 四川三台人, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为城市地理与城乡关系。

E-mail: leijun@ms.xjb.ac.cn

1182-1199 页

展,研究的关注点转移到乡村聚落空间发展模式^[13,14]与空间重构^[15,16]上。其中,有学者对非洲和亚洲部分国家绿洲乡村聚落的分布与演变进行研究^[17-21],在干旱区水土资源有限的条件下,绿洲乡村聚落空间分布主要受地貌、局地气候、水资源和可达性等因素影响^[22,23],自然环境决定着绿洲乡村聚落空间格局演变趋势。中国乡村地域辽阔,地貌类型多样,经济发展水平地区差距大,学者们对不同区域乡村聚落格局、演变及影响机制进行了多尺度研究^[24-27]。国家尺度上,集中和分散是乡村聚落空间演变的基本形式^[28],不同地域受地形、水资源、气候等自然环境因子和交通、农业、人口等社会经济因子双重影响,存在聚集、随机、分散并存的空间分布特征^[29]。区域尺度上,以不同地域类型区为例,研究乡村聚落空间格局、演变及其动力机制。东部沿海经济发达地区,乡村聚落集聚特征明显,但聚落规模、密度受城市扩张和交通线影响,聚落形态受地形和河流影响,地区差异较大^[30-32]。中部地区乡村聚落空间分布与城镇化发展密切相关,乡村聚落向城镇(中心地)集聚趋势明显,表现出“线状”向“片状”的格局转变特征^[25,33]。西部地区乡村聚落的研究,学者们主要关注生态脆弱地区(山地丘陵区、干旱绿洲区)乡村聚落形态^[34]、类型^[35]、空间分布特征及其影响因素^[36-38]。总体上,这些地区乡村聚落规模小、密度小,空间分布受地形地貌、交通和水资源因素影响明显^[39-41],具有低地、道路和河流分布趋向^[42-44];同时,也受人类活动强度与脆弱生态环境矛盾的制约^[45]。已有对绿洲乡村聚落的研究,主要包括乡村聚落的空间格局、影响因素和空间重构等内容^[46-52],得出了具有启发性的结论:乡村聚落空间特征及其影响因素具有显著的地域差异性。但是这些研究,多以流域、灌区、市(县)等中小尺度区域为例,研究结论难免不具有普适性;研究空间单元多为行政区,精度不够高,在一定程度上难免弱化了绿洲乡村聚落空间分布的地域环境影响力;在影响因素的分析上,多以定性描述和经验归纳为主,较难体现不同影响因素的影响力差异性。村域微观尺度上,关注乡村聚落用地格局演变与功能转变^[53],探讨差异化空间重构^[54-56]与布局优化策略^[57]。

新疆地形地貌复杂,戈壁沙漠广布,自然环境恶劣,自然地理因素对聚落形成与发展具有重要影响。新疆2015年城镇化率仅为47.23%,属经济落后地区,乡村聚落空间特征与影响机理不同于工业化与城镇化水平高的经济发达地区。系统分析新疆绿洲乡村聚落空间特征与影响机理,可丰富乡村地理学在干旱绿洲区、经济欠发达地区的研究内容,具有重要的基础理论研究与实践意义。本文基于遥感解译数据,运用空间分析方法揭示新疆绿洲乡村聚落空间分布特征,借助地理探测器从自然地理要素和社会人文要素识别其影响因素及影响力,为探索乡村聚落空间重构与优化途径、乡村脱贫与乡村振兴提供参考依据。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

(1) 核密度方法。用于分析与验证乡村聚落空间分布密度大小,是一种统计非参数密度估计方法,计算公式为^[33]:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right) \quad (1)$$

式中: $f(x, y)$ 是 (x, y) 位置的核密度值; n 是乡村聚落斑块数; h 是带宽; i 是核函数; d_i 是 (x, y) 位置距第 i 个观察点的距离。核密度值越高,说明乡村聚落空间分布密度越高,反之越小。

(2) 全局 Getis-Ord G 和局部 Getis-Ord G^* 。全局 Getis-Ord G 用于分析乡村聚落用地规模在区域全局性布局模式, 包括高值聚集和低值聚集; 局部 Getis-Ord G^* 用于检测乡村聚落用地规模在局部地域是否存在高值或低值聚集区, 即是否存在局部“热点”或“冷点”。数学模型为^[30]:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i y_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i y_j} \quad (2)$$

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (3)$$

式中: $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 分别是全局检验值和局部检验值; $w_{ij}(d)$ 是 x_i 和 x_j 间的距离权重; x_i 和 x_j 分别是 i 和 j 区域的观测值; n 是乡村聚落斑块数。运用以下公式分别对 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 进行标准化^[30]:

$$Z(G) = [G - E(G)] / \sqrt{VAR(G)} \quad (4)$$

$$Z(G_i^*) = [G_i^* - E(G_i^*)] / \sqrt{VAR(G_i^*)} \quad (5)$$

式中: $Z(G)$ 和 $Z(G_i^*)$ 分别是 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 的标准化值; $E(G)$ 和 $E(G_i^*)$ 分别是 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 的数学期望值; $VAR(G)$ 和 $VAR(G_i^*)$ 是 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 的数学方差。当 $G(d) > 0$ 时, 存在高值聚集, 反之存在低值聚集; 当 $Z(G_i^*) > 0$ 时, 属于高值聚集的“热点”区, 反之为低值聚集的“冷点”区。

(3) 道路可达性方法。最小累积阻力值反映了距离移动的潜在可能性与趋势, 单元最小累积阻力的大小反映该单元与源单元的连通性^[58], 最小阻力模型如下^[59,60]:

$$MCR = f_{\min} \sum (D_{ij} \times R_j) \quad (6)$$

式中: MCR 是最小累积阻力值; D_{ij} 是从源单元 j 到景观单元 i 的空间距离; R_j 表示景观单元 j 对某种移动的阻力系数。最小累积阻力值越小表明道路可达性越好。

本文设定类型道路阻力值相同, 对各种类型道路赋阻力值属性。依据行车时速将高速公路阻力值设为 6, 国道设为 10, 省道、铁路设为 12, 县道设为 20, 村镇道及其他公路设为 30, 无道路经过的区域采用步行模式, 阻力值设为 500。将新疆各类道路矢量图转为 100 m×100 m 栅格图层, 计算各类道路阻力值并采用最小值原则进行图层合并, 得到新疆交通阻力值栅格图。

(4) 地理探测器。用于乡村聚落空间分布的影响因素分析, 地理探测器计算模型为^[29,61]:

$$P_{D,U} = 1 - \frac{1}{n\sigma_U^2} \sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{U_{D,i}}^2 \quad (7)$$

式中: $P_{D,U}$ 是乡村聚落空间分布影响因素探测力指标; n 是整个区域样本数; $n_{D,i}$ 是次一级区域样本数; m 是次级区域个数; σ_U^2 是整个区域乡村聚落空间分布方差; $\sigma_{U_{D,i}}^2$ 是次一级区域方差。假设 $\sigma_{U_{D,i}}^2 \neq 0$ 时模型成立, $P_{D,U}$ 的取值范围为 [0, 1], $P_{D,U} = 0$ 时, 说明乡村聚落空间分布呈随机分布, $P_{D,U}$ 值越大, 说明分区因素对乡村聚落空间分布的影响力越大。文章选择高程 (X_1)、坡度 (X_2)、降水 (X_3)、气温 (X_4)、到河流邻近距离 (X_5)、到地级道路可达性 (X_6)、到县级道路可达性 (X_7)、到乡镇道路可达性 (X_8)、县域人均 GDP (X_9)、城乡居民收入差距 (X_{10})、流动人口占比 (X_{11}) 和少数民族占比 (X_{12}) 等 12 个指标, 对乡村聚落空间分布影响因素进行探测分析。

2.2 数据来源

文中涉及的新疆 2015 年乡村聚落斑块数据来源于 Landsat OLI 遥感影像 (30 m 空间

分辨率)解译数据,满足1:10万比例尺精度。DEM数据来源于地理空间数据云平台,气温、降水数据来源于中国科学院资源环境数据云平台,河流与交通数据来源于全国地理信息资源目录服务系统,社会经济数据来源于2016年《新疆统计年鉴》和新疆各州、地区统计年鉴。

根据人类活动的影响程度,绿洲可分为天然绿洲、人工绿洲和天然-人工复合绿洲,在绿洲范围界定过程中,一般将城乡聚落划分为人工绿洲部分^[62]。也就是说,荒漠背景下的乡村聚落均分布于绿洲区,即绿洲乡村聚落。所以,本文所说的新疆绿洲乡村聚落包含新疆所有的乡村聚落。

3 乡村聚落空间分布特征及影响因素

3.1 空间分布特征

(1) 集聚分异格局显著,分布密度小。运用最邻近距离分析、核密度估算方法,分析得到乡村聚落空间分布平均最邻近指数ANN和校验值Z分别为0.29和-140.38,表明乡村聚落为空间集聚分布模式。由乡村聚落分布核密度可知(图1),乡村聚落空间分布差异性显著,形成天山南北坡绿洲两大密度核心带,表现为“平原密集,山地稀疏,荒漠无村”的空间特征,大致与“三山两盆”地貌格局吻合。新疆绿洲乡村聚落天山南北坡两大密度核心带,核密度范围(0.2~0.7)个/km²,包括天山北坡、伊犁河谷地区和南疆阿克苏、库尔勒、喀什地区,这些区域位于山前冲积带、河谷平原,水资源相对充足,地势较平坦,耕地资源丰富,为乡村聚落发育与发展提供有利基础条件。天山山脉及准噶尔盆地、塔里木盆地边缘区,海拔高,地势崎岖,河网相对稀疏,耕地资源缺乏,乡村聚落分布稀疏,约为0.05个/km²。准噶尔盆地和塔里木盆地分布有大面积沙漠、戈壁滩和盐碱地,环境恶劣,基本无村庄分布。南疆乡村聚落密度核心区较北疆多,说明南疆乡村聚落数量较多、分布较密集。南疆古老绿洲聚落居多,乡村以传统种植业为主,村落分布密集,北疆人工新绿洲聚落居多,游牧业占比大,村落分布分散;北疆经济发展和城镇化水平较南疆快,城镇化过程中北疆部分乡村转变为城镇或纳入城镇发展范围。

(2) 集聚规模呈“北大南小”地域分异特征。乡村聚落斑块面积个体间差异较大,最小斑块面积为0.70 hm²,最大斑块面积为1325.44 hm²,平均斑块面积为33.25 hm²。运用全局空间聚类检验分析乡村聚落规模特征,结果得到Z值为-2.62,表明乡村聚落呈全局小规模集聚特征。运用“热点”探测工具分析局部规模分异特征,以聚落斑块面积为统计属性绘制乡村聚落规模分布热点图(图2)。热点区(红色)主要集中在天山北坡、伊犁地区和塔城地区,这些地区乡村聚落规模大,得益于河谷平原、山前冲积平原平坦

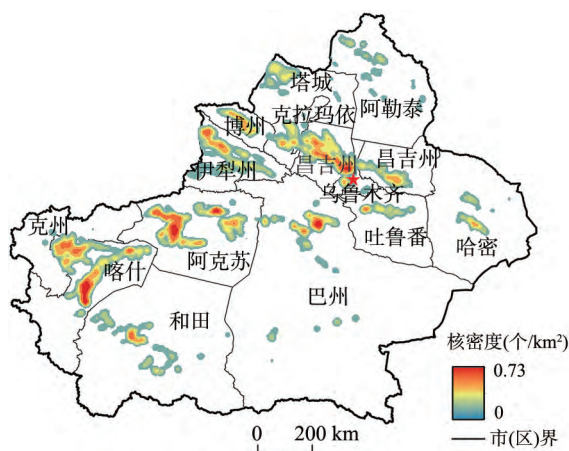


图1 新疆绿洲乡村聚落核密度空间分布特征
Fig. 1 The spatial pattern of oasis rural settlements kernel density in Xinjiang

注:此图基于国家测绘地理信息局标准地图
(审图号:GS(2019)1825号)绘制,底图无修改。

地势,适合乡村聚落发展,尤其是伊犁河谷地区,热点值最高,表明该地区聚集规模较大的村落。南疆除喀什中心为热点区外,其他地区为冷点区(蓝色),表明南疆村落规模小。总体上,新疆绿洲乡村聚落规模呈现“北大南小”地域分异特征。

3.2 影响因素选取

乡村聚落空间分布是地形、地貌、气候等自然环境因素和交通、人口、经济等人文社会因素共同作用的综合结果^[26-28,31,32],各因素的作用方式、作用程度、作用效应和作用机理可能不同^[63]。故此,借鉴前人研究成果,综合考虑新疆绿洲区域性特征、数据易获取性和指标代表性,从自然环境要素和人文社会要素两个方面选取指标要素进行分析。

3.2.1 自然环境要素 自然地理环境是乡

村聚落空间分布的基础^[31],地形为乡村聚落形成与发展提供空间,也制约乡村聚落空间格局,尤以高程和坡度为主。将新疆高程、坡度分成5级,统计各等级乡村聚落分布特征(表1,图3见第1188页),结果表明,新疆绿洲乡村聚落主要分布于中高海拔平坦地区。从高程看,3118个村落分布于500~1000 m,占总个数和面积比值分别为28.0%和35.5%,聚落规模相对较大,5953个村落分布于1000~3500 m,占总个数和面积比值分别为53.5%和43.4%,聚落规模相对较小;从坡度看,1856个村落分布于<5°平坡地区,占总个数和面积比值分别为18.7%和65.4%,村落规模较大,7411个村落分布于5~15°缓坡地区,占总个数和面积比值分别为74.8%和33.6%,新疆村落主要分布于该坡度带,但聚落规模较小。

水热条件对人类生活、生产活动有决定性影响,是聚落分布的重要自然因素^[31]。新疆降水少蒸发大,水热矛盾凸显,对农业生产功能突出的乡村具有较大影响。分别将多年平均降水、多年平均气温、到河流(2~5级河流,包括人工河渠)邻近距离分为5级,统计各等级乡村聚落分布特征。新疆降水地域差异明显,乡村聚落集中于50~400 mm降水区。“三山两盆”地形导致新疆气温地域分异显著,极端低温分布于“三山”区,无乡村聚落分布,近75%村落集中于0~10℃地区。41%村落分布于河流(渠)10 km缓冲区范围,近50%村落分布于10~20 km缓冲区范围,乡村聚落邻水分布特征明显。

3.2.2 人文社会要素 自然环境与地理条件是乡村聚落空间分布与发展演变的基础,基本决定和控制着乡村聚落空间分布格局^[64]。在自然环境要素的基础上加入道路可达性、社会经济发展要素的讨论,以期挖掘可能改变这种格局的影响因素。

(1) 交通要素。道路可达性既反映交通邻近距离,也体现中心地辐射作用 and 经济发展水平,是度量区位条件的综合性测度指标^[31]。乡村聚落空间分布受自然条件影响,也受综合区位条件影响,本文通过道路可达性反映交通因素对乡村聚落空间分布的影响。在城市核心区、城市边缘区、城市辐射区和乡村地域不同圈层中,乡村受城市辐射影响及程度与到城市距离远近和城市化水平相关^[65]。通过到地级、县城、乡镇不同等级中心地道路可达性来反映乡村聚落受城镇辐射程度与城镇经济发展水平。

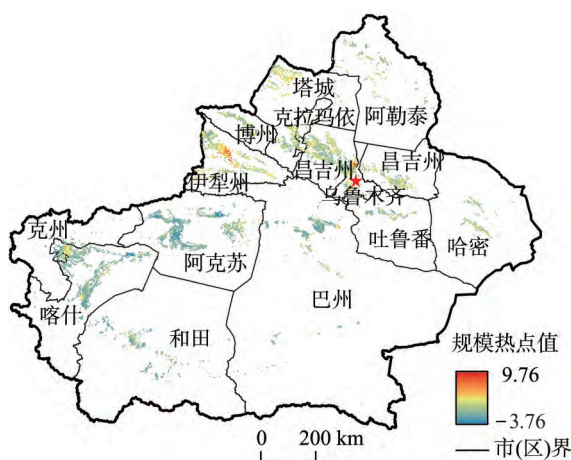


图2 新疆绿洲乡村聚落规模空间分布特征

Fig. 2 The spatial pattern of oasis rural settlements scale in Xinjiang

注:此图基于国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)1825号)绘制,底图无修改。

表1 自然环境要素下乡村聚落分布统计

Tab. 1 A statistical table of the distribution of rural settlements based on natural environmental factors in Xinjiang

影响因素及分级	乡村聚落数量 (个)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	平均面积 (hm ²)
高程 (m)					
<200	185	1.66	5768.12	1.53	31.18
200~500	1686	15.15	70440.04	18.74	41.78
500~1000	3118	28.02	133405.30	35.49	42.79
1000~3500	5953	53.51	163282.72	43.44	27.43
>3500	184	1.65	2974.87	0.79	16.17
坡度 (°)					
<5	1856	18.73	52850.35	65.43	28.48
5~15	7411	74.81	27140.56	33.60	3.66
15~25	476	4.80	632.37	0.78	1.33
25~35	92	0.93	115.49	0.14	1.26
>35	72	0.73	39.64	0.05	1.61
河流 (km)					
<10	4717	41.29	158266.23	39.30	33.55
10~20	5403	47.30	192126.82	47.71	35.56
20~30	586	5.13	22796.35	5.66	38.90
30~50	393	3.44	16447.85	4.08	41.85
>50	325	2.84	13062.02	3.24	40.19
气温 (°C)					
<-10	0	0.00	0.00	0.00	0.00
-10~-5	1	0.01	26.48	0.01	26.48
-5~0	76	0.71	3138.22	0.87	41.29
0~10	7392	68.90	268500.12	74.77	36.32
>10	3260	30.38	87437.24	24.35	26.82
降水 (mm)					
<50	997	9.25	26153.63	7.23	26.23
50~100	4928	45.74	123967.48	34.25	25.16
100~200	2263	21.00	84338.92	23.30	37.27
200~400	2390	22.18	117172.08	32.37	49.03
>400	196	1.82	10346.81	2.86	52.79

将道路最小累积可达性阻力值换算为小时 (h) 行进时间, 共分为5级, 统计各等级乡村聚落分布特征 (表2, 图4见第1189页)。75.48%村落分布在地级道路行进时间4~24 h范围内, 行进时间小于2 h的村落占比不足5%; 到县 (区) 级道路行进时间小于12 h的村落占95.26%, 其中23.87%小于2 h; 到乡镇道路行进时间小于4 h的村落占98.68%, 其中56.42%小于1 h。乡村聚落空间分布受不同等级中心地道路可达性的影响不同, 到乡镇道路可达性对村落空间分布影响较大, 说明村落邻近乡镇中心分布, 到县 (区) 道路可达性影响次之, 到地级道路可达性影响最小。

(2) 社会经济要素。乡村聚落空间分布受乡村自身、城镇和区域社会经济要素综合影响, 对乡村聚落空间分布的影响因素分析不能脱离区域宏观经济与社会背景^[66]。县域

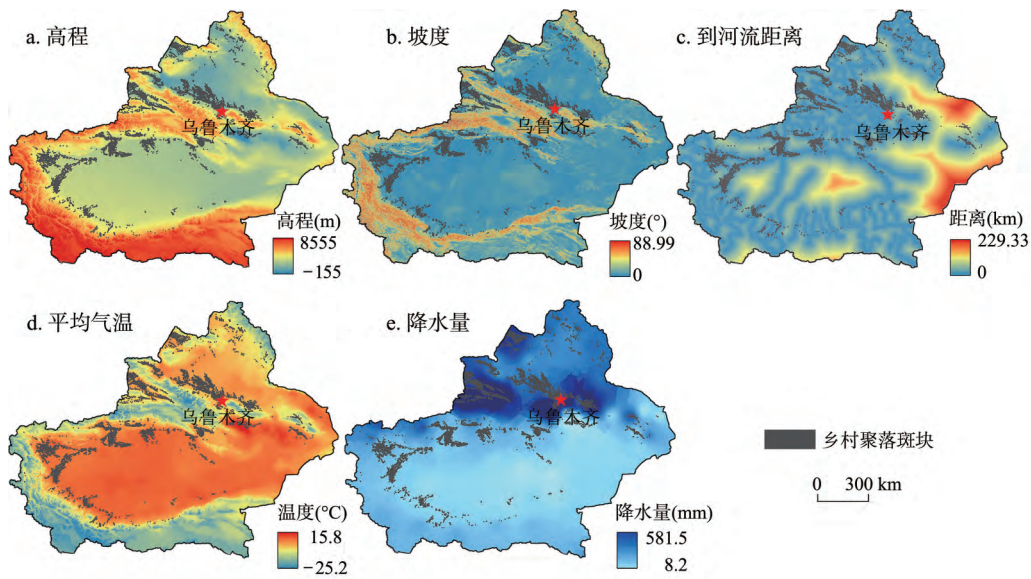


图3 新疆主要自然地理要素空间分布

Fig. 3 The spatial pattern of the major physical geography factors in Xinjiang
注：此图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1825号）绘制，底图无修改。

表2 交通要素下乡村聚落分布统计

Tab. 2 A statistical table of the distribution of rural settlements based on traffic factors in Xinjiang

行进时间分级 (h)	乡村聚落数量 (个)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	平均面积 (hm ²)
到地级					
<2	543	4.91	20053.92	5.37	36.93
2~4	1472	13.32	54631.71	14.64	37.11
4~12	4714	42.65	170720.50	45.73	36.22
12~24	3629	32.83	109675.99	29.38	30.22
>24	695	6.29	18200.74	4.88	26.19
到县 (区)					
<2	2711	23.87	91929.75	23.44	33.91
2~4	3717	32.73	127680.31	32.56	34.35
4~12	4391	38.66	157693.30	40.21	35.91
12~24	515	4.53	14500.03	3.70	28.16
>24	23	0.20	394.26	0.10	17.14
到乡镇					
<1	6609	56.42	246326.67	61.32	37.27
1~4	4950	42.26	151125.41	37.62	30.53
4~12	152	1.30	4216.84	1.05	27.74
12~24	3	0.03	36.65	0.01	12.22
>24	0	0.00	0.00	0.00	0

是以大乡村为特征、城乡一体的地域单元^[6]，更能深入刻画各社会经济要素空间格局^[67]。本文选取县域人均GDP、城乡居民收入比、流动人口占比和少数民族占比4个指标

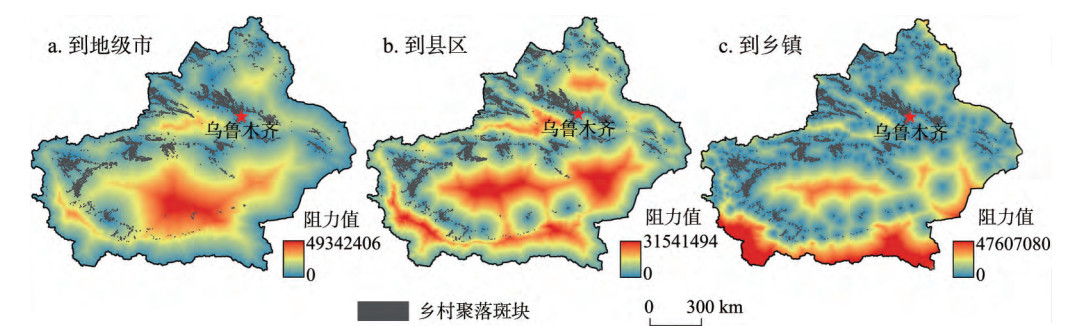


图4 新疆到地级、县城、乡镇道路可达性阻力值空间分布

Fig. 4 The spatial distribution of road accessibility resistance value to prefecture-level cities, counties and towns in Xinjiang
注：此图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1825号）绘制，底图无修改。

（表3）分别探讨区域经济发展水平、城乡一体化、人口流动和少数民族分布等经济社会要素对乡村聚落空间分布的影响。假设人均GDP、流动人口占比和少数民族占比为正向指标，其值越大，对乡村聚落空间分布的影响越大；城乡居民收入比为负向指标，其值越大，城乡一体化进程越缓慢，对乡村聚落空间分布的影响越小。

表3 社会经济要素指标

Tab. 3 Index of social and economic factors

指标名称	指标含义	指标属性
人均GDP	地区生产总值/总人口数（元/人）	正向指标
城乡居民收入比	城镇居民人均可支配收入/农民人均可支配收入	负向指标
流动人口占比	（常住人口-户籍人口）/常住人口	正向指标
少数民族占比	地区少数民族人口数/总人口数	正向指标

将各指标要素分为5个等级，统计各等级乡村聚落分布特征（表4，图5见第1191页）。新疆经济发展地区差异明显，天山北坡为经济发展高水平区，城乡收入差距较小，南疆三地州为经济发展低水平区，城乡收入差距较大。65.77%的乡村分布于经济发展中低水平地区，城乡收入差异要素背景下，乡村呈“两端”分布特征，30.32%的乡村分布于较小城乡收入差异区，39.35%的乡村分布于较大城乡收入差异区。新疆流动人口、少数民族分布空间分异格局显著，北疆、东疆流动人口比例较大，南疆较小，83.51%的乡村分布于流动人口比例较小地区；少数民族聚集于南疆三地州，天山南北坡地区少数民族人口比例较少，26.61%的乡村分布于低少数民族人口分布区，27.27的乡村分布于高少数民族人口分布区，呈“两极”分布特征。

3.3 影响因素分析

将新疆划分为100 m×100 m栅格单元并进行二值化，有村落分布的栅格赋值1，无村落分布的栅格赋值0，通过随机采样方法选取1481个点，提取各点所在栅格对应的各影响要素像元值，利用地理探测器识别各要素对新疆绿洲乡村聚落空间分布的影响力（表5见第1191页）。结果表明，各影响因子P值分别为到乡镇道路可达性（0.38）、到县城道路可达性（0.13）、坡度（0.11）、距河流最邻近距离（0.09）、气温（0.09）、高程（0.08）、到地级道路可达性（0.04）、城乡居民收入差距（0.03）、人均GDP（0.02）、人口流动（0.02）、多年平均降水（0.01）和民族分布（0.01），由此得出，新疆绿洲乡村聚落空间分布主要受到乡镇道路可达性、到县城道路可达性、坡度、河流最邻近距离、气

表 4 社会经济要素下乡村聚落分布统计

Tab. 4 A statistical table of rural settlements distribution based on social and economic factors in Xinjiang

影响要素及分级	乡村聚落数量 (个)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	平均面积 (hm ²)
人均GDP (万元)					
<1.48	1831	16.96	41399.36	11.48	22.61
1.48~3.13	3657	33.88	124140.80	34.42	33.95
3.13~5.58	3442	31.89	124707.40	34.58	36.23
5.58~11.22	1795	16.63	67801.26	18.00	37.77
>11.22	70	0.65	2598.62	0.72	37.12
城乡收入比					
<1.44	1621	15.05	73925.13	20.56	45.61
1.44~1.89	3266	30.32	122827.00	34.17	37.61
1.89~2.26	770	7.15	32973.02	9.17	42.82
2.26~3.30	4238	39.35	108328.30	30.13	25.56
>3.30	876	8.13	21453.59	5.97	24.49
流动人口 (万人)					
<8.99	2848	26.35	80924.13	22.42	28.41
8.99~15.45	2581	23.88	82225.93	22.78	31.86
15.45~25.58	3597	33.28	137176.30	38.01	38.14
25.58~42.55	1708	15.80	57116.12	15.83	33.44
>42.55	74	0.68	3437.51	0.95	46.45
少数民族占比 (%)					
<36.55	2870	26.61	108594.10	30.21	37.84
36.55~55.86	1694	15.70	60611.83	16.86	35.78
55.86~75.92	1357	12.58	62040.44	17.26	45.72
75.92~86.14	1924	17.84	58973.51	16.40	30.65
>86.14	2942	27.27	69310.98	19.28	23.56

温和高程等要素影响。

道路对新疆绿洲乡村聚落空间分布的影响力最大,引导着乡村聚落空间分布的方向。到乡镇、到县城道路可达性分别为0.38和0.13,大于自然地理因素的最大影响值0.11(坡度),说明新疆绿洲乡村聚落空间分布,交通因素发挥最重要的影响作用。乡村聚落主要沿道路分布,道路等级越高,沿线村落规模越大,交通网络密集区也是村落分布密集区。交通网络完善程度直接影响乡村聚落地理可达性,决定乡村对外交往可能性。新疆地形与荒漠制约交通网络布局与完善,降低乡村聚落道路可达性,阻碍乡村对外交流与交往,农民外出机会少,多留于本地从事传统农业生产,一定程度上是经济发展水平低、落后贫困的重要原因。

乡村聚落围绕乡镇中心集聚特征明显,受城镇辐射影响较弱。到地级(0.04)、县城(0.13)道路可达性对乡村聚落空间分布的影响值远低于到乡镇道路可达性(0.38),表明乡村聚落主要围绕乡镇中心分布,而受城市、县城中心辐射影响较弱。一方面是乡村到城镇距离远,受城镇辐射带动影响弱;另一方面是工业化与城镇化水平低,难以形成足够资源与经济集聚,对外辐射能力不强,对乡村发展没有较好涓滴作用。恶劣自然环境、地形因素造成乡村聚落闭塞,乡村自身极化发展能力有限,无法为城镇发展输送资

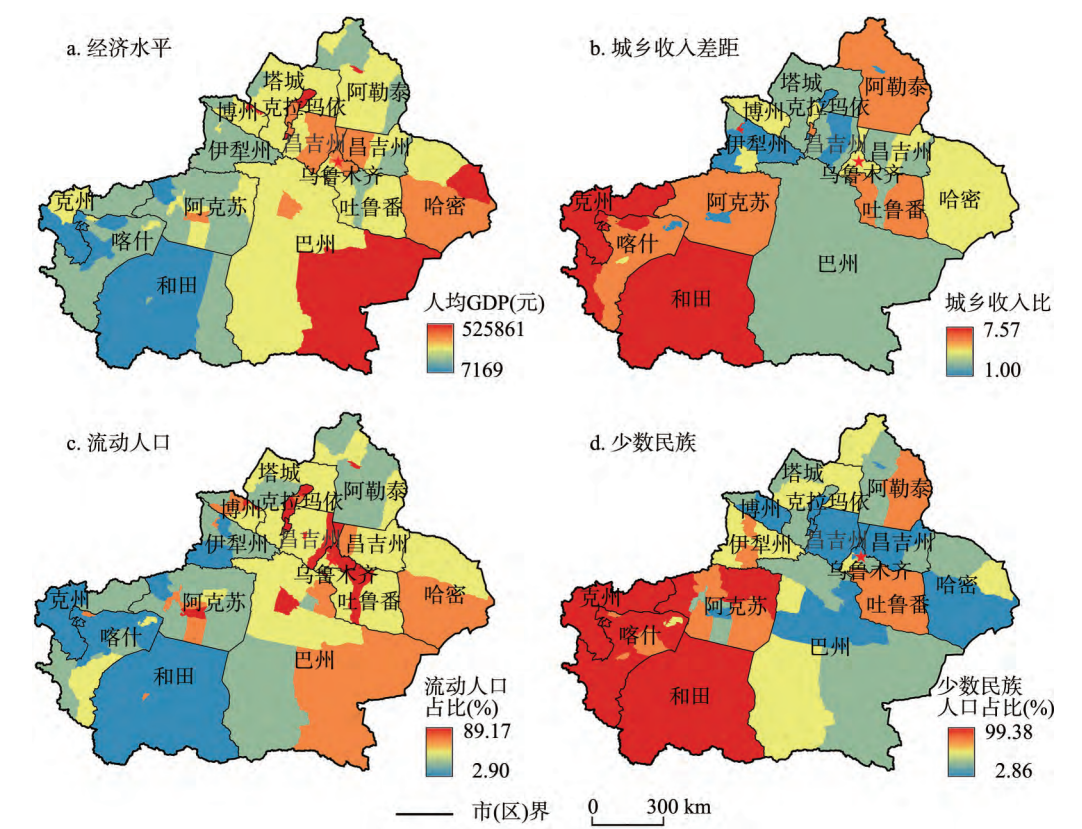


图5 新疆主要社会经济要素空间分布

Fig. 5 The spatial distribution of major social and economic factors in Xinjiang
注：此图基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS(2019)1825号）绘制，底图无修改。

表5 新疆绿洲乡村聚落空间分布影响因素地理探测P值

Tab. 5 The P values of geographic detection for factors influencing spatial distribution of rural settlements in Xinjiang												
	高程	坡度	降水	气温	到河流 邻近距离	到地级道 路可达性	到县城道 路可达性	到乡镇道 路可达性	人均 GDP	城乡居民 收入差异	人口 流动	民族 分布
P值	0.08	0.11	0.01	0.09	0.09	0.04	0.13	0.38	0.02	0.03	0.02	0.01

源，容易陷入“闭塞落后—低城镇化—贫困落后”的循环积累。

乡村聚落具有邻近河流（渠）分布的特征。水系是绿洲聚落居民生产生活生存的基础，干旱区聚落发育“向水而生”，聚落发展“有水则兴，无水则亡”，水源是影响村落兴衰的关键因素。新疆绿洲乡村聚落主要分布于河流交汇处或中下游沿岸，由于干旱区自然河流少，人工渠系开挖与修缮对乡村聚落空间分布有重要导向作用，具有近河（渠）分布特征。

坡度和高程是新疆绿洲乡村聚落形成与分布的基础，坡度（0.11）的影响力较高程（0.08）大。坡度不仅对乡村聚落空间分布与农业生产活动有重要影响，对绿洲区而言，坡度还通过影响河渠的分布、走向从而影响乡村聚落空间分布。山前冲积平地 and 河谷阶地，为乡村聚落形成与发展提供良好基础，是乡村农业生产与生活的适宜区域，乡村聚落分布密集。

气温和降水对新疆绿洲乡村聚落空间分布的影响力各异。气温影响人类农业生产活

动和生活环境,复杂地形导致气温地域分异明显,乡村聚落集聚于山前温暖地区,高山、荒漠极端气温分布区无乡村聚落分布。降水对聚落空间分布影响不明显。新疆地表河流(渠)补给来源于积雪和冰川融水^[68],降水对河流补给有限,对村落空间分布直接影响较弱,加上降水极受坡度、高程等地形因素影响,其影响力一定程度上表现为地形、河流因素对乡村聚落分布的影响。

区域社会经济对乡村聚落空间分布的影响力不显著,经济因素略强于社会因素。区域较低的经济发展水平与缓慢推进的城乡一体化发展格局,致使地区经济圈对乡村辐射作用较弱,城市资本、技术、资源等要素向乡村转移程度和乡村非农产业发展速度缓慢,城乡交通、通讯网络建设受阻,进而对乡村聚落分布及发展的影响有限。人口流动方面,新疆农业生产具有鲜明季节性特征,推动农闲时农村人口向周边城镇流动,城镇劳动密集型产业发展需求也吸引农村剩余青壮年前去务工,新疆农村人口“两栖现象”^[69]明显,人口具有季节性流动特征,较少存在因乡村人口流失导致的乡村聚落空间荒废、瓦解等现象;另外新疆人口流入主要以政府为主导,现阶段乡村人口流入少,人口流动对乡村聚落空间分布影响较弱。新疆多民族分布特征突出,民族要素主要影响区域中乡村是否具有某一民族文化和习俗特征,不同主体民族地区间乡村聚落空间分布特征具有一定差异性,但宏观尺度上,民族构成要素对乡村聚落空间分布影响较弱。

4 样区乡村聚落空间特征及主控因素

遵循典型性与代表性,综合考虑地形、区位、经济发展水平和乡村空间分布特征,选择阿勒泰样区、天山北坡(下称“天北”)样区、吐鲁番样区和喀什样区(图6),运用地理探测器进一步探讨各样区村落空间分布主控因素,深入挖掘不同社会经济发展水平和自然条件下新疆绿洲乡村聚落空间格局影响机理,为乡村聚落空间重构与优化途径提供支撑。

天北样区位于天山北麓、准噶尔盆地南缘,地形平坦开阔,乡村聚落呈中心小规模高密度、外围大规模低密度分布于山前冲积平地。依据地理探测器分析结果(表6),该样区村落空间分布主控因素为到乡镇道路可达性(0.26)、到县城道路可达性(0.25)和到地级道路可达性(0.20)。城镇发展带动周边交通基础设施建设,不同等级中心地道路可达性对村落分布具有不同程度辐射带动作用,受空间邻近性影响,该样区村落分布受区内乡镇交通布局影响较强,而受县级、地级等乡村对外交通影响较弱,交通是主控因素。依托天山北坡城镇群建设,该区未来乡村聚落空间优化与发展振兴应加强交通线规划布局 and 交通基础设施建设,通过交通线提升区位优势,吸引资源集聚,强化对外交往与

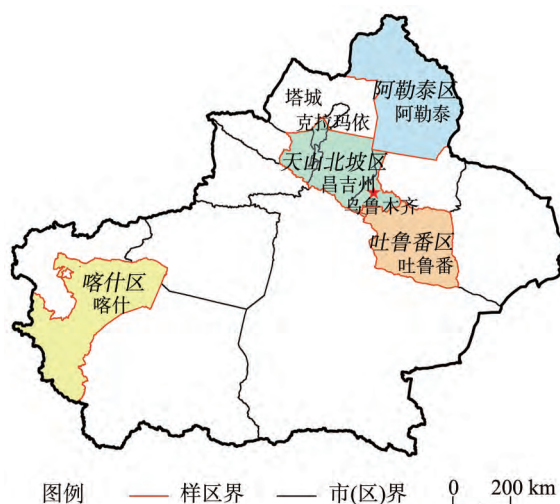


图6 乡村聚落样区分布

Fig. 6 Distribution of the sample areas of rural settlements

注:此图基于国家测绘地理信息局标准地图
(审图号:GS(2019)1825号)绘制,底图无修改。

表6 新疆各样区聚落群空间分布影响因素地理探测P值

Tab. 6 The P values of geographic detection for factors influencing spatial distribution of rural settlements in sampling areas in Xinjiang

P值	高程	坡度	到河流邻近距离	到地级道路可达性	到县城道路可达性	到乡镇道路可达性
天北样区	0.18	0.01	0.05	0.20	0.25	0.26
阿勒泰样区	0.13	0.01	0.06	0.17	0.07	0.08
吐鲁番样区	0.05	0.01	0.15	0.04	0.13	0.06
喀什样区	0.01	0.01	0.01	0.08	0.10	0.07

交流，推动乡村聚落联动发展，缩小城乡发展差距。

喀什样区地处南疆塔里木盆地西缘、昆仑山脉东北侧，乡村聚落分布于山前冲积平原，属高海拔平坦区，村落密度与规模呈中心大、外围小的分布特征。依据地理探测器分析结果，该样区村落空间分布主控因素为到县城道路可达性（0.10）、到地级道路可达性（0.08）和到乡镇道路可达性（0.07）。各等级中心地道路可达性对该样区乡村聚落空间分布影响明显，县级、地级中心地影响较强，城镇辐射作用突出。依托喀什城市圈建设，未来乡村聚落空间优化与发展振兴应积极融合到城镇发展中，完善城乡布局结构与职能分配，统筹城乡发展空间，发挥城镇涓滴作用，促进城乡资源要素流动共享，推进“以城带乡”乡村振兴模式。

阿勒泰样区地处北疆阿尔泰山南麓、准噶尔盆地北缘，乡村聚落呈小规模零星分布于山地丘陵和山前冲积平地。依据地理探测器分析结果，该样区村落空间分布主控因素为到地级道路可达性（0.17）和高程（0.13）。样区地理位置偏远，对外联系对乡村发展的重要性凸显，进而影响乡村聚落分布。样区由北到南呈山地丘陵-平原的阶梯状地形特征，南部戈壁荒漠广布，自然条件恶劣，生态环境脆弱，未来发展应加强坡地聚落生态环境保护，协调好乡村生产活动强度与生态环境之间的关系。

吐鲁番样区地处东疆吐鲁番盆地，是新疆海拔最低地，地形平坦，乡村聚落呈低密度小规模分布于盆地内环绿洲平原带北侧。依据地理探测器分析结果，该样区村落空间分布主控因素为河流（0.15）和到县城道路可达性（0.13）。吐鲁番盆地西北部中、高山区为水资源形成区，盆地中心降水少，是水资源散发区，农业生产与生活用水需求决定乡村聚落空间分布特征，乡村农业生产用水量大与水资源缺乏矛盾突出。该样区乡镇道路连通性较差，对乡村分布影响较弱，盆地闭塞的区位条件凸显到县城的交通重要性。未来乡村发展需加强水资源节约利用，推广节水灌溉技术，同时完善乡镇道路基础设施建设。

不同样区乡村聚落空间分布的主控因素存在明显差异。天北样区和喀什样区乡村聚落空间分布的主控因素为到乡镇、到县城、到地级道路可达性，前者表现为受乡镇-县级-地级道路可达性影响逐渐减弱的距离衰减规律，后者则表现为受县级-地级-乡镇道路可达性影响逐渐减弱的规律。究其原因，在于天北样区经济发展水平较高，各级道路交通设施较为完善，对村落空间分布起主导作用，而喀什样区经济发展水平较低，乡镇道路交通建设不够完善，其影响力有限。阿勒泰样区乡村聚落空间分布的主控因素为到地级道路可达性和高程，吐鲁番样区则为到河流邻近距离和到县城道路可达性。道路可达性对各样区均有重要影响，这与前文全局乡村聚落空间分布影响因素的分析结果具有一致性，不同点在于，各样区受地级、县级、乡镇不同等级道路可达性的影响力大小各异。坡度对全局乡村聚落空间分布的影响力较大（0.11），而各样区坡度的影响力较弱（0.01）。

5 结论与讨论

新疆绿洲乡村聚落密度小、规模小,以集聚分布模式为主,表现为“平原密集,山地稀疏,荒漠无村”的空间分布特征,形成天山南北坡绿洲两大密度核心带。乡村聚落主要分布于中高海拔地区(500~3500 m)、平缓坡地区($<15^{\circ}$)和温暖地区(年均温 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$);乡村聚落邻近乡镇中心分布,受城市、县城中心辐射影响较弱;乡村聚落沿道路/河流集聚特征明显,距离道路/河流越近,乡村聚落数量越多、面积越大。新疆绿洲乡村聚落空间分布首要受到乡镇道路可达性、到县城道路可达性、坡度和河流等因素影响,其次是气温和高程因素,最后是降水、人口与经济因素。对于新疆绿洲乡村聚落空间分布而言,在干旱区极端地理和生态环境条件下,自然环境与地理条件依然是主控因素,交通因素发挥着重要的导向作用,而经济、社会因素的影响力不显著。该结论与学者在宁夏干旱风沙区^[70]、新疆艾比湖流域绿洲区^[40]乡村聚落空间格局研究所得结论具有一致性。但对东、中部而言,经济发展、城乡差距、城乡人口流动和城市用地扩张等是驱动乡村聚落空间格局变化的主要社会经济因素^[71-74]。可见,乡村聚落空间分布的影响因素具有显著地域差异性。

不同样区自然条件与社会经济发展水平不同,乡村聚落分布的主控因素各异,天北样区和喀什样区为道路可达性因素,阿勒泰样区和吐鲁番样区分别为地形和水源因素。道路可达性因素对各样区乡村聚落空间分布均有不同程度的影响,未来乡村聚落空间优化与发展振兴应加强交通线规划布局 and 交通基础设施完善,促进城乡要素流动共享,推进城乡融合发展与可持续发展,注重生态环境保护与水资源节约利用。

本文对于乡村政策制度、组织建设和文化等要素考虑不足,未来研究需进一步完善。新疆地域广阔,自然环境与综合发展水平地域差异大,需在更多区域或样区进行综合的研究,深入揭示乡村聚落空间分布规律,以便有针对性提出乡村聚落空间优化与发展途径。

致谢: 真诚感谢二位匿名评审专家在论文评审中付出的时间和精力,评审专家对本文乡村聚落空间分布影响指标选取、结果分析、结论梳理方面提出的修改意见,使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及现今趋向. 地理学报, 1988, 43(4): 311-317. [Jin Qiming. The history and current trends of research on rural settlement geography in China. Acta Geographica Sinica, 1988, 43(4): 311-317.]
- [2] 高华君. 我国绿洲的分布和类型. 干旱区地理, 1987, 10(4): 23-29. [Gao Huajun. The distribution and types of oasis in China. Arid Land Geography, 1987, 10(4): 23-29.]
- [3] 韩德林. 中国绿洲研究之进展. 地理科学, 1999, 19(4): 313-319. [Han Delin. The Progress of research on oasis in China. Scientia Geographica Sinica, 1999, 19(4): 313-319.]
- [4] 马利邦, 田亚亚, 郭晓东, 等. 基于格网的河西绿洲乡村聚落时空演变及其与水土资源的空间耦合关系. 自然资源学报, 2018, 33(5): 775-787. [Ma Libang, Tian Yaya, Guo Xiaodong, et al. Spatial-temporal change of rural settlements and its spatial coupling relationship with water and soil resources based on grid in the Hexi oasis. Journal of Natural Resources, 2018, 33(5): 775-787.]
- [5] 李裕瑞, 王婧, 刘彦随, 等. 中国“四化”协调发展的区域格局及其影响因素. 地理学报, 2014, 69(2): 199-212. [Li Yurui, Wang Jing, Liu Yansui, et al. Spatial pattern and influencing factors of the coordination development of industrialization, informatization, urbanization and agricultural modernization in China: A prefecture level exploratory spatial data analysis. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(2): 199-212.]
- [6] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. [Liu Yansui. Research on the urban-rural

- integration and rural revitalization in the new era in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [7] 杨忍, 陈燕纯. 中国乡村地理学研究的主要热点演化及展望. *地理科学进展*, 2018, 37(5): 601-616. [Yang Ren, Chen Yanchun. Change in key research area and prospect of Chinese rural geography. *Progress in Geography*, 2018, 37(5): 601-616.]
- [8] Tang Chengli, He Yanhua, Zhou Guohua, et al. Optimizing the spatial organization of rural settlement based on life quality. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(5): 685-704.
- [9] Liu Yansui, Li Yurui. Revitalize the world's countryside. *Nature*, 2017, 548(7667): 275-277.
- [10] Robinson P. Implications of rural settlement patterns for development: A historical case study in Qaukeni, Eastern Cape, South Africa. *Development Southern Africa*, 2003, 20(3): 405-421.
- [11] Pacione M. *Rural Geography*. London: Harper row, 1984: 19-33.
- [12] Hill M. *Access to Geography: Rural Settlement and the Urban Impact on the Countryside*. London: Hodder Arnold, 2003: 58-72.
- [13] Hall D R. Albania: Rural development, migration and uncertainty. *Geojournal*, 1996, 38(2): 185-189.
- [14] Bigmore P. Rural process-pattern relationships: Nomadization, sedentarization and settlement fixation. *The Geographical Journal*, 1994, 16(1): 98.
- [15] Hoggart K, Paniagua A. What rural restructuring?. *Journal of Rural Studies*, 2001, 17(1): 41-62.
- [16] Woods M. Engaging the global countryside: Globalization, hybridity and the reconstitution of rural place. *Progress in Human Geography*, 2007, 31(4): 485-507.
- [17] Golany G. Selecting sites for new settlements in arid lands: Negev case study. *Energy & Buildings*, 1982, 4(1): 23-41.
- [18] Kandel A W, Conard N J. Settlement patterns during the Earlier and Middle Stone Age around Langebaan Lagoon, Western Cape (South Africa). *Quaternary International*, 2012, 270(9): 15-29.
- [19] Jessica G. The evolution of settlement patterns in the eastern Oman from the Neolithic to the Early Bronze Age (6000 – 2000 BC). *Comptes rendus - Géoscience*, 2009, 341(8): 739-749.
- [20] Muriuki G, Seabrook L, Mcalpine C, et al. Land cover change under unplanned human settlements: A study of the Chyulu Hills squatters, Kenya. *Landscape & Urban Planning*, 2011, 99(2): 154-165.
- [21] Sevenant M, Antrop M. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece. *Landscape & Urban Planning*, 2007, 80(4): 362-374.
- [22] Siebert S, Nagieb M, Buerkert A. Climate and irrigation water use of a mountain oasis in northern Oman. *Agricultural Water Management*, 2007, 89(1): 1-14.
- [23] Saaroni H, Bitan A, Dor E B, et al. The mixed results concerning the “oasis effect” in a rural settlement in the Negev Desert, Israel. *Journal of Arid Environments*, 2004, 58(2): 235-248.
- [24] 陈宗峰, 李裕瑞, 刘彦随. 黄土丘陵沟壑区乡村聚落分布格局特征与类型. *农业工程学报*, 2017, 33(14): 266-274. [Chen Zongfeng, Li Yurui, Liu Yansui. Distribution pattern characteristic and type classification of rural settlements in loess hilly-gully region. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(14): 266-274.]
- [25] 李小建, 许家伟, 海贝贝. 县域聚落分布格局演变分析: 基于 1929-2013 年河南巩义的实证研究. *地理学报*, 2015, 70(12): 1870-1883. [Li Xiaojian, Xu Jiawei, Hai Beibei. The changing distribution patterns of rural settlements during the process of urbanization: The case of Gongyi (1929-2013) China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(12): 1870-1883.]
- [26] 周国华, 贺艳华, 唐承丽, 等. 中国农村聚居演变的驱动机制及态势分析. *地理学报*, 2011, 66(4): 515-524. [Zhou Guohua, He Yanhua, Tang Chengli, et al. Dynamic mechanism and present situation of rural settlements evolution in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(4): 515-524.]
- [27] 冯应斌, 杨庆媛. 1980-2012 年村域居民点演变特征及其驱动力分析. *农业工程学报*, 2016, 32(5): 280-288. [Feng Yingbin, Yang Qingyuan. Evolution characteristics and its driving force of rural residential land at village level during 1980-2012. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(5): 280-288.]
- [28] 范少言. 乡村聚落空间结构的演变机制. *西北大学学报(自然科学版)*, 1994, 24(4): 295-298. [Fan Shaoyan. The evolution mechanism & study contents on the spatial structure about rural settlement. *Journal of Northwestern University: Natural Science Edition*, 1994, 24(4): 295-298.]
- [29] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 中国村庄空间分布特征及空间优化重组解析. *地理科学*, 2016, 36(2): 170-179. [Yang Ren, Liu Yansui, Long Hualou. Spatial distribution characteristics and optimized reconstructing analysis of rural settlement in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(2): 170-179.]
- [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. *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. *Acta Geographi-*

- ca Sinica, 2012, 67(4): 516-525.]
- [31] 杨忍. 基于自然主控因子和道路可达性的广东省乡村聚落空间分布特征及影响因素. 地理学报, 2017, 72(10): 1859-1871. [Yang Ren. An analysis of rural settlement patterns and their effect mechanisms based on road traffic accessibility of Guangdong. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(10): 1859-1871.]
- [32] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 基于格网的农村居民点用地时空特征及空间指向性的地理要素识别: 以环渤海地区为例. 地理研究, 2015, 34(6): 1077-1087. [Yang Ren, Liu Yansui, Long Hualou, et al. Spatial-temporal characteristics of rural residential land use change and spatial directivity identification based on grid in the Bohai Rim in China. Geographical Research, 2015, 34(6): 1077-1087.]
- [33] 谭雪兰, 刘卓, 贺艳华, 等. 江南丘陵区农村居民点地域分异特征及类型划分: 以长沙市为例. 地理研究, 2015, 34(11): 2144-2154. [Tan Xuelan, Liu Zhuo, He Yanhua, et al. Regional differentiation and type division of rural settlements to South of Yangtze River: A case study of Changsha. Geographical Research, 2015, 34(11): 2144-2154.]
- [34] 岳邦瑞, 王庆庆, 侯全华. 人地关系视角下的吐鲁番麻扎村绿洲聚落形态研究. 经济地理, 2011, 31(8): 1345-1350. [Yue Bangrui, Wang Qingqing, Hou Quanhua. Oasis settlement pattern research of Turpan Mazar Village from the perspective of man-land relationship. Economic Geograph, 2011, 31(8): 1345-1350.]
- [35] 张贝贝, 王宏卫, 何珍珠, 等. 新疆绿洲内乡村聚落空间格局特征及类型划分: 以泽普县为例. 新疆大学学报(自然科学版), 2018, 35(2): 235-242. [Zhang Beibei, Wang Hongwei, He Zhenzhen. The spatial distribution characteristics and type classification of rural settlement in Xinjiang Oasis area: Taking Zepu as a case. Journal of Xinjiang University (Natural Science Edition), 2018, 35(2): 235-242.]
- [36] 郭晓东, 马利邦, 张启媛. 陇中黄土丘陵区乡村聚落空间分布特征及其基本类型分析: 以甘肃省秦安县为例. 地理科学, 2013, 33(1): 45-51. [Guo Xiaodong, Ma Libang, Zhang Qiyuan. The spatial distribution characteristics and the basic types of rural settlement in loess hilly area: Taking Qin'an county of Gansu province as a case. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(1): 45-51.]
- [37] 郭晓东, 马利邦, 张启媛. 基于 GIS 的秦安县乡村聚落空间演变特征及其驱动机制研究. 经济地理, 2012, 32(7): 56-62. [Guo Xiaodong, Ma Libang, Zhang Qiyuan. A GIS-based research on the spatial evolution characteristics and driving mechanism of the rural settlements in Qin'an county. Economic Geograph, 2012, 32(7): 56-62.]
- [38] 姜转芳, 颀耀文, 李汝嫣, 等. 基于 GIS 的干旱区绿洲农村居民点格局演变研究: 以甘肃河西地区为例. 生态与农村环境学报, 2019, 35(3): 324-331. [Jiang Zhuanfang, Xie Yaowen, Li Ruyan, et al. A study on evolution of rural settlements pattern of oasis in arid area based on GIS: A case of Hexi area in Gansu province. Journal of Ecology and Rural Environment, 2019, 35(3): 324-331.]
- [39] 马利邦, 田亚亚, 郭晓东, 等. 基于格网的河西绿洲乡村聚落时空演变及其与水土资源的空间耦合关系. 自然资源学报, 2018, 33(5): 775-787. [Ma Libang, Tian Yaya, Guo Xiaodong, et al. Spatial-temporal change of rural settlements and its spatial coupling relationship with water and soil resources based on grid in the Hexi oasis. Journal of Natural Resources, 2018, 33(5): 775-787.]
- [40] 刘香云, 王宏卫, 杨胜天, 等. 艾比湖流域绿洲乡村聚落空间格局及其驱动力分析. 干旱区地理, 2018, 41(4): 859-866. [Liu Xiangyun, Wang Hongwei, Yang Shengtian, et al. Spatial pattern and driving force of oasis rural settlements in Ebinur Basin. Arid Land Geography, 2018, 41(4): 859-866.]
- [41] 郭晓东, 牛叔文, 吴文恒. 陇中黄土丘陵区乡村聚落空间分布特征及其影响因素分析: 以甘肃省秦安县为例. 干旱区资源与环境, 2010, 24(9): 27-32. [Guo Xiaodong, Niu Shuwen, Wu Wenheng. Characters of rural settlement spatial distribution and its influence factors in loess hilly area: A case of Qin'an county, Gansu province. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(9): 27-32.]
- [42] 陈永林, 谢炳庚. 江南丘陵区乡村聚落空间演化及重构: 以赣南地区为例. 地理研究, 2016, 35(1): 184-194. [Chen Yonglin, Xie Binggeng. The spatial evolution and restructuring of rural settlements in Jiangnan hilly region: A case study in south Jiangxi. Geographical Research, 2016, 35(1): 184-194.]
- [43] 师满江, 颀耀文, 曹琦. 干旱区绿洲农村居民点景观格局演变及机制分析. 地理研究, 2016, 35(4): 692-702. [Shi Manjiang, Xie Yaowen, Cao Qi. The landscape evolution and mechanism analysis of rural settlements in the oasis of arid region. Geographical Research, 2016, 35(4): 692-702.]
- [44] 杨庆媛, 田永中, 王朝科, 等. 西南丘陵山区农村居民点土地整理模式: 以重庆渝北区为例. 地理研究, 2004, 23(4): 469-478. [Yang Qingyuan, Tian Yongzhong, Wang Chaoke, et al. On the land use characteristics and the land consolidation models of rural residential area of the hilly and mountainous regions in Southwest China: A case of Chongqing. Geographical Research, 2004, 23(4): 469-478.]
- [45] 王传胜, 孙贵艳, 孙威. 云南昭通市坡地聚落空间特征及其成因机制研究. 自然资源学报, 2011, 26(2): 237-246.

- [Wang Chuansheng, Sun Guiyan, Sun Wei. Spacial characteristics and formation mechanism of slope settlements in Zhaotong of Yunnan province. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(2): 237-246.]
- [46] 陶金, 张莎玮. 水资源对沙漠绿洲聚落分布的影响研究: 以新疆喀什为例. *建筑学报*, 2014, 11(1): 126-129. [Tao Jin, Zhang Shawei. A study on the impact of water resources on the distribution of oasis settlement in desert: Taking the example of Kashgar in Xinjiang. *Architectural Journal*, 2014, 11(1): 126-129.]
- [47] 王录仓, 高静. 张掖灌区聚落与水土资源空间耦合关系研究. *经济地理*, 2014, 34(2): 139-147. [Wang Lucang, Gao Jing. The spatial coupling relationship between settlements and land-water resources in Zhangye irrigation districts. *Economic Geography*, 2014, 34(2): 139-147.]
- [48] 王录仓, 高静. 基于灌区尺度的聚落与水土资源空间耦合关系研究: 以张掖绿洲为例. *自然资源学报*, 2014, 29(11): 1888-1901. [Wang Lucang, GaoJing. Spatial coupling relationship between settlement and land and water resources based on irrigation scale : A case study of Zhangye city. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(11): 1888-1901.]
- [49] 高小琛, 石培基, 潘竞虎, 等. 基于耦合关系的干旱绿洲区农村居民点整理分区研究: 以张掖市甘州区为例. *地球科学进展*, 2011, 26(10): 1071-1078. [Gao Xiaochen, Shi Peiji, Pan Jinghu, et al. Rural residential land consolidation zoning research of oasis region based on coupling relationship: A case of Ganzhou district. *Advances in Earth Science*, 2011, 26(10): 1071-1078.]
- [50] 王君兰, 汪建敏. 宁夏干旱区新建绿洲村镇居民点与基础设施布局初探. *干旱区资源与环境*, 1997, 11(2): 59-64. [Wang Junlan, Wang Jianmin. Arrangement of residential areas and basic facilities for newly constructed oasis in Ningxia arid lands. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 1997, 11(2): 59-64.]
- [51] 吕梦婷, 王宏卫, 杨胜天, 等. 生态视角下绿洲乡村聚落空间格局及优化研究: 以新疆博乐市为例. *生态与农村环境学报*, 2019, 35(11): 1369-1377. [Lv Mengting, Wang Hongwei, Yang Shengtian, et al. Study on spatial pattern and optimization of rural settlements in Bole from the ecological perspective. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2019, 35(11): 1369-1377.]
- [52] 马利邦, 田亚亚, 谢作轮, 等. 微观尺度绿洲乡村聚落质量评价及其空间重构. *农业工程学报*, 2018, 34(5): 227-234. [Ma Libang, Tian Yaya, Xie Zuolun, et al. Evaluation of quality and spatial reconstruction of oasis rural settlements based on micro-scale. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2018, 34(5): 227-234.]
- [53] 陈诚, 金志丰. 经济发达地区乡村聚落用地模式演变: 以无锡市惠山区为例. *地理研究*, 2015, 34(11): 2155-2164. [Chen Cheng, Jin Zhifeng. Spatio-temporal change of landuse pattern of rural settlements in developed area: A case study of Huishan distirict in Wuxi city. *Geographical Research*, 2015, 34(11): 2155-2164.]
- [54] 谢作轮, 赵锐锋, 姜朋辉. 黄土丘陵沟壑区农村居民点空间重构: 以榆中县为例. *地理研究*, 2014, 33(5): 937-947. [Xie Zuolun, Zhao Ruifeng, Jiang Penghui. The rural residential space reconstruction in loess hilly regions: A case study of Yuzhong county in Lanzhou. *Geographical Research*, 2014, 33(5): 937-947.]
- [55] 杜相佐, 王成, 蒋文虹. 基于引力模型的村域农村居民点空间重构研究: 以整村推进示范村重庆市合川区大柱村为例. *经济地理*, 2015, 35(12): 154-160. [Du Xiangzuo, Wang Cheng, Jiang Wenhong. Rural settlement restructuring based on analysis of the gravity model at village level: The case of Dazhu village, Chongqing, China. *Economic Geography*, 2015, 35(12): 154-160.]
- [56] 张璐, 杜宏茹, 雷加强. 少数民族聚集区乡村空间重构的影响机理: 以新疆和田地区为例. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(6): 139-147. [Zhang Lu, Du Hongru, Lei Jiaqiang. Influencing factors of reconstructing the rural residential areas in minority area in Hotan, Xinjiang. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(6): 139-147.]
- [57] 樊天相, 杨庆媛, 何建. 重庆丘陵地区农村居民点空间布局优化: 以长寿区海棠镇为例. *地理研究*, 2015, 34(5): 883-894. [Fan Tianxiang, Yang Qingyuan, He Jian. Spatial distribution optimization of rural residential land in hilly areas: A case study of Haitang town in Changshou district. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 883-894.]
- [58] 张有坤, 樊杰. 基于生态系统稳定目标下的城市空间增长上限研究: 以北京市为例. *经济地理*, 2012, 32(6): 53-58. [Zhang Youkun, Fan Jie. Research on growth limit of urban space based on the stability of ecosystem: A case study of Beijing. *Economic Geography*, 2012, 32(6): 53-58.]
- [59] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning. *Landscape & Urban Planning*, 1992, 23(1): 1-16.
- [60] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局. *生态学报*, 1999, 19(1): 8-15. [Yu Kongjian. Landscape ecological security patterns in biological conservation. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(1): 8-15.]
- [61] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [62] 贺可, 吴世新, 杨怡, 等. 近40 a新疆土地利用及其绿洲动态变化. *干旱区地理*, 2018, 41(6): 1333-1340. [He Ke, Wu

- Shixin, Yang Yi, et al. Dynamic change of land use and oasis in Xinjiang in the last 40 years. *Arid Land Geography*, 2018, 41(6): 1333-1340.]
- [63] 谭雪兰, 张炎思, 谭洁, 等. 江南丘陵区农村居民点空间演变特征及影响因素研究: 以长沙市为例. *人文地理*, 2016, 31(1): 89-93. [Tan Xuelan, Zhang Yansi, Tan Jie, et al. Study on the spatial evolution characteristics and influential factors of rural residential area in the south of Yangze River: A case study of Changsha. *Human Geography*, 2016, 31(1): 89-93.]
- [64] 郭晓东, 张启媛, 马利邦. 山地-丘陵过渡区乡村聚落空间分布特征及其影响因素分析. *经济地理*, 2012, 32(10): 114-120. [Guo Xiaodong, Zhang Qiyuan, Ma Libang. Analysis of the spatial distribution character and its influence factors of rural settlement in transition-region between mountain and hilly. *Economic Geography*, 2012, 32(10): 114-120.]
- [65] Bryant C R, Mclellan A G, Russwurm L H. *The City's Countryside: Land and Its Management in the Rural-Urban Fringe*. New York: Longman, 1982: 4-8.
- [66] 冯长春, 赵若曦, 古维迎. 中国农村居民点用地变化的社会经济因素分析. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(3): 6-12. [Feng Changchun, Zhao Ruoxi, Gu Weiying. Study on the social economic factors of the land use changes in rural residential areas of China. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(3): 6-12.]
- [67] 刘涛, 齐元静, 曹广忠. 中国流动人口空间格局演变机制及城镇化效应: 基于2000和2010年人口普查分县数据的分析. *地理学报*, 2015, 70(4): 567-581. [Liu Tao, Qi Yuanjing, Cao Guangzhong. China's floating population in the 21st century: Uneven landscape, influencing factors, and effects on urbanization. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 567-581.]
- [68] 李佳秀, 陈亚宁, 刘志辉. 新疆不同气候区的气温和降水变化及其对地表水资源的影响. *中国科学院大学学报*, 2018, 35(3): 370-381. [Li Jiaxiu, Chen Yaning, Liu Zhihui. Variations in temperature and precipitation and their influences on surface water resource in different climate zones of Xinjiang. *Journal of University of Chinese Academy of Sciences*, 2018, 35(3): 370-381.]
- [69] 周扬, 郭远智, 刘彦随. 中国乡村地域类型及分区发展途径. *地理研究*, 2019, 38(3): 467-481. [Zhou Yang, Guo Yuanzhi, Liu Yansui. Areal types and their development paths in rural China. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 467-481.]
- [70] 王曼曼, 吴秀芹, 吴斌, 等. 盐池北部风沙区乡村聚落空间格局演变分析. *农业工程学报*, 2016, 32(8): 260-271. [Wang Manman, Wu Xiuqin, Wu Bin, et al. Evolution analysis of spatial pattern of rural settlements in sandy area of northern Yanchi. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(8): 260-271.]
- [71] 李红波, 张小林, 吴江国, 等. 苏南地区乡村聚落空间格局及其驱动机制. *地理科学*, 2014, 34(4): 438-446. [Li Hongbo, Zhang Xiaolin, Wu Jiangguo, et al. Spatial pattern and its driving mechanism of rural settlements in southern Jiangsu. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(4): 438-446.]
- [72] 邢谷锐, 徐逸伦, 郑颖. 城市化进程中乡村聚落空间演变的类型与特征. *经济地理*, 2007, 27(6): 932-935. [Xing Gurui, Xu Yilun, Zheng Ying. Rural settlement spatial evolution types and features in the process of urbanization. *Economic Geography*, 2007, 27(6): 932-935.]
- [73] 马亚利, 李贵才, 刘青, 等. 快速城市化背景下乡村聚落空间结构变迁研究评述. *城市发展研究*, 2014, 21(3): 55-60. [Ma Yali, Li Guicai, Liu Qing, et al. A review on the study of the rural settlement spatial evolution in rapid urbanization. *Urban Development Studies*, 2014, 21(3): 55-60.]
- [74] 海贝贝, 李小建, 许家伟. 巩义市农村居民点空间格局演变及其影响因素. *地理研究*, 2013, 32(12): 2257-2269. [Hai Beibei, Li Xiaojian, Xu Jiawei. Spatio-temporal evolution of rural settlements in Gongyi. *Geographical Research*, 2013, 32(12): 2257-2269.]

Spatial pattern and influencing factors of oasis rural settlements in Xinjiang, China

LIN Jinping^{1,2}, LEI Jun¹, WU Shixin¹, YANG Zhen^{1,2}, LI Jiangang^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China; 2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The study of rural settlements is the core content of rural geography. It is of great theoretical and practical significance to explore the spatial characteristics and influencing factors of regional rural settlements. Based on the remote sensing interpretation data, the spatial pattern and influencing factors of rural settlements in Xinjiang oasis areas were analyzed by using the methods of spatial analysis and geographical detector technique. To reveal the rural settlement spatial influencing mechanism, and explore the rural settlement space reconstruction and optimization approaches, we selected Altay area, north slope of Tianshan Mountains area, Turpan Basin area and Kashgar area as sample areas for further analysis. The results show that: the oasis rural settlements in Xinjiang are small both in density and in scale, and are mainly concentrated in the distribution mode, characterized by a spatial distribution pattern of "dense plain, sparse mountain, no village desert", which presents two major density core belts of oasis on the north and south slopes of Tianshan Mountains. Firstly, rural settlements are mainly distributed in middle- and high-altitude areas (500–3500 m), flat and gentle slope areas (<15 °) and warm areas (annual average temperature 0–10 °C). Secondly, rural settlements are distributed near the center of towns, which are less affected by the radiation from the center of cities and counties. Finally, rural settlements obviously gather along the roads and rivers, with the feature that the closer they are to the roads and rivers, the larger the number and scale of rural settlements. The spatial distribution of rural settlements in Xinjiang is mainly influenced by factors such as the accessibility of roads to towns, the accessibility of roads to counties, slope, proximity to rivers, temperatures and elevations. In other words, under these extreme geographical and ecological environment conditions in arid areas, the natural environment and geographical conditions are still the main influencing factors, and the traffic factors play an important guiding role, while the influence of economic and social factors are not significant. There are obvious differences in natural conditions and social-economic development levels in the four sample areas, and so do the dominant factors of the distribution of rural settlements. The north slope of Tianshan Mountains area and Kashgar area are affected by road accessibility factors, while Altay area and Turpan Basin area by terrain and water source, respectively. Road accessibility factors have different influences on the spatial distribution of rural settlements in various areas. In the future, the optimization and development of rural settlements should focus on the strengthening of the planning of transportation lines and the improvement of transportation infrastructure, so as to promote the flow and sharing of urban-rural elements, as well as the integration and sustainable development of urban and rural areas.

Keywords: rural settlements; spatial distribution; influencing factor; sample area; Xinjiang