

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202201001



吐鲁番绿洲聚落与耕地的空间关系分析

古丽娜尔·麦麦提, 徐华君, 马鑫苗

(新疆大学 地理科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 以吐鲁番市高昌区绿洲聚落与耕地为研究对象,以 2000 年、2010 年和 2018 年土地利用数据为基础数据,利用地理信息系统(GIS)空间分析技术,对研究区聚落的空间特征进行分析,并对聚落与耕地的空间关系进行探讨.结果表明:对于乡村聚落的规模,2000—2018 年吐鲁番市高昌区聚落斑块数量和斑块密度虽然减少,但斑块面积呈增大趋势,聚落空间规模明显扩大;对于乡村聚落的聚集特征,2000 年乡村聚落的平均最邻近指数较低,而 2010 年、2018 年乡村聚落的平均最邻近指数逐渐增加,说明 2000 年聚落的聚集性较高,而 2010 年、2018 年聚落的聚集性逐渐减弱;对于聚落与耕地的空间关系特征,研究区主要以耕地偏多型为主,2000—2018 年聚落-耕地均衡型逐步降低,人地协调性受到影响;对于动态变化型的聚落与耕地的空间转移关系,2000—2010 年聚落转化为耕地的面积较大,而 2010—2018 年耕地转化为聚落的面积较大.

关键词: 绿洲聚落; 耕地; 空间格局; 空间关系; 高昌区; 吐鲁番市

中图分类号: X 21; K 901.8; F 301.21 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2022)04-0535-09

Analysis on Spatial Relationship Between Oasis Settlements and Cultivated Land in Turpan City

GULINAER Maimaiti, XU Huajun, MA Xinmiao

(College of Geographical Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Taking oasis settlements and cultivated lands in Gaochang District of Turpan City as research objects, the spatial characteristics of settlements of the study area were analyzed by using geographic information system (GIS) spatial analysis technology, and the spatial relationship between settlements and cultivated lands was discussed using the land use data of 2000, 2010 and 2018 as the basic data. The results show that for the scale of rural settlements, although the number and density of settlement patches in Gaochang District of Turpan City decrease from 2000 to 2018, the patch area shows an increasing trend and the spatial scale of settlements is significantly expanded. For the aggregation characteristics of rural settlements, the average nearest neighbor index of rural settlements is low in 2000 while gradually increases in 2010 and 2018, indicating that the aggregation of settlements is higher in 2000 while gradually weakens in 2010 and 2018. For the spatial relationship between settlements and cultivated lands, the study area is mainly dominated by more cultivated land type. From 2000 to 2018, the settlement-cultivated land balance type gradually decreases and the coordination between human and land is affected. For the spatial transfer relationship of settlements and cultivated lands of dynamic change type, the area of settlement transformed into cultivated land is larger from 2000 to 2010, while the area of cultivated land transformed into settlement is larger from 2010 to 2018.

Keywords: oasis settlements; cultivated land; spatial pattern; spatial relationship; Gaochang District; Turpan City

收稿日期: 2022-01-01

通信作者: 徐华君(1962-),男,教授,博士,主要从事环境与资源的研究. E-mail: hjj_xu@qq.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41961024)

聚落是人类生产、生活及居住的场所,根据人口规模与用地性质的不同,可分为城市聚落与乡村聚落^[1].国外对乡村聚落的研究主要集中于绿洲乡村聚落考古^[2-3]及绿洲乡村聚落空间格局研究^[4]、形态、类型^[5]等方面.国内对乡村聚落的研究起步较晚^[6],我国学者对乡村聚落的研究主要集中于乡村聚落空间特征^[7]、乡村聚落形态演变及其驱动力分析^[8-9]、乡村聚落演变类型^[10]、乡村聚落空间优化^[11]等方面.此外,国内外学者对西北干旱区,尤其是新疆乡村聚落空间分布方面的研究相对较少^[12],目前,大多集中于聚落或耕地本身的空间分布特征^[13]等方面.

耕地是人类生产生活中必不可少的资源之一,我国政府很早就提出要保住 120 万 km² 耕地资源的红线,但城市大规模圈地造城和农村毁地建房的现象仍然存在.随着城市化水平的逐步提高,聚落用地面积不断扩张,大量的耕地被聚落用地占用.基于此,本文以新疆吐鲁番市高昌区绿洲为例,采用地理信息系统(GIS)空间分析法,对聚落空间格局特征进行分析,揭示聚落与耕地之间的空间耦合关系.

1 研究区概况

高昌区位于吐鲁番盆地中部,博格达山南坡^[14],属于吐鲁番市行政中心.研究区总面积为 1.37 × 10⁴ km²,地形起伏较大,北部及南部地势高,中部地势低,海拔高度为-154~4 397 m.研究区主要为干旱荒漠气候,夏天降水量少,蒸发量大,整体干燥炎热^[15],年平均降水量不足 20 mm,而蒸发量相对较高,达 2 844 mm^[16].研究区聚落与耕地主要分布于海拔高度较低且水资源相对丰富的绿洲中部区域.

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

采用的数据主要包括吐鲁番市高昌区数字高程模型(DEM)数据,以及吐鲁番市高昌区 2000 年、2010 年和 2018 年土地利用数据及其乡镇级行政边界矢量图.首先,采用 ArcGIS 10.8 软件,对研究区的土地利用类型进行划分;然后,提取吐鲁番市高昌区聚落与耕地的斑块;最后,得到研究需要的聚落与耕地的矢量数据,即研究的基础数据.

2.2 研究方法

为了研究吐鲁番市高昌区聚落空间格局及其与耕地之间的空间耦合关系,采用景观指数法、全局空间自相关法、平均最邻近指数法、核密度估计法及聚耕比指数法等进行分析.

2.2.1 景观指数法 基于景观生态学中的景观格局指数的研究方法^[17],选取聚落的斑块面积、斑块数量、平均斑块面积、最小斑块面积、最大斑块面积、斑块密度等指标定量分析吐鲁番市高昌区聚落变化差异,反映其结构组织与空间特征.斑块数量与斑块密度关系密切,斑块数量越多,斑块密度就越大.

2.2.2 全局空间自相关法 空间自相关性是反映一个区域单元上某种地理现象或某一属性值与邻近区域单元上同一地理现象或属性值相关性大小的重要指标,是空间域中值的聚集程度的一种度量.常用的空间自相关性检验方法是使用莫兰指数量化聚集属性.

莫兰指数(I)的计算公式^[18]为

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})}$$

上式中: n 为研究空间观测对象的数量; $w_{i,j}$ 为空间权重矩阵,表示空间位置上第 i 个和第 j 个观测对象的邻接关系; X_i, X_j 分别为空间位置上第 i 个和第 j 个观测对象的值; \bar{X} 为所有观测对象的平均值.

I 的取值范围为 $[-1, 1]$,若 $I > 0$,表示空间正相关,空间单元呈聚集分布趋势;若 $I = 0$,表示空间不相关,空间单元呈随机分布趋势;若 $I < 0$,表示空间负相关,空间单元呈离散分布趋势^[19].

2.2.3 平均最邻近指数法 平均最邻近指数是指聚落斑块质心与其最邻近聚落斑块质心的平均距离与随机分布的聚落斑块质心的平均距离之比.分析聚落是随机还是聚集的分布态势,可通过 ArcGIS 10.8 软件对乡村聚落空间化数据进行处理分析.该方法可反映聚落斑块的整体分布情况.

平均最邻近指数(ANN)的计算公式^[17]为

$$ANN=\frac{\overline{d_0}}{\overline{d_e}}.$$

上式中: $\overline{d_0}$ 为聚落斑块质心与其最邻近聚落斑块质心的平均距离; $\overline{d_e}$ 为随机分布的聚落斑块质心的平均距离.

若 $ANN<1$,表示聚落呈聚集分布趋势;若 $ANN=1$,表示聚落呈随机分布趋势;若 $ANN>1$,表示聚落呈离散分布趋势.

2.2.4 核密度估计法 核密度估计是非参数密度估计的一种类型,其数值可反映聚落在空间上的密度分布情况,核密度值越高,表示聚落分布的密集性越强^[20].将聚落斑块数据转换为点要素,采用 ArcGIS 10.8 软件中的核密度工具进行计算.

研究区(x,y)的核密度值($f(x,y)$)的计算公式^[21]为

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

上式中: h 为搜索半径; k 为核函数; d_i 为从该位置到第*i*个空间位置的距离.

2.2.5 聚耕比指数法 聚耕比指数(K)是研究对象落入单元格网内的聚落面积与耕地面积之比^[22]. K 越大,表示单元格网内聚落面积越大,耕地资源越稀少(耕地偏少型); K 越小,表示单位格网内地耕地资源越丰富(耕地偏多型).聚耕比指数可反映人地矛盾问题.

聚耕比指数(K)的计算公式为

$$K=\frac{S_{c,s}}{S_{c,c}}.$$

上式中: $S_{c,s}$ 为单元格网内的聚落面积; $S_{c,c}$ 为单元格网内的耕地面积.

3 乡村聚落空间分布特征

3.1 乡村聚落数量特征

近 20 a,高昌区乡村聚落规模变化明显.研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落景观指数及其变化量,如表 1,2 所示.表 1,2 中: $S_p,\Delta S_p$ 分别为斑块面积及其变化量; $\eta_p,\Delta\eta_p$ 分别为斑块面积占县域面积的比例及其变化量; $N_p,\Delta N_p$ 分别为斑块数量及其变化量; $S_{p,ave},\Delta S_{p,ave}$ 分别为平均斑块面积及其变化量; $S_{p,max},\Delta S_{p,max}$ 分别为最大斑块面积及其变化量; $S_{p,min},\Delta S_{p,min}$ 分别为最小斑块面积及其变化量; $\rho,\Delta\rho$ 分别为斑块密度(平均分布密度)及其变化量.

表 1 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落景观指数
Tab.1 Settlement landscape index of study area in 2000, 2010 and 2018

年份	S_p/km^2	$\eta_p/\%$	$N_p/\text{个}$	$S_{p,ave}/\text{km}^2$	$S_{p,max}/\text{km}^2$	$S_{p,min}/\text{km}^2$	$\rho/\text{个}\cdot\text{km}^{-2}$
2000 年	21.715 3	0.16	184	0.118 0	2.442 5	0.000 9	0.013 4
2010 年	22.417 2	0.16	85	0.264 1	4.698 2	0.036 6	0.006 2
2018 年	25.514 9	0.19	92	0.277 3	4.710 9	0.040 7	0.006 7

表 2 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落景观指数变化量
Tab.2 Changes of settlement landscape index of study area in 2000, 2010 and 2018

时间段	$\Delta S_p/\text{km}^2$	$\Delta\eta_p/\%$	$\Delta N_p/\text{个}$	$\Delta S_{p,ave}/\text{km}^2$	$\Delta S_{p,max}/\text{km}^2$	$\Delta S_{p,min}/\text{km}^2$	$\Delta\rho/\text{个}\cdot\text{km}^{-2}$
2000—2010 年	0.701 9	0	−99	0.146 1	2.255 7	0.035 7	−0.067 2
2010—2018 年	3.097 7	0.03	7	0.013 2	0.012 7	0.004 1	0.000 5

由表 1,2 可知:2000—2018 年,聚落斑块数量由 184 个减少至 92 个,聚落斑块面积却从 21.715 3 km^2 增加至 25.514 9 km^2 ,平均斑块面积从 0.118 0 km^2 增加至 0.277 3 km^2 ,最大斑块面积从 2.442 5 km^2 增加至 4.7109 km^2 ,说明高昌区乡村聚落数量虽然有所减少,但空间规模明显增大;2000—2010 年,乡村聚落变化幅度较大,斑块数量减少了 99 个,平均斑块面积增加了 0.146 1 km^2 ,最大斑块面积增加了 2.255 7 km^2 ,聚落空间规模明显增大.

3.2 乡村聚落聚集性特征

近 20 a,研究区乡村聚落聚集程度略有降低,2000 年的斑块密度较大,而 2010 年、2018 年的斑块密度较小. 在置信水平为 99%的条件下,对乡村聚落进行空间自相关法分析,结果如表 3 所示. 表 3 中:SD 为方差; Z 、 P 均为显著性检验值. 由表 3 可知:3 个年份的聚落空间自相关 I 均大于 0,说明高昌区聚落分布整体具有聚集性特征.

运用 ArcGIS 10.8 软件,对乡村聚落进行平均最邻近指数法分析,结果如表 4 所示. 由表 4 可知:3 个年份的聚落平均最邻近指数小于 1,聚落分布整体具有聚集性特征;2010 年、2018 年聚落平均最邻近指数明显高于 2000 年,2000 年聚落平均最邻近指数接近于 0,说明聚落的聚集程度较高,而 2010 年、2018 年聚落平均最邻近指数趋近于 1,说明这两年乡村聚落分布的聚集程度有所降低. 这是因为 2000 年村民大量开荒,聚落格局出现随意性扩张,由于地形条件的限制,聚落的空间分布极不平衡,绝大部分乡村聚落集中分布于绿洲中部区域,土地利用效率相对较低,该年聚落分布的聚集程度较高. 2010 年、2018 年,在新农村建设的推动下,国家对聚落用地面积有严格限制(聚落用地人均面积不超过 150 m²),聚落布局的随意性及聚落聚集分布态势得到一定的控制,通过整合,该区域的土地利用效率逐步提高,用地适宜性增强,绿洲边缘区域开始形成聚落,聚落逐步趋于均匀分布态势.

表 3 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年乡村聚落全局空间自相关法分析结果

Tab. 3 Global spatial autocorrelation method analysis results of rural settlements of study area in 2000, 2010 and 2018

年份	I	SD	Z	P
2000 年	0.523 2	0.000 8	19.006 6	0
2010 年	0.530 9	0.004 2	8.377 5	0
2018 年	0.561 2	0.003 5	9.655 8	0

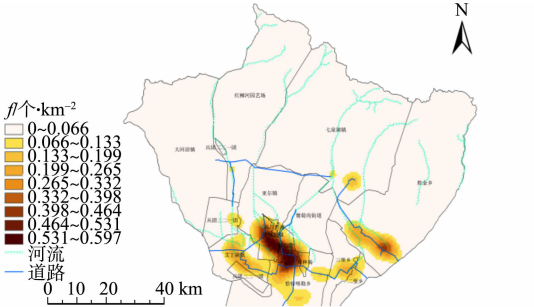
表 4 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年乡村聚落平均最邻近指数法分析结果

Tab. 4 Average nearest neighbor index method analysis results of rural settlements of study area in 2000, 2010 and 2018

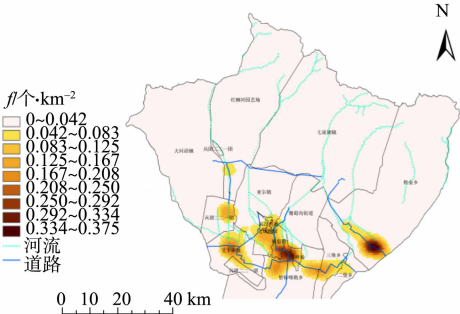
年份	ANN	Z	P
2000 年	0.492 8	-13.233 1	0
2010 年	0.629 2	-6.540 0	0
2018 年	0.625 9	-6.863 9	0

为了进一步分析高昌区乡村聚落分布的聚集性特征,运用 ArcGIS 10.8 软件中的要素转点(feature to point)功能分别提取高昌区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落斑块的质心,可得 3 个年份的聚落斑块核密度值分布图(研究区南部为荒漠区没有聚落,不作为研究范围),如图 1 所示. 图 1 中: f 为斑块核密度值.

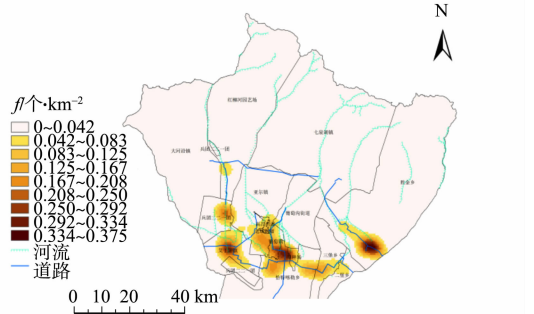
研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落最小核密度值和最大核密度值,如表 5 所示. 表 5 中: f_{\min} 、 f_{\max} 分别为最小核密度值和最大核密度值.



(a) 2000 年



(b) 2010 年



(c) 2018 年

图 1 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落斑块核密度值分布图

Fig. 1 Distribution maps of settlement patch kernel density values of study area in 2000, 2010 and 2018

由图 1、表 5 可知:2000 年聚落分布相对集中,聚落斑块最大核密度值的分布范围较大,主要分布于老城街道、葡萄镇、恰特喀勒乡北部等绿洲核心区;2010 年、2018 年出现新的密集核心区,聚落斑块密集核心区分布相对分散,聚集程度逐渐降低,最大核密度值的分布范围发生较大的变化,且密集核心区的

数量也发生了变化,密集核心区主要分布于葡萄镇东南部和胜金乡南部等区域,最大核密度值的分布范围扩散到绿洲的边缘区域;研究区 2000 年、2010 年和 2018 年的乡村聚落最大核密度值分别为 0.597,0.375,0.375 个·km⁻²,说明 2000 年聚落的聚集程度较高,2010 年、2018 年聚落的聚集程度较低。

3.3 乡村聚落分布的影响因素

3.3.1 高程 高程是影响聚落分布的重要因素

之一。研究区聚落空间格局表现出强烈的低地平原指向性。研究区 2000 年、2010 年和 2018 年高程与聚落关系示意图,如图 2 所示。图 2 中: H 为高程。由图 2 可知:聚落主要分布于海拔高度为 -120~300 m 的高程范围内,这是因为低海拔地区土壤肥沃、水资源较为充足,比较适合人口大规模聚集,而高海拔地区气候变化明显、水资源短缺、土壤质量较差,难以进行农业生产,导致聚落分布相对稀疏,甚至根本没有聚落分布。

3.3.2 河流 距离河流的远近对聚落形成及空间格局至关重要。通过 ArcGIS 10.8 软件中的缓冲区分析功

表 5 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落斑块最小和最大核密度值

Tab. 5 Settlement patch minimum and maximum kernel density values of study area in 2000, 2010 and 2018

参数	年份		
	2000 年	2010 年	2018 年
f_{\min} /个·km ⁻²	0.042	0.042	0.042
f_{\max} /个·km ⁻²	0.597	0.375	0.375

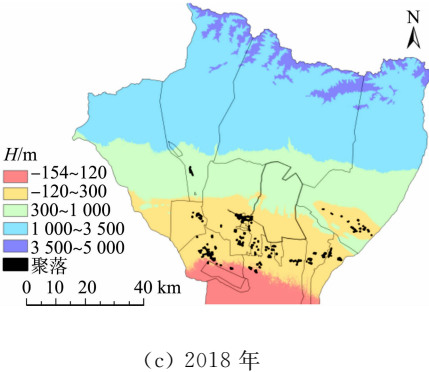
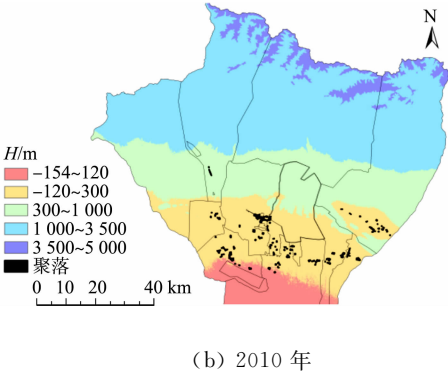
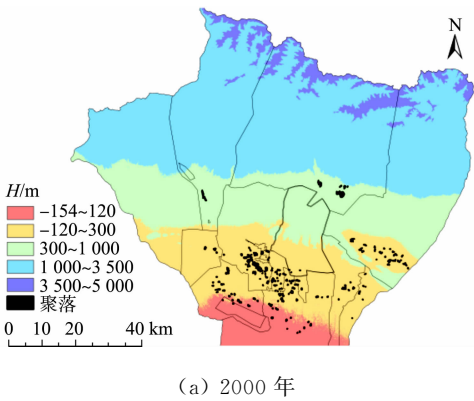


图 2 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年高程与聚落关系示意图

Fig. 2 Schematic diagrams of relationship between elevation and settlement of study area in 2000, 2010 and 2018 能,可知高昌区绿洲聚落沿着河流分布的趋势较为明显,随着距河流距离(L)的增加,斑块数量与斑块面积逐渐下降。研究区不同距离河流缓冲区的聚落分布图,如图 3 所示。

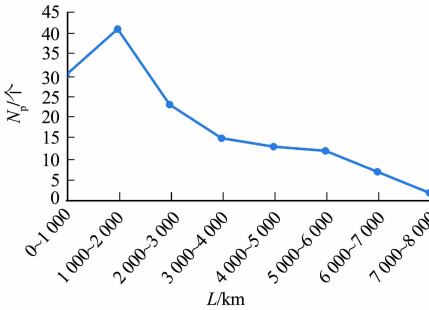
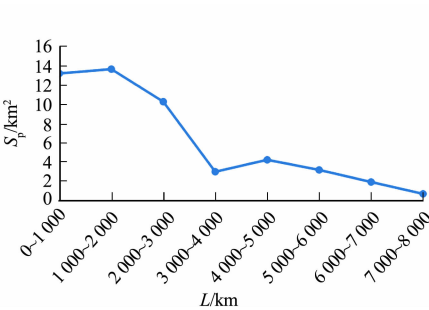


图 3 研究区不同距离河流缓冲区的聚落分布图

Fig. 3 Distribution maps of settlement in river buffer zones at different distances of study area

由图 3 可知:距河流 1 000~2 000 m 范围内的斑块数量较多,斑块面积较大,斑块密度较高,即聚落斑块最为密集的区域,在该范围内,聚落对河流的依赖性较强。

3.3.3 人口规模 人口规模的不断扩大需要更大的生活及生产空间. 研究区的人口数量与聚落面积, 如表 6 所示. 表 6 中: m 为人口数量(人口规模); S_s 为聚落面积.

由表 6 可知: 2000—2018 年, 高昌区的人口数量不断地增长, 2000 年人口数量为 24.177 6 万, 2018 年人口数量为 29.030 2 万; 随着人口数量的不断增长, 研究区的聚落面积也不断增加, 2000 年聚落面积为 21.715 3 km², 2018 年聚落面积扩大为 25.514 8 km². 因此, 人口数量的不断增加是聚落空间演变的重要社会动因.

3.3.4 坎儿井 研究区坎儿井核密度值分布图, 如图 4 所示. 图 4 中: f_K 为坎儿井核密度值. 由图 4 可知: 2000 年聚落斑块最大核密度值分布于绿洲核心区域(图 1), 分布相对集中于核心区的面积较大, 坎儿井分布格局与聚落分布格局有较大的重合, 2000 年之前, 聚落对坎儿井有较大的依赖性. 坎儿井集中分布的绿洲核心区域人口较多, 地下水资源较为丰富, 地形地貌及土壤条件较好. 早期, 聚落的建立与坎儿井的关系密切, 新的聚落在新开凿的坎儿井周围出现, 具有一定的历史继承性; 后期, 随着机电井的大量开发, 地下水位不断地下降, 导致无水坎儿井数量增加, 有水坎儿井数量减少(2003 年、2009 年、2014 年的有水坎儿井数量分别为 253 条、135 条、115 条), 聚落对坎儿井的依赖程度逐步降低.

3.3.5 机电井 研究区机电井核密度值分布图, 如图 5 所示. 图 5 中: f_e 为机电井核密度值. 由图 5 可知: 2010 年、2018 年的聚落分布格局与机电井分布格局大致相同, 机电井密集核心区主要分布于绿洲东部、东南部区域(胜金乡、二堡乡、三堡乡), 而 2000 年该区域聚落分布相对稀疏, 因为该区域没有有水坎儿井, 也没有地表水资源, 随着机电井的大量开发, 绿洲边缘区聚落分布格局发生变化, 2010 年、2018 年绿洲边缘区聚落的密集度比 2000 年高, 初步判断该区域耕地的开垦与聚落的形成跟机电井的开发有较大大程度的相关性.

表 6 研究区的人口数量与聚落面积

Tab. 6 Population numbers and settlement areas of study area

年份	m /万人	S_s /km ²
2000 年	24.177 6	21.715 3
2010 年	27.467 3	22.447 1
2018 年	29.030 2	25.514 8

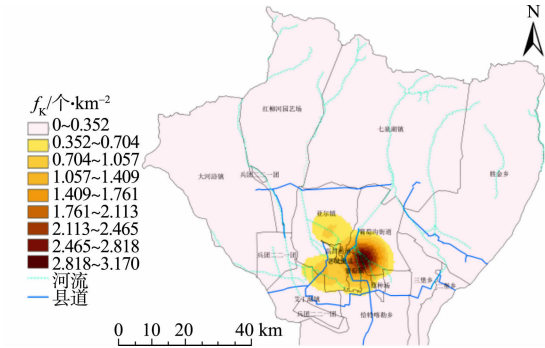


图 4 研究区坎儿井核密度值分布图
Fig. 4 Distribution map of Karez kernel density values of study area

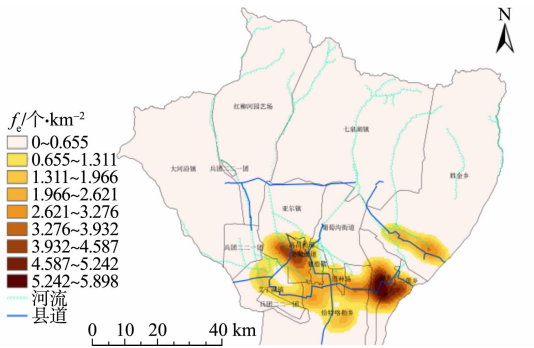


图 5 研究区机电井核密度值分布图
Fig. 5 Distribution map of electromechanical wells kernel density values of study area

4 高昌区聚落与耕地空间关系分析

4.1 聚落与耕地的空间耦合关系

为了定量分析高昌区聚落与耕地的空间耦合关系, 运用聚耕比指数(K)^[22]进行分析. 聚耕比指数可反映耕地资源的丰缺程度及人地矛盾问题, 从而形成不同的聚落-耕地耦合关系类型.

选取不同情景下的人地关系聚耕比阈值, 将世界人均建设用地面积(83 m²)^[23]除以世界人均耕地面积(1 920 m²), 可得人地协调阈值(0.04); 将我国新型城镇化建设规定的农村人均建设用地(150 m²)除以世界粮农组织规定的人均耕地警戒线(533.3 m²)^[24], 可得人地矛盾阈值(0.28). 由此将高昌区聚落-耕地耦合关系划分为 3 种类型. 1) 当 $K \leq 0.04$ 时, 聚落-耕地耦合关系为耕地偏多型, 人地矛盾相对较少. 2) 当 $0.04 < K \leq 0.28$ 时, 聚落-耕地耦合关系为聚落-耕地均衡型, 人地关系相对均衡. 3) 当 $K > 0.28$ 时, 聚落-耕地耦合关系为耕地偏少型, 人地矛盾较为突出.

根据研究区面积, 基于 1 km×1 km 的格网(空间粒度远小于行政单元, 对地理事物的揭示更为详

尽^[25]). 通过 ArcGIS 10.8 软件, 可得高昌区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落与耕地的格网, 将研究区聚落及耕地的格网图层进行相互叠加, 可得 3 个年份的聚耕比指数空间分布图, 如图 6 所示.

由图 6 可知: 聚落-耕地均衡型及耕地偏少型的数量极少, 零星分布于七泉湖镇东南部、亚尔镇北部、葡萄镇、艾丁湖镇东部等主城区附近的区域, 说明这些区域耕地资源相对较少; 研究区耕地偏多型分布最为广泛, 主要分布于绿洲中部的低海拔区域, 因为该区域水资源相对丰富, 有利于开垦种地, 耕地资源的面积相对较大.

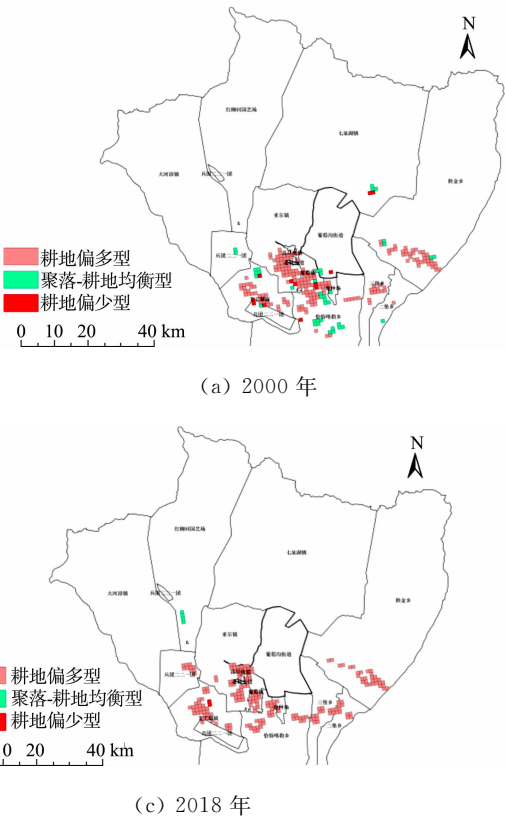


图 6 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚耕比指数空间分布图

Fig. 6 Spatial distribution maps of settlement and cultivated land ratio index of study area in 2000, 2010 and 2018

研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚耕比指数, 如表 7 所示. 表 7 中: c 为格网数量; ζ 为该类型占比. 由表 7 可知: 2000 年的聚落-耕地均衡型占比较大 (15.98%), 2010 年、2018 年的聚落-耕地均衡型占比逐步下降 (分别为 0%, 1.91%), 这说明 2010 年、2018 年的人地协调性受到一定的影响.

表 7 研究区 2000 年、2010 年和 2018 年聚落-耕地耦合关系类型的相关参数

Tab. 7 Relevant parameters of settlement-cultivated land coupling relationship type of study area in 2000, 2010 and 2018

聚耕比指数	2000 年		2010 年		2018 年	
	c /个	ζ /%	c /个	ζ /%	c /个	ζ /%
$K \leq 0.04$ (耕地偏多型)	193	79.10	186	98.94	203	97.13
$0.04 < K \leq 0.28$ (聚落-耕地均衡型)	39	15.98	0	0	4	1.91
$K > 0.28$ (耕地偏少型)	12	4.92	2	1.06	2	0.96
总计	244	100	188	100	209	100

4.2 聚落与耕地的空间转移关系

为了分析高昌区聚落与耕地的空间转移关系, 将 3 个年份的聚落及耕地的空间分布图相互叠加, 可得 2000—2010 年、2010—2018 年聚落与耕地的空间转移关系分布图, 如图 7 所示.

2000—2010 年、2010—2018 年聚落与耕地的转移关系分为 4 种类型, 即聚落-聚落型、耕地-耕地型、聚落-耕地型、耕地-聚落型. 再进一步归类, 又可以将恒为聚落 (聚落-聚落型) 和恒为耕地 (耕地-耕地型) 的类型归为持续稳定型, 其他类型 (聚落-耕地型、耕地-聚落型) 归为动态变化型. 2000—2010 年、2010—2018 年持续稳定型的面积较大, 而动态变化型的面积较小, 但文中主要以动态变化型的变化状况分析聚落与耕地的空间转移关系.

由图 7 可知: 2000—2010 年持续稳定型总面积为 315.429 4 km², 动态变化型总面积为 19.688 0 km², 聚落-耕地型面积为 12.389 1 km² (占动态变化型总面积的 62.93%), 耕地-聚落型面积为 7.298 9 km² (占动态变化型总面积的 37.07%); 2010—2018 年持续稳定型总面积为 524.612 0 km², 动态变化

型总面积为 4.186 4 km²,聚落-耕地型面积为 0.783 0 km²(占动态变化型总面积的 18.70%),耕地-聚落型面积为 3.4034 km²(占动态变化型总面积的 81.30%),说明 2000—2010 年聚落转化为耕地的趋势较为明显,而 2010—2018 年耕地转化为聚落的趋势明显.

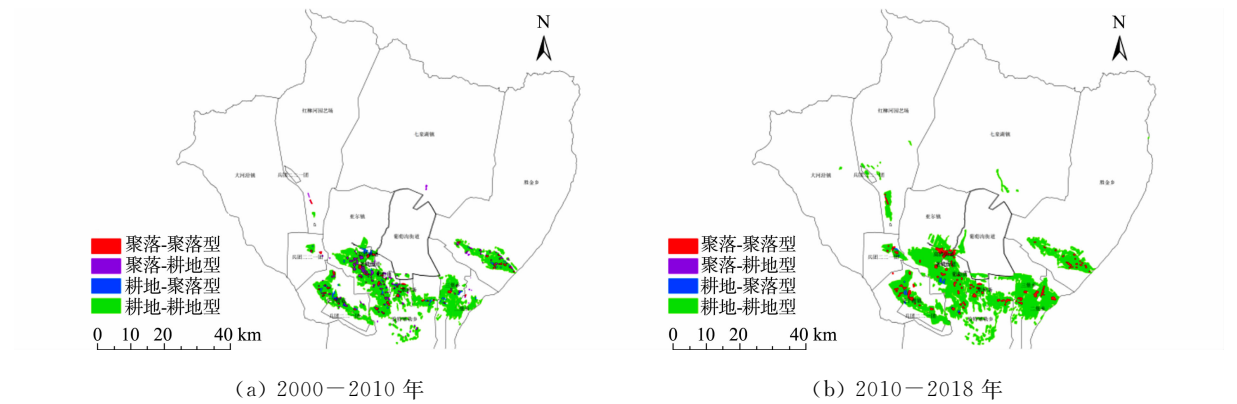


图 7 高昌区聚落与耕地的空间转移关系分布图

Fig. 7 Spatial transfer relationship distribution maps of settlement and cultivated land in Gaochang District

5 结论

基于研究区 2000 年、2010 年和 2018 年土地利用变更数据的基础,运用 GIS 空间分析技术,对 3 个年份聚落的空间格局及其与耕地之间的空间耦合关系进行探讨,可得以下 5 个结论.

- 1) 从乡村聚落的数量特征来看,2000—2018 年吐鲁番市高昌区乡村聚落斑块数量不断减少,但乡村聚落斑块面积不断增加,空间扩张明显.
- 2) 从乡村聚落的空间聚集性特征来看,2000—2018 年聚落空间自相关指数 $I>0$,聚落大致呈现聚集分布特征;2000 年聚落斑块的 ANN 接近于 0,呈现聚集分布特征,2010—2018 年 ANN 接近于 1,其聚集性逐渐减弱;2000 年乡村聚落最大核密度值比 2010 年、2018 年更高,说明 2000 年的聚集性大,2010 年、2018 年的聚集性逐渐减弱.
- 3) 高程、河流、人口规模、坎儿井及机电井对聚落分布格局具有一定的影响. 高昌区聚落分布与高程具有一定的关系,海拔高度较低的区域聚落面积大,聚落分布的聚集性较高,海拔较高的区域聚落分布的比较稀疏,聚集性较低;水资源成为聚落分布格局及限制其规模大小的主要影响因素,距河流距离越近,聚落的面积就越大,聚落斑块数较多,聚落的空间分布格局聚集性较高,反之,聚落的面积就越小,聚落斑块数较少,聚落分布的聚集性也较低;人口规模也是影响聚落分布格局的因素之一,人口数量的快速增长,使人们增加了改变居住环境的意愿,聚落面积就会有所扩张;2000 年坎儿井的分布格局跟聚落分布格局基本一致,聚落对坎儿井的依赖性较大,而 2010 年、2018 年聚落分布格局与机电井分布格局大体一致,聚落与耕地分布格局对机电井的依赖性较大.
- 4) 从聚落与耕地的空间关系来看,研究区耕地偏多型占比最多,说明研究区的耕地资源相对丰富. 此外,2000—2018 年聚落-耕地均衡型占比逐渐降低,说明后期高昌区人地协调性受到一定的影响.
- 5) 从聚落与耕地的空间转移特征来看,聚落与耕地的空间转移关系分为两大类型,其中,持续稳定型的面积较大,而动态变化型的面积较小,但文中着重讨论动态变化型的变化情况,2000—2010 年聚落转化为耕地的面积较大,2010—2018 年耕地转化为聚落的面积较大.

参考文献:

[1] 胡昂,邬文洁,普昊. 藏族历史文化名村的空间格局特征分析[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2022,43(2):271-278. DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.202012051.

[2] ANDREW W K, CONARD N J. Settlement patterns during the earlier and middle stone age around Langebaan Lagoon, Western Cape (South Africa) [J]. Quaternary International, 2012, 270(23): 15-29. DOI: 10.1016/j. quaint. 2011.06.038.

- [3] HADAS G. Ancient agricultural irrigation systems in the oasis of Ein Gedi, Dead Sea, Israel[J]. Journal of Arid Environments, 2012, 86: 75-81.
- [4] TIAN Guangjin, QIAO Zhi, ZHANG Yaoqi. The investigation of relationship between rural settlement density, size, spatial distribution and its geophysical parameters of China using Landsat TM images[J]. Ecological Modelling, 2012, 231(24): 25-36.
- [5] SEVENANT M, ANTROP M. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 80(4): 362-374. DOI:10.1016/j.landurbplan.2006.09.004.
- [6] 纪惠文, 查小春. 秦岭东部乡村聚落空间演变特征及其影响因素研究: 以商洛市丹凤县为例[J]. 生态与农村环境学报, 2022, 38(1): 32-42. DOI:10.19741/j.issn.1673-4831.2021.0294.
- [7] 刘军杰, 鄢瑞卿, 王婉瑜. 长春市乡村聚落空间分异特征及影响因素分析[J]. 水土保持研究, 2019, 26(6): 334-338, 346. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2019.06.044.
- [8] 陈阳, 舒波, 张睿智, 等. 成都平原乡村聚落形态时空演变特征及驱动机制研究: 以郫都区宝光寺区域为例[J]. 华中建筑, 2021, 39(6): 84-89. DOI:10.13942/j.cnki.hzjz.2021.06.018.
- [9] 陶金源, 张孟楠, 徐磊, 等. 基于 GIS 的环京津贫困带乡村聚落时空分异及影响因素分析[J]. 水土保持研究, 2020, 27(6): 300-307. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2020.06.040.
- [10] 郭燕沐, 范元朝, 罗二平. 陕南宁强地区乡村民居聚落形态的演变研究[J]. 工程建设与设计, 2017(7): 27-30. DOI:10.13616/j.cnki.gejsysj.2017.04.004.
- [11] 屠爽爽, 周星颖, 龙花楼, 等. 乡村聚落空间演变和优化研究进展与展望[J]. 经济地理, 2019, 39(11): 142-149. DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2019.11.017.
- [12] 王媛媛, 王宏卫, 杨胜天, 等. 艾比湖流域乡村聚落分布格局特征及影响因素: 以新疆精河县为例[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 254-259. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.054.
- [13] 杨元智, 陈运春, 廖丽君, 等. 西南片区耕地等别空间分布特征[J]. 水土保持研究, 2020, 27(6): 226-232, 393. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2020.06.030.
- [14] 海日妮萨·伊斯马伊力. 吐鲁番绿洲城乡居民行为对生态环境的影响对比研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014.
- [15] 刘亚文, 阿不都沙拉木·加力拉丁, 阿拉努尔·艾尼瓦尔, 等. 1989—2016 年吐鲁番高昌区绿洲时空格局变化及其驱动因素[J]. 干旱区研究, 2018, 35(4): 945-953. DOI:10.13866/j.azr.2018.04.24.
- [16] 李雪峰, 韩文峰, 王旭东, 等. 西北地区古代建筑遗址保护工程地质环境区划初探[C]//中国地质学会工程地质专业委员会 2007 年学术年会暨“生态环境脆弱区工程地质”学术论坛论文集. 乌鲁木齐: [出版者不详], 2007: 355-361.
- [17] 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[J]. 地理研究, 2013, 32(12): 2257-2269. DOI:10.11821/dlyj201312008.
- [18] 张松林, 张昆. 全局空间自相关 Moran 指数和 G 系数对比研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2007, 46(4): 93-97. DOI:10.3321/j.issn:0529-6579.2007.04.021.
- [19] 钱凤魁, 张靖野, 王秋兵. 东港市耕地质量空间相关性分析及驱动机制研究[J]. 土壤通报, 2018, 49(5): 1048-1053. DOI:10.19336/j.cnki.trtb.2018.05.06.
- [20] 马小娥, 白永平, 纪学朋, 等. 干旱区内陆河流域农村居民点空间格局及分异[J]. 水土保持研究, 2018, 25(2): 281-287. DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2018.02.040.
- [21] 萧凌波. 基于核密度估计的清代中国自然灾害时空分布特征[J]. 灾害学, 2019, 34(4): 92-99. DOI:10.3969/j.issn.1000-811X.2019.04.017.
- [22] 甘彩红. 基于耕地与聚落空间耦合的库区腹地人地关系研究[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2015.
- [23] 陈永林, 谢炳庚, 李晓青, 等. 长株潭地区聚落空间演化及其与耕地的空间关系研究[J]. 人文地理, 2015, 30(6): 106-112. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2015.06.017.
- [24] 中华人民共和国国务院. 国家新型城镇化规划[N]. 人民日报, 2014-03-17(009). DOI:10.28655/n.cnki.nrmrb.2014.003266.
- [25] 王黎明, 张少辉, 张大泉. 基于公里格网的中国人地关系紧张度定量模拟[J]. 地理研究, 2007, 26(3): 425-432, 637-638. DOI:10.3321/j.issn:1000-0585.2007.03.001.

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 刘源岗)