

中国乡村聚落建筑面积时空变化分析

张立强¹, 耿昊¹, 刘彦随², 李新港¹, 辛奇¹, 彭淑雯¹

(1. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 基于土地覆盖数据集(CLCD)产品和轮廓提取算法, 系统开展了 1990—2020 年中国乡村聚落建筑形态、面积扩展及其时空变化研究。通过深入分析乡村聚落时空变化特征发现: 在快速城镇化进程中, 中国乡村人口不断减少的同时, 乡村聚落呈现持续扩张的态势。2020 年中国乡村聚落面积约是 1990 年的 2 倍。小面积的乡村聚落拥有更快的扩张速度, 在面积到达特定阈值后开始逐渐放缓。乡村聚落扩张速度具有明显的空间差异性, 西部地区的扩张速度快于东部地区。乡村聚落的持续扩张和规模扩大, 一方面反映了中国城乡平衡发展取得了可喜进展, 另一方面也反映了城乡建设用地“双增长”可能对农业及生态用地产生负面影响, 对此应当引起高度重视。

关键词: 乡村聚落; 乡村地域系统; 乡村人地关系; 空间格局; 时空变化

中图分类号: K928.5

文献标志码: A

Spatial-temporal Characteristics of Rural Settlements Evolution in China

ZHANG Liqiang¹, GENG Hao¹, LIU Yansui², LI Xingang¹, XIN Qi¹, PENG Shuwen¹

(1. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Based on China land cover dataset (CLCD) and contour extraction algorithm, this paper systematically studies the form and area expansion of rural settlements architecture in China from 1990 to 2020. The results show that in the process of rapid urbanization, the rural population in China is decreasing while the rural settlements are expanding continuously. In 2020, the area of rural settlements in China was about twice that of 1990. Small rural settlements have a faster expansion rate and gradually slow down after a specific threshold. The expansion rate of rural settlements has obvious spatial difference, and the expansion rate in the western China is

faster than that in the eastern China. The continuous expansion of rural settlements reflects the encouraging progress in China's balanced development between urban and rural areas. The "double growth" of urban and rural construction land may have a negative impact on agricultural and ecological land, which should be paid great attention to.

Key words: rural settlements; rural area system; rural man-earth relationship; spatial pattern; spatial-temporal changes

聚落是人类各种形式的聚居地的总称, 一般可以将聚落分为城市和乡村两大类。乡村聚落是村民生存、生活、生产的物质载体, 乡村聚落空间可以分为乡村建筑空间、社会生活空间、农业生产空间三部分。伴随乡村的工业化、产业多元化发展, 农业生产空间在评价乡村发展程度上的作用逐渐弱化; 乡村建筑空间则是村民维持基本生存的根基, 同时也是村民进行日常社会生活的载体, 乡村建筑空间的演化过程一定程度上反映了乡村产业发展、人地关系变化和乡村地域系统转型的时代进程。

1990—2020 年, 是中国改革开放, 飞速发展的一段时间, 伴随着快速城镇化、新农村建设、城乡发展一体化、乡村振兴等相关重大战略^[1]的制定和落实落地, 中国传统的乡村聚落形态与发展格局被打破, 早期粗放式的城镇化进程导致的乡村农村空心化、土地利用不合理, 农村经济下滑与环境质量下降^[2]等问题逐步受到高度关注和部分得到解决。乡村聚落演化明显加快, 乡村地域空间格局正在重构, 成为中国新时代城乡融合与乡村振兴战略实施过程中最为重要的议题之一^[3]。

国内外关于乡村聚落的研究由来已久, 主要包括探究自然环境地理与聚落分布的关系, 经济社会

收稿日期: 2022-03-18

第一作者: 张立强(1975—), 男, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为时空分析及遥感大数据处理。

E-mail: zhangliq@bnu.edu.cn



论文
拓展
介绍

发展与聚落扩张的影响,以及不同阶段乡村人地系统耦合与可持续发展途径等问题,近年来,伴随着快速城镇化和城乡发展转型,乡村地域类型与空间格局演化研究受到广泛关注,更强调用量化分析方法来揭示乡村聚落的空间形态及其变化特征^[4]。但对乡村聚落的定量分析,多数局限于对局部区域或典型县域、个案村落、建筑形制等的研究^[5],以及探究单一类型的村落分布规律^[6],缺乏整体性的研究。本文聚焦于全国尺度的乡村聚落建筑面积演化的时空特征研究,阐述乡村聚落时空变化规律,解析中国乡村转型发展中出现的突出问题,为全面推进乡村振兴和乡村治理规划决策提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 研究数据

研究数据来自于CLCD土地覆盖分类数据集^[7],该数据集基于Landsat和MODIS遥感数据,通过长期的地球观测制作了1990—2020年度的30m分辨率中国土地覆盖数据产品,并通过目视解译的独立样本和第三方测试样本评估其准确性,数据集总体分类精度达到了65.46%,这与同空间分辨率的GLC_FCS30^[8],GlobalLand30^[9]等产品相比,时间分辨率和精度都会更高。该产品提供了不透水层土地覆盖类型,能够反映乡村聚落建筑物像元的空间分布形态。

1.2 研究方法

1.2.1 乡村聚落边界提取

聚落在空间形态上表现为建筑物的集聚,本研究采用机器识别^[10]的方法,人工设定识别规则,将CLCD产品进行建筑物-非建筑物的二值化处理,随后利用轮廓检测算法^[11-12]提取聚落的最小外接矩形边界,在提取过程中,通过膨胀运算将过于接近的聚落块进行合并。提取流程及效果示例如图1所示。

膨胀运算是图像处理最常用的算法之一,在本文中使用的膨胀运算对二值化的建筑物-非建筑物产品进行相邻元素的连接,即我们认为,在空间上集聚的建筑物如果靠得足够近,则将其视为一个聚落处理。在进行膨胀之前,先用式(2)所示的高斯滤波进行噪声的剔除,膨胀运算即是一个求局部最大值的算法,流程为:

(1)定义一个卷积核,可以是任意的形状和大小,卷积核的大小决定了连接相邻元素的阈值,本文将将其设置为5,由于CLCD图像分辨率为30m,因此

这一设置代表我们假设距离在150m之内的两个建筑物集群可以被视为同一个聚落。

(2)将卷积核与图像进行卷积运算,计算卷积核覆盖区域的像素点最大值。

(3)将这个最大值赋值给该区域中央点指定的要素。

基于二值化图像的轮廓提取,通过传统边缘检测算法便可以计算,最简单的检测边缘的方式是微分算子法,对图像运用导数算子来衡量边界强度,通过对计算得到导数值设置阈值,从而提取边界的点集。一阶导数是最简单的导数算子,如式(1):

$$|\text{grad}(f(x,y))| = \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中: $|\text{grad}(f(x,y))|$ 为在点 (x,y) 处的梯度。 $\partial f/\partial x$ 和 $\partial f/\partial y$ 则分别为该点在 x 方向和 y 方向的一阶导数。这种方式需要对每个像素值进行计算,会带来巨大的时间损耗。因此,在实际应用中,常用小区域模板进行卷积运算来近似计算。

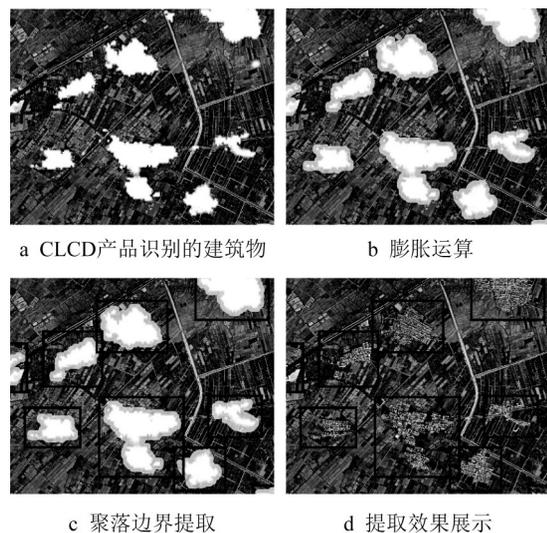


图1 聚落边界提取流程

Fig.1 Settlement boundary extraction process

本文采用Canny边缘检测^[13]算法,该算法具有很好的边缘监测性能,在图像处理中得到越来越广泛的应用,算法流程为:

(1)使用2D高斯滤波模板进行卷积以消除噪声,这一部分同样也用来消除面积较小的建筑物集群,高斯滤波模板函数如下:

$$f(x) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

(2)使用式(2)的导数算子计算梯度的大小。

(3)计算出梯度的方向,即

$$\theta = \text{Arctan}\left(\frac{(\partial f/\partial y)^2}{(\partial f/\partial x)^2}\right) \quad (3)$$

(4)将边缘的梯度方向大致分为4种:水平、竖直、45°方向、135°方向。通过梯度的方向,就可以找到这个像素梯度方向的邻接像素。

(5)遍历图像,若某个像素的灰度值与其梯度方向上前后两个像素的灰度值比较不是最大的,那么这个像素值置为0,即不是边缘。反之,则置为1,是边缘。

得到边缘提取结果之后,将提取到的每个聚落边缘赋予地理坐标信息,并对外制作150m的缓冲区,通过这个缓冲区得到最小外接矩形,制作缓冲区是为了确保该矩形囊括该区域的所有聚落建筑物信息,而用最小外接矩形则是为了减少储存空间。

乡村聚落提取结果分布如图2所示。

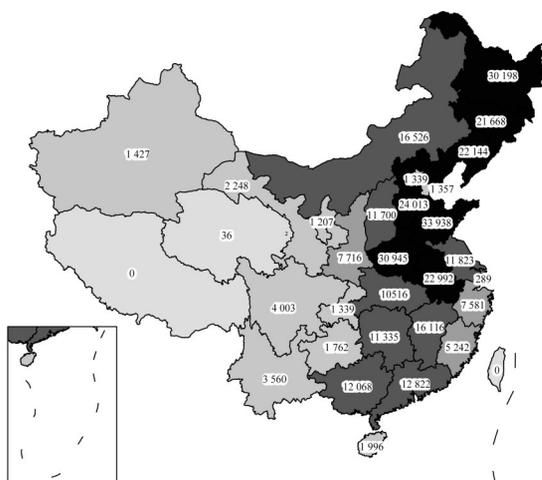


图2 各省份成功识别的乡村聚落数量

Fig.2 Number of rural settlements identified by province

本文通过对遥感影像的样本选取和目视解译,选择了合适的边界面积阈值,从提取结果之中剔除了面积过小(可能为离散的建筑物)和面积过大(可能为城市、乡镇)的聚落边界。其中,面积过小的阈值是通过目视解译从遥感影像上随机选取100个极小面积村落,统计其面积最小值而得出。面积过大的阈值则来源于中国各县级以上城市的最小面积,这一阈值定为10 km²左右。经过剔除,轮廓提取在全国范围内共提取到乡村聚落329 906个。部分省份如青海、西藏、台湾,受CLCD产品精度影响较大,难以提取聚落轮廓。

1.2.2 乡村聚落面积统计

将边界提取结果与原始CLCD产品进行叠加,

以利用分区统计方法统计每个乡村聚落每年的建设用地面积。为了消除CLCD产品的统计误差,需要对统计得到的建设用地面积进行校正,本研究从乡村聚落点中随机选取200个样本点,并通过目视解译的方法,在卫星遥感影像上勾画聚落边界并计算面积,与CLCD产品统计计算的边界面积(在0.05的置信度下通过单样本t检验,认为其样本均值和总体均值相等)进行比较并校正,校正公式如下:

$$A_1 = A_0 \times \sum(A_{RS}) / \sum A_{CLCD} \quad (4)$$

式中: A_{RS} 为通过遥感影像目视解译计算的面积, A_{CLCD} 为通过CLCD产品计算的面积, A_0 为待校正面积, A_1 为校正结果。

为了更好地反映乡村聚落的扩张和萎缩,本文定义聚落膨胀率指标如下:

$$E_{m,n} = A_n / A_m - 1 \quad (5)$$

式中: A_m 和 A_n 分别是第 m 年和第 n 年的聚落建设用地面积; $E_{m,n}$ 为聚落 m 年到 n 年的膨胀率,膨胀率为正时,代表聚落面积扩张;为负时,代表聚落面积萎缩。一般来说,膨胀率越大,代表该聚落面积扩张越快,发展速度就越快。

通过观察聚落扩张曲线拟合结果,本文将聚落扩张类型分为凸扩张、凹扩张两种类型,凹扩张的类型代表聚落的扩张速度先慢后快,凸扩张则反之,增长类型如图3所示。

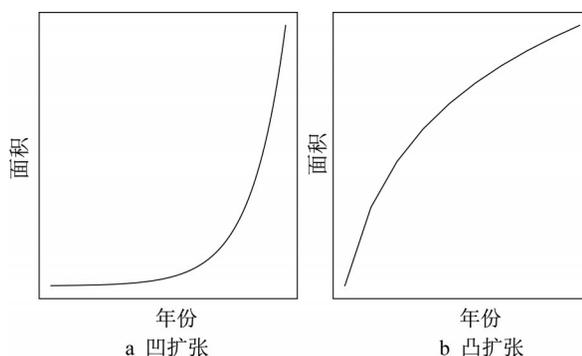


图3 扩张类型示例

Fig.3 Examples of extended types

用来区别扩张类型的公式如下:

$$V_m = \left(\sum_{i=y_0}^{y_1} A_{m,i} \right) / (y_1 - y_0) \quad (6)$$

$$T_m = \begin{cases} E_{\text{Concave}}, & V_m \leq A_{m, (y_1+y_0)/2} \\ E_{\text{Convex}}, & V_m > A_{m, (y_1+y_0)/2} \end{cases} \quad (7)$$

式中: $A_{m,i}$ 为第 m 个聚落第 i 年的建设用地面积; y_0 和 y_1 分别为需要计算的起始年份和终止年份; V_m 是用来判别属于凹扩张还是凸扩张的值。 T_m 为第 m

个聚落的扩张类型, $E_{Concave}$ 和 E_{Convex} 分别为凹扩张和凸扩张。

3 结果与讨论

3.1 整体发展趋势

传统研究指出,由于城市对乡村的吸引效应,乡村往往会遭遇人才流失等负面影响,从而导致发展速度减缓^[14]。据“七普”公报(第七号)^[15]数据显示,2020年城镇人口比例为63.89%,与2010年相比,城镇人口增加23 642万人,乡村人口减少16 436万人,城镇人口比重上升了14.21%^[16]。然而,伴随着城市化的推进,在乡村人口持续降低的同时,乡村聚落面积在1990—2020年逆势稳定上涨。

通过对提取结果的分析发现,1990—2020年期间,全国共增长乡村聚落面积约50 000 km²,平均每年增长1 666 km²,总膨胀率达到了102%,说明2020年的乡村聚落面积比1990年的足足扩大了两倍。如图4所示,在这一期间,中国乡村聚落的总膨胀率经历了由高到低,再升高再降低的变化,总体呈下降趋势,膨胀率最高峰在1991年前后的4.8%,最低值则为2018年前后的0.8%。而乡村聚落总面积仍处于持续稳定的线性增长过程中,并没有展现出减缓膨胀速度的势头。这反映了中国乡村振兴战略、脱贫攻坚战略的实施,在一定程度上确保了中国乡村的平稳持续发展^[17]。

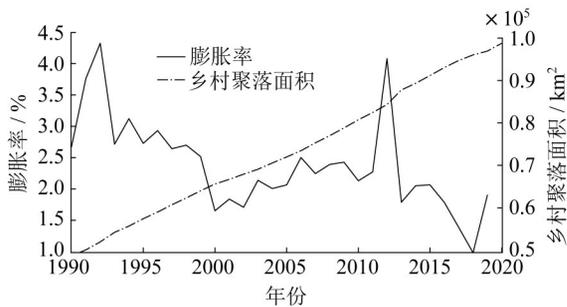
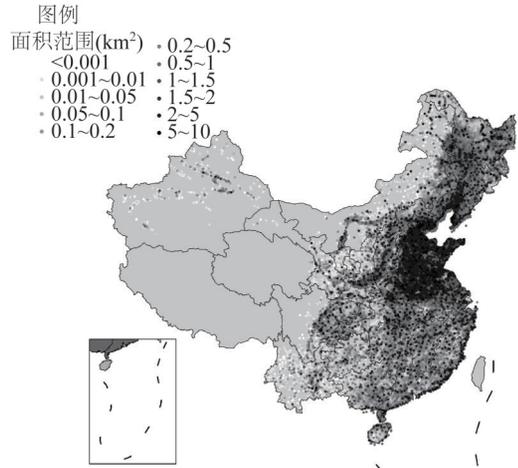


图4 每年乡村聚落面积与膨胀率变化

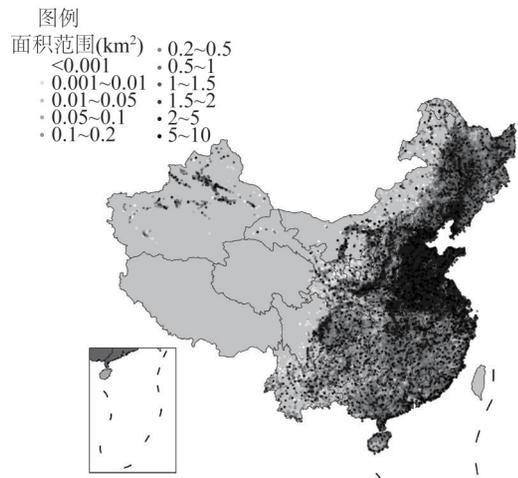
Fig.4 Annual change of rural settlement area and expansion rate

为了更好地揭示乡村聚落的空间变化,本文将聚落面积分为11个大小不同的面积范围,基于这些面积范围,图5揭示了乡村聚落变化的地域特征,图中以深颜色的点代表面积较大的乡村聚落。可以看到,大面积的乡村聚落更多地聚集于中国华北地区、东北地区,这说明这一区域的乡村发展程度更高,对于东南地区,受到多山、丘陵的自然地理条件限制,

乡村聚落呈离散式的分布形态。



a 1990年乡村聚落空间分布



b 2020年乡村聚落空间分布

图5 乡村聚落空间分布

Fig.5 Spatial distribution of rural settlements

诸如山东、河南、河北三省,都是人口众多的农业大省,农业发达,又位于京津冀都市圈辐射范围,因此这些区域的乡村聚落拥有更高的发展程度。高速发展的城市群虽然对乡村有人口迁移的拉力作用,但同时其经济发展的辐射带动作用也影响了周边乡村的飞速扩张,因此,扩张迅速的乡村往往围绕于大型的城市群,并呈现集聚现象,如在2020年,东北地区、长江中下游地区、新疆天山山脉、四川盆地均出现了大型乡村聚落的空间集聚。东南区域受限于多山和丘陵的地形,发展程度较高的乡村成离散式的分布形态,且大面积的乡村集中于海岸线周边。

3.2 区域对比分析

图6展示了中国各省份1990—2020年乡村聚落面积的总膨胀率,以进行乡村聚落的区域对比分析。中国东北、华北乡村聚落发展程度相对更高,但这并不代表东北、华北的乡村聚落在30年间拥有更快的

发展速度。膨胀率的空间分布和乡村的发展程度正好相反,拥有较多高发展程度的乡村聚落的华北、东北地区,在30年间膨胀率为各区域最低。而乡村数量和乡村发展程度都不占优势的西北、西南地区,却拥有更高的乡村聚落膨胀率。新疆的乡村聚落膨胀率是各省份最高,达到了977%,实现了接近10倍的增长,这得益于中国的西部大开发战略;辽宁省则是最低,31年期间仅有58%的增长,这是东北地区近几年持续人才外流,发展停滞的体现。

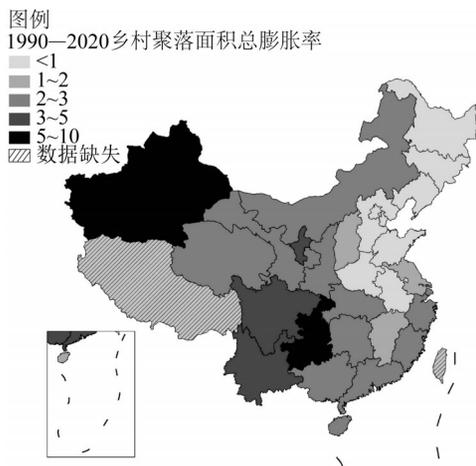


图6 各省份1990—2020年乡村聚落面积总膨胀率

Fig.6 Total expansion rate of rural settlement area by province, 1990—2020

为了更好地表现不同区域之间的差异,本文结合自然环境、行政区划,将中国划分为东北、华北、东南、西南、西北五个区域,划分方式如表1所示。表1也给出了每个区域1990—2020年的总膨胀率,东北、华北地区膨胀速度最慢,30年间仅为72.6%,而西南、西北地区膨胀最快,有300%~400%的膨胀率,接近东北、华北膨胀速度的5~6倍。可以看到,在乡村发展程度最高的华北、东北地区,其多年膨胀率是最低的;反而是发展程度相对较差的西南、西北地区,拥有更高的膨胀率。东南地区的膨胀率为151.2%,位于中位。

表1 区域划分及各区域1990—2020年总膨胀率

Tab.1 Regional division and expansion rate in the years from 1990 to 2020

分区	包含省份	总膨胀率
东北	黑龙江、吉林、辽宁	0.726
华北	北京、天津、河北、山东、河南、山西、内蒙古	0.768
东南	江苏、浙江、上海、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、台湾、香港、澳门	1.512
西南	云南、四川、重庆、贵州、西藏	4.002
西北	新疆、甘肃、宁夏、青海、陕西	3.258

如图7所示,在1995年以前,各区域乡村聚落的面积增长速度相差不大,只有西北地区有一个短暂的扩张高峰期。1995年以后,随着西部大开发战略的实施,各区域之间的乡村聚落面积增长速度开始逐渐拉开差距,东北和华北地区排在最后,西南和西北地区的乡村进入了飞速扩张的时期。2015年以来,各区域面积扩张均有所放缓,这与中国近几年来有意放缓经济增长速度有关,在保证经济平稳向好的前提下,各区域的发展速度趋于平稳和均衡。

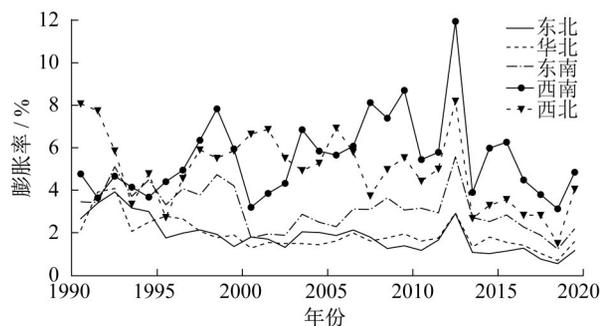


图7 各区域1990—2020年乡村聚落膨胀率变化

Fig.7 Changes in the expansion rate of rural settlement area in different regions, 1990—2020

3.3 乡村聚落的扩张特点

从聚落尺度来看,聚落面积在1 km²以下的聚落,在1990年占据了总聚落数量的97.7%。这一数字在1990—2020的31年间持续下降,直到2020年降为94.7%,尽管这一数字一直在减少,但面积小于1 km²的乡村聚落,仍然是中国乡村聚落的主力军。通过制作折线图可以进一步观察历年乡村聚落的变化,如图8所示。乡村聚落面积以0.057 5 km²为临界点,建设用地面积小于这一临界点的乡村数量在31年间持续下降,面积大于这一临界点的乡村数量则逐年上升。这说明30年期间,从总体看来,全国大部分的乡村的面积呈现扩张趋势,但扩张后的面积范围一般不超过1 km²。超过1 km²的乡村聚落便进入了发展的“瓶颈期”,开始面临逐渐显现的“农村病”^[18]。在这一发展过程中,农村生产力发展和基础设施建设速度慢于人口发展速度,从而导致农村人口向城市迁移^[19],进而致使农村发展速度放缓。

对于乡村聚落的扩张类型,经过计算,94.5%的乡村聚落在1990—2020年期间建设用地的面积保持增长状态,在这之中,有45%的聚落为凹增长类型,55%的聚落为凸增长类型。

图9给出了以1990年为准的不同面积范围的聚落中,不同扩张类型的占比,可以看到,当初始的聚落面积较小的时候,即接近于0.05~0.5 km²时,有约

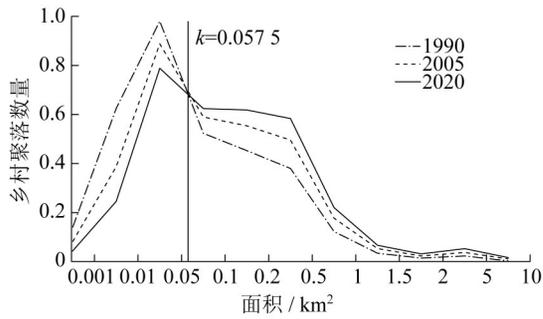


图8 1990、2005和2020年不同建设用地面积的乡村聚落数量变化

Fig.8 Changes of the number of rural settlements with different building areas, 1990, 2005, 2020

62%的乡村在未来30年为凸扩张类型,即先飞速发展,随后发展速度逐渐减缓,进入发展的“瓶颈期”。如果聚落面积过小,在 0.001 km^2 左右,或者过大,在 1.2 km^2 左右,两种扩张类型的比例趋于相等,不再表现出特定的规律性。超过这个界限之后,面积更大的一些乡村聚落,已经有了发展为村镇、乡镇的趋势,开始了城市化进程,在城市化红利的引导下,更多地展现出凹扩张类型,即先慢后快的发展趋势。

根据表1和图9,从地域上区分,华北、东北的乡村聚落中,凸扩张类型占比为62.5%和60.3%,膨胀率也是各区域最低,这揭示出华北、东北的乡村发展近几年来发展速度放缓,一是由于人口密集、经济发达的城市群带给乡村强大的人才外流压力,二是这一区域的土地资源已经被开发殆尽,几乎没有闲置的土地资源供乡村进行扩张,三是因为东部地区的乡村聚落初始(1990年)发展程度已经很高,不少乡村聚落已经进入了前文所提到的 1 km^2 的发展“瓶颈期”,即随着乡村的不断扩张,空心化发展、人口流失等问题逐渐显现,从而影响发展速度。而西南地区的凸扩张类型占比仅为35.3%,西北则为42.35%,30年期间的膨胀率分别为400.2%和325.8%,远远大于其他地区。这意味着这两个区域的乡村聚落大多是以先慢后快的方式扩张,且扩张非常迅速,出现这种情况,一是由于国家政策扶持,二是因为西南地区的乡村初始面积较小,发展程度低,且未开发土地数量较多,因此有着更高的扩张潜力。不同类型区域的乡村发展状况和发展速度不同,因此,乡村振兴战略与规划的落地要因地制宜、分类施策^[20]。

3.4 乡村聚落扩张的驱动力

无论是从总体还是地域角度,乡村聚落在1990—2020年期间呈现持续的扩张态势。相关研究指出,乡

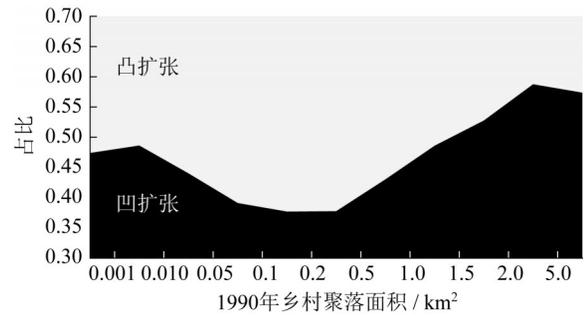


图9 不同扩张类型占比和聚落面积范围(以初始年份1990年为准)的关系

Fig.9 The relationship between the proportions of different expansion types and the area of settlement (based on the initial year 1990)

村面积的增长很有可能是由于城市发展过程之中衍生的社会福利问题、交通拥堵、住房紧张、环境污染等问题,让很多农村户口的人们更愿意拿在城市赚到的钱在自己老家农村建宅基地,而不是选择在城市买房居住^[21]。除此之外,随着社会和科技的进一步发展,越来越多的乡村脱离了传统乡村的定义,不再是从事农业生产活动的集聚地,而是工业、农业、手工业的生产活动的集成,一方面,很多工业企业向乡镇、村落进行迁移,在乡村建设更多的厂房^[22];另一方面,依托互联网红利,也有不少村庄已经走上了通过轻手工业加网络购物进发家致富的渠道^[23];大型农业、工业机械的发展减少了乡村工业农业生产的劳动密集程度,这些现象使得乡村在面临人口不断流失的问题时仍能保证正常的发展速度。

3.5 乡村聚落扩张的影响

乡村聚落的扩张揭示了中国乡村平稳向好的发展环境,但也带来了不少的问题,大多数研究将关注点聚焦于城市扩张对耕地的侵占^[24],鲜有关注乡村在耕地变化之中起到的作用。相关研究指出,如果城市化进程持续推进,城市人口不断增加,如果多余的农村土地在这一背景下得以释放用于农业生产,释放的耕地数量便能远远大于城市化过程所侵占的耕地数量,城市化反而会对耕地产生利好效应^[21]。但问题在于,由于城市化推进导致的多余的农村土地并没有得到有效的释放,反而因为前文提到的种种原因,乡村在人口不断向城市流动的同时,其面积还在不断扩张,扩张方式便是侵占现有耕地。据本研究在GLC_FCS30^[8]土地覆盖分类产品上进行的统计,1990—2020年期间增长的乡村建筑用地,有约56.75%来自于对农田的侵占。因此,在考虑耕地的损失时,需要兼顾城市和乡村两个方面的因素影响。

4 结论

基于现有的土地覆盖产品,本文对全国范围内的乡村聚落进行了识别和面积提取,时间跨度为1990—2020年。主要结论如下:

(1)技术方法方面,将计算机图形学中的轮廓检测算法应用到遥感数据产品的处理过程之中,充分利用了遥感数据产品大尺度、大体量的特征,首次尝试在全国的尺度范围内精细化提取海量的乡村聚落的空间形态信息,为新型遥感产品应用、环境智能感知、地理数据生产提供了新的方法尝试和研究思路。

(2)研究发现了中国乡村聚落扩张的一个关键点:乡村建设用地面积以 0.0575 km^2 作为阈值,小于阈值的乡村聚落数量在这一期间不断减少,大于该阈值的则不断增加。在乡村扩张达到 1 km^2 的体量之后,便会进入一段时间的缓慢发展时期,这一期间,“乡村病”慢慢加重,城市对乡村人口迁移的吸引力加强,拖慢了发展速度。

(3)从空间上来看,面积较大的乡村聚落往往集聚于大型城市周边,在农业人口众多、农业产值较高的中国东北和华北地区,乡村聚落的面积比其他区域的更大,经济发达程度更高。不同区域的乡村面积增长有着不同的模式,由于土地资源的紧缺和严重的人口外流问题,东北和华北地区的乡村聚落扩张速度常年居于末位,进入了发展的“瓶颈期”;相反地,在西部大开发政策扶持下,加之有丰富的未开发土地资源,西北和西南地区的乡村聚落30年来一直保持高速的发展速度。

(4)在这30年期间,中国乡村聚落在乡村人口不断减少的前提下,呈现平稳扩张、平衡发展趋势,低发展程度的乡村正在蓬勃发展,高发展程度的乡村则逐渐放慢发展速度,这反映了中国致力于解决发展不平衡不充分问题过程中所取得的显著成效。另一方面,和乡村人口减少同步进行的乡村聚落面积扩张,可能会对农业用地面积带来额外的侵占损失,这是我们在促进中国新时代城乡融合发展、乡村振兴战略实施时所需要重点考虑的问题。

尽管本文提取了海量的乡村聚落,但主要提取方式是识别乡村聚落建筑面积,而不同乡村之间地域发展模式差异较大,建筑物的集聚并不能和乡村聚落画等号。因此后续研究将会考虑引入更多评判指标,如建筑密度、集聚程度、周边环境等,对局部的乡村聚落进行更加精细化的提取。

作者贡献声明:

张立强:论文修订与审核,论文命题提出与构思。

耿昊:方法提出,制图结果分析,主要内容撰写。

刘彦随:论文命题修订与补充,论文修订与审核。

李新港:数据预处理。

辛奇:协助数据处理工作。

彭淑雯:协助数据处理工作。

参考文献:

- [1] 刘彦随. 中国乡村振兴规划的基础理论与方法论[J]. 地理学报, 2020, 75(6):1120.
LIU Yansui. The basic theory and methodology of rural revitalization planning in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(6):1120.
- [2] LIU J, LIU Y, YAN M. Spatial and temporal change in urban-rural land use transformation at village scale—a case study of Xuanhua district, North China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2016; DOI: 10.1016/j.jrurstud.2016.07.003
- [3] 马利邦, 豆浩健, 谢作轮, 等. 基于整合驱动因素和适宜性评价的乡村聚落重构模式研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(3):246.
MA Libang, DOU Haojian, XIE Zuolun, *et al.* Research on rural settlement reconstruction model based on integration drivers and suitability evaluation [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2019, 35(3):246.
- [4] 李林汝, 张东, 石春华. 伊洛河流域近水型传统乡村聚落形态演变研究[J/OL]. [2022-01-13] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=GYJZ20220112000>.
LI Linru, ZHANG Dong, SHI Chunhua. Research on pattern evolution of near-water traditional rural settlements in the yiluo river basin [J/OL]. [2022-01-13] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=GYJZ20220112000>.
- [5] 刘淑雨, 樊海强, 王艳虎, 等. 闽江流域传统村落空间特征及相关性分析[J]. 现代城市研究, 2019(9):17.
LIU Shuyu, FAN Haiqiang, WANG Yanhu, *et al.* Analysis on the spatial distribution characteristics and correlation of traditional villages in the Minjiang River basin [J]. *Modern Urban Research*, 2019(9):17.
- [6] 康璟瑶, 章锦河, 胡欢, 等. 中国传统村落空间分布特征分析[J]. 地理科学进展, 2016, 35(7):839.
KANG Jingyao, ZHANG Jinhe, HU Huan, *et al.* Analysis on the spatial distribution characteristics of Chinese traditional villages [J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(7):839.
- [7] YANG J, HUANG X. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019 [J]. *Earth System Science Data*, 2021, 13(8):3907.
- [8] ZHANG X, LIU L, CHEN X, *et al.* GLC_FCS30: Global

- land-cover product with fine classification system at 30 €m using time-series Landsat imagery [J]. *Earth System Science Data*, 2021, 13(6):2753.
- [9] CHEN J, CHEN J, LIAO A, *et al.* Remote sensing mapping of global land cover[M]. Beijing: Science Press, 2016.
- [10] 王天宇, 惠怡安, 芮盼盼, 等. 基于 Alpha Shape 算法的分散式乡村聚落形状划分及其形成研究——以米脂县龙镇为例[J]. *干旱区地理*, 2022, 45(3):946.
- WANG Tianyu, HUI Yian, RUI Panpan, *et al.* Research on the morphological types and influencing factors of dispersed rural settlements based on Alpha shape: A case study of Long Town, Mizhi County [J]. *Arid Land Geography*, 2022, 45(3):946.
- [11] SUZUKI S, BE K. Topological structural analysis of digitized binary images by border following [J]. *Computer Vision Graphics & Image Processing*, 1985, 30(1):32.
- [12] 张艺, 匡毅, 王梅, 等. 基于 OpenCV 的人体轮廓检测算法[J]. *计算机技术与发展*, 2020, 30(8):81.
- ZHANG Yi, KUANG Yi, WANG Mei, *et al.* Human contour detection algorithm based on OpenCV [J]. *Computer Technology and Development*, 2020, 30(8):81.
- [13] XU Q, VARADARAJAN S, CHAKRABARTI C, *et al.* A distributed canny edge detector: algorithm and fpga implementation [J]. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2014, 23(7):2944.
- [14] A K H Z, B S S. Rural - urban migration and urbanization in China: Evidence from time-series and cross-section analyses — ScienceDirect[J]. *China Economic Review*, 2003, 14(4):386.
- [15] 国家统计局国务院第七次全国人口普查领导小组办公室. 第七次全国人口普查公报(第七号)——城乡人口和流动人口情况[EB/OL]. [2021-06-28] http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/rkpcgb/qgrkpcgb/202106/t20210628_1818826.html.
- National Bureau of Statistics office of the Seventh National Census Leading Group of The State Council. Bulletin of the seventh census (No. 7) — urban and rural population and floating population[EB/OL]. [2021-06-28] http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/rkpcgb/qgrkpcgb/202106/t20210628_1818826.html.
- [16] 熊春文, 陈辉. 人口变迁与教育变革——基于第七次全国人口普查公报的社会学思考[J]. *教育研究*, 2021, 42(11):27.
- XIONG Chunwen, CHEN Hui. Demographic change and educational reform: A sociological interpretation based on the data from the 7th National Population Census Bulletin [J]. *Education Research*, 2021, 42(11):27.
- [17] 王克岭, 普源镭, 唐丽艳. 脱贫攻坚与乡村振兴耦合衔接的时空格局及其驱动因子——基于西南五省份的分析[J]. *世界农业*, 2022(2):13.
- WANG Keling, PU Yuanlei, TANG Liyan. The spatiotemporal pattern and driving factors of the coupling connection between poverty alleviation and revitalization — Based on the analysis of five provinces in southwest China [J]. *World Agriculture*, 2022(2):13.
- [18] 段学慧. 城镇化进程中的“农村病”——一个值得重视的研究课题[J]. *经济学动态*, 2015(9):92.
- DUAN Xuehui. "Rural disease" in the process of urbanization — a research topic worthy of attention [J]. *Economic Perspectives*, 2015(9):92.
- [19] 兰峰, 陈哲, 甄雯. 人口迁移与城乡基础设施配置的时空减贫效应研究[J]. *财经问题研究*, 2019(11):113.
- LAN Feng, CHEN Zhe, ZHEN Wen. Spatial-temporal poverty reduction effects of population migration and urban-rural infrastructure allocation [J]. *Research on Financial and Economic Issues*, 2019(11):113.
- [20] 刘彦随, 周扬, 李玉恒. 中国乡村地域系统与乡村振兴战略[J]. *地理学报*, 2019, 74(12):2511.
- LIU Yansui, ZHOU Yang, LI Yuheng. Rural regional system and rural revitalization strategy in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(12):2511.
- [21] WANG S, BAI X, ZHANG X, *et al.* Urbanization can benefit agricultural production with large-scale farming in China [J]. *Nature Food*, 2021, 2(3):183.
- [22] 林辉煌. 农村工业化进程中的土地开发模式研究——佛山顺德区与苏州相城区的比较[J]. *湖北社会科学*, 2021, (1):47.
- LIN Huihuang. Study on land development mode in the process of rural industrialization — a comparison between Shunde District of Foshan and Xiangcheng District of Suzhou [J]. *Hubei Social Sciences*, 2021(1):47.
- [23] 刘刚, 刘捷. 网络空间产业生态发展和乡村振兴[J]. *马克思主义与现实*, 2021(6):90.
- LIU Gane, LIU Jie. Ecological development of cyberspace industries and rural revitalization [J]. *Marxism & Reality*, 2021(6):90.
- [24] LIU X, HUANG Y, XU X, *et al.* High-spatiotemporal-resolution mapping of global urban change from 1985 to 2015 [J]. *Nature Sustainability*, 2020, 3(7):564.