

李阳兵,李潇然,张恒,等.基于聚落演变的岩溶山地聚落体系空间结构整合——以后寨河地区为例[J].地理科学,2016,36(10):1505-1513.[Li Yangbing, Li Xiaoran, Zhang Heng et al. Spatial Structure Integration of Rural Settlements in Karst Mountains Based on Settlement's Evolution: A Case of Houzhaihe Area. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(10): 1505-1513.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.10.007

基于聚落演变的岩溶山地聚落体系空间结构整合 ——以后寨河地区为例

李阳兵¹,李潇然²,张恒¹,邱从毫¹,罗光杰³,白晓永⁴

(1. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州 贵阳 550001; 2. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047; 3. 贵州师范学院地理与旅游学院, 贵州 贵阳 550018; 4. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 基于高精度遥感影像和实地调查数据, 选择黔中高原的典型岩溶山地普定县后寨河流域, 探讨了1963~2010年岩溶山地的聚落和人口变迁, 建立了基于聚落规模等级发展变迁和人口密度空间分布的乡村聚落发展适宜性和聚落整治类型评价方法。研究区大聚落和较大聚落主要分布在耕地条件和交通条件较好的中部峰丛洼地区东、西两侧, 人口密度高值中心对应的往往是大聚落等级。研究区聚落可划分为重点村镇型、优先发展型、有条件扩展型、限制扩展型和迁弃型5类。

关键词: 土地利用; 岩溶山地; 聚落体系; 空间重构; 后寨河地区

中图分类号: F301.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2016)10-1505-09

聚落是人类为了生产和生活的需要而集聚定居的各种形式的居住场所, 也可称之为居民点。农村聚落变化是一个由其自然资源条件、区位优势及社会经济基础条件综合影响下的区位择优过程, 应根据不同区域驱动因子的不同发展态势, 探寻不同的农村居民点优化模式。研究农村居民点用地的区位及其布局优化途径, 促使农村居民点用地向集约化发展, 对于缓解人地矛盾、建设用地供给短缺、增加耕地面积、促进社会主义新农村建设, 具有重要的现实意义^[1]。从优化模式看, 曹象明等提出应以城镇发展为核心, 以逐步形成适合于地域特征的“枝状”村镇空间结构体系^[2]; 对分散的村镇适当迁并, 使黄土丘陵沟壑区农村聚落规模达到2 000人以上^[3], 发挥城镇的集聚效益, 逐步形成黄土高原沟壑区“大分散-小聚合”的村镇体系格局, 解决环境人口超载问题^[4]; 文博等将宜兴市的农村居民点用地划分为优先整治型、限制扩展型、适度建设型和重点发展型^[5]; 朱雪欣等从农村居民点用地整理的空间布局角度提出, 将农

村居民点划分为城镇转化型、城乡联合型、发展型、限制发展型和迁弃型5种整理类型^[6]。从研究方法上看, 运用了聚落生态位来反映聚落在聚落群中的地位、功能及作用^[7,8]、运用引力模型和势能模型来模拟农村居民点用地空间结构中相关要素之间的联系强弱^[9]、利用加权Voronoi图划分各中心村的空间影响范围^[10,11]、测算增长极点与发展轴的空间综合作用^[12]和研究被迁移的农村居民点斑块的迁移方向^[13]。目前的研究发现中心村集聚效应与交通通达性、地形、生态保护等影响着农村居民点用地适宜性水平^[14], 在合理城镇化实现水平下, 重点考虑对生态格局影响较小的农居点整理方案^[15]。但目前的聚落格局优化研究主要考虑了居民点的现状布局及各居民点之间的相互影响作用, 而关于聚落演变过程和结果对聚落格局优化的作用关注不够。

岩溶山地聚落在长期的发展过程中, 聚落呈现多样化演变过程^[16], 在聚落的自发演变过程中, 自然、交通相对较好和原来规模相对较大的聚落

收稿日期: 2015-12-25; **修订日期:** 2016-03-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(41261045), 教育部人文社会科学研究一般项目(10XJAZH002), 贵州省科技专项重大课题(黔科合重大专项字[2012]6015号)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China(41261045), MOE Layout Foundation of Humanities and Social Sciences(10XJAZH002), Key Technology Research and Development Program of Guizhou Province(2012)6015.]

作者简介: 李阳兵(1968-), 男, 重庆潼南人, 教授, 主要从事土地利用与生态过程研究。Email: li-yapin@sohu.com

发展较快;地处偏僻、可达性差的小聚落因人口逐渐流失而空心化、衰败,位于生产生活条件差的峰丛洼地地区聚落甚至消亡。在这种情况下,急需开展岩溶山地聚落体系空间结构整合研究,以为西南岩溶山地乡村土地利用规划和整理、生态系统建设和石漠化土地整治提供参考。目前的研究对岩溶山地聚落分布特点有所认识^[17-19],但对其机理解释不够,对岩溶山地乡村聚落格局优化和空间整合的研究更是薄弱。本文即基于高精度遥感影像和实地调查,从岩溶山地农村聚落自身的变迁过程和结果出发,充分考虑聚落和人口的耦合变化,并结合区位条件评价等社会经济因素,探讨根据聚落演变过程和结果进行岩溶山地聚落体系空间整合的方法,并以普定后寨河地区进行案例研究,以期对岩溶山地农村聚落体系空间结构优化提供参考。

1 研究区概况及数据

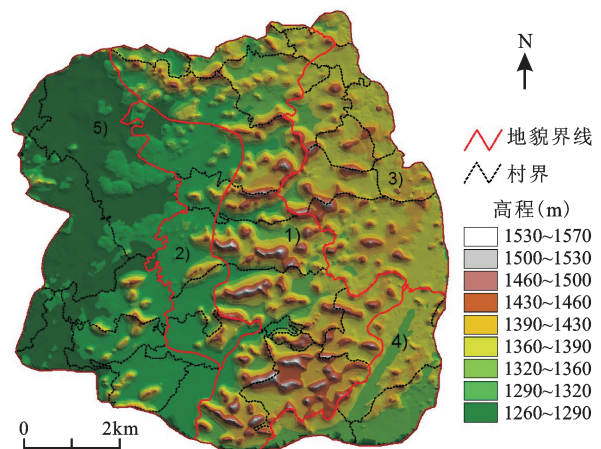
1.1 研究区概况

后寨河地区位于贵州省中部的普定县,包括马官镇、白岩镇和城关镇的余官、打油寨、陈旗堡、赵家田、下坝、白旗堡等行政村(图1),面积62.7 km²。研究区中部为峰丛洼地,四周为浅丘平坝环绕,海拔在1 568~1 257 m之间,是黔中高原的代表性组合地貌^[16,20]。根据研究区的地形地貌分布特征,并适当兼顾村界,把研究区进一步分为:① 中部峰丛洼地地区:地貌类型主要为峰丛洼地、谷地;② 中西部过渡区:主要地貌类型为谷地、缓丘和平坝;③ 东北部缓丘区:地貌主要为峰丛浅洼地;④ 东南部冲沟平坝区:地貌主要为冲沟、平坝和缓丘;⑤ 西部低丘平坝区:地貌主要为坝子、孤峰。该地区近年来社会经济发展较快,农业结构变化较大,外出务工人口多,其自然社会经济状况在岩溶山区具有普遍性。

1.2 数据来源

基础数据有1963年和1978年航片(分辨率分别为0.7 m、0.5 m)、2004年SPOT合成影像(分辨率2.5 m)、2010年ALOS合成影像(分辨率2.5 m),使用Erdas软件,根据精校正后的1:10000地形图对其进行校正和监督分类,于2007年10月和2011年2月进行了二次野外调查以检查影像解译精度和获取其他相关数据,图斑的解译精度达95%。

研究区聚落人口数据主要通过实地访问年长者、调查各村村级台帐获取。本研究通过二次对



注:1.中部峰丛洼地地区;2.中西部过渡区;3.东北部缓丘区;
4.东南部冲沟平坝区;5.西部低丘平坝区。

图1 研究区地形与村界

Fig.1 Topography and village boundary in study area

研究区进行实地调查,获取了4个时期部分聚落人口数^[21]。其中,1963年33个聚落的人口数据,有19个当时规模较大的聚落是通过1958年1:5万地形图上标注的人口数,结合普定县1958~1963年农业人口自然增长率来计算的,共9 278人。调查得到的数据与研究区各乡镇、村历年的人口数据进行了验证,以保证真实性。

2 研究思路与研究方法

2.1 研究思路

乡村聚落的演变体现在数量、规模和空间格局演变3个方面且是一个统一的演变过程^[22],这个过程受地形、水源、土地资源等自然条件和人口增长、产业结构、制度文化以及城镇化等人文社会因素的综合作用。自然因素是乡村聚落形成和发展的基础^[23],乡村聚落空间格局变化与自然条件有关,但在时间与空间的微观层面上区位条件和社会经济因素的影响更大^[24]。随着农村经济社会发展方式的转变与发展水平的提高,以及农户择业的多样性,交通干道沿线、公共服务设施等成为农民建房选址的首选,聚落也逐步向交通设施与公共服务设施扩张与转移,农村聚居区位选择将逐步由资源依附型向设施依附型转化^[25]。也就是说,综合区位条件的好坏成为选择和优化居民点布局的主要依据。因此,农村居民点必然聚集在区位条件好的地区,而区位条件较差的区位必然是今后农村居民点整理的重点区域^[26]。

综合以上分析,我们认为,乡村聚落演变的实质是一个由其自然条件、区位可达性及社会经济基础条件综合影响下的区位择优过程^[27],揭示乡村聚落空间结构的演变趋势、驱动机制及其可能产生的各种问题,准确把握其内在的演化规律对当前农村居民点的整理工作有着重要影响^[28]。

基于上述理论分析,我们认为,在自然条件限制相对较强、社会经济相对不发达的西南岩溶山地,近几十年来乡村聚落的演变过程和结果体现了聚落对自然环境和社会经济适应和相互影响,是聚落格局优化的基础,通过农村居民点整治对其进行有效修正或引导,根据社会经济发展阶段的区域差异以及居民点功能转换的需要,优化居民点空间布局、选择适宜的农村居民点整理模式等,有助于合理配置自然、经济和社会资源,协调居民点与外部环境的联系,从而达到节约耕地、改善农村生产、生活环境和恢复生态的目的。本文旨在揭示研究区1963年以来4个时间段的聚落规模等级和人口变化基础上,进行研究区聚落格局优化与聚落整合类型研究。

2.2 聚落等级划分

本研究结合前期研究成果^[29],考虑聚落规模等级,分别按研究区1963年和各时期聚落斑块平均面积为统一标准来划分聚落等级,将研究区各时期聚落按空间分布规模(占地面积)划分为大、较大、一般和较小4个等级。具体划分如下:

$$\begin{cases} \text{大: } A_i \geq 2\bar{A} \\ \text{较大: } \bar{A} \leq A_i < 2\bar{A} \\ \text{一般: } \frac{1}{2}\bar{A} \leq A_i < \bar{A} \\ \text{小: } A_i < \frac{1}{2}\bar{A} \end{cases} \quad (1)$$

式中: A_i 为第*i*个聚落斑块的面积; \bar{A} 为各年聚落斑块平均面积。

2.3 优化原则与方法

从扩大中心村、缩并自然村、迁弃和改造空心村的目的出发,对研究区聚落进行整合和空间重构,着重考虑以下原则:结合聚落的规模等级演变;结合人口与聚落耦合演变模式的空间差异;结合聚落的村界,适当兼顾村级行政界限。具体评价时分两步:

1) 首先,根据研究区不同空间聚落规模等级发展变迁和人口密度空间分布差异性,确定研究区聚落格局优化整治分区(表1),把研究区划分为乡村聚落发展高适宜区、中适宜区、低适宜区和不适宜区。

表1 研究区乡村聚落发展适宜性评价

Table 1 Suitability evaluation of rural settlements

适宜性	聚落规模等级演变	人口密度(2010年)
高适宜区	在聚落的演化过程中,各时期以大聚落等级为主	高
中适宜区	在聚落的演化过程中,各时期以较大聚落等级为主	中
低适宜区	在聚落的演化过程中,各时期以一般聚落等级为主	低
不适宜区	在聚落的演化过程中,各时期以小聚落等级为主	极低

2) 研究区聚落和人口存在人口增聚落扩展,人口减少聚落扩展,人口聚落不变,人口增聚落减小,人口减聚落衰落,人口外迁同时聚落消亡等6种耦合演化模式^[20]。因此,主要考虑研究区各聚落斑块同期聚落规模等级和聚落人口演化模式,在综合考虑各聚落斑块的行政等级、道路等级和产业结构基础上,把研究区聚落斑块的类型划分为重点村镇型、优先发展型、有条件扩展型、限制扩展型和迁弃型(表2)。

表2 研究区聚落整治类型评价

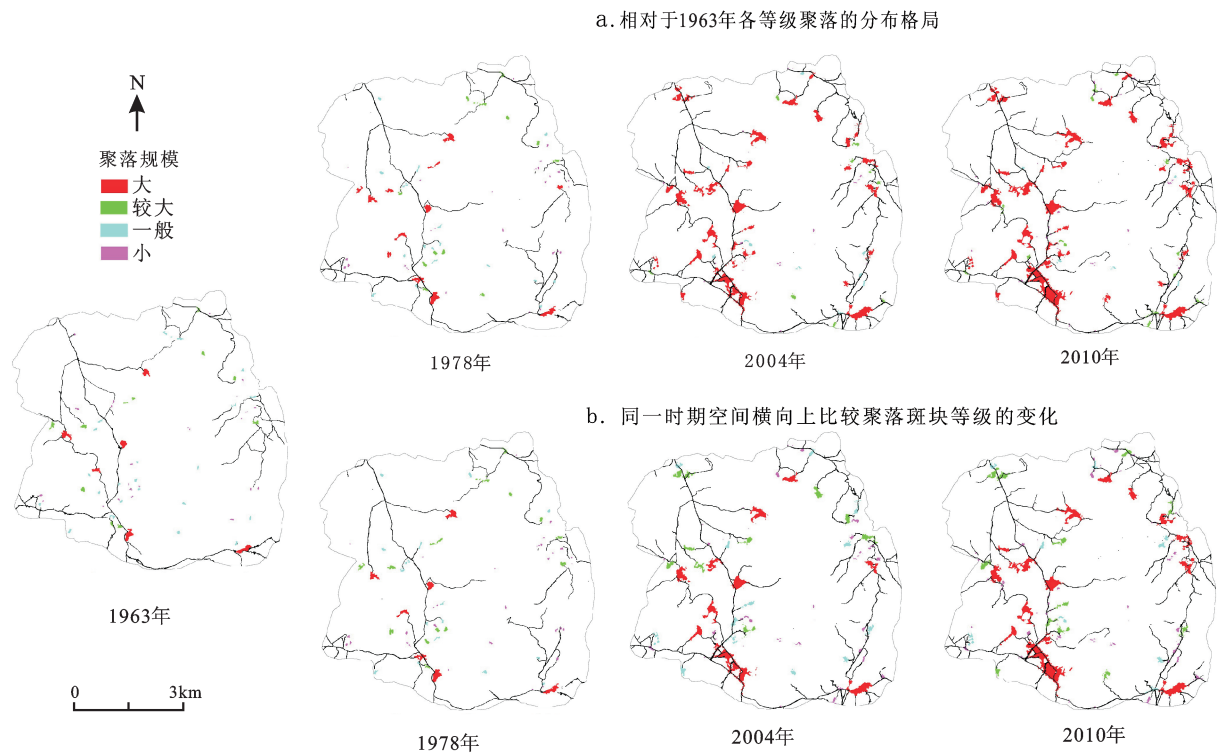
Table 2 Evaluation of settlement remediation types in study area

整治类型	同期聚落规模等级	聚落人口演化模式
重点村镇型	同期横向比较4个时期聚落等级为大	县乡公路通过,或可达性好,规模和人口明显扩大
优先发展型	近期聚落等级为大	沿公路衍生出新生的斑块,通过这种方式聚落规模和人口在扩大
有条件扩展型	近期为较大聚落等级	聚落缓慢扩展,人口缓慢增加
限制扩展型	4个时期聚落等级均为一般	聚落基本维持原状,但人口减少
迁弃型	近期为小聚落等级	聚落逐渐衰败、人口逐渐流失

3 结果与分析

3.1 研究区聚落演变过程中的等级变化

首先,以1963年为基准,比较各时期聚落斑块等级的变化(图2a)。1963年规模大的聚落有陈旗、贾官堡、下坝、号营、马官和余官等,主要分布在研究区西部和中西部过渡区。相对于1963年的



a. 以1963年的聚落斑块平均面积为统一标准划分1978年、2004年和2010年的聚落等级; b. 以1978年、2004年和2010年各时期聚落斑块平均面积为标准划分出1978年、2004年和2010年聚落等级。

图2 研究区聚落斑块平均面积等级的变化

Fig.2 Distribution pattern of all ranks settlement in the study area

聚落,1978年规模大的聚落在研究区西部增加了平山、新堡、荷包山和马堡等4个,东部打油寨聚落等级由较大上升为大;2004年西部、中西部和东北部规模大的聚落大量增加,并衍生出一些新聚落,中部峰丛洼地区后山、高寨聚落等级扩大,东南部磨盘山聚落等级扩大。在2010年,西部、中西部、东北部东南部的大部分聚落相对于1963年的聚落斑块平均面积都已成长为大聚落,中部峰丛洼地区的大聚落也发展为三块田、后山、高羊和高寨4处。总体而言,研究区西部和研究区东部的大、较大等级的聚落逐渐增多,相对于1963年的聚落规模,研究区的聚落有了较大发展。

在此基础上,把1978年、2004年和2010年的聚落规模分别与同一时期的聚落斑块平均面积作横向比较(图2b)。1978年的大聚落分布在研究区的西部、中西部和东南部,中部和东北部仅有相对较大的聚落。2004年西部、中西部的大聚落和较大聚落发展较快,中部和东北部各形成一处大聚落,东南部余官聚落斑块规模明显增加,由1978年的5.92 hm²扩展为16.65 hm²,但东南部仅形成此大

聚落。2010年,研究区大聚落和较大聚落主要分布在西部、中西部过渡区和东北部。从上述演变来看,研究区西部、中西部过渡区和东北部聚落发展较快,其次是东南部,中部峰丛洼地区聚落发展慢,且存在衰败的趋势^[29]。

研究区聚落发展的历年来比较和同一时期空间横向比较的结果有所差异,但都显示出同样的聚落分布演变规律,即从空间分布看,大聚落和较大聚落主要分布在中部峰丛洼地区东、西两侧的耕地条件和交通条件较好的区域,即后寨河地区的陈旗、马关、余官和打油寨一带,这些地区以缓丘、平坝为主要地貌类型,水源条件好、耕地资源多而优。

3.2 研究区人口分布与演变

根据各聚落斑块不同时期人口数,利用Arcmap软件生成研究区不同时期人口密度图(图3)。1963年,人口密度高值分布在研究区东南的余官、西南部的马官及西部的贾官和下坝一带,东北部的打油寨、白旗堡人口密度相对低;1978年人口密度高值中心集中在西南的马官、东北的打油

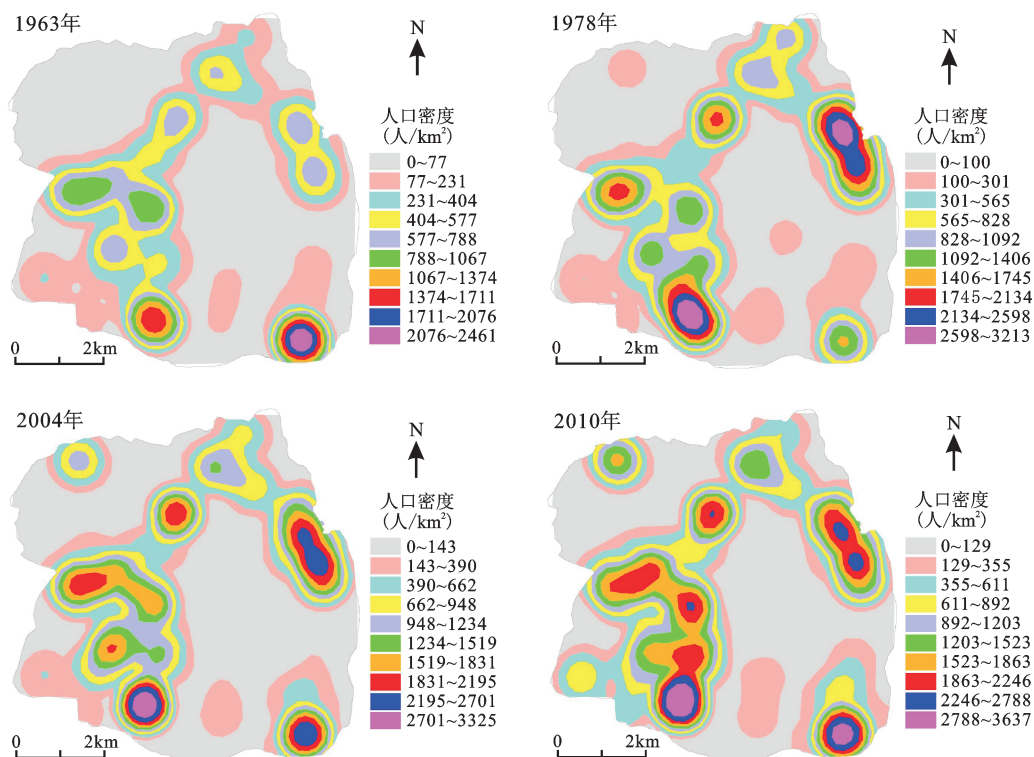


图3 研究区4个时期的人口密度

Fig.3 Population density of four periods in study area

寨,其次是贾官、陈旗;2004年以西南部的马官人口密度最高,其次是打油寨和余官一带,陈旗和贾官堡的人口密度也相对增加;2010年,人口密度高值集中在马官和余官,打油寨一带形成另一个高值中心,西部的人口密度较研究区的其他几个区域明显为高(图3)。中部峰丛洼地区的人口密度一直较低,集中在该区的北部,1978年后本区中部聚落消失,人口密度降低,仍存的聚落出现严重的空心化。

1963~2010年研究区人口密度总体增长。人口密度高值中心对应的往往是大聚落等级,而聚落并不密集。新生的聚落分布在人口密度高值中心的附近,可以看成是大等级聚落向外扩展、衍生的结果。

3.3 研究区聚落格局优化与聚落整合类型

3.3.1 聚落格局优化整治分区

根据研究区1963年以来不同区域聚落规模等级、人口密度的演变和空间分布,把研究区分为乡村聚落发展高适宜区、中适宜区、低适宜区和不适宜区:

1) 高适宜区:包括西部低丘平坝区、中西部

过渡区;此区聚落正在向半工半农业和非农业领域转型,且农户收入以非农收入与农业收入相结合为主。农村基础设施相对完善,目前正以发展观光农业、设施农业和高附加值农业为主。本区域应加强农村居民点功能区划,挖潜废弃和闲置用地效率;立足产业基础,加快特色产业和支柱产业,发展特色村镇以促进城乡发展。

2) 中适宜区:包括东北部缓丘区、东南部冲沟平坝区。本区域应着力推行新农村建设,革新农村居民点结构布局,加强农村公共服务设施建设;整治聚落空心化与一户多宅,退宅还田还林,集中建设规模连片的优质农区,发展特色种植业。

3) 低适宜区:指中部峰丛洼地区北部,目前以纯农业为主,本区域应规划农村居民点边界,限制无序扩展;完善基础服务设施,改造村内道路,改善农户生活条件和居住环境,适度发展多样化农业,引导农户生计逐步转型。

4) 不适宜区:指中部峰丛洼地区的中部和南部,本区域目前以纯农业为主,土地资源有限,交通不便,处于聚落衰退和人口流失的过程,不适宜作为聚落发展的重点区域,宜以生态涵养建设为主。

3.3.2 聚落整理类型

不同类型农村居民点应体现出优势功能差异^[30],形成布局合理、高效集约、生活便捷的居民点利用局面^[31]。因此,在聚落格局优化整治分区的基础上,对研究区聚落整治分区中的各聚落点,按照表2的评价标准进行了聚落整治类型综合评价(图4、表3),结果如下:

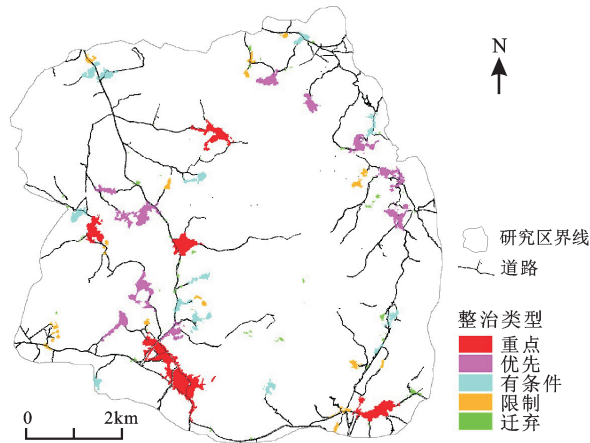


图4 研究区聚落整治类型空间分布

Fig.4 Remediation types of rural settlements in study area

表3 研究区不同整治类型聚落的数量比例

Table 3 Statistical results of layout optimization of rural residential land in study area

整治类型	聚落 个数(个)	占聚落总 个数比	面积 (m ²)	占聚落总面 积比(%)
重点村镇型	5	5.16	1064778.13	39.58
优先发展型	10	10.31	816406.71	30.34
有条件扩展型	14	14.43	446770.78	16.61
限制扩展型	16	16.49	246504.04	9.16
迁弃型	52	53.61	116080.84	4.31

1) 研究区重点村镇型(中心积聚型)聚落有西部的贾官、西南部马官、中西部过渡区的陈旗和下坝及东南部余官等5个,5个重点村镇型聚落占研究区2010年聚落总面积的39.58%,共同的特点是聚落大、人口多,自1963年以来是当地的中心村镇,道路基础设施较完善,可达性较好。此类聚落要重点发展非农生产功能和生活功能。

2) 研究区优先发展型(优化型)共10个,其中东北部4个、西部区4个、中西部过渡区1个和峰丛洼地区北部1个。这类聚落的共同特点是自然条

件相对较好,近年规模增加快,占研究区2010年聚落总面积的30.34%。此类聚落要逐步发展非农生产功能和生活功能。

3) 有条件扩展型聚落14个,占研究区2010年聚落总面积的16.61%。这类聚落或是综合条件比较差,或是1980年代后新形成的聚落,对这类聚落,应根据其人口积聚能力,确定合理的规模,不能任由其无序扩展。此类聚落以农业生产功能为主。

4) 限制扩展型聚落16个,占研究区2010年聚落总面积的9.16%。这类分布在大型聚落和较大型聚落的外围,大部分聚落存在时间比较长但因环境、交通、区位等比较差,发展缓慢,存在一定程度的空心化,如老寨子、田坝、高寨等;有部分是农户自发从前者迁出,或是从大型聚落迁出,沿道路积聚形成的。此类聚落以农业生产功能和生态功能为主。

5) 迁弃型52个,占研究区2010年聚落总面积的4.31%。此类型又可划分为3部分,一是位于研究区中部峰丛洼地区的,如畜牧场、草堂,聚落条件最差,处于严重衰败之中,人口不断流失;二是位于东北部和东南部的团山、磨盘山等,聚落可达性差,因地形等原因,无法扩展,不断有农户迁往大型聚落,存在一定程度的空心化;三是位于西部和中西部过渡区的,多是农户沿县道、村道自发建房形成的。对此类聚落,应统筹规划,加以整合。此类聚落以生态功能为主。

4 讨论

聚落的扩展、新生、衰败和消亡,是对聚落所处的自然条件和社会经济条件的一种真实反映,反映了各聚落的交通、区位、人口迁移、地形地貌和土地资源的差异,也在一定程度上反映了农户的意愿。研究区近40 a聚落变迁呈现出多样性的趋势,自发形成了一些规模较大的聚落,是研究区人地相互作用过程中的响应与反馈,也是研究区人地关系多样化的一种表现。基于这种思路,本文根据聚落规模等级变迁、聚落人口耦合演变来探讨聚落空间重构与整合,并进一步划分出聚落整治分区和聚落整理类型,更符合实际情况,也更有针对性,同时也符合当前农村居民点重构的“城镇化引领型”和“村庄整合型”典型模式^[32]。本文主要根据聚落变迁,参考各较大聚落的发展程度、专业生产方式来选择中心村镇,对各聚

落斑块进行了类型划分,对新生的聚落斑块、逐渐衰败的聚落斑块,进行了空间重构。本文在对聚落进行格局优化时,是把整个研究区作为一个整体,打破了村级行政界线,实际上,政府部门想要规划整治某一行政村的居民点空间分布格局时,决不能单独只改变某一个行政村的空间格局,应成片整治^[33]。本文为岩溶山地聚落的空间格局优化与整合提供了一种方法与案例研究。

5 结论

选择黔中高原的典型岩溶山地,基于高精度遥感影像和实地调查数据,探讨了岩溶山地的聚落和人口变迁,提出了基于岩溶山地聚落人口变迁的聚落空间重构与整合方法。

1) 研究区大聚落和较大聚落主要分布在耕地条件和交通条件较好的中部峰丛洼地区东、西两侧,人口密度高值中心对应的往往是大聚落等级,而聚落并不密集。

2) 从空间上,研究区可分为乡村聚落发展高适宜区、中适宜区、低适宜区和不适宜区。

3) 根据研究区的聚落规模等级变迁特征,研究区聚落可划分为重点村镇型、优先发展型、有条件扩展型、限制扩展型和迁弃型5类。5个重点村镇型聚落占研究区2010年聚落总面积的39.57%,迁弃型52个,占研究区2010年聚落总面积的4.31%。

参考文献(References):

- [1] Tian GuangJin, Qiao Zhi, Gao Xiao Lu. Rural settlement land dynamic modes and policy implications in Beijing metropolitan region, China. *Habitat International*, 2014, 44 :237-246.
- [2] 曹象明,周若祁.黄土高原沟壑区小流域村镇体系空间分布特征及引导策略——以陕西省淳化县为例[J].人文地理, 2008, 23(5): 53-56. [Cao Xiangming, Zhou Reqi. The spatial features and leading measures of village system in small watershed in Loess plateau gully region. *Human Geography*, 2008, 23 (5): 53-56.]
- [3] 惠怡安,张阳生,徐明,等.试论农村聚落的功能与适宜规模——以延安安塞县南沟流域为例[J].人文杂志, 2010, 25(3): 183-187. [Xi Yian, Zhang Yangsheng, Xu Ming et al. The function and suitable scale of rural settlement—a case study of Nanguou watershed in Anshe County, Yanan City. *The Journal of Humanities*, 2010, 25(3): 183-187.]
- [4] 惠怡安,徐明.陕北丘陵沟壑区生态修复与农村聚落耦合发展初探[J].水土保持通报, 2010, 30(2): 83-86. [Xi Yian, Xu Ming. Coupling development of ecological restoration and rural settlement in the hilly-gully region of North Shaanxi Province. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2010, 30(2): 83-86.]
- [5] 文博,刘友兆,夏敏.基于景观安全格局的农村居民点用地布局优化[J].农业工程学报, 2014, 30(8): 181-191. [Wen Bo, Liu Youzhao, Xia Min. Layout optimization of rural residential land based on theory of landscape security pattern. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30 (8): 181-191.]
- [6] 朱雪欣,王红梅,袁秀杰,等.基于GIS的农村居民点区位评价与空间格局优化[J].农业工程学报, 2010, 26(6): 326-333. [Zhu Xuexin, Wang Hongmei, Yuan Xiujie et al. Evaluation and optimization of spatial distribution of rural settlements based on GIS. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2010, 26(6): 326-333.]
- [7] 马旭,王青,丁明涛,等.岷江上游山区聚落生态位及其模型[J].生态与农村环境学报, 2012, 28(5): 574-578. [Ma Xu, Wang Qing, Ding Mingtao et al. Econiche of the settlements in mountains of the upper reaches of Min river and its mathematical model. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2012, 28 (5): 574-578.]
- [8] 曲衍波,张凤荣,姜广辉,等.基于生态位的农村居民点用地适宜性评价与分区调控[J].农业工程学报, 2010, 26(11): 290-296. [Qu Yanbo, Zhang Fengrong, Jiang Guanghui et al. Suitability evaluation and subarea control and regulation of rural residential land based on niche. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2010, 26(11): 290-296.]
- [9] 杨立,郝晋珉,王绍磊,等.基于空间相互作用的农村居民点用地空间结构优化[J].农业工程学报, 2011, 27(10): 308-315. [Yang Li, Hao Jinmin, Wang Shaolei et al. Spatial structure optimization of rural residential land based on spatial interaction. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(10): 308-315.]
- [10] 邹亚锋,刘耀林,孔雪松,等.加权Voronoi图在农村居民点布局优化中的应用研究[J].武汉大学学报:信息科学版, 2012, 37(5): 560-563. [Zou Yafeng, Liu Yaolin, Kong Xuesong et al. Optimization of rural residential land based on Weighted-Voronoi diagram. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2012, 37(5): 560-563.]
- [11] 邹利林,王占岐,王建英.山区农村居民点空间布局与优化[J].中国土地科学, 2012, 26(9): 71-77. [Zou Lilin, Wang Zhanqi, Wang Jianying. Spatial distribution and optimization of rural residential land in the mountainous area. *China Land Science*, 2012, 26(9): 71-77.]
- [12] 孔雪松,金璐璐,郗昱,等.基于点轴理论的农村居民点布局优化[J].农业工程学报, 2014, 30(8): 192-200. [Kong Xuesong, Jin Lulu, Xi Yu et al. Layout optimization of rural settlements based on point-axis theory. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(8): 192-200.]
- [13] 冯电军,沈陈华.基于扩展断裂点模型的农村居民点整理布

- 局优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(8): 201-209. [Feng Dianjun, Shen Chenhua. Layout optimization for rural settlements consolidation based on extended break-point model. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(8): 201-209.]
- [14] 孔雪松, 刘耀林, 邓宣凯, 等. 村镇农村居民点用地适宜性评价与整治分区规划[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 215-222. [Kong Xuesong, Liu Yaolin, Deng Xuankai et al. Suitability evaluation and consolidation division of rural residential areas in villages and towns. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(18): 215-222.]
- [15] 周华, 陆春锋, 昌亭, 等. 基于人口流动模型与生态连通性的农居点整理模式优选[J]. 农业工程学报, 2014, 30(15): 281-288. [Zhou Hua, Lu Chunfeng, Chang Ting et al. Comparison of rural residential renovation based on Lewis turning point and ecological connectivity. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(15): 281-288.]
- [16] 罗光杰, 李阳兵, 王世杰. 岩溶山区聚落分布格局与演变分析——以普定县后寨河地区为例[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(7): 802-807. [Luo Guangjie, Li Yangbing, Wang Shijie. Analysis of settlements distribution pattern and changes in karst mountainous areas-taking the Houzhai watershed region in Puding County as an example. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2010, 19(7): 802-807.]
- [17] 周晓芳, 周永章. 贵州典型喀斯特地貌区农村聚落空间分布研究——以清镇红枫区、毕节鸭池区和关岭-贞丰花江地区为例[J]. 中国岩溶, 2011, 30(1): 78-85. [Zhou Xiaofang, Zhou Yongzhang. Spatial distribution of rural settlement in typical karst terrain in Guizhou Province—A case study on Hongfeng in Qinzhen City, Yachi in Bijie City and Huajiang River between Zhenfeng County and Guanling County. Carsologica Sinica, 2011, 30(1): 78-85.]
- [18] 朱文孝, 苏维词, 李坡. 贵州喀斯特山区乡村分布特征及其地域类型划分[J]. 贵州科学, 1999, 17(2): 120-126. [Zhu Wenxiao, Su Weici, Li Po. Feature of village distribution and type of rural area in Guizhou karst mountainous area. Guizhou Science, 1999, 17(2): 120-126.]
- [19] 赵星. 贵州喀斯特聚落文化类型及其特征研究[J]. 中国岩溶, 2010, 29(4): 457-462. [Zhao Xing. Research on settlement culture type and the characteristics in Guizhou Karst Area. Carsologica Sinica, 2010, 29(4): 457-462.]
- [20] 李阳兵, 罗光杰, 邵景安, 等. 岩溶山地聚落人口空间分布与演化模式[J]. 地理学报, 2012, 67(12): 1666-1674. [Li Yangbing, Luo Guangjie, Shao Jingan et al. The evolving models of rural settlements and population distribution in karst mountains. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(12): 1666-1674.]
- [21] 郑建, 罗光杰, 李阳兵, 等. 基于聚落演变的岩溶山区小尺度人口数推算方法——以普定后寨河地区为例[J]. 热带地理, 2013, 33(2): 141-146. [Zheng Jian, Luo Guangjie, Li Yangbing et al. Small-scale Population Number Calculation Method Based on Settlement Evolution for Karst Mountain Areas: A Case Study of the Houzhai River, Puding, Guizhou. Tropical Geography, 2013, 33(2): 141-146.]
- [22] 郭晓东, 牛叔文, 李永华, 等. 陇中黄土丘陵区乡村聚落时空演变的模拟分析——以甘肃省秦安县为例[J]. 山地学报, 2009, 27(3): 293-299. [Guo Xiaodong, Niu Shuwen, Li Yonghua et al. Modeling the Spatio-Temporal variability of rural settlements in loess hilly area of Gansu province—taking Qin'an county of Gansu province for example. Journal of Mountain Science, 2009, 27(3): 293-299.]
- [23] 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[J]. 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.]
- [24] 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. [Hai Beibei, Li Xiaojian, Xu Jiawei. Spatio-temporal evolution of rural settlements in Gongyi. Geographical Research, 2013, 32(12): 2257-2269.]
- [25] Zhou Guohua, He Yanhua, Tang Chengli, et al. Dynamic mechanism and present situation of rural settlement evolution in China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2013, 23(3): 513-524.
- [26] 谢保鹏, 朱道林, 陈英, 等. 基于区位条件分析的农村居民点整理模式选择[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 219-227. [Xie Baopeng, Zhu Daolin, Chen Ying et al. Mode selection for rural residential land consolidation based on analysis of location condition. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(1): 219-227.]
- [27] 姜广辉, 张凤荣, 陈军伟, 等. 基于 Logistic 回归模型的北京山区农村居民点变化驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 81-87. [Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, Chen Junwei et al. Analysis of the driving forces of change of rural residential areas in Beijing mountainous areas based on Logistic regression model. Transactions of the CSAE, 2007, 23(5): 81-87.]
- [28] Tan Minghong, Li Xiubin. The changing settlements in rural areas under urban pressure in China: Patterns, driving forces and policy implications. Landscape and Urban Planning, 2013, 120: 170-177
- [29] 罗光杰, 李阳兵, 王世杰. 岩溶山区聚落格局演变等级效应及其与交通条件的关系——以贵州省后寨河、王家寨、茂兰地区为例[J]. 中国岩溶, 2011, 30(3): 320-326. [Luo Guangjie, Li Yangbing, Wang Shijie. The hierarchy effect of settlement pattern evolution and its relationship with the traffic conditions in Karst mountain: A case study in Houzhaihe, Wangjiazhai and Maolan, Guizhou. Carsologica Sinica, 2011, 30(3): 320-326.]
- [30] 张佰林, 张凤荣, 高阳, 等. 农村居民点多功能识别与空间分异特征[J]. 农业工程学报, 2014, 30(12): 216-224. [Zhang Bailin, Zhang Fengrong, Gao Yang et al. Identification and spatial differentiation of rural settlements' multifunction. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014,

- 30(12): 216-224.]
- [31] 李鑫,甘志伍,欧名豪,等.农村居民点整理潜力测算与布局优化研究-以江苏省江都市为例[J].地理科学,2013,33(2): 150-156. [Li Xin, Gan Zhiwu, Ou Minghao et al. Potential estimation and layout optimization of rural residential land consolidation:a case study on Jiangdu City in Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(2): 150-156.]
- [32] 刘建生,鄢文聚,赵小敏,等.农村居民点重构典型模式对比研究——基于浙江省吴兴区的案例[J].中国土地科学,2013, 27(2): 46-53. [Liu Jiansheng, Yun Wenju, Zhao Xiaomin et al. Typical patterns of rural settlements readjustment:a comparative study in wuxing district, Zhejiang province. *China Land Science*, 2013, 27(2): 46-53.]
- [33] 李贺颖,王艳慧.贫困县村级居民点空间分布离散度与农村居民纯收入关联格局分析[J].地理研究,2014,33(9): 1617-1628. [Li Heying, Wang Yanhui. Discrete degree on village settlement's spatial distribution and its correlation with net income of rural residents in poverty county. *Geographical Research*, 2014, 33(9): 1617-1628.]

Spatial Structure Integration of Rural Settlements in Karst Mountains Based on Settlement's Evolution: A Case of Houzhaihe Area

Li Yangbing¹, Li Xiaoran², Zhang Heng¹, Qiu Conghao¹, Luo Guangjie³, Bai Xiaoyong⁴

(1. School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, Guizhou, China; 2. College of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China; 3. School of Geography and Tourism, Guizhou Normal College, Guiyang 550018, Guizhou, China; 4. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, Guizhou, China)

Abstract: Investigating the reconstruction and integration method of the karst mountain settlement spatial structure has important practical significance, as it promotes the trend of intensification development of rural residential land and the construction of new socialist countryside. The Houzhaihe area which is a typical karst mountain located in the Puding County of the Guizhou Plateau was selected as study area in this study. Having adopted high resolution remote sensing images and field investigation data, this article probed into the population change in karst mountain settlements in 1963-2010. The rural settlements development suitability evaluation method and settlement control type were developed based on the settlement scale development and the population density spatial distribution of the study area. Large settlement and larger settlement were mainly distributed in both sides of the east and west of the central peak-cluster depression area which with better land conditions and traffic conditions in the study area. The high value center of population density is of the corresponding level tend to be large settlements which are apart from each other. The settlements in the study area can be divided into 5 classes, namely, key villages and towns, prior development, conditional priority to expand, restricted extension type and abandoning type. The results in this study may serve as cases of the karst mountain settlement space reconstruction and integration.

Key words: land use; karst mountain; settlement system; space reconstruction; Houzhaihe area