

青藏高原高寒牧区聚落用地适宜性评价及其重构 ——以藏北那曲县为例

张海朋^{1,2}, 何仁伟^{3,4}, 刘运伟⁴, 方方⁵

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 北京市社会科学院市情调查研究中心, 北京 100101; 4. 西昌学院资源与环境学院, 西昌 615013; 5. 北京市社会科学院经济研究所, 北京 100101)

摘要: 本文建立了适用于高寒牧区的聚落布局适宜性评价体系, 利用自组织神经网络(SOFM)对青藏高原藏北地区那曲县展开聚落布局适宜性评价, 并评估其现状聚落布局的合理性, 在此基础上提出其聚落未来重构的思路。结果表明: (1) 那曲县对于聚落布局的适宜性整体较低, 适宜性水平高于一般适宜的区域零散分布在海拔较低、地势低缓的河谷地区, 仅占全县面积的12%。其他适宜性较低的区域占全县面积的88%, 分布相对集中。不同乡镇对于聚落布局的适宜性差异显著。(2) 那曲县现有的聚落空间占全县总面积的0.47%, 为7594 hm², 其中分布在一般适宜及以上等级区的面积占聚落总面积的86.47%, 而较不适宜、不适宜和禁建区内的聚落占比高达13.53%。那曲县聚落空间布局倾向于较高级别的适宜区, 聚落用地适宜性条件较好的乡镇其布局合理性越高。那曲县局部聚落布局不合理的原因包括: 缺失空间布局指引、村级行政区划欠佳、藏民对神山的宗教信仰和历史遗存的地域环境认同。(3) 聚落的空间重构可推动生态移民、适度“村庄化”等要素的整合来实现。聚落的经济重构要建设由特色产业为基础的村镇系统、充分利用“点—轴”结构的辐射效应等结构要素的重组来实现。聚落的社会重构需要通过合理安排基础设施、增强藏族社会关系组织程度、提倡藏区优秀文化传承等优化功能的措施来实现。

关键词: 高寒牧区; 聚落用地; SOFM神经网络; 适宜性评价; 聚落重构; 那曲县

国土空间开发建设适宜性评价是优化国土空间开发与保护格局的基础^[1], 是近年来国内外学术界关注的重要领域和地理学的关键议题^[2]。国土空间内涵广阔, 与人类生存密切相关的聚落空间是其重要构成, 实施聚落布局的合理性评价能够为聚落空间格局优化提供有益参考^[3,4]。学术界对聚落布局适宜性及其调控研究由来已久, 已有研究从多种角度评价聚落布局适宜性, 包括“三生”空间^[5]、生态位^[6]、聚落空间区位^[7]等; 研究方法由简入繁, 涉及AVC理论^[8]、灰靶决策法^[9]、最小累积阻力法^[10]等; 地域空间由东到西涉及东部发达地区^[11]、西北干旱绿洲区^[12]、西南山区^[13]等。从已有研究来看, 针对聚落布局适宜性的量化考征方面, 对于传统的地貌物理条件、河湖水系分布、社会经济条件等考虑较多, 而对于难以直观量化的生态环境脆弱性和干扰性要素考虑较少。在地域选择上,

收稿日期: 2018-12-16; 修订日期: 2019-06-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(41461040); 教育部人文社科基金项目(13YJZJH050); 中国科学院战略性先导科技专项(XDA20010102); 第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK1007)

作者简介: 张海朋(1992-), 男, 河南南阳人, 博士研究生, 研究方向为土地利用与区域可持续发展。

E-mail: zhanghp.19b@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 何仁伟(1978-), 男, 重庆垫江人, 博士, 副研究员, 研究方向为农村贫困与乡村治理。

E-mail: herenweiyan@163.com

人居环境适宜性较强的平原地区和低山丘陵区成为研究的重点, 针对青藏高原等生态脆弱性较强地区的研究较为匮乏。青藏高原高寒地区自然环境恶劣, 空间位置偏远, 数据资料收集难度大, 聚落布局零散, 传统识别大规模地物信息的数据获取手段在此类地区难以奏效, 这是导致目前该类地区聚落研究较少的一个重要原因。现有多数研究停留在聚落用地适宜性评价分区上, 缺乏基于评价结果开展聚落重构的探讨, 新时期结合区域发展环境变迁开展聚落重构研究已成为地理学研究的前沿课题^[14-16], 同时基于聚落用地适宜性评价的重构路径探索具有较强的问题针对性和目标导向, 对于聚落格局优化、功能完善, 促进聚落体系的健康有序发展具有重要意义。

被誉为地球“第三极”的青藏高原自然地理和地域文化特色鲜明^[17], 特殊的地理环境根植性和发展背景决定了其聚落格局的独特性^[18]。自1959年西藏民主改革以来, 尤其是2006年青藏铁路建成通车, 藏区发展环境有了极大改变, 受牧民定居等影响, 其聚落格局持续变化。青藏高原高寒牧区特殊的地域环境决定了其聚落布局的合理性, 决定着牧民的生存环境质量和高原生态安全状况。新形势下, 高寒藏区社会经济逐步繁荣、城镇职能日益拓展、国家公园建设^[19]加快推进等将会给牧区聚落发展带来较大冲击。在充分认识当前聚落空间布局合理性特征之后, 注重发展环境变迁带来的新要素、新机制对聚落演进的影响研究, 不仅有利于拓展聚落研究视角, 而且有利于把握新时期聚落格局的调控方向。本文以500 m×500 m的网格为基本单元, 选择自然地理、生态环境、社会经济三个维度评价那曲县聚落用地的适宜性, 利用自组织神经网络法(SOFM)划分适宜性等级, 评价其当前聚落布局的特征, 并提出新环境下聚落重构的思路, 以期为该地区的聚落合理发展提供借鉴。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

青藏高原自然生态系统脆弱且重要性程度高、地理环境高寒缺氧、人类生存的适宜性较低、城镇体系不甚健全, 经济发展落后, 属于民族地区, 社会文化非常特殊。那曲县地处藏北牧区, 是那曲地区政府所在地, 地处30°31′~31°55′N、91°10′~93°05′E之间, 属于丘状高原, 总面积为1.6万km², 行政范围涉及9乡、3镇, 全县海拔均在4100 m以上(图1)。2016年那曲县人口达14万人, 人口密度仅为8.75人/km², 城镇化率较低, 不足26%, 当年农牧民人均收入为8253元, 高原畜产品商品化程度为67%。选择那曲县为例的原因为:(1)地处青藏高原腹地, 为藏北纯牧业县, 能够代表青藏高原高寒牧区的典型特征。(2)是藏北的政治和社会经济中心, 人口规模相对较大, 黑颈鹤国家级自然保护区位于其境内, 牧民活动容易造成生态环境损坏。(3)是藏北开放发展的窗口, 社会经济发育程度相对较高, 各类政策落实力度大, 成效显著, 发展环境变迁对聚落布局影响程度较大。

1.2 数据来源

本文数据包括聚落斑块数据和评价指标数据。(1)聚落斑块数据。通过对获取的2017年那曲县ZY3-02遥感图像(空间分辨率为2.5 m)目视解译获得, 调研发现, 藏北聚落的空间格局呈现封闭式院落形式, 便于识别庭院尺度的聚落斑块^[18]。目视解译具有识别精准度高的特点, 虽然耗时较长, 但弥补了规模化识别的尺度缺陷, 广受推崇^[18]。

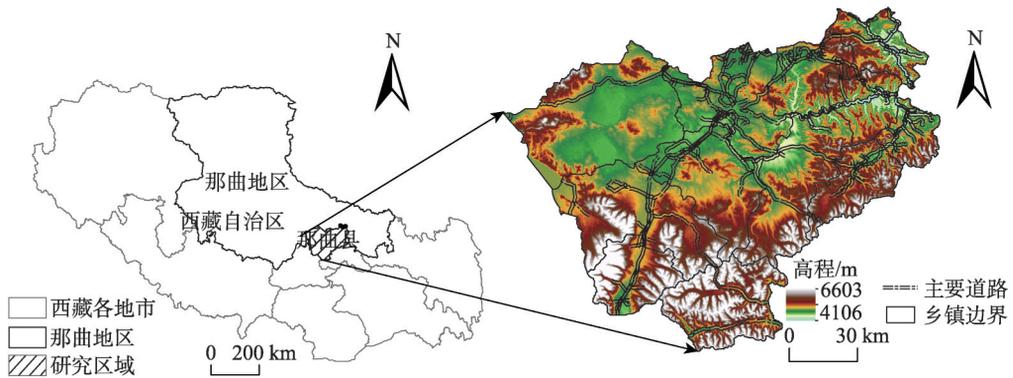


图1 西藏那曲县区位

Fig. 1 Location of Nagqu county, Tibet

(2) 评价指标数据。从中科院资源数据中、国家气象局和地理空间数据云等数据平台获得基础自然地理环境数据,从《那曲地区年鉴》《那曲地区牧业气候区划》^[20]等年鉴资料中获得其他统计数据。另外,研究团队参与了第二次青藏科考,于2018年7月进入那曲地区调研,开展了一系列针对那曲县聚落发展的实地考察,为本文的开展积累了丰富的数据资料。

1.3 聚落用地适宜性评价方法

1.3.1 聚落布局适宜性要求

考察土地是否适合聚落的空间布局可通过开展其用地适宜性评价^[3,5,6]来实现。根据高寒缺氧、地形复杂、水系纵横、灾害多发、生境脆弱、物种多样、草地牧业为生、牧民市场意识发育等发展背景,那曲县聚落布局包含的要求有:(1)基本的生存导向需求,应布局在海拔较低、地势低缓、不存在或极小概率存在各类灾害威胁的区域。(2)必要的生产发展导向,应布局在满足牧区放牧需求的水、草丰富地带。(3)满足生态脆弱区环境保护发展导向,应避开重要的动植物保护地、水系等各类生态环境敏感易损地带。(4)提升发展水平的需求,应布局在具备良好的交通通达性或靠近各类行政核心的区位优势地带。根据以上要求,遵循科学性、代表性、系统性等原则从自然地理、生态环境、经济社会发展等角度^[3]构建聚落布局的用地适宜性评价体系。

1.3.2 评价指标体系

基于以往研究^[3,5,6,21-24],结合上述分析,同时考虑到藏族民众自然崇拜等传统而独特的生态伦理观念,各子系统指标及分级标准如下(表1)。(1)自然地理条件。涵盖5个指标:海拔高程、坡度、植被盖度、水系临近性和地形起伏度。(2)生态环境因素。涵盖4个指标:冻融侵蚀程度、灾害风险程度、水土流失发生程度、环境敏感和脆弱程度。利用地形位、地表植被丰富度、土壤类别和降雨指数等合成冻融侵蚀敏感程度;将地表坡度、植被盖度、地表土壤受侵蚀指数和雨水侵蚀程度指数合成水土流失发生程度指数;将那曲县发生频率大、致灾程度高的风、雪灾害^[25]叠置,得到灾害发生风险程度指数;利用植被盖度和土体生物量合成生态环境敏感脆弱性指数。(3)社会经济因素。涵盖体现区位优势4个指标:国、省道临近程度、其他道路临近程度、行政中心临近程度和交通站点临近程度。

青藏高原独特的自然地理环境导致其人居环境普遍较差, 坚持因地制宜的思想, 根据差中选优的原则, 秉持相对适宜的规范确定指标分值。为避免不加区分, 笼统评价带来环境恶劣区被纳入适宜建设区的错误结果^[22], 区分各项指标特征, 筛选出极端类指标和普通类指标。其中, 极端类指标值达到一定程度, 代表该类区域成为聚落布局禁区, 此类区域是指海拔在 5000 m 以上、地表起伏度在 80 m 以上、坡度在 25°以上、生态环境因素的指标处于高度级别的区域。其余指标为一般类指标。此外, 那曲县境内的黑颈鹤国家级自然保护区核心区和各类湖泊水系也属于禁建区。那曲全域剔除禁建区的范围根据表 1 的指标体系进行评价。

表 1 那曲县聚落用地适宜性评价指标体系

Table 1 Land suitability evaluation index system of settlements in Nagqu county

目标层	准则层	指标	分级标准				
			I (1分)	II (0.75分)	III (0.50分)	IV (0.25分)	禁建区
那曲县 聚落用 地适宜 性评价	自然地理条件	海拔/m	4100~4300	4300~4500	4500~4700	4700~5000	>5000
		坡度/(°)	<3	3~8	8~15	15~25	>25
		地形起伏度/m	<15	15~30	30~45	>45	>80
		植被覆盖率/%	100~80	80~60	60~40	40~20	—
	生态环境因素	距水系距离/m	<1000	1000~2000	2000~3000	>3000	—
		冻融侵蚀敏感性	不敏感	轻度敏感	低度敏感	中度敏感	高度敏感
		水土流失敏感性	不敏感	轻度敏感	低度敏感	中度敏感	高度敏感
		自然灾害敏感性	不敏感	轻度敏感	低度敏感	中度敏感	高度敏感
	社会经济因素	生境脆弱性	不脆弱	轻度脆弱	低度脆弱	中度脆弱	高度脆弱
		距国道、省道距离/m	<1000	1000~2000	2000~3000	>3000	—
		距县道和其他道路距离/m	<500	500~1000	1000~1500	>1500	—
		距乡镇中心 距县城距离	<2000	2000~4000	4000~6000	>6000	—
	距离/m	距一般乡镇距离	<1500	1500~3000	3000~4500	>4500	—
	距火车站点距离/m	<1500	1500~3000	3000~4500	>4500	—	

1.3.3 评价方法

SOFM法用于聚落布局适宜性等级划分的优势有:(1)非监督型模拟人类大脑神经元的运行特点,具有客观性优势。(2)利用良好的保持数据拓扑结构进行自我学习、训练、模拟的特点,能够获得合理的等级划分结构。(3)在良好的算法运行流程和强大计算机的保障前提下,利于快速把握海量数据特征,识别区域分异^[26,27]。本文将那曲县剔除禁建区的范围进行 500 m×500 m 的格网划分,将各项评价指标值导入基本格网,筛选后获得具备完整信息的单元有 41404 个,在 Matlab R 2013 软件中建立自组织神经网络,调整训练频次,最终选择最适训练次数为 3000,经历系统化的训练、模拟输出结果。

2 结果分析

2.1 聚落用地适宜性分区

2.1.1 不同等级适宜区空间分布特征

受制于那曲县高寒缺氧、地势起伏等恶劣的自然地理环境和重要的生态保护空间范

围广阔等原因,聚落禁建区在那曲全域的占比高达36.45%,面积为5910.30 km²,主要涉及三类区域:(1)高原湖泊群:各乡镇境内以乃日平错等为代表;(2)那曲县西北的黑颈鹤国家级自然保护区核心区;(3)高山连绵带:包括念青唐古拉山西部地区 and 位于那曲河北部的地区,聚落的高山禁建区内海拔高、各类灾害频发、环境承载能力低,不具备人类生产生活的条件。

本文以差异化为适宜性等级划分的理论依据,以最大限度满足藏北牧民实际生产生活和生态环境保护为现实依据,在SOFM算法中设置多种分类结果,经过对比分析,最终得到划分五类等级区时的最适结果(图2、表2),各等级特征如下:(1)适宜区,仅占5.23%,面积只有848.32 km²,空间范围涵盖那曲镇大部分地区、青藏公路在那曲县境内延伸的条带状地带以及各乡镇中心驻地。这类区域通常是山间平地或河谷地带,高程相对较低,地势低缓,交通邻近性突出,聚落发展具备良好的区位条件。从此类区域的空间分布特征可以看出,那曲县各乡镇驻地和主要交通路线,特别是青藏公路的空间位置选择,对于那曲县的自然地理条件具有较为周全的考察,明显避开了各类自然灾害高发地带以及环境脆弱易损区,同时这些地区的区位便利性反过来增强了其自身对人类聚落发展的适宜程度。(2)较适宜区,面积为1095.36 km²,空间范围涵盖那曲河主要分支的河谷地带、念青唐古拉山周边的带状河谷阶地。这类区域高程偏低、坡度平缓、地表草地覆盖度较高,为狭长型区域。(3)一般适宜区,属于除禁建区外面积最大的区域,比例达23.12%,空间范围广阔,呈现面状分布。这类区域通常位于山前,地势相对低缓,具备一定的放牧条件,但其内部道路稀疏,通达性不佳。(4)较不适宜区,面积为1996.12 km²,分布相对稀疏,主要镶嵌在一般适宜区内,南部部分区域与高山禁建区临接。这类区域地势参差,存在一定落差,地表水土条件不利于牧草生长,内外通达性弱。(5)不适宜区,面积广袤,比例为16.13%,主要分布在县域东部,整体较为集中。这类区域属于丘状坡地,高程接近5000 m,气候寒冷,各类灾害发生频率较高,人类活动限制性较强。

2.1.2 不同乡镇聚落地适宜性评价

结合不同乡镇内各等级聚落布局的适宜性区域分布情况(图2、表2),将那曲县各乡镇进行分级。(1)一类乡镇:那曲镇,其土地对于聚落布局的适宜性以较不适宜以上等级区为主,比例高达68%,是那曲地区行政中心,自然本底条件具有优势,经济社会发育程度相对较高,是地区交通中心,开放发展水平较高,聚落布局的整体环境较好。(2)二类乡镇:古露镇、孔玛乡、香茂乡、罗玛镇,具有一定面积的适宜区且拥有的适宜性等级大于等于一般适宜的区域达35%,普遍属于那曲县南北交通干线通过的乡镇,对外通达性较好,各类生产要素流动频繁,牧民具备从事非农生产的条件,市场化体制逐步形成,具备一定的聚落布局条件。(3)三类乡镇:那玛切乡、色雄乡、达前乡,适宜性等级大于等于一般适宜的区域约为30%,适宜聚落布局的空间较小,那玛切乡毗邻行政中心,使牧民具备发展生产的客观条件但自然本底环境不佳,另外两个乡镇的聚落布局适宜性区域虽然水草条件较好,适于畜牧业生产,但其区位条件较差,不利于聚落发展。(4)四类乡镇:达萨乡、洛麦乡、尼玛乡,对于聚落布局具备适宜性的地区位于山间狭长的沟谷地带,受限于特殊的地理条件,聚落只能点状分散布局,且处于高山连绵区,与外界联系弱,聚落布局环境较差。(5)五类乡镇:油恰乡,为那曲县自然地理环

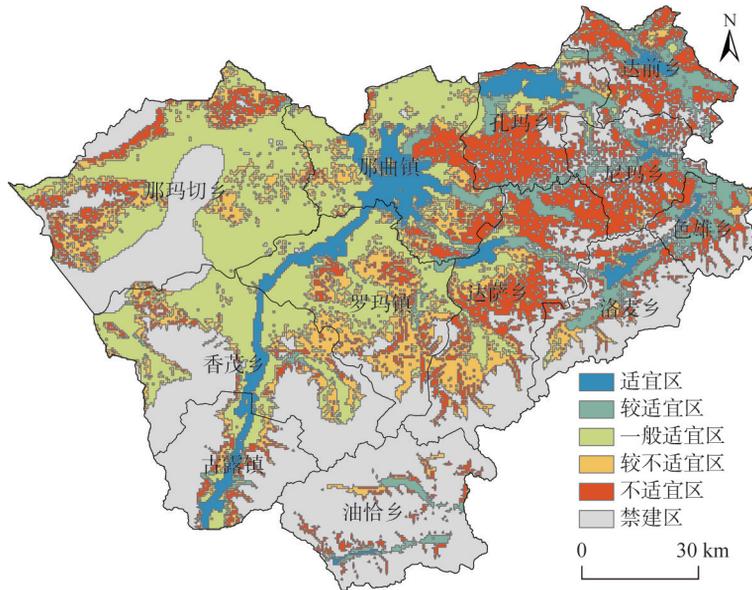


图2 那曲县聚落用地适宜性分区

Fig. 2 Suitability zoning for settlement land in Nagqu county

表2 那曲县各乡镇不同等级聚落用地适宜区分布情况

Table 2 Distribution of different grades suitable areas for settlements in various townships of Nagqu county

行政单元	适宜区		较适宜区		一般适宜区		较不适宜区		不适宜区		禁建区	
	面积 /km ²	比例 /%										
那曲县	848.3	5.2	1095.4	6.8	3749.9	23.1	1996.1	12.3	2616.1	16.1	5910.3	36.4
那曲镇	274.5	17.2	127.1	8.0	688.9	43.2	261.2	16.4	213.7	13.4	30.0	1.9
孔玛乡	123.4	13.6	121.2	13.3	89.1	9.8	68.4	7.5	337.8	37.2	168.8	18.6
罗玛镇	118.9	7.4	39.9	2.5	660.1	40.8	424.6	26.3	143.8	8.9	229.0	14.2
古露镇	96.8	10.3	22.8	2.4	98.1	10.5	62.8	6.7	67.5	7.2	589.6	62.9
香茂乡	70.0	3.3	27.5	1.3	718.7	34.0	275.6	13.0	78.3	3.7	942.9	44.6
洛麦乡	42.9	4.7	116.9	12.9	14.0	1.5	71.8	7.9	110.7	12.2	549.9	60.7
达萨乡	39.2	2.2	104.9	6.0	164.8	9.4	300.3	17.0	543.6	30.8	609.5	34.6
达前乡	37.0	4.8	176.0	22.7	22.2	2.9	39.2	5.1	310.7	40.1	189.8	24.5
尼玛乡	18.7	2.5	122.5	16.2	3.4	0.4	19.1	2.5	310.7	41.1	281.2	37.2
色雄乡	18.1	3.6	155.7	31.3	0.4	0.1	24.2	4.9	120.8	24.3	178.7	35.9
油恰乡	8.7	0.6	75.4	5.0	0.4	0	32.6	2.2	88.5	5.9	1292.6	86.3
那玛切乡	—	—	4.5	0.2	1281.9	45.2	413.3	14.6	286.5	10.1	848.3	29.9

境最差的乡镇,其位于念青唐古拉山核心区域,境内被禁建区大面积填充,比例达86%以上,灾害风险极大,整体不适宜聚落布局。

2.2 那曲县聚落现状用地评价

2.2.1 现状聚落分布特征

截至2017年,那曲县现有聚落为75.94 km²,分布在适宜性等级大于等于一般适宜的

面积比例为86.47%，适宜区是所有等级区域中分布聚落面积最大的区域，占现状聚落面积的48.97%，但在较不适宜、不适宜和禁建区内仍然有高达13.30%的聚落空间。总的来看那曲县聚落布局存在较大的提升空间（图3）。

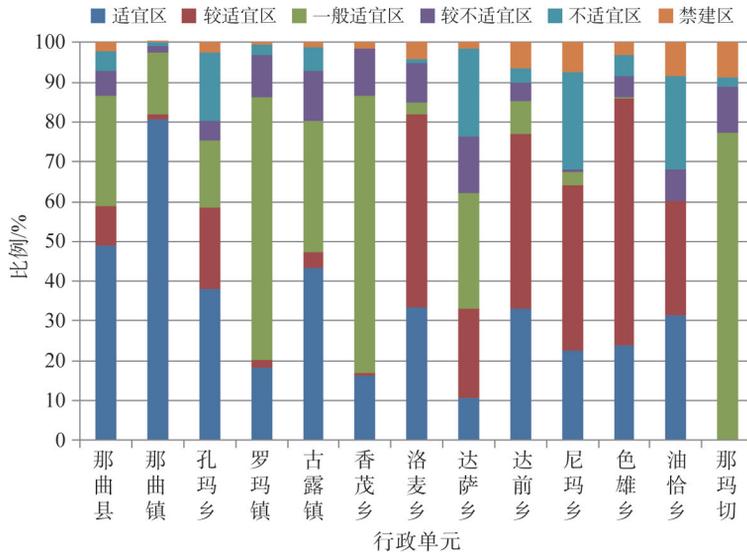


图3 那曲县各乡镇不同等级适宜区内的聚落分布情况

Fig. 3 Distribution of settlements in different grades suitable areas in various townships of Nagqu county

分析发现，那曲县聚落布局具有如下特征：（1）现状聚落的空间布局倾向于较高级别的适宜区。纵观全县所有乡镇的现状聚落布局，各乡镇内布局在适宜性等级大于等于一般适宜区内的面积均达到60%。（2）聚落用地适宜性条件较好的乡镇其布局合理性越高。对比五类乡镇内适宜性等级大于等于一般适宜区内的现状聚落比例发现，一类和二类乡镇高达97.30%和80%，而其他类别乡镇该比例普遍偏低，并且由于四类和五类乡镇整体聚落布局的适宜性较差，其存在较大占比的聚落空间位于低等级适宜区，如五类乡镇内适宜性等级低于一般适宜区的范围内现有聚落占比高达25%。（3）现状聚落格局的形成未经有效指引，导致部分聚落空间布局在禁建区。四类乡镇中的尼玛乡和五类乡镇存在大范围的禁建区，由于牧民定居格局较大程度是自发形成，缺乏引导，这些乡镇的现状聚落均有6%以上布局在禁建区，牧民生活质量低下的同时极易引发生态破坏。

2.2.2 聚落局部布局不合理成因解析

聚落布局适宜性等级低于一般适宜的区域通常山高沟深、地势条件恶劣、地表环境脆弱性强、气候多变、自然灾害发生概率大、远离交通要道，聚落布局的自然和社会经济条件均较差，在此空间内进行生产生活，极易造成牧民人身和财产损失，并且人类活动诱发生境破坏和重要水源地环境污染的风险较高。

识别现状聚落布局特征及其存在的主要问题，有利于指导未来聚落格局的优化发展。那曲县现有的聚落分布具有强烈的地域环境根植性、历史因素积淀性、宗教文化传承性等背景特征，诱发其聚落空间分布局部问题突出的因素有：（1）缺失空间布局指引。由于所处的地理环境偏远，人口稀疏，在落实游牧民定居政策的过程中，未对牧民的新居选址进行有效的引导，导致部分聚落空间布局在重要的生态保护区内（图4a），如

在那玛切乡境内的黑颈鹤国家级自然保护区核心区内出现牧民的定居生产活动, 给珍稀野生动物的生存和栖息地保护带来巨大的安全隐患。(2) 村级行政区划欠佳。由于青藏高原地域广袤但人口密度极小, 各县乡行政单元的空间范围比内陆同等级区域大几倍甚至几十倍, 在此背景下, 政府的管理和各项政策的落实需要依托基本的村级行政区划手段, 但未充分考虑依附于行政村划分的牧区草场对牧民生活空间的选择具有固定作用, 致使部分聚落布局在低等级适宜性区域(图4b)。其中五类油恰乡和四类尼玛乡分别被划分为9个和10个行政村, 大范围的低等级适宜区被分割成行政村, 间接将依附于草场生存的牧民引入环境恶劣区, 导致其现状聚落布局合理性较差。(3) 藏民对神山的宗教信仰。独特的藏族地域文化具有对自然景观崇拜、信仰的宗教习俗, 一些巨大的山峰成为藏民寄托信仰的对象, 全民信教的藏区生活形成了对特定山脉的依附性, 引导一部分聚落在山脉边缘布局, 如香茂乡的宗热格村环绕其“神山”附近的“玛尼堆”布局^[28]。(4) 藏区历史遗存的地域环境认同。藏区具有悠久独特的历史发展背景, 一些山脉纵深处的偏远地区具有历史发展中的传统部落文化遗存, 祖辈生存的地域环境往往在后辈人的观念中具有重要意义, 同时血缘和族缘关系在维系藏区社会关系中具有举足轻重的地位, 而且空间位置相对封闭, 与外界交流有限, 观念较为保守, 致使一部分低等级适宜性的高山连绵区有少数聚落布局。

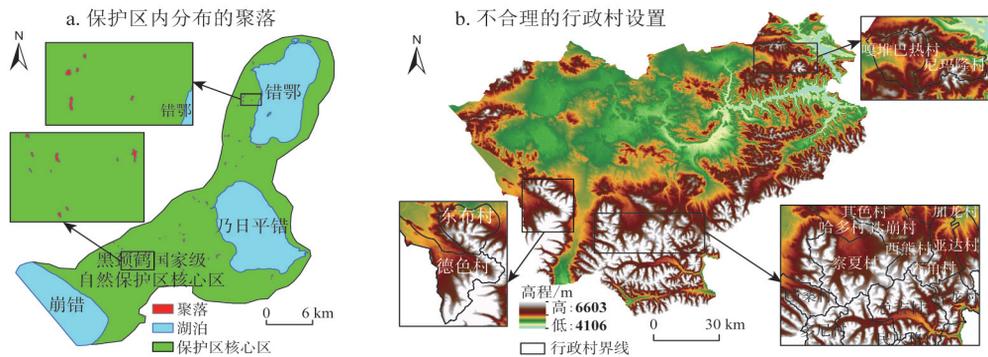


图4 那曲县聚落布局不合理原因示意图

Fig. 4 Schematic diagram of the unreasonable layout of settlement in Nagqu county

2.3 聚落重构

2.3.1 聚落重构的驱动机制

随着发展进程的推进和高寒藏区内外联系的基础设施条件的不断优化, 各类生产要素频繁流入此类地区, 随之带来的经济社会变迁也在逐步改变和重塑藏族牧民的思想观念、生产方式和生活条件, 同时现状聚落布局所暴露出的问题也越来越引起政策宏观调控和牧民自身的关注, 由之产生诱发聚落格局重构的动力, 根据各种驱动力的作用特征可将其分为内核系统驱动力和外缘系统驱动力^[14,29,30], 共同推动聚落重构。

内核系统驱动力诱发聚落空间结构调整。(1) 开放发展带来新的生产技术和生产策略, 促进藏区牧业生产由粗放走向适度集约高效, 人工种草技术和优质草种培育提高了牧草生产效率, 降低了牧民发展生产的空间移动性, 促进牧民定居生活的实现, 聚落整体空间布局形态逐步显现。(2) 商业化和市场化进程的逐步推进, 牧民思想意识得到充

分转变,将牧业资源转化为资本的意识 and 能力不断提高,发展效益牧业成为藏区牧民重要的生计策略,牧业合作组织的出现和牧户间草场承包、转租等生产形式日趋成熟,以生产效率为目标的适度牧业产业化发展必将驱动聚落空间调整,改变现有的过度分散格局,走向适度集中。(3)在发展效益牧业和适度规模化推进过程中,解放一部分劳动力的同时诞生了其他保障和服务生产发展的用工需求,牧民兼业发展,资金性收入得到稳步提升,生活富裕的同时带来对居住适宜性和便利化的更高要求,驱使聚落的多功能性发展。(4)随着高原经济发展,主要行政中心的经济腹地作用逐步增强并不断强化,主要交通线路的要素流通便利性有利于获得良好的经济效益,优势区位导向将主导未来聚落演化,促进聚落布局调整。

外缘系统驱动力驱动聚落格局重构。(1)现有的聚落空间局部存在对重点动植物保护区和生态敏感性区域的侵占现象,在生态文明建设深入推进过程中,要针对现存的问题区域进行重点布局调整。(2)青藏高原地区过度分散化的聚落布局,给聚落体系的各种基础设施建设带来了巨大挑战,也是造成目前其聚落居住环境质量低下的重要原因,在此类地区推行新型城镇化发展和援藏扶贫项目要坚持建构体系、适度集中的发展原则。(3)高寒牧区聚落体系尚未有效形成,新形势下的乡村振兴发展需要将此类区域列为典型地区,深入探索促进其聚落经济和社会体系建构的发展路径。(4)面向未来国家公园发展带来的人流和消费需求,要充分利用并进一步扩大青藏公路过境的交通和区位优势,完善聚落功能,优化结构体系,促进独具高寒牧区地域风格和品质的特色物产、医药、旅游观光产业体系的发展。

2.3.2 聚落重构路径

综合以上分析,从要素整合实现聚落空间重构、结构重组实现聚落经济重构、功能优化实现聚落社会重构三方面对那曲县聚落重构路径进行探讨(图5)。

(1) 空间重构

① 局部调整聚落布局,开展生态移民。针对布局在适宜性等级低、人类活动诱发环境损害概率大以及禁建区内的聚落有步骤有重点地实施生态移民。要充分做好前期统筹协调工作,明确搬迁范围、涉及人口和安置区域选择;要将收集被搬迁牧民意愿、了解需求作为工作开展的基础,有针对性地进行沟通协调、说服讲解;引导各类援藏项目向移民搬迁领域适度倾斜,强化资金保障程度,充分调研掌握搬迁可能对牧户带来的经济损失,给予充分补偿;结合牧民发展生产的必要环境需求,坚持适宜区导向的安置选择,优化新居条件;要特别考虑藏区社会联系特征,满足牧民搬迁前后亲人、熟人、族系关系的维持;藏族同胞的宗教风俗和信仰特点是贯穿整个移民过程的重中之重,在意愿征集、政策讲解、牧民安置、新居建设等方面要充分体现和满足其需求。循序渐进地指导牧民向居住发展适宜性较高的区域转移。

② 优化村级行政区设置,执行“村庄化”发展策略。前文分析发现,基于历史管理需要的不合理的行政村划分导致了部分环境恶劣空间内的聚落分布,要结合当前牧区发展生产的特点和保障牧民生存质量的提升,对行政辖区内的农牧资源展开科学考察和综合评估,将其作为村级行政区划调整的核心依据,撤并现有的部分不合理村域空间划分,最终形成以农牧资源合理配置为基础的村级行政单元。解决那曲县现状聚落过度分散问题是完善聚落功能的基本要求,结合藏区牧业科技化和现代化发展进程,需要充分

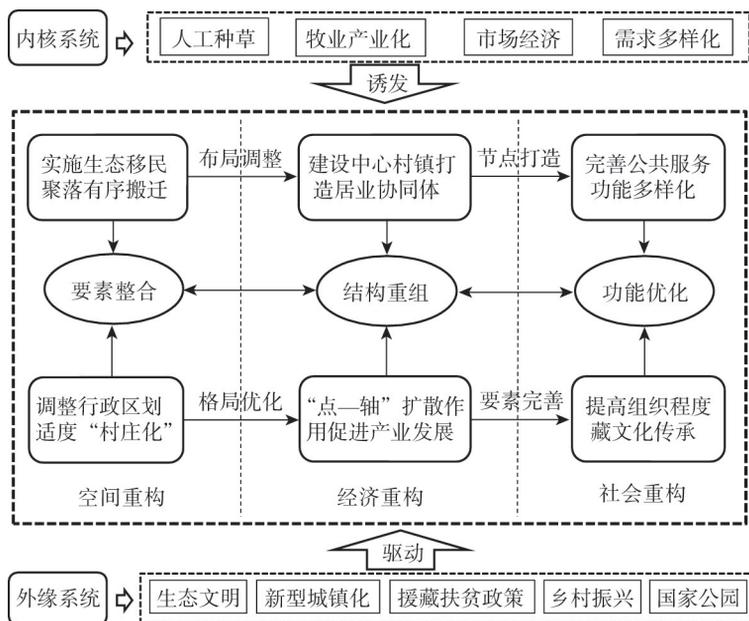


图5 那曲县聚落重构路径

Fig. 5 Settlements reconstruction path of Nagqu county

意识到推动人工种草基地和聚落格局的有机融合是实现生产生活双赢的有效路径, 通过政策层面的科学谋划和积极引导, 以各地资源环境实际承载能力为依据, 促进兼顾生产发展、适度集中的“村庄化”聚落空间结构早日形成。

(2) 经济重构

① 构筑村镇体系, 实现居业协同发展。充分认识青藏高原高寒环境和地域特征下形成的品质独特、质量上乘、特色突出的专有畜产品的重要价值, 树立长线思维, 推动系统化运行模式的建立和深层次加工体系运转, 把控从草籽育种到肉奶制品加工全产业链环节的良性衔接。以科技发展为指导, 以牧业技术园区为支撑平台, 选育营养价值高的牧草, 进入人工草场规模化种植, 形成现代化畜牧业饲草生产基地; 采取放—养结合方式, 探索高寒畜牧业适度规模化发展路径, 同步推动牦牛奶制品、羊奶制品和肉制品向精深加工方向延伸, 充分挖掘高寒牧区特色畜产品产业体系的发展潜力。逐步建立针对高原特色药材、珍贵虫草等生物资源、高山特有景观资源和民族地区地域文化资源开发的产业系统。基于产业发展的地域资源空间分布, 以聚落布局适宜性区域为重点, 筛选培育一批具有产村协同发展潜力的聚落建立为中心村, 促进发展条件较好的一、二类乡镇中心实现对人口和产业的适度集聚, 最终形成具有县城—乡镇中心—中心村多层次结构的居业协同型聚落体系。

② 完善聚落结构组织, 形成“点—轴”系统。“点—轴”系统通过中心地发展的影响力和轴带状交通体系的要素联通能力能够有效促进区域社会经济的空间影响力。那曲县虽然是藏北交通中心, 具有两条国道 (G109、G317) 和两条省道 (S301、S305) 构筑的道路体系, 能够实现内外联系的基本需求, 但是其通达性涉及的空间范围较为有限, 那曲县12个乡镇驻地中尚有1/4不能实现全天候通畅, 全部142个行政村仅有25个实现通畅, 建设联通那曲县多层次聚落空间结构的道路体系任重道远。未来发展需要重点

将入藏资金和项目用于交通线路修建方面,科学规划、次序分明地确定多层次聚落体系道路建设方案,促进“点—轴”体系尽快连接成网,充分发挥对各类生产、生活要素空间传导的作用,为藏北居业协同的聚落体系良性发展提供硬性“结构支撑”。

(3) 社会重构

① 合理配置基础设施,拓展聚落服务功能。分析发现,那曲县现状聚落布局零散且规模普遍较小,成为阻碍各类必要的基础设施布局的关键因素,最终导致其聚落体系松散、服务功能单一。那曲县多层次聚落结构体系的建立将逐步破除上述障碍,需要逐步完善、合理配置各项基础设施。推动用于牲畜保暖、育羔的暖棚建设逐步普及,加快高寒牧区清洁饮用水取水项目建设。结合聚落空间结构布局,科学规划电力线路和通讯基站的最优路径和位置选址,实现服务范围的最大化。针对中心村镇周边的适龄学生数量及空间分布,合理建立一体化教育教学设施,结合各类居业协同体布局,合理建立购物中心和各类型消费市场。建立完善藏区基本医疗和养老体系,提升牧民对于社会发展的整体获得感,完善藏民宗教活动所需的专用设施配置,在具备条件的地区建立寺庙等。

② 注重藏区社会组织关系建构,弘扬藏族优秀文化。高寒牧区传统生产生活方式下塑造了相对分散的聚落布局,导致人际交往少,藏区社会关系组织程度低,不利于社会管理和藏区稳定发展。适度“村庄化”建设思路为提升聚落聚居程度,建构藏区社会组织关系提供了契机。在全新的发展环境中,可以尝试推动邻里间的联户发展模式,建立不同规模不同层次的联保单元,借助信息化手段,增强偏远藏区社会成员的组织化程度,有利于促进信息传递、新技术推广和社会稳定。对于全民信教的藏区来说,藏族宗教文化是其聚落社会体系发展不可或缺的关键因素,在促进聚落体系发展过程中不仅要考虑实物性藏族文化设施的配置,更要积极探索藏族优秀传统文化的经济开发路径,实现藏区文化繁荣,满足藏民情感需求。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 那曲县对于聚落布局的适宜性整体较低,不同乡镇适宜性程度差异显著。适宜性等级高于一般适宜的区域零散分布在海拔较低、地势低缓的河谷地区,仅占全县面积的12%。其他适宜性较低的地区占全县面积的88%,分布相对集中。结合不同乡镇内各等级聚落布局的适宜性区域分布情况,那曲县各乡镇被划分为五类区域。

(2) 那曲县现有的聚落空间占全县总面积的0.47%,为7594 hm²,聚落空间布局的整体合理性有待提高。其中分布在一般适宜及其以上等级区的面积占聚落总面积的86.47%,而较不适宜、不适宜和禁建区内聚落占比高达13.53%。那曲县聚落空间布局倾向于较高级别的适宜区,聚落用地适宜性条件较好的乡镇其布局合理性越高。那曲县聚落布局不合理的原因包括:缺失空间布局指引、村级行政区划欠佳、藏民对神山的宗教信仰和历史遗存的地域环境认同。

(3) 受内核系统驱动力和外缘系统驱动力的共同作用,从空间、经济和社会三个方面提出那曲县聚落重构路径。其中空间重构可推动生态移民、适度“村庄化”等要素的整合来实现;经济重构要建设由特色产业为基础的村镇系统、充分利用“点—轴”结构的辐射效应等结构要素的重组来实现;社会重构需要通过合理安排基础设施、增强藏族

社会关系组织程度、提倡藏区优秀文化传承等优化功能的措施来实现。

3.2 讨论

(1) 开展青藏高原高寒地区聚落布局适宜性评价时,要充分把握其自然生态系统脆弱性和特殊的高寒畜牧业生产方式,要与内陆地区的同类研究加以区分,建立突出针对高寒、脆弱生态系统的地域根植性指标是取得合理评价结果的基础。本文聚落布局适宜性区域是相对不适宜聚落分布的空间而言,属于宏观概念,其含义是指在大范围空间内选择适合聚落发展的有利空间,与将聚落“点”状化进行空间设计和位置选址的微观研究不同;其“适宜性”指的是针对青藏高原高寒地区特有的相对分散化、牧业生产为主、对地表不扰动或极小程度扰动(人工种草)的聚落布局的相对适宜,与内陆地区同类研究指导的高密度^[5,11]、对地表景观极大扰动^[3,22]的聚落发展形式存在显著差别。

(2) 青藏高原高寒牧区传统生产生活方式为逐水草而居的游牧生活,随着近年来政策扶持和引导、草场承包、人工种草技术推广和牧业生产方式变迁等因素的影响,藏北牧民逐渐过渡到定居放牧阶段,聚落格局逐步形成,但由于其外部发展环境欠佳,社会经济系统发育薄弱,聚落要素、结构、功能尚不完善。本文从空间、经济、社会三方面提出的聚落重构路径对于藏北牧区来说其实也是聚落体系建构的过程,推动其发展阶段从“无”跃迁至“优”,而内陆地区针对发育成熟的聚落体系暴露出的问题或在发展环境变化的背景下对聚落体系的优化调整,属于从“有”到“优”的阶段变化,两类地区的聚落发展起点存在差异。

(3) 青藏高原高寒牧区具有独特的历史发展背景、丰富的宗教文化和边远山区的地域特征,历史遗存的村级行政区划一定程度限定了牧民在其空间内的活动,此类历史遗留问题是高寒牧区也是中国边远山区共同面对的问题^[31]。藏民历史传承的部落遗存、对特定地域环境的认同观念、对“神山”崇拜的宗教习俗等特征,使得藏区聚落空间布局存在特殊的“地域基因”^[32],同时也是诱发现有部分聚落空间布局合理性欠佳的原因。独特的发展环境决定高寒牧区聚落形成和演化机理的复杂性,因此在开展聚落重构的路径探讨中需要充分考虑藏族的宗教文化特征及其特殊需求。

(4) 本文针对青藏高原高寒牧区的聚落研究发现,高寒牧区聚落布局适宜性及其发展阶段与现有的内陆地区同类研究存在显著差别,且高寒牧区特殊的藏族宗教文化和历史环境使其聚落格局成因复杂且独特,从研究特色来看,一定程度上是对现状聚落案例研究的拓展。由于数据资料的限制性,文章的指标体系尚待进一步丰富和完善,未来可针对国家乡村振兴发展与藏区聚落重构的联动研究展开深入探讨。

参考文献(References):

- [1] 喻忠磊,张文新,梁进社,等.国土空间开发建设适宜性评价研究进展.地理科学进展,2015,34(9):1107-1122. [YU Z L, ZHANG W X, LIANG J S, et al. Progress in evaluating suitability of spatial development and construction land. Progress in Geography, 2015, 34(9): 1107-1122.]
- [2] 樊杰.中国主体功能区划方案.地理学报,2015,70(2):186-201. [FAN J. Draft of major function oriented zoning of China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 186-201.]
- [3] 谭少军,邵景安.基于生态适宜性评价的西南丘陵区土地整治工程布局研究.地理研究,2018,37(4):659-677. [TAN S J, SHAO J A. Land consolidation project layout based on ecological suitability evaluation in hilly areas of Southwest China. Geographical Research, 2018, 37(4): 659-677.]
- [4] 邹利林,王建英.中国农村居民点布局优化研究综述.中国人口·资源与环境,2015,25(4):59-68. [ZOU L L, WANG

- J Y. Review of research on layout optimization of rural settlements in China. *China Population, Resources and Environment*, 2015, 25(4): 59-68.]
- [5] 郭月婷, 廖和平, 徐建刚. 三峡库区农村居民点用地适宜性评价. *农业工程学报*, 2012, 28(5): 252-259. [GUO Y T, LIAO H P, XU J G. Evaluation on suitability of rural residential land in Three Gorges Reservoir region. *Transactions of the CSAE*, 2012, 28(5): 252-259.]
- [6] 秦天天, 齐伟, 李云强, 等. 基于生态位的山地农村居民点适宜度评价. *生态学报*, 2012, 32(16): 5175-5183. [QIN T T, QI W, LI Y Q, et al. Connotation and evaluating indicator system of rural residential land consolidation potentiality. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(16): 5175-5183.]
- [7] 李君, 武友德, 张磊, 等. 社会经济因素对乡村聚落区位影响的适宜性评价分析: 以云南环洱海地区为例. *经济地理*, 2016, 36(8): 195-201. [LI J, WU Y D, ZHANG L, et al. The suitability evaluation of social and economic factors on the location of rural settlement: Take Erhai Rim region of Yunnan for example. *Economic Geography*, 2016, 36(8): 195-201.]
- [8] 双文元, 郝晋珉, 艾东, 等. 基于AVC理论的农村居民点适宜性评价及分区分管. *土壤*, 2014, 46(1): 126-133. [SHUANG W Y, HAO J M, AI D, et al. Suitability evaluation, subarea control and regulation of rural residential land based on AVC theory. *Soils*, 2014, 46(1): 126-133.]
- [9] 文博, 刘友兆, 夏敏, 等. 基于灰靶模型的宜兴市农村居民点布局适宜性评价及分类调控研究. *地域研究与开发*, 2016, 35(5): 153-157, 169. [WEN B, LIU Y Z, XIA M, et al. Evaluation of territorial utilization quality in China: Based on the aspect of production-living-ecological space. *Areal Research and Development*, 2016, 35(5): 153-157, 169.]
- [10] 赵小娜, 宫雪, 田丰昊, 等. 延龙图地区城市土地生态适宜性评价. *自然资源学报*, 2017, 32(5): 778-787. [ZHAO X N, GONG X, TIAN F H, et al. The urban land ecological suitability evaluation of Yanji-Longjing-Tumen region. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(5): 778-787.]
- [11] 单勇兵, 马晓冬, 宣勇. 基于GIS的徐州市乡村聚落空间适宜性分析. *地域研究与开发*, 2012, 31(6): 156-160. [SHAN Y B, MA X D, XUAN Y. Suitability analysis of the rural settlements in Xuzhou based on GIS. *Areal Research and Development*, 2012, 31(6): 156-160.]
- [12] 魏伟, 石培基, 冯海春, 等. 干旱内陆河流域人居环境适宜性评价: 以石羊河流域为例. *自然资源学报*, 2012, 27(11): 1940-1950. [WEI W, SHI P J, FENG H C, et al. Study on the suitability evaluation of the human settlements environment in arid inland river basin: A case study on the Shiyang River Basin. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(11): 1940-1950.]
- [13] 周晓芳, 周永章, 欧阳军. 贵州喀斯特地貌区聚落的垂直分异探讨. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(12): 158-162. [ZHOU X F, ZHOU Y Z, OUYANG J. Vertical distribution of settlements in the typical Karst landform areas in Guizhou province. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(12): 158-162.]
- [14] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576. [LONG H L, TU S S. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [15] 何仁伟, 陈国阶, 刘邵权, 等. 中国乡村聚落地理研究进展及趋向. *地理科学进展*, 2012, 31(8): 1055-1062. [HE R W, CHEN G J, LIU S Q, et al. Research progress and tendency of Chinese rural settlements geography. *Progress in Geography*, 2012, 31(8): 1055-1062.]
- [16] 张璐, 杜宏茹, 雷加强, 等. 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 L, DU H R, LEI J Q, et al. Influencing factors of reconstructing the rural residential areas in minority area in Hotan, Xinjiang. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(6): 139-147.]
- [17] 樊杰, 王海. 西藏人口发展的空间解析与可持续城镇化探讨. *地理科学*, 2005, 25(4): 3-10. [FAN J, WANG H. Spatial analysis of population development and discussion of sustainable urbanization in Tibet. *Scientia Geographica Sinica*, 2005, 25(4): 3-10.]
- [18] 马文参, 徐增让. 基于高分影像的牧区聚落演变及其影响因子: 以西藏当曲流域为例. *经济地理*, 2017, 37(6): 215-223. [MA W C, XU Z R. Settlements change and its influencing factors in pastoral area based on high-resolution remote sensing image: A case study of Dangqu Watershed in Tibet. *Economic Geography*, 2017, 37(6): 215-223.]
- [19] 樊杰, 钟林生, 李建平, 等. 建设第三极国家公园群是西藏落实主体功能区大战略、走绿色发展之路的科学抉择. *中国科学院院刊*, 2017, 32(9): 932-944. [FAN J, ZHONG L S, LI J P, et al. Third Pole National Park Group construction

- is scientific choice for implementing strategy of major function zoning and green development in Tibet, China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(9): 932-944.]
- [20] 刘雪松. 那曲地区牧业气候区划. 北京: 气象出版社, 2003. [LIU X S. Pastoral Climate Zoning in Nagqu. Beijing: China Meteorological Press, 2003.]
- [21] 齐增湘, 廖建军, 徐卫华, 等. 基于 GIS 的秦岭山区聚落用地适宜性评价. *生态学报*, 2015, 35(4): 1274-1283. [QI Z X, LIAO J J, XU W H, et al. Suitability analysis of mountain settlements in Qinling using a GIS system. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(4): 1274-1283.]
- [22] 杨子生. 山区城镇建设用地适宜性评价方法及应用: 以云南省德宏州为例. *自然资源学报*, 2016, 31(1): 64-76. [YANG Z S. Land suitability evaluation for urban construction and its application in mountainous areas: A case study in Dehong Dai-Jingpo Autonomous Prefecture, Yunnan province. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(1): 64-76.]
- [23] 王录仓, 李巍, 李康兴. 高寒牧区乡村聚落空间分布特征及其优化: 以甘南州碌曲县为例. *西部人居环境学刊*, 2017, 32(1): 102-108. [WANG L C, LI W, LI K X. The characteristics and layout optimization of rural settlements' spatial distribution of alpine pastoral area: A case study of Luqu county of Gannan Prefecture. *Journal of Human Settlements in West China*, 2017, 32(1): 102-108.]
- [24] 王录仓, 石培基. 青藏高原东缘民族区域城镇可持续发展研究. *冰川冻土*, 2002, 24(4): 457-462. [WANG L C, SHI P J. Sustainable development of urban in the eastern fringe of the Tibetan Plateau. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002, 24(4): 457-462.]
- [25] 刘峰贵, 张海峰, 陈琼, 等. 青藏铁路沿线自然灾害地理组合特征分析. *地理科学*, 2010, 30(3): 384-390. [LIU F G, ZHANG H F, CHEN Q, et al. The characteristics of natural hazard regional combination law along the Qinghai-Tibet Railway. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30(3): 384-390.]
- [26] 鲁鹏, 田燕, 杨瑞霞. 环嵩山地区 9000a BP-3000a BP 聚落规模等级. *地理学报*, 2012, 67(10): 1375-1382. [LU P, TIAN Y, YANG R X. Study of size-grade of settlements around the Songshan Mountain in 9000-3000a BP based on SOFM networks. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(10): 1375-1382.]
- [27] STANKIEWICZ A, KOSIBA P. Advances in ecological modelling of soil properties by self-organizing feature maps of natural environment of lower Silesia. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 2009, 78(2): 167-174.
- [28] 郎维伟, 赵书彬. 藏北牧区定居点向村落变迁初探: 以那曲县达嘎多、宗热格两村为例. *西藏研究*, 2010, 26(6): 37-47. [LANG W W, ZHAO S B. The change from settlement to villages of nomads in Northern Tibet: Study of two villages of Dagedo and Zhongrege of Nagqu. *Tibetan Studies*, 2010, 26(6): 37-47.]
- [29] 何仁伟. 城乡融合与乡村振兴: 理论探讨、机理阐释与实现路径. *地理研究*, 2018, 37(11): 2127-2140. [HE R W. Urban-rural integration and rural revitalization: Theory, mechanism and implementation. *Geographical Research*, 2018, 37(11): 2127-2140.]
- [30] 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 Y L, XIE B G. 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.]
- [31] 陈国阶. 中国山区发展研究的态势与主要研究任务. *山地学报*, 2006, 24(5): 531-538. [CHEN G J. The trend and main task of study on the development of mountain areas in China. *Journal of Mountain Science*, 2006, 24(5): 531-538.]
- [32] 王录仓, 李巍. 藏族部落—寺院—村落“共生”效应研究: 以甘南州碌曲县为例. *经济地理*, 2015, 35(4): 135-141. [WANG L C, LI W. "Symbiotic" effect of Tibetan Tribe-Tibetan Buddhist Temples-Rural Settlement: A case study in Luqu, Gannan Tibetan Autonomous Prefecture. *Economic Geography*, 2015, 35(4): 135-141.]

Land suitability evaluation and reconstruction of settlements in the pastoral area of Tibetan Plateau: A case study of Nagqu county in Northern Tibet

ZHANG Hai-peng^{1,2}, HE Ren-wei^{3,4}, LIU Yun-wei⁴, FANG Fang⁵

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. City Situation Survey Research Center, Beijing Academy of Social Sciences, Beijing 100101, China; 4. School of Resources and Environment, Xichang College, Xichang, 615013, Sichuan, China; 5. Institute of Economics, Beijing Academy of Social Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Taking Nagqu county in the alpine pasture of Tibetan Plateau as a case study, this paper built a land suitability evaluation index system of settlements, assessed the suitability of the land for the layout of settlements and its suitability grade in the study area using self-organizing mapping neural network (SOFM), evaluated the land suitability of current settlements, and further explored the paths of settlement reconstruction. The results showed that: (1) Nagqu county had a low level of land suitability for the layout of settlements. Suitable and sub-suitable areas, scattered in valleys with low elevations and flat terrain, only accounted for 12% of the total land area. Other areas of poorer suitability were relatively concentrated, accounting for 88% of the total land area. There were obvious differences among various townships and towns in the land suitability of settlements. (2) The current settlements of Nagqu county covered an area of 75.94 km², accounting for only 0.47% of the total land area. Areas where the suitability level was generally suitable and above accounted for 86.47%. About 13.53% of settlement area was distributed in hardly suitable, unsuitable, or prohibited construction areas. The layout of settlements in various townships and towns tended towards high-grade suitability areas. The better the environmental conditions, the more reasonable the layout of settlements; and vice versa. Lack of planning guidelines, irrational setting of administrative villages, local identification with specific survival spaces, and worshipping of mountains by Tibetans all contributed to the unreasonable layout of settlements in Nagqu county. (3) Ecomigration, "village-oriented" development in suitable areas, and other promotion factors can be integrated to realize the spatial reconstruction of settlements. Through constructing the central villages and towns system supported by characteristic industries and giving full play to the element diffusion role of the "point-axis" system, restructuring can be promoted to achieve the economic restructuring of settlements. By means of improving the allocation of public service facilities, enhancing the degree of social organization, strengthening the inheritance of Tibetan culture, and promoting the optimization of other functions, the social restructuring of settlements will be accomplished.

Keywords: alpine pasture; settlement land; SOFM neural network; suitability evaluation; settlement reconstruction; Nagqu county