

# 基于景观安全格局的黄海区域农村居民点 空间布局优化

——以辽宁大连普兰店区为例

曲明<sup>1</sup>, 周蕴薇<sup>3</sup>, 曹福存<sup>1,2</sup>, 李晓军<sup>4</sup>

(1.东北林业大学, 哈尔滨 150040; 2.大连工业大学, 辽宁 大连 116034;

3.吉林农业大学, 长春 130118; 4.广州地理研究所, 广州 510070)

**摘要:**农村居民点合理布局是农村土地综合整治的重要组成部分,也是乡村振兴战略实施和农村人居环境整治的重要保障。借助 GIS 空间分析,利用景观安全格局理论与 MCR 模型,对黄海区域的普兰店沿海 3 个街道的农村居民点数据,从水土保持、生物多样性保护和水资源保护 3 个方面构建了普兰店沿海区域农村居民点布局综合景观安全格局。结果表明:根据普兰店区发展规划和沿海农村居民点分布现状,农村居民点用地优化方式为重点建设型、适度建设型、控制扩展型和迁移合并型 4 种类型。在近海区域或靠近河流的农村居民点,严格控制其规模或有限整治迁移至就近适度建设区或重点建设区。研究结果为沿海的新型城镇化建设及农村土地资源集约化发展提供决策支持。

**关键词:**农村居民点; 景观安全格局; 沿海区域; MCR 模型; 布局优化

中图分类号: F301.2; F323.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2021)01-0228-06

## Layout Optimization of Rural Residential Land in the Yellow Sea Based on Theory of Landscape Security Pattern

—A Case Study on Pulandian District in Dalian City of Liaoning Province

QU Ming<sup>1</sup>, ZHOU Yunwei<sup>3</sup>, CAO Fucun<sup>1,2</sup>, LI Xiaojun<sup>4</sup>

(1.Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2.Dalian Polytechnic University, Dalian, Liaoning 116034, China;

3.Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 4.Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** The rational distribution of rural residential areas is an important part of the comprehensive improvement of rural land and also an important guarantee for the implementation of rural revitalization strategy and the improvement of the rural inhabited environment. Based on the spatial analysis method in GIS platform, theory of landscape security pattern and MCR model, water soil conservation, biodiversity conservation and water resources protection were studied in three streets along the coast of Pulandian Reserve in the Yellow sea. Combined with the development planning of Pulandian district and the distribution status of coastal rural residential areas, optimization of land use in rural residential areas was divided into four types: key construction type, moderate construction type, control expansion type and migration combination type, accordingly. Corresponding strategies for different types of optimization of land use in rural residential areas were proposed. The coastal areas or rural residential areas close to rivers should be strictly controlled the scale or limited regulation and relocation to the nearby moderate construction area or key construction area. These research results can provide decision support for the construction of new urbanization construction and the intensive development of rural land resources in the coastal areas.

**Keywords:** rural residential; landscape security pattern; costal area; MCR mode; layout optimization

收稿日期: 2020-04-14

修回日期: 2020-06-03

资助项目: 2017 年辽宁省自然科学基金指导计划资助项目(20170540071); 2019 年中央财政支持地方高校改革发展专项资金项目“传统村落人居环境空间能量研究中心”; 广东省重大科技专项和广州市产学研协同创新重大专项(2015B010104004, 2015A030401069, 201704020205)

第一作者: 曲明(1991—), 男, 辽宁大连人, 博士生, 从事风景园林及景观生态学研究。E-mail: qm504193416@nefu.edu.cn

通信作者: 曹福存(1969—), 男, 辽宁省朝阳人, 博士生导师, 教授, 从事风景园林学研究。E-mail: cfc1969@sina.com

农村居民点合理布局是新型城镇化建设及城乡融合发展的重要保障,也是农村土地综合整治的基石。目前国内农村居民点布局优化研究侧重于时空演化及其驱动机制<sup>[1-2]</sup>、空间优化配置及机制研究<sup>[3-5]</sup>、区位评价等<sup>[1-4]</sup>。近些年来,景观安全格局理论引起了学者们的广泛关注,已被运用生态保护规划<sup>[6]</sup>、农村土地整治<sup>[5-7]</sup>、城乡区域景观安全格局构建等<sup>[7-8]</sup>方面,这些为农村居民点优化布局的生态用地保护研究提供了重要理论和技术借鉴。但关于构建沿海水资源保护的农村居民点的景观安全格局较少。现有研究对象涉及山区、丘陵和平原等不同地貌类型村庄,沿海区域农村居民点研究仅有东部沿海区域<sup>[9]</sup>和山东半岛<sup>[10]</sup>区域,而目前关于黄海区域辽东半岛的农村居民点研究相对较少。本文选取典型的极为敏感的生态脆弱区为黄海区域辽东半岛大连普兰店沿海农村居民点,从实践操作层面探讨沿海区域丘陵平原区土地资源优化配置和合理开发利用。基于景观安全格局视角,本文从大连普兰店沿海区域的水土保持、生物多样性保护和水资源保护 3 个视角,利用最小累计阻力(minimum cumulative resistance, MCR)模型构建沿海区域景观生态安全格局,通过对景观生态安全格局分布图与其农村居民点进行叠加,提出不同景观生态安全格局水平下的沿海区域居民点布局整治优化途径,以期为濒临黄海区域的城乡融合发展和土地资源集约化提供参考。

## 1 研究区概况与数据来源

普兰店位于辽东半岛中南部东侧,地势北高南低、西高东低,海岸线总长约 187 km,濒临渤海黄海两海。属于温带季风气候区,四季分明,年平均气温 9.7℃,年降水量约为 635~920 mm。本文选取普兰店南部沿黄海的杨树房街道、皮口街道和城子坦街道作为研究区(图 1),但结合陆域生态功能性,研究区的岛屿不考虑在内,其地理坐标位于东经 112°10′56″—112°34′31″E、北纬 39°19′10″—39°38′58″N。区域内地势从北和西北部向南和东南部降低,南部盐田和滩涂面积约为 167.45 km<sup>2</sup>,境内的大沙河、清水河、赞子河和碧流河等河流穿越村庄最终汇入黄海。交通便利,沈大铁路、丹大快速铁路、丹大高速公路 201 国道和滨海路在境内横跨东西,南部的皮口港为大陆进入长山群岛中部的的主要港口,也是一个集客运、货运和渔业为一体的综合性港口。2017 年研究区下辖 3 个街道、19 个社区,18 个行政村,总人口约 17.06 万人,其中农业人口为 8.95 万人。其行政区总面积约为 574.86 km<sup>2</sup>,耕地面积约为 243.05 km<sup>2</sup>,农业主要以玉米、水稻和花生为主,果树

以桃和苹果为主,南部临海区域以海水养殖业和海洋捕捞业为主。研究区农村居民点面积为 31.59 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 5.49%。

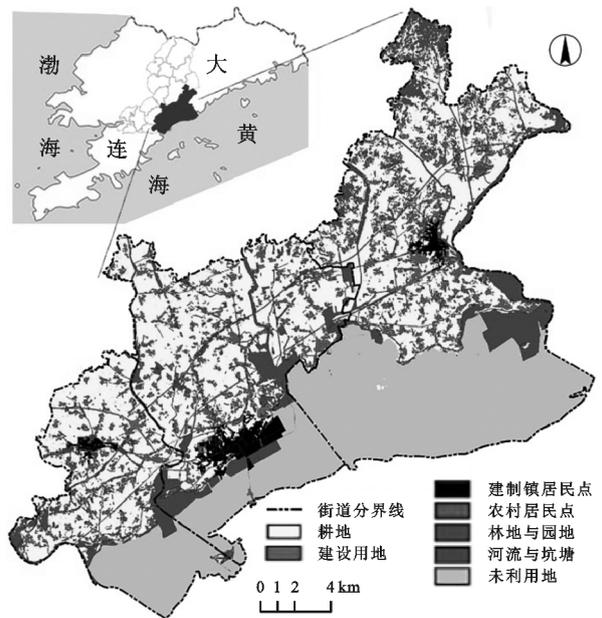


图 1 区域位置及研究区土地利用类型

本研究数据主要包括 3 个街道的 2015 年 1:1 万土地利用现状图(国土资源管理部门提供的),2015 年林班现状分布图,城镇规划(2010—2030 年),2018 年普兰店区统计年鉴。数字高程模型 DEM 和 NDVI 数据均采用中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>)的 30 m 分辨率 GDEM 数据和 MODIS 月合成产品。

## 2 研究方法

### 2.1 研究框架

依据普兰店沿海区域生态环境特征和物种多样性及其受威胁因素等,本文通过水土保持<sup>[11-12]</sup>、生物多样性保护<sup>[11-13]</sup>和水资源安全保护性<sup>[13-14]</sup>划分生态源地,选取坡度、土地利用类型和植被覆盖度等因子作为生态约束条件建立阻力面,利用 MCR 模型计算生态源地的最小累计阻力面构建其景观生态安全格局。在此基础上,本研究结合现有农村居民点格局提出其优化布局模式。

本研究利用 MCR 模型构建景观安全格局,它是计算从生态源地经过不同阻力的景观所克服的最小阻力或成本耗费最小的距离<sup>[15]</sup>。该模型已广泛应用于城镇土地空间重构<sup>[7-12]</sup>、农村居民点布局优化<sup>[3-5]</sup>、土地资源空间格局生态优化等<sup>[13-14]</sup>方面。MCR 模型最早由 Knaapen 等提出<sup>[15]</sup>,并结合地理信息系统中的成本距离(cost-distance)<sup>[6-16]</sup>,主要考虑源、距离和景观基面特征。公式如下:

$$MCR = f \min_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \cdot R_i)$$

式中： $D_{ij}$  为物种从源  $j$  到景观单元  $i$  的空间距离  $R_i$  为景观单元  $i$  对某种运动过程的阻力； $f$  为反映空间任意一点最小阻力与到源的距离和景观基面特征的正相关的未知函数。该模型可以通过 ArcGIS 软件中的成本加权 (Cost-Weighted) 工具实现。

## 2.2 研究区景观安全格局构建

### 2.2.1 源的确定

一般来说,生态源地是景观生态安全质量最佳的核心地带,它的选取要保证生态系统服务的可持续性、能量与物质流通性好、水源涵养功能强等方面<sup>[16]</sup>。鉴于研究区南部有近 29.13% 面积为滩涂和盐田的滨海湿地,参考滨海湿地生态服务及评价<sup>[17]</sup>、农村居民点用地布局和适应性评价的相关文献<sup>[3-5]</sup>,本文选取生态林地、水体和滨海湿地作为景观生态安全格局分析的生态源地。针对水土保持、生物多样性保护和水资源保护的不同目的,结合研究区自然环境特征,确定各种保护目的的源地。在研究区坡度按照  $>25^\circ$ ,  $>15^\circ \sim 25^\circ$ ,  $>6^\circ \sim 15^\circ$ ,  $>2^\circ \sim 6^\circ$ ,  $\leq 2^\circ$  的 5 个等级,以及植被覆盖度分成 0.343, 0.527, 0.649, 0.728 共 4 个断点 5 个等级的基础上,考虑研究区平均坡度约为  $2.6^\circ$ ,水土保持生态源地选取大于  $15^\circ$  和植被覆盖度小于 0.343 的区域作为源。根据普兰店沿海街道实地调查,大量动植物集中在北部、西北部丘陵区植被覆盖度大区域,还有水域及滨海盐田滩涂湿地生物多样性也很丰富<sup>[17]</sup>,因此面积  $>2 \text{ hm}^2$  的生态林、河流和滨海盐田滩涂湿地作为研究区生物多样性保护源。水资源安全保护不仅是维持自然生态系统结构、功能和过程并提升生态恢复力,也是促进人居环境改善的重要制约因素<sup>[17-18]</sup>。依据区域内水体空间格局和相关文献<sup>[5-18]</sup>,本文选择河流、水库及沟渠、水田、滨海盐田和滩涂等水体分布为水资源安全保护源。

### 2.2.2 阻力面的构建

根据不同的保护目的,建立不同的阻力面。水土保持在区域侵蚀控制及生态安全维持方面具有重要作用,也是生态系统提供的重要调节服务之一。水土流失严重会引起山体滑坡、土地塌陷、洪水泛滥等自然灾害从而对局部城乡居民点的人身及财产安全造成隐患。而坡度、土地利用类型和植被覆盖度是影响和造成水土流失重要因子<sup>[11-14]</sup>,因此,水土保持单因子景观安全格局阻力面选取坡度、土地利用类型和植被覆盖度作为阻力因子,并依据专家意见,这 3 个阻力面阻力系数是基本相同的。依据坡度越大或植被覆盖度越低均越易发生水土流失,对不同类型坡度和植被覆盖度的阻力系数赋值,具体内

容见表 1。为了保证评价结果的统一,景观安全格局阻力面以坡度为参照均分为 5 个等级。参照谢高地等<sup>[19]</sup>研究的陆地生态系统单位面积生态服务价值当量和研究区自然情况,水源涵养、土壤形成与保护是水土流水主要涵盖的生态服务价值,本文确定了不同土地利用类型对水土流水的阻力系数。

表 1 水土保持影响要素及其阻力系数

影响要素	权重	分级	阻力系数
坡度	0.334	$\geq 25^\circ$	1
		$15^\circ \sim 25^\circ$	3
		$6^\circ \sim 15^\circ$	5
		$2^\circ \sim 6^\circ$	7
		$\leq 2^\circ$	9
植被覆盖度	0.333	$\leq 0.343$	1
		0.343~0.527	3
		0.527~0.649	5
		0.649~0.728	7
土地利用类型	0.333	$\geq 0.728$	9
		未利用地	1
		建设用地	3
		林地、园地	5
		耕地、草地	7
		水域、盐田滩涂	9

农村居民点用地布局不仅要考虑生境较好的区域,还有兼顾野生动物栖息地保护,以达到区域内生物多样性保护的目。生物多样性服务功能高的区域能提供较好的生境,因此生物多样性保护的阻力因子选取植被覆盖度和土地利用类型。结合研究区自然环境和专家意见,植被覆盖度和土地利用类型对生物多样性保护影响同样重要,其权重均设为 0.5。一般植被覆盖度越高,生态系统服务价值就越高<sup>[20]</sup>,也是影响该区域生物多样性的重要因素之一。而不同的土地利用类型保持生物资源的能力不同,参考谢高地等研究的生物多样性服务价值<sup>[19]</sup>,得到不同土地利用类型的生物多样性保护阻力系数,见表 2。

作为生命之源、生产之要、生态之基的水资源,其不可替代性和稀缺性已影响了经济、社会和生态发展<sup>[18]</sup>。综合考虑沿海区域入海口河流和滨海滩涂及相关专家意见,本文选取植被覆盖度和土地利用类型作为水资源保护的阻力因子,并设置其阻力系数均为 0.5,最终得到水资源保护阻力面。研究区植被覆盖度越大的区域,水源涵养林也丰富,水资源保护受到的阻力越小。土地利用类型方面的阻力依据生态系统单位面积生态服务当量中水源涵养、气体调节、气候调节和生物多样性保护的功能价值排序进行赋值,具体见表 2。

表 2 生物多样性和水资源保护影响要素及其阻力系数

影响要素	分级	生物多样性	水资源保护
		保护阻力系数	阻力系数
植被覆盖度	$\geq 0.728$	1	1
	0.649~0.728	3	3
	0.527~0.64	5	5
	0.343~0.527	7	7
	$\leq 0.343$	9	9
土地利用类型	水域及滩涂盐田	3	1
	林地、园地	1	3
	耕地、草地	5	5
	建设用地	7	9
	未利用地	9	7

## 3 结果与分析

### 3.1 研究区单因子景观安全格局分析

依据景观安全格局理论与方法,以阻力值发生明显突变处作为阈值,本文采用自然断点法将最小累计阻力值重新分为 4 类,得出研究区的水土保持、生物多样性保护和水资源保护的单因子景观安全格局和综合景观安全格局,其结果见图 2 和表 3。

单因子水土保持安全格局从低到高 4 个等级区分分别占区域总面积的 51.04%, 24.81%, 16.77%, 7.38%。从图 2A 可知,水土保持低安全水平区域集中在南部及东南大片的盐田与滩涂,以及城子坦街道北部和西部山区、皮口街道中南部、杨树房街道西部等呈块状或带状集聚,坡度相对较大、植被覆盖度小、岩石风化大的区域。除了盐田滩涂外,这些区域大多为沿海丘陵区、具有一定坡度,植被覆盖度低,土地利用类型为抗侵蚀力较弱的耕地、草地、园地及建设用地等,水土流失非常容易发生。较低安全水平区域处于低安全水平区的外层,主要分布在城子坦街道东北部、皮口街道西北部和杨树房街道北部,水土流失容易发生。中等安全水平区域集中在城子坦街道中部、皮口街道西北部和中南部、杨树房中北部,地势相对平坦,不易发生水土流失等地质灾害,比较适合农村居民点用地布局。高安全水平区域主要分布在沿海平原区的城子坦街道中部、皮口中南部和中东部,是比较理想的农村居民点的栖息地。为提升整体水土保持安全水平,丘陵山区继续采取封山育林、荒山造林、退耕还林等措施提高植被覆盖度,改善地表径流,减少水土流失。

生物多样性保护安全格局从低到高 4 个等级的安全水平区域面积分别占区域总面积的 67.09%, 22.94%, 8.21% 和 1.76%。低安全水平区域主要位于东部城子坦街道、碧流河社区和金山村、西部杨树房社区和

清水河村、南部盐田和滩涂、北部城子坦街道郑沟村和下吴村、中部皮口街道的大岭和赞子河村等区域。这些区域除了南部盐田和滩涂外,水涵养林、水土保持林、沿海护路林和护岸林等植被覆盖率高、生态环境优越,是生物生存与繁衍的栖息地,生物多样性也丰富。但随着新农村建设和城镇一体化发展,该区生态环境因人类高强度活动极易遭到破坏,进而影响到生物多样性。生物多样性的较低安全水平区域为低安全水平区的生物栖息地提供了缓冲区,集中在城子坦街道中东部、皮口街道的西北部和杨树房街道北部。中度安全和高安全区域集中分布在城子坦街道中南部、皮口街道东南部和中南部、杨树房街道中北部,该区域以农用地和建设用地为主要土地利用类型,比较满足人类生产生活需要的栖息地标准,因此可以作为农村居民点的布局。

水资源保护安全格局从低到高 4 个等级的安全水平区域面积分别占区域总面积的 56.21%, 24.24%, 14.84% 和 4.71%。低安全水平区域集中分布在研究区的东部、南部和西南部、皮口街道中南部和西部以及街道行政分界处,因碧流河、清水河和大沙河自北向南穿过研究区最终汇入黄海,也是街道的行政分界线。该区域均处于河流下游,水体面积占其“源”地的 20.59%,且生物多样性丰富,但河流洪涝引发的自然灾害,不适应人类活动景观的分布与建设。水资源安全保护较低安全水平区域以低安全水平为中心,向外依次为中等安全水平和高安全水平区域。中等安全和高安全区域集中分布在城子坦街道中南部、皮口街道中南部、杨树房街道西北部,该区域以建设用地和农用地为主要土地利用类型,比较适合农村居民点的布局。随水资源保护安全等级的提高,造成水资源安全能力的逐渐减弱。此外,研究区城子坦街道东部碧流河、皮口街道中部赞子河、穿越皮口街道与杨树房街道的清水河、杨树房街道西部大沙河和大高屯水库等区域是研究区重要的饮用水水源地,禁止非法占用河道、采砂采矿等行为,严禁向水体及河道排污,实施农村生活污水处理工程以及推进农业生产清洁化,严格保证饮用水源的生态安全。

### 3.2 研究区综合景观安全格局分析

利用水土保持、生物多样性保护和水资源保护等 3 种安全格局按照同等重要性进行叠加并利用自然断点分析法重分类后,得到普兰店沿海区域农村居民点综合景观安全格局(图 2D 和表 3)。结果表明,综合景观安全格局中高安全区与中等安全区面积合计为 202.68 km<sup>2</sup>,面积比重为 36.99%,主要分布于城子坦街道中南部和东北部、皮口街道中南部和东北

部、杨树房街道东部等区域,这与该区域以建设用地和农用地有很大关联。低与较低安全区面积合计为 345.18 km<sup>2</sup>,面积比重为 63.01%,主要分布于南部沿海滩涂和盐田、城子坦街道东部和西北部、皮口街道

西北部和中东部、杨树房街道西部等区域,该区域大都处于低山和低丘缓坡区或河谷地带,林地资源分布相对集中,生物多样性和水资源安全保护功能突出。这种分布态势与研究区地形地貌特征较为一致。

A 水土保持安全格局 B 生物多样性保护安全格局 C 水资源保护安全格局 D 综合景观安全格局

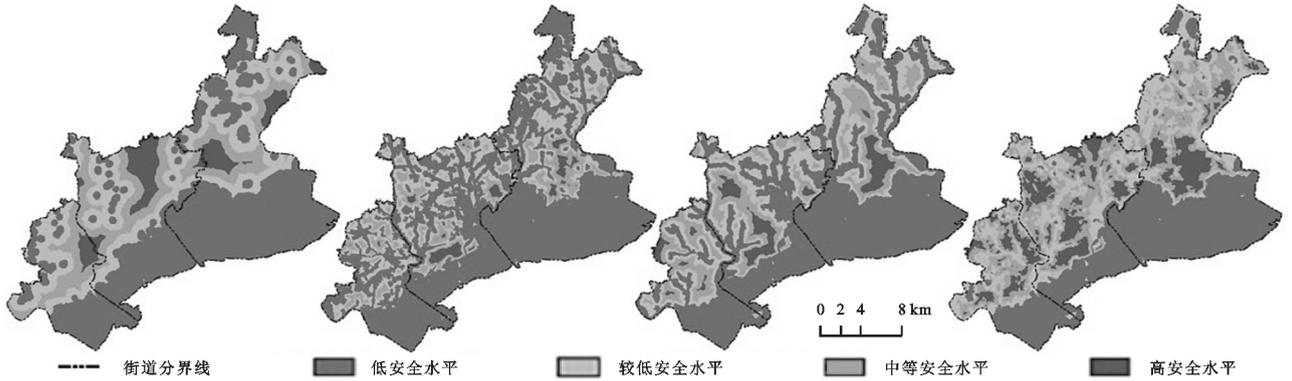


图 2 普兰店区沿海区域用地布局景观安全格局评价

表 3 普兰店区沿海区域景观安全格局不同等级的面积对比

景观安全格局类型	km <sup>2</sup>			
	低安全	较低安全	中等安全	高安全
水土保持	293.39	142.60	96.44	42.42
生物多样性	285.70	131.87	47.16	10.13
水资源保护	323.14	139.36	85.32	27.04
综合因子	200.47	144.72	137.06	65.62

### 3.3 研究区农村居民点用地布局优化方式及策略

参考相关文献研究<sup>[5-8]</sup>,景观安全格局越高的区域内农村居民点,其自然条件优势也相对较高。根据图 2 的研究区综合景观安全格局与图 1 的研究区农村居民点现状进行叠加,结合普兰店区空间发展规划,本文将农村居民点用地划分为重点建设型、适度建设型、控制扩展型和迁移合并型 4 种布局优化方式。研究区 3 个街道的农村居民点用地布局面积的统计结果,见图 3。

(1) 重点建设型。该区域的农村居民点用地处于综合景观安全格局中高安全水平状态,其用地优化方向为重点建设型。此类型农村居民点占总农村居民点用地规模的 20.72%,面积共计 654.55 hm<sup>2</sup>;空间整体分布不均,主要集中在城子坦街道中南部的碧流河社区西北、大卢社区北部和东北部、金厂社区中部及东老滩社区中北部,皮口街道中南部和北部、新海社区北部、石固社区北部和东南部、三官村中部、大尹村西北部,杨树房街道中东部李家村中部和河西村东南部。其中城子坦街道农村居民点所占比重最大,占高安全水平区的农村居民总面积的 48.30%。这些区域地势平坦、沿海冲积平原等自然条件优越,离国道和省道较近的便利交通,适合人类的生活生产活动,因而可作为农村居民点布局的重点建设区域。对

于离建制镇比较近的重点建设农村居民点,采取政府引导、村民动员的组织模式,在依靠城镇现有的基础公共服务设施,促进区域内农村居民点城镇化发展。离建制镇较远的规模较大、连片的重点建设的农村居民点,在节约集约用地前提下建设现代化的农村社区,完善配套相应的基础公共服务设施,并接纳规模小、分布离散的迁移合并农村居民点,逐渐转变村民生活方式,推进农村人口城镇化。

(2) 适度建设型。该区域的农村居民点用地处于中等安全水平状态,其用地优化方向为适度建设型。该类型农村居民点占总的农村居民点用地规模 39.69%,面积共计 1 254.22 hm<sup>2</sup>,主要分布在研究区中部和西北部,比较分散。该区域地势相对平坦,交通便利、农业资源与水文资源也丰富,基础公共服务设施相对完善,给农村的生活和生产提供了有力条件。在政府和村民共同参与、土地利用集约前提下,注重水资源保护、生物多样性保护和水土保持,合理规划村庄用地的建设,进一步完善日常生活的基础设施及配套农业生产,为农业产业化发展创造条件。

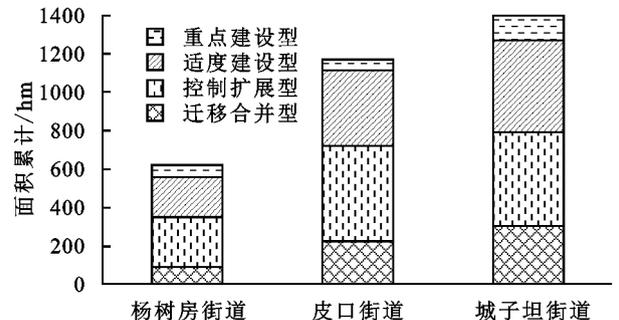


图 3 景观安全格局等级下各街道农村居民点用地面积特征

(3) 控制扩展型。该区域的农村居民点用地处于较低安全水平状态,其用地优化方向为控制扩展

型。此类型农村居民点面积共计 1 057.10 hm<sup>2</sup>, 占总的农村居民点用地规模 33.46%, 主要集中在城子坦街道中北部和中南部、皮口街道西北部和东北部、杨树房街道中北部。该区域农村居民点一部分是北部的低丘缓坡区, 地质灾害易发区, 农业生产条件受到限制多。另一部分是靠近河流或坑塘水面的农村居民点, 为了保护水资源安全和生物多样性丰富, 减少或者不再安排该区域内的建设用地报批。这类农村居民点建议控制其发展规模, 不盲目向外扩展, 通过整治废弃或闲置居民点, 加强其内部的生态基础设施建设, 保护生态环境, 促进人与自然和谐相处。

(4) 迁移合并型。该区域的农村居民点用地处于低安全水平状态, 其用地优化方向为迁移合并型。此类型农村居民点面积共计 193.74 hm<sup>2</sup>, 占总农村居民点用地规模的 6.13%, 主要分布在城子坦街道东老滩南部、碧流河东南部和渔业村南部, 皮口街道中东部和南部, 杨树房街道西北和中南部。该区域农村居民点一部分为西北低丘区域坡度大的区域, 交通不便, 受地质灾害等因素影响的不适宜居住环境, 通过就近迁移到交通便利、生活条件较好的重点建设区或适度发展区, 也能够提升农村村民的生产和生活水平。还有一部分位于南部入海口区域或河流的生态保护范围内的居民点, 为保护水资源的良好生态环境, 这些农村居民点直接迁入邻近适度建设型或重点建设型的居民点内。

## 4 结论

(1) 普兰店沿海区域农村居民点综合景观安全格局近 2/3 区域处于低安全水平与较低安全水平, 低安全水平区占比最高, 为 36.59%, 集中分布在南部入海口、盐田和滩涂; 较低安全水平区占研究区总面积的 26.41%, 集中分布在东北部和西部; 中等安全水平区占研究区总面积的 25.02%, 集中分布在较低生态安全水平外围; 高安全水平区占比最低, 为 11.98%, 集中分布研究区中东部和中北部。

(2) 普兰店沿海区域 2015 年的农村居民点用地主要集中在中等安全水平和高安全水平范围内, 占研究区农村居民点用地总规模的 60.41%; 这与各个农村居民点由于地形地貌、植被覆盖度以及与水源距离远近等因素影响, 造成水土保持、生物多样性保护和水资源保护景观安全水平的不同。

(3) 根据综合景观安全格局和农村居民点用地现状, 将研究区的农村居民点用地分为重点建设型、适度建设型、控制扩展型和迁移合并型 4 种布局优化方式, 并提出相应的建设发展策略。重点建设型农村居民点依靠交通便利和距离城镇近的特征进一步推

进城镇化建设, 以及在节约集约用地前提下建设现代化的农村社区, 并吸引周边规模小、分布离散居民点的聚集; 适度建设型的农村居民点在完善日常生活的基础设施及配套农业生产设施基础上, 在建设开发过程中应注重水土保持、生物多样性保护和水资源保护; 控制扩展型农村居民点应注重农村居民点间空地改造和基础设施建设, 不盲目向外扩展, 保护水土环境; 迁移合并型居民点根据水资源保护, 设立禁止建设区, 就近迁移到交通便利、生活条件较好的重点建设区或适度建设区集中安置。

利用景观安全格局理论和累计最小阻力模型对普兰店区沿海农村居民点用地优化布局进行了探讨, 思路和丰富可为其他近海区域农村居民点景观生态安全格局构建提供借鉴。而本文的阻力系数与生态系统服务价值指标确定是参考已有的研究成果构建景观安全格局阻力面, 但未对沿海区域农村居民点的阻力系数设定的合理性和科学性进行详细探讨, 这也是今后还需待进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 刘晓清, 毕如田, 高艳. 基于 GIS 的半山丘陵区农村居民点空间布局及优化分析[J]. 经济地理, 2011, 31(5): 822-826.
- [3] 邵新娟, 张永福, 陈文倩, 等. 基于最小累计阻力的农村居民点整治优化研究[J]. 水土保持研究, 2016, 23(3): 309-313.
- [4] 程文仕, 乔燕强, 陈英. 西南山地丘陵区农村居民点用地适宜性评价与分区优化[J]. 水土保持通报, 2014, 34(5): 322-327.
- [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.
- [6] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 8-15.
- [7] 张丽芳, 廖雨, 杨存建, 等. 基于景观安全格局理论的寿城自然保护区人类活动用地评价[J]. 水土保持通报, 2019, 39(3): 217-222.
- [8] 王洁, 李锋, 钱谊, 等. 基于生态服务的城乡景观生态安全格局的构建[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(11): 199-205.
- [9] 陈亚婷, 张超, 杨建宇, 等. 中国东南沿海农村居民点整治潜力评价方法[J]. 农业工程学报, 2010, 26(S2): 349-354.
- [10] 齐文平, 王艳慧, 梁晨霞, 等. 农村居民点综合破碎度评价及影响因素探测: 以山东日照市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(6): 18-26.
- [11] 付梦娣, 罗建武, 田瑜, 等. 基于最小累积阻力模型的自然保护区网络构建与优化: 以秦岭地区为例[J]. 生态学杂志, 2018, 37(4): 1135-1143.

- 地理学报, 2011, 66(12): 1657-1668.
- [15] 刘海龙, 石培基, 李生梅, 等. 河西走廊生态经济系统协调度评价及其空间演化[J]. 应用生态学报, 2014, 25(12): 3645-3654.
- [16] 李丽, 王心源, 骆磊, 等. 生态系统服务价值评估方法综述[J]. 生态学杂志, 2018, 37(4): 1233-1245.
- [17] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 386: 253-260.
- [18] 肖玉, 谢高地, 安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 676-680.
- [19] 谢高地, 张彩霞, 张昌顺, 等. 中国生态系统服务的价值[J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1740-1746.
- [20] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [21] 韩蕊, 孙思琦, 郭烁, 等. 川东地区生态系统服务价值时空演变及其驱动力分析[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(9): 1136-1143.
- [22] 逯惠艳, 周双双, 郑晓东, 等. 长春市土地利用时空演变及生态系统服务价值测度[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2019, 51(3): 122-127.
- [23] 汪东川, 孙志超, 孙然好, 等. 京津冀城市群生态系统服务价值的时空动态演变[J]. 生态环境学报, 2019, 28(7): 1285-1296.
- [24] 王彦芳, 刘敏, 郭英, 等. 河北省生态环境支撑区生态系统服务价值评估[J]. 水土保持通报, 2019, 39(2): 309-316.
- [25] 薛明皋, 邢路, 王晓艳. 中国土地生态系统服务当量因子空间修正及价值评估[J]. 中国土地科学, 2018, 32(9): 81-88.
- [26] 游惠明, 韩建亮, 潘德灼, 等. 泉州湾河口湿地生态系统服务价值的动态评价及驱动力分析[J]. 应用生态学报, 2019, 30(12): 4286-4292.
- [27] 欧阳晓, 贺清云, 朱翔. 多情景下模拟城市群土地利用变化对生态系统服务价值的影响: 以长株潭城市群为例[J]. 经济地理, 2020, 40(1): 93-102.
- [28] 朱增云, 阿里木江·卡斯木. 干旱区绿洲城市生态系统服务价值空间自相关格局分析与模拟[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(12): 1531-1540.
- [29] 李龙, 吴大放, 刘艳艳, 等. 基于 CA-Markov 模型的惠州市生态与经济协调度时空演变特征及模拟预测[J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(2): 161-170.
- [30] 刘园, 任意, 周勇, 等. 基于 CA-Markov 的江汉平原生态系统服务价值动态模拟: 以湖北省潜江市为例[J/OL]. 中国农业资源与区划. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20200320.1247.010.html>, 2020-03-20/2020-04-14.
- [31] 王培俊, 孙煌, 华宝龙, 等. 福州市滨海地区生态系统服务价值评估与动态模拟[J]. 农业机械学报, 2020, 51(3): 249-257.
- [32] 傅家仪, 臧传富, 吴铭婉. 1990—2015 年海河流域土地利用时空变化特征及驱动机制研究[J/OL]. 中国农业资源与区划. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20200313.1532.002.html>, 2020-03-13/2020-04-14.
- [33] 靳含, 杨爱民, 夏鑫鑫, 等. 基于 CA-Markov 模型的多时间跨度土地利用变化模拟[J]. 干旱区地理, 2019, 42(6): 1415-1426.
- [34] 王明常, 郭鑫, 王凤艳, 等. 基于 FLUS 的长春市土地利用动态变化与预测分析[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2019, 49(6): 1795-1804.
- [35] Liang X, Liu X, Li X, et al. Delineating multi-scenario urban growth boundaries with a CA-based FLUS model and morphological method[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 177: 47-63.

~~~~~

(上接第 233 页)

- [12] 杨昕, 贺贤华, 毛熙彦, 等. 基于城乡联系的农村居民点布局优化研究: 以重庆市为例[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2016, 52(2): 336-344.
- [13] 文博, 朱高立, 夏敏, 等. 基于景观安全格局理论的宜兴市生态用地分类保护[J]. 生态学报, 2017, 37(11): 3881-3891.
- [14] 蒙吉军, 王雅, 王晓东, 等. 基于最小累积阻力模型的贵阳市景观生态安全格局构建[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(7): 1052-1061.
- [15] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning, 1992, 23(1): 1-16.
- [16] 陈利顶, 傅伯杰. 基于源—汇生态过程的景观格局识别方法: 景观空间负荷对比指数[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2406-2413.
- [17] 程敏, 张丽云, 崔丽娟, 等. 滨海湿地生态系统服务及其价值评估研究进展[J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7509-7518.
- [18] 张利平, 夏军, 胡志芳. 中国水资源状况与水资源安全问题分析[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(2): 116-120.
- [19] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [20] 毕晓丽, 葛剑平. 基于 IGBP 土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估[J]. 山地学报, 2004, 22(1): 48-53.