

基于景观安全格局的农村居民点用地布局优化

文 博, 刘友兆, 夏 敏[※]

(南京农业大学公共管理学院, 南京 210095)

摘 要: 农村居民点用地布局优化不仅是农村土地整治的基础, 也是新农村建设和实现美丽乡村的重要路径。该文以江苏省宜兴市为例, 根据其经济发达、生态环境优越以及风景名胜众多的特点以及农村居民点用地特征, 运用景观安全格局理论和最小累积阻力模型相结合的方法, 分别从水土保持、生物多样性保护和风景名胜保护三方面构建单一景观安全格局, 进而建立宜兴市农村居民点用地布局综合景观安全格局。通过与宜兴市农村居民点用地的叠加分析, 针对不同景观安全水平的农村居民点提出不同的布局优化方向, 将宜兴市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、重点发展型 4 种类型, 分析各类型现状特征并提出优化方案。研究结果强调农村居民点用地布局工作中生态环境和景观保护优先的思想, 不仅为当地新农村建设提供理论支撑, 而且为相关规划制定提供参考。

关键词: 土地利用; 农村地区; 整治; 农村居民点; 景观安全格局; 最小累积阻力模型; 布局优化

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.08.022

中图分类号: F301.23

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2014)-08-0181-11

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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(8): 181-191. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

随着中国经济社会的不断发展, 人们的生产生活方式发生了变化, 土地利用方式也随之改变。土地利用的合理布局成为解决人地矛盾、实现土地资源可持续利用的重要研究内容。农村居民点作为中国农村人口生产和生活的主要场所, 是中国广大农村地区除农用地以外的主要土地利用类型。探讨农村居民点用地布局优化, 不仅能够科学指导农村土地整治, 也是科学合理的制定村镇规划的重要依据, 更是当前建设社会主义新农村、改善农村人居环境的重要保证。

目前国内外学者均对农村居民点用地布局展开了一定的探索, 关于农村居民点用地布局演变的研究主要集中在时空变化^[1-3]、驱动力和驱动

机制^[4-6]、影响因素^[7-8]等方面; 关于农村居民点布局适宜性的研究较多, 如徐保根等^[9-11]对适宜性评价指标体系进行了探讨, 朱亮等^[12-13]针对生态脆弱区域展开了适宜性的研究, 曲衍波等^[14-18]引入生态位理论方法、引力模型、递阶模糊评价模型等方法对农村居民点用地布局适宜性进行了研究。从已有的文献看, 关于农村居民点用地布局优化的研究较为少见^[19-21], 其中多数学者均从人口因素、社会经济因素等方面对农村居民点用地布局优化进行探讨, 很少有针对生态环境保护、自然、人文景观保护等方面的需求来讨论农村居民点用地布局优化的研究。

景观安全格局理论认为: 不论景观是均质的还是异质的, 景观中的各点对某种生态的重要性都不是一样的, 其中有一些局部、点和空间关系对控制景观水平生态过程起着关键性的作用, 这些景观局部、点及空间联系构成景观安全格局, 它们是现有的或是潜在的生态基础设施 (ecological infrastructure, EI)^[22]。目前景观安全格局理论已应用于农田整理规划^[23]、建设用地扩展^[24]、城市规划^[25]等方面。本文将景观安全格局理论引入农村居民点用地布局优化研究, 从宜兴市的水土保持、生物多样性保护以及风景名胜保护 3 个视角, 构建研究区水土保持安全格局、生物多样性安全格局以及

收稿日期: 2013-10-28 修订日期: 2014-03-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71173112); 中央高校基本科研业务费专项资金项目 (KYZ201131); 江苏省国土资源科技计划项目 (201303)

作者简介: 文 博 (1989—), 男, 江西萍乡人, 博士生。主要从事土地可持续利用、土地信息技术等研究。南京 南京农业大学公共管理学院 210095。Email: njndwb@126.com

※通信作者: 夏 敏 (1971—), 女, 江苏南京人, 副教授。主要从事土地利用与规划、土地信息技术等研究。南京 南京农业大学公共管理学院, 210095。Email: xm@njau.edu.cn

风景名胜保护安全格局,通过对3种单一景观安全格局进行叠加分析,将结果划分为不同安全水平,针对不同安全水平提出布局优化方案,以期当地的农村居民点规划、整理提供依据,同时为农村居民点用地布局优化研究提供思路。

1 研究区概况及数据

1.1 研究区概况

宜兴市地处江苏省西南端,沪宁杭三角中心,位于 $119^{\circ}31' \sim 120^{\circ}03'E$, $31^{\circ}07' \sim 31^{\circ}37'N$ 之间,东面太湖水面与苏州太湖水面相连,东南临浙江长兴,西南接安徽广德,西接溧阳,西北毗连金坛,北与武进相傍。全市市域面积 $1\,996.6\text{ km}^2$,辖1个国家级环保科技工业园、2个省级开发区、14个镇、4个街道,2010年全市总人口107.24万人。地处苏南经济发达地区的宜兴市,近年来经济发展水平位列全国百强县前列,2010年全市GDP为805.82亿元,三产比例为4.5:55.5:40.0。同时,由于宜兴市历史文化丰富,国务院将其列为中国历史文化名城。宜兴市具有经济水平发达、基础设施建设优越、自然环境优美、风景名胜繁荣的特点。因此,该地区农村居民点用地布局的研究应该更多地考虑生态环境和景观功能保护方面的问题。

1.2 数据与来源

本研究选用宜兴市2010年ETM+遥感数据,通过解译划分了耕地及其他农用地、园地、城镇建设用地、农村建设用地、水域和林地等土地利用类型,得到土地利用类型矢量图;将宜兴市的1:10万的地形图扫描,应用ArcGIS进行矢量化,经处理得到拓扑关系完整的矢量图,通过栅格化处理得到栅格大小为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ 的全市DEM数据,最终生成坡度图;植被覆盖度由遥感影像混合光谱分解获得,最终确定研究区面积 17.05 万 hm^2 ,农村居民点用地面积 1.06 万 hm^2 。

2 研究方法

2.1 研究思路

农村居民点用地是广大农村地区人口居住、生产和生活的主要场所,其用地布局受到社会、经济、生态环境以及其他方面因素的影响^[26]。农村居民点用地扩张过程从空间上可以认为是农村居民点用地与周围环境之间竞争性控制和覆盖过程,即农村居民点用地不断拓展、自然空间不断后退^[27]。随着农村居民点用地的不断扩展,人类从事的生产生活活动容易对周围环境带来一定的影响,造成水土流失、生物多样性破坏、景观破坏以及其他方面

的破坏,由于篇幅有限,本研究主要讨论水土保持、生物多样性保护与风景名胜保护视角下的农村居民点用地布局优化。同时,水土保持、生物多样性保护以及风景名胜的保护受到不同因子的影响,各因子会对不同的保护目标产生相应的阻力值。本文基于景观安全格局理论以水土保持、生物多样性保护以及风景名胜保护为研究视角,引入最小累积阻力模型进行农村居民点布局优化分析,具体分析框架如图1所示。

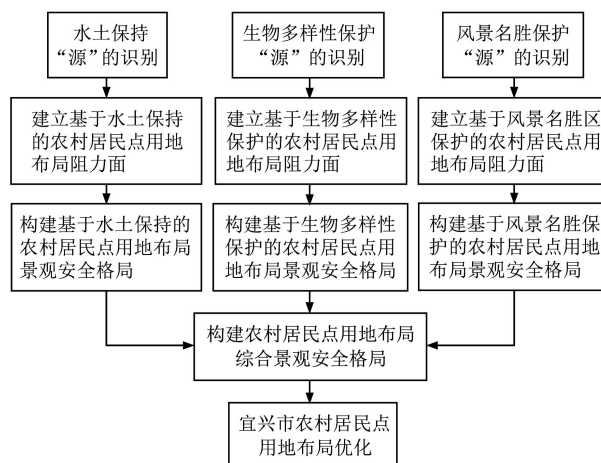


图1 基于景观安全格局的农村居民点用地布局优化分析框架

Fig.1 Framework for layout optimization of rural residential land based on security pattern

2.2 最小累积阻力模型概述

本文采用最小累积阻力模型 (minimum cumulative resistance, MCR) 来构建景观安全格局。该模型已广泛地应用于土地资源空间格局生态优化^[28]、城镇土地空间重构^[29-30]等方面,该模型根据Knaapen等^[31]的模型和地理信息系统中常用的费用距离 (cost-distance) 修改而来,主要考虑源、距离和景观基面特征3个方面的因素,其基本公式如下:

$$MCR = f \min \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i)$$

式中: f 是一个未知的正函数,反映空间中任一点的最小阻力与其到所有源的距离和景观基面特征的相关关系^[25]。 D_{ij} 是某一质点从源 j 到空间某一点所穿越的某景观的基面 i 的空间距离, m ; R_i 是景观 i 对该质点运动的阻力系数。虽然通常函数 f 是未知的,但 $(D_{ij} \times R_i)$ 的累加值可以视为是源到空间某一点的某一路径的相对易达性衡量指标,其中从所有源到该点阻力的最大值被用来衡量该点的易达性^[30],因此,最小阻力模型可以用来反映农村居民点布局的潜在可能性及趋势,该模型可以通过ArcGIS 9.3 软件中的 Cost-Weighted 工具实现。

2.3 宜兴市景观安全格局构建

基于宜兴市自身特点考虑,宜兴市的农村居民点用地布局应该重点考虑生态环境保护、风景名胜保护方面的因素。所以,本文从水土保持、环境保护和风景名胜保护 3 个方面构建宜兴市农村居民点用地布局的景观安全格局。

2.3.1 源的确定

针对水土保持、生物多样性保护以及风景名胜保护的不同目的,确定各种保护目的的源地。根据所获得的数据,参考农村居民点用地布局、适宜性评价的相关文献^[15-17],结合宜兴市的实际特征,对本文所需要的数据进行分类,结果如表 1 所示。

表 1 宜兴市农民居民点用地布局的景观安全格局“源”

Table 1 Landscape security pattern resources of rural residential land layout in Yixing city

源类别 Types of resources	内容 Contents
水土保持	将宜兴市坡度分为 $\leq 2^\circ$ 、 $>2^\circ \sim 6^\circ$ 、 $>6^\circ \sim 15^\circ$ 、 $>15^\circ \sim 25^\circ$ 、 $>25^\circ$ 5 个等级;使用 ArcGIS 9.3 中的重分类工具,采用自然断点法(natural break)将植被覆盖度分成 0.051、0.140、0.217、0.275、0.329、0.391、0.455、0.528, 8 个断点 9 个等级。通过 ArcGIS 9.3 的栅格计算工具,将坡度大于 25° 和植被覆盖度小于 0.051 的重合栅格作为水土保持源
生物多样性保护	经过对宜兴市的实地调查发现,宜兴市的动植物大都集中在南部丘陵山区,具体集中地包括铜官山、桃花山、龙池山、鸡笼山、蜀山、青龙山等丘陵山区,同时,溇湖、横山水库以及靠近城市的龙背山国家森林公园和城市内的洵滨公园等地由于植被覆盖度高、丰富度大,因而成为众多生物的聚集地。所以,选择这些地区作为宜兴市生物多样性保护源
风景名胜保护	通过查阅有关资料,选取宜兴市的国家级、省级文物保护单位和 4A 级风景区作为风景名胜保护源。具体包括国家级文物保护单位:周王庙、蜀山窑群、西溪遗址、宜兴窑址、骆驼墩遗址、国山碑;省级文物保护单位:周培源故居、徐义庄祠、瀛园、徐大宗祠、东坡书院、宜兴太平天国王府等;风景名胜包括:宜兴善卷洞风景区、宜兴竹海风景区、宜兴龙背山森林公园、宜兴团氿风景区、宜兴市陶祖圣境景区、横山水库、蜀山风景区、牛犊山公园

2.3.2 阻力面的建立

1) 基于水土保持安全格局的农村居民点用地布局阻力面建立

针对不同的保护目的,构建不同的阻力面。对于水土保持,由于坡度、植被覆盖度、土地利用类型是引起水土流失的主要因素,若是局部环境催生水土流失,进而引发土地塌陷、山体滑坡,会对居住在周围的农村居民形成人身安全和财产安全的危险,因此,选取坡度、植被覆盖度、土地利用类型作为阻力因子,构建水土保持单一景观安全格局阻力面。此处,同样将坡度分为 $\leq 2^\circ$ 、 $>2^\circ \sim 6^\circ$ 、 $>6^\circ \sim 15^\circ$ 、 $>15^\circ \sim 25^\circ$ 、 $>25^\circ$ 5 个等级,将植被覆盖度分成 0.051、0.140、0.217、0.275、0.329、0.391、0.455、0.528 共 8 个断点 9 个等级。根据坡度越大越容易发生水土流失,植被覆盖度越低越容易发生水土流失的原则对不同类别的坡度和植被覆盖度进行阻力系数的赋值。由于不同生态系统所提供的生态服务功能包括气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与营养循环、废物处理、生物多样性保护、食物生产、原材料和娱乐功能,因此,不同土地利用类型的阻力系数参考生态系统单位面积生态服务价值(表 2)^[32]所确定。水土流失主要涉及水源涵养能力和土壤形成和保护能力。综合考虑生态系统单位面积生态服务价值表以及宜兴市自然情况,得到各土地利用类型对水土流失的阻力系数。根据专家意见,坡度、植被覆盖度和土地利用类型对于水土流失具有同样的影响,因此对这 3 个阻力面赋以相同的权重进行栅格计算。同时,阻力系数仅表示相对阻力大小,并非阻力的实际值(同下)。综合上述分析,坡度、植被覆盖度和土地利用类型的阻力系数和权重赋值如表 3 所示。

表 2 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值

Table 2 Ecosystem services value per unit area of different ecosystem types of China

服务类型 Service types	不同陆地生态系统单位面积生态服务价值 Ecosystem services value per unit area of different ecosystem types/元·(hm ² ·a ⁻¹)					
	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Cropland	湿地 Wetland	水体 Water	荒漠 Desert
气体调节	3 097.00	707.90	442.40	1 592.70	0	0
气候调节	2 389.10	796.40	787.50	15 131.00	407.00	0
水源涵养	2 831.50	707.90	530.90	13 715.00	18 033.00	26.50
土壤形成与营养循环	3 450.90	1 725.50	1 291.90	1 513.10	8.80	17.70
废物处理	1 159.20	1 159.20	1 451.20	16 087.00	16 087.00	8.80
生物多样性保护	2 884.60	964.50	628.20	2 212.20	2 203.30	300.80
食物生产	88.50	265.50	884.90	265.50	88.50	8.80
原材料	2 300.60	44.20	88.50	61.90	8.80	0
娱乐	1 132.60	35.40	8.80	4 910.90	3 840.20	8.80
合计	19 334.00	6 406.50	6 114.30	55 489.30	40 676.60	371.40

表 3 宜兴市农村居民点用地布局的水土保持安全格局、生物多样性保护安全格局及风景名胜保护安全格局影响因素、阻力系数及权重

Table 3 Influence factor, resistance coefficient and weights of water-soil conservation security pattern of rural residential land layout, biodiversity conservation security pattern of rural residential land layout and recreation security pattern of rural residential land layout in Yixing city

影响因素 Factors	分级 Classifications	水土保持安全格局 Water-soil conservation security pattern		生物多样性保护安全格局 Biodiversity conservation security pattern		风景名胜保护安全格局 Recreation security pattern	
		阻力系数 Resistance coefficient	权重 Weights	阻力系数 Resistance coefficient	权重 Weights	阻力系数 Resistance coefficient	权重 Weights
植被覆盖度	>0.528	9	0.334	1	0.5	1	0.333
	>0.455~0.528	8		2		2	
	>0.391~0.455	7		3		3	
	>0.329~0.391	6		4		4	
	>0.275~0.329	5		5		5	
	>0.217~0.275	4		6		6	
	>0.140~0.217	3		7		7	
	>0.051~0.140	2		8		8	
	≤0.051	1		9		9	
坡度/(°)	≤2	9	0.333	-	-	-	-
	>2~6	7		-		-	
	>6~15	5		-		-	
	>15~25	3		-		-	
	>25	1		-		-	
到道路的距离/m	≤100	-	-	-	-	1	0.333
	>100~200	-		-		3	
	>200~300	-		-		5	
	>300~400	-		-		7	
	>400	-		-		9	
土地利用类型	林地	9	0.333	1	0.5	2	0.334
	水域	8		2		1	
	园地	7		3		3	
	耕地	6		4		5	
	草地	5		5		4	
	建设用地	3		7		9	
	未利用地	1		9		7	

2) 基于生物多样性保护安全格局的农村居民点用地布局阻力面建立

人类活动对野生动物的生存和迁徙有着直接的影响，农村居民点的布局也是如此。野生动物栖息繁衍的区域在地势、水源等因素上可能适宜农村居民点布局，但是，以生物多样性保护为视角的农村居民点用地布局，就要考虑农村居民点对周围生物环境的影响，将野生动物活动的核心区域以及生物廊道人为的确定为不适宜农村居民点布局的区域，以达到保护生物多样性的目的。

本部分选择植被覆盖度和土地利用类型作为代表生物多样性保护的阻力因子建立阻力面，根据

专家意见，土地利用类型和植被覆盖度对生物多样性保护影响的重要性一致，最终对这两个阻力面分别赋以 0.5 的权重进行栅格计算，得到生物多样性保护阻力面。植被覆盖度越大，生物活动、迁徙越容易，生物多样性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价值中生物多样性保护功能价值排序，对宜兴市的植被覆盖度和土地利用类型进行阻力系数的赋值，如表 3 所示。

3) 基于风景名胜保护安全格局的农村居民点用地布局阻力面建立

与生物多样性保护的目的一样，农民在生产生

活的过程中难免对风景名胜产生一定的影响。因此,农村居民点用地的布局也应该考虑风景名胜的保护,在风景名胜集中、自然景观优越的区域,应该严格控制农村居民点布局,以达到保护自然、人文景观的目的。

人们对风景名胜目的地的选择通常偏向于自然景观丰富、森林、河流、湖泊等地,同时,目的地的选择还与风景名胜的易达性有很重要的关系。因此,选取土地利用类型、与道路的距离、植被覆盖度3个因子建立阻力面,根据专家意见,这3个因子在风景名胜保护方面具有一致的重要性,所以对这3个阻力面赋以相同的权重进行栅格计算。植被覆盖度越高的区域,保护阻力越小;越靠近道路,保护阻力越大;土地利用类型方面的阻力系数依据生态系统单位面积生态服务价值中娱乐

功能价值排序确定。本部分基于此种特征对土地利用类型、与道路的距离、植被覆盖率进行阻力系数的赋值,如表3所示。

3 结果与分析

3.1 宜兴市农村居民点用地布局单一景观安全格局

根据安全格局的源和相应的阻力面,运用ArcGIS 9.3软件的费用距离模型(cost-distance)分别计算不同保护目标下的最小累积阻力面。根据空间分析得到的格点频率序列图,由于变化曲线中较为明显的转折处反映阻力值已发生了较大的突变,两侧的最小累积阻力类型异质性较大,可以认为这些明显转折点为最小累积阻力发生变化的点,因而,根据这些拐点进行各单一景观安全格局的重分类,结果如图2所示。

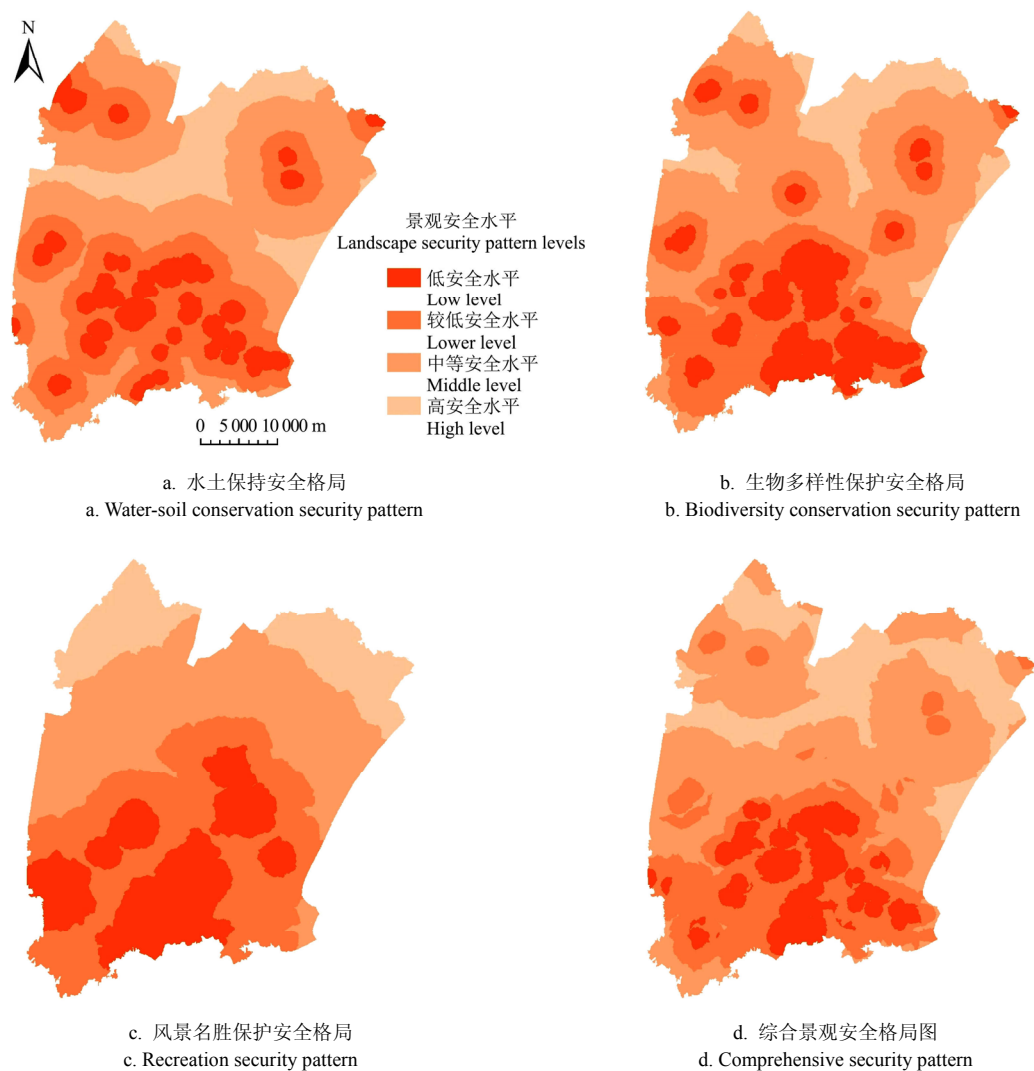


图2 宜兴市农村居民点用地布局单一景观安全格局和综合景观安全格局图

Fig.2 Individual security pattern and comprehensive security pattern of rural residential land layout in Yixing city

通过对研究区不同景观安全格局的农村居民点用地布局进行分析,得到农村居民点用地布局安全格局结果。从单一景观安全格局来看,在水土保持安全格局方面,低安全水平区域主要分布于宜兴市南部山区植被覆盖度很小的坡度大、裸岩化、砾石化程度大的地区,该区域非常容易发生水土流失。较低安全水平区域主要为宜兴市南部低山丘陵地带,该区域地形复杂,若低安全水平区域发生水土流失等地质灾害,该区域也会受到极大的影响,威胁农村居民的人身安全和财产安全。中等安全水平区域主要位于宜兴市的中部,面积相对较大,该区域地势相对地势平躺,较低安全水平区域又为其提供了一定的水土流失缓冲作用,较为适合农村居民点用地布局。高安全水平区域主要分布在宜兴市北部平原地区,是水土流失等地质灾害非发生区,且距离水土流失易发、多发地区较远,是水土保持前提下,农村居民点用地布局的理想场所,如图 2a。

在生物多样性保护景观安全格局方面,低安全水平区域主要分布在南部龙池山、铜官山、鸡笼山等地区,该区域虽然人烟稀少、交通条件较差,但是植物分布集中、生态环境优越、生物资源量丰富、适宜动植物生存繁衍,因此,从生物多样性保护视角来看,应作为生态重点保护区,尽量避免人类的干扰。低安全水平区域外缘为农村居民点用地布局的较低安全区域,为核心区域生物的栖息和活动提供了良好的外部区域,同时,该区域是核心区域的重要生物廊道,农村居民点的布局会对宜兴市的生物活动造成一定的影响,进而影响生物多样性。中等安全水平区域主要位于宜兴市的中部地区,用地类型主要为建设用地、农用地,因为是人类生产生活的主要承载区域,较为适宜农村居民点的布局。高安全水平区域主要位于宜兴市北部平原地区,用地类型主要为建设用地,由于远离动物栖息、生活的场所,该区域内的人类活动对宜兴市的生物多样性影响较小,可以作为农村居民点用地布局的主要区域,如图 2b。

在风景名胜保护安全格局方面,低安全水平区域主要位于宜兴市的中南部,是宜兴市的风景名胜核心集中区域,通达性较好、交通便利,所以,也是人类活动较为集中的区域,农村居民点的建设和施工、以及建成以后农村居民的生产生活既影响宜兴市的自然景观和人文景观,又对风景名胜的保护形成一定的阻碍。较低安全水平区域主要分布于低安全水平区域的外缘、宜兴市的中、南部,该区域的主要任务是与宜兴市的风景名胜交相辉映,为其

营造良好的自然和人文景观,在保护风景名胜的前提下,少量的布局农村居民点用地,一方面增加风景名胜的人文景观,同时也可以借助风景名胜解决一部分农村居民的就业问题。中等安全水平区域主要位于宜兴市的中北部,面积较大,该区域主要的用地类型为建设用地和农用地,而且区域内地势平坦、交通便利、基础设施较好,能够承载较多的农村居民,对宜兴市风景名胜的影响较小,可以适度的发展农村居民点用地。高安全水平区域位于宜兴市的北部与常州市接壤的地区,该区域内地势平坦、交通便利,同时该区域内有大量的农用地,在该区域内布局农村居民点,对农村居民的生产生活都有较大的便利,如图 2c。

3.2 宜兴市农村居民点用地布局综合景观安全格局

基于水土保持安全格局、生物多样性保护安全格局和风景名胜保护安全格局与农村居民点用地布局息息相关,农村居民点用地布局的不合理,会对研究区的水土保持、生物多样性保护和风景名胜保护造成一定的破坏,利用上述 3 种不同保护目标的最小累积阻力面来构建综合景观安全格局。本文认为,水土保持、生物多样性保护和风景名胜保护对于研究区具有同样的重要性,所以,此处将以上 3 个经过重分类之后的最小累积阻力面进行叠加分析,得到综合保护目标下的综合景观安全格局,结果如图 2d 所示。需要说明的是,在 3 种单一景观安全格局的构建过程中,均涉及土地利用类型和植被覆盖度这 2 个影响因素,在水土保持、生物多样性保护和风景名胜保护过程中这 2 个因素所起的作用不同,综合景观安全格局实质上是这些不同作用的叠加,而非这 2 个影响因素的简单重复叠加。

3.3 宜兴市农村居民点用地分类及优化类型

将综合景观格局与 2010 年宜兴市农村居民点现状进行叠加,根据景观安全水平对农村居民点用地进行分类,并据此将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、重点发展型 4 种布局优化类型,见图 3,各种类型的农村居民点用地面积及其所占比例统计结果如表 4 所示。宜兴市农村居民点用地优化方向如下:

1) 重点发展型

该研究区范围内处于高安全水平状态的农村居民点用地优化方向为重点发展型。经统计,该类型的农村居民点用地共计 $2\,349.57\text{ hm}^2$,占农村居民点用地总规模的 22.13%,主要分布在宜兴市北部平原地区,这些区域地势平坦、基本无地质灾害,

同时,自然条件优越、交通便捷、便于人民群众的出行,具有较强的人口集聚能力,可以作为农村居民点布局的重点发展区域。政府部门一方面可以在土地利用规划布局时出台一定的惠民政策,积极引导周边区域规模较小、形态分散的农村居民点向该重点发展区域集中,另一方面,对该区域内部则针对不同的村庄因地制宜地制定村庄规划,在土地集约利用的前提下有计划的进行农村居民点用地的合理布局,建设现代化的农村社区,改善农民生活环境、提高农民生活水平。在此过程中,通过农村居民点整理出来的土地,可以用于村庄的基础设施的建设和乡镇企业的用地,既能做到农村居民点用地的合理布局,又能一定程度上促进宜兴市的乡镇企业的发展,保证宜兴市经济快速增长。

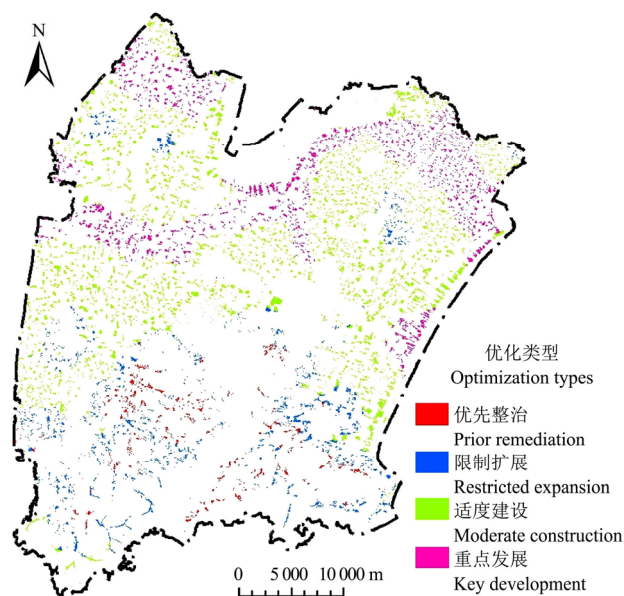


图3 宜兴市农村居民点用地布局优化图

Fig.3 Layout optimization of rural residential land in Yixing city

表4 宜兴市农村居民点用地布局优化结果统计

Table 4 Statistical results of layout optimization of rural residential land in Yixing city

景观安全水平 Levels of security pattern	农村居民点用地 Rural residential land		优化类型 Optimization types
	面积 Area/hm ²	所占比例 Percentage/%	
低安全水平	721.01	6.79	优先整治型
较低安全水平	1 900.72	17.90	限制扩展型
中等安全水平	5 645.85	53.18	适度建设型
高安全水平	2 349.57	22.13	重点发展型
合计	10 617.14		

2) 适度建设型

该研究区范围内处于中等安全水平状态的农

村居民点用地优化方向为适度建设型。该类型的农村居民点用地共计 5 645.85 hm², 占农村居民点用地总规模的 53.18%, 主要位于宜兴市的中部以及北部的部分区域, 该部分农村居民点用地面积大, 下垫面地势稍有起伏, 但基础服务设施完善, 交通方便, 可以给农民提供较为优越的生产和生活条件。对于该区域内的农村居民点用地, 可以合理引导一部分农村居民点向重点发展型区域集中, 同时, 通过充分挖掘其整理潜力, 鼓励农户参与村庄规划, 拆旧与建新相结合, 对已有村庄进行改造以及完善配套基础设施, 从而避免大量的建设工程。另一方面, 在村庄规划与建设的过程中, 应时刻注重水土保持、生物多样性保护以及风景名胜保护, 避免村庄建设、布局过程中以及村庄中农民的生产生活对生态环境造成破坏。

3) 限制扩展型

该研究区范围内处于较低安全水平状态的农村居民点用地优化方向为限制扩展型。该类型的农村居民点用地共计 1 900.72 hm², 占农村居民点用地总规模的 17.90%, 主要分布在宜兴市南部和北部低山丘陵地带, 该区域地形复杂, 属于地质灾害易发区, 同时农业生产条件较差, 靠近风景名胜, 人口分布零散。宜兴市国土部门应限制该区域内农村居民点用地规模, 减少或者不再安排该区域内的建设用地报批, 合理引导村民外迁。同时, 与宜兴市生态文明建设规划(2010—2020年)、宜兴市“十二五”环境保护和生态建设规划以及各风景区规划紧密衔接, 以相关规划来限制该区域内的农村居民点用地的扩展。在限制农村居民点用地扩展的同时, 加强村庄内部的生态基础设施建设, 提高村庄内部及其周边的植被覆盖度, 保护生态环境、自然景观和人文景观, 促进人与自然和谐相处。

4) 优先整治型

该研究区范围内处于低安全水平状态的农村居民点用地优化方向为优先整治型。该类型的农村居民点用地共计 721.01 hm², 占农村居民点用地总规模的 6.79%, 集中分布在宜兴市的南部山区, 该区域地势陡峭、坡度较大、为地质灾害易发生区, 且交通条件较差, 主要为宜兴市国家森林公园以及其他自然风景区所在地, 人口稀少, 农业生产条件差, 从保护生态环境、自然景观和人文景观的角度考虑, 应根据宜兴市生态文明建设规划(2010—2020年)、宜兴市“十二五”环境保护和生态建设规划以及各风景区规划等, 在该区域内设立禁止建设区, 对禁止建设区内已有农村居民点, 根据保证

农村居民生活环境不断改善、生活水平逐步提高的原则,采取整体搬迁、在重点发展型区域集中安置,并按照相关法律法规对被搬迁人给予一定的货币补偿和房屋补偿。

4 结 论

宜兴市经济发达,经济发展水平已经不再是阻碍当地农村居民点用地布局的主要因素,针对宜兴市生态环境优越、历史文化遗产丰富的特征,在宜兴市农村居民点用地布局中应该更多的考虑生态环境和风景名胜的保护。基于上述考虑,本文通过引入景观安全格局理论和最小累积阻力模型,优先划定水土保持、生物多样性保护、风景名胜保护的关键斑块,据此进行农村居民点用地布局优化,主要结论如下:

1) 总体上看,宜兴市 2010 年的农村居民点用地主要集中在中等安全水平范围内,该类型的农村居民点用地面积占全市农村居民点用地总规模的 53.18%; 具体而言,各个村庄由于植被覆盖度、坡度、以及距离道路的远近等环境要素的不同,造成水土保持、生物多样性保护和风景名胜保护景观安全水平的差异。

2) 根据测算结果,将全市的农村居民点用地布局的优化方向分为 4 类,分别为优先整治型、限制扩展型、适度建设型和重点发展型。

3) 针对 4 种类型的农村居民点提出以下政策建议:合理引导周边面积较小、形态分散的农村居民点向重点发展型区域集中,加强重点发展型区域的基础设施建设;充分挖掘适度建设型区域整理潜力、拆旧与建新相结合,在建设过程中注重水土保持、生物多样性保护以及自然景观和人文景观的保护;限制建设型区域应结合有关规划,加强村庄内部和周边区域的生态基础设施建设,保护生态环境;优先整治型区域应根据相关规划,设立禁止建设区,对禁止建设区内的搬迁农户采取整体搬迁、在重点发展型区域集中安置。

此外,在景观安全格局阻力面的构建过程中,本文阻力系数的设定主要参考已有的研究成果,未对阻力系数的设定展开详细探讨,因此其合理性和科学性还需要进一步的深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] Long Hualou, Liu Yansui, Wu Xiuqin, et al. Spatio-temporal dynamic pattern of farmland and rural settlements in Su-Xi-Chang region: Implications for building a new countryside in coastal China[J]. Land Use Policy, 2009, 26(2): 322—333.
- [2] 李裕瑞, 刘彦随, 龙花楼. 中国农村人口与农村居民点用地的时空变化[J]. 自然资源学报, 2010, 25(10): 1629—1638.
- Li Yurui, Liu Yansui, Long Hualou. Spatio-temporal analysis of population and residential land change in rural China[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(10): 1629—1638. (in Chinese with English abstract)
- [3] 田光进, 刘纪远, 庄大方. 近 10 年来中国农村居民点用地时空特征[J]. 地理学报, 2003, 58(5): 651—658.
- Tian Guangjin, Liu Jiyuan, Zhuang Dafang. The temporal-spatial characteristics of rural residential land in China in the 1990s[J]. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(5): 651—658. (in Chinese with English abstract)
- [4] 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的驱动力分析[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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(5): 81—87. (in Chinese with English abstract)
- [5] Currit N, Easterling W E. Globalization and population drivers of rural-urban land-use change in Chihuahua, Mexico[J]. Land Use Policy, 2009, 26(3): 535—544.
- [6] Patricia H G, Andrew J H, Rasker R, et al. Rates and drivers of rural residential development in the Greater Yellowstone[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 77(1/2): 132—151.
- [7] 沈陈华. 丹阳市农村居民点空间分布尺度特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 261—268.
- Shen Chenhua. Spatial distribution scale characteristics of rural settlements and analysis on influencing factors in Danyang city[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(22): 261—268. (in Chinese with English abstract)
- [8] 李君, 李小建. 综合区域环境影响下的农村居民点空间分布变化及影响因素分析: 以河南巩义市为例[J]. 资源科学, 2009, 31(7): 1195—1204.
- Li Jun, Li Xiaojian. Study on the effect factors and distribution changes of rural residential under the multiple regional environment: A case study of Gongyi City in Henan Province[J]. Resources Science, 2009, 31(7): 1195—1204. (in Chinese with English abstract)
- [9] 徐保根, 赵建强, 薛继斌, 等. 村级土地规划中的农村居民点用地方式适宜性评价[J]. 中国土地科学, 2012, 26(1): 27—31.
- Xu Baogen, Zhao Jianqiang, Xue Jibin, et al. Feasibility assessment on the rural residential land use types in the land use planning at village-level[J]. China Land Sciences, 2012, 26(1): 27—31. (in Chinese with English abstract)

abstract)

- [10] 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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(6): 326—333. (in Chinese with English abstract)
- [11] 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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(18): 215—222. (in Chinese with English abstract)
- [12] 朱亮, 吴炳方, 张磊. 三峡典型区农村居民点格局及人居环境适宜性评价研究[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(3): 325—331.
Zhu Liang, Wu Bingfang, Zhang Lei. Research on the landscape of rural residential areas and human settlement environment suitability evaluation in three gorges typical regions[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(3): 325—331. (in Chinese with English abstract)
- [13] 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[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 252—259.
Guo Yueting, Liao Heping, Xu Jiangang. Evaluation on suitability of rural residential land in Three Gorges Reservoir region[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(5): 252—259. (in Chinese with English abstract)
- [14] 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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(11): 290—296. (in Chinese with English abstract)
- [15] 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[J]. 生态学报, 2012, 32(16): 5175—5183.
Qin Tiantian, Qi Wei, Li Yunqiang, et al. Suitability evaluation of rural residential land based on niche theory in mountainous area[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(16): 5175—5183. (in Chinese with English abstract)
- [16] 张俊峰, 张安录, 董捷. 基于生态位适宜度的农村居民点分区布局研究: 以武汉市新洲区为例[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2013, (4): 96—101.
Zhang Junfeng, Zhang Anlu, Dong Jie. Study on partition layout of rural settlements based on Niche-fitness model: A case study in Xinzhou District of Wuhan[J]. Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition, 2013, (4): 96—101. (in Chinese with English abstract)
- [17] 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[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(10): 308—315. (in Chinese with English abstract)
- [18] 林爱文, 庞艳. 农村居民点用地整理适宜性的递阶模糊评价模型[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(7): 624—627.
Lin Aiwen, Pang Yan. Hierarchical fuzzy evaluation model the suitability evaluation readjustment of village land use[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(7): 624—627. (in Chinese with English abstract)
- [19] 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[J]. China Land Science, 2012, 26(9): 71—77. (in Chinese with English abstract)
- [20] 覃瑜, 师学义. 利用 Voronoi 图的城乡居民点布局优化研究[J]. 测绘科学, 2012, 37(1): 136—138, 150.
Qin Yu, Shi Xueyi. Optimizing spatial distribution of residential areas based on Voronoi diagram[J]. Science of surveying and Mapping, 2012, 37(1): 136—138, 150. (in Chinese with English abstract)
- [21] 姜广辉, 张凤荣, 谭雪晶. 北京市平谷区农村居民点用地空间结构调整[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 69—75.
Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, Tan Xuejing. Spatial structure adjustment of rural residential land in Pinggu district Beijing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(11): 69—75. (in Chinese with English abstract)
- [22] 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.
Yu Kongjian. Landscape ecological security patterns in biological conservation[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(1): 8—15. (in Chinese with English abstract)
- [23] 李红举, 林坚, 阎红梅. 基于农田景观安全格局的土地整理项目规划[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5): 217—222.
Li Hongju, Lin Jian, Yan Hongmei. Planning of consolidation project based on farmland landscape

- security pattern[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25(5): 217—222. (in Chinese with English abstract)
- [24] 苏泳娴, 张虹鸥, 陈修治, 等. 佛山市高明区生态安全格局和建设用地扩展预案[J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1524—1534.
Su Yongxian, Zhang Hongou, Chen Xiuzhi, et al. The ecological security patterns and construction land expansion simulation in Gaoming[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(5): 1524—1534. (in Chinese with English abstract)
- [25] 俞孔坚, 王思思, 李迪华, 等. 北京市生态安全格局及城市增长远景[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1189—1204.
Yu Kongjian, Wang Sisi, Li Dihua et al. The function of ecological security patterns as an urban growth framework in Beijing[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1189—1204. (in Chinese with English abstract)
- [26] 董春, 罗玉波, 刘纪平, 等. 基于 Poisson 对数线性模型居民点与地理因子的相关性研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(4): 179—183.
Dong Chun, Luo Yubo, Liu Jiping, et al. Study on correlation between residential points and geographical factors based on Poisson logarithm linearity model[J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(4): 179—183. (in Chinese with English abstract)
- [27] 杨俊宴, 任焕蕊, 胡明星. 南京滨江新城的生态安全格局分析及空间策略[J]. 现代城市研究, 2010, 25(11): 29—36.
Yang Junyan, Ren Huanrui, Hu Mingxing. The analysis of ecological security pattern and the spatial strategy of riverside new city in Nanjing[J]. The Study of City Modernization, 2010, 25(11): 29—36. (in Chinese with English abstract)
- [28] 赵筱青, 王海波, 杨树华, 等. 基于 GIS 支持下的土地资源空间格局生态优化[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4892—4901.
Zhao Xiaqing, Wang Haibo, Yang Shuhua, et al. GIS based ecological optimization of spatial patterns of land resources[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(9): 4893—4901. (in Chinese with English abstract)
- [29] 钟式玉, 吴箐, 李宇, 等. 基于最小累积阻力模型的城镇土地空间重构: 以广州市新塘镇为例[J]. 应用生态学报, 2012, 23(11): 3173—3179.
Zhong Shiyu, Wu Qing, Li Yu, et al. Reconstruction of urban land space based on minimum cumulative resistance model: A case study of Xintang Town, Guangzhou City[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(11): 3173—3179. (in Chinese with English abstract)
- [30] 刘孝富, 舒俭民, 张林波. 最小累积阻力模型在城市土地生态适宜性评价中的应用: 以厦门为例[J]. 生态学报, 2010, 30(2): 421—428.
Liu Xiaofu, Shu Jianmin, Zhang Linbo. Research on applying minimal cumulative resistance model in urban land ecological suitability assessment: As an example of Xiamen City[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(2): 421—428. (in Chinese with English abstract)
- [31] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning[J]. Landscape and Urban Plann, 1992, 23(1): 1—16.
- [32] 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.
Xie Gaodi, Lu Chunxia, Leng Yunfa, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau[J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189—196. (in Chinese with English abstract)

Layout optimization of rural residential land based on theory of landscape security pattern

Wen Bo, Liu Youzhao, Xia Min^{*}

(College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Rural residential land layout optimization not only provides a foundation for rural land consolidation, but also plays an important role in the New Countryside Construction and Beautiful Village programs. As an important land use type, rural residential land accounts for a large proportion of construction land in China. Numerous studies have shown that the layout of rural residential land is influenced by physical, economic and social factors, whose impacts vary across different regions. Yixing city, located in the developed southern region of Jiangsu province is chosen as the study area. As economic factors are no longer the dominant factors limiting rural residential land layout in Yixing city, other factors such as ecological preservation and scenic resources conservation exert more influence instead. According to the theory of landscape security pattern, some point elements, linear elements and surface elements in space play essential roles in the formation of regional landscape,

and thus combine to form the regional landscape security pattern. In this paper, the theory of landscape security pattern is applied in the optimization of rural residential land layout in Yixing city, focusing especially on consideration of ecological preservation and scenic resources conservation.

Firstly, some critical plaques are selected as the sources for soil and water conservation, biodiversity protection and scenic resource conservation. Secondly, influencing factors are chosen to set up a resistance surface for the above mentioned conservation and protection objectives based on the values of influencing factors. Thirdly, an individual landscape security pattern for the three objectives is constructed via the minimum cumulative resistance model and Cost-weighted tool. Furthermore, a comprehensive landscape is obtained with four security levels. Finally, layout optimization schemes are presented after the overlaying of the rural residential land map of 2010 and the comprehensive landscape security pattern map. Rural residential land in Yixing city is divided into four types including prior remediation, expansion-control, moderate construction, and key development, which accounts for 6.79%, 17.90%, 53.18% and 22.13% of the total land area, respectively. Prior remediation land is characterized by steep slopes and is a superior ecological environment with parts being primeval forest and habitats of wildlife. It's suggested that villages on these lands should be moved. Expansion-control land is characterized by complicated topography consisting of low mountains and hills, and poor agricultural production and living conditions, and is located adjacent to the wildlife habitats. It's suggested that construction activities on these lands should be strictly controlled, and the population should be moved out gradually. Moderate construction land is characterized by gentle terrain, and superior infrastructure far away from the wildlife habitat. We suggest a reasonable layout of rural residential land on these lands. Key development land is characterized by flat terrain, convenient transportation, and superior agricultural production conditions. We suggest development activities with high intensity on these lands. With priorities focusing on the ecological environment and landscape protection, our study provides theoretical guidance not only for New Countryside Construction, but also for related planning formulation.

Key words: land use; rural areas; consolidation; rural residential land; landscape security pattern; minimum cumulative resistance model; layout optimization

(责任编辑: 张俊芳)