

DOI: 10.5846/stxb201910302285

刘壮壮, 吴未, 刘文锋, 申立冰. 基于“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式的建设用地减量化研究. 生态学报, 2020, 40(22): 8230-8238.

Liu Z Z, Wu W, Liu W F, Shen L B. Study on construction land reduction based on “Source-Corridor” ecological security pattern paradigm. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(22): 8230-8238.

基于“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式的建设用地减量化研究

刘壮壮¹, 吴未^{1,2,*}, 刘文锋¹, 申立冰¹

¹ 南京农业大学公共管理学院, 南京 210095

² 农村土地资源利用与整治国家地方联合工程研究中心, 南京 210095

摘要: 建设用地急剧扩张导致土地利用覆被发生剧烈变化, 物种栖息地丧失、破碎化及分离, 严重威胁到社会经济及生态可持续发展。以快速城市化地区苏锡常为研究区域、地区优势物种白鹭生境为源地、“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式为重要性评价依据, 识别并筛选出对维护、控制目标物种生态过程具有重要意义的、可增强地区生境整体性及连通性的网络构成要素及其缓冲区, 对缓冲区内建设用地进行减量化, 提出一套建设用地减量化系统性方法。结果表明: (1) 研究区内重要生态“源地”及“对应廊道”内建设用地需减量化 10170.44 hm², 其中城镇用地 5408.38 hm², 农村居民点 4107.96 hm², 交通用地 654.10 hm²。(2) 依据生态安全格局构建逻辑范式, 增补保护不同类型“源地”及“对应廊道”, 可在提升区域生态安全水平的同时, 识别出新的需要减量化的建设用地。该方法也可作为区域内存量及增量建设用地空间布局调整优化的依据, 具有较好的普适性。
关键词: 土地利用格局优化; 建设用地减量化; 生态安全格局构建逻辑范式; 源地-廊道; 优势物种生境; 白鹭

Study on construction land reduction based on “Source-Corridor” ecological security pattern paradigm

LIU Zhuangzhuang¹, WU Wei^{1,2,*}, LIU Wenfeng¹, SHEN Libing¹

¹ College of Land Management, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China

² National & Local Joint Engineering Research Center for Rural Land Resources use and Consolidation, Nanjing 210095, China

Abstract: Rapid urban expansion-especially, urban sprawl-has led to dramatic changes in land use/land cover. These land use/land cover changes, in turn, have caused the loss, fragmentation, and isolation of habitats of various species, and furthermore, brought serious negative influences on the sustainability of social, economic, and ecological development. It is important to convert non-construction land into construction land wisely and optimize current land use patterns for the purpose of sustainable development and human well-being. This paper, based on source-corridor ecological security pattern paradigm, puts forward a set of systematic methods through which reduction of construction land can be realized such that biodiversity conservation and sustainable regional development can be achieved. The Su-Xi-Chang region was selected as a case study representing rapidly urbanizing areas. Habitats of the little egret (*Egretta garzetta*) as well as its migrating corridors and their buffer zones were identified as critical sources of local ecological land. Based on these habitats and corridors, including the buffer zones, the local ecological security pattern was built. Plots of construction land that were located within the buffer zones of the identified critical ecological sources were the plots to be reduced, i.e., they needed to be transferred into the same land-use type as that of habitats or corridors, to improve the current quality and connectivity of

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41571176)

收稿日期: 2019-10-30; 网络出版日期: 2020-09-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ww@njau.edu.cn

habitat networks. The results show that within the region, the total size of reduced construction land was 10170.44 hm², among which sizes of urban land, rural residences, and transportation land-use types were 5408.38, 4017.96, and 654.10 hm², respectively. Furthermore, based on the ecological security pattern paradigm, different ecological sources and their corresponding corridors and buffer zones could be identified from perspectives such as importance, vulnerability, sensitivity, and connectivity. Then, the regional ecological security pattern could be identified through overlapping plots of these critical ecological sources. Based on the order of importance of the different perspectives, the identification of construction land plots in the buffer zones from one perspective could then be repeated from a different perspective with less importance than the former, and the two steps could be overlapped-such that new plots of construction land could be recognized and converted into non-construction land-use types (i.e., reduced construction land)-resulting in improved local ecological security. The method generated in this study is suitable for regions with different characteristics, and can also be applied in optimizing scenarios where the total amount of construction land increases or remains unchanged. It is necessary to emphasize that the order of importance of different perspectives of ecological security of one region may not be the same as others; hence, the result of selected local critical ecological sources will not be the same among regions and cannot be simply copied from one region to another.

Key Words: land use pattern optimization; construction land reduction; ecological security pattern paradigm; source-corridor; habitats of regional superior species; the little egret (*Egretta garzetta*)

近年来快速城市化导致我国土地利用覆被发生剧烈变化^[1-3],造成大量生境丧失、破碎化及分离^[4-5],严重阻碍区域内物质循环、能量流动及信息传递等生态学过程。同时,生态安全环境问题逐渐替代土地资本成为制约经济发展的硬性约束^[6]。面对经济增长与生态保护间的权衡,政府部门试图通过一系列制度变革指导城市建设用地的发展轨迹。2014年国土资源部正式提出实施建设用地总量控制和减量化战略,2015年中共中央国务院将该战略提升至国家层面,并且在2016年中央城市工作会议中明确要求转变城市发展方式。建设用地减量化已成为新时期土地利用规划管理新常态,为维护区域生态安全格局提供了新思路。

建设用地减量化是新型城镇化和城乡一体化发展的必然选择,是实现高质量发展和高品质国土的重要路径^[7]。减量化研究虽然刚起步,但针对“怎样减?减哪里?减多少?”的问题,已取得不少成果:(1)在土地利用类型上,针对集中建成区以外低效建设用地,如工业用地^[8],农村宅基地^[9],生境内干扰地类^[10]等,通过采用建设用地开发平衡度^[11]、工业用地效益提升可能性^[9, 12-13]、居民点整理潜力^[9, 14]等方法可以实现减量化。以上做法,依据各地实际情况虽然实现了减量化目的,但忽略了土地利用覆被变化对景观格局动态变化的影响,缺乏科学有效的减量化路径规划^[8, 15]。(2)将建设用地减量化与耕地保护和占补平衡相结合。为获取一些新增建设用地指标,通过对原有建设用地进行复垦,总量上实现了建设用地减量化。这种做法,忽视了建设用地周围环境,也无法有效优化区域景观格局^[8, 10]。(3)通过产业结构调整与升级、农村居民点整理、郊野公园建设及新型城镇化等^[9, 13-14, 16]方式,对建设用地减量化处理。这些措施虽然提升了土地经济效率,但在生态效益提升方面收效渐微^[6]。上述成果,虽然实现了建设用地减量化目标,但系统性不强,对区域生态过程及生态安全问题关注不足。此外,随着减量化工作的推进,低成本地块越来越少、后续成本持续增加、财政难以为继,建设用地减量化难度逐年上升^[16]。迫切需从区域生态安全格局整体性视角出发,探讨建设用地减量化的系统性方法,以期拓展区域土地利用格局优化思路。

本文以土地资源紧缺、快速城市化地区苏锡常为研究区域,2015年土地利用现状数据为基础、地区优势物种白鹭生境为源地、“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式为重要性评价依据,识别筛选出对维护、控制目标物种生态过程具有重要意义、可增强区域生境整体性和连通性的构成要素及其缓冲区,并对缓冲区内建设用地减量化处理,探讨建设用地减量化的系统性方法。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

苏锡常地区(119°08′—121°15′E, 30°46′—32°4′N)位于江苏南部太湖之滨,是长江最大的经济集中地带,总面积 1.75 万 km²。境内物种丰富,鸟类、兽类、两栖爬行类 200 多种,其中鸟类达 170 余种。地区水网密布,地表水资源丰富,为优势湿地鸟类提供了大量栖息地。主要分布有白鹭、夜鹭、池鹭和牛背鹭 4 种鹭鸟,其中白鹭被推荐为太湖地区环境污染指示生物物种。选择白鹭生境为关键生态用地“源地”,很好的反映了地区生态环境本底。

地区以占全省 16.31% 的土地及 27.37% 的人口实现了约 40.35% 的 GDP 和地方财政收入。2000—2015 年期间,地区建设用地占比从 14.71% 增至 26.26%。目前面临着土地供应不足和建设用地利用效率低下共存的问题。探讨地区建设用地减量化问题,有益于平衡生态保护与经济增长间的矛盾,践行“绿水青山就是金山银山”发展理念。

1.2 数据来源

主要包括中国科学院国际科学数据服务平台 2015 年 TM 遥感数据、1:5 万数字高程 DEM 数据(30 m × 30 m)、中国观鸟记录中心(<http://www.birdtalker.net/>)观测数据、2015 年苏锡常各区县(市)行政区划图及 3 市《土地利用总体规划(2006—2020)》。

遥感数据在 ENVI 软件支持下完成了几何校正、图像配准等处理,并与 2015 年土地利用现状图校对、ArcGIS 10.2 预处理,解译得到土地利用覆被数据。结合白鹭生境特点、数据精度及土地资源管理工作实践^[10],将土地划分为水田、旱地、园地、乔木林地、灌木林地、草地、城镇用地、农村居民点、交通用地、滩涂沼泽、湖泊水库、河流、沟渠/运河和其他未利用地 14 类。

2 研究方法

生态安全格局构建是缓解生态保护与经济增长间矛盾的重要空间途径,也是生态治理由末端走向前端的必然选择^[17]。它的构建,就是通过对已存在或潜在的对于维护、控制特定地段某种生态过程有着重要意义的关键生态要素如节点、斑块、廊道乃至整个生境的空间识别、恢复与重建,从而达到特定生态过程的有效调控、景观格局改善以及生态效益的显著提升。结合苏锡常地区实际情况,以白鹭生境为重要源地,依据“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式,建设用地减量化系统性方法操作步骤,主要如下:(1)依据土地利用现状数据和前期白鹭生境斑块约束条件模型成果^[18],识别重要生态源地及其对应廊道;(2)采用景观分组指数(NC)、综合连接度指数(IIC)以及连接度概率指数(PC)评价生态源地重要性;采用重力模型方法评价生态廊道重要性,构建“源地-廊道”逻辑范式的生态安全格局;(3)分析地区生境、生境网络等构成要素,采用增补垫脚石、划定缓冲区等方法完成关键生态要素的恢复与优化,对人类干扰性较强的建设用地进行减量化处理。

2.1 生态源地识别及生态廊道模拟

依据生境斑块约束条件模型^[18],识别白鹭生境适宜性斑块地类作为生态源地;依据中国观鸟记录中心 2003—2014 年数据,选择次均观测到白鹭数量在 20 只以上的观测点为重要生态源地。其中,生态源地划分为筑巢地和觅食地。依据前期土地利用覆被类型对白鹭迁移影响成果^[19],对不同地类设定相应阻力值(表 1),运用最小阻力模型,借助 ArcGIS 中 Cost Distance 和 Coat Path 工具实现生态廊道的模拟。

2.2 生态源地及生态廊道重要性评价

利用 Conefor Input 10.0 导出生态源地 Node.txt 和 Distance.txt 文件,根据前期成果^[20],设置 10 km 为白鹭最大飞行半径,借助 Sensinode 分别计算景观分组指数 NC、综合连接度指数 IIC 以及连接度概率指数 PC。其中,IIC 用于测算景观格局中生态源地整体性;PC 从概率角度分析景观空间连接度;*dI* 是通过计算移除单个斑块后指标变化值。计算公式为:

表 1 不同土地利用类型对白鹭迁移的阻力值

Table 1 Resistance values of the little egret's migration caused by different land-use type

土地利用类型 Land-use type		阻力值 Resistance	土地利用类型 Land-use type		阻力 Resistance
生境地类 Habitat	乔木林地	1	主要人为干扰地类 Main human disturbance	交通用地	80
	沼泽滩涂	1		城镇用地	100
	湖泊水库	1		农村居民点	100
类生境地类 Similar habitat	河流	3	其它地类 Others	园地	30
	沟渠/运河	5		草地	50
	水田	10		旱地	70
	灌木林地	20		其它未利用地	90

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i \cdot a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_L^2}$$

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*}{A_L^2}$$

$$dI (\%) = 100 \times [(I/I_{\text{remove}})/I]$$

式中, n 为景观中生态源地总数, a_i 和 a_j 分别表示源地 i 和源地 j 的面积, nl_{ij} 表示源地 i 和源地 j 间的路径数, A_L 为整个景观面积, p_{ij}^* 为源地 i 和 j 间连通概率, 参照相关成果^[21], p_{ij}^* 设定为 0.5。

生态源地重要性评价, 综合考虑连接度概率指数和综合连接度指数, 依据定义及专家意见, 分别赋予 $dIIC$ 和 dPC 的权重值为 0.7 和 0.3, 计算生态源地重要性。计算公式为:

$$dI = 0.7dIIC + 0.3dPC$$

根据生态源地评价结果, 选取筑巢地重要性指数大于 5 和觅食地重要性指数大于 1 的生境斑块为重要生态源地, 其余为一般生态源地。

采用重力模型, 计算生态源地中筑巢地与觅食地间的相互作用关系, 定量评价区域内源地间生态廊道对白鹭迁移的重要性程度^[22], 计算公式为:

$$G_{ab} = \frac{L_{\max}^2 \ln S_a \ln S_b}{L_{ab}^2 p_a p_b}$$

式中, G_{ab} 为生态源地间的相互作用强度, p_a 为源地 a 的阻力值, S_a 为源地 a 的面积, L_{ab} 为源地 a 与 b 间生态廊道的累积阻力值, $L_{\max}$ 为研究区中所有廊道累计阻力最大值。

根据生态廊道评价结果, 选取重要性指数大于 10 的为重要生态廊道, 5—10 之间为较为重要生态廊道, 其余为一般生态廊道。

2.3 生态安全格局视角下的建设用地减量化

按照“源地-廊道”逻辑范式构建地区生态安全格局, 从生境整体性、关键生态要素间连通性等现状中的问题, 通过增补垫脚石、设置缓冲区等方法, 提升区域生境质量及生境间的联系, 以达到地区生态安全格局优化。

对关键生态用地内的建设用地减量化。为减少人类干扰对重要生态源地的影响, 参照生态源地保护成果^[23], 设置 600 m 缓冲区, 对区内建设用地减量化; 为保证生态廊道安全, 参照鸟类廊道保护相关成果^[24], 设置 200 m 缓冲区, 对区内建设用地减量化。

3 结果与分析

3.1 生态源地、生态廊道及其重要性

研究区生态源地中的筑巢地 (Z 表示) 主要由乔木林地和灌木林地组成, 觅食地 (M 表示) 主要由湖泊水

库、沟渠/运河等组成(图 1)。在 1248 处生境适宜性斑块中,重要性指数值大于 5 的筑巢地有 7 处,重要性指数值大于 1 的觅食地斑块有 9 处,共计 16 处(表 2)。在 63 条生态廊道中,重要性数值大于 10 的生态廊道 23 条,数值在 5—10 之间的生态廊道 13 条,共计 36 条(表 3)。

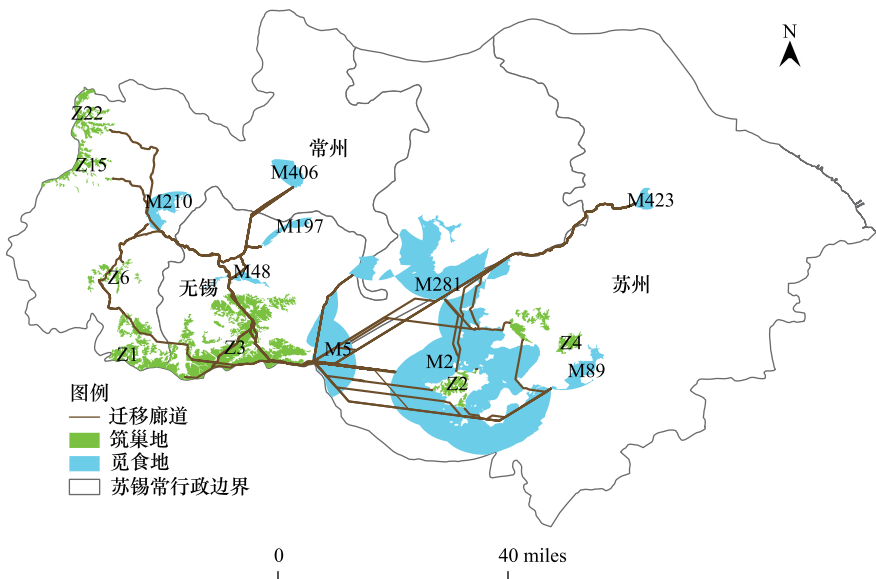


图 1 白鹭重要生态源地和重要生态廊道构建的苏锡常地区生态安全格局

Fig.1 The regional ecological security pattern identified using core habitats and migrating corridors of the little egret in the Su-Xi-Chang area

Za, 白鹭筑巢地 a the nesting plaques;Mb, 觅食地 b the feeding plaques;a 和 b 分别为筑巢地和觅食地的编号

表 2 苏锡常地区白鹭生境中的重要生态源地

Table 2 The core ecological source among the little egret habitats in the Su-Xi-Chang area

重要生态源地 Core ecological source	重要性指数 dN Importance index	重要生态源地 Core patches	重要性指数 dN Importance index
Z3	68.15	M210	3.16
Z1	23.73	M48	1.02
Z4	11.52	M197	1.24
Z22	11.30	M406	2.33
Z2	7.53	M281	9.52
Z15	7.20	M2	93.23
Z6	5.85	M89	1.44
M5	11.54	M423	1.08

Za, 白鹭筑巢地 a the nesting plaques;Mb, 觅食地 b the feeding plaques;a 和 b 分别为筑巢地和觅食地的编号

3.2 “源地-廊道”范式下的生态安全格局构建

图 1 示意了重要生态源地及重要生态廊道共同构建出的地区生态安全格局。依据重要源地及其对应廊道的分布情况,大致呈“一核三片多点”的特征。其中,一核是指太湖区域;三片分别指无锡滨湖片区、吴中片区、宜兴-溧阳片区;多点是指散布于各片区附近的生态源地,如阳澄湖、滬湖等。

从整体性方面看,太湖北部无锡境内缺乏重要的筑巢地、觅食地 M423 附近无筑巢地分布被孤立、筑巢地 Z22 最大飞行半径范围内无重要觅食地。从连通性方面看,觅食地 M406 与筑巢地 Z22、Z2、Z4 等之间白鹭迁移过程受到明显阻碍。其原因主要是太湖北部缺乏重要筑巢地,无法形成闭合回路,需考虑增加重要性较高的筑巢地 Z12 为垫脚石,增强北部地区白鹭生境间的连通性(图 2)。

表 3 苏锡常白鹭生境中的重要生态廊道

Table 3 The core ecological corridors linking the little egret habitats in the Su-Xi-Chang area

连线类型 Connection type	斑块间连接 Inter-plaque connection	重要性指数 Importance index	斑块间连接 Inter-plaque connection	重要性指数 Importance index
重要生态廊道 Core ecological corridors	Z15-M48	18.85	Z2-M89	192.22
	Z15-M197	14.27	Z2-M2	11172459.91
	Z15-M210	80.55	Z2-M281	56.88
	Z6-M48	22.25	Z2-M5	102.04
	Z6-M197	16.34	Z2-M48	30.03
	Z6-M210	62.26	Z2-M197	15.35
	Z1-M5	22.25	Z4-M89	45.26
	Z1-M48	16.34	Z4-M2	52.85
	Z1-M197	62.26	Z4-M281	22.24
	Z3-M5	2474.28	Z4-M5	10.82
	Z3-M48	146.79	Z4-M48	12.10
	Z3-M197	18.39		
较为重要生态廊道 Sub-core ecological corridors	Z4-M197	7.02	Z6-M89	5.49
	Z4-M423	6.47	Z1-M210	5.18
	Z2-M423	9.63	Z1-M406	5.70
	Z15-M406	6.95	Z3-M281	5.49
	Z22-M48	5.53	Z3-M406	5.91
	Z22-M210	7.90	Z2-M406	7.37
	Z6-M406	7.97		

Za-Mb, 筑巢地 a 到觅食地 b 间的生态廊道 ecological corridors; Za 和 Mb 分别为白鹭筑巢地 a、觅食地 b

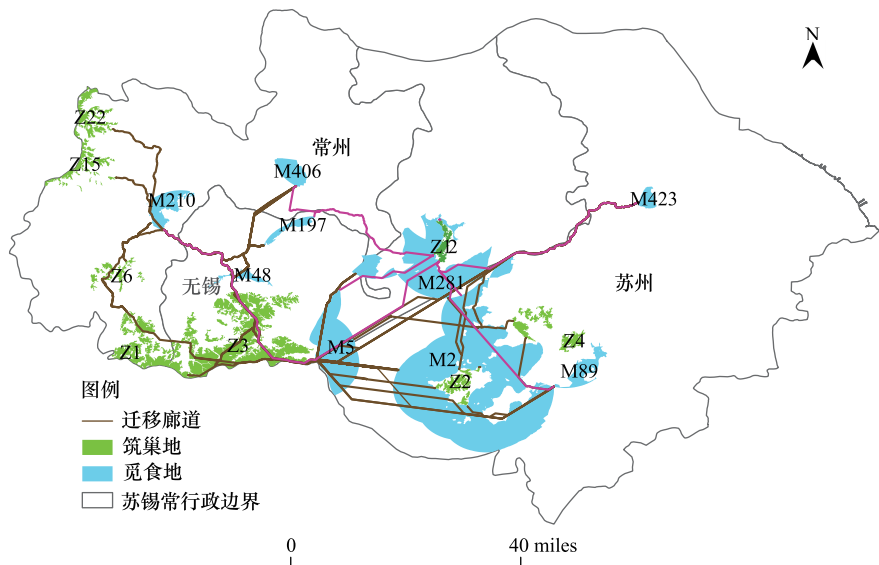


图 2 白鹭重要生态源地和重要生态廊道构建的苏锡常地区生态安全格局优化方案

Fig. 2 The optimized regional ecological security pattern identified using core habitats and corridors of the little egret in the Su-Xi-Chang area

3.3 关键生态用地内建设用地减量化

对重要生态源地 600 m 缓冲区内的人类强干扰性地类(包括城镇用地、农村居民点、交通用地 3 类)进行减量化,结果为城镇用地 5401.13 hm²、农村居民点 3688.73 hm²、交通用地 610.97 hm²,合计 9700.83 hm²

(表4)。对重要生态廊道 200 m 缓冲区内建设用地减量化(除去部分廊道重合面积)结果为城镇用地 7.25 hm²、农村居民点 419.23 hm²、交通用地 43.13 hm²,合计 469.61 hm²(表5)。研究区关键生态用地缓冲区内需减量化建设用地总计 10170.44 hm²。

表4 重要生态源地的建设用地减量化

Table 4 Reduction of construction land for core ecological source

核心生境斑块 Core ecological patch	城镇用地 Urban land/hm ²	农村居民点 Rural residents/hm ²	交通用地 Transportation/hm ²	减量化总面积 Total area of reduced construction land/hm ²
Z3	1570.50	1688.56	460.47	3719.53
Z1	0.00	580.67	62.06	642.73
Z4	3313.28	0.00	82.23	3395.51
Z22	10.20	249.98	0.00	260.18
Z2	164.89	468.9	0.00	633.79
Z15	0.00	234.50	6.21	240.71
Z6	342.26	466.12	0.00	808.38
总计 Total	5401.13	3688.73	610.97	9700.83

表5 重要生态廊道的建设用地减量化

Table 5 Reduction of construction land for important ecological corridor

生态廊道 Ecological corridor	城镇用地 Urban land/hm ²	农村居民点 Rural residents/hm ²	交通用地 Transportation/hm ²	减量化总面积 Total area of reduced construction land/hm ²
Z15-M48	0.00	57.79	0.00	57.79
Z15-M197	0.00	59.73	0.00	59.73
Z15-M210	0.00	15.02	0.00	15.02
Z6-M48	0.00	25.80	15.45	41.25
Z6-M197	0.00	80.33	0.00	80.33
Z6-M210	0.00	26.40	0.00	26.40
Z1-M5	0.00	0.00	0.00	0.00
Z1-M48	0.00	6.72	13.44	20.16
Z1-M197	0.00	28.04	13.44	41.48
Z3-M5	0.00	0.00	0.00	0.00
Z3-M48	0.00	5.20	0.00	5.20
Z3-M197	0.00	26.81	0.00	26.81
Z2-M89	5.59	1.09	0.00	6.68
Z2-M2	0.00	0.00	0.00	0.00
Z2-M281	0.00	0.00	0.00	0.00
Z2-M5	0.00	0.00	0.00	0.00
Z2-M48	0.00	14.42	4.16	18.58
Z2-M197	0.00	35.70	4.16	39.86
Z4-M89	0.00	20.08	0.00	20.08
Z4-M2	1.66	3.05	0.00	4.71
Z4-M281	1.66	9.28	5.92	16.86
Z4-M5	1.66	8.66	5.92	16.24
Z4-M48	1.66	16.25	10.08	27.99
总计 Total	12.23	440.37	72.57	525.17

重要生态源地缓冲区中,减量化的建设用地中城镇用地最多,主要原因是 Z3 和 Z4 临近建成区(表4)。其中,Z4 地处苏州吴中片区,被零散城镇用地分割为两部分;Z3 毗邻宜兴市区,四周出现大量零散城镇用地与农村居民点。重要生态廊道缓冲区中,减量化农村居民点最多,主要是农村居民点多且分散。总体上,城镇用地扩张对重要生态源地产生的影响显著,农村居民点对重要生态源地及生态廊道产生的影响相对较小,交

通用地的影响最小。

4 结论与讨论

4.1 结论

从“源地-廊道”生态安全格局构建逻辑范式出发,以优势物种白鹭的生境和迁移廊道为依据,通过提高生境网络整体性及其连通性对缓冲区内建设用地进行减量化,提出了建设用地减量化的系统性方法,结果表明:对关键生态用地(重要生态源地及对应廊道缓冲区)内建设用地减量化 10170.44 hm^2 ,其中城镇用地 5408.38 hm^2 ,农村居民点 4107.96 hm^2 ,交通用地 654.10 hm^2 ,实现了预期目标。为保证减量化工作能够有序有效推进,建议如下:一是将识别的关键生态用地划入区域生态红线范围内,有效防止新增建设用地集中连片出现,减缓生境破碎化进程。二是加强监督管理机制,提高透明度,广泛接受公众监督和违法举报,对问题地块依法审查并处理。三是确立利益相关者参与基本原则和合作式管理理念,尊重当地居民合理利益诉求,通过社区共管等方法将当地居民及企业纳入管理过程中,最大限度排除人为因素对生态保护的干扰,同时降低建设用地减量化的难度及其成本。

4.2 讨论

4.2.1 “源地-廊道”生态安全格局构建与建设用地减量化

以已有成果^[18-19]为基础,实现了特定“源地”及“对应廊道”的识别,然而在区域生态安全格局构建逻辑范式中^[17](以下简称范式)，“源地”是多源的,包括重要性、敏感性、连通性等;“对应廊道”因“源地”的多样性而多元化。范式理论框架系统完整,需要的数据类型多、获取难度大、耗费时间长,应用时多会被简化。

信息获取成本^[25]规律认为,信息获取成本与体验高度负相关,或者说,人们在未知领域中获得信息的成本要比在熟悉领域中获得信息花费的成本更多。因此,简化时可采用以下步骤,在信息获取成本较低的同时,使得格局完整性和精确度达到最优成效:(1)针对区域生态环境本底特征,遴选最具代表性的“源地”为第一顺位源。这种情形下,第一顺位源信息(即领域内人们最熟悉的信息)获取成本在各种“源地”信息获取成本中最低。采用“源地-廊道”范式构建区域生态安全格局,得到的格局能够反映出区域最基本的情况,达到成效最优。(2)采用信息特性互补思路,遴选第二顺位源(即除第一顺位源领域以外人们最熟悉的信息),获取“源地”信息,构建并叠加识别出新的范式生态安全格局。第二顺位源信息特征与第一顺位源信息互补,从格局构建结果看,最有助于提升格局完整性和精确度;从信息获取成本看,与第一顺位源相比,由于信息熟悉程度较低,获取成本较高;与其他源地相比,获取信息成本(理论上)最低甚至接近,但是信息互补特性决定了第二顺位源对格局完整性和精确度提升方面贡献最大,因此产生的成效也最大。(3)重复步骤二,依次得到叠加新顺位源后的生态安全格局,从而继续提升区域生态安全格局的完整性和精确度。

以上步骤,实现了对不同类型关键生态用地缓冲区内建设用地的减量化,并在构建优化区域生态安全格局的同时,提出了建设用地减量化的系统性方法。按照关键生态用地类型重要程度,次序准确回答了“建设用地怎么减?减哪里?减多少?”的问题。该方法同样可为区域存量和增量建设用地调整优化提供依据,具有较好的普适性。

与前期成果^[10]相比,前者以目标物种生境网络为生态用地“源”,在“格局-生态过程”中赋予了具体的内涵,是建设用地减量化的理论依据,但具有一定局限性,对区域生态安全格局构建的完整性考虑不足。本文将“源地-廊道”范式的生态安全格局构建作为建设用地减量化的理论依据,虽然“源地”类型相同,但遴选原则不同,不宜混为一谈。另外,本文虽然没有构建并识别第二顺位“源地-廊道”下新的生态安全格局及新增减量化建设用地,但不影响以上讨论及结论。

4.2.2 建设用地减量化的实现与实践

平衡经济发展与生态保护的关系是一个世界性难题。美国田纳西流域管理局诉希尔案^[26]及商务部公布有关欧洲法院裁决西班牙高速铁路违反欧盟鸟类保护法规案例^[27]等实例表示,在较好的经济基础保障条件

下,“天平”会倾斜于生态保护。为避免走弯路、重复建设,需要提前做好理论储备。

原国土资源部提出的“实施城乡建设用地增减挂钩,通过建新拆旧和土地整理复垦等措施,实现区域内城乡用地合理布局^[28]”、中共中央国务院指出的“推进生态源地与生态廊道建设…强化源地保护、过程管控和退化修复及空间治理方式转变^[29]”等,明确了建设用地减量化符合国家发展战略需求,迫切需要在现行建设用地减量化政策中纳入对更多生态保护和生态安全格局构建等因素的考量。

建设用地减量化研究目前主要集中在上海、江苏等经济较发达地区^[7-8,12-14]。《上海低效建设用地减量化透视》中介绍到,上海在第一轮三年(2015—2017年)期间,实现集建区外低效工业用地、零散宅基地等低效建设用地减量化累计 28 km²。但是由于减量化推行成本高、触动利益群体多、类型复杂,实施阻力较大,很多问题^[7,30-31]迫切需要得到更多学者及广大管理人员持续关注、深入探讨。

参考文献 (References):

- [1] Wu J G, Hobbs R. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 355-365.
- [2] Wang S X, Wang S L. Land use/land cover change and their effects on landscape patterns in the Yanqi Basin, Xinjiang (China). *Environmental Monitoring and Assessment*, 2013, 185(12): 9729-9742.
- [3] Wan L H, Zhang Y W, Zhang X Y, Qi S Q, Na X D. Comparison of land use/land cover change and landscape patterns in Honghe National Nature Reserve and the surrounding Jiansanjiang region, China. *Ecological Indicators*, 2015, 51: 205-214.
- [4] McDonald R I, Kareiva P, Forman R T T. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 2008, 141(6): 1695-1703.
- [5] Scolozzi R, Geneletti D. A multi-scale qualitative approach to assess the impact of urbanization on natural habitats and their connectivity. *Environmental Impact Assessment Review*, 2012, 36: 9-22.
- [6] 庄少勤. “新常态”下的上海土地节约集约利用. *上海国土资源*, 2015, 36(3): 1-8.
- [7] 刘红梅, 孟鹏, 马克星, 王克强, 张冰松. 经济发达地区建设用地减量化研究——基于“经济新常态下土地利用方式转变与建设用地减量化研讨会”的思考. *中国土地科学*, 2015, 29(12): 11-17.
- [8] 史婧然, 袁承程. 建设用地减量化对都市郊区景观格局和功能影响研究——以上海青西地区为例. *上海国土资源*, 2016, 37(3): 19-22, 27-27.
- [9] 李强, 王子鑫, 王弘月, 孙倩青. 北京市建设用地减量发展的实施路径与模式研究. *地理与地理信息科学*, 2018, 34(5): 86-91.
- [10] 吴未, 陈明, 欧名豪. 建设用地减量化的苏锡常地区土地利用格局优化——基于白鹭生境网络优化视角. *生态学报*, 2018, 38(14): 5141-5148.
- [11] 杨滨榕. 生态文明建设背景下甘肃省建设用地开发平衡度研究. *安徽农业科学*, 2017, 45(21): 179-183, 251-251.
- [12] 石忆邵, 刘丹璇. 上海市工业用地减量化规划构想及关键问题分析. *上海国土资源*, 2016, 37(2): 1-4.
- [13] 董祚继. “超级增减挂钩”: 探索建设用地减量化实施之路——上海松江实践探微. *中国土地*, 2015, (11): 12-16.
- [14] 庄一琦. 转型发展背景下上海市区县土地整治规划编制方法研究. *上海国土资源*, 2014, 35(3): 21-26.
- [15] 周翔, 陈亮, 象伟宁. 苏锡常地区建设用地扩张过程的定量分析. *应用生态学报*, 2014, 25(5): 1422-1430.
- [16] 郭淑红. 上海建设用地减量化实施策略研究. *上海国土资源*, 2018, 39(1): 19-21, 33-33.
- [17] 彭建, 赵会娟, 刘焱序, 吴健生. 区域生态安全格局构建研究进展与展望. *地理研究*, 2017, 36(3): 407-419.
- [18] 吴未, 张敏, 许丽萍, 欧名豪. 土地利用变化对生境网络的影响——以苏锡常地区白鹭为例. *生态学报*, 2015, 35(14): 4897-4906.
- [19] 吴未, 张敏, 许丽萍, 欧名豪. 基于不同网络构建方法的生境网络优化研究——以苏锡常地区白鹭为例. *生态学报*, 2016, 36(3): 844-853.
- [20] 阮禄章, 张迎梅, 赵东芹, 董元华, Mauro F. 白鹭作为无锡太湖地区环境污染指示生物的研究. *应用生态学报*, 2003, 14(2): 263-268.
- [21] 欧维新, 袁薇锦. 基于景观连接度的盐城滨海湿地丹顶鹤生境斑块重要性评价. *资源科学*, 2015, 37(4): 823-831.
- [22] 汤峰, 张蓬涛, 张贵军, 赵丽, 郑宇, 魏明欢, 简卿. 基于生态敏感性和生态系统服务价值的昌黎县生态廊道构建. *应用生态学报*, 2018, 29(8): 2675-2684.
- [23] 吝涛, 薛雄志, 卢昌义, 洪华生. 厦门国家级自然保护区白鹭生态安全评价. *生态学报*, 2006, 26(12): 3998-4006.
- [24] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度. *生态学报*, 2005, 25(9): 2406-2412.
- [25] 肯尼恩·J 阿罗. 信息经济学. 何宝玉, 译. 北京: 北京经济学院出版社, 1989: 199-201.
- [26] 陈冬. 小鱼与大坝的对话——《美国濒危物种法》的实施及其所引起的思考. *法学论坛*, 2003, 18(3): 79-82.
- [27] 中华人民共和国商务部. 欧洲法院裁决西班牙高速铁路违反欧盟鸟类保护法规. [2016-11-30]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyjl/m/201611/20161101994801.shtml>.
- [28] 中华人民共和国自然资源部. 城乡建设用地增减挂钩试点管理办法. 国土资发[2008]138号. [2008-06-27]. http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206_1436480.html.
- [29] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见. [2019-05-23]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/23/content_5394187.htm.
- [30] 王克强, 马克星, 刘红梅. 上海市建设用地减量化运作机制研究. *中国土地科学*, 2016, 30(5): 3-12.
- [31] 王训国, 黎而力. 上海市低效建设用地减量化探索与实践. *上海国土资源*, 2017, 38(4): 6-8.