

樊柏青, 成玉宁. 乡村生态景观识别与生境网络优化: 以南京市江宁区为例[J]. 风景园林, 2023, 30 (4): 27-33.

乡村生态景观识别与生境网络优化——以南京市江宁区为例

樊柏青 成玉宁*

摘要: 【目的】三生融合是乡村景观空间的基本格局, 识别生态格局、优化生境网络是保护生物多样性、修复乡村生态环境的基本途径。【方法】基于土地覆被类型遥感解译, 识别乡村三生空间及生境类型分布; 依托 MSPA 方法识别生态斑块, 采用 InVEST 模型评价斑块的生境质量, 并结合三生空间类型提取生态源地; 综合运用 ArcGIS 的栅格计算器及 Linkage Mapper 工具箱进行生态廊道、夹点、障碍点的识别。【结果】进一步整合出江宁区四片区-五组团-多廊道-多节点的多层级复合式生境网络格局, 将其作为构建区域乡村生态本底的基础。【结论】在尊重三生空间融合的前提下, 基于定量及空间定位与定性研究, 初步形成乡村生境优化的路径。

关键词: 乡村生态景观; 国土空间规划; 生物多样性; 三生空间; 生境质量; 生境网络

基金项目: 国家重点研发计划“绿色宜居村镇技术创新”重点专项“乡村生态景观营造关键技术研究”项目“乡村生态景观数字化应用技术研究”课题(编号 2019YFD1100405)

中图分类号: TU982.29

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2023)04-0027-07

DOI: 10.12409/j.fjyl.202301030003

收稿日期: 2023-01-03

修回日期: 2023-02-20

开放科学(资源服务)
标识码(OSID)



江宁区位于南京市东南部(图1), 域内地形地貌类型丰富, 具有典型亚热带北部气候与植被特征。江宁区西北部为长江及其沿岸湿地, 东北及西南地势较高, 有近400座低山分布, 整体地貌主要以丘陵、岗地为主^[1], 其中, 东北片区的山体呈北东走势, 山体连续性高且较为陡峭; 西南部山体体量较大, 夹杂部分缓坡地带, 低山丘陵地带植被覆盖度较高, 主要为亚热带针叶林和落叶阔叶林; 中部地势较低, 主要为适宜耕作的平原。南京市的发展对乡村及其生态环境不可避免地产生了一定影响, 江宁区作为南京都市边缘地带, 随着城镇建设和农业生产对土地的改造, 自然的生态本底被扰动、生态环境被改变, 生境的脆弱性和生物多样性保护成为亟待解决的问题。

过往从形态学角度探讨乡村生态问题的研究, 存在就形态论生态的间接性; 而专注从生态学角度开展的乡村研究, 往往又淡化了乡村三生空间融合的基本特征, 因此在生态源地、廊道及节点的识别中存在着不确定性。本研究聚焦南京市江宁区的用地构成与生境质量, 并在国土空间规划语境下, 结合三生空间与生境的分布特征, 探索区域生态环境保护 and 城乡建设持续发展的依据, 旨在

探索高速城市化背景下城郊乡村生态环境与生物多样性保护的科学途径。

本研究以定量为基础、以定位为抓手, 在此基础上生成定性决策的研究思路, 探讨江宁区乡村生境空间的识别、保护与规划。首先, 通过对江宁区的土地覆被类型进行遥感解译, 分析三生空间及生境类型分布状况; 其次, 融合生态与形态因素, 综合运用形态学空间格局分析(morphological spatial pattern analysis, MSPA)方法(聚焦景观形态)和InVEST模型(聚焦生境质量), 并结合三生空间与生境类型提取生态源地; 再次, 利用ArcGIS的栅格计算器运算得到研究区内的综合生态阻力面, 运用ArcGIS的Linkage Mapper工具箱识别生态廊道、夹点、障碍点, 形成由生态源地、源间生态廊道、生态节点构成的多层级生态网络。在此基础上探讨以乡村生物多样性保护为目标的空间优化策略(图2)。

1 基于Sentinel-2A 遥感影像的乡村三生空间及生境类型的识别

三生空间分别对应了乡村的3种主要用地类型, 同时也反映了不同用地的生境特征, 采用遥感影像解译识别三生空间及生境类型分布, 是认知乡村生态景观的基础。

1.1 乡村三生空间识别

依托于自然, 农业生产与人类生活共同融合的乡村生态环境逐渐形成, 具有明显的复合性和镶嵌性特征。不同的景观单元对于生物多样性具有不同的影响, 其中, 耕地作为人工植被景观, 具有生产的功能属性, 但由于植被类型单一, 其间的野生物种较少; 自然山林区域则具有良好的生态本底和较丰富的物种多样性。本研究以空间分辨率为10m的Sentinel-2A遥感影像数据作为原始数据, 利用eCognition平台的最邻近监督分类法解译江宁区的地表覆被类型, 将下垫面分为林地、草地、建设用地、耕地、裸地、水域6个类型, 识别江宁区的三生空间类型分布特征(图3), 其中, 生态空间主要分布于以丘陵地貌为主的云台山、牛首山、方山、青龙山、汤山区域, 其植被覆盖度较高, 是生态保育的重要空间; 生活空间主要集中分布在地势较为平坦的中部平原区域以及长江沿岸区域, 其中村镇居民点主要位于南部及东北部区域, 且呈分散式分布; 耕地、鱼塘等农业生产空间与村镇居民点呈镶嵌式分布, 多位于西北的南山湖与云台山之间、溧水河沿岸以西、句容河沿岸等区域, 3类空间共同形成了江宁区乡村三生空间融合的景观格局。

1.2 乡村生境类型识别

江宁区生境类型可分为人工生境、半自然生境、自然生境 3 种 (图 4)。其中, 1) 人工生境主要包括建设用地 (532.42 km²)、裸地 (99.03 km²)、部分草地以及人工坑塘、水库等。建设用地受人为活动的扰动较大, 主要分布于江宁街道西北区域、谷里街道西北区域、秣陵街道、东山街道西南区域、禄口街道西北区域、汤山街道东南区域, 裸地分布较为零散, 鲜有植被覆盖, 生物多样性较低。2) 半自然生境主要包括 145 km² 耕地, 多分布于西部和南部的山地周边平原以及中部和东南部平原地带。3) 自然生境则主要包括长江、秦淮河、溧水河、句容河等水域及其沿岸湿地以及林地, 林地主要集中分布于云台山及西北部青龙山、汤山及周边区域, 另有部分林地零散分布于东南部及中部。自然及人工林地具有良好的生态本底, 有利于生物多样性保护, 可以作为生境网络中的生态源地。研究区域内的林地面积共计 582.78 km², 草地面积共计 40.59 km², 水域面积共计 164.01 km²。

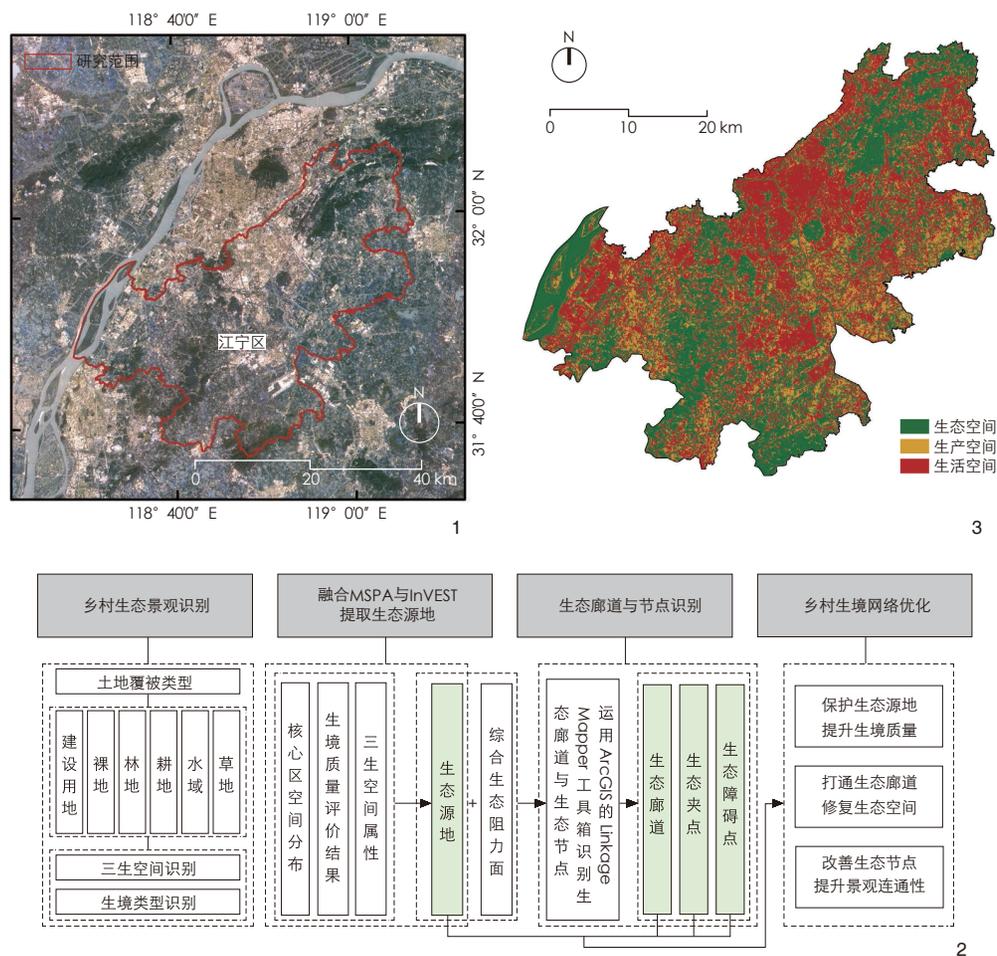
2 乡村生态景观关键地段提取

为了科学地梳理生境网络, 需要提取与识别江宁区生态景观中包括生态源地、生态廊道、生态节点在内的关键地段, 其中生态源地是最关键的要素。

2.1 融合MSPA 与 InVEST 提取生态源地

MSPA 方法常被用于生态网络研究, 根据图像学原理识别不同土地利用类型, 通过区分以自然要素为组成的“前景”与以非自然要素为组成的“背景”, 可识别大型且连续的自然斑块 (核心区) 作为生态源地, 利用此方法能从形态上提取生态源地的边界。生态源地作为多种乡土物种的栖息地, 宜为面积较大且较为完整、生境质量较高的斑块, 然而 MSPA 方法是从形态间接反映生态状况, 无法直接判断景观斑块生境质量。因此, 利用能够评价生境质量的 InVEST 模型评估各“核心区”的生境质量, 可以弥补 MSPA 方法进行生态源地提取的不足。

本研究首先运用 MSPA 方法提取有潜力



1 南京市江宁区地理区位

Geographical location of Jiangning District, Nanjing

2 乡村生态景观识别与生境网络优化途径

Approach for rural ecological landscape identification and habitat network optimization

3 江宁区三生空间类型识别结果

Identification results of the types of ecological, production and living spaces in Jiangning District

成为生态源地的“核心区”, 再采用 InVEST 模型评价江宁区的整体生境质量, 进而计算各“核心区”的生境质量平均值并进行排序, 同时结合三生空间的识别结果选取生态源地。

对于江宁区而言, 将林地、草地、耕地、水域作为前景, 建设用地、裸地作为背景, 并最终将前景要素识别为核心区、孤岛区、环岛区、桥接区、孔隙区、边缘区、支线 7 种模式^[2-3], 其中, 核心区可作为生态网络中的潜力源地。运用 InVEST 生境质量评价模型, 基于江宁区土地覆被数据的解译结果, 设置耕地、建设用地和裸地为威胁源, 参考相关研究及模型推荐值^[6-9], 分别设置 3 种威胁源的最大影响范围、权重及衰减模式 (表 1),

求得江宁区生境质量评价结果 (图 5)。

利用 MSPA 方法识别的景观空间分布结果 (图 5) 显示, 核心区较多分布于水域、自然山林地带, 较为完整的斑块主要集中于西南部、东北部, 主要生态核心区域连通度较低。InVEST 模型的生境质量评价结果 (图 6) 显示, 江宁区生境质量的平均值为 0~0.997 不等, 生境质量比较高且区域面积较大斑块主要集中在西南部云台山、中部汤山方山国家地质公园、东北部汤山风景区的林地处, 其余生境质量较高的斑块为散布在江宁区内的林地, 其次为耕地和水域, 城镇建设用地和裸地的生境质量比较低。利用 ArcGIS 中的分区统计工具, 选择面积 > 3 km² 的核心区斑块, 统计每个核心区斑块的生境质量栅格数据平

表 1 威胁源的权重及影响范围设置

Tab. 1 Weight and influence scope of threat sources

威胁源	最大影响范围/km	权重	衰减模式
耕地	8	0.4	线性
建设用地	10	0.9	指数
裸地	9	0.7	线性

均值并对其进行排序（图 7），提取生境质量的平均值 > 0.7 且主要以生态空间为主的核心区斑块作为生态源地，共计 9 个，空间上形成分散式布局，且其尺度、类型各异。

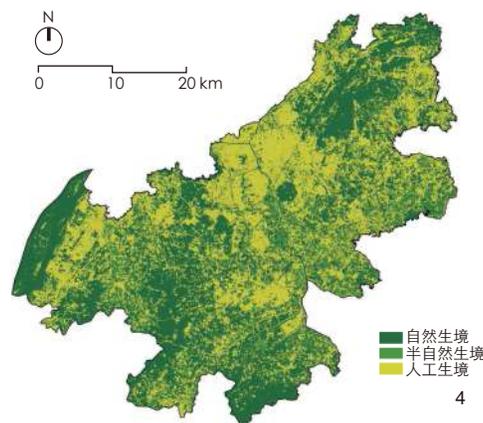
2.2 乡村生态廊道与节点识别

生态廊道与生态节点的提取通常建立在提取生态源地的基础上，常用方法有基于图论的最小累积阻力（minimum cumulative resistance, MCR）模型、电路理论等。MCR 模型基于 ArcGIS 平台，通过计算源地之间的最小累积成本距离识别生态廊道，进一步将各廊道交点作为生态节点，以整合生境网络，但 MCR 模型并不能进一步识别“生态障碍点”“生态夹点”等具体类型的生态节点。而基于电路理论开发的 ArcGIS 平台的 Linkage Mapper 工具箱可以解决上述问题，其中包含 Linkage Pathways、Pinchpoint Mapper、Barrier Mapper 工具及 Circuitscape 程序^[10-11]。Linkage Mapper 工具箱以生态阻力面、生态源地作为源数据，通过模拟电子在电路中的随机游走过程预测生物的移动，以生态源地作为生态流的原点、生态阻力面反映生态流遇到的阻力，可以识别出生态廊道、生态障碍点、生态夹点，突破了 MCR 模型的局限性，因此而得以广泛使用。

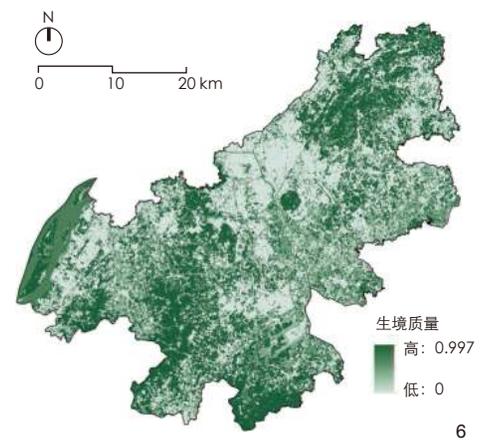
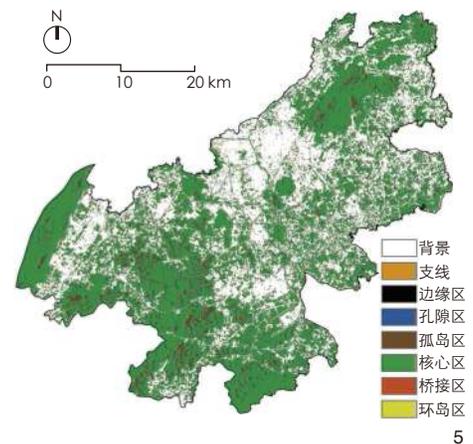
运用 Linkage Pathways 工具识别促进生态源地间连通性的复合走廊作为生态廊道；Pinchpoint Mapper 工具通过调用 Circuitscape 程序识别生物移动过程中经过概率或频率较高的生态夹点区域；运用 Barrier Mapper 工具则可识别出位于廊道附近对生物活动和移动阻力较大的生态障碍点区域。

2.2.1 生态廊道识别

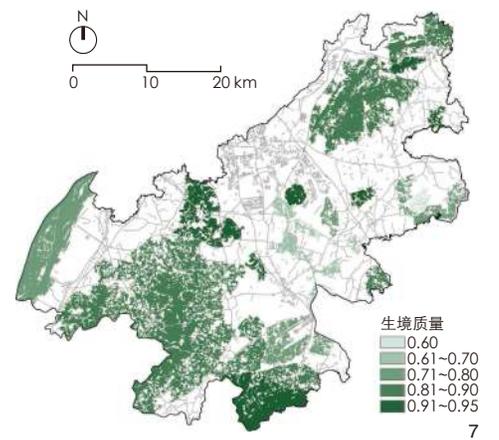
识别生态廊道首先需要进行生态阻力面的构建，选取对生物多样性影响较大的土地覆被类型（图 8-1）、路网密度（图 8-2）、



4 江宁区生境类型识别结果
Identification results of habitat types in Jiangning District



5 MSPA 景观空间分布
Spatial distribution of MSPA landscape



6 生境质量空间分布
Spatial distribution of habitat quality

7 面积 > 3 km² 的核心区生境质量空间分布
Spatial distribution of habitat quality in core areas larger than 3 km²

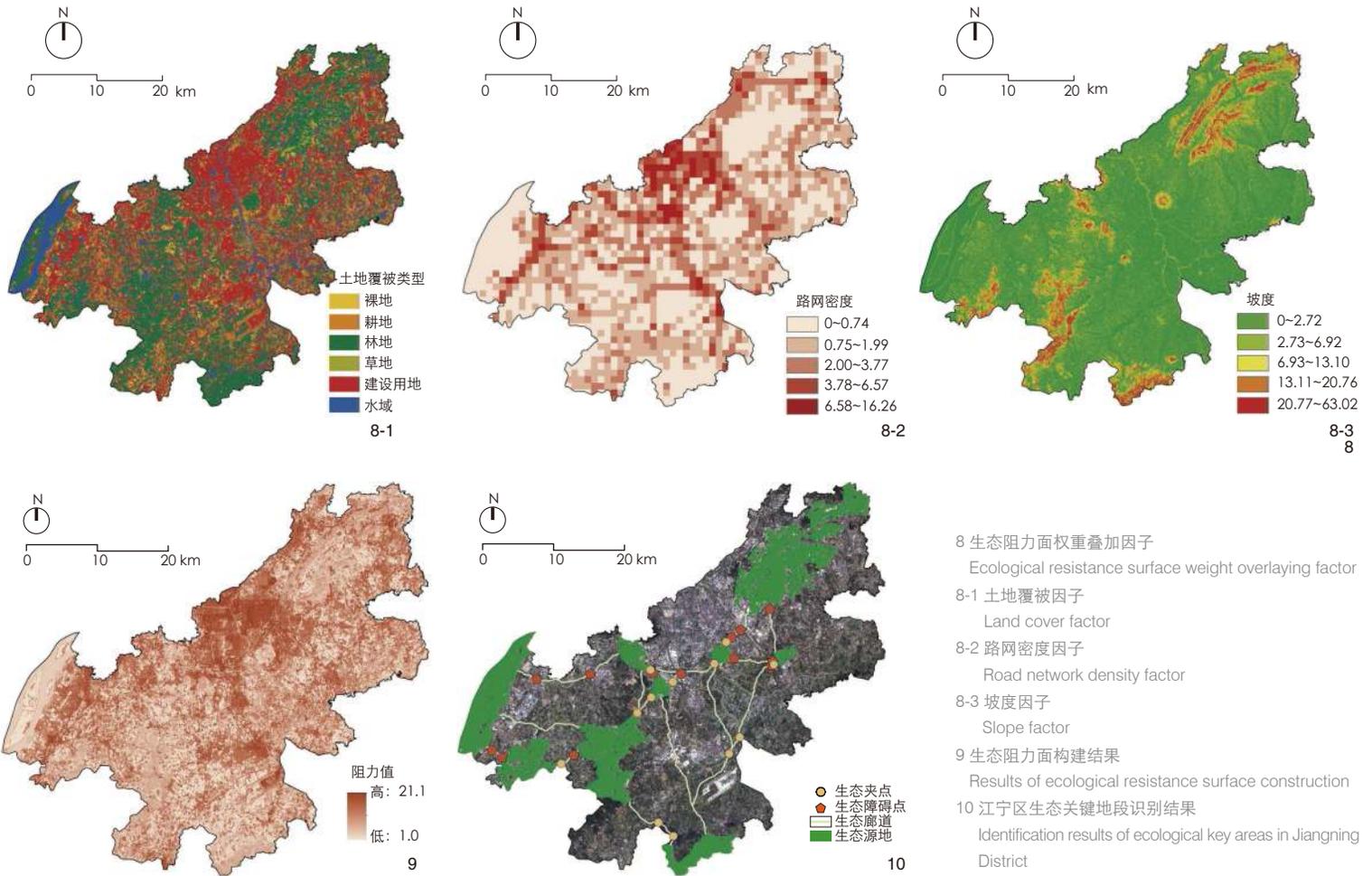
坡度（图 8-3）作为权重叠加因子，并从生物多样性保护角度，对各类阻力因子进行赋值（表 2）和计算。其中，土地覆被类型作为对生物多样性影响最为显著的因子，赋予其 0.5 权重，受人为扰动越小的下垫面组分类型，其生态阻力越小，赋值越低；路网密度作为能够响应人为建设强度的因子、坡度作为能够反映生态敏感性的因子，二者均对区域的生态阻力值有一定的影响，对路网密度与坡度因子均赋予 0.25 权重，利用自然间断点分级法，对路网密度、坡度值从低到高的区域依次赋值 1 至 5，可得出江宁区生态阻力面构建结果（图 9）。

进一步利用 ArcGIS 软件平台的 Linkage Mapper 工具箱中的 Linkage Pathways 工具，以生态源地和生态阻力面为源数据，生成源地

之间生物流和能量流的低阻廊道，最终选出 17 条源间生态廊道（图 10）。

2.2.2 生态夹点识别

生态夹点在空间上分布于生态源地附近以及源间生态廊道交集处，是生物移动过程中的关键区域。利用 ArcGIS 平台的 Pinchpoint Mapper 工具进行江宁区生态夹点的识别，按照电流密度值可划分出 4 个一级夹点与 8 个二级夹点（图 10）。结合遥感卫星影像，根据江宁区夹点区域的景观特征，可将其分为生态空间类、生活与生产空间类、空闲地与裸土地类。其中，生态空间类主要以自然生态的蓝绿空间为主；生活与生产空间类主要包括村镇居住用地、鱼塘、耕地、水渠等人类生活和农业生产空间；空闲地与裸土地类主要包括一些裸地与未利用地等。



8 生态阻力面权重叠加因子
Ecological resistance surface weight overlaying factor
8-1 土地覆被因子
Land cover factor
8-2 路网密度因子
Road network density factor
8-3 坡度因子
Slope factor
9 生态阻力面构建结果
Results of ecological resistance surface construction
10 江宁区生态关键地段识别结果
Identification results of ecological key areas in Jiangning District

2.2.3 生态障碍点识别

生态障碍点是生物迁徙和移动过程中遇到阻力较大的区域，识别生态障碍点并进行人为干预，通过调整用地、恢复植被等措施可以修复并有效增强区域的景观连通性。利用 ArcGIS 平台的 Barrier Mapper 工具在已有廊道的基础上，进行江宁区生态障碍点区域的识别，同时依据卫星影像，根据其用地类型和地物特征将识别后的 13 个生态障碍点（图 10）分为居住用地类、农业设施建设用地类、空闲地与裸地类、交通运输及工业用地类。

3 乡村生境网络优化

乡村生态景观和生境网络的整合和优化需要建立在三生空间协同的基础上，当现状用地与生态关键地段存在冲突与矛盾时，需要严格保护基本农田范围及生态红线。须根据乡村生态景观关键生态地段的识别结果，

表 2 生态阻力面各因子赋值及权重

Tab. 2 Values and weights of each factor of ecological resistance surface

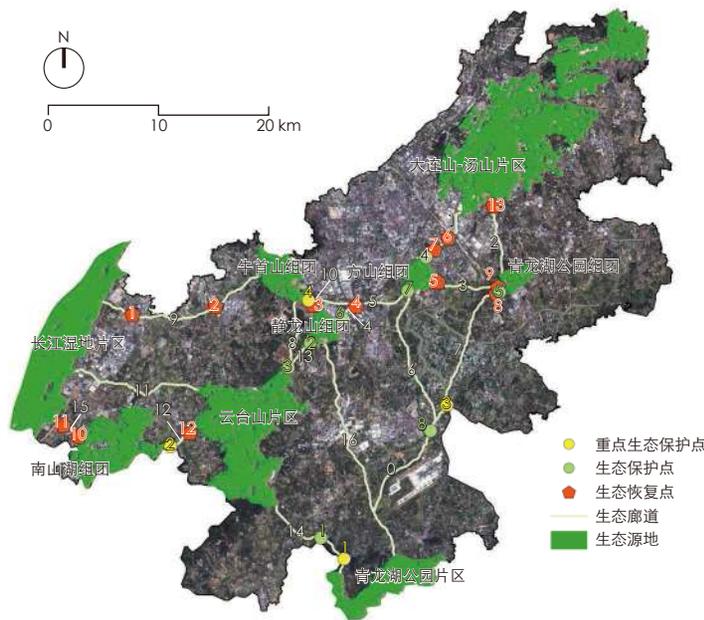
阻力因子	权重	赋值				
		1	2	3	4	5
土地覆被类型	0.50	林地	草地、水域	耕地	裸地	建设用地
路网密度	0.25	0~0.74	0.75~1.99	2.00~3.77	3.78~6.57	6.58~16.26
坡度	0.25	0~2.72	2.73~6.92	6.93~13.10	13.11~20.76	20.77~63.02

保护并维系生态源地，以生态廊道连通各源地，并修复生态节点从而加强生态廊道的连通性。对于识别出的生态夹点和生态障碍点两类生态节点：将生态夹点作为生态保护点，在合理控制开发强度的基础上，保留其生态属性或者改善节点的生境质量，将生态障碍点作为生态恢复点，对生态恢复点应采取保留、改善、重建 3 种措施，以加强区域生境连通度。初步整合出江宁区四片区-五组团-多廊道-多节点的多层级复合式生境网络格局，共识别出生态源地共计 9 个、生态廊道共计

17 条、生态保护点 12 个、生态恢复点 13 个。对生境网络中的各生态廊道及生态节点进行编号（图 11）。

3.1 保护生态源地，提升生境质量

依据江宁区下垫面的景观特征，可将生态源地分为生态湿地类、自然山林类、郊野公园类 3 种：1) 以河道湿地为主的西北地带长江处的生态湿地类作为多种生物的栖息地，需要充分保护其湿地资源，提升水环境生态质量，注重蓝绿空间的协同保护；2) 自然山林类位于江宁区的丘陵地带，以云台山片区、



11 江宁区生境网络整合结果
Results of habitat network integration in Jiangning District

大连山-汤山片区、横山片区、牛首山组团等为代表，需要严格控制自然山林及自然风景区的生态边界，维持低干预强度，以生态保育为主；3) 人工营建的郊野公园类绿地包括江宁区中部平原地区的青龙山公园等，其地势较为平缓，应以低影响开发与保护为主，控制周边用地的发展，以保障蓝绿生态本底，服务于多种生物的栖息（图 11）。

3.2 打通生态廊道，修复生态空间

以生态廊道连接各生态源地，南北向 9 条，东西向 8 条，形成了多线连面的生态景观空间格局。按照各生态廊道的景观类型可分为自然生态型廊道和综合型生态廊道，其中，自然生态型廊道以生态空间为主，拥有良好的生态本底和生境质量，以 8 号廊道为代表，对此类廊道应维持其原本的生境资源，对周边一定缓冲区范围内的区域需要采取低影响开发的建设策略；综合型廊道途经区域主要为生产和生活空间，江宁区的大部分廊道都属于综合型廊道，并具有长度较长、景观类型复杂多样的特征，包括 0~7 号、9~16 号廊道。对于这类廊道的保护需要在识别生态夹点、生态障碍点的基础上，维护原有的生态空间并改善堵点，为生物活动预留适宜的

空间（图 11）。

3.3 改善生态节点，提升景观连通性

结合国土空间规划用地类型与下垫面特征对江宁区生态节点（包括生态保护点和生态恢复点）进行分类，并对应图 11 中的编号（表 3）。将识别出的一级夹点作为重点生态保护点，将二级夹点作为生态保护点。其中，生活与生产空间类中的生活空间需要控制人为开发强度，生产空间需根据农业开发边界予以保留，为生物预留出足够的活动空间；对于生态空间类主要采取保护、维持的措施；对于空闲地与裸土地类，则可通过转变用地、增加蓝绿空间的方式优化生境。

在识别出生态恢复点具体障碍区域和地物特征的基础上，采取不同程度的措施对其进行优化以提升景观连通性。保留现状用地的生态恢复点包括居住用地、农业设施建设用地、工业用地等，可采取营建渗透型绿地的方式增加生物间的能量交换，亦可在附近区域增设绿带加强廊道连通性；需要重建的生态恢复点包括空闲地与裸土地类，可将其进一步规划为蓝绿生态空间；对于交通运输用地类生态恢复点，可通过在局部设置涵洞的方式改善空间连通度。

表 3 生态节点分类及编号

Tab. 3 Classification and numbering of ecological nodes

生态节点分类	生态保护点类型	生态恢复点编号
重点生态保护点类型	生态空间类	1
	生活与生产空间类	2、3
	空闲地与裸土地类	4
生态保护点类型	生态空间类	2
	生活与生产空间类	1、3、4、5、7、8
	空闲地与裸土地类	6
生态恢复点类型	居住用地类	1、5、6、11
	农业设施建设用地类	2
	空闲地与裸土地类	3、7、12、13
	交通运输用地类	4、10
	工业用地类	8、9

4 结论与讨论

11

三生空间和生境类型的识别可为生态源地的提取及生境网络的优化提供依据。应用 InVEST 模型进行生境质量评价，农田可能呈现较高生态水平，但农业生产景观作为乡村特有的斑块，由于人为干扰与植被物种的单一性，并不具备作为生态源地的功能和属性，因而需要审慎甄别。本研究首先综合 MSPA 方法与 InVEST 模型，同时结合三生空间的识别结果，选择以自然生境为主的景观斑块作为生态源地，融合生态与形态作为提取生态源地的依据，通过多元要素的互补改善研究结果的或然性。其次，运用 ArcGIS 平台的栅格计算器区分不同的生态阻力面，采用 ArcGIS 平台的 Linkage Mapper 工具箱仿真动态生态流，模拟生境状况，进而识别生态廊道、夹点、障碍点，基于上述的定量与空间定位研究进行生境网络的整合与优化，从而提高生境保护规划的精准性。

随着传感器及物联网应用的普及，实时采集动态数据可更为全面地反映乡村生态环境的状况，能够进一步补强数据及信息的实时性，不仅可以增强研究的时效性，同时也可以极大地提升生态环境保护规划的科学性。

参考文献 (References):

[1] 李莉, 赵明, 王平. 基于耕地质量定级的城市开发边界划定: 以南京市江宁区为例[J]. 江苏农业科学, 2021, 49 (2): 174-180.
LI L, ZHAO M, WANG P. Urban Development Boundary Delineation Based on Arable Land Quality Grading: A Case

Study of Jiangning District, Nanjing[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021, 49 (2): 174-180.

[2] 宁琦, 朱梓铭, 覃盟琳, 等. 基于 MSPA 和电路理论的南宁市国土空间生态网络优化研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2021, 46 (2): 306-318.

NING Q, ZHU Z M, QIN M L, et al. Research on the Optimization of Territorial Space Ecological Network of Nanning City Based on MSPA and Circuit Theory[J]. Journal of Guangxi University (Natural Science Edition), 2021, 46(2): 306-318.

[3] 郑群明, 扈嘉辉, 申明智. 基于 MSPA 和 MCR 模型的湖南省生态网络构建[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2021, 44 (5): 1-10.

ZHENG Q M, HU J H, SHEN M Z. Construction of Ecological Network in Hunan Province Based on MSPA and MCR Models[J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2021, 44 (5): 1-10.

[4] 邱瑶, 常青, 王静. 基于 MSPA 的城市绿色基础设施网络规划: 以深圳市为例[J]. 中国园林, 2013, 29 (5): 104-108.

QIU J, CHANG Q, WANG J. A MSPA-Based Planning of Urban Green Infrastructure Network: A Case of Shenzhen [J]. Chinese Landscape Architecture, 2013, 29 (5): 104-108.

[5] 史学民, 秦明周, 李斌, 等. 基于 MSPA 和电路理论的郑汴都市区绿色基础设施网络研究[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2018, 48 (6): 631-638.

SHI X M, QIN M Z, LI B, et al. Research on the Green Infrastructure Network in the Zhengzhou-Kaifeng Metropolitan Area Based on MSPA and Circuit Theory[J]. Journal of Henan University (Natural Science), 2018, 48 (6): 631-638.

[6] 王丽容, 冯晓蕾, 常青, 等. 基于 InVEST-MCR 复合模型的城市绿色空间生境网络格局构建研究[J]. 中国园林, 2020, 36 (6): 113-118.

WANG L R, FENG X L, CHANG Q, et al. Pattern Construction of Habitat Network for Urban Green Space Based on the Compound Model of InVEST and MCR[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (6): 113-118.

[7] 尚俊, 蔡海生, 龙月, 等. 基于 InVEST 模型的鄱阳湖区生境质量时空演化及其变迁特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30 (8): 1901-1915.

SHANG J, CAI H S, LONG Y, et al. Temporal-Spatial Distribution and Transition of Habitat Quality in Poyang Lake Region Based on InVEST Model[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30 (8): 1901-1915.

[8] 包玉斌, 刘康, 李婷, 等. 基于 InVEST 模型的土地利用变化对生境的影响: 以陕西省黄河湿地自然保护区为例[J]. 干旱区研究, 2015, 32 (3): 622-629.

BAO Y B, LIU K, LI T, et al. Effects of Land Use Change on Habitat Based on InVEST Model: Taking Yellow River Wetland Nature Reserve in Shaanxi Province as an Example[J]. Arid Zone Research, 2015, 32(3): 622-629.

[9] SUN X, JIANG Z, LIU F, et al. Monitoring Spatio-Temporal Dynamics of Habitat Quality in Nansihu Lake Basin, Eastern China, from 1980 to 2015[J]. Ecological Indicators, 2019, 102: 716-723.

[10] MCRAE B, HALL S A, BEIER P, et al. Where to Restore Ecological Connectivity? Detecting Barriers and Quantifying Restoration Benefits[J]. PlosOne, 2012, 7 (12): e52604.

[11] 倪庆琳, 丁忠义, 侯湖平, 等. 基于电路理论的生态格局识别与保护研究: 以宁武县为例[J]. 干旱区资源与环境,

2019, 33 (5): 67-73.

NI Q L, DING Z Y, HOU H P, et al. Ecological Pattern Recognition and Protection Based on Circuit Theory[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2019, 33(5): 67-73.

图表来源(Sources of Figures and Tables):

图 1 底图来源于 Sentinel-2A 遥感影像, 其余图表均由作者绘制。

(编辑 / 李清清)

作者简介:

樊柏青 / 女 / 东南大学建筑学院在读博士研究生 / 研究方向为风景园林规划设计、数字景观及技术

成玉宁 / 男 / 博士 / 东南大学建筑学院景观学系主任、特聘教授、博士生导师、风景园林学科带头人 / 本刊编委 / 研究方向为风景园林规划设计、景观历史与理论、数字景观及技术

通信作者邮箱: cyn999@126.com

FAN B Q, CHENG Y N. Rural Ecological Landscape Identification and Habitat Network Optimization: A Case Study of Jiangning District, Nanjing[J]. Landscape Architecture, 2023, 30(4): 27-33. DOI: 10.12409/j.fjyl.202301030003.

Rural Ecological Landscape Identification and Habitat Network Optimization: A Case Study of Jiangning District, Nanjing

FAN Boqing, CHENG Yuning*

Abstract:

[Objective] Located in southeast Nanjing, Jiangning District has a variety of landforms and typical northern subtropical climate and vegetation characteristics. With the transformation of land by urban construction and agricultural production, Jiangning District, as an urban fringe of Nanjing, has experienced the disturbance of its natural ecological background and the change of its ecological environment, making it urgent to address such issues as habitat fragility and biodiversity conservation.

[Methods] This research explores the identification, protection and planning of rural ecological space in Jiangning District concretely and meticulously by the research approach of generating qualitative decision-making based on quantitation and positioning. Firstly, based on the remote sensing interpretation of land cover types in Jiangning District, the research analyzes the types of rural habitats and the distribution of the ecological, and living production production spaces. Secondly, the research adopts the MSPA method (focusing on landscape morphology) and the InVEST model (focusing on habitat quality) to integrate ecological and morphological factors and extract ecological sources in combination with the ecological, production and living spaces and habitat types. Thirdly, the research adopts the raster calculator of ArcGIS to obtain the comprehensive ecological resistance surface in the research area, and adopts the Linkage Mapper toolbox of ArcGIS to identify ecological corridors, pinch points and obstacle points, finally forming a multi-level ecological network consisting of ecological source sites, inter-source ecological corridors and ecological nodes, based on which the research explores a spatial optimization strategy targeting rural biodiversity conservation.

[Results] The ecological spaces in Jiangning District are mainly located in areas with hilly landscape, which have a high vegetation cover and are important spaces for ecological conservation; the living spaces are mainly located in the central plains with a relatively flat topography and along the Yangtze River where village settlements are mainly scattered in the southern area; the agricultural production spaces such as arable lands and fish ponds are mainly distributed in the form of mosaic together with village settlements. These three types of spaces together form the rural ecological landscape pattern of Jiangning District. The habitat types in Jiangning District can be divided into three types: artificial habitat, semi-natural habitat and natural habitat. Specifically, the artificial habitats mainly include 532.42 km² of construction lands, 99.03 km² of bare lands, some grasslands, and several artificial pits and reservoirs. The natural habitats mainly include the woodlands in the hilly areas and the water and coastal wetlands of the Yangtze River, the Qinhuai River, the Lishui River and the Jurong River. In total, there are 582.78 km² of woodlands, 40.59 km² of grasslands and 164.01 km² of waters in the research area. A multi-level composite habitat network pattern of four zones, five groups, multiple corridors

and multiple nodes in Jiangning District is further integrated as the basis for building the ecological base of the regional countryside. The ecological source sites are divided into three categories: ecological wetlands, natural mountain forests and country parks. The Yangtze River wetlands in the northwest of the Yangtze River basin are habitats for a variety of organisms, where the wetland resources need to be fully protected, the ecological quality of the water environment improved and the synergistic protection of blue and green spaces emphasized. As to natural mountain forests, it is supposed strictly control the ecological boundaries between natural mountain forests and natural scenic areas, and maintain low-intensity intervention with a focus on ecological conservation. The artificially created country park green spaces should be developed and protected in a low-impact manner, with the use of surrounding lands being controlled to safeguard the blue-green ecological base and serve the inhabitation of a variety of organisms. The ecological corridors can be divided into natural ecological corridors and integrated ones. The natural ecological corridors are dominated by ecological spaces, the original habitat resources of which should be well maintained. The integrated corridors mainly pass by production and living space. For the integrated corridors, the ecological obstacle points should be treated as ecological restoration points, and relevant measures should be taken to preserve, improve and rebuild the ecological restoration points. The ecological pinch points should be treated as ecological protection points, and on the basis of reasonable control of development intensity, the ecological attributes of the ecological pinch points should be preserved or the habitat quality of the nodes should be improved to enhance the regional habitat connectivity.

[Conclusion] The optimization of rural ecological landscape and habitat networks needs to be based on the spatial synergy of the ecological, production and living spaces, and in case of any conflicts or contradictions between the current land use and ecological key locations, the scope of basic agricultural land and the ecological red line need to be strictly protected. This research integrates and delineates habitat networks based on relevant quantitative and spatial positioning studies, with a view to improving the accuracy of habitat conservation planning. With the popularization of sensors and IoT applications, data and information can be made more real-time through collecting dynamic data in real time to reflect the conditions of the rural ecological environment, which can not only enhance the timeliness of research, but also make the protection planning of the ecological environment much more scientific.

Keywords: rural ecological landscape; territorial spacial planning; biodiversity; ecological, production and living spaces; habitat quality; habitat network

Authors:

FAN Boqing is a Ph.D. candidate in the School of Architecture, Southeast University. Her research focuses on landscape planning and design, and digital landscape and technology.

CHENG Yuning, Ph.D., is dean of the Department of Landscape Architecture, a distinguished professor and doctoral supervisor, and an academic leader of landscape architecture discipline in the School of Architecture, Southeast University, and an editorial board member of this journal. His research focuses on landscape planning and design, history and theory of landscape architecture, and digital landscape and technology. Corresponding author Email: cyn999@126.com