

DOI: 10.5846/stxb202012293307

何舸.山水园林城市生态空间规划研究——以南宁市为例.生态学报, 2021, 41(18): 7406-7416.

He G. Ecological spatial planning in landscape garden city: A case study of Nanning. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(18): 7406-7416.

山水园林城市生态空间规划研究 ——以南宁市为例

何 舸*

中国城市规划设计研究院深圳分院, 深圳 518040

摘要:生态空间是维持城市可持续发展的自然基础,其组成、规模及分布对国土空间生态安全具有重要影响。国土空间规划和城乡规划建设管理必须遵循“山水林田湖草是生命共同体”理念,优化国土空间开发保护格局,合理保护与利用生态空间。以南宁市为例,在梳理国土空间用途管制相关概念的基础上,提出了以生态控制线为核心的生态空间管控体系,通过生态安全评价与生态敏感性评价,识别研究区关键生态问题与核心生态资源,构建区域生态安全格局并划定生态控制线,制定空间管制方案,建立了一种基于“本底评价-格局构建-底线管控”的生态空间规划方法。结果表明:(1)研究区整体生态安全状态较好,但建设用地侵占生态空间的问题有待解决。(2)研究区生态高度敏感区占比 40.70%,在空间上集中连片分布,生态连通性较高,是生态安全格局和生态控制线的主要载体。(3)研究区生态安全格局由“一轴、一环、五区,多廊道、多节点”的生态要素构成。(4)研究区生态控制线占比达 86.03%,通过实施分级管制,严格保护核心生态资源,合理利用次级生态资源。(5)生态控制线实现了对全域生态空间的管制,是国土空间规划和城乡规划建设管理的前提和基础。研究成果可为南宁市国土空间规划和生态保护修复提供技术与决策支撑,也可为其他城市的生态空间规划提供参考。

关键词:生态空间管控体系;国土空间规划;城市生态规划;生态敏感性评价;生态安全格局;生态控制线;生态修复

Ecological spatial planning in landscape garden city: A case study of Nanning

HE Ge*

China Academy of Urban Planning and Design Shenzhen, Shenzhen 518040, China

Abstract: Ecological space is the natural foundation of urban sustainable development, and its composition, scale, and distribution have an important impact on the ecological security of the territorial space. The territorial spatial planning and urban planning and construction management must incorporate the concept that mountains, rivers, forests, fields, lakes, and grasslands are a community of life, optimize the pattern of territorial spatial development and protection, and reasonably protect and utilize ecological space. Taking Nanning City as an example, based on a thorough review of the concepts of controlling territorial space use, this paper proposes an ecological spatial control system with ecological control line as its core. By the evaluation of ecological security and sensitivity, we identify key ecological problems and core ecological resources in the study area, construct a regional ecological security pattern, draw an ecological control line, formulate a spatial control scheme. We thus establish a method of ecological spatial planning based on background evaluation, pattern construction, and control of the bottom line. The results show that: (1) The overall ecological security of the study area is relatively good, but the occupation of ecological space by construction lands needs to be solved. (2) The study area is of 40.70% highly sensitive ecological area, all of which are spatially contiguous and concentrated with highly ecological connectivity, and all of which are the main carriers of the ecological security pattern and ecological control line. (3) The

基金项目:国家自然科学基金项目(31500383)

收稿日期:2020-12-29; 网络出版日期:2021-06-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hege.caupd@gmail.com

ecological security pattern of the study area consists of one axis, one ring, five zones, multiple corridors, and multiple nodes. (3) The ecological control line accounts for 86.03% of the total area, and through the implementation of hierarchical control, the core ecological resources are strictly protected and the secondary ecological resources are reasonably utilized. (4) The ecological control line, which controls the ecological space in the whole area, is the premise and foundation of the territorial spatial planning as well as urban planning and construction management. The results of this work can provide technical and decision-making support for the territorial spatial planning and ecological protection and restoration in Nanning and reference for ecological spatial planning in other cities.

Key Words: ecological spatial control system; territorial spatial planning; urban ecological planning; ecological sensitivity evaluation; ecological security pattern; ecological control line; ecological restoration

人是城镇化地区生态系统变化的主导因子,在全世界范围内,人类活动导致的土地利用/覆盖变化正深刻地改变着生态空间格局^[1-2]。随着我国城镇化率和经济水平的不断提升,大量人口在城市聚集,土地利用方式急剧变化,城镇、农业、生态空间利用与保护之间的矛盾十分突出^[3-5]。然而,人与自然也是生命共同体,城市发展与规划建设必须尊重自然、顺应自然、保护自然。党的十八大以来,在生态文明体制改革的新时期,我国将生态保护与建设提升了到国家发展战略的高度,城市发展政策发生了重大变化,从“唯 GDP 论”逐渐转向了“绿水青山就是金山银山”,更加注重对生态空间的保护,持续协同推进新型城镇化和生态文明建设。

生态空间指以提供生态产品和生态服务为主,并具有重要生态功能和自然属性的国土空间^[6-7],包括森林、湿地、草原、海洋等类型。而随着“山水林田湖草是生命共同体”理念的普及,耕地、园地、城市绿地等半自然生态系统也被纳入生态空间进行统筹规划和管理,共同构成了广义上的生态空间。生态空间是维持城市可持续发展的自然基础,其组成、规模及分布对国土空间生态安全具有重要影响。随着我国生态文明体制改革的持续深化,如何有效保护和利用生态空间,保障区域生态安全已成为国土空间规划和城乡规划领域的研究重点^[8-9]。目前,国内学术界对于生态空间保护与利用的理解和认知还存在差异,研究内容主要集中在生态空间的识别与划定^[10-11]、生态空间的预测和模拟^[4,12]、生态空间用途管制理论与方法^[7,13]、生态空间管控^[14-15]、生态保护红线和生态控制线划定^[16-17]等方面,缺乏对生态空间保护与利用的系统性研究,其内容和技术方法还处在探索过程中。

随着生态文明建设和空间规划改革的稳步推进,生态控制线对于保护区域生态资源、维持区域生态安全、防止城市无序蔓延的作用日益凸显^[18]。编制并严格实施以生态控制线为核心的生态空间规划,成为保护“山水林田湖草生命共同体”,实现城乡建设和生态环境协调发展的重要途径。本文在梳理国土空间用途管制相关概念的基础上,提出生态空间管控体系,并以南宁市为例,研究区域生态本底评价、生态安全格局的构建途径,制定生态控制线划定方案及管控要求,以为南宁国土空间开发保护提供决策依据,为其他地区的生态空间保护与利用规划提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

南宁市(22°12' — 24°2'N, 107°18' — 109°38'E)位于广西壮族自治区南部,是广西首府和北部湾城市群重要经济中心,下辖 12 个区(县),总面积 22112 km²,2018 年总人口 770.82 万,地区生产总值 4026.91 亿元。南宁拥有“中国绿城”和“国家生态园林城市”的美誉,“山水园林城市,生态宜居南宁”是南宁的生态文明建设目标。研究区为南宁市城市规划区,包括青秀区、江南区、邕宁区、兴宁区、西乡塘区、良庆区等 6 区,总面积 6559 km²,六普人口总计 343.43 万。研究区属亚热带季风气候,降水丰富,年平均气温 21.8 ℃,降水量 1376.9 mm,水系密布,属珠江流域中的西江水系,区域性生态廊道郁江(邕江)贯穿全境。区域为以河谷为中心的盆地地形,以平原和丘陵地貌为主,平均高程约 135 m,主要生态系统类型包括森林、湿地、城市、草地、农田等(图 1)。

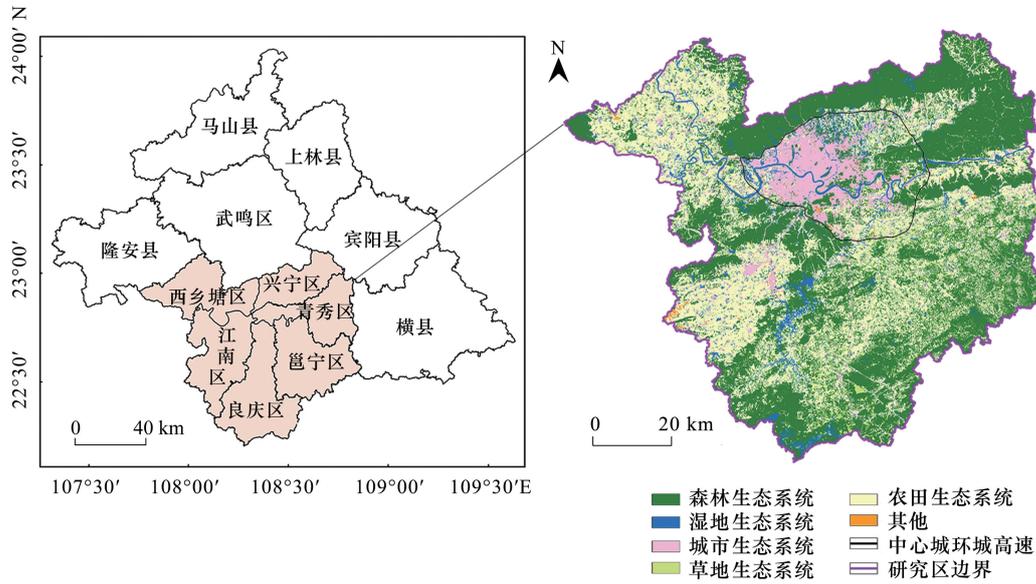


图1 研究区地理位置及生态系统分布现状

Fig.1 Location and ecosystem distribution status of the study area

1.2 数据来源

主要包括研究区地形图、数字高程模型(DEM)、Landsat 8 遥感影像、主体功能区划、空间发展战略规划、土地利用总体规划,城市总体规划、控制性详细规划,环境总体规划、绿地系统规划、林地保护利用规划、统计年鉴等。

2 研究方法

2.1 总体思路

遵循“山水林田湖草是生命共同体”理念,将生态保护的底线控制与城市发展的弹性控制相结合,建立基于“本底评价-格局构建-底线管控”的生态空间规划方法(图2)。具体分为:(1)梳理生态空间相关概念,统筹协调生态、农业、城镇空间,构建以生态控制线为核心的生态空间管控体系;(2)基于“压力-状态-响应”(Pressure-State-Response, PSR)模型,建立研究区生态安全评价体系,实现对生态本底的评估,识别生态环境的主要问题;(3)基于层次分析法和德尔菲法,构建生态敏感性评价体系,确定不同地域单元主要生态敏感性及其分布,识别区域关键性生态空间进行合理保护与利用;(4)基于“斑块-廊道-基质”模型,构建区域生态安全格局;(5)采用“多规融合”的手段,统筹兼顾生态保护和城市发展需求,划定生态控制线,提出分级管控方案。

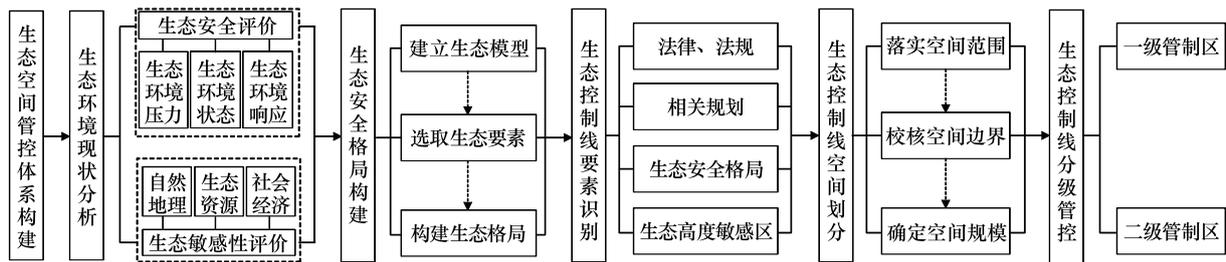


图2 生态空间规划技术路线

Fig.2 Technical route of ecological spatial planning

2.2 基于统筹协调的生态空间管控体系构建

现行城乡规划和正在改革的国土空间规划体系中的空间管控线比较多,主要包括了中共十九大报告中所提到的“生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界”三条控制线。生态保护红线指具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的生态空间,是保障区域生态安全的底线^[16],原则上为禁止开发区域。永久基本农田控制线指依据土地利用总体规划和依照法定程序确定的,实行永久特殊保护、优质、连片耕地的边界线,不得随意占用和调整^[19-20]。城镇开发边界指在一定时期内指导和约束城镇发展,可以进行城镇集中开发建设,重点完善城镇功能的区域边界,是城镇建设用与非建设用地的重要控制性界线^[21-22]。

在“三条控制线”的基础上,生态控制线通过统筹“山水林田湖草”生态资源保护与利用,从而协调生态、农业、城镇等功能空间的布局^[17-18]。生态控制线是指为了保障和维护区域生态安全,优化城市空间结构与布局,在满足生态资源承载力的前提下,围绕保护重点生态要素所划定的城市开发边界控制界线。生态控制线以生态保护红线、永久基本农田控制线为基础,包含了自然保护区、森林公园、风景名胜、永久基本农田等法定生态保护空间,具有重要价值的现状生态空间以及城市内部的大型公园与区域结构性绿地(图3)。从生态控制线的定义和内涵来看,它既是统筹生态功能的管理线,能保护重要的生态资源,维持区域生态系统稳定;也是限制城市增长的边界线,能控制国土空间开发强度,避免城市无序蔓延。以生态控制线为核心建立的生态空间管控体系,实现了对全域生态空间的管制,可以有效指导国土空间合理利用,构成了国土空间规划和城乡规划建设管理的前提和基础。

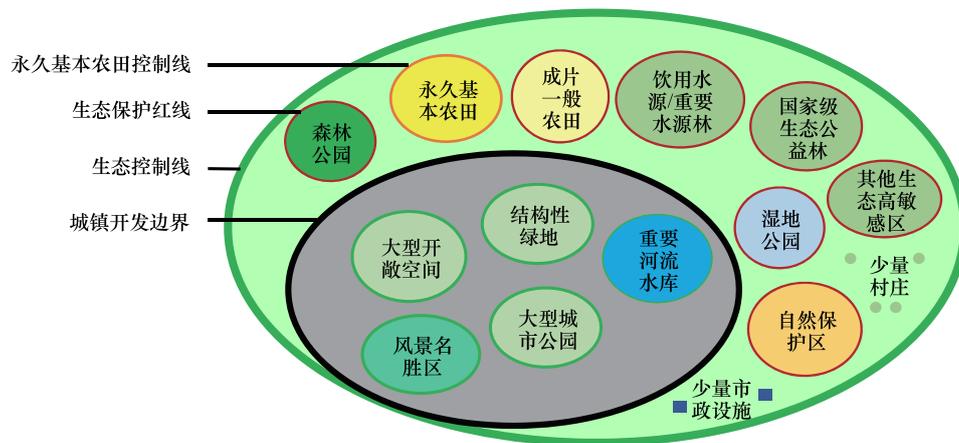


图3 生态空间管控体系示意

Fig.3 Schematic diagram of ecological space management and control system

2.3 基于“压力-状态-响应”模型的生态安全评价

PSR模型常用于城市生态安全和生态环境评价,从多角度反映生态安全各项指标对区域生态系统的影响,在生态评价体系中相对科学和系统^[23]。本文利用3S技术,以研究区自然环境、生态资源、环境质量和城乡建设的调查评价为基础,分析城市发展过程对生态资源的影响以及主要生态环境问题,采用PSR模型从生态环境压力、生态环境状况、生态环境响应三个方面构建一个四层次的城市生态安全评价指标体系。

2.3.1 指标体系构建

第一层次为目标层,即生态安全评价综合指数;第二层次为项目层,包括生态环境压力、生态环境状况、生态环境响应;第三层次为评价因素层,即评价准则具体包含哪些因素;第四层次为指标层,即每个评价因素由哪些具体指标来表达并对指标进行赋值。

基于研究区生态环境特征,遵循“科学性、目的性、实用性”原则,主要从生态、环境两个方面进行考虑,指标选取参考《国家园林城市标准》、《生态县、生态市、生态省建设指标》、《国家生态文明建设试点示范区指标

(试行)》、《中国人居环境奖评价指标体系》等国家标准要求。指标层中各指标权重赋值采用层次分析法和德尔菲法确定^[24](表 1)。

表 1 生态安全评价指标体系

Table 1 Ecological security evaluation index system

目标层 Target layer	项目层 Project layer	因素层 Factor layer	指标层 Indicators layer	单位 Unit	标准值 Standard value	指标权重 Index weight		
生态安全综合指数 Ecological security index	生态环境压力	生态压力	建成区人口密度	人/km ²	≤10000	0.133		
			人均水资源量	m ³	≥2000	0.025		
	生态环境状态	生态状况	人均建设用地面积	m ²	≤100	0.114		
			单位 GDP 能耗	万 t 标准煤/万元	<0.9	0.028		
			环境压力	COD 排放强度	kg/万元	<4	0.077	
				SO ₂ 排放强度	kg/万元	<5	0.064	
			生态环境响应	生态响应	森林覆盖率	%	≥40	0.023
					城市热岛强度	℃	≤2.5	0.006
	建成区绿化覆盖率	%			≥40	0.014		
	环境质量	饮用水源水质达标率			%	100	0.057	
		地表水例行断面达标率	%	100	0.011			
		PM ₁₀ 年日均值	μg/m ³	<70	0.023			
		PM _{2.5} 年日均值	μg/m ³	<35	0.029			
	生态环境响应	环境响应	区域环境噪声	dB(A)	<60	0.008		
			建成区绿地率	%	≥35	0.042		
			受保护地区比例	%	≥20	0.095		
			古树名木保护率	%	100	0.025		
			乡土树种绿化比例	%	≥90	0.030		
			环保投资占 GDP 比例	%	≥3	0.096		
			城镇污水集中处理率	%	100	0.032		
固废无害化处理率			%	100	0.041			
城市气化率	%	≥90	0.027					

2.3.2 综合评价

采用加权叠加方法计算生态安全综合值,具体公式如下:

$$Y = \sum_{i=1}^n (P_i \times W_i) \quad (1)$$

式中, Y 为生态安全综合评价值, P_i 为第 i 个指标的生态安全评价值, W_i 为第 i 个指标的权重值, n 为指标总项数。 X_i 为第 i 指标现状值; X_{si} 为评价指标标准值;当 $X_i \geq X_{si}$,则 $P_i = X_{si}/X_i$;如果 $X_i < X_{si}$,则 $P_i = 1 - X_i/X_{si}$ 。

2.3.3 评价分级

参考城市生态安全评价分级标准的相关研究成果^[25-26],并结合南宁实际情况,将研究区生态安全评级结果划分为 5 个等级,具体标准如下(表 2):

2.4 基于多因子加权空间叠加的生态敏感性评价

生态敏感性指生态系统对生态环境变化以及人类活动干扰的反应程度,是评价生态系统稳定性的重要指标^[27-28]。生态敏感性综合评价是城乡规划和国土空间规划的前提与基础^[5],国土空间开发和城乡规划建设须立足于重要生态空间保护,科学进行空间布局。

2.4.1 指标体系构建

依据《广西壮族自治区生态功能区划》和《南宁市生态功能区划》,研究区具有水源涵养、人居保障、农林产品提供、生物多样性保护等重要生态功能,面临着人类活动干扰强度大,耕地面积减少,涵养水源、保持水土

等生态服务功能下降,生物物种减少等问题。因此,结合研究区现状特征和生态功能要求,选取自然地理、生态资源和社会经济 3 类一级指标,包括坡度、高程、地表温度、地灾安全、植被覆盖、生态环境敏感区、降水、水系分布、土地利用、聚落分布、人口密度 11 个因子进行生态敏感性评价。参考相关研究成果^[29],采用层次分析法和德尔菲法构建生态敏感性评价指标体系(表 3)。

表 2 生态安全评价分级标准

Table 2 Ecological security evaluation grading standards

生态安全区间值 Ecological security interval value	状态 State	生态安全度 Ecological security	指标特征 Indicator characteristics
0—0.3	恶劣	严重危险	生态环境严重破坏,生态服务功能严重失调,生态恢复和重建相当困难,生态灾害频繁
0.3—0.5	较差	危险	生态环境较差,生态服务功能退化较大,生态灾害较多
0.5—0.6	一般	预警	生态环境一定破坏,生态服务功能有一定退化,生态恢复和重建有些困难,生态问题较多,生态灾害时有发生
0.6—0.8	较好	较安全	生态环境破坏较小,生态服务功能较完善,生态恢复和重建较容易,生态问题不常出现,生态灾害少有发生
0.8—1.0	理想	安全	生态环境受到干扰很少,生态服务功能基本完善,生态恢复再生能力强,生态问题不明显,生态灾害很少

表 3 生态敏感性评价指标体系

Table 3 Ecological sensitivity evaluation index system

一级指标 First-class index	二级指标 Second-class index	三级指标 Third-class index	生态敏感度 Ecological sensitivity	分级赋值 Rating value	指标权重 Index weight
自然地理 Physical geography	坡度	<5%	不敏感	1	0.14
		5%—15%	轻度敏感	3	
		15%—25%	中度敏感	5	
		25%—35%	高度敏感	7	
		>35%	极敏感	9	
	高程	<80 m	不敏感	1	0.09
		80—110 m	轻度敏感	3	
		110—140 m	中度敏感	5	
		140—170 m	高度敏感	7	
		>170 m	极敏感	9	
	地表温度	>310 K	不敏感	1	0.08
		308—310 K	轻度敏感	3	
		306—308 K	中度敏感	5	
		304—306 K	高度敏感	7	
		<304 K	极敏感	9	
地灾安全	地灾低易发区	不敏感	1	0.06	
	地灾较低易发区	轻度敏感	3		
	地灾中易发区	中度敏感	5		
	地灾高易发区	高度敏感	7		
	地灾极易发区	极敏感	9		
生态资源 Ecological resources	植被覆盖	<-0.2	不敏感	1	0.13
		-0.2—0	轻度敏感	3	
		0—0.2	中度敏感	5	
		0.2—0.4	高度敏感	7	
	>0.4	极敏感	9		
生态环境敏感区	城市建设区、裸地	不敏感	1	0.13	

续表

一级指标 First-class index	二级指标 Second-class index	三级指标 Third-class index	生态敏感度 Ecological sensitivity	分级赋值 Rating value	指标权重 Index weight
社会经济 Social economy	降水	一般农田、其他林地、草地	轻度敏感	3	0.05
		防护绿地、基本农田、水体	中度敏感	5	
		二级水源保护区、水源涵养林、郊野公园、重要城市公园	高度敏感	7	
		自然保护区、湿地公园、森林公园、风景名胜区、一级水源保护区	极敏感	9	
		<1300 mm	不敏感	1	
		1300—1350 mm	轻度敏感	3	
		1350—1400 mm	中度敏感	5	
		1400—1450 mm	高度敏感	7	
		>1450 mm	极敏感	9	
	水系分布	>500 m	不敏感	1	0.07
		200—500 m	轻度敏感	3	
		100—200 m	中度敏感	5	
		50—100 m	高度敏感	7	
		<50 m	极敏感	9	
	土地利用	建设用地、其他	不敏感	1	0.16
		耕地、裸地	轻度敏感	3	
		草地	中度敏感	5	
		林地	高度敏感	7	
		湿地	极敏感	9	
	聚落分布	>500 m	不敏感	1	0.05
200—500 m		轻度敏感	3		
100—200 m		中度敏感	5		
50—100 m		高度敏感	7		
<50 m		极敏感	9		
人口密度	<2 人/hm ²	不敏感	1	0.04	
	2—4 人/hm ²	轻度敏感	3		
	4—8 人/hm ²	中度敏感	5		
	8—50 人/hm ²	高度敏感	7		
	>50 人/hm ²	极敏感	9		

2.4.2 综合评价

利用 ArcGIS 10.3 进行单因子评价并按权重进行空间叠加,得到生态敏感性综合评价结果,计算公式如下:

$$Z = \sum_{i=1}^n (E_i \times W_i) \quad (2)$$

式中, Z 为生态敏感性综合评价值, i 为生态敏感性因子编号, n 为因子总数, E_i 为第 i 个因子的评价值, W_i 为第 i 个因子的权重。

2.5 基于“斑块-廊道-基质”模型的生态安全格局构建

生态安全格局构建是国土空间规划和生态保护规划的重要内容。一方面构建科学的生态安全格局可以优化国土空间结构,指引城镇合理布局,防止城镇无序扩张;另一方面,可以统筹保护区域核心生态空间,充分发挥生态服务功能,改善区域生态环境。首先,借鉴国内外大城市生态资源合理保护与有效利用的成功经验与开发利用模式,以景观生态学“格局、过程、尺度与等级”原理和“斑块-廊道-基质”模型为理论依据^[30],建立

生态安全格局模型。其次,基于研究区生态环境现状、社会经济发展需求和生态安全评价结果,梳理广西自治区及南宁市各层次规划中所确定的区域生态框架方案,选取研究区内已确定的自然保护区、湿地公园、森林公园等自然保护地作为核心生态斑块;选取邕江、左江、右江等重要河流与线性绿地作为生态廊道。再次,将生态敏感性综合评价中所识别的具有重要生态价值的结构性生态空间纳入区域生态框架。最后,利用生态廊道连通生态基质,在生态廊道上串联生态斑块,构建由 27 个重要生态斑块、19 条生态廊道和 5 片生态基质共同组成的区域生态安全格局。

2.6 基于“多规融合”的生态控制线划定

为保障生态安全格局所确定的重要生态空间保护具有可实施性,需要划定生态控制线来落实空间边界。首先,将生态敏感评价结果中的生态高度敏感区与生态安全格局中的重要生态斑块和生态廊道进行空间叠加,形成生态控制线的基本框架。其次,根据有关法律、法规,充分结合城乡规划、土地规划等相关规划的要求,将自然保护区、森林公园、湖泊、水库、连片的永久基本农田等资源型生态要素,环城绿带、生态隔离带、生态绿楔等结构型生态要素,以及其他对区域生态保护、城市安全具有重要作用的生态要素纳入生态控制线范围。再次,叠加遥感影像、土地权属等信息进行分析,扣除集中成片的合法现状建设用地以及规划建设用地,预留城市弹性发展空间并校核生态空间边界,确定生态控制线规模。最后,依据生态系统服务重要性、生态敏感性,结合各类生态空间的管理要求,将生态控制线分为一级管制区和二级管制区,形成生态控制线分级管制方案。

3 研究结果与分析

3.1 生态本底评价

3.1.1 生态安全综合评价

生态安全程度分为 5 个等级,生态安全指数越小,区域生态安全程度就越低;反之,生态安全程度就越高。经计算,研究区城市生态安全综合指数值为 0.77,对照生态安全评价分级标准(表 2),生态安全度属于“较安全”,综合生态安全评价结果整体上较为理想。然而,长期以来研究区缺乏合理的生态空间统筹规划,在城市快速发展过程中,建设用地无序扩张侵占了大量的结构性生态空间,城市周边的生态用地不断被蚕食,生态格局的破碎化程度和空间异质性增加,生境破碎退化,生物多样性降低,城市发展和生态保护之间的矛盾突出。因此,未来研究区应在识别重要生态空间并合理构建生态安全格局的基础上,注重对核心生态资源的严格保护,在满足可持续发展的前提下适度利用其他自然资源,避免过度的城市扩张和国土空间开发影响区域生态安全。

3.1.2 生态敏感性综合评价

生态敏感性的高低和空间分布是确定国土空间格局与城镇发展方向的重要参数,是保障区域生态安全,维持生态稳定的重要基础。研究区的生态高度敏感区比例为 40.70%,空间分布广泛,整体连通性较高,形态上趋于集中连片(图 4),主要为研究区北部、中部和南部的山体林地以及邕江、左江和右江沿线的湿地水域,包括良凤江国家森林公园、大王滩国家湿地公园、青秀山风景名胜区、金花茶自然保护小区等各级各类自然保护地。生态高度敏感区的生态服务价值高,对维持研究区生态系统稳定性具有关键作用,是区域生态安全格局的核心组成部分和生态控制线的主要载体,适宜以生态

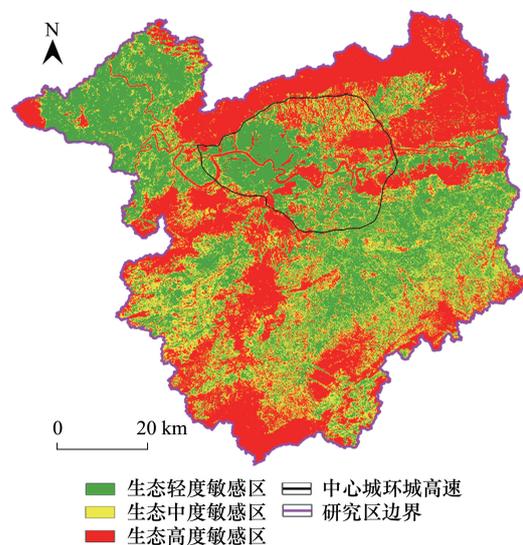


图 4 生态敏感性综合评价

Fig.4 Ecological sensitivity comprehensive evaluation

保育功能为主导,严格控制开发建设。生态轻度敏感区比例为 32.02%,连片分布在研究区西北和中部的平原地区,是城镇开发建设和农业生产的主要承载空间和未来拓展的备用空间。生态中度敏感区比例为 27.28%,作为高度敏感区和中度敏感区的过渡地带,零散分布在两者之间,可按照集中与分散相结合的原则^[30],合理进行国土空间开发保护。

3.2 生态安全格局规划

从保障研究区生态安全、维持区域生物多样性、优化城市空间布局出发,以水系和绿带为生态骨架,将散状分布的生态高度敏感、高服务价值的斑块和廊道进行有机串联,将集中成片的高敏感、高价值区域划分为重要生态功能区,从而构建“一轴、一环、五区、多廊道、多节点”的区域生态安全格局(图 5)。

“一轴”指郁江(邕江)生态保育轴。郁江是广西南部重要的区域性生态廊道,对于提高研究区生物多样性,改善生态环境具有积极作用,是城市拥江发展和滨江品质提升的主要轴线,在城区内部应以环境治理和生态修复功能为主导,在城市外围以生态保育功能为主导。

“一环”指由南宁外环高速公路防护绿带构成的绕城生态绿环。应加强生态防护林的绿化美化彩化建设,利用生态绿环将建成区与外围农业用地和山体林地隔离开来,控制城市无序蔓延,保障城区生态安全。

“五区”指 5 个重要生态功能区。这类区域生态用地分布集中,生态敏感性和生态价值高,构成了区域生态基质,应注重提升水源涵养、生物多样性保护、水土保持等重要生态功能,合理发展生态型农林产业。

“多廊道”指构成生态网络骨架的多条河流生态廊道。针对这些结构性的线性生态空间,应重点开展沿河两岸综合环境治理与河道绿化提升。通过生态间隔功能,划分城市功能组团,控制城市连片发展;通过生态连通功能,加强生态功能区与城区之间、城区各组团之间的生态流交换。

“多节点”指具有重要生态功能的多个生态斑块。这些生态节点由各类自然保护地组成,是研究区生物多样性最丰富的地区,也是重要的水源地和水源涵养地,应重点加强生物多样性保护,修复受损生境,适度开展生态旅游。

3.3 生态控制线规划

统筹兼顾生态保护和城市发展的需求,划定研究区生态控制线面积占总面积的 86.03%,其中一级管制区占总面积的 57.16%,二级管制区占 28.87%(图 6)。在生态控制线范围的国土空间开发利用活动,施行严格的分级管制,不同生态保护区涉及重叠的部分,按最高级别的管控标准实施管理。一级管制区是生态控制线的核心区域,实施生态功能全方位保护和最严格的管控措施,禁止从事与生态保护无关的开发活动,以及其他可能破坏生态环境的活动。二级管制区是限制建设区,以生态保护为主,允许适地、适量、适宜的人为活动,严格控制有损生态系统服务的各类开发建设活动。

4 结论与讨论

本文以南宁市为例,将生态资源保护与城市合理发展相协调,建立了一种“本底评价-格局构建-底线管控”的生态空间规划方法。研究结果表明:(1)研究区整体生态安全状态较好,但城镇建设用地侵占生态空间的问题有待解决。(2)生态高度敏感区主要由山体林地和湿地水域构成,占比为 40.70%,在空间上连片集中

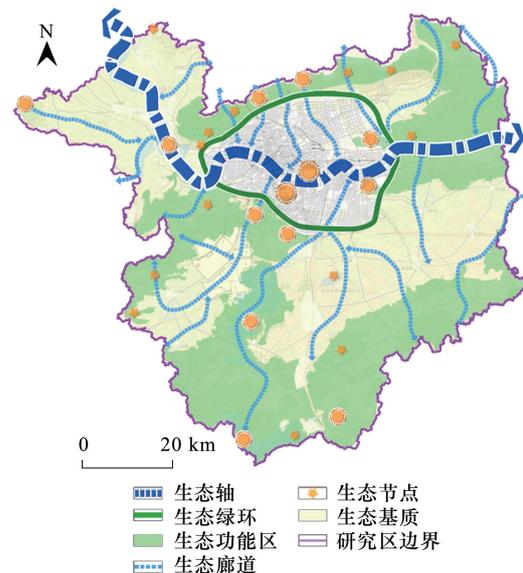


图 5 生态安全格局规划

Fig.5 Ecological security pattern planning

分布,生态连通性较高,是生态安全格局和生态控制线的主要载体;生态轻度敏感区占比为 32.02%,连片分布在研究区西北和中部的平原地区,是城镇和农业开发利用的主要空间。(3)研究区生态安全格局由“一轴、一环、五区,多廊道、多节点”的生态要素构成,是维持区域生态安全和生物多样性最重要的生态空间。(4)生态控制线面积占研究区的比例达 86.03%,通过实行分级管制,既实现了对核心生态资源的严格保护和次级生态资源的合理利用,又为城市发展预留了足够的弹性空间。(5)生态控制线以生态保护红线、永久基本农田控制线为基础,涵盖了区域核心生态资源,实现了对全域生态空间的管制,是国土空间规划和城乡规划建设管理的前提和基础。

在我国城市生态规划的实践中,往往倾向于以目标为导向,过于关注规划目标及指标,而对规划是否因地制宜的重视程度不够^[31]。本文以建设“山水园林城市,生态宜居南宁”为目标,将问题导向与目标导向相结合,通过生态安全评价与生态敏感性评价来识别研究区的关键问题与核心生态空间。其中,生态敏感性评价是城市生态规划的常用方法之一^[5-6,28-29]。通过生态敏感性评价确定不同地域单元主要生态敏感性及其分布,可以识别区域关键性生态空间和城镇建设空间从而进行合理的保护与利用。由于城市是一种“社会-经济-自然”复合生态系统,城市的结构和功能较为复杂,本文在分析区域生态敏感性时采用了层次分析法和德尔菲法建立指标体系并进行空间加权叠加的方法,在选择评价因子时除了包括自然地理、生态资源还考虑了社会经济因素,突出了指标的全面性和公平性,但有可能对某些重点问题的识别造成影响,其合理性还有待于进一步验证。另外,在生态安全格局构建方法中,除了通过梳理相关规划和生态敏感性评价来识别重要生态要素,还可以利用最小累积阻力模型来识别生态廊道和生态战略节点^[32]。因为研究区为平原丘陵地区,水系网络丰富,生态廊道特征明显,本文未通过定量模型的方法来评估生态连接度进而识别生态廊道,这部分有待深入研究。

由于生态控制线是较为理想状态下的一种规划方案,本文在划分过程中虽已扣除了集中成片的合法建设用地,但生态控制线范围内仍存在部分被非法建设用地侵占或生态破坏严重、亟需进行生态修复的区域。南宁市生态空间规划或生态修复规划应进一步识别生态安全格局中生态系统受损的关键节点和断裂点,提出建设用地清退、环境治理、生态保护与修复等对策,恢复节点的生态功能。此外,如果城市生态规划对成果的实施策略、保障机制等实际性问题考虑较少,将会在规划实施过程中产生较大阻力。因此,在本文的技术框架基础上,后续的生态规划还需要进一步制定合理的制度来保障生态控制线在实际工作中的管控效果。首先,应推动立法保障,前期以政府令的形式出台《南宁市生态控制线管理规定》,重点关注管理实施工作的可操作性;后续推动人大常委会制定《南宁市生态控制线管理条例》,用法律制度保护生态环境,保障南宁城市发展的生态底线。其次,应建立管理部门的联动协调机制,明确管控范围、部门责任、建设活动准入条件和操作程序;建立生态控制线的动态优化调整机制,明确调整的前提、原则、流程、责任主体等,坚守底线,严控过程,确保长效、科学的管理。再次,应细化对生态控制线范围内建设活动的管制要求,从建设活动生态保护、建设项目报批、污染控制与建设清退、建设项目处置、村庄建设管理等方面提出管控要求。最后,应建立多层次、多渠道的生态保护补偿机制,落实生态保护补偿资金,保障生态控制线区域的生态补偿。

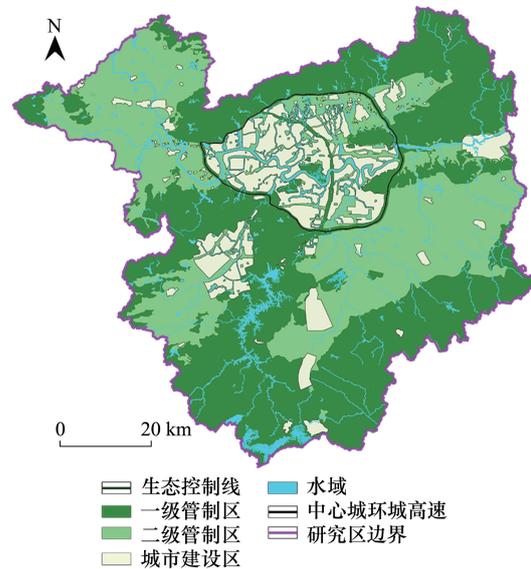


图 6 生态控制线规划

Fig.6 Ecological control line planning

参考文献 (References):

- [1] 白娥, 薛冰. 土地利用与土地覆盖变化对生态系统的影响. 植物生态学报, 2020, 44(5):543-552.
- [2] Kalnay E, Cai M. Impact of urbanization and land-use change on climate. Nature, 2003, 423(6939):528-531.
- [3] Bai X M, Shi P J, Liu Y S. Realizing China's urban dream. Nature, 2014, 509(1799):158-160.
- [4] 陈永林, 谢炳庚, 钟典, 吴亮清, 张爱明. 基于微粒群-马尔科夫复合模型的生态空间预测模拟——以长株潭城市群为例. 生态学报, 2018, 38(1):55-64.
- [5] 何舸. 基于生态敏感性评价的烟台市东部海洋经济新区起步区生态规划研究. 生态科学, 2015, 34(6):163-169.
- [6] 熊善高, 秦昌波, 于雷, 路路, 关杨, 万军, 李新. 基于生态系统服务功能和生态敏感性的生态空间划定研究——以南宁市为例. 生态学报, 2018, 38(22):7899-7911.
- [7] 何冬华, 姚江春, 袁媛. 广州生态空间用途管制方法探讨. 规划师, 2019, 35(5):32-37.
- [8] 高延利, 蔡玉梅. 构建新时代的自然生态空间保护体系. 中国土地, 2018, (4):5-8.
- [9] 詹运洲, 李艳. 特大城市城乡生态空间规划方法及实施机制思考. 城市规划学刊, 2011, (2):49-57.
- [10] 邹晓云, 邓红蒂, 宋子秋. 自然生态空间的边界划定方法. 中国土地, 2018, (4):9-11.
- [11] 扈万泰, 王力国, 舒沐晖. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考. 城市规划, 2016, 40(5):21-26, 53-53.
- [12] 彭建, 汪安, 刘焱序, 马晶, 吴健生. 城市生态用地需求测算研究进展与展望. 地理学报, 2015, 70(2):333-346.
- [13] 沈悦, 刘天科, 周璞. 自然生态空间用途管制理论分析及管制策略研究. 中国土地科学, 2017, 31(12):17-24.
- [14] 汪云, 刘菁. 特大城市生态空间规划管控模式与实施路径. 规划师, 2016, 32(3):89-93.
- [15] 杜震, 张刚, 沈莉芳. 成都市生态空间管控研究. 城市规划, 2013, 37(8):84-88.
- [16] 徐德琳, 邹长新, 徐梦佳, 游广永, 吴丹. 基于生态保护红线的生态安全格局构建. 生物多样性, 2015, 23(6):740-746.
- [17] 何冬华. 生态空间的“多规融合”思维:邻避、博弈与共赢——对广州生态控制线“图”与“则”的思考. 规划师, 2017, 33(8):57-63.
- [18] 骆保林. 武汉市基本生态控制线管控制度的探索与思考. 城市发展研究, 2018, 25(11):43-49.
- [19] 徐勇, 赵燊, 段健. 国土空间规划的土地利用分类方案研究. 地理研究, 2019, 38(10):2388-2401.
- [20] 钱凤魁, 王秋兵, 边振兴, 董秀茹. 永久基本农田划定和保护理论探讨. 中国农业资源与区划, 2013, 34(3):22-27.
- [21] 张小东, 韩昊英, 张云璐, 蔡鑫羽, 朱斯斯. 国土空间规划重要控制线体系构建. 城市发展研究, 2020, 27(2):30-37.
- [22] 林坚, 乔治洋, 叶子君. 城市开发边界的“划”与“用”——我国 14 个大城市开发边界划定试点进展分析与思考. 城市规划学刊, 2017, (2):37-43.
- [23] 梁龙武, 王振波, 方创琳, 孙湛. 京津冀城市群城市化与生态环境时空分异及协同发展格局. 生态学报, 2019, 39(4):1212-1225.
- [24] 王振祥, 朱晓东, 石磊, 李杨帆, 汪家权, 贾良清. 安徽省沿淮地区生态安全评价模型和指标体系. 应用生态学报, 2006, 17(12):2431-2435.
- [25] 杨兆青, 陆兆华, 刘丹, 袁明扬, 王菲, 荣正阳, 黄玉凯. 煤炭资源型城市生态安全评价——以锡林浩特市为例. 生态学报, 2021, 41(1):280-289.
- [26] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析. 地理学报, 2005, 60(4):597-606.
- [27] 徐文彬, 尹海伟, 孔繁花. 基于生态安全格局的南京都市区生态控制边界划定. 生态学报, 2017, 37(12):4019-4028.
- [28] 战明松, 朱京海. 基于生态敏感性评价的本溪青山景区空间规划. 应用生态学报, 2019, 30(7):2352-2360.
- [29] 吴金华, 李纪伟, 朱鸿儒. 基于 ArcGIS 区统计的延安市土地生态敏感性评价. 自然资源学报, 2011, 26(7):1180-1188.
- [30] Forman R T T. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology, 1995, 10(3):133-142.
- [31] 沈清基, 彭姗姗, 慈海. 现代中国城市生态规划演进及展望. 国际城市规划, 2019, 34(4):37-48.
- [32] 于成龙, 刘丹, 冯锐, 唐权, 郭春玲. 基于最小累积阻力模型的东北地区生态安全格局构建. 生态学报, 2021, 41(1):290-301.