

基于GIS技术的广东省清远市城市生态安全格局构建研究

侯松岩

(广东省城乡规划设计研究院有限责任公司, 广东 广州 510315)

摘要: 城市生态安全格局是国土空间总体规划的重要内容。文章基于多元GIS技术, 提出了重要生态空间、生态廊道体系等城市生态安全格局全要素识别构建方法, 并以广东省清远市为例, 搭建了城市生态安全格局。结果表明: 清远城市生态安全格局由重要生态空间、生态廊道体系、生态战略节点三类要素构成, 其在生态空间管控措施上, 结合不同类别生态要素特征, 制定差异化管控措施, 对于重要生态空间提出分区管控措施, 面向不同类别的生态廊道体系提出分类管控措施, 针对生态战略节点提出严禁建设准入的管控要求, 可为城市生态格局的构建与空间管控提供有益参考。

关键词: GIS技术; 城市生态安全格局; 清远市

中图分类号: X826

文献标识码: B

文章编号: 2096-1936 (2022) 10-0077-04

DOI: 10.19301/j.cnki.zncs.2022.10.025

在构建“五级三类”国土空间规划体系背景下, 城市生态安全格局研究成为学术界热点议题, 许多学者针对这一领域进行了有益探索。蒙吉军等^[1]通过对土地覆被、林地适应性等多因子叠加分析, 提出了鄂尔多斯生态安全格局的优化方案。周锐等^[2]通过最小阻力模型模拟生态过程实现对平顶山新区的空间布局优化。俞孔坚等^[3]采用GIS空间叠加分析, 从水安全、地质灾害、生物保护、文化遗产、游憩5个方面的生态安全格局。赵宇豪等^[4]通过生态供需比、电路理论等方法, 构建了耦合生态系统服务供需的生态安全格局。现有研究主要采用单一技术方法研究生态安全格局问题, 缺乏从多元GIS技术方法、多元数据视角探讨城市生态安全格局构建问题。鉴于此, 本文利用多元分析技术, 采用土地调查、气象监测等多元数据, 搭建了清远城市生态安全格局, 并提出了相关管控措施, 以期构建全面客观的城市生态安全格局提供方法借鉴, 为提升国土空间规划编制工作的科学性提供支撑。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文采用的土地调查数据、遥感影像数据、地

形DEM数据均由清远市自然资源部门提供, 交通、气象等数据分别由清远市交通、气象等部门提供。

1.2 研究方法

不同于单一技术方法, 本文采用ArcGis软件中的叠加分析模块、MCR模型及WRF气象模型等多元GIS技术方法搭建城市生态安全格局, 可统筹识别生物栖息地、生物迁徙廊道、通风廊道等城市生态安全格局各类构成要素, 有效避免单一技术方法造成的生态要素研究缺项问题。

1.2.1 重要生态空间识别技术方法

(1) 生物栖息地识别技术方法。

依据清远市指示性物种相关数据, 确定清远城市生态安全格局指示性物种, 通过对栖息地的土壤、坡度、现状用地等因子的适宜性综合评价, 筛选识别生物栖息地空间。

(2) 生态保护极重要区分析方法。

依据《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》, 借助ArcGis10.2软件中的空间叠加分析等功能模块, 评价清远市的资源环境承载能力和国土空间开发适宜性(以下简称“双评价”), 分析得到生态适宜性评价中的生态保护极

收稿日期: 2022-07-28

作者简介: 侯松岩, 硕士, 工程师, 研究方向为国土空间规划、生态保护专项规划、战略规划等。

引用本文: 侯松岩. 基于GIS技术的广东省清远市城市生态安全格局构建研究[J]. 智能城市, 2022, 8(10): 77-80.

重要区。

1.2.2 生态廊道识别技术方法

(1) 生物迁徙廊道识别技术方法。

利用MCR模型计算空间表面中的每一点运动到生物栖息地的最小阻力值^[5-7]，计算公式：

$$MCR = \sum (D \times R) \quad (1)$$

式中：MCR——最小阻力值；D——物种从生物栖息地运动至空间某一点所穿越景观面的空间距离；R——景观对某物种运动的阻力值。

(2) 通风廊道识别技术方法。

基于获取到的清远市历年气温、风速、PM_{2.5}等数据，通过编写程序代码，构建WRF气象模型，模拟得到清远市风场、城市温度场及灰霾分布模拟图，用于分析重点风口区域及通风廊道。

2 广东省清远市生态安全格局构建

2.1 清远市概况

清远市位于广东省的中北部、北江中下游，地处南岭山脉南侧与珠江三角洲的结合带上，清远全境属于亚热带季风气候，境内以山地丘陵地形为主，境内有维管植物270科、877属、2439种，其中野生珍稀濒危植物41种，是我国南方珍稀动植物的物种基因库，在国家国土空间总体规划纲要中被确立为国家级重点生态功能区，具有研究的典型性。

2.2 识别重要生态保护空间

(1) 基于生物多样性普查数据，识别重要生物栖息地。

生物是生态服务系统和非生态服务系统的互动载体，生物多样性可作为生态系统良好的指示性符号。在城市生态安全格局研究中，一般将顶级生物群落的生存环境作为生物栖息地。依据《中国科学院动物研究所数据库》等生物栖息地普查数据，清远市指示性生物包括动物、植物两大类，动物包括鸟类、爬行类、哺乳类三个类型，本文将上述物种集中分布的生态斑块作为初始生物栖息地，对不同生物类别生物的生态安全控制距离进行缓冲区分析，识别得到清远市重要生物栖息地，总面积约2153 km²，主要分布在南岭山脉、笔架山两大生态屏障区域。

(2) 基于“双评价”，识别生态保护极重要区。

“双评价”中的生态保护极重要区是生态极度敏感的生态功能空间，是城市生态安全格局的重要组成部分。本文针对清远市自然地理格局特征，重点从水源涵养功能、水土保持功能、生物所养性维护功

能、水土流失脆弱性、石漠化脆弱性等方面进行单项评价，最终集成得到清远市生态保护极重要区。清远全域生态保护极重要区面积约8259 km²，主要包括自然保护区、水源保护区、国家级水产种质资源保护区等生物多样性重要区域和水源涵养重要区域。

(3) 基于生态空间管控边界，识别重要自然保护地。

根据联合国环境规划署《千年生态系统评估》《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》和《生物多样性公约》等文件中的技术标准要求，选取物种多样性水平未达到饱和的栖息地作为重要自然保护功能区，主要包括森林公园、湿地公园、关键性迁徙停歇地等自然保护地。

(4) 叠加集成重要生态保护空间。

借助GIS的叠加分析功能模块，得到清远市重要生态保护空间，空间范围内涵盖了重要生物栖息地、生态保护极重要区及重要自然保护地，主要分布在大东山至石门台、起微山至九嶷山、阳山地质公园等南岭山脉及笔架山系。

清远市重要生态空间叠加集成分析如图1所示。

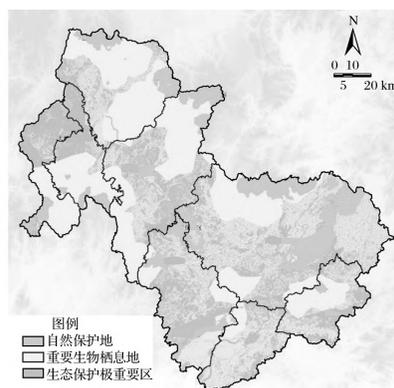


图1 清远市重要生态空间叠加集成分析

2.3 识别生态廊道体系

2.3.1 基于地面阻力模型识别生物迁徙廊道

生物迁徙廊道是连接相邻生物栖息地的最低阻力通道。相关研究表明，各类生态保护空间与现状地类越接近，动物在迁徙过程中的阻力值越小^[8-11]。本文将前述识别得到的生态保护空间作为“源地”，以地类作为阻力因子，计算得到不同地类的阻力系数，利用最小累积阻力模型（MCR）^[12]构建生物迁徙阻力面。基于ArcGis10.2的叠加分析与重分类功能模块，共识别出3条陆域生态廊道和8条水域生态廊道。

2.3.2 基于“WRF模型”识别区域通风廊道

(1) 基于风场模拟分析，识别清远重点风口区域。

基于清远市主要气象点监测数据，利用WRF模型对夏季、冬季平均风速进行分析，模拟清远市近10年1月和7月风场分析图，分别将平均风速最高的地区作为重点风口区域，确定通风廊道的“起讫点”。结果显示：清远市冬季（1月）盛行风向为东北风，重点风口区域分布在连山市星子镇、英德市沙口镇和望阜镇，平均风速在5~6 m/s。清远市夏季（7月）盛行风向为东南风，重点风口区域主要分布在连南县寨岗镇、清城区龙塘镇和英德市高岗镇。

(2) 基于城市“热岛”效应和灰霾分布模拟分析，明确通风廊道走向。

基于WRF模型，对清远市各气象观测点近10年7月平均气温进行分析，得到城市“热岛”模拟图。结果显示：清城区大部、连州市中部以及佛冈县“热岛”效应显著，在确定通风廊道具体走向时应重点缓解上述地区的城市“热岛”效应。

利用光学气溶胶模拟得到的PM_{2.5}分布来表征清远灰霾分布状况，结果表明：清远市灰霾区域分布在连山市、阳山县、清新区及清城区，在确定通风廊道具体走向时需同时考虑清除上述区域的灰霾问题。

(3) 通风廊道识别集成。

综合清远市重点风口区域、城市“热岛”与灰霾分析结果，结合地形地貌、水系、交通廊道分布等情况，利用风环境模拟（WRF）模型分析得到通风廊道模拟结果，包括2条夏季通风廊道及2条冬季通风廊道。在夏季通风廊道方面，其一，由清城区经英德市、阳山县至连州市星子镇；其二，由清城区至英德市望阜镇，可有效缓解城市“热岛”效应。在冬季通风廊道方面，其一，自清城区龙塘镇经阳山县至连州市星子镇；其二，由英德市沙口镇至清城区，可有效地驱散清远市冬季的灰霾。

2.3.3 自然游憩廊道识别

自然游憩廊道是城市生态系统生态过程交换与功能联系的重要纽带，基于GIS分析识别，将清远市北江碧道、省级绿道、古驿道等线性蓝绿空间增补进生态廊道体系，贯通城市建成区内、外部生态系统间的物质交换与生物迁徙路径。清远市生态廊道体系识别分析如图2所示。

2.4 识别生态战略节点

生态廊道的交点则是不同物种扩散的支点，对

于维护斑块内生态系统的稳定性具有重要作用。基于叠加分析与适宜性评价分析，将识别出的生态廊道交点、生态战略点、生物迁徙重要生态节点作为生态战略节点，保护维育物种的迁移或扩散过程的节点空间。

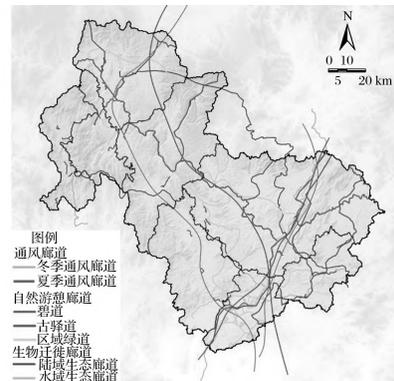


图2 清远市生态廊道体系识别分析

生态战略节点识别分析如图3所示。

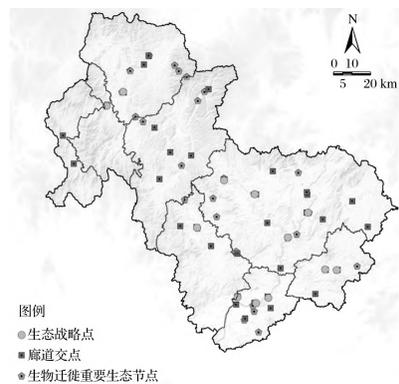


图3 清远市生态战略节点分析

2.5 搭建清远城市生态安全格局，明确空间管控措施

通过生态保护要素的叠加集成，搭建由重要生态保护空间、生态廊道体系及生态战略节点构成的清远城市生态安全格局。

2.5.1 分区管控重要生态空间

重要生态保护空间总面积约9 371 km²，主要分布在南岭山脉、笔架山系，即在大东山至石门台、起微山至九嶷山、阳山地质公园等南岭山脉及笔架山系地区，与生态保护红线范围高度吻合，将重要生态空间划分为自然保护地核心区及一般控制区，采用分区分级的管控方式，自然保护地核心区原则上禁止人为活动，一般控制区采用“正面清单”管理方式，仅允许对生态功能不造成破坏的管护巡护、考古发掘、生态修复等10类有限人为活动。

2.5.2 分类管控生态廊道体系

建立由11条生物迁徙廊道、4条城市通风廊道

及15条自然游憩廊道构成的生态廊道体系,结合不同类别生态廊道的空间管控特殊性需求,建立生态廊道分类管控措施。其中,生物迁徙廊道两侧按照600~1 000 m控制,严禁开发建设活动占用,保证动物迁徙不受人活动侵扰;通风廊道两侧按800~1 000 m管控,管控范围内禁止建设高层建筑,确保通风廊道的贯通性;自然游憩廊道按照30~60 m管控,原则上禁止开发建设活动。

2.5.3 严禁建设占用生态战略节点

为保证动植物栖息及迁徙活动的正常进行,将生物群落的定量最小面积作为生态战略节点的管控空间。经GIS叠加分析,清远市生态战略节点的现状地类主要为林地,相关研究中林地群落的定量最小面积为1 000 m²,将其作为生态战略节点的管控空间,严禁一切人为开发建设活动,保障生态系统的连通性。

清远城市生态安全格局分析如图4所示。

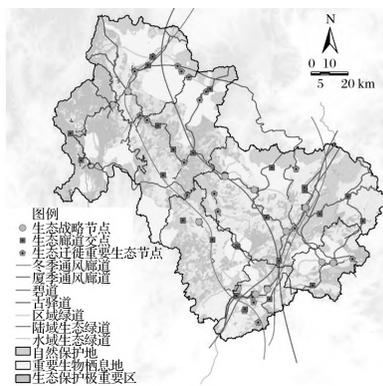


图4 清远城市生态安全格局

3 结语

本文基于MCR模型、WRF模型等GIS技术方法与多元数据,探索了构建城市生态安全格局的技术方法,并以广东省清远市为例,搭建了由重要生态空间、生态廊道体系及生态战略节点组成的城市生态安全格局,进一步验证了技术方法的科学性与适用性;同时针对不同生态空间要素,提出了分区分类的空间管控措施,可为城市生态安全格局的构建与管理提供一定的借鉴与参考。

参考文献

- [1] 蒙古军,赵春红,刘明达.基于土地利用变化的区域生态安全评价——以鄂尔多斯市为例[J].自然资源学报,2011,26(4):578-590.
- [2] 周锐,王新军,苏海龙,等.基于生态安全格局的城市增长边界划定——以平顶山新区为例[J].城市规划学刊,2014(4):57-63.
- [3] 俞孔坚,乔青,李迪华,等.基于景观安全格局分析的生态用地研究——以北京市东三乡为例[J].应用生态学报,2009,20(8):1932-1939.
- [4] 赵宇豪,罗宇航,易腾云,等.基于生态系统服务供需匹配的深圳市生态安全格局构建[J].应用生态学报,2022(6):1-11.
- [5] Li S C, Xiao W, Zhao Y L et al. Incorporating ecological risk index in the multi-process MCRE model to optimize the ecological security pattern in a semi-arid area with intensive coal mining: A case study in northern China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 247: 1-16.
- [6] 施益军,翟国方,周姝天,等.多生态安全格局下的国土综合适宜性评价——以淮北市为例[J].生态经济,2020,36(2):97-103.
- [7] 张丽芳,冉丹阳,张鑫,等.基于GIS的北部湾经济区生态安全格局构建与评价[J].生态科学,2019,38(4):202-208.
- [8] 吴健生,张理卿,彭建.深圳市景观生态安全格局源地综合识别[J].生态学报,2013,3(13):4125-4133.
- [9] 赵莹雪.珠海市旅游用地生态环境影响研究[J].热带地理,2012,32(4):444-451.
- [10] 储金龙,王佩,顾康康,等.山水型城市生态安全格局构建与建设用地开发策略[J].生态学报,2016,36(23):7804-7813.
- [11] 潘竞虎,刘晓基.基于空间主成分和最小累积阻力模型的内陆河景观生态安全评价与格局优化[J].应用生态学报,2015,26(10):3126-3136.
- [12] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat Isolation in landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning, 1992, 23(1): 1-16.