

基于 CiteSpace 文献计量分析的生态网络构建研究进展

栾春风¹, 郭欣然¹, 陈敏超² (1. 郑州大学建筑学院, 河南郑州 450002; 2. 河南春景环境工程有限公司, 河南郑州 450000)

摘要 生态网络构建作为一种有效的生态手段, 对于保护物种多样性, 建设城市生态空间及优化国土空间资源配置方面有积极意义。利用 Arcgis 平台运算、对遥感数据解译利用等新技术, 应用层次分析法(AHP)、专家打分法(德尔菲法)等分析方法使生态网络的构建更加精准。以 CNKI、WOS 为数据源, 用知识图谱计算工具 CiteSpace 进行定量分析, 通过数据可视化与内容的结合进行研究, 对于构建生态网络方面的研究进展、研究方法进行分析, 特别是针对“MCR 模型”在生态网络的应用进行深入研究, 对不同尺度范围绿地生态网络构建方法进行总结, 最后对未来研究发展态势作出展望。结果表明, 我国基于 MCR 模型构建生态网络的研究, 按照发文量可分为 3 个阶段, 即启蒙阶段、快速发展阶段、稳步发展阶段; 而现阶段最小阻力模型(MCR)在生态网络的应用已经趋于成熟, 只是在因子选取及赋值方面未形成统一科学标准; 此外, 研究尺度呈现多元化, 涉及市、省、城市群等多尺度。

关键词 生态网络; 国土空间规划; 城市绿地; 最小阻力模型(MCR); Citespace

中图分类号 S-058 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)06-0237-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.06.054



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress of Ecological Network Construction Based on CiteSpace Bibliometric Analysis

LUAN Chun-feng¹, GUO Xin-ran¹, CHEN Min-chao² (1. School of Architecture, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Henan Chunjing Environmental Engineering Limited Company, Zhengzhou, Henan 450000)

Abstract As an effective ecological measure, ecological network construction plays a positive role in protecting species diversity, constructing urban ecological space and optimizing the allocation of national territorial space resources. Using Arcgis platform operation, remote sensing data interpretation and utilization of new technologies, through the application of Analytic Hierarchy Process (AHP) and expert scoring method (Delphi method), the construction of ecological network was more transparent and easy to operate. Taking CNKI and WOS as data sources, we used the knowledge graph computing tool CiteSpace for quantitative analysis. Through the combination of data visualization and content, we analyzed the research progress and research methods in the construction of ecological network. In particular, the application of ‘MCR model’ in ecological network was deeply studied, and the construction methods of green space ecological network at different scales were summarized. Finally, the development trend of future research was prospected. The results showed that the research on ecological network construction based on MCR model in China could be divided into three stages according to the number of publications, enlightenment stage, rapid development stage and steady development stage; At the present stage, the application of least esistance model (MCR) in ecological network had become mature; but there was no unified scientific standard in factor selection and value assignment. Besides, the research scale was diversified, involving city, province, urban agglomeration and other scales.

Key words Ecological network; National territory spatial planning; Urban green space; Minimum resistance model (MCR); Citespace

生态网络(ecological network, EN)出现于 20 世纪 80 年代^[1], 自提出到现在, 生态网络规划和实践就在国际上蓬勃发展, 尤其是西方国家从最初欧洲的林荫大道以及绿带等景观轴线^[1], 到美国以波士顿体系为代表的绿道体系^[2], 直至现在发展到绿地生态网络概念^[3]。从注重形态结构到着眼于功能作用, 从小尺度区域到大范围城市群, 绿地生态网络的研究深度以及构建尺度不断突破。在新型城镇化战略、绿色转型、共建地球生命共同体的宏观背景下, 解决生态问题、面向高质量发展的空间治理成为热点话题。党的十九大以来, 随着生态文明建设的持续深入推进, 构建城市生态网络成为协调城镇建设与生态保护的重要空间技术手段^[4-5]。生态网络的建设范围也从城市到整个市域, 建设尺度小至社区、乡镇, 大到都市圈、城市群^[6]。当下国土规划工作的重点通过协调城乡建设空间与生态空间之间的矛盾冲突, 做到建设空间与生态保护协调推进, 实现国土空间格局的优化。一系列生态建设的政策陆续颁布, 也涉及省、市、县等不同层次范围^[7-8], 也涉及矿山修复^[9]、黄河生态建设^[10]等不同领域。

目前绿色生态网络构建研究的重点着眼于优化国土空间总体格局, 促进区域协调发展, 通过识别重要生态斑块、廊道和网络, 构建连续、完整、系统的生态保护格局和空间网络体系^[11], 实现生态环境可持续发展与城镇化进程协同发展。生态网络以“点-线-面”的构建方式形成, “点”即生态节点, “线”即生态廊道, “面”即生态源地。在研究方法上, 源地识别方法可分为直接识别法和综合评价法^[12]; 阻力面构建的方法主要有形态空间格局分析法(MSPA)、土地利用类型赋值法; 生态廊道构建有 MCR 模型、图论和电路理论等理论方法^[13]。其中, MCR 模型能较好地模拟生物空间运动的潜在趋势与景观格局改变之间的关系^[14]。鉴于此, 笔者基于 CiteSpace 软件对近年来国内外的相关研究进行文献计量分析, 梳理国内外利用 MCR 模型进行生态网络研究的现状与方法, 为后续的研究提供参考。

1 MCR 模型的起源与发展

1.1 MCR 模型的提出及应用 最小阻力模型(minimal cumulative resistance, MCR)最早在 1992 年由 Van 等^[15]提出, 现已广泛应用于景观生态学及物种保护等领域, 后被我国学者俞孔坚教授提出用于生态安全格局构建中^[16], 目前也在土地利用规划领域得到了广泛认同。MCR 模型的应用在宏观上涉及土地利用、生态安全格局优化、景观生态安全格局构

基金项目 河南省科技攻关项目(202102310256); 2022 年郑州大学研究生自主创新项目。

作者简介 栾春风(1974—), 女, 河南周口人, 副教授, 博士, 从事城乡生态规划研究。

收稿日期 2022-05-25; **修回日期** 2022-06-20

建、城市生态安全格局规划、区域生态安全格局构建等^[16-17]，在微观应用于生态网络构建、绿色基础设施规划^[17-18]等生态建设；从研究尺度看，涉及省域、市域、区域等多尺度。同时，

国内学者也逐渐将 MCR 模型用于旅游规划、城市空间增长、流域网络、土地利用等社会经济领域(表 1)。

表 1 MCR 模型应用领域
Table 1 MCR model application domain

序号 Code	应用领域 Application area	研究学者 Research scholar	应用内容 Application contents
1	农村居民点空间布局优化 ^[19]	史铁丑等	借助 MCR 模拟源向周围空间扩张的过程,最小累积阻力的大小来确定是否适宜于农村居民点的空间扩张,以此来总结农村居民点空间分布特征提出空间优化对策
2	地表径流网络构建 ^[20]	白天等	借助 MCR 模型计算空间内流体质点塑性流动方向与路径,并获得从源头到末端最小成本路径,以此分析于地表径流特征
3	旅游道路选线体系 ^[21]	许砚梅等	借助 MCR 模型识别出耗损成本最小、扩展可能性高的通道作为最优交通路径,以此构建水网丘陵区最优旅游道路选线体系
4	历史文化景观廊道构建 ^[22]	戴姗姗等	借助 MCR 模型计算以历史文化景观为源的不同的景观阻力方面,选择阻力值小的路径来构建历史文化景观廊道
5	城市边界划定 ^[23]	刘希朝等	借助 MCR 模型来选择扩张源,分析城市扩张的阻力因子,构建综合阻力面,评价城市扩张的适宜性,从现实供给视角划定城市开发边界
6	城市绿地海绵体适宜性分析 ^[24]	汤鹏等	借助 MCR 模型假设城市建设与生态用地处于此消彼长的不断扩张中,设置 2 种源地类型来平衡 2 种用地的的发展

1.2 MCR 模型的基本操作 最小阻力模型的计算原理就是在图论的基础上,计算空间单元到目标源地的运动过程中最小累计耗费距离^[25],通过最小阻力值来确定最小迁移路径即“源-汇”理论。该模型通常结合重力模型、图谱理论和连接指数等来定量评价和优化生态网络,在俞孔坚等人的修改下^[26],最小累积阻力模型公式(1)如下:

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

(1)

式中, $f_{\min}$ 表示最小阻力值; D_{ij} 表示从源点 j 到空间单元 i 的空间距离; R_i 表示空间单元 i 的阻力系数。

利用 MCR 模型的整个过程都在 ArcGIS 中的 cost-distance 中进行运算分析,步骤如图 1。在模拟计算前要确定目标源地扩张的阻力面,即选择对源地扩张的阻力因子构建阻力面,参考前人研究或相关文献和研究成果来确定各阻力因子的权重^[27],之后在数据平台进行空间加权计算。

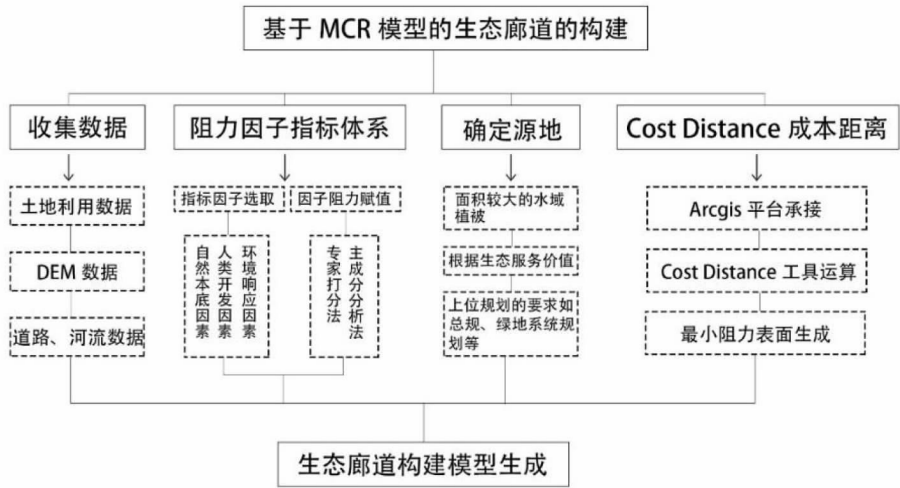


图 1 MCR 模型的运算步骤
Fig.1 Operational step of MCR model

杨志广等^[28]就广州改革开放后建设用地侵占重要生境斑块这一生态问题,基于对广州城市生态廊道构想以及市域生态网络初步建设^[29-30]的相关研究,在选取目标源地后,基于 MCR 模型构建源地间的生态廊道网络,实现以连通性指数定量的分析生态网络结构,为广州市生态网络构建提出优化策略。王玉莹等^[31]就如何实现社会经济快速发展下的生态可持续发展这一议题,基于 MCR 模型构建江苏省生态网络来构建结构完整的区域景观生态格局,为其他省域范围内的生态网络构建提供参考。应用 MCR 模型是获得物种迁移

最佳最小阻力值路径的有效方式,可以最小程度地避免外界干扰,实现在空间上模拟物种的运动趋势,被很多学者用于生态网络的构建过程中。

2 生态网络中 MCR 模型的应用

2.1 数据来源与预处理 研究选用传统统计学,对中国学术期刊全文数据库(即中国知网,以下简称 CNKI)以及 Web of Science 数据库(以下简称 WOS)近 11 年的文献为数据源,即时间段为 2000—2021 年,以“生态网络”“绿色生态网络”“MCR”为主题词检索,得到中文文献 1 315 篇,外文文献 188

篇。对源数据进行归纳整理,对近 11 年的文献总量、类型、年发文量等基本数据情况进行分析,去除无关文章、会议、目录、访谈等无效文件后,得到 969 篇有效文献,文献涉及林学、风景园林、环境、城乡规划等多门学科,以此作为可视化软件分析的数据来源。

2.2 研究方法 利用由 Java 应用程序运行的 CiteSpace V (5.6.R5) 对对关键词的聚类及关键词时区分析,展示近 11 年的学界高频关键词、研究热点以及研究前沿。通过我国绿地生态网络建设历程以及演变,进而推测其发展的趋势。CiteSpace 是一种科学文献分析工具,通过对非定量文献转化为定量数据的方式,得到直观可视化的图形。通过可视化数据客观地展现文献本质性的事实问题,分析预测目标课题的发展趋势^[32]。

3 结果与分析

3.1 文献类型与总量分析 选取中国知网 2000—2021 年相关文献 969 篇,共计 4 种类型。其中,占比最大的是学术期刊共 524 篇;其次为学位论文共 349 篇,分为博士论文以及硕士论文;会议论文 77 篇;相关成果 19 篇。研究文献数量统计图显示,2019 年达到发文高峰期(图 2)。同时筛选 WOS 数据库中 188 篇文章与 CNKI 数据源作为研究文献源。

3.2 文献发表年限分析 所选文献为中国知网 2000 年 1 月到 2021 年 1 月间的文献,通过研究文献数量统计图(图 2)可以看出,2000—2018 年 CNKI 有关我国绿地生态网络的发文量持续上升,从 2019 年开始出现了明显的下降。通过文献发文量可以大致将我国关于绿地生态网络的研究分为 3 个阶段:

(1) 2000—2007 年,该阶段的发文量呈上升的趋势。1992—2000 年是城市化全面推进阶段,以城市建设、小城镇发展和建立经济开发区为主要动力,20 世纪 90 年代后,中国城市化开始从沿海地区向内地展开,城市化过程对自然地理环境的影响涉及地形、气候、水文、生态^[33-35]。因而城市建设逐渐意识到绿地的重要性,提高了生态的意识。生态环境问题压缩了城市未来发展空间,北方频发的沙尘暴、山区频繁的山体滑坡等问题对人们生命财产也造成了巨大的威胁,人地关系的权衡、经济与生态的关系开始成为政府以及广大学者思考的问题,生态安全问题逐渐深入人心。同时随着生态学理论不断发展,越来越多符合中国国情的生态理念以及规划思想逐渐成熟。

山体滑坡等问题对人们生命财产也造成了巨大的威胁,人地关系的权衡、经济与生态的关系开始成为政府以及广大学者思考的问题,生态安全问题逐渐深入人心。同时随着生态学理论不断发展,越来越多符合中国国情的生态理念以及规划思想逐渐成熟。

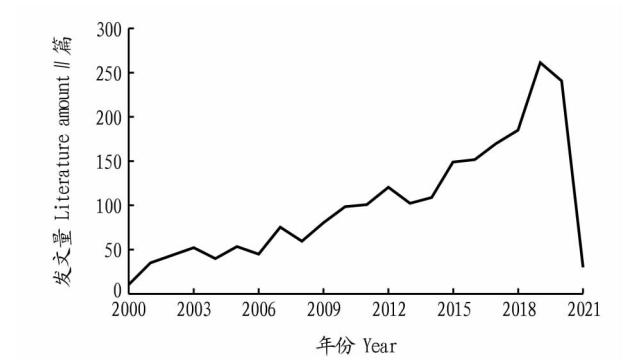


图 2 不同年份发文量比较
Fig.2 Comparison of literature amount at different years

(2) 2008—2018 年,该阶段文献大量涌出,硕博论文增长明显,基础性研究增加,2018 年发文量急速上升,大量生态建设的理念、思想在该阶段提出,成熟到逐渐落实,如海绵城市建设、城市双修、低碳城市等。同时景观生态学在这 10 年里得到广泛的应用,景观生态学通过在保护区构建生态廊道以及生态网络,来连接破碎化的栖息地,侧重于生态空间格局的构建。

(3) 2019—2021 年 1 月 1 日,该阶段的发文量明显回落,基础性研究达到相对饱和的状态,寻求研究创新点是广大学者作为学术研究的重点。同时在国土空间规划的背景下,国土空间生态修复更加强调生态系统的完整性与连续性^[36],需要学者站在一个更高的视角去全方位、全地域、全过程开展研究。

不难发现研究的热点会随着社会发展的需要而变化,时区图(图 3)反映的也是主题路径^[37]。生态建设的目标是阶段性的,相关研究主题也会因为技术的进步、时代的要求等因素而发生变化。

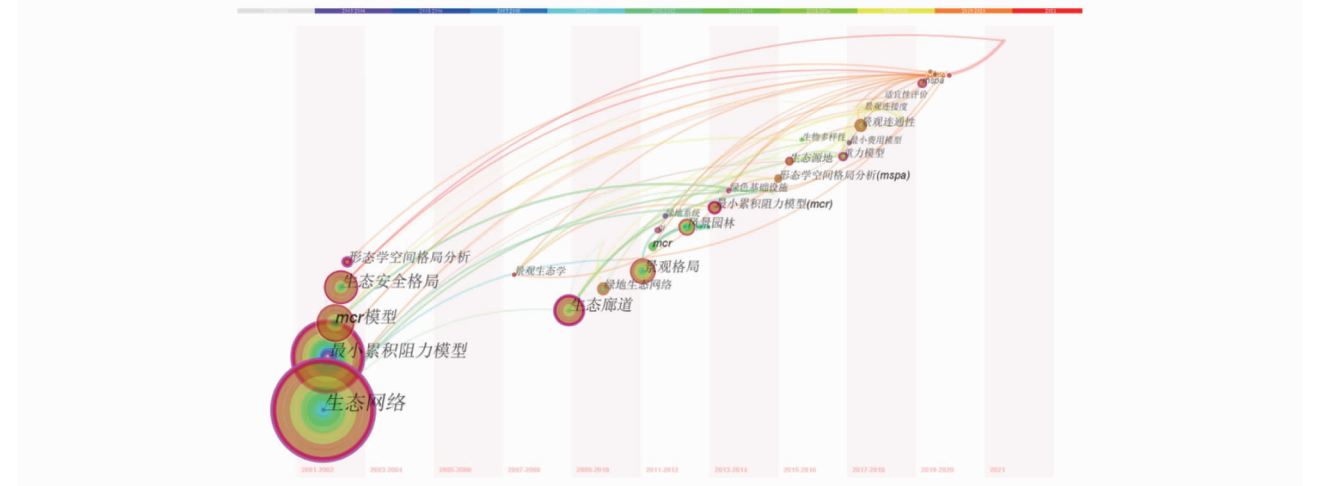


图 3 研究时区
Fig.3 Study time zones

3.3 文献关键词分析 关键词是文章核心内容的反映,是对文献主题的浓缩与凝练,高频关键词可以映射出研究热点,通过把握研究热点来揭示研究的发展方向与趋势。基于CiteSpace 对关键词进行共现分析,阈值设置为 TopN= 50,绘制关键词共现知识图谱。由表 2 可知,共提取到 663 个关键词,高频词汇集中在“生态网络”“景观格局”“生态廊道”“MCR 模型”等词汇,其中“生态网络”出现频次最高,为 184 次,而“最小累积阻力模型(MCR)”仅出现 26 次。由表 3 可知,WOS 数据库中“sustainability”“ecosystem service”等关键词为高频词汇。对关键词进行共现分析,关键词共现可视化

表 2 CNKI 关键词频次排序
Table 2 CNKI keyword frequency sorting

序号 No.	关键词 Keywords	频次 Count	中介中心性 Centrality	年 Year
1	生态网络	186	0.44	2001
2	最小累积阻力模型	99	0.20	2001
3	MCR 模型	85	0.21	2001
4	生态安全格局	78	0.23	2001
5	生态廊道	61	0.38	2001
6	形态学空间格局分析	46	0.13	2001
7	景观格局	33	0.34	2008
8	最小累积阻力模型(MCR)	26	0.13	2001
9	形态学空间格局分析(MSPA)	26	0.03	2001
10	优化配置	23	0.03	2001

图谱(图 4、5)中,不同的圈层颜色节点大小代表不同年份关键词出现的频率,节点间连线粗细代表着共现关系强度^[38]。从关键词的聚类分析上可以看出,生态网络研究领域交叉最多的是“MCR 模型”“生态廊道”2 个方向(图 6),国外的相关研究集中在“ecological network analysis”“ecological network model”等方向(图 7)。

4 MCR 模型在生态网络构建上的应用

4.1 研究框架分析 生态网络构建研究广泛采取了“源地识别”“阻力面构建”“廊道提取”“构建生态网络”的方法框架^[39](图 8),研究框架大致相同,只是研究方法趋于多样。

表 3 WOS 关键词频次排序
Table 3 Frequency rank of WOS keywords

序号 No.	关键词 Keywords	频次 Count	中介中心性 Centrality	年 Year
1	sustainability	90	0.04	2012
2	management	79	0.04	2013
3	network	67	0.10	2012
4	China	58	0.27	2012
5	system	54	0.16	2012
6	ecosystem service	41	0.10	2016
7	ecological network analysis	40	0.10	2015
8	model	40	0.06	2013
9	framework	39	0.04	2013
10	conservation	35	0.46	2012

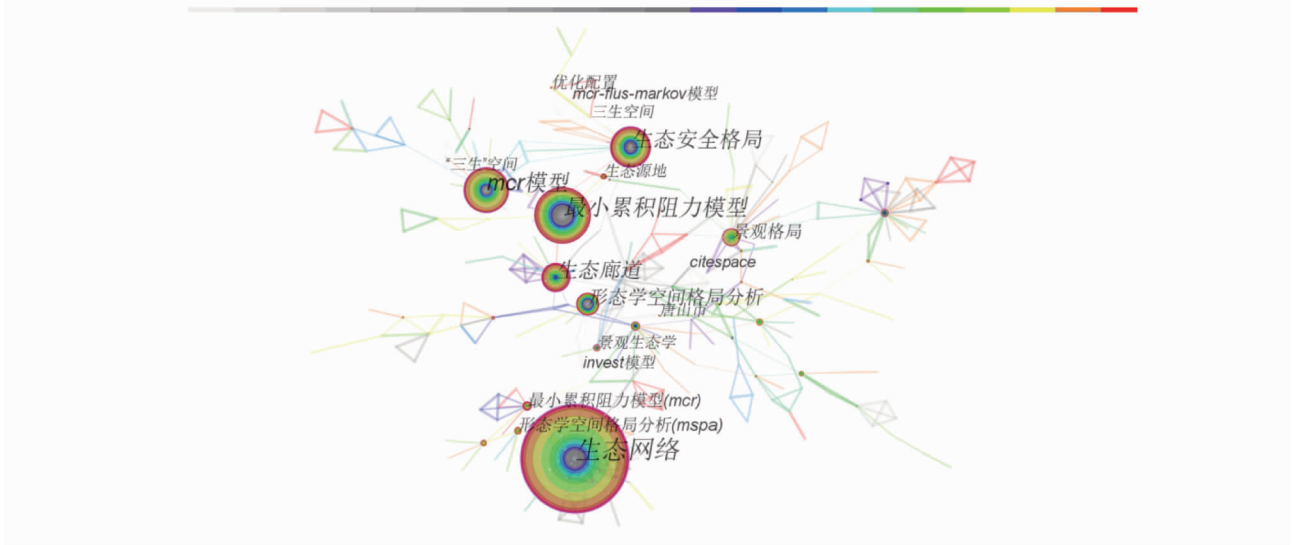


图 4 CNKI 关键词共现
Fig.4 CNKI keywords co-occurrence

例如,在 MCR 模型运用在阻力面构建以及廊道提取中,同样电路理论也可以应用于生态廊道构建,两者基于 Arcgis 平台不同的工具箱进行运算。

4.2 研究区阻力因子选取 在阻力因子选取方面,对不同景观阻力面的构建研究需要结合研究区域的现况去筛选合适的因子,如山地、滨水等不同类型的研究区在因子选取上存在差异(表 4)。选取较多的阻力因子有土地利用类型、植被覆盖度、高程坡度等,大致分为自然本底方面、人类开发方面以及环境响应等方面。

4.3 研究区阻力值权重 阻力面是 MCR 模型的基础前提,由于不同景观类型的特征存在差别,对赋值的响应也不同,故在阻力分值以及权重赋值方面缺乏统一的科学标准,重要阈值的设定也没有科学依据,多采用专家打分法、主层次分析法(AHP)^[40-41]等来确定。参考前人研究发现^[42-43],以生态服务价值的高低作为阻力赋值的依据,阻力阈值分级区间可以为 1~100 或 1~5,即对生态流运行阻力值小的为 1,最大为 100(5)^[43],权重总和为 1。

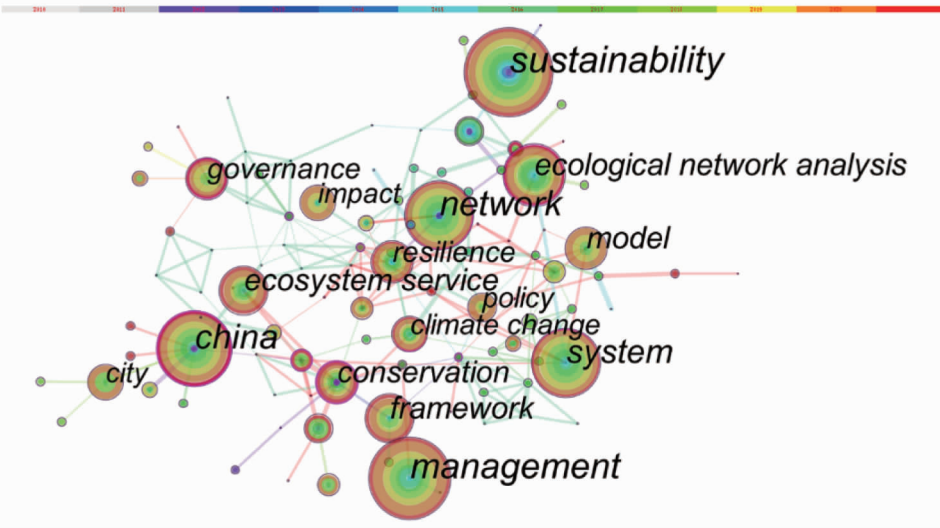


图 5 WOS 关键词共现图谱
Fig.5 WOS keywords co-occurrence map

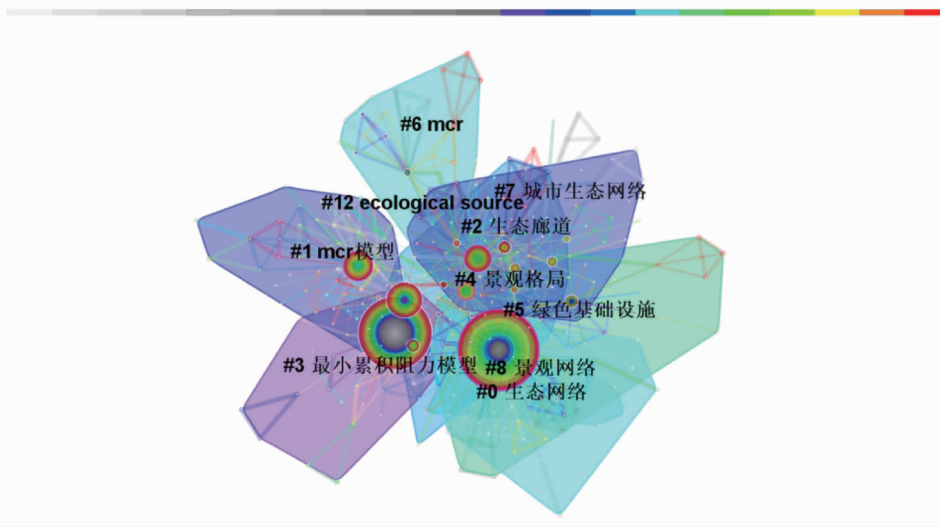


图 6 CNKI 关键词聚类图谱
Fig.6 CNKI keywords clustering map

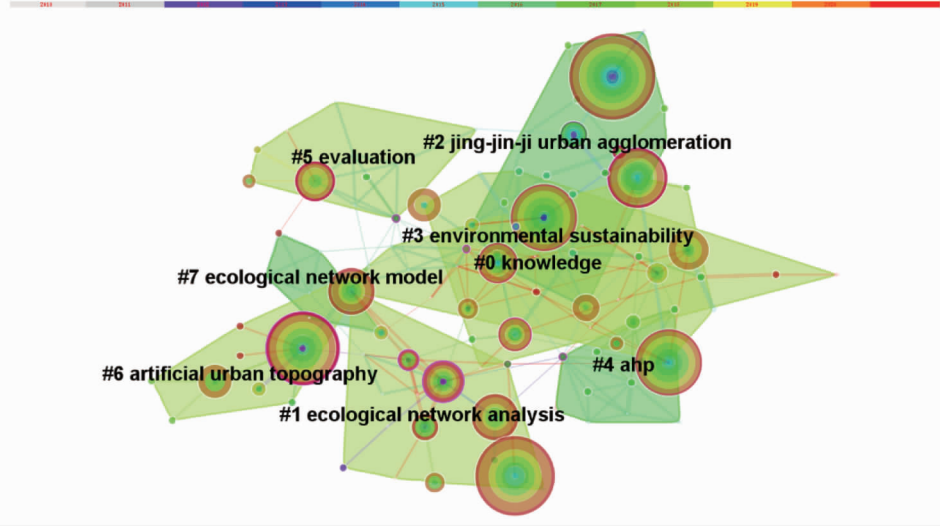


图 7 WOS 关键词聚类图谱
Fig.7 WOS keywords clustering map

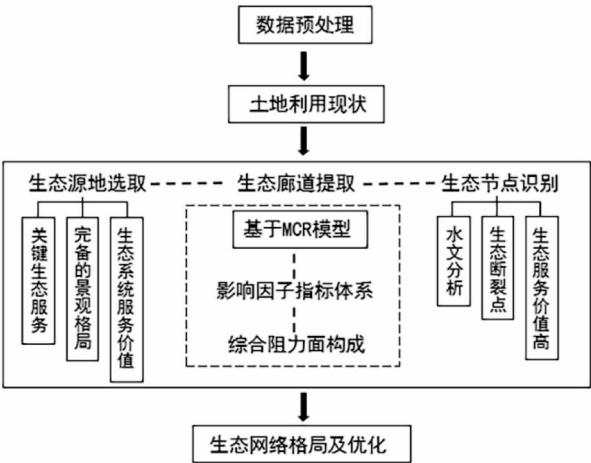


图 8 生态网络构建框架

Fig.8 Ecological network construction framework

表 4 阻力因子选取

Table 4 Resistance factor selection

研究区类型 Type of study area	研究区域面积 Study area	阻力因子 Resistance factor
山区 Mountainous area	大别山核心区,2 398 km ²	高程、坡度、土地利用类型、植被覆盖度、土壤侵蚀、距景点距离、距工业用地距离、距水体距离、距道路距离、距居民点距离
山地 Mountain land	泰山区域,13 500 km ²	土地利用类型、高程、坡度
滨水 Waterfront	九江市,18 823 km ²	坡度、土地利用类型、景观破碎度、与公路距离、水质分级、DAVI
荒漠区 Desert region	图木舒克市,3 623.91 km ²	土地利用类型、高程、坡度、增强型植被指数

在省域尺度上构建生态网络,是实现省域范围内各个城市生态要素流动的有效手段。社会资源共享、经济要素流通逐步加速省域范围内各个城市间的互联共通,生态资源应作为一种特征要素实现在省域范围内的流通。省域生态网络构建仍遵循常规构建方式,但省域尺度则更注重宏观的把

握,谋求大尺度范围内生态安全格局的构建。

在大范围的城市群尺度上,生态网络构建更加强调结构上的整体性,强调区域核心生态斑块间的连通,城市群的各个子城市之间一般是共性或互补,这样才能最大限度实现资源共享及要素流通。

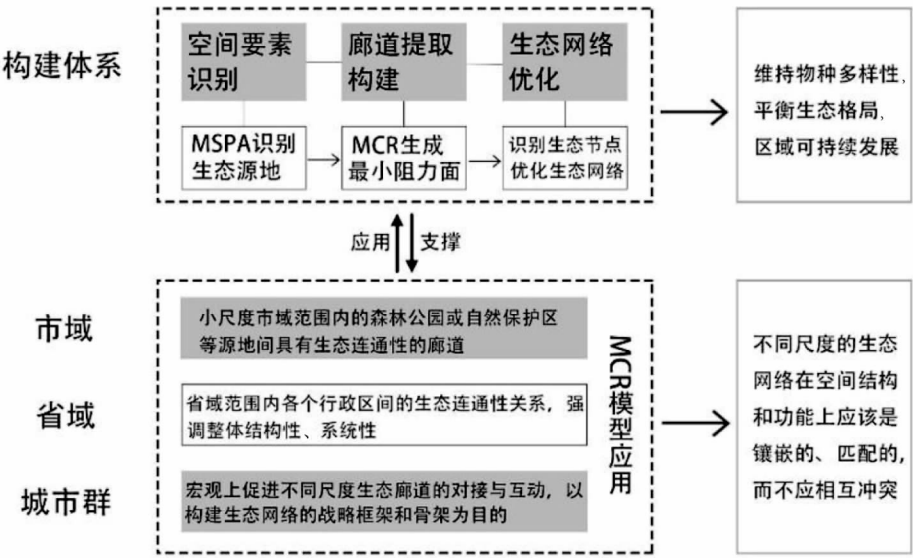


图 9 MCR 模型体系

Fig.9 MCR model system

生态网络的构建和优化理应在不同尺度上进行,不同尺度的生态网络在空间结构和功能上应该是镶嵌的、匹配的,

而不应该相互冲突^[45]。不同尺度生态网络构建的原理是一致的,不论何种尺度空间,生态网络在维持物种多样性、平衡生

态格局以及实现区域可持续发展中发挥着积极作用。

5 总结

在城镇化进程中,在当下国土空间的大背景下对生态保护的关注度持续提高,城市绿地生态网络构建作为一种行之有效的生态策略,被国内外学者广泛研究。通过对相关文献进行可视化知识图谱分析,得出以下结论:

(1) 基于 MCR 模型构建绿地生态网络的相关研究可以分为 3 个阶段:启蒙阶段(2000—2007 年)、快速发展阶段(2008—2018 年)、稳步发展阶段(2019 年至今),研究的学科交叉性极强。

(2) MCR 模型作为一种构建生态廊道有效的方法,在生态网络构建中的应用广泛。通过模拟物种迁移最佳最小阻力值路径来生成区域生态廊道。

(3) 生态廊道指标体系中的因子选取需要考虑研究区的现状,剖析影响因素;在因子赋值以及权重考量上尚未形成统一标准体系。

(4) 生态网络的构建及优化要多尺度,使得各尺度范围的生态网络在空间结构和功能上实现优势互补。

MCR 模型能够较为准确识别生态源地间的生态廊道和节点,而且技术较为成熟,运用领域广泛,适合推广,尤其是在生态网络构建方面。生态网络构建作为区域绿色可持续发展的有效措施,为国土空间规划中各类专项规划提供依据,如生态安全格局构建、生态保护红线划定、绿地系统规划、生物多样性规划、韧性城市建设、水资源保护、森林资源保护、自然保护区建设、生态修复规划等。因此,应充分发挥 MCR 模型与其他生态建设领域的结合,实现研究视角、研究内容的创新,开展更加全面的生态网络体系相关研究,助推国土空间生态建设。

参考文献

- [1] JONGMAN R H G. Ecological networks and greenways in Europe: Reasoning and concepts[J]. *Journal of environmental sciences*, 2003, 15(2): 173–181.
- [2] BASCOMPTTE J. Structure and dynamics of ecological networks[J]. *Science*, 2010, 329(5993): 765–766.
- [3] 张庆贵. 城市绿色网络及其构建框架[J]. *城市规划汇刊*, 2002(1): 75–76.
- [4] 刘家铭. “两山理论”下安庆市生态网络规划管控策略[J]. *安徽农业科学*, 2019, 47(17): 55–57.
- [5] 潘晓滨, 黄显非. 论我国碳中和愿景的提出与实现进程[J]. *资源节约与环保*, 2021(9): 126–127.
- [6] 刘滨谊, 王鹏. 绿地生态网络规划的发展历程与中国研究前沿[J]. *中国园林*, 2010, 26(3): 1–5.
- [7] 张东升, 丁爱芳, 冷红, 等. 省域国土空间开发保护格局构建方法研究: 以山东省为例[J]. *建设科技*, 2020(17): 37–45.
- [8] 程功, 吴左宾. 县域国土综合整治与生态修复框架及实践[J]. *规划师*, 2020, 36(17): 35–40.
- [9] 马晓勇, 赵娜, 刘树敏. 浅谈山西国土空间生态修复: 以矿山生态修复为例[J]. *环境生态学*, 2019, 1(4): 49–53.
- [10] 薛兆武, 陈泗. 加强流域国土空间管控 构建高质量生态保护体系[J]. *资源导刊*, 2020(3): 15–16.
- [11] 陈江碧, 樊亚明. 国土空间规划背景下的城市绿色生态网络规划策略及实践[J]. *规划师*, 2020, 36(8): 56–60.
- [12] 朱捷, 苏杰, 尹海伟, 等. 基于源地综合识别与多尺度嵌套的徐州生态网络构建[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(8): 1986–2001.
- [13] 李慧, 李丽, 吴玖胜, 等. 基于电路理论的真金猴生态景观连通性分析[J]. *生态学报*, 2018, 38(6): 2221–2228.
- [14] YE H, YANG Z P, XU X L. Ecological corridors analysis based on MSPA

- and MCR model—A case study of the Tomur World Natural Heritage region[J]. *Sustainability*, 2020, 12(3): 1–15.
- [15] VAN APELDOORN R C, KNAAPEN J P, SCHIPPERS P, et al. Applying ecological knowledge in landscape planning: A simulation model as a tool to evaluate scenarios for the badger in the Netherlands[J]. *Landscape and urban planning*, 1998, 41(1): 57–69.
- [16] YU K J. Security patterns and surface model in landscape ecological planning[J]. *Landscape and urban planning*, 1996, 36(1): 1–17.
- [17] YU K J. Ecological security patterns in landscapes and GIS application[J]. *Annals of GIS*, 2009, 1(2): 88–102.
- [18] 赵万民, 冯矛, 李云燕, 等. 生态文明视角下山地城市绿色基础设施规划研究: 以重庆市九龙坡区新城为例[J]. *城市规划*, 2021, 45(7): 91–103.
- [19] 史铁丑, 任国欢, 陈瑜琦. 基于 MCR 模型的农村居民点空间布局优化研究: 以河北省平山县为例[J]. *湖北农业科学*, 2020, 59(22): 104–110.
- [20] 白天, 张敬雨, 易娇, 等. 基于 MCR 模型的昆明市中心城区地表径流网络构建与分布特征研究[J]. *水土保持通报*, 2021, 41(3): 210–217.
- [21] 戴相君, 许砚梅. 生态安全格局视角下中国城市增长边界研究进展[J]. *湖南生态科学学报*, 2021, 8(1): 82–88.
- [22] 戴姍霖, 柳书常, 吴小刚. 基于 MCR 的历史文化景观廊道构建研究: 以福州市为例[J]. *林业调查规划*, 2021, 46(2): 193–200.
- [23] 刘希朝, 李效顺, 魏旭晨, 等. 基于 MCR 与 CA 的城市开发边界融合划定研究: 以徐州市为例[J]. *中国土地科学*, 2020, 34(10): 8–17.
- [24] 汤鹏, 王浩. 基于 MCR 模型的现代城市绿地海绵体适宜性分析[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2019, 43(3): 116–122.
- [25] 陈南南, 康帅直, 赵永华, 等. 基于 MSPA 和 MCR 模型的秦岭(陕西段)山地生态网络构建[J]. *应用生态学报*, 2021, 32(5): 1545–1553.
- [26] YU K, LENZ-WIEDEMANN C, CHEN X P, et al. Estimating leaf chlorophyll of barley at different growth stages using spectral indices to reduce soil background and canopy structure effects[J]. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 2014, 97: 58–77.
- [27] ZHANG Y Z, JIANG Z Y, LI Y Y, et al. Construction and optimization of an urban ecological security pattern based on habitat quality assessment and the minimum cumulative resistance model in Shenzhen City, China[J]. *Forests*, 2021, 12(7): 1–23.
- [28] 杨志广, 蒋志云, 郭程轩, 等. 基于形态空间格局分析和最小累积阻力模型的广州市生态网络构建[J]. *应用生态学报*, 2018, 29(10): 3367–3376.
- [29] 关英敏. 城市生态廊道建设研究: 以广州市天河区为例[D]. 长春: 东北师范大学, 2003.
- [30] 蒋思敏, 张青年, 陶华超. 广州市绿地生态网络的构建与评价[J]. *中山大学学报(自然科学版)*, 2016, 55(4): 162–170.
- [31] 王玉莹, 沈春竹, 金晓斌, 等. 基于 MSPA 和 MCR 模型的江苏省生态网络构建与优化[J]. *生态科学*, 2019, 38(2): 138–145.
- [32] 韦宝婧, 胡希军, 朱满乐, 等. 基于 CiteSpace 的我国绿色生态网络研究热点与趋势[J]. *经济地理*, 2021, 41(9): 174–183.
- [33] 彭晓琳. 方法林. 城市化过程中的生态文化建设[J]. *城市发展研究*, 2000(6): 57–59.
- [34] 王俊霞, 王晓峰. 基于生态城市的城市化与生态文明建设协调发展评价研究: 以西安市为例[J]. *资源开发与市场*, 2011, 27(8): 709–712.
- [35] MA S, WANG L J, ZHU D Z, et al. Spatiotemporal changes in ecosystem services in the conservation priorities of the southern hill and mountain belt, China[J]. *Ecological indicators*, 2021, 122: 2022–01–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107225>.
- [36] OPDAM P, STEINGRÖVER E, VAN ROOIJ S. Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes[J]. *Landscape and urban planning*, 2006, 75(3/4): 322–332.
- [37] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. *科学学研究*, 2015, 33(2): 242–253.
- [38] 王贝, 刘纯青. 基于 Citespace 与 VOSviewer 的国内生态网络研究[J]. *环境科学与管理*, 2021, 46(4): 53–58.
- [39] 李涛, 巩雅博, 戈健宅, 等. 基于电路理论的城市景观生态安全格局构建: 以湖南省衡阳市为例[J]. *应用生态学报*, 2021, 32(7): 2555–2564.
- [40] 陈小平, 陈文波. 鄱阳湖生态经济区生态网络构建与评价[J]. *应用生态学报*, 2016, 27(5): 1611–1618.
- [41] COOK E A. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks[J]. *Landscape and urban planning*, 2002, 58(2/3/4): 269–280.
- [42] TANG F, ZHOU X, WANG L, et al. Linking ecosystem service and MSPA to construct landscape ecological network of the Huaiyang section of the Grand Canal[J]. *Land*, 2021, 10(9): 1–23.

(下转第 247 页)

4 结论与讨论

该研究在家庭现代化理论视角下,使用 2018 年 CLHLS 数据,对子女数量、居住方式和农村老年人的“无休止劳动”之间的关系进行系统考察。中国在家庭现代化的进程中,与家庭现代化理论所预设的不同,并未实现结构与功能的同步转化,特别是在家庭养老的代际关系中存在着转化坠距的显著特点,这一结构性特质导致子女数量越多农村老年人劳动休息时间越迟,而居住安排对老年人劳动休息时间没有显著影响。

家庭现代化进程无不受不同文化之间的交互作用,传统也可以成为意识形态和行为的准绳并赋予现代性以新的合理性。子女数量、居住方式、家庭现代化带来的传统家庭关系断裂的一种表现。在国家相应的功能承接无力的大背景下,家庭现代化导致传统代际文化失效,子女将代际责任弱化正常化和老年人的无奈自救现实化:农村的社会化养老只是一种象征性的存在;代际关系中更多的是老年人对子女具有“无限责任”,子女对父母则只有“有限责任”,在代际关系中老年人处于弱势,不能带来实质性的养老问题的解决;生活危机在老年人的生活中依然普遍存在,老年人只能被动接受这种状态并通过劳动的方式进行自我补偿,这种补偿不同于传统的“活到老,干到老”,在传统模式下老年人无休止劳动是为了整个大家庭利益的最大化,而今天的无休止劳动则是一种个体性的自救。因此,关于西方家庭现代化的实践和理论均与结构和功能的同步性为预设在中国本土化环境下并不适用,每种制度都有其自身发展的基点,应承认现代家庭的多样模式。

所以人们才会看到,随着现代化的发展,家庭内部的分化日益显著,多子女家庭之间的博弈更为明显。面对当前巨大的社会竞争压力,年轻人将更多的时间和精力放入小家庭中,理性化的考量也促使年龄人主动或被动赞成老年人延长劳动时间这一家庭决策。在中国本土情境中,子女与父母是否同居具有阶段性,其中尤其是孙辈的出现对老人家庭照护支持的需求下,子女才会更多地选择与父母同住,这种看似传统的居住安排也是中国家庭现代化进程中的重要组成部分,共同居住是为了子代的需要而非满足父辈的需求。

该研究对农村老年人无劳动休止行为的研究还存在一些不足,有待后续深入。其一,该研究使用的二手数据,在提供了获取数据的便利性优势的同时难以避免地表现了数据的非专项性限制,对一些关键变量的控制难以实现。其二,该研究将无休止老年人无休止劳动界定为身体处于亚健康状态老年人的被动性持续劳动,但由于数据限制,在变量操作化中淡化了亚健康的身体性属性。在之后继续研究中,将

努力推进调研的针对性和全面性。

参考文献

- [1] AfSA R, PUEYO F, SANSO M. Life expectancy and labor supply of the elderly[J]. *Journal of population economics*, 2012, 25(2): 545-568.
- [2] BOWMAN, D, MCGANN M, KIMBERLEY H et al. 'Rusty, invisible and threatening': Ageing, capital and employability[J]. *Work, employment & society*, 2017, 31(3): 465-482.
- [3] FRIEDBERG, L. The effect of government programs on the labor supply of the elderly[C]//Proceedings of the annual conference on taxation held under the Auspices of the National Tax Association-Tax Institute of America, 1996, 89: 203-210.
- [4] 李琴, 孙良媛. 家庭成员外出务工对农村老年人劳动供给的影响: 基于“替代效应”和“收入效应”[J]. *学术研究*, 2011(4): 85-89, 160.
- [5] 姜向群, 刘妮娜. 我国农村老年人过度劳动参与问题研究[J]. *中州学刊*, 2013(12): 73-77.
- [6] 陆益龙. 后乡土中国的自力养老及其限度: 皖东 T 村经验引发的思考[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2017, 17(1): 11-19, 144.
- [7] 贺雪峰. 乡村振兴要服务“老人农业”[J]. *决策*, 2018(8): 13.
- [8] 童玉芬, 廖宇航. 健康状况对中国老年人劳动参与决策的影响[J]. *中国人口科学*, 2017(6): 105-116, 128.
- [9] 张文娟. 中国老年人的劳动参与状况及影响因素研究[J]. *人口与经济*, 2010(1): 85-89, 92.
- [10] 廖少宏, 宋春玲. 我国农村老人的劳动供给行为: 来自山东农村的证据[J]. *人口与经济*, 2013(2): 60-68.
- [11] 张川川. 养老金收入与农村老年人口的劳动供给: 基于断点回归的分析[J]. *世界经济文汇*, 2015(6): 76-89.
- [12] 吴敏. 农村老年人劳动参与意愿的经济因素分析[J]. *人口与发展*, 2016, 22(2): 56-63, 55.
- [13] 杨菊华, 何绍华. 社会转型过程中家庭的变迁与延续[J]. *人口研究*, 2014, 38(2): 36-51.
- [14] 唐灿. 家庭现代化理论及其发展的回顾与评述[J]. *社会学研究*, 2010, 25(3): 199-222, 246.
- [15] 杨善华, 贺常梅. 责任伦理与城市居民的家庭养老: 以“北京市老年人需求调查”为例[J]. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 2004, 41(1): 71-84.
- [16] 陈友华. 社会变迁与老年文化重构[J]. *人口与发展*, 2013, 19(5): 78-88.
- [17] 许琪. 儿子养老还是女儿养老? 基于家庭内部的比较分析[J]. *社会*, 2015, 35(4): 199-219.
- [18] 李龙, 宋月萍. 家庭发展理论的三种基本导向及启示[J]. *社会建设*, 2020, 7(5): 58-69.
- [19] GOODE W. "The theory and measurement of family change"[M]//Sheldon E B, Moore W E. *Indicators of social change: Concepts and measurements*. New York: Russell Sage Foundation, 1968.
- [20] 任德新, 楚永生. 伦理文化变迁与传统家庭养老模式的嬗变创新[J]. *江苏社会科学*, 2014(5): 11-16.
- [21] 陈芳, 方长春. 家庭养老功能的弱化与出路: 欠发达地区农村养老模式研究[J]. *人口与发展*, 2014, 20(1): 99-106.
- [22] 李俏, 陈健. 变动中的养老空间与社会边界: 基于农村养老方式转换的考察[J]. *中国农业大学学报(社会科学版)*, 2017, 34(2): 128-136.
- [23] 费孝通. 家庭结构变动中的老年赡养问题: 再论中国家庭结构的变动[J]. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 1983, 20(3): 7-16.
- [24] 胡仕勇, 李佳. 子代数量对农村老年人代际经济支持的影响: 以亲子两代分居家庭为研究对象[J]. *人口与经济*, 2016(5): 47-54.
- [25] 于丽, 马丽媛, 尹训东. 养老还是“啃老”? ——基于中国城市老年人的再就业研究[J]. *劳动经济研究*, 2016, 4(5): 24-54.
- [26] 白南生, 李靖, 陈晨. 子女外出务工、转移收入与农村老人农业劳动供给: 基于安徽省劳动力输出集中地三个村的研究[J]. *中国农村经济*, 2007(10): 46-52.
- [27] 鄢盛明, 陈皆明, 杨善华. 居住安排对子女赡养行为的影响[J]. *中国社会科学*, 2001(1): 130-140.
- [28] 庞丽华, ROZELE S, DE BRAUW A. 中国农村老人的劳动供给研究[J]. *经济学*, 2003, 2(3): 721-730.

(上接第 243 页)

- [43] WANG T, LI H B, HUANG Y. The complex ecological network's resilience of the Wuhan metropolitan area[J/OL]. *Ecological indicators*, 2021, 130[2022-01-15]. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108101>.
- [44] 丁成呈, 张敏, 束学超, 等. 多尺度的城市生态网络构建方法: 以合肥市主城区生态网络规划为例[J]. *规划师*, 2021, 37(3): 35-43.

- [45] XIAO Z T, ZHANG W Y, HAO L J. The evolution of spatial and temporal patterns of Zhengzhou ecological network based on MSPA[J/OL]. *Arabian journal of geosciences*, 2021, 14(12)[2022-01-27]. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07260-7>.