

城市群国土空间结构演变的多尺度模拟与优化研究

加 宇

山西创青信息科技有限公司 山西太原

【摘要】城市群国土空间结构演变是区域协调发展的重要研究领域。随着城市化进程的加速，城市群空间结构的优化对资源合理配置、生态环境保护 and 区域可持续发展具有重要意义。本研究通过多尺度模拟方法，分析城市群国土空间结构的演变特征，探讨其驱动机制，并提出优化策略。研究构建了多尺度空间模型，结合地理信息系统（GIS）和元胞自动机（CA）技术，模拟城市群空间结构的动态变化。结果表明，城市群空间结构演变受到自然地理条件、经济发展水平和政策导向的综合影响，优化策略需兼顾生态保护与经济发展。

【关键词】城市群；国土空间结构；多尺度模拟；优化策略；区域发展

【收稿日期】2025 年 1 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 24 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250048

Multi-scale simulation and optimization research on the evolution of urban agglomeration's territorial spatial structure

Yu Jia

Shanxi Chuangqing Information Technology Co., Ltd, Taiyuan, Shanxi

【Abstract】 The evolution of the territorial spatial structure in urban agglomerations is an important research area for regional coordinated development. As urbanization accelerates, optimizing the spatial structure of urban agglomerations is crucial for the rational allocation of resources, ecological environment protection, and sustainable regional development. This study analyzes the evolutionary characteristics of the territorial spatial structure of urban agglomerations through multi-scale simulation methods, explores its driving mechanisms, and proposes optimization strategies. A multi-scale spatial model was constructed, integrating Geographic Information Systems (GIS) and Cellular Automata (CA) technologies to simulate the dynamic changes in the spatial structure of urban agglomerations. The results show that the evolution of the spatial structure of urban agglomerations is influenced by a combination of natural geographic conditions, economic development levels, and policy orientations. Optimization strategies need to balance ecological protection and economic development.

【Keywords】 Urban Agglomeration; Territorial Spatial Structure; Multi-scale Simulation; Optimization Strategies; Regional Development

引言

城市群作为区域经济发展的核心引擎，其国土空间结构的演变直接影响区域资源分配与生态环境。随着城市化进程的加速，城市群空间结构面临诸多挑战，如资源过度集中、生态环境压力增大等。研究城市群国土空间结构演变的特征与驱动机制，并提出优化策略，对于实现区域协调发展和可持续发展

具有重要意义。本文通过多尺度模拟方法，分析城市群国土空间结构的演变规律，探讨其优化路径，为城市群国土空间规划提供理论支持。

1 城市群国土空间结构演变特征

城市群国土空间结构演变特征主要体现在空间扩张、生态环境变化及政策导向三个方面。首先，从空间扩张角度看，随着经济的快速发展和人口流入，

作者简介：加宇（1984-）男，汉族，山西临汾，本科，研究方向为国土空间规划。

核心城市不断扩展,城市边界逐渐模糊,城市间联系日益紧密。城市用地面积增加的同时,城市功能向外溢出,区域一体化加速,交通基础设施改善缩短了城市间的通勤时间,促进了产业重新布局^[1]。核心城市转向高端服务业和创新产业,周边城市承接制造业转移,这种功能分区调整优化了城市群的空间结构,提升了整体竞争力。

其次,在生态环境方面,城市化进程加快对自然生态系统造成干扰与破坏,大量耕地和生态用地被占用,生态系统服务功能下降。然而,随着生态文明理念普及和生态保护政策加强,许多城市通过建设生态廊道和城市公园来改善内部环境质量,并逐步推进生态网络建设,构建区域生态安全格局,保护生物多样性和生态系统完整性。这为城市群的可持续发展奠定了基础。

最后,政策导向显著影响着城市群的发展。国家层面的区域协调发展战略(如京津冀协同发展)提供了政策支持,地方政府则通过土地利用规划和产业政策促进资源合理配置^[2]。跨区域合作机制不断完善,增强了城市间的沟通协作,共同解决发展中的问题,推动城市群空间结构持续优化,适应区域发展的需求。

2 多尺度模拟方法构建

在城市群国土空间结构演变研究中,多尺度模拟方法的构建是关键环节。该方法通过整合地理信息系统(GIS)和元胞自动机(CA)技术,搭建了一个能够动态反映城市群空间结构演变的模型框架。GIS技术以其强大的空间数据处理和分析能力,为城市群国土空间结构的多尺度模拟提供了基础数据支持。通过高分辨率的地理信息数据,能够精确地获取城市群的地形地貌、土地利用类型、交通网络分布等基础信息,为模型的构建奠定了坚实的数据基础。元胞自动机技术则以其简单规则驱动复杂系统演变的特性,被用于模拟城市群空间结构的动态变化过程。元胞自动机通过定义局部规则,模拟城市群内各个单元之间的相互作用,从而实现了对城市群整体空间结构演变的模拟^[3]。通过将GIS与CA技术相结合,构建的多尺度模拟模型能够有效反映城市群空间结构在不同时间尺度上的演变特征,为深入分析其演变机制提供了有力的技术工具。

在多尺度模拟方法的构建过程中,模型的验证

与校准是确保模拟结果准确性的关键步骤。通过对历史数据的回溯分析,将模拟结果与实际观测数据进行对比,验证模型的可靠性和准确性。在验证过程中,采用多种统计指标对模拟结果与实际数据的拟合程度进行评估,如均方根误差(RMSE)、决定系数(R^2)等,以确保模型能够准确反映城市群空间结构的历史演变过程。结合专家意见和实地调研结果,对模型的参数进行校准,进一步提高模型的适用性和准确性。通过不断优化模型参数,使其能够更好地适应城市群空间结构演变的复杂性和动态性。经过验证与校准后的多尺度模拟模型,能够为城市群国土空间结构演变的驱动机制分析和优化策略制定提供科学依据,为城市群国土空间规划提供有力的技术支持。

多尺度模拟方法的应用不仅能够揭示城市群国土空间结构的演变规律,还为城市群空间结构的优化提供了重要的决策支持。通过对模拟结果的分析,可以清晰地识别城市群空间结构演变中存在的问题,如城市过度扩张、生态空间被挤压等。基于模拟结果,能够针对性地提出优化策略,如合理划定城市开发边界、优化城市功能分区、加强生态网络建设等^[4]。这些优化策略的提出,为城市群国土空间规划提供了科学依据,有助于实现城市群空间结构的可持续发展。多尺度模拟方法还具有较强的扩展性和适应性,能够根据不同城市群的地理特征和发展需求进行调整和优化,为不同类型城市群的国土空间结构研究和规划提供了通用的技术框架。

3 城市群国土空间结构演变驱动机制

城市群国土空间结构演变受到多种因素的综合影响,其中经济发展是核心驱动力。随着城市化进程加速,城市群内部经济活动不断集聚,中心城市凭借资源和产业优势,吸引资本、技术和人才,推动城市空间向周边扩张。产业梯度转移和区域经济一体化促使城市群形成多层次、多中心的空间格局,优化城市功能分区和交通网络^[5]。经济活动的过度集中也可能导致区域发展不平衡,引发资源短缺和环境压力,需要通过合理的规划和政策引导来实现空间结构的优化与协调发展。

自然地理条件对城市群国土空间结构演变具有基础性作用。城市群的空间布局受到地形地貌、水系分布和生态环境的制约。山脉和河流等自然屏障

会影响城市的扩张方向,平原地区则更利于城市连片发展。生态环境的承载能力也对城市群空间结构演变产生限制。在资源环境约束下,城市群需在经济发展与生态保护间寻求平衡,合理规划生态空间,保护重要生态功能区,提高土地利用效率,实现空间结构的可持续发展。

政策导向在城市群国土空间结构演变中发挥关键引导作用。政府通过国土空间规划、产业政策和区域协调发展战略,引导城市群空间结构优化调整^[6]。划定城市开发边界、引导产业集聚、完善交通网络等政策措施,能够促进城市紧凑发展,提升区域竞争力。生态补偿和环境治理政策则为城市群空间结构优化提供保障,推动城市群在经济发展的同时注重生态环境保护,实现区域协调发展。

4 城市群国土空间结构优化策略

城市群国土空间结构的优化需要从功能分区的合理布局入手,城市功能分区的科学规划是提升城市群空间效率的重要手段。在城市群的发展过程中,明确各城市的主导功能是实现差异化发展的关键。中心城市凭借其强大的资源集聚能力和创新活力,可重点发展高端服务业和科技创新产业,充分发挥其在区域经济中的引领作用,推动城市群整体向高端化、智能化方向发展。与此周边城市应依托自身的资源和产业基础,发展制造业、物流业等产业,形成与中心城市功能互补的协同发展格局。这种分工明确的产业布局不仅能够避免功能过度重叠,还能促进城市群内部的要素流动和资源共享,提升城市群整体的经济活力和竞争力。优化功能分区还需注重城市内部空间的集约利用。在城市发展的过程中,合理规划土地利用,提高土地使用效率,是减少城市无序扩张和资源浪费的重要途径。通过优化城市内部的空间布局,避免低效用地和重复建设,可以有效提升城市的承载能力和可持续发展能力^[7]。只有在城市内部实现高效的空間利用,城市群才能更好地实现资源的优化配置,提升整体竞争力,推动区域经济的高质量发展。

城市群国土空间结构优化还需加强交通网络的建设与整合。高效的交通网络是城市群一体化发展的关键支撑。交通基础设施的完善能够促进城市间的要素流动,加强区域经济联系。一方面,要加快构建城市群内部的快速交通网络,包括高速公路、城

际铁路和轨道交通等,缩短城市间的时空距离,提升区域交通的便捷性和通达性。另一方面,要注重交通网络的互联互通,打破行政壁垒,实现交通设施的共建共享。交通网络的优化还需与城市功能分区相结合,通过合理布局交通站点,引导城市空间的有序发展,避免因交通建设引发的城市无序扩张。通过优化交通网络,城市群能够更好地实现区域协同发展,提升区域整体竞争力。

城市群国土空间结构优化还应注重生态保护与可持续发展。在城市群快速发展的过程中,生态环境面临着巨大的压力。优化国土空间结构必须将生态保护放在重要位置。一方面,要划定生态保护红线,明确生态功能区,严格限制生态敏感区域的开发建设活动,保护自然生态系统和生物多样性^[8]。另一方面,要通过合理规划城市空间,增加城市绿地和生态空间,提升城市的生态服务功能。城市群还需加强区域生态环境治理,通过协同治理大气污染、水污染等环境问题,改善区域生态环境质量。通过生态保护与可持续发展的策略,城市群能够在经济发展的实现生态环境的良性循环,为区域的长远发展奠定基础。

5 结语

城市群国土空间结构演变是一个复杂动态过程,受经济发展、自然地理条件和政策导向等多因素综合影响。本文通过多尺度模拟方法,结合地理信息系统(GIS)和元胞自动机(CA)技术,分析了城市群国土空间结构的演变特征和驱动机制,并提出了优化策略。优化策略包括合理规划城市功能分区、加强交通网络建设以及注重生态保护与可持续发展。未来研究应结合大数据与人工智能技术,进一步提升城市群国土空间结构研究的科学性和实用性,为区域协调发展提供更精准的决策支持。

参考文献

- [1] 刘耀彬. 城市群空间结构演变及其优化机制研究[J]. 地理学报,2020,75(5):678-692
- [2] 陈雯. 长三角城市群空间结构演变特征与驱动因素分析[J]. 城市规划,2019,43(2):45-56
- [3] 赵荣钦. 基于多尺度模拟的城市群空间结构优化策略[J]. 地理研究,2021,40(3):345-358

- [4] 李小云. 城市群国土空间规划的理论与实践[J]. 城市发展研究,2022,29(4):123-134
- [5] 王晓明. 城市群发展与空间结构优化研究进展[J]. 城市问题, 2023, 1(1): 50-60.
- [6] 张慧敏. 城市群空间结构的演变动力与优化策略[J]. 现代城市研究, 2022, 12(4): 82-93.
- [7] 李泽民. 大数据支持下的城市群空间结构分析与优化

[J]. 地理科学进展, 2023, 42(2): 234-245.

- [8] 周杨. 城市群经济协同与空间结构优化[J]. 经济地理, 2022, 42(8): 120-132.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

