基于多源数据融合的城市国土空间优化布局研究

王玉瑞　郭媛媛　田　超

摘　要：优化城市国土空间布局已经成为存量时代促进城市高质量发展的重要研究内容，多源数据是支撑优化国土空间布局的基础。通过多源数据融合技术，整合感影像与地理信息系统、测绘数据等不同维度数据，从多维度表征城市空间现状特征；通过科学评价，统筹优化空间布局，提高空间资源利用效率。本文基于多源数据融合技术，提出城市国土空间优化布局的关键指标与评价方法，提出优化城市空间结构及土地资源配置的具体策略，以优化布局城市国土空间。

关键词：多源数据融合；城市空间结构；国土空间布局

一、引　言

城市空间优化涉及人口、交通、区位、权属等方面因素，以空间重组推动城市结构优化过程复杂。多源数据融合技术可对多维度数据进行深度融合与分析，结合地域特征制定评价方法与指标体系。对于判别空间优化方向，提升空间资源利用效率，促进城市功能区合理布局，推动绿色低碳发展，具有重要现实意义。同时，可促进空间规划与技术的协同作用，明晰规划管理框架，为研究奠定探索基础。

二、多源数据融合技术概述

多源数据融合技术可融合来自多维度的数据，提供更加全面的数据支持，在城市国土空间优化布局中广泛应用于城市规划及土地资源管理等领域，根据数据的协同处理与综合分析支持空间决策和规划，能够有效整合遥感影像及地理信息系统中存在时间与空间尺度差异，融合处理实现信息精度提升，使空间分析结果更可靠。该技术先经数据预处理对不同数据源进行标准化，采用先进算法模型进行数据分析，提取出有用的空间信息，如土地利用现状及交通流量等要素，实现对城市空间布局的全面评估[1]。

三、城市国土空间优化布局的关键指标与评价方法

1.研究框架

评价指标从“空间资源的利用效率、城市功能区的合理分布、可持续发展目标下的空间布局”三个维度进行统筹考虑。基于城市建成区规模、人口规模、产业结构等不同方面特征，在此框架下，选取不同评价指标。

2.空间资源的利用效率

空间资源的利用效率主要评估土地与空间资源在特定时间与空间范围内的利用效果，包括土地利用强度及土地利用类型等多个维度，其中土地利用强度通常以单位面积土地上的建筑面积或人口密度来衡量，如城市核心区域土地利用强度可以达到每公顷 1500 平方米以上的建筑面积，而在郊区地区通常控制在 500 平方米 / 公顷以下，其反映出较高的土地利用强度有着较高的空间资源利用效率。基础设施的密度与功能分布方面，高效城市空间通常要求基础设施覆盖率达到 95%以上，如公共交通网络能显著提高土地利用效率，在城市核心区可以达到每平方公里 2000 人次以上，确保高密度建筑区与城市功能区之间的连接，应保证城市功能区的合理分布，严格遵循土地资源的承载能力，如经济发达区商业与工业用地的比例通常为 30%—50%，而居民区占比一般控制在 60%左右。

3.城市功能区的合理分布

城市功能区的合理分布应保持各功能区域之间的距离合理，确保资源有效连接，如工业区通常应布

表 1 关键指标分析框架

空间资源利用效率	城市功能区的合理分布	可持续发展目标下的空间布局
土地利用强度及土地利用类型等多个维度	各功能区域之间的距离合理和交通便利	土地利用的高效性、绿地系统合理布局、公共服务与基础设施

置在城市的外围地区，避免污染影响，根据城市功能区布局的理论，工业区与居民区的合理距离应达到至少 2—3km，重污染工业增加值 5km 以上，商业区与居住区应尽量靠近，根据数据分析高密度城市商业区与居住区平均距离，通常保持在 500 米到 1 公里之间。同时注重交通规划，根据交通流量分析，城市中心区交通流量较大，需合理配置居住区与商业区的交通枢纽，在交通密集区应考虑交通便利性，数据显示，大型城市的商业区与居住区之间的交通需求量高达 3000 至 5000 人次 / 小时。提升空间资源利用效率，高密度城市中居住区建筑密度与土地利用效率高，根据城市规划数据，核心城市区建筑密度通常在每公顷 1200 至 1800 平方米之间，而郊区和次核心区域的建筑密度则通常低于 800 平方米 / 公顷，图 1 为城市功能区的合理分布原则，城市功能区规划中应避免污染源与居民区的过度交叉，确保工业区与商

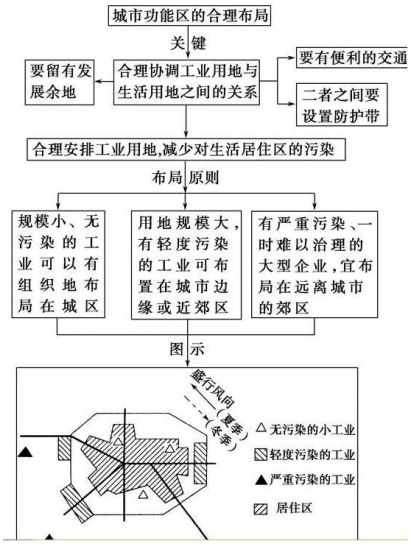


图 1 城市功能区合理分布流程图

业区等不同功能区的合理配置。

4.可持续发展目标下的空间布局

可持续发展目标是根据合理规划土地使用，促进城市经济与社会的协调发展，土地利用的高效性指根据城市功能区的合理划分，实现多功能叠加，高密度城市中需加强土地开发与利用效率，通常以建筑面积密度与土地开发强度来衡量，核心城区建筑密度可达每公顷 1500–2000 平方米，而在郊区及次核心区保持在每公顷 800–1200 平方米之间。同时促进生态环境保护，实现生态可持续性，城市规划中应确保绿地系统合理布局，增加生态承载能力，如城市中的公共绿地面积应根据城市人口密度与功能需求进行合理分配，大城市绿地面积通常要求每千人提供超过 10 平方米的绿化空间，远离高污染源与高密度建筑区，确保生态服务的长效性，同时保证社会公平性，城市空间布局需确保各类社会群体能够平等享受城市公共服务与基础设施[2]。

5.评价方法与指标体系的构建

评价体系构建需要进行多维度考虑，包括土地利用效率及空间功能分布等因素，常见评价指标包括土地利用强度与建筑密度等，其中土地利用强度可评价城市空间利用效率，反映单位土地面积上的建设强度，城市核心区通常较高，在每公顷 1500 平方米以上，郊区土地利用强度较低，在每公顷 800 平方米以下。建筑密度衡量土地开发密集程度，核心区可达到每公顷 2000 平方米，而次核心区和郊区的建筑密度分别为每公顷 1500 平方米和 1200 平方米。交通网络密度可衡量交通系统覆盖能力，核心区的交通网络密度可达每平方公里 35 公里，而郊区通常约为 15 公里每平方公里。绿地面积衡量城市生态环境质量，反映城市绿化水平，核心区每人可提供 10 平方米绿地，而郊区通常每人仅提供 5 平方米绿地。人口密度通常在城市的核心区较高，可达到每平方公里 5000 人，而郊区约为每平方公里 2500 人，基础设施覆盖率反映城市公共设施分布，核心区每平方公里可有 50 个基础设施点，而郊区每平方公里约为 20 个。表 1 展示了不同城市区域（核心区、次核心区和郊区）内城市空间利用的关键指标数据。

从表 2 中可以看出，核心区在土地利用强度及建筑密度等方面都表现较高，显示出其高度集中的空间利用模式，适合高密度居民区布局，而郊区指标相对较低，土地利用较为宽松，适合低密度居住。次核心区则介于两者之间，表现出一定的平衡，适合发展中型功能区[3]。

四、基于多源数据融合的城市国土空间优化布局策略

在评价指标的基础上，针对“优化城市空间结构、促进土地资源的合理配置、完善功能需求、聚焦绿色发展与低碳城市建设”提出优化策略。

1.优化城市空间结构

应合理划分城市功能区，确保功能区资源利用最大化，根据数据分析，核心区的土地利用强度较高，实现高密度办公及商业等用途，建筑密度可达到每公顷 2000 平方米，交通网络密度为每平方公里 35 公里，而次核心区和郊区的土地利用强度分别控制在每公顷 1200 平方米和 800 平方米左右，交通密度分别为每平方公里 25 公里和 15 公里，合理配置功能区可在高密度核心区提供办公和商业设施，在郊区设置更多的居住区和绿地。注重土地使用有效利用，核心区域应优先发展多功能复合型建筑，实现多功能叠加，如混合用途建筑能够在同一建筑中集成商业等多种功能，提高土地使用效率，在交通密集地区加强交通设施布局，减少交

表 2 城市空间评价数据

评价指标	单位	核心区	次核心区	郊区
土地利用强度	平方米/公顷	1500	1200	800
建筑密度	平方米/公顷	2000	1500	1200
交通网络密度	公里/平方公里	35	25	15
绿地面积	平方米/人	10	8	5
人口密度	人/平方公里	5000	3500	2500
基础设施覆盖率	个/平方公里	50	35	20

通拥堵时间，提高城市空间的流动性，基础设施方面应实现均衡分布，包括道路及供水等设施的规划，高密度城市区域覆盖率需要保持在 50 个 / 平方公里以上，低密度区域则应适当降低。关注生态环境保护，根据生态环境保护需求规划城市空间，在城市中预留足够的绿色空间，根据环境容量分析，城市绿地面积应保持在每人 10 平方米以上，核心区应加强绿地系统建设，增加公园等生态要素，提升城市生态承载能力。

2.促进土地资源的合理配置

明确土地功能需求，划分功能区域确保每个区域的土地资源得到充分利用，根据空间布局需求核心区土地通常每公顷建筑面积可达到 1500–2000 平方米，而次核心区和郊区的土地利用强度分别控制在每公顷 1200 平方米和 800 平方米左右，根据土地需求预测高效配置核心区商业及办公等用地，同时在郊区预留充足的绿地与居住用地。交通与基础设施的承载能力直接影响土地开发潜力，如交通枢纽区域应重点发展商业与办公用地，交通不便的区域则应适当限制高密度开发，核心区交通密度一般在每平方公里 35 公里左右，而郊区通常低于 15 公里，同时考虑生态环境可持续性，结合绿色空间与生态缓冲区建设，实现土地资源的利用，核心区绿地面积应保持每人 10 平方米以上，而在郊区及次核心区绿地面积应根据人口密度适当增加，利用多源数据融合技术评估不同区域的生态承载能力，科学配置生态用地。结合城市发展长远规划，根据土地需求预留土地资源并进行动态调整，采用土地利用模拟与预测模型制定长期土地使用方案，如预测期内城市住宅需求增长率可设定为每年 3%，而商业和办公用地的需求增长率为 2%，确保土地资源适合城市发展[4]。

3.基于功能需求的空间布局优化

应根据城市办公及商业等功能区的土地需求优化空间布局，核心区域的商业与办公用地每公顷建筑面积可以达到 1500–2000 平方米，而在郊区与次核心区，居住用地建筑密度通常在每公顷 800–1200 平方米之间，该阶段需经过调查研究预测不同功能的土地需求，避免资源浪费。优化交通网络，根据城市交通流量提高各功能区之间的联通性，城市核心区交通网络密度应达到每平方公里 35 公里，而次核心区与郊区交通网络密度通常为 25 公里每平方公里和 15 公里每平方公里，合理配置可确保不同功能区的出行需求得到满足。完善基础设施建设，根据不同功能区的需求差异，商业区与办公区主要功能需求为通信及供水等基础设施，而居住区则对教育及医疗等公共服务设施需求较大，城市核心区基础设施覆盖率应保持在 50 个 / 平方公里以上，而郊区和次核心区基础设施覆盖率通常为 20—35 个 / 平方公里。注重生态环境平衡，优化城市绿地与生态功能区的布局，将居住区、商业区与工业区进行隔离，避免污染源接近居民区，核心区绿地面积每人可达到 10 平方米。

4. 绿色发展与低碳城市建设的空间布局

优先考虑绿色空间配置，建设低碳城市，提高空气质量，为城市居民提供良好的生态环境，根据城市人口密度确保核心区绿地面积达到每人 10 平方米以上，在郊区与次核心区每人提供 15 平方米绿地面积，利用城市绿地系统设计减少城市热岛效应，提高城市的生态承载力。实现低碳交通系统布局，高密度城市区发展公共交通系统，核心区公共交通网络密度应达到每平方公里 35 公里，在郊区控制在 15 公里每平方公里以下，在交通密集区域增加轨道交通覆盖率，降低碳排放，并合理规划电动汽车充电设施布点，实现低碳出行。优化能源结构，发展清洁能源如太阳能与风能等，规划应根据各方能源需求在核心区建筑设置屋顶光伏发电系统，郊区则可建设小型风电或太阳能发电系统，减少传统化石能源的消耗，促进低碳城市建设。推广绿色建筑与节能技术，城市内新建建筑应严格遵守绿色建筑标准，使用高效节能的建筑材料，并配备智能化能源管理系统，建筑密度较高核心区能耗标准应低于 500 千瓦时 / 平方米，而郊区及次核心区的建筑能效标准控制在 700 千瓦时 / 平方米以内[5]。

五、结　语

本研究以多源数据为手段，对现状空间进行多源数据表征，建立关键评价指标体系，进行空间评价。并针对城市空间结构优化、提高土地利用效率、完善功能需求、绿色低碳发展四个方面进行策略分析。通过本研究得出：城市空间(下转第 47 页)

四、土地复垦中自然资源保护措施应用的案例

高唐县前几年针对各乡镇窑厂等工矿废弃地，开展了“点废成金”的土地复垦实践，通过系统修复实现了低效土地的盘活利用与生态保护的双赢。复垦过程中，首先对废弃窑厂的破损地貌进行整治，清除建筑垃圾和废弃构筑物，平整土地；随后统筹城乡建设用地增减挂钩政策，将复垦后的土地优先转化为耕地，补充区域耕地资源。同时，通过种植乡土植被恢复地表覆盖，治理土壤侵蚀，改善区域生态环境。复垦不仅盘活了闲置的工矿废弃地，增加了有效耕地面积，还为当地村民提供了就业机会，部分村民实现家门口就业。通过这一实践，昔日的废弃工矿用地变成了生态绿洲，既保障了耕地占补平衡，又提升了区域生态质量，为工矿废弃地的综合利用探索了可行路径，实现了“涅槃重生”。

仅 2024 年，依据土地利用总体规划，我县增减挂钩项目实施 9 个 1600 余亩，其中新立项项目 160 余亩，拆迁复垦完成拟验收项目 780 余亩，通过建新拆旧和土地整理复垦等措施，在保证项目区内各类土地面积平衡的基础上，最终实现增加耕地有效面积，提高耕地质量，从而保障国家的粮食安全，同时节约集约利用建设用地，改善农村居住环境，促进新农村建设，使城乡用地布局更合理，推动城乡一体化发展。

五、结　论

综上所述，土地复垦通过科学规划与生态化技术应用，显著提升了土地资源的再利用效率，缓解了耕地保护与建设需求的矛盾，并为区域生态环境质量改善提供了有效路径。案例表明，聊城在工矿废弃地、沙化土地及矿山修复中，通过政策联动、科技赋能与多元治理，实现了耕地补充、生态功能强化与民生改善的协同共赢。未来需进一步强化全周期监管与适应性管护，推动复垦从单一工程治理向生态系统综合治理转型，以保障自然资源保护的可持续性和长效性。□

参考文献：

[1]吕芹.自然资源工程中土地开发利用效率提升策略研究 [J]. 前卫,2024(32):0183-0185.

[2]张君宇,申文金,祝潇扬,等.关于我国历史遗留矿山土地复垦的思考[J].中国国土资源经济,2023,36(4):67-72.

[3]沈阳.南昌市某建设项目损毁耕地复垦工程效益评价研究 [D].江西财经大学,2023.

[4]宋海燕.建设项目临时用地土地复垦方案编制策略与建议[J].中文科技期刊数据库(文摘版)社会科学,2024(6):0237-0240.

[5]赵书伶.当前农村土地复垦现状及改进策略 [J]. 地产,2023(5):0295-0298.

[6]宋艳芳,李鲜.衡阳市常宁水口山矿区生态环境问题及生态修复对策探讨 [J]. 科技创新与生产力,2023,44(11):57-59.

[7]白中科,赵中秋,冯宇.煤矿土地复垦与生态修复技术规范要点分析[J].中国土地,2025(6):10-13.

作者单位：山东省高唐县国有土地收购储备中心

(上接第 56 页)结构优化，需重点把握土地利用强度及交通网络密度等关键指标；减少碳排放促进生态环境发展，对推动绿色发展与低碳城市建设，实现城市资源高效利用等意义重大。□

参考文献：

[1]江玉麟.市县国土空间规划布局动态优化“六张图”方法研究——基于广东省试点城市(肇庆)实践的思考[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(08):1-3.

[2]李和平,林涛.基于城市边缘区生态网络构建的国土空间布局优化方法——以贵州省习水县为例[J]. 城市学报,2023,(05):99-104.

[3]吕萌.优化国土空间布局提升高新区城市能级对策研究——重庆涪陵高新区为例[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(08):146-148.

[4]孙乾翔,李静波,李自鹏.徐州市国土空间规划背景下城市公共厕所布局优化 [J]. 云南地理环境研究,2023,35(01):56-65+78.

[5]甘宁,沈彦.人本需求和生态文明建设视角下的“多规”城乡空间优化调控研究——以国家级新区湘江新区为例[J]安徽农业科学,2021,49(10):252-255.

作者单位：山东省高唐县国有土地收购储备中心