

基于 GIS 的国土空间规划中空间布局优化方法探讨

钟赣南

湖南省国土资源规划院，湖南长沙，410007；

摘要：基于 GIS 的土地规划空间布局优化方法，集成多步骤为土地资源科学配置提供支撑，经遥感与多源数据处理，整合地形、坡度、土壤等空间信息，生成高精度地理数据。利用空间叠加分析，识别适宜与限制开发空间单元，构建适宜性评价模型，实证研究验证其在资源配置效率、生态保护及科学决策中的价值，GIS 技术在优化土地利用布局、提升资源利用率方面有广泛实际应用潜力。

关键词：GIS 技术；土地规划；空间布局优化；适宜性评价；生态保护

DOI：10.69979/3041-0673.26.01.002

引言

随着社会经济快速发展，土地资源高效科学利用对环保和区域可持续发展意义重大，传统土地规划方法在整合多源数据及评价土地开发适宜性方面有局限。GIS 技术凭借空间数据管理等优势，成优化土地利用布局和提升资源管理效率关键工具，探索基于 GIS 的土地规划空间布局优化方法，建立适宜性评价和优化模型，改进土地资源配置效率并验证可行性，创新在于利用遥感和空间分析技术精细分类土地适宜性与布局优化，为科学决策提供精确数据支持。

1 空间布局现状及存在问题

1.1 空间布局现状分析

在国土空间规划中，地理信息系统（GIS）技术的应用已经成为分析和优化空间布局的重要工具。通过集成遥感数据，GIS 能够快速采集和处理地形、地貌以及土地利用等关键空间数据，为构建现状空间布局提供了坚实的数据支撑。现状分析显示，不同区域的空间布局特征受到地理条件、土地利用模式以及环境敏感性等因素的共同影响，形成了复杂的空间利用结构。然而，当前空间布局分析中存在的问题包括数据集成与更新的挑战、多源数据融合的需求、空间分析方法的局限性、资源分布不均以及生态系统脆弱性等挑战。这些问题导致资源配置效率低下，影响区域可持续发展，并可能对生态环境造成不可逆的损害。因此，GIS 技术在提供决策支持方面仍有提升空间，需要更加智能化的模型和工具来辅助规划者做出更加科学合理的决策。通过对这些问题的深入分析，GIS 技术可以为国土空间规划提供更加精确和高效的空间布局优化方案，促进资源的合理配置和生态环境的保护。

1.2 当前空间布局中的主要问题

这种空间布局问题在一定程度上归因于传统规划方法对空间数据整合分析的不足，难以实现资源的合理配置与有效管理，由于空间数据获取手段和处理方法存在局限性，部分区域对地形、坡度等条件的考量有所欠缺，致使土地利用布局缺乏科学依据，进而造成了土地利用结构的不合理。一些自然保护区与生态敏感区因空间布局优化措施不够完善，面临着较大的生态威胁，过于集中的土地利用结构，使得资源无法在区域内有效分布，从而影响了土地资源的可持续利用^[1]。

2 GIS 数据采集与处理技术

2.1 GIS 数据采集方法与遥感技术应用

在遥感技术的有力支持下，借助卫星影像、无人机航拍以及激光雷达等方式进行数据采集，能够捕获地形、土地覆盖、土地利用类型等多维度的信息，而这些数据的采集必须基于严格的空间分辨率和光谱分辨率要求，以此确保空间数据具备精确性与有效性。其具体步骤为：需选择适当的遥感平台，依据研究区域的大小、地貌特征以及影像需求，确定采用高分辨率的卫星影像或是利用无人机采集高清数据。所采集的数据随后经过影像预处理，这一过程涵盖几何校正、辐射校正以及影像融合等环节，旨在去除噪声和几何畸变，进而保证数据的准确性，基于遥感影像的分类方法，运用支持向量机分类算法以及决策树分类方法，将地物划分为不同的土地利用类型。与地形数据、坡度数据的进一步比对和筛选，构建一个综合的数据集，从而为后续的 GIS 分析和建模提供高质量的空间数据基础。

2.2 数据处理与高精度地理空间信息整合

对遥感影像、地形数据和矢量数据进行标准化处理，是为了确保它们具有统一的坐标系和分辨率，以便于后续的空间分析，在处理过程中，应用地理配准技术，设置控制点和进行多项式变换，实施空间校准，使得所有数据的地理参考保持一致。利用数字高程模型（DEM）生成等高线、坡度图等地形要素，能够提高空间数据的层次性，在数据整合过程中，将矢量数据如行政边界、土地覆盖层等与遥感影像数据相结合，形成一个包含多层次信息的复合地理空间数据集。数据清理技术，例如去除冗余数据和进行异常值处理，确保数据质量，将数据整合至GIS数据管理系统中，实现对数据的高效存储和管理，满足高精度地理空间分析的要求^[2]。

3 空间分析方法在土地规划中的应用

3.1 地形、坡度、坡向等空间分析方法

地形分析主要依赖于地形数据中的数字高程模型（DEM），其能够为研究区域提供详细的地表特征信息，在GIS系统中引入高分辨率的DEM数据，对区域进行等高线生成与分层设色，从而揭示不同的地势分布情况。等高线数据以5米间隔进行提取，以此细化地形变化图，在进行坡度分析时，系统基于DEM计算每个像元的倾斜角度，进而获取坡度数据。将研究区域按照坡度进行分级处理，划分为0-5度、5-15度、15-30度以及30度以上这四个等级，以便于识别适宜和不适宜开发的区域，这些坡度数据有助于识别土地利用潜力和开发限制，确保在土地开发时能够避免过陡的坡地，减少水土流失现象的发生。

坡向分析同样基于DEM数据，特定算法计算每个地表单元的主导坡向，利用GIS系统生成坡向图，将坡向划分为南、东、北、西四大方向以及四个中间方向，以准确标识不同地形的日晒和气候特征。坡向信息对农业用地和建设用地的配置有着显著影响，南坡区域往往具

有较好的日照条件，适合农业发展，而北坡则更适宜自然林地保护。GIS空间叠加分析，将地形、坡度和坡向等多种数据集成到统一模型中，为土地规划构建起多维度的支持系统，在分析过程中，综合三种数据图层的交叠区域，准确识别出适合开发和限制开发的空间单元。不同地形条件下的开发潜力和生态敏感性得到充分考量，使得土地规划在空间配置上更具科学性和合理性，该模型不仅有效提升了空间数据的集成分析能力，还为精准决策提供了技术支撑，确保土地资源利用更符合区域实际需求和生态保护要求^[3]。

3.2 基于数字高程模型（DEM）的区域潜力评估

利用高分辨率DEM进行表面高程计算，获取研究区域的地表高程信息，在GIS中将高程数据细分为五个等级，包括0-100米、100-200米、200-500米、500-1000米以及1000米以上的高程段，进一步细化区域的垂直地貌特征。基于高程的细化数据集，可以坡度和坡向数据叠加分析，对每一个空间单元的开发适宜性进行分类标识，在区域潜力分析中，首先地形起伏度分析计算区域内的相对高度差，以判定地形是平缓还是起伏的特点。起伏较小的区域通常适合作为建设用地，而起伏较大的区域则更适合作为林地或牧场，土壤类型、降雨量和植被覆盖等数据的整合分析，可以在GIS系统内建立多重变量模型，将土地的适宜性分类结果生成区域潜力地图。

潜力评估进一步考虑地表水体、道路网络等因素的影响，将距离水体200米以内的区域标记为敏感区，将距离主要道路500米以内的区域划分为高交通便利区。结合所有的影响因素，将区域划分为高、中、低潜力区，高潜力区适合进行经济开发，中潜力区适合可持续发展用地，而低潜力区保留为自然保护区域或生态用地。多层次的空间分析模型，区域潜力评估为科学的土地资源配置奠定了数据基础，确保土地资源的高效利用和环境保护的平衡。如表1所示：

表1：土地规划中不同空间分析方法应用的主要参数与数据集成

| 空间分析方法 | 数据类型 | 数据分辨率 | 分类标准 | 分级参数 | 主要用途 |
|--------|-------------|-----------|---------|------------------------|-------------|
| 地形分析 | 数字高程模型（DEM） | 5米间隔 | 等高线生成 | 5米等高线 | 区域地形特征识别 |
| 坡度分析 | DEM坡度数据 | 10米间隔 | 坡度分类 | 0-5°，5-15°，15-30°，>30° | 开发潜力与限制区域识别 |
| 坡向分析 | DEM坡向数据 | 10米间隔 | 坡向分类 | 南、东、北、西及四个中间方向 | 农业与林地用地配置 |
| 潜力评估 | DEM、土壤、植被等 | 综合数据 | 多变量模型分析 | 高、中、低潜力区 | 适宜性区域划分 |
| 水体距离分析 | 遥感影像与DEM | 20米间隔 | 距离分类 | <200米、200-500米、>500米 | 敏感区与开发区划分 |
| 道路距离分析 | 矢量道路数据 | 1:10000比例 | 距离分类 | <500米、500-1000米、>1000米 | 交通便利性分析 |

4 基于 GIS 的适宜性评价与优化

4.1 土地利用适宜性评价模型构建

在模型构建的过程当中，首先需将研究区域的数据进行整合与分类，这里所涉及的数据包括数字高程模型（DEM）、土地利用类型图、土壤特性、年降雨量以及日照时长等。以土壤特性为例，依据土壤酸碱度、肥力指数以及排水性能将土壤划分为高、中、低适宜度等级，基于 GIS 叠加分析技术，将这些不同的数据层次进行空间叠加，从而形成一个多因素叠加的综合评价模型。构建适宜性评价模型的关键步骤还涵盖确定评价权重。采用层次分析法（AHP），判断矩阵对各因素的影响权重进行标定，将坡度和土地利用类型的权重分别设为 0.4 和 0.3，以此反映其对土地适宜性的相对重要性。在计算过程中，利用一致性检验（CI）与一致性比率（CR）检验权重设定的合理性，确保评价模型具备科学性与准确性。

完成权重设定后，综合计算各个因子的得分以生成土地利用适宜性分值，进而形成详细的适宜性分布图，此分布图多层次因子的叠加与数值分析，将研究区域精准划分为高适宜、中适宜和低适宜三个区域等级。高适宜区域优先用于集约化开发，能够提供良好的经济和环境效益；中适宜区域则适合以低强度开发为主，保持土地资源的灵活配置；低适宜区域多为生态敏感或开发受限区域，优先考虑生态保护，以避免开发对自然环境造

成负面影响。该分布图，将区域内各土地单元的适宜性具体化，为后续的土地规划提供精确的技术支持，适宜性分布图的数据基础涵盖了地形、土壤、气候和水文条件等多方面信息，确保土地规划既符合区域发展需要，又能保持生态平衡，构建起科学的土地资源配置模式，该图表明了 GIS 技术在土地利用规划中的数据集成与优化潜力，为决策者提供了清晰的空间指引。

4.2 空间布局优化的技术实现

优化过程首先根据适宜性分布图，对不同适宜性等级的区域进行分类，划分为重点开发区、限制开发区和保护区等不同功能区，在此基础上，利用 GIS 空间分析中的缓冲区分析和叠加分析，对生态敏感区和重点保护区设定明确的开发限制。以缓冲区分析为例，对河流、湿地和自然保护区等敏感区域设定 500 米的缓冲带，确保这些区域不受开发影响。

布局优化技术实现还包括土地利用的结构调整，根据适宜性等级与缓冲区分析的结果，对重点开发区的土地利用类型进行优化配置，土地分配模型的模拟，对开发区内的建设用地、农业用地和生态用地比例进行自动调整。最终的优化成果以土地利用布局图的形式呈现，图中不同区域的功能分配清晰可见，结合各项空间分析结果，GIS 系统的可视化功能，将优化后的空间布局方案以图表形式呈现，为规划人员提供直观的参考依据，确保土地利用的高效性和科学性。如图 1 所示：

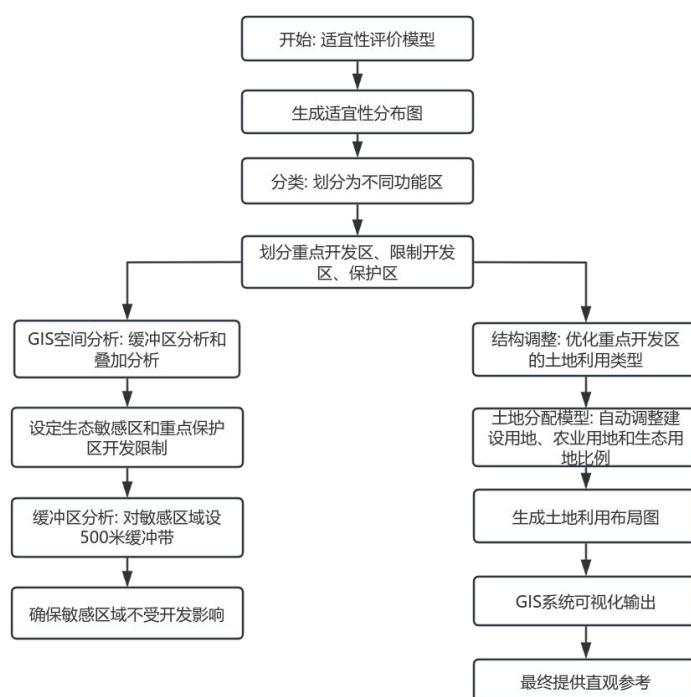


图 1: 空间布局优化流程图

5 实证研究及其应用价值

5.1 实证研究在空间布局优化中的效果验证

在本研究中，我们通过 ArcGIS 软件对一个具有代表性的 100 平方公里区域进行了空间布局优化的实证分析。通过整合地形、土壤、气候以及生态敏感区等多源空间数据，我们构建了一个高精度的土地适宜性评价模型。该模型不仅考虑了传统的地理和生态因素，还结合了社会经济指标，如人口密度、交通可达性和经济发展水平，以提供一个全面的土地利用潜力评估。

实证研究的结果显示，经过 GIS 空间布局优化后，高适宜性区域的建设用地比重提高了 15%，而生态用地比重相应减少了 5%。这一变化不仅提高了土地资源的利用效率，还确保了生态敏感区域的保护。我们还发现，优化后的空间布局在土地资源配置上更为合理，资源利用效率显著提升。这一结果验证了 GIS 技术在优化土地资源配置和提高资源利用效率方面的有效性，并为后续的土地规划提供了科学依据。

5.2 技术应用的科学支撑与决策价值

GIS 技术的多源数据集成和空间分析能力为土地规划提供了强有力的科学支撑。在实证研究中，我们不仅识别出高潜力开发区的面积约为 45 平方公里，占总面积的 45%，还利用 GIS 技术对这些区域的开发潜力进行了详细分析。通过 GIS 的空间叠加分析，我们能够清晰地识别出哪些区域适合高密度开发，哪些区域应该限制开发以保护生态环境。这种精细化的空间分析能力，使得决策者在制定土地规划政策时，能够更加科学和精确地做出决策。

GIS 技术还提供了一个直观的决策支持工具，通过生成的适宜性评价图和优化布局图，决策者可以直观地看到各区域的适宜性等级和资源利用潜力。这种直观的呈现方式，不仅提升了开发利用的准确性，还为土地资

源的高效利用提供了科学依据。GIS 技术的验证和分析结果的直观呈现，使得空间布局优化的决策具有较高的科学性和可行性。这种技术支持不仅提升了土地资源利用效率，还为后续的区域开发规划提供了长期数据依据，展示了 GIS 技术在国土空间规划中的广泛应用价值和潜力。

6 结语

基于 GIS 的土地规划空间布局优化方法充分利用多源空间数据，实现了土地适宜性评价和布局优化的高精度处理，研究遥感影像数据、DEM、土壤和气候数据的综合分析，构建了适宜性评价模型，并验证了优化方法的有效性。实证研究表明，优化后的土地空间布局显著提升了资源利用效率，减少了对生态敏感区域的影响，保证了生态系统的完整性和区域发展潜力，本方法为土地资源的科学利用提供了系统性解决方案，展示了 GIS 在区域规划中的广泛应用价值。

参考文献

- [1] 安卫. 基于 GIS 的城市土地规划测绘数据整合系统设计[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(06): 82-85.
- [2] 王萌. GIS 技术在国土空间规划中的应用分析[J]. 工程技术研究, 2024, 9(09): 218-220.
- [3] 黄鹏. 基于 GIS 技术的土地利用规划设计探究[J]. 科学技术创新, 2022, (19): 68-71.
- [4] 何力. 智慧城市建设背景下土地利用规划 GIS 技术应用策略[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(01): 121-123.
- [5] 王桂华, 秦富仓, 吴全, 等. 基于 GIS 技术的高校土地规划管理教育与应用研究[J]. 轻合金加工技术, 2020, 48(09): 65.

作者简介：钟赣南（1983.04-），男，汉族，江西赣州，工程师，本科，研究方向：土地工程。