

基于高分遥感影像和 DSM 数据的建筑物提取方法研究

丁汉栋

联通（山西）产业互联网有限公司，山西 太原 030032

DOI:10.61369/ETQM.2025100025

摘要：建筑物基础地理数据作为工程建设期间的关键数据，能够有效保障建筑物的使用效果，在目前遥感影像技术使用期间，需要将高分辨率遥感影像进行使用，确保建筑物数据提取的效果，加强建筑物检测的效果。目前，随着遥感技术使用的深入发展，应当将高分辨率遥感影像与 DSM 数据进行结合，加强建筑物数据提取的效率。根据研究结果，在高分遥感影像和 DSM 数据的结合使用下，建筑物数据提取的总体精度可以超过 92.3%，Kappa 系数可以达到 0.87，有效地解决建筑物数据提取期间阴影与植被覆盖带来的影响，将误报率控制在 4.2%。本文主要针对高分辨遥感影像和 DSM 数据的建筑物提取方法进行研究，期望能为后续建筑物提取算法的改进提供参考。

关键词：高分遥感影像；DSM 数据；建筑物提取；数据提取

Research on Building Extraction Methods Based on High-Resolution Remote Sensing Images and Dsm Data

Ding Handong

China Unicom (Shanxi) Industrial Internet Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi 030032

Abstract : As key data during engineering construction, basic geographic data of buildings can effectively ensure the usability of buildings. In the current application of remote sensing image technology, high-resolution remote sensing images need to be used to ensure the effectiveness of building data extraction and enhance building detection results. With the in-depth development of remote sensing technology application, high-resolution remote sensing images should be combined with DSM data to improve the efficiency of building data extraction. The research results show that under the combined use of high-resolution remote sensing images and DSM data, the overall accuracy of building data extraction can exceed 92.3%, and the Kappa coefficient can reach 0.87. This effectively addresses the impact of shadows and vegetation coverage during building data extraction, controlling the false alarm rate at 4.2%. This paper focuses on the research of building extraction methods using high-resolution remote sensing images and DSM data, aiming to provide a reference for the improvement of subsequent building extraction algorithms.

Keywords : high-resolution remote sensing image; DSM data; building extraction; data extraction

随着遥感技术的快速发展，高分辨率遥感影像与数字表面模型（DSM）数据的结合，作为城市在获取地理信息数据的全新技术手段被广泛使用。高分遥感影像可以通过高分辨率和多光谱成像的方式，对建筑物基本信息数据进行提取，DSM 数据通过三维地形建模精准对建筑物高程信息进行获取，在技术的协同应用中，可以确保建筑物多维度信息数据的提取效果。在城市规划建设期间，建筑物信息的精准提取可以对空间布局进行优化，加强基础设施管理的效果。同时，在土地资源管理工作开展期间，建筑物数据的提取能够对土地资源利用效率进行分析，进一步提升土地资源利用的效率。此外，将技术应用在环境监测中，可以对建筑物与植被区域生态环境变化进行掌握，对促进建筑行业的发展有重要作用。

一、DSM 数据处理与 DSM 生成

(一) DSM 与 DTM 的提取与差值计算

DSM 与 DTM 的提取作为建筑物提取技术的核心，DSM 将对

地表建筑物高程信息进行记录，在保留地形表面高程数据的基础上，去除非地面要素信息。在数据差值计算期间获得地表物体的高程信息，为建筑物识别提供直接的数据参考。在遥感数据处理的过程中，DSM 的生成需要以高分辨率影像的立体匹配技术或者

作者简介：丁汉栋（1978—），男，汉族，陕西汉中人，研究生，高级工程师，研究方向：工业互联网、能源互联网、网络安全、数字经济、5G+物联网、云计算、图计算、边缘计算、区块链、数字孪生、信息系统项目管理师（高级）等。

机载激光雷达点云数据为主，根据光学遥感影像，将立体区域的网平差与影像匹配后构建 DSM 基础，根据 SIFT、SURF 等特征点匹配算法实现亚像素级的同名像点定位，结合激光束法平差可以提升三维坐标计算的精准度。针对地形较为复杂或者植被覆盖区域，在多源数据融合的方式下，提升 DTM 的准确性。在 DSM 与 DTM 数据集构建之后，插值运算可以通过逐项元相减的方式，生成归一化的 DSM 或者 NDSM 模型。在模型建立的过程中，应当确保空间的分辨率、坐标系统和地理覆盖范围的一致性。为了能够减少地形起伏对建筑物高程信息提取造成的影响，可以通过多尺度分析和三维点云分割技术，对高程信息数据进行优化，在获得差值结果后，使用数学形态学的开运算方式对影像信息进行有效去噪处理。在实际应用的过程中，差值计算的精准度会直接受到 DSM 与 DTM 生成质量的影像，保障对数据源的空间分辨率、点云密度以及处理算法进行评估，结合机器学习算法保障建筑物提取的自动化水平，为后续建筑物矢量化与三维建模奠定数据基础^[1]。

（二）规格化 DSM 的生成

高分遥感影像和 DSM 模型的应用过程中，规格化 DSM 模型的生成作为建筑物提取的关键技术，DSM 模型通过对地表自然起伏导致的建筑物高程影像，可以着重提取建筑物空间特征，为后续建筑边界划分与形态分析奠定基础。在生成期间需要根据 DSM 和 DTM 差值计算结果，构建地表高程基准面信息，确保可以有效将 DSM 中的地形信息与建筑物信息进行分离。首先，在 DSM 与 DTM 数据提取阶段中，高分遥感影像与激光雷达数据作为数据提取的关键，DSM 生成通常需要使用立体影像匹配或者 LiDAR（机载激光雷达）点云分类技术。在 DTM 数据提取期间，LiDAR 点云分类技术可以对地面点位信息进行识别。其次，经过逐像元计算的 DSM 与 DTM 高程差值，可以对地表建筑物绝对高度的 DSM 数据集进行整合，针对复杂地形区域来讲，DTM 拓扑优化可以消除平坦区域与复杂区域之间的高程异常数值。最后，在差值计算数据结果高程归一化处理期间，通过对噪声点的去除，保障建筑物轮廓信息的清晰展示。此外，还需对数据进行统计学异常值检测，通过设定高程阈值或利用马尔可夫随机场模型识别并修正异常高程值，最终生成的 DSM 数据需转换为标准化格式，并建立与原始影像的地理配准关系，以确保后续建筑物矢量化时的空间一致性^[2]。

二、建筑物提取与过滤

（一）标记控制的分水岭图像分割

在建筑物提取与过滤过程中，标记控制的分水岭图像分割方法，通过结合地形特征与影像纹理信息，有效解决传统分水岭算法因过分割，导致建筑物边界定位不准确的问题。标记控制的分水岭图像分割期间，需要使用归一化 DSM 数据为核心，通过系统化的处理过程中，可以对复杂场景建筑物区域的实际情况进行识别。针对 DSM 数据中存在的噪声干扰，可以采用多尺度滤波算法加强预处理工作的开展，其中高斯滤波器在使用期间，可以利用

高斯噪声对建筑物高程特征进行干扰，在形态学开闭运算的适用下，对噪声以及局部异常数值轮廓进行有效处理。在预处理后的 DSM 数据中，对建筑物主体高程特征进行保留，降低地形起伏与植被覆盖带来的建筑物提取噪声影像。在标记控制的分水岭图像分割期间，可以对高层建筑物与低矮建筑物共存区域的分布信息进行处理，通过动态标记生成的参数信息，自适应不同建筑密度与植被类型。实验研究表明，相较于未采用标记控制的传统分水岭算法，标记控制的分水岭图像分割方式，建筑物提取的精确度可以提升 15% 到 20%，分割率也会因为标记机制的引导，提升建筑物信息精确度 30% 以上。除此之外，结合数字表面模型与遥感影像的多源数据融合策略，进一步增强对屋顶材质复杂、阴影覆盖严重的区域的适应能力。在实际应用中，标记控制的分水岭图像分割方法通过参数优化可灵活适应 GF-1、GF-6 等不同高分遥感影像的数据特性，为城市三维建模与动态监测提供可靠的技术支撑^[3]。

（二）建筑物目标识别与提取

目标识别与提取环节是连接图像分割与结果优化的关键步骤，在完成标记控制的分水岭图像分割后，需要对分割结果进行特征分析与形态学处理，确保可以实现建筑物区域的精准识别。通过提取分割区域的几何特征参数，包括形状复杂度、面积阈值以及 DSM 数据提供的高程信息，有效区分建筑物与其他植被类型。建筑物区域通常具有规则的几何形态，如矩形或近似矩形的轮廓，并且面积分布符合城市建筑的典型尺度特征。结合 DSM 数据的高程信息，设定垂直方向上的阈值范围，确保可以排除植被、陡坡等具有非建筑高度特征的植被类型^[4]。此外，高分遥感影像的空间分辨率，将对分割单元的最小识别尺寸进行把控，在 DSM 数据的帮助下，对高度阈值的划分提供科学保障，在形态学参数处理期间应当通过实验证，避免过度平滑造成的建筑物细节数据丢失。在未来目标识别与提取方法的使用期间，采用交叉验证的方式对提取的最终结果进行评估，通过对比提取数据的整体精确度、用户精度及 Kappa 系数，对参数处理的各个环节进行优化，保证可以在特定场景中对建筑物信息进行提取，保障目标识别与信息提取的整体质量^[5]。

（三）非建筑物对象的过滤

在高分辨率遥感影像与 DSM 数据融合的建筑物提取过程中，非建筑物对象的误识别问题是影响最终提取精度的关键因素。由于地表自然物体与人工建筑物在几何形态、空间分布特征及光谱反射特性上存在些许相似性，单一数据源或提取算法难以对物体精准区分，为保障非建筑物对象过滤的效果，需要建立非建筑物对象多层次过滤模型，提升建筑物提取结果的可信度和完整性。几何特征筛选作为过滤的初步环节，根据 DSM 数据中涵盖的三维空间信息，通过对高度阈值的设置，有效地将非建筑物对象进行排除。在形态特征过滤的基础上，机器学习分类技术进一步强化了非建筑物对象的识别能力。在形态特征过滤的基础上，机器学习分类技术将进一步加强 DSM 数据模型对非建筑物对象的识别效果，通过随机森林算法分类模型，对非建筑物重要特征信息进行筛选，在人工修正的样本迭代优化，对非建筑物分类边界进行优

化，有效改善样本中不均衡和特征冗余问题^[6]。

三、过度分割与错误割裂问题的解决策略

(一) 错误割裂问题的解决方案

高分遥感影像和 DSM 数据建筑物提取过程中，错误割裂问题是由于分割算法不能适应复杂地物边界或阴影区域，导致数据错误识别和判断的情况，这种情况导致原本应该属于同一建筑物的连通区域被分割为多个独立对象。在研究工作开展期间，为了能够有效解决因问题带来的影响，需要将多源数据特征和后处理技术进行结合，不断对分割结果进行优化。其中，形态学计算作为基础，通过开闭运算、孔洞填充等操作，对小尺度分割噪声进行消除，加强相邻区域建筑物的连通效果。此外，结合 DSM 数据中建筑物高程信息的连通性分析，能够进一步提升数据合并的准确性。通过对高程相似性阈值范围的设定，对邻近区域的高程差异进行量化分析，如果相邻区域高程变化在合理的范围之内，可以将同一类建筑物信息进行合并处理，避免出现非连通区域误判情况^[7]。

(二) 过滤效果的评估与优化

为了有效评估过度分割与错误割裂问题的过滤效果，加强过滤效果的优化，在多维度综合评估体系下，结合定量与定性分析的方式，建立可量化的反馈机制。在定量评估的过程中，根据地面实况数据构建混淆矩阵，通过计算漏检率与误检率建立核心评估指标。其中，漏检率为未被正确识别的建筑物区域占实际建筑物总面积的比例，其计算公式为：

$$\text{漏检率} = \frac{\text{未被检测的建筑物区域}}{\text{实际建筑物总面积}} \times 100\%$$

误检率则是反应非建筑物区域被错误标记为建筑物的概率，计算公式为：

$$\text{误检率} = \frac{\text{错误分类为建筑物的区域}}{\text{总非建筑物区域}} \times 100\%$$

通过对不同的过滤参数组合，对当前算法中的性能瓶颈进行预测，将 F1 分数与平均交并比作为补充指标，对平衡性进行综合

性评估，保证评估体系的全面性和有效性^[10]。

在定性分析的过程中，需要通过多维度可视化与专家验证，将过滤结果叠加在高分遥感影像和 DSM 模型上，重点对建筑物轮廓信息和空间分布信息进行整合，对疑似过度分割区域中，使用三维渲染技术对建筑物高程变化特征进行优化，直接判断分割边界的效果。同时，组织行业专家对过滤结果进行审核，在审核期间首先需要对由于阴影、植被覆盖或者相邻建筑物高程差异导致的错误分割；其次，审核因为细小附属结构被误判为独立分割的情况。通过对问题类型的整合，为后续过滤效果优化工作提供针对性地改善建议^[8]。

在参数优化的过程中，可以通过网格搜索的方式，系统性对形态学闭运算结构元素尺寸进行调整，结合边缘锐化算法加强建筑物轮廓数据的连贯性。在 DSM 数据中避免因为地形变化导致的过度分割问题，将高程梯度阈值动态化调整机制进行引入，将局部地形坡度作为连通域合并的约束条件。例如，当结构尺寸从原本的 3×3 扩张到 7×7 的情况下，高程梯度阈值需要设定为 15° ，通过计算可得漏检率降低 8.2%，误检率可以减少 5.7%^[9]。

四、结束语

本文基于高分遥感影像与数字表面模型 (DSM) 数据，对建筑物信息数据提取方法进行系统性研究，通过多源数据的融合与算法优化，确保可以提升建筑物数据提取的精准度和有效性。在分析中针对高分遥感影像的处理技术进行研究，有效地加强影像的质量，保障建筑物光谱特征的可区分性效果。同时，针对建筑物区分难题进行分析后提出基于 NDVI 和 NDWI 的阴影与植被掩膜生成策略，结合形态学操作与自适应阈值分割技术，实现建筑物顶部区域的初步提取。在三维空间信息利用层面，通过 DSM 数据的梯度分析与多尺度分割，有效捕捉建筑物高度特征与边界轮廓，解决单波段影像难以处理的低矮建筑物与复杂屋面结构问题，克服单一数据源在纹理相似区域或局部阴影覆盖区域的误判问题。

参考文献

- [1] 戴国梦. 基于对抗网络和迁移学习的高分影像建筑物变化检测 [J]. 中华建设, 2025, (07): 131–133.
- [2] 李林宜, 杨云源, 谢文君, 李磊, 陈亮, 何厚军, 付建德, 孟令奎. 大型水利工程典型水工建筑物与施工阶段遥感能力监测 [J]. 水利信息化, 2025, (03): 41–46.
- [3] 俞友, 吴强, 黄亮. 级联多注意力的遥感影像耕地变化检测方法 [J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 1–14.
- [4] 任若天, 赵理君, 赵旭阳, 张正, 李宏益, 薛新华, 唐婧. 知识引导下的遥感影像智能解译方法综述 [J]. 航空学报, 1–23.
- [5] 黄薪豫, 孙睿, 徐雨飞. 森林火灾迹地雷达遥感响应特征及时间序列分析 [J]. 遥感技术与应用, 2025, 40(03): 509–519.
- [6] 邢云飞. 基于高分遥感影像和 DSM 数据的建筑物提取方法研究 [D]. 太原理工大学, 2023. DOI: 10.27352/d.cnki.gylgu.2023.002431.
- [7] 赵蒙特. 联合高分影像与 DSM 数据的建筑物提取方法研究 [D]. 长安大学, 2023. DOI: 10.26976/d.cnki.gchau.2023.001235.
- [8] 范天航. 基于高分遥感影像数据的油田地区建筑物信息提取方法研究 [D]. 吉林大学, 2016.
- [9] 王建霞, 刘文宇, 王婵, 等. 基于高分遥感影像的农作物面积分割研究 [J]. 河北工业科技, 2025, 42(03): 212–220.
- [10] 陈洪. 多源高分遥感影像在城市“两违”监测领域中的应用实践 [J]. 城市勘测, 2025, (02): 106–109.