引文格式：杨蕊宁,李波. 通过多源地理场景数据提取基础地理实体[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 71-74. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.015

通过多源地理场景数据提取基础地理实体

杨蕊宁[1,2]，李　波[1,2]
（1. 重庆市测绘科学技术研究院，重庆 401120；2. 自然资源部 智能城市时空信息与装备工程技术创新中心，重庆 401120）

摘　要：随着地理场景数据建设朝着广域化覆盖、精细化建模的方向发展，地理实体这一概念在空间数据中得到了广泛应用，逐渐改变了基础测绘生产模式和服务方式，但基础地理实体的数据建设仍在探索过程中。依托立体影像、卫星图像、倾斜模型、激光点云等多源地理场景数据，深入研究了基础地理实体智能化提取技术，并在典型区域内进行示范性建设。研究结果可用于完善基础地形图与各类专业数据转换的生产成果，完成基础地理实体的现势性更新，以提高数据生产效率。

关键词：基础地理实体；智能化提取；多源地理场景
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0071-04

Basic Geographical Entity Extraction Based on Multi-source Geographical Scene Data

YANG Ruining[1,2], LI Bo[1,2]
(1. Chongqing Academy of Surveying and Mapping, Chongqing 401120, China;
2. Technology Innovation Center for Spatio-temporal Information and Equipment of Intelligent City, Ministry of Natural Resources, Chongqing 401120, China)

Abstract: With the development of geographical scene data construction towards wide coverage and fine modeling, the concept of geographical entities has been widely applied in spatial data, gradually changing the production mode and service mode of basic surveying and mapping. However, the data construction of basic geographical entities is still in the exploration process. We relied on multi-source geographical scene data such as stereo images, satellite images, oblique models, and laser point clouds to conduct in-depth research on intelligent extraction technology for basic geographical entities, and demonstrated construction in typical areas. The research results can be used to improve the production results of basic topographic maps and various professional data conversion, complete the current updates of basic geographical entities, and improve data production efficiency.

Key words: basic geographical entity, intelligent extraction, multi-source geographical scene

基础测绘作为一项技术密集的高专业性、公益性工作，在国家经济建设、国防安全和社会管理等方面发挥了重要作用。新型基础测绘是基础测绘改革创新的主要方向，其生产体系建设的核心目标是构建基础地理实体数据库。自然资源部印发的《实景三维中国建设技术大纲（2021 版）》将基础地理实体作为实景三维核心产品，在全国各省市开展了一系列面向地理实体数据采集和建库的研究和实践[1]。基础地理实体是通过基础测绘采集和表达，作为统一定位框架和空间分析的地理对象[2-3]。目前地理场景数据获取向天空地人的多模式方向发展，基础地理实体数据生产也朝着多模态、智能化方向发展[4]。在不同管理应用场景下，智能化生产和按需组装不同分级、粒度、精度的基础地理实体，可为经济建设、社会发展、国防建设和生态文明建设提供新型基础测绘产品和重要基础服务[5]。城市发展与建设日益呈现立体化趋势，催化城市管理向网格化、精细化和智能化方向发展。在城市规划、建设以及政府管理决策等领域，全面且多属性的基础地理实体信息成为不可或缺的支撑数据。本文围绕基础地理实体智能化提取，结合重庆市山地城市的典型特征，基于已有基础测绘成果和多源多尺度实景三维等地理场景数据，研究了基础地理实体二维平面表达或三维立体表达提取的关键技术，打通了地理实体数据生产的关键流程，形成了多粒度、多模态地理实体高效生产的工艺流程，可为实景三维中国（重庆）建设和新型基础测绘体系建设提供参考。

项目来源：自然资源部 2024 年度部省合作资助项目（2024ZRBSHZ162）；重庆市技术创新与应用发展重点资助项目（CSTB2024TIAD-KPX0107）。
第一作者简介：杨蕊宁（1996—），硕士，工程师，从事实景三维与遥感应用、地理信息系统研发等工作，E-mail：937477827@qq.com。

1 研究现状分析

2007年欧盟着手开展欧盟空间信息基础设施的构建工作，并颁布了一系列数据标准，强调在数据构建时应尽可能采用以实体为导向的数据模型。2019年瑞士联邦地质测量局进行了三维地形数据库建设项目[6]，将传统面向测绘的单一尺度地质数据库系统全面提升为高度三维化、与比例尺无关、面向地质实体数据的三维地质数据库系统。2009年国家基础地理信息中心发布的《地理信息公共服务平台地理实体与地名地址数据规范》明确了地理信息公共服务平台中地理实体和地名地址数据的坐标系统、概念模型、数据组织结构、几何表达方式、基本规则以及地理实体数据的多尺度表达和内容要求[7]。2018年《地理空间实体数据标准化指南》对各类地理实体进行了更详尽且明确的数据内容界定与规范，不仅深化了对政区界定、道路结构、院落布局和房屋属性的数据化理解，还提升了地理信息数据在科研、规划和决策支持中的一致性和准确性[8]。基于多源地理场景数据提取基础地理实体的主要途径为：①基于现有基础地理信息要素数据，通过精细化提取与适配转换流程构建基础地理实体的数字化表达；②在倾斜模型、全景影像、激光点云等多源地理场景数据上采集和提取基础地理实体[9]。国内众多学者[10-13]对基础地理实体进行了研究；国外学者[14]的研究则集中在数据提取、变化监测等方面，尤其是对建筑、道路等人工地理实体的目标提取。实景三维中国建设迫切需要打破“重地理场景、轻地理实体”的工作现状，聚焦研究基础地理实体结构化智能提取技术方法，提高实景三维数据成果的决策分析能力。

2 基础地理实体智能化提取方法研究

实景三维中国建设需要基于不同类型、不同空间尺度的地理场景数据，开展山体、河流等典型自然基础地理实体以及建筑物、交通等主要人工基础地理实体的智能化提取关键技术研究，同时面向建筑物类型的基础地理实体开展二三维多元化表达的协同采集和提取研究，解决一致性问题[15]。

2.1 基础地理实体分类

根据基础性、系统性、可扩展性和稳定性，基础地理实体可分为自然地理、人工地理和管理地理3类[2]。自然地理实体一级类包括山体、水系、冰雪、海洋、农林用地与土质等；人工地理实体一级类包括水利、交通、建（构）筑物及场地设施、管线、院落、人工地貌等；管理地理实体一级类包括行政区划单元、地名地址、国土空间规划单元、其他管理单元等。各一级类内按照实体特点和相互的内在联系划分二级类。

2.2 技术流程

将现有的基础测绘、调查监测、国土空间规划等多源数据基础地理数据转换为基础图元，再进行几何信息补偿、语义信息转换、重构与整合，从而获取基础地理实体数据。在没有基础数据覆盖的区域，则依托立体影像、倾斜模型、激光点云等数据构建多源地理场景数据，再通过人工采集或智能化提取的方式获取基础地理实体。

1）自然基础地理实体。自然基础地理实体不具备由测绘技术直接界定的清晰边界线，需根据地貌类型特征及其内在性质的相似性或差异性进行科学合理的区域划分。目前地貌信息主要依赖于人工辅助的野外实地考察与勘测手段采集，边界多通过人工目视解译与勾勒确定，存在地貌信息不全面、地貌边界不准确等问题。基于自然基础地理实体固有的完整性特征，在数据统计分析时充分参考DEM等数据，以实体自然边界为划分单元；在确定实体属性时，全面考量自然基础地理实体名称、类型、状态、经纬度、拓扑关系等信息，以确保全面性与准确性[16]，优化自然基础地理实体的提取精度与效率。以确定山体边界为例，首先基于地形图、DOM等多源数据，通过地形地貌特征初步确定山体边界；再根据DEM确定平均高程特征，并结合坡度、坡向等地形因子进行适当调整，实现山体二维界线到三维界线的平滑过渡，完成自然基础地理实体智能化提取[17]。山体基础地理实体智能化提取示意图见图1。

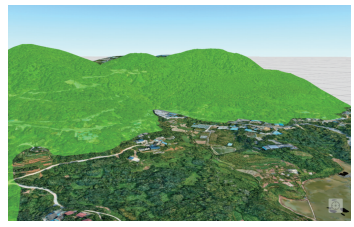


图1 山体基础地理实体提取示意图

2）人工基础地理实体。人工基础地理实体的空间范围和几何形态根据实际情况确定。按照实景三维中国建设要求，建筑物、道路、桥梁等为重点典型人工地物[18]。以建筑物为例，首先从DSM中提取高程信息，并将其与DEM相减获取归一化数字表面模型（nDSM）的高度值，旨在消除地形起伏对建筑物高度测量的影响，从而得到更准确的建筑物高度数据，计算公式为：

$$\mathrm{nDSM}=f-\gamma_R^e(f)$$

式中，f 为DSM影像地表形态的数字化表达；e 为用于形态学分析的结构元素，通过执行形态学开运算重构（标记为 γ_R），得到反映地面基础高度的图像。

然后，通过计算归一化差异植被指数、红边叶绿素植被指数等植被光谱指数滤除植被信息，并引入面积阈值剔除覆盖面积不符条件的对象，以提高建筑物等人工地物的识别精度与完整性[19]；采用数学形态学中的连通组件分析技术对独立的建筑物前景区域进行精准标记与区分，记录每个建筑物对象的外边界轮廓坐标，得到矢量化的建筑物提取结果[20]，并对识别出的建筑物轮廓实施规范化处理，增强其几何规整性与空间分析一致性。最后，基于建筑物高程信息构建建筑物三维体块白膜，并利用唯一实体编码实现建筑物二三维联动表达[21]；通过渐进式细节补充的方式增加纹理或屋顶结构，实现建筑物基础地理实体智能化提取。建筑物基础地理实体提取示意图见图2。

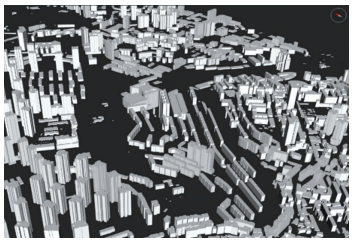


图2　建筑物基础地理实体提取示意图

3　实例与应用

在重庆市中心城区选择具有城镇空间、生态空间、农业空间特征的区域开展示范实例应用，以验证基于多源地理场景数据智能化提取基础地理实体的技术体系。照母山是重庆市中心城区内山体、水系和植被等要素集中的片区，能充分体现生态空间和农业空间的特点。光电园区域是重庆市规模最大、领域最集中的高新产业带，区域内建筑、院落、交通要素集中，充分体现城镇空间的要素分布特点。因此，本文以照母山片区作为生态、农业空间示范区域，光电园片区作为城镇空间示范区域来验证基于多源地理场景数据提取基础地理实体技术研究路线的可行性。

融合照母山片区立体影像与DEM等多源地理空间数据，提取高程、坡度等地形因子，构建多元地形表征因子集，实现山地、水系等自然基础地理实体的智能化提取；再进行综合分析与评估，根据提取结果的形态特征，在三维模型上进行三维几何框架采集与纹理映射。若出现漏洞、纹理变形或缺失等情况，则结合激光点云数据填充漏洞和修复纹理，自动生成空间身份编码，采集基本属性数据。在4.8 km^{2}的自然空间片区内，对水系、山体等自然基础地理实体的几何图元数据开展人工边界校核，其中59个图元的边界基本准确，7个图元存在漏提取或错提取，准确率达到89.3%。结果表明（图3），该方法在一定程度上提高了形态类型的分类精度，实现了对自然基础地理实体的精确分类与提取。



图3　生态农业空间基础地理实体提取结果

基于光电园片区立体影像、倾斜模型、航空影像数据等构建DSM、DEM和DOM等数据，利用阈值分割方法，通过nDSM高程信息和DOM光谱纹理信息提取建筑物轮廓，快速构建建筑物基础地理实体图元和三维模型。在0.5 km^{2}的城镇空间内，对建筑、交通等人工基础地理实体的几何图元数据进行人工边界校核，其中217个图元的边界基本准确，32个图元存在漏提取或错提取，准确率达到87%。结果表明（图4），该方法能提高人工基础地理实体的生产效率，自动化程度较高，能较准确地提取面积较大或较小、不被树木遮挡、纹理与周边相差较大的建筑物；但复杂建筑提取的精度略差，需后续人工修补，可进一步融合激光点云或其他波段光谱信息，叠加边界约束的边缘平滑改进算法，以提高建筑物基础地理实体的提取精度。

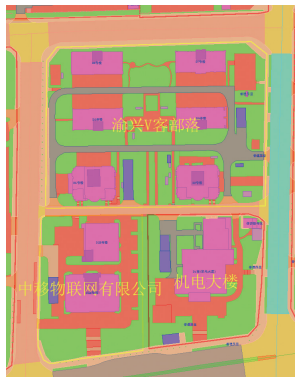


图4　城镇空间基础地理实体提取结果

4　结　语

本文结合实景三维中国建设和新型基础测绘要求，开展基础地理实体智能化提取研究。从立体影像、倾斜模型等多源地理场景数据出发，探究自然基础地理实体与人工基础地理实体的提取方法，实现了山体等自然基础地理实体的图元立体采集，建筑物等人

工地理实体从二维图元到三维体块的构建，对重庆市实景三维建设和基础测绘转型升级具有重要意义。

参考文献

[1] 刘纪平,刘坡,翟亮,等. 基础地理实体的特征分析与表达初探[J]. 测绘科学,2023,48(8):1-9

[2] 作者不详. 新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件[J]. 测绘标准化,2022,38(1):104

[3] 张亮,胡菡,石婷婷,等. 基础地理实体建设探讨[J]. 地理空间信息,2021,19(12):89-90

[4] 王瑞幺,严荣华,肖建华,等. 国家新型基础测绘体系建设试点的进展与思考[J]. 地理空间信息,2023,21(7):1-6

[5] 贾丹,王维. 基于地理实体的基础测绘生产组织模式探索[J]. 测绘通报,2017(4):125-129

[6] 陈海鹏,韩文立,邱博. 瑞士三维地形数据库对我国新型基础测绘建设的借鉴作用分析[J]. 测绘通报,2021(增刊1):54-57

[7] 陈年松. 基础地理实体关系的知识图谱构建方法研究[J]. 地理空间信息,2024,22(6):20-24

[8] 自然资源部. 地理实体空间数据规范:GB/T37118-2018[S].

[9] 彭清山,曹文涛,李海亭,等. 新型基础测绘产品体系及技术实现研究[J]. 城市勘测,2019(6):5-9

[10] 曹文涛,姚垚,陈莎,等. 存量数据转换基础地理实体技术实现[J]. 城市勘测,2021(5):24-30

[11] 王琳. 智能化全息测绘标准下的FME自动化数据转换[J]. 城市勘测,2021(5):20-23

[12] 顾建祥,杨必胜,董震,等. 面向数字孪生城市的智能化全息测绘[J]. 测绘通报,2020(6):134-140

[13] 段梦梦,李海亭,彭明军,等. 多源数据“变化发现”技术初探[J]. 城市勘测,2021(5):35-38

[14] Dahlke D, Linkiewicz M. Comparison Between Two Generic 3D Building Reconstruction Approaches: Point Cloud Based VS. Image Processing Based[J].ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,2016,XLI:599-604

[15] 张向军,李茜楠,马强,等. 地理实体数据建设关键技术研究及应用探索[J]. 地理空间信息,2024,22(8):64-67

[16] 张继贤,李海涛,顾海燕,等. 人机协同的自然资源要素智能提取方法[J]. 测绘学报,2021,50(8):1 023-1 032

[17] 王长海,肖亮亮. 公路选线中的嵌套山体自动提取技术[J]. 深圳大学学报(理工版),2019,36(5):576-583

[18] 王琳,郭功举,刘一宁. 面向智慧城市建设的地理实体构建方法[J]. 测绘通报,2022(2):20-24

[19] 张玉鑫,颜青松,邓非. 高分辨率遥感影像建筑物提取多路径RSU网络法[J]. 测绘学报,2022,51(1):135-144

[20] 王珍,张涛,丁乐乐,等. 融合高度和光谱信息的倾斜摄影数据建筑物自动提取[J]. 测绘通报,2022(2):10-15

[21] 薛梅,陈光,李锋,等. 一种基于地理实体的异构三维空间数据集成方法[J]. 测绘通报,2019(增刊2):247-252

（上接第28页）

GNSS卫星设备的高精度地理位置信息服务体验。未来的研究方向将着眼于进一步优化算法，提高更复杂矢量地图的检索和绘制速度；以及基于离线地图实现高精度智能辅助导航算法，以满足更多应用场景的需求。

参考文献

[1] Netek R,Masopust J,Pavlicek F,et al. Performance Testing on Vector vs. Raster Map Tiles: Comparative Study on Load Metrics[J]. Progress in Artificial Intelligence,2020,9(2):1-24

[2] 朱秀丽,周治武,李静,等. 网络矢量地图瓦片技术研究[J]. 测绘通报,2016(11):106-109

[3] 陈涛,翟京生,陈双军,等. 嵌入式GIS中基于LOD的地图数据组织模型设计[J]. 测绘科学技术学报,2011,28(5):374-377

[4] 安晓博,陈蜀宇,刘小威. 嵌入式GIS地图快速显示方法的应用[J]. 计算机系统应用,2012,21(10):204-207

[5] 谢忠,凤鸣,马常杰. 嵌入式空间索引策略[J]. 地球科学,2006,31(5):653-658

[6] 俞丽君,张丰,刘仁义,等. 一种面向矢量瓦片高效构建的空间索引方法[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2020,45(10):1 633-1 641

[7] 徐伟,严逸. 一种基于SQLite数据库的嵌入式瓦片地图绘制方法[J]. 电子质量,2021(10):83-86

[8] 文圣丰,于翔,张亚平. 一种机载嵌入式电子地图引擎设计与实现[J]. 信息技术与信息化,2023(1):111-114

[9] 文圣丰,于翔,张亚平. 国产平台下机载矢量地图设计[J]. 航空计算技术,2023,53(2):88-91

[10] 刘少博,陈彦江,陈丽,等. 一种工程矢量瓦片地图加密和压缩策略研究[J]. 地理空间信息,2024,22(8):33-36

[11] 刘杰,魏娟. 矢量地图渲染技术研究[J]. 地理空间信息,2021,19(11):128-130

[12] 陈举平,丁建勋. 矢量瓦片地图关键技术研究[J]. 地理空间信息,2017,15(8):44-47

[13] LiangY D,Brian B A. A New Concept and Method for Line Clipping[J]. ACM Transactions on Graphics,1984(3):1-22

[14] Sutherland I E,Hodgman G W. Reentrant Polygon Clipping[J]. Communication of ACM,1974,17(1):32-42

[15] Liu Y K, Wang X Q, Bao S Z. An Algorithm for Polygon Clipping, and for Determining Polygon Intersections and Unions[J]. Computers and Geosciences,2007(5):589-598