

到植被的影响,倾斜摄影可以得到地表的纹理,与LiDAR相结合可以补充其缺少的纹理信息,SAR不受天气的影响,可以补充光学遥感数据的缺失部分,多光谱遥感可以了解地表覆盖的信息,用于地物分类及改正误差<sup>[2]</sup>。

多源遥感数据融合核心是空间对齐、特征补充和冗余剔除,应用深度学习可提高融合速度和结果。传统融合难发现深层次联系且易致数据变形,基于深度学习的方式用CNN、Transformers等网络提取深层次特征,实现精确融合,如二分支融合模型、互信息机制等。预处理对融合建模至关重要,需根据不同数据和地表情况特殊处理。数据预处理包括数据标准化、几何纠正、辐射校正、点云滤波、降采样、影像增强及配准等。数据标准化使数据源格式一致<sup>[3]</sup>。

## 2 深度学习驱动的复杂地形三维建模

复杂地貌三维建模是将多种遥感数据转变为具真实几何形状与纹理信息的三维模型。传统建模靠人工,效率低、精度不高,无法满足复杂地形。深度学习技术凭借强大性能,可利用多种传感器优点完成复杂地形自动化、智能化三维建模。基于深度学习的复杂地形三维重建,采用多源遥感融合数据输入模型,自动提取地形特征、重建三维点云并生成模型,无需太多人工,能提高效率。但要针对实际情况调整深度学习模型结构,传统模型难解决复杂地形问题,为此提出梯度敏感式的混合CNN-Transformer三维重建网络(TS-SatMVSNet改进版),在传统MVS框架中加入地形梯度信息,能精确描述复杂地形高度差特性,提高整体及局部精度<sup>[4]</sup>。

## 3 复杂地形三维建模精度优化策略

复杂的地形三维建模受到多源数据的质量、建模方法以及地形特性等的影响产生精度较低的问题,在实际工作中难以满足要求。所以提高建模精度至关重要,要以具体应用场景为基础,借助人工智能技术,建立一个全方面多层次的建模精度优化方案,提高三维建模精度。

准确度改善需先确定误差原因,主要有四点:多源数据误差,如遥感数据几何变形、辐射失真、点云噪声,复杂地形因起伏大、光照不稳致数据获取误差;特征提取误差,深度学习算法对复杂地形特征提取不足,在植被密集、地物遮挡处易致特征丢失或错误识别;建模误差,点云重建和建模因算法及参数问题,使结果不完整或错位;纹理映射误差,纹理与模型不匹配,出现错位,影响视觉精准度和实际应用效果。针对这些问题,应制定优化方案控制误差。

以多源数据误差修正为基础,提高数据精度。针对几何畸变,优化校正方法,采用自动校正模型加定位数据精确校正,加入自适应畸变校正模块;对辐射失真,用深度学习去除光照和大气散射误差;对点云噪声,利用时空联合和深度学习降噪,用补全法修补空缺区域,同时构建质量评估系统把控误差。以特征提取误差修复为主要内容,加强深度神经网络模型特征抽取能力,改进梯度感知混合CNN

-Transformer网络,加入注意力模块关注重点区域,捕捉建筑物边缘线及高度属性。

## 4 多源遥感与深度学习融合建模的实践适配

以多源遥感及深度学习为基础的复杂地形三维建模及精度提升框架,要在具体应用中根据不同的复杂地形特性以及建模要求选择具体的实施方法,做到实用可行。由于复杂的地形类型不一样,要对其进行相应的参数设置以及改进算法。

对于山地地貌,其高低起伏厉害,坡度大而且茂盛,建模困难在于特征点提取、点云空洞以及几何失真,应用适配,选择数据优化LiDAR点云与SAR数据,对数据预处理增强点云去噪补全,使用植被穿透算法,建模优化梯度感知混合CNN-Transformer网络参数、加入坡度引导模块权重,精度优化着重于特征提取及点云重构误差的处理,应用多尺度特征融合和迭代优化机制等方法。

## 5 结语

本文探讨基于多源遥感及深度学习的复杂地势三维建模及精度改进,综合运用多源遥感数据优点和深度学习技术,建立新颖有效的建模方法及精度改进系统,解决传统复杂地势三维建模速度慢、效果差、通用性低等问题。主要成果及结论如下:一是建立多源遥感数据联合融合与预处理机制,融合LiDAR、倾斜摄影、SAR和多光谱遥感数据,用深度学习算法融合特征,采取预处理措施提高数据质量,经降维与同化处理解决兼容性和数据量大问题,提升建模速度;用深度学习卷积神经网络训练模型对原始点云降噪,提高点云质量,减少后续数据量,降低后期工作强度,提升建模效率并保障精度。二是设计基于梯度感知的混合CNN-Transformer三维建模网络,增加地形梯度信息,从宏观和微观角度优化精度,能自动准确获取复杂地形特点并快速建立三维模型,相比传统建模方式,建模速度和精度大幅提高,适用于复杂地形建模。

## 参考文献

- [1] 胡亮. 多源遥感影像融合技术在智能测绘中的精度优化[J]. 信息记录材料, 2026, 27 (05): 90-92. DOI:10.16009/j.issn.1009-5624.2026.05.027.
- [2] 王蕊. 深度学习驱动矿山地表沉陷区多源遥感数据融合[J/OL]. 青岛大学学报(工程技术版), 1-9[2026-03-15]. <https://link.cnki.net/urlid/37.1268.TS.20260228.1644.002>.
- [3] 秦梦春、高友谊、刘军政等人. 基于多源多光谱遥感影像水体识别深度学习模型及边界平滑重构方法[J/OL]. 水资源保护, 1-13[2026-03-15]. <https://link.cnki.net/urlid/32.1356.TV.20260225.1755.010>.
- [4] 巫晨旭, 左浩龙, 李刚. 基于跨模态注意力机制的多源遥感农作物分类研究[J/OL]. 智慧农业(中英文), 1-15[2026-03-15]. <https://link.cnki.net/urlid/10.1681.S.20260123.2104.002>.

# Cartographic Generalization of Digital Land Use Status Maps

Zhong Yuanmi Guan Yewang

Haikou Land Surveying and Mapping Institute, Haikou, Hainan, 570203, China

## Abstract

Digital land use current situation maps play a fundamental role in territorial space governance and resource management. The level of cartographic generalization directly affects the accuracy and scientific nature of information expression. In the digital environment, land use current situation maps have the characteristics of complex elements, diverse scales, and dense expression. It is necessary to explore the theoretical basis and technical path of cartographic generalization, clarify the collaborative mechanism of classification integration, element selection, and graphic simplification, and establish a comprehensive method framework that takes into account both accuracy and readability. Optimize the spatial data processing flow and symbol expression system to enhance the clarity of the current situation map's layers and the efficiency of information transmission, providing technical support for land resource management and decision-making support in the digital background.

## Keywords

digital land use current situation map; cartographic generalization; spatial data processing; element simplification; information expression

## 数字土地利用现状图的制图综合

钟元谜 官业旺

海口市土地测绘院, 中国·海南海口 570203

## 摘要

数字土地利用现状图在国土空间治理与资源管理中发挥基础作用, 制图综合水平直接影响信息表达的准确与科学。数字环境下土地利用现状图存在要素复杂、尺度多样、表达密集的特点, 探究制图综合的理论依据与技术路径, 明确分类整合、要素取舍与图形简化的协同机制, 搭建兼顾精度与可读性的综合方法框架。优化空间数据处理流程与符号表达体系, 提升现状图层次清晰度与信息传达效率, 为数字化背景下土地资源管理与决策支持提供技术支持。

## 关键词

数字土地利用现状图; 制图综合; 空间数据处理; 要素简化; 信息表达

## 1 引言

数字技术普及应用推动土地利用调查成果从传统纸质图件转向数字化呈现, 土地利用现状图的呈现形式与编制方式迎来深刻变革。信息高度集成环境下, 图面内容不断丰富, 要素叠加密集、符号表达繁杂等问题逐步显现, 降低图件清晰度与判读效率。保障空间精度基础上完成科学取舍与合理概括, 是制图工作的核心要点, 梳理数字土地利用现状图的制图综合方法, 能够优化图件表达效果, 夯实其在规划管理与资源配置中的支撑价值。

## 2 数字土地利用现状图制图综合的理论基础与现实问题

### 2.1 数字环境下土地利用现状图的特征分析

土地利用现状调查是国土资源部新一轮“国土资源大调查”工程的基础, 开展土地利用现状调查是为了查清土地

资源的数量、质量、分布及土地利用现状、土地权属和利用分类面积, 为制定国民经济计划和有关政策, 进行土地的登记、统计、规划、利用和科学管理提供科学依据, 土地利用现状调查是开展土地资源研究的基础性工作。在此基础上形成的土地利用现状图, 承载调查成果的图形化表达, 搭建空间信息集成与分析的专业平台。数字环境下, 现状图依托地理信息系统、遥感影像与数据库管理技术搭建, 完成属性数据与空间数据的耦合管理, 拥有数据分层存储、动态更新与多尺度表达等特点。图件内容从单一平面表达转为多源数据叠加, 包含土地利用类型、权属界线、行政区划及基础地理要素, 空间结构更复杂, 信息密度大幅提升, 展现信息集成性与结构化特点。

数字技术支撑下, 土地利用现状图拥有精度控制严格、拓扑关系明确、符号表达规范化的专业特质。数据采集依靠遥感解译、实地核查与数据库建库流程, 落实坐标系统统一、

图斑边界闭合及面积平差处理,保障图形与属性的匹配统一。图件表达跳出静态成果展示范畴,适配国土空间规划、用途管制和资源监测等多元应用场景,支持叠加分析、空间统计与模型计算,放大决策服务价值。数字环境推动图面结构向层级化与模块化发展,土地利用分类体系依托编码规则完成标准化管理,助力数据共享与成果交换。

## 2.2 现状图信息表达中存在的主要矛盾

数字土地利用现状图编制与应用环节,信息表达存在多重矛盾,土地利用图斑体量较大,空间分布呈破碎化特点,城郊过渡地带与农村居民点区域内,小面积斑块分布密集,图面负载偏高,符号叠加问题显著。比例尺限制与内容完整度形成冲突,调查成果的真实度与精度需保障,图面可读性与视觉层次要把握,二者表达无法兼顾<sup>[1]</sup>。分类体系细化程度持续提升,地类编码层级繁杂,属性字段数量较多,图形表达易出现标注拥挤、色彩对比偏弱与图例体系冗长等状况。空间数据来源多元会引发精度偏差与坐标基准不统一问题,处置失当便会破坏拓扑结构严密性,降低图斑边界精度,弱化图件权威与规范属性。

图件应用场景的多元性加重信息表达的各类矛盾,土地利用现状图可支撑宏观国土空间规划工作,也能服务地块级审批与用途管控,不同尺度需求对信息详略提出不同标准。细节留存过多会拉低整体判读效率,内容概括过度则会降低空间分析的稳定性,图形符号与色彩体系需契合专业规范,适配视觉识别需求,设计原则缺失易引发层次混乱、主题模糊等问题。数字平台的图层叠加功能可提升数据利用率,图层数量过多则会造成界面繁杂,干扰用户操作感受。平衡数据完整度、空间精度与图面清晰度,是数字土地利用现状图信息表达需攻克的核心难题。

## 2.3 制图综合在提升图件质量中的作用

制图综合是优化数字土地利用现状图表达效果的技术手段,核心依托科学取舍与合理概括,完成空间信息的有序重构。图斑破碎、边界曲折等问题,可借助图形简化算法、面积阈值控制与相邻同类地块合并技术,整合零散要素,维系空间格局真实性的同时强化整体形态。属性信息可实施层级化管理,依托分类重组与编码归并,搭建规整的表达体系,凸显图面核心主题。制图综合需落实拓扑关系维护与面积平衡校核,规避图形处理带来的空间误差与数据失真,维护成果的严肃性与技术规范性。

图面设计环节,制图综合可优化符号结构与色彩配置,强化视觉引导能力与画面层次,结合比例尺与使用需求划定表达重点,制定主次清晰的要素呈现规则,优先展示核心地类与控制性边界。标注系统依托合理布局与冲突消解算法,提升文字与图形的适配性,降低遮挡、重叠的出现概率。多尺度表达机制可让同一数据集适配不同应用场景,形成差异化展示形式,匹配宏观分析与微观管理的实际要求。系统化制图综合处理,可从整体上提升数字土地利用现状图的科学

性、规范性与可读性,为国土空间治理与资源配置供给稳定的空间信息支撑。

## 3 数字土地利用现状图制图综合的关键方法

### 3.1 土地利用分类的整合与层级构建

土地利用分类体系构成数字土地利用现状图表达的核心框架,分类结构的科学程度直接影响图件信息组织的逻辑与规范。现行土地利用调查成果多采用多级分类编码体系,包含一级类、二级类与细分类型,属性字段数量偏多,表达层级繁杂。制图综合环节需结合比例尺要求与图面承载上限,对原有分类实施整合重组,归并相近地类、突出主导功能属性,搭建层级清晰的表达框架。分类整合不是单纯压缩类别总量,而是维系土地利用结构真实度的基础上,对功能相近、空间分布连贯的地类开展逻辑重构,打造主类鲜明、辅类辅助的层级模式,提高图件主题表达的聚焦程度。

层级构建侧重编码规则的标准统一与数据结构的整体协调,借助数据库管理系统形成稳定的分类对应关联,保障空间数据与属性数据匹配精准。各类应用场景可依托分级显示规则,完成分类信息的动态调整,宏观尺度凸显结构特点,微观尺度留存细节信息。设定分类优先级与展示次序,规避低等级地类对整体布局造成干扰。分类整合需贴合土地利用现状调查技术规程与行业规范,保障成果在数据共享与交换环节的适配能力,科学的层级构建可提升数字土地利用现状图的系统与条理水平,为后续空间分析及决策支持筑牢扎实根基。

### 3.2 空间要素的取舍与图形简化处理

数字土地利用现状图涵盖图斑边界、线状地物与各类辅助要素,空间结构具备破碎化与高密度的特点。图面清晰度与表达效率的维系,需结合比例尺、用途定位及视觉承载能力,完成空间要素的合理取舍<sup>[2]</sup>。面积偏小且对整体格局作用微弱的图斑,可参照最小图斑面积控制标准执行合并或概化操作;边界曲折程度偏高的地块可借助道格拉斯-普克算法等线简化手段,保留空间形态基础特征的前提下缩减节点数量。拓扑结构的优化可剔除冗余线段与重复边界,降低数据处理复杂度,提升图件运行效率与显示流畅度。

要素取舍与图形简化需把控处理精度、维系拓扑关系,规避过度概括引发的空间位置偏移与面积失真问题,图形处理前期开展拓扑检查与误差校正,保障边界闭合、无缝拼接且无重叠状况。线状与点状辅助要素可结合表达主题划定保留优先级,为核心地类信息预留充足的展示空间。空间索引与分层管理技术可适配不同尺度完成差异化显示,强化图件的适配能力与应用弹性。要素取舍与图形简化的科学实施,让数字土地利用现状图保留数据真实属性,达成结构清晰、层次分明的表达状态。

### 3.3 符号系统优化与图面结构协调

符号系统构成数字土地利用现状图信息传递的直观载

体,设计质量直接作用于图件识别效率与专业形象。土地利用类型多以面状色块呈现,不同地类间需形成清晰的色相区分与明度层次,凸显功能层面的差异。符号优化贴合制图规范与视觉感知原理,统一色彩标准、调整填充纹理密度、控制边界线宽度,搭建协调统一的表达框架。图例设计匹配分类层级,规避信息堆积与结构紊乱问题,数字平台可支撑符号库管理与样式模板调用,为规范化表达提供对应的技术支持。

图面结构协调把控各类要素的空间关系与视觉平衡,依托合理布局强化整体秩序感,重要控制线与权属界线提升视觉权重,辅助要素做弱化处理,搭建清晰的主次排布结构。标注系统融合自动冲突检测与排布算法,降低文字重叠与遮挡概率,保障阅读过程的流畅性。比例尺变动引发的信息密度差异,借助符号尺寸与显示规则调整适配,保障不同尺度下的辨识效果。

## 4 数字土地利用现状图制图综合的实施路径与效果提升

### 4.1 数据预处理与精度控制机制

数字土地利用现状图的质量基础在于数据预处理的规范程度,调查成果进入制图系统前,需完成坐标系统统一、投影参数校核与数据格式转换,保障空间基准一致。原始图斑数据多存在边界不闭合、重叠缝隙及悬挂节点等问题,借助拓扑检查与拓扑修复工具优化结构,建立完整拓扑关系模型。属性数据需开展字段规范化处理与编码一致性校验,剔除空值、重复值与逻辑冲突,保证空间信息与属性信息精准对应。构建标准化数据库结构,实现图斑编号、地类代码与面积数据的精确匹配,为后续制图综合提供可靠数据支撑。

精度控制机制贯穿数据处理全程,重点分析误差来源、实施质量分级管理,面积平差、边界校正与影像套合精度检验是关键技术,通过设定误差阈值、计算精度评定指标,保障图斑面积与空间位置符合行业规范。多源数据叠加形成的成果,需开展空间一致性检验与属性一致性对比,规避数据来源差异造成的表达偏差。建立质量追溯机制与版本管理体系,可实现成果动态更新与历史记录查询,系统化的数据预处理与精度控制,有效保障数字土地利用现状图的真实性与权威性。

### 4.2 多尺度表达下的综合策略衔接

数字土地利用现状图适配不同管理层级与应用场景,尺度变化直接作用于信息表达方式。宏观尺度聚焦整体结构与空间格局研判,体现土地利用类型分布趋势与区域差异;微观尺度关注地块边界、权属界线与用途细分信息<sup>[3]</sup>。多尺度表达搭建统一的数据基础与分级显示规则,依托比例尺驱动的符号控制与分类层级切换,完成内容的动态适配。空

间数据库设定分辨率等级与最小显示阈值,不同缩放级别自动匹配对应综合规则,维系图件表达的连续与逻辑统一。

综合策略衔接保障不同尺度间过渡平顺、信息衔接顺畅,规避表达断层与信息缺失问题。图斑合并、线要素简化与符号尺寸调整恪守统一技术标准,各级成果保持同源数据与统一表达逻辑。多尺度表达兼顾分析功能需求,宏观层面强化结构概括效果,微观层面留存关键控制要素,形成功能互补。分级综合模型与尺度转换机制的构建,助力数字土地利用现状图在不同应用层面顺畅衔接,提升成果利用的灵活与适配水平。

### 4.3 图件可读性与信息传达效率提升机制

图件可读性是衡量数字土地利用现状图质量的核心指标,优化信息组织方式与视觉表达结构可实现可读性提升。图面要素排布构建空间层次,依托主次表达顺序凸显核心地类与关键边界,色彩体系兼顾区分效果与整体协调,规避视觉干扰与信息混淆问题。图例结构保持简约,分类标识与符号说明相互匹配,提升用户对图件内容的理解速度。标注布局贴合空间分布特征,借助冲突消解技术降低遮挡与重叠概率,实现图形与文字的视觉协同。

数字平台的交互与查询功能设计,可助力信息传达效率提升,优化图层管理、属性查询与空间统计模块,帮助用户快速获取目标信息,提升操作便捷性。搭建标准化表达模板与样式规范,保障不同区域成果在视觉风格与信息结构上保持一致,强化整体辨识度。图件输出格式适配打印与电子展示场景,平衡分辨率与文件体量,成熟的可读性与传达机制,让数字土地利用现状图维系数据严谨性的同时,达成稳定的信息传播效果。

## 5 结语

本文围绕数字土地利用现状图的制图综合工作展开全面系统论述,从分类整合、要素取舍、符号优化以及多尺度表达等关键方面,构建适配数字制图需求的完整技术框架,结合数据预处理流程与精度控制机制,明确数字土地利用现状图图件质量提升的具体实现路径。科学合理的综合方法与标准化规范化的表达体系,能够有效增强图件的结构层次、提升信息传达效率,进一步提高成果在国土空间规划实施与资源高效管理中的实际支撑能力。

### 参考文献

- [1] 李晓亮.中国土地类型划分及耕地适宜性评价研究[D].中国地质大学(北京),2023.
- [2] 刘景波,王建忠.第三次全国国土调查成果图件编制技术研究[J].测绘与空间地理信息,2022,45(02):187-190.
- [3] 谢花林,温家明,陈倩茹,等.地球信息科学技术在国土空间规划中的应用研究进展[J].地球信息科学学报,2022,24(02):202-219.