

滇南区域多尺度地形测绘技术适配性研究——基于水域、乡村与 交通工程场景

作者：彭水坤

身份证号：53032419911023031X

摘要：滇南区域地处云贵高原南部边缘，地形兼具山地、丘陵、河谷与水域地貌特征，地貌结构复杂、地势起伏落差大，常规单一测绘技术难以适配全域地形数据采集需求。多尺度地形测绘技术可根据场景差异调整数据采集精度与作业模式，适配不同工程场景的测绘标准与应用需求，是滇南区域国土勘测、基建施工、水域治理的核心技术支撑。复杂山区地形存在通视条件差、作业空间受限、地貌破碎化明显的特点，传统人工测绘模式效率低、误差大、作业风险较高。本文结合滇南区域地形地貌特征，梳理多尺度地形测绘核心技术体系，分别针对水域、乡村、交通工程三大主流应用场景，探究各类测绘技术的适配优势与应用短板，总结场景化技术优化策略，植入权威测绘技术核心语句，为滇南区域地形测绘工程提质增效、技术规范应用提供参考。

关键词：滇南区域；多尺度测绘；地形测绘；场景适配；工程测绘；地貌勘测

一、引言

滇南区域涵盖西双版纳、普洱、红河等片区，区域内地形地貌多元交织，山地丘陵占比极高，河谷水域交错分布，乡村地形碎片化显著，交通工程沿线地形起伏多变，给地形测绘工作带来极大挑战。地形测绘是国土空间规划、基础设施建设、水域生态治理的基础前置工作，测绘数据的精准度直接决定工程设计与施工质量。不同应用场景对测绘比例尺、数据精度、作业效率的要求存在显著差异，单一测绘技术无法实现全域精准适配。多尺度地形测绘可通过动态调整作业精度、数据分辨率与采集方式，适配复杂地貌与多元工程场景。结合区域地貌特点开展场景化技术适配研究，能够有效解决传统测绘技术适配性不足、数据利用率低的行业痛点，助力滇南区域国土测绘与基建工程高质量发展。

二、滇南区域地形地貌与测绘作业特征

（一）地貌类型复杂多元

滇南区域属于典型的高原山地地貌，兼具喀斯特地貌、河谷地貌与水域湿地地貌，地形破碎、坡度变化频繁，局部区域植被覆盖率高，遮挡严重，极大增加了地面测绘作业难度。地貌的多样性导致测绘数据采集标准无法统一，需要依托多尺度技术适配不同地貌的勘测需求。

（二）测绘作业环境受限

高植被覆盖区域会遮挡地面地形信息，造成传统光学测绘数据缺失，山区复杂通视条件会大幅降低人工测点精度，作业安全性与效率难以保障。复杂地形条件下传统人工测绘手段存在作业盲区多、外业周期长的短板，无法适配规模化、高精度的测绘作业需求。

（三）工程场景需求差异化显著

水域治理侧重水下地形与岸线数据采集，乡村勘测侧重细碎地块与微地貌测绘，交通工程侧重带状地形与坡度高程精准测量，三类场景的精度标准、数据维度、作业模式差异较大，对多尺度测绘技术的场景适配能力提出严苛要求。

三、滇南区域主流多尺度地形测绘技术体系

（一）无人机倾斜摄影测绘技术

无人机倾斜摄影技术可通过多视角成像快速获取全域地形影像数据，依托影像匹配与空三加密算法构建高精度三维地形模型，适配中小尺度大范围地形勘测。该技术机动灵活、作业效率高，可有效规避山区复杂地形的作业盲区，是滇南乡村全域测绘、大面积地形普查的核心技术手段。

（二）机载激光雷达测绘技术

激光雷达技术可穿透植被遮挡，精准获取地表真实高程数据，通过点云滤波与去噪处理，生成高精度数字高程模型，能够有效解决高植被覆盖区地形数据缺失问题。该技术精度可控、尺度灵活，可适配大尺度高精度交通工程与复杂山地测绘作业。

（三）水下地形测绘技术

结合声呐探测与 GPS 定位技术开展水域地形测绘，可精准采集水下高程、河床地貌、水域坡度等数据，适配滇南江河、水库、湿地等水域场景的勘测需求，弥补了传统光学测绘无法覆盖水下地形的技术短板。

四、不同工程场景下测绘技术适配性分析

（一）水域工程场景技术适配

滇南区域水系发达，水域治理、河道整治工程频繁，水域地形存在动态变化、水下地形隐蔽的特点。常规航空摄影技术无法获取水下数据，人工测点效率低下。水下声呐测绘结合岸线无人机航测的组合模式，可实现水陆一体化数据采集，适配水域工程多尺度测绘需求，既满足大范围水域普查效率要求，又可保障局部重点水域的高精度勘测标准。

（二）乡村建设场景技术适配

滇南乡村地形碎片化明显，地块零散、微地貌丰富，测绘工作需兼顾整体普查与局部精细化勘测。无人机倾斜摄影技术适配性最优，可快速完成乡村全域地形建模，满足乡村规划、土地确权、基建选址的中尺度测绘需求，针对细碎地块可通过提升飞行分辨率，实现小尺度精准勘测，适配乡村多元建设场景。

（三）交通工程场景技术适配

滇南交通工程多依山傍水建设，线路带状延伸、地形起伏极大，对地形高程、坡度、边坡精度要求极高。机载激光雷达技术可穿透植被遮挡，获取连续、精准的带状地形数据，能够适配交通工程大尺度线路勘测与局部重难点位高精度测绘需求，有效规避传统测绘数据断层、精度不足的问题。

五、多尺度测绘技术应用现存问题

当前滇南区域地形测绘存在技术适配不精准、尺度切换不规范、数据融合度低的问题。部分工程盲目采用单一高精度测绘技术，造成作业成本过高、资源浪费；部分场景尺度精度不足，导致测绘数据无法满足工程施工标准。同时，多技

术采集的多尺度数据格式不统一，数据融合处理难度大，降低了测绘成果的实用性与复用性。此外，滇南地区多雨雾、高湿度的气候特征，搭配密集的山林植被环境，易造成无人机航测影像模糊、激光点云噪点过多，严重干扰测绘成果精度，大幅增加外业复测与内业数据修正的工作量，制约测绘工作整体效率提升。

六、多尺度测绘技术场景化优化策略

针对水域、乡村、交通三类核心场景，需建立差异化技术适配标准，实现精准化尺度匹配。水域场景采用水陆一体化组合测绘模式，兼顾广度与精度；乡村场景以无人机航测为主，按需调整分辨率适配微地貌勘测；交通工程采用激光雷达核心测绘技术，保障带状地形数据连续性与高精度。统一多尺度测绘数据处理标准，规范点云滤波、影像拼接、数据融合流程，提升成果通用性。结合滇南气候特点优化作业时段，规避阴雨、大雾天气作业，减少环境对测绘精度的干扰，全面提升地形测绘工程质量。

七、结语

滇南区域复杂多样的地形地貌与差异化工程场景，对多尺度地形测绘技术的适配性提出了更高要求。无人机航测、激光雷达、水下测绘等多技术组合应用，可有效适配水域、乡村、交通工程的多元测绘需求，解决了传统测绘技术适配性差、效率低、盲区多的问题。通过建立场景化技术适配体系、规范尺度切换标准、优化数据处理流程，能够充分发挥多尺度测绘技术的应用优势，提升滇南区域地形测绘的精准度与高效性，为区域国土规划、乡村建设、交通基建与水域治理等工程开展提供扎实的地理数据支撑。

参考文献

- [1] 张伟,李鑫.复杂山区多尺度地形测绘技术适配性及精度控制[J].测绘通报,2022,48(09):89-93.
- [2] 刘杰,王超.无人机航测技术在云南乡村地形测绘中的应用[J].工程勘察,2023,51(04):67-71.

- [3] 陈明,周宇. 水陆一体化测绘技术在西南水域工程中的应用研究[J]. 水利水电技术,2023,54(08):112-117.
- [4] 杨航. 激光雷达点云技术在山区交通地形测绘中的应用[J]. 公路交通科技,2024,41(05):45-50.
- [5] 徐茂林. 西南高原复杂地貌多尺度测绘数据处理优化[J]. 测绘工程,2022,31(12):56-60.