

实景三维地理信息采集方法探析

辛建东

沂水县伟业勘察测绘有限公司 山东 临沂 276400

摘 要：实景三维地理信息是地理空间数字化建设的核心数据，可高精度还原真实立体地理场景，突破传统二维数据的应用局限。本文阐述实景三维采集的基础理论与技术框架，对比研究无人机航测、激光雷达、地面移动测量及多源数据融合等主流采集方法的作业流程、优势与适用场景。结合行业现状，梳理技术短板、标准缺失、成本效率不足等问题，提出科学优化策略，并预判技术发展趋势，为实景三维测绘的规范化、规模化应用提供理论参考。

关键词：实景三维；地理信息；采集方法

引言：数字化时代下，国土治理、智慧城市、生态文旅等领域对地理空间数据的精细化、立体化需求持续提升，传统平面地理数据已难以适配现代行业发展要求。实景三维技术可全方位复刻真实地理环境，成为地理信息行业发展的核心方向。为进一步规范采集作业、提升数据质量，本文系统梳理实景三维地理信息采集技术体系，对比各类采集方法的应用特性，剖析现存问题并提出优化对策，助力实景三维技术在各行业高效落地推广。

1 实景三维地理信息采集基础理论与技术体系

1.1 实景三维地理信息核心概念

(1) 实景三维地理信息定义：该信息以真实的自然与人工地理场景为核心载体，依托无人机、激光雷达、遥感设备等数字化采集手段，对地理环境进行全方位数字化复刻。其数据完整包含空间位置、地形地貌、地物纹理、高程维度等核心信息，能够立体还原真实地理环境，打破传统平面数据的展示局限，是数字化地理空间建设的基础核心数据。(2) 实景三维地理信息核心特征：具备真实性、三维立体化、高精度、多维度、可更新性五大核心特征。相较于传统二维矢量数据和简易三维模型，其能够精准还原场景细节、立体呈现地理空间结构，同时可根据地理环境变化实时更新数据，全面贴合真实地理场景的动态化、精细化表达需求。

1.2 采集工作核心技术指标

(1) 精度指标：作为评判采集数据质量的核心标准，主要包含平面精度、高程精度、纹理精度三大维度，不同精度标准可适配国土测绘、城市规划、应急管理差异化应用场景，保障数据应用的准确性与专业性。(2) 效率指标：聚焦数据采集与处理全流程，涵

盖实地采集周期、建模处理速度、数据动态更新效率，有效适配大范围、规模化、常态化的实景三维地理数据采集作业需求，提升地理数字化建设效率。(3) 完整性与兼容性指标：完整性保障全域场景无死角覆盖、地物信息无缺失遗漏；兼容性可实现采集数据与各类三维建模软件、GIS 分析平台无缝适配，保障数据可复用、可二次开发^[1]。

1.3 实景三维采集技术整体框架

(1) 数据获取层：依托各类专业采集硬件设备，完成全域地形、人工地物、场景纹理、高程数据等原始地理信息的实地采集，为后续处理建模提供完整原始数据源。(2) 数据处理层：对原始数据开展清洗、去噪、配准、融合、矫正等预处理工作，剔除冗余、无效、误差数据，统一数据标准，提升原始数据的精准度与规范性。(3) 模型构建层：以预处理后的规范数据为基础，完成三维实景模型重构、纹理精准映射、场景细节优化等工作，最终形成完整、精细、真实的立体化地理场景模型。

2 实景三维地理信息主流采集方法及应用分析

2.1 无人机航测采集方法

(1) 技术原理：无人机航测是现阶段实景三维采集的主流轻量化技术，主要依托无人机搭载高清航拍与倾斜摄影相机，在低空空域完成多角度、全方位的连续影像拍摄。通过计算机视觉影像匹配、空三加密、影像重叠度分析等核心算法，结合倾斜摄影建模技术，对拍摄影像进行解算重构，自动生成带有纹理信息的实景三维模型，实现地理场景的立体化数字化还原。(2) 采集流程：该方法拥有标准化作业流程，具体为前期航线规划，结合测区地形、精度需求设置飞行高度、重叠度

与航线范围；随后开展无人机影像采集，完成全覆盖航拍作业；再对原始影像进行预处理，剔除模糊、曝光异常影像；通过空三计算解算影像外方位元素；依托算法完成三维模型构建，最后进行纹理优化、漏洞修补与细节修饰，输出完整模型成果^[2]。（3）适用场景与优劣分析：该技术适配性广泛，主要适用于城市片区、乡村全域、山地丘陵等大范围、中低精度的测绘场景。核心优势突出，设备运维成本低、机动灵活性极强，可快速响应各类野外作业需求，整体采集作业效率高。但技术短板较为明显，在树林、高层建筑遮挡等复杂场景下，易出现影像死角，导致模型细节缺失、整体精度下降，无法满足超高精度测绘需求。

2.2 激光雷达（LiDAR）采集方法

（1）技术原理：激光雷达采集技术依托专业激光雷达设备，主动发射高频激光束，通过接收激光回波信号，精准测算设备与地物的距离、方位、高程等空间信息，快速获取高密度、高精度的场景点云数据。通过对海量点云数据进行解析处理，可精准还原地形起伏结构与地物空间形态，实现无接触式三维地理信息采集。（2）采集流程：作业前首先完成设备校准，调试激光发射频率、定位精度等核心参数；随后进入实地开展全域扫描，获取原始点云数据；再对原始数据进行去噪、滤波、分类处理，剔除植被杂点、漂浮杂物等无效数据；基于规范点云数据重构地形与地物三维模型；最后开展多维度精度校验，保障数据合规可用。（3）适用场景与优劣分析：该技术适用于高精度地形测绘、植被密集覆盖区域、复杂高层建筑集群等对数据精度要求极高的场景。具备激光穿透性强、数据精度高、全天候作业的优势，不受光照、天气明暗影响。短板在于设备采购与运维成本较高，仅能获取空间结构数据，无法采集地物纹理信息，模型视觉完整性不足^[3]。

2.3 地面移动测量采集方法

（1）技术原理：地面移动测量技术是集成化精细采集技术，将激光雷达、全景成像相机、卫星定位设备、惯性测量单元高度集成于车载、手持、背包式移动载体。通过近距离动态移动作业，同步采集道路路面、建筑立面、市政设施等精细地物的三维空间数据与高清纹理信息，实现近距离场景精细化数字化采集。（2）采集流程：作业前期完成设备集成调试，校准定位、成像、激光扫描系统；结合测区环境规划最优移动作业路线；开展连续动态数据采集，全方位覆盖近地面地物；对多源采集数据进行拼接、融合、配准处理，消除数据断层与偏差；最后完成精细地物建模、纹理贴合与细节

优化，打造高精度近地模型。（3）适用场景与优劣分析：该技术主要适配城市主次干道、街区巷道、建筑外立面、市政设施等近距离精细化采集场景，地物细节还原度高、纹理完整、精度可控。但其局限性显著，针对山地、大范围郊区等场景作业效率极低，对复杂地形适配性差，难以完成大面积全域采集作业。

2.4 多源数据融合采集方法

（1）技术原理：多源数据融合采集技术是整合式复合型采集手段，核心原理为统筹整合无人机航测影像数据、激光雷达点云结构数据、地面移动测量精细纹理数据，互补弥补单一采集技术的固有短板。通过数据融合算法统一数据基准，实现空间结构、高清纹理、全域覆盖的全方位结合，构建高精度、全要素的实景三维数据体系。（2）采集流程：采用多设备协同作业模式，同步完成各类数据采集；对多源异构数据进行统一配准、融合拼接；依托各类数据优势开展互补修正，补齐单一数据漏洞；基于融合数据构建一体化三维场景模型；最后进行整体精度优化、细节完善，输出高标准模型成果^[4]。（3）适用场景与应用优势：该方法主要应用于城市核心片区、复杂山地地形、重大工程建设、智慧城市搭建等对数据精度、完整性、全覆盖要求极高的场景。可兼顾大范围采集效率与局部细节精度，规避单一技术的场景局限，数据可靠性与实用性更强，是目前高端实景三维地理信息建设的主流核心方法。

3 实景三维地理信息采集工作现存问题与优化策略及发展展望

3.1 当前实景三维采集工作现存问题

（1）技术层面：现有单一采集技术各有短板，难以兼顾全域覆盖与细节精度，无人机航测易受遮挡干扰，激光雷达缺乏纹理信息，地面测量作业效率偏低。同时多源数据融合算法不够成熟，数据配准、融合精度有限。在密林、水域、建筑遮挡等复杂场景中易形成采集盲区，造成模型漏洞、点位偏移、细节缺失等问题，数据整体精度与稳定性不足。（2）标准化层面：行业尚未建立统一规范体系，各类场景的采集流程、精度标准、模型输出格式存在差异。不同设备、作业团队产出的数据在坐标基准、数据结构、纹理参数上存在偏差，数据跨平台、跨项目兼容性差，难以高效共享复用与二次开发，限制了实景三维数据规模化落地应用。（3）成本与效率层面：高精度采集设备采购、运维成本较高，提升了大规模建模作业门槛。三维数据体量庞大，传统单机及人工处理流程繁琐、耗时较长，整体采集与建模效率偏低，无法满足智慧城市、全域测绘等领域大批量、常

态化、快更新的应用需求。

3.2 实景三维地理信息采集方法优化策略

(1) 技术优化: 针对单一技术短板, 重点升级多源数据融合算法, 提升异构数据的配准精度与融合效果。针对密林、水域、遮挡区域等复杂场景制定专属采集作业方案, 规避数据盲区。同时引入人工智能技术, 实现点云、影像数据的智能去噪、漏洞自动修补、纹理自适应优化, 有效提升复杂场景的数据采集质量与模型精度。(2) 流程标准化优化: 建立覆盖全作业链路的标准化体系, 统一不同应用场景的野外采集流程、精度校验指标、数据输出格式与模型规范。明确设备校准、数据处理、成果验收的统一标准, 形成规范化、可落地的作业流程, 大幅提升不同项目数据的一致性与通用性, 实现三维地理数据的高效共享与迭代应用。(3) 成本效率优化: 根据测区场景合理搭配采集设备, 推行“无人机大范围航测+重点区域激光精细扫描+地面补充采集”的组合作业模式, 兼顾整体效率与局部精度, 有效降低设备与人力成本。依托云计算、并行计算技术替代传统单机处理模式, 大幅缩短海量数据处理与建模周期, 全面提升规模化采集作业效率^[5]。

3.3 实景三维采集技术应用拓展

(1) 国土空间治理应用: 实景三维数据可为国土调查、空间规划审批、违法建筑监管提供精准的立体数据支撑, 实现土地资源、地形地貌、建设现状的立体化、精细化核查, 推动国土空间治理从二维平面管理转向三维立体智能化管理。(2) 智慧城市建设应用: 可深度支撑城市数字孪生体系搭建, 广泛应用于城市交通调度、公共安全应急防灾、市政设施运维、城市更新规划等场景, 为城市智能化治理提供真实、动态、高精度的空间数据底座。(3) 生态与文旅领域应用: 在生态领域可实现区域地形地貌、植被覆盖、水域环境的动态监测与保护分析; 在文旅领域可完成古建筑、自然景区的数字化复刻, 打造虚拟游览、数字展示场景, 助力文旅资源数

字化升级。

3.4 技术发展趋势展望

(1) 智能化发展: 未来 AI 与大数据技术将与实景三维采集深度融合, 实现数据采集、清洗融合、建模优化、精度校验全流程自动化、智能化, 大幅减少人工干预, 提升数据生产效率与成果稳定性。(2) 轻量化与实时化发展: 采集设备将持续向小型化、便携化、低成本化升级, 搭配快速建模算法, 可实现现场实时采集、快速建模与动态更新, 满足应急测绘、实时场景复刻的动态应用需求。(3) 一体化融合发展: 各类采集技术与多源数据将实现深度融合, 行业统一标准全面落地, 打破数据壁垒, 最终实现三维地理数据全域覆盖、互联互通与常态化动态更新, 支撑各行业全域数字化应用。

结束语

本文系统探讨了实景三维地理信息各类采集方法的技术特点与应用边界, 总结了当前采集工作中技术、标准、成本效率方面的突出问题, 并针对性给出优化改进方案。通过多技术融合、流程标准化及智能化处理等优化方式, 可有效弥补单一技术短板, 提升三维地理数据的完整性与精准度。未来依托智能技术与算力升级, 实景三维采集将实现全域一体化更新, 为城市治理、工程建设、生态保护等领域提供坚实的数据支撑。

参考文献

- [1] 齐永波. 实景三维技术在地质勘查工作中的应用研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(11): 206-208.
- [2] 魏瑞瑞. 基于实景三维的警务地理信息系统设计与研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(4): 169-171.
- [3] 吴玉文. 实景三维在国土空间规划中的应用研究[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(10): 127-129.
- [4] 张江斌. 面向城市实景三维建设的测绘地理信息技术创新研究[J]. 中国高新科技, 2024, (16): 36-38.
- [5] 王璇洁. 基于实景三维模型的地形图质量检验方法研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(15): 41-43.