

实景三维技术研究及应用

开丽曼尔·吐逊江

新疆维吾尔自治区测绘院

DOI:10.32629/gmsm.v9i2.2418

[摘要] 数字中国的持续推进,实景三维技术是一种新型基础测绘技术,将其运用在各个领域中,能够实现现实世界自然与人文要素的数字化融合,形成了物理空间和数字空间深度结合的纽带。本文以实景三维技术为探究重点,系统介绍了实景三维技术核心内涵,深入剖析实景三维技术体系,包含数据采集、数据处理等核心环节,探讨实景三维技术具体应用方向,为实景三维技术深化研究提供理论依据及实践参考。

[关键词] 实景三维技术; 数据采集; 三维建模

中图分类号: N37 文献标识码: A

Research and Application of Real-Scene 3D Technology

Keli Maner Tousunjiang

Xinjiang Uyghur Autonomous Region Surveying and Mapping Institute

[Abstract] The continuous advancement of Digital China has led to the emergence of real-scene 3D technology as a new type of basic surveying technology. Its application in various fields enables the digital integration of natural and human elements in the real world, forming a bond between physical space and digital space. This paper focuses on real-scene 3D technology, systematically introducing its core connotation, deeply analyzing the core components of the real-scene 3D technology system, including data collection and data processing, and exploring its specific application directions, providing theoretical basis and practical references for the in-depth research of real-scene 3D technology.

[Key words] Real-scene 3D Technology; Data Collection; 3D Modeling

数字经济快速发展,国家提出了“实景三维中国”发展理念,明确把实景三维技术作为新型基础设施,推动测绘地理信息事业朝着数字化、智能化趋势发展。实景三维技术中融入航空航天遥感、无人机倾斜摄影、三维激光扫描、人工智能等现代化技术,能精准获取现实世界中的空间形态、纹理信息等,建立和物理世界相统一的三维数字模型,真正实现了“所见即所得”的空间可视化表达。和传统三维建模技术比较,实景三维技术具有真实性、高精度等特点,不仅能实现对现实场景的完美复刻,也能与物联网、大数据等技术有机结合,实现场景动态更新与智能化分析,为各个行业智能化决策提供依据。

1 实景三维技术核心内涵概述

实景三维可以对人类生产、生活以及生态空间实现真实化、立体化的复刻与表达,形成一个数字化虚拟空间,核心内涵是“真实复刻、精准映射、智能赋能”。在技术本质方面,实景三维技术属于一种多学科交叉的综合性技术,以“还原现实、服务应用”为目标,通过多源数据采集、整理、分析、建模等,形成物理空间和数字空间相呼应的关系,对现实场景进行真实化、模

拟化及数字化管理^[1]。

实景三维技术具备的主要特征有三点:第一,真实化,能精准获取现实场景中的地形地貌、建筑结构、纹理细节等信息,保证数字模型和物理场景的统一,消除了传统三维建模中“理想化”的限制格局;第二,立体化,不受二维平面表达的约束,实现地上、地下、室内、室外等空间的三维可视化,展现出现实场景的空间层次及空间关系;第三,时序化,能够真实记录场景的变化过程,实现了数字模型的实时更新与追溯,为动态检测与趋势分析提供依据。

2 实景三维技术核心技术体系

2.1 数据采集技术

在实景三维建模中,基础部分为数据采集,核心目标是获取现实场景中的真实数据,如空间坐标、纹理信息、属性特点等,为后续建模工作顺利进行提供数据支持。实景三维数据采集展现出多源化、高精度等特征,采集方式有航空采集、地面采集和室内采集,包含多种数据采集技术,形成了多源数据互补的采集体系。航空采集技术适合应用在大面积场景的数据采集中,如无

人机倾斜摄影、航空航天遥感等,具有采集效率高、覆盖范围广等优势,适用于城市、乡村、景区等大面积采集场景中。地面采集技术适合应用在小范畴、高精度的场景数据采集,包含三维激光扫描技术、移动测量技术等。三维激光扫描技术通过发射激光脉冲,获取目标物体的空间坐标、距离等信息,快速获取物体的细节特征,适用于文物保护、建筑检测、工业设施建模等对精度有着严格要求的场景^[2]。室内采集技术适合应用在室内场景的数据采集,如室内激光扫描、全景摄影等,快速获取室内空间的布局、结构、纹理等信息,适用于写字楼、商场等室内场景建模中。

2.2 数据处理技术

多源采集数据可能会面临格式不统一、精度不满足要求、存在大量冗余数据等问题,不能直接运用在三维建模中,因此需要借助数据处理技术实现采集数据的预处理、整合与优化,形成高标准、高质量的建模数据。数据处理技术在实景三维技术中占据重要位置,会对三维建模精度和质量产生一定影响,包含数据预处理、多源数据融合、数据优化等。在数据预处理过程中,通过对采集的原始数据进行清理、校正与优化,去除冗余数据、噪声数据,及时校正数据偏差,保证数据的完整性与有效性。例如,对倾斜摄影影像进行畸变校正处理,去除模糊、重叠的影像信息;对激光点云数据进行去噪处理,去除由于设备误差、环境因素产生的无效点云,提高数据精度与质量。并且,对不同格式的数据转变处理,统一标准化的数据格式,为后续数据融合提供条件。多源数据融合技术是把航空、地面、室内采集的数据整合处理,实现数据的优势互补,提高数据的完整性。例如,把无人机倾斜摄影获取的影像数据和三维激光扫描获取的点云技术整合,不仅能够获取纹理信息,也能得到高精度的空间信息,保证三维模型质量。数据优化则是对融合后的数据压缩、精简处理,在保障数据精度的同时,控制数据量,提高数据处理效率。例如,对点云数据精简处理,消除冗余点云,保证关键特征信息。同时,对数据坐标统一处理,把不同坐标系的数据转变成统一的坐标系,提高数据的统一性。

2.3 三维建模技术

三维建模是实景三维技术中的重点,核心目标是通过处理后的数据,建立和现实场景保持一致的三维数字模型。结合建模方式,实景三维技术中包含人工建模、半自动建模及全自动建模,当前已经实现了由人工建模向全自动建模方向转变,建模水平和效率明显提高。

人工建模需要建模人员手动操作,结合采集的数据和场景情况,手动建立三维模型,适合应用在小范畴、细节比较复杂的场景中,如文物、特色建筑等^[3]。半自动建模是融入人工操作与自动化算法,通过自动化算法进行模型的初步构建,之后由建模人员对模型细节优化处理,兼顾建模效率与质量,这种建模方式适合应用在中等规模、对细节有着严格把控的场景中,如城市片区、工业园区等,在保证模型精度的同时,也能提高建模工作效率。全自动建模是当前实景三维建模中比较常见的技术手段,

基于人工智能、计算机视觉等技术,通过算法自动完成数据采集、整理、体征分析、模型构建等操作,不需人工干预,建模效率高,适合应用在大面积、大范畴的场景建模中,如地形级实景三维建模,利用全自动建模技术,快速处理大范畴的遥感影像及点云数据,形成全域地形三维模型。

3 实景三维技术的实际应用领域

3.1 自然资源管理领域

对于自然资源管理领域,对实景三维技术的应用频率比较高,在实景三维技术作用下,实现对土地、矿产、森林等自然资源的精准监测与高效管理,制定合理化的决策方案。实景三维技术可以建立全域地形、地貌三维模型,将自然分布情况、空间关系以及动态变化进行全面展现,为自然资源调查、确权登记、自然资源开发利用、生态保护等工作有序进行提供依据。在土地管理过程中,通过使用实景三维技术,可以实现对土地利用情况的动态监测与实时管理,例如通过开发“土地云踏勘”产品,将地块规划、交通运输、配套设施等相关进行采集,并利用实景三维模型实现地块的立体化展现,企业足不出户就能完成土地勘察工作,投资效率明显提升。并且,通过使用三维模型,建筑密度、容积率等指标可以实现自动化比对,违规项目无处遁形,如加油站项目利用三维日照模拟,精准验证采光合规性,审批期限明显缩短。在生态保护方面,实景三维技术能对生态环境进行动态监测与预警,如通过使用实景三维+AI技术,可以实现对地质灾害高风险区域进行实时监测,并利用淹没分析模型,判断内涝灾害发生率及影响范畴,辅助土地开发避险^[4]。此外,实景三维技术也能建立生态保护区三维模型,实时监测森林覆盖率、植物变化等状况,为生态修复、物种多样化保护提供数据参考。

3.2 城市建设领域

在智慧城市建设发展中,实景三维技术被广泛应用其中,为城市规划、城市建设及城市管理提供了核心技术支持,为构建“数字孪生城市”打下扎实的基础,实现城市发展的智能化、数字化。实景三维技术可以精准复刻城市建筑、道路、管网及绿化等基础设施,建立城市全域三维模型,为城市规划设计、工程开发建设、城市管理等工作顺利进行提供条件。在城市规划设计过程中,实景三维技术能对规划方案进行可视化模拟与智能化分析,便于规划人员对规划方案可行性进行分析,优化设计方案。例如,通过使用视频生成大模型+规划规则Agent,输入自然语言指令,生成合理化的规划方案,并输入融合光影、人流的动态模拟演示,无需人工操作建模软件,即可实现多种方案的迭代替换。在城市更新发展中,实景三维技术能精准获取老旧小区的建筑结构、基础设施等信息,为城市更新方案设计与优化提供依据,避免盲目施工。在城市管理过程中,实景三维技术可以实现对城市基础设施的精细化管理,例如在城市地下管网三维模型建设中,清晰地展现管网分布、走向、规格等基础信息,为管网设计、维修、应急处理提供依据,防止由于管网损坏而引发安全问题。并且,实景三维技术也能与物联网技术相互融合,对城市交通、城市环境、城市安防等方面进行实时监测,提高城市管理水平。

3.3 文物保护领域

文物保护是实景三维技术应用的特色领域, 凭借其高精度、真实化等优势, 实现了对文物的数字化存档、修复模拟以及保护监测, 有效避免文物在保护中出现各种问题, 如不可再生、损坏等。实景三维技术可以精准复刻文物的外观、纹理、细节等, 通过建立文物的实景三维模型, 实现文物的数字化存档, 为文物研究、展示、修复等工作顺利进行提供依据。在文物数字化存档过程中, 通过三维激光扫描、无人机倾斜摄影等技术, 获取文物的高精度数据, 建立毫米级别的高精度三维模型, 实现文物的永久保存。例如, 通过对区级以上文物进行数字化建档, 利用实景三维模型还原当地特色建筑的细节, 并和文化遗产档案管理系统相互对接, 便于信息的随时获取与使用。如果是容易损坏、不可移动的文物, 如壁画、雕塑等, 可以利用实景三维模型, 实现文物的数字化复刻, 防止受自然侵蚀、人为破坏等因素影响导致文物受损。在文物修复过程中, 实景三维技术能实现修复方案的模拟与优化, 减少修复环节中对文物的损伤。例如, 对于部分地区出现的混凝土脱落、屋面漏雨等问题, 专家团队利用三维激光扫描建立高精度的三维模型, 为建筑病害诊断、数字化修复提供支持, 制定了可行性的修复方案。并且, 通过三维模型的分析, 实现对文物修复成果的实时监测, 保证修复工作的合理性与有效性。

3.4 应急管理领域

应急管理领域对于技术的实效性、精准性有着严格要求, 实景三维技术可以快速获取灾害现场的三维模型, 为应急救援、灾害评估以及灾后重建等工作顺利开展提供数据支持, 有效提高应急管理水平。在灾害发生以后, 利用无人机倾斜摄影、三维激光扫描等现代化技术, 快速获取灾害现场的实时数据, 建立灾害现场三维模型, 直观展现灾害的影像范畴、破坏程度等, 便于救援人员制定高效的救援方案。例如, 在发生地震、海啸、山体滑坡等自然灾害以后, 通过实景三维技术能够及时获取灾害现场信息, 并且直观地展现灾害现场情况, 如房屋倒塌、道路受损、

人员被困等, 为救援人员提供准确、高效的现场信息, 提高救援工作效率, 减少人员伤亡及财产损失。在灾害评估方面, 通过三维模型进行比较分析, 能够精准计算出灾害造成的损失, 为灾害评估及灾后重建等工作开展提供依据。同时, 实景三维技术也能建立灾害隐患点的三维模型, 实现对隐患点的动态监测与风险预警, 提前做好防控工作, 降低灾害带来的影响。

4 结束语

实景三维技术是一种全新的基础测绘核心技术, 其融入了多学科、多领域的技术成果, 实现了现实世界的真实化、立体化模拟, 为数字中国建设发展提供了方向。加强对实景三维技术发展与应用的研究, 是测绘地理信息事业转型发展的必然需求, 更是推动数字中国发展的关键举措。在未来, 应持续加强对实景三维技术的研究分析, 完善行业标准, 培养大批量的优秀人才, 推动实景三维技术与各个行业业务的有机结合, 将实景三维技术赋能价值充分发挥, 为经济社会高质量发展提供保障。与此同时, 加强国际之间的技术交流, 推动实景三维技术国际化发展, 建立完善的技术应用体系。

[参考文献]

[1]徐凯. 实景三维数据建设关键技术研究与应用[J]. 城市建设, 2025, (28): 80-82.

[2]赵弼皇. 实景三维技术在湿地景观模拟与可视化中的应用[J]. 现代农业科技, 2025, (20): 163-168.

[3]聂泽宁. 基础测绘与实景三维技术在城市规划中的应用研究[J]. 城市建设, 2025, (20): 71-73.

[4]袁万里. 基于多源数据的实景三维建模关键技术研究与应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2025, 48(03): 202-204+207.

作者简介:

开丽曼尔·吐逊江(1994--), 女, 维吾尔族, 新疆阿图什人, 大学本科, 助理工程师, 主要研究方向为遥感影像的智能化应用与测绘生产。