

实景三维模型在村庄规划中的应用探索

田婉怡¹, 马炎生¹, 罗 潇²

¹湖南省第一测绘院, 湖南 长沙

²衡阳市城市建设投资有限公司, 湖南 衡阳

收稿日期: 2023年6月6日; 录用日期: 2023年7月13日; 发布日期: 2023年7月20日

摘 要

积极推进村庄规划编制、建设美丽乡村是落实国家乡村振兴战略的一项重要举措。目前在村庄规划的实施过程中还存在因地形地貌复杂导致的现场踏勘困难、二维设计不够直观全面、平面规划成果难以理解等难点。本文利用无人机倾斜摄影测量技术获取多视角倾斜影像, 通过专业建模软件快速构建实景三维模型, 有效地解决了上述问题, 并在实景三维模型上进行建设项目选址、建设项目时序化管理、实景三维成果展示等。该技术大大提高了规划精准度和工作效率, 为实景三维建模技术在村庄规划中的应用打下基础。

关键词

村庄规划, 实景三维模型, 无人机倾斜摄影

The Application Exploration of the Real 3D Model in the Planning and Design of the Village

Wanyi Tian¹, Yansheng Ma¹, Xiao Luo²

¹The First Surveying and Mapping Institute of Hunan Province, Changsha Hunan

²Hengyang City Construction Investment Co., Ltd., Hengyang Hunan

Received: Jun. 6th, 2023; accepted: Jul. 13th, 2023; published: Jul. 20th, 2023

Abstract

Actively promoting the preparation of village planning and building a beautiful countryside is an important measure to implement the strategy of national rural revitalization. At present, there are

still some difficulties in the implementation of village planning, such as the difficulty of site investigation, two-dimensional design is not comprehensive and intuitive, and the difficulty in understanding the results of graphic planning design. This article uses the drone tilt photography measurement technology to obtain multi-view tilt images. Through professional modeling software, the real three-dimensional model is quickly constructed, the above problems are effectively solved, and the site selection of construction project, construction project timing management, the display of 3D results are carried out on the real 3D model, etc. This technology greatly improves the accuracy and work efficiency of planning, and provides a basis for the application of real three-dimensional modeling technology in the planning of the village.

Keywords

Village Planning, Real 3D Model, Drone Tilt Photography

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

乡村振兴是一项系统工程，实施乡村振兴战略关键在于编好“多规合一”村庄规划[1]。测绘地理信息工作能为村庄规划提供详实的地理信息数据支撑，已经成为村庄规划和设计中不可缺少的一环。

高青[2]利用地理国情监测成果丰富的要素信息，摸清规划村庄的农、林、牧、草空间分布，掌握交通、水利、居民地等要素的相互关系，为科学规划提供精准的空间信息服务与支持。程亚英等[3]通过无人机航空摄影测量技术快速得到村庄 1:2000 地形图，结合多角度影像，为规划编制提供准确、全面的数据信息和图件。

虽然测绘已经成为辅助村庄规划编制的重要手段，但大多数村庄规划仍以平面影像和二维地理信息数据结合作为规划底图底数，得到的规划成果也是二维的，可能存在规划不够精准合理、非专业人士识图困难等缺点。倾斜摄影实景三维模型包含真实的地表地物纹理和大量的空间地理信息，具有精度高、可量测、可视化和立体化的特点，能真实还原村庄现实场景。

本文通过构建实景三维模型作为村庄规划的底图底数，并建立实景三维规划管控平台，在该平台上进行三维分析、规划选址，对村庄建设项目进行时序化管理，为倾斜摄影实景三维模型在村庄规划编制中的深入应用提供技术参考。

2. 无人机倾斜摄影实景三维建模技术

2.1. 无人机倾斜摄影技术与特点

构建实景三维模型方法有 CAD 建模、三维激光扫描建模、移动测量建模和无人机倾斜摄影测量技术建模等。其中，无人机倾斜摄影测量技术建模成为当前构建大场景实景三维模型的一种常用手段。它是通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从垂直、倾斜等不同角度采集影像，获取地面物体更为完整准确的信息，所获取的影像为实景三维影像[4]。该技术的影像数据采集方式及成像方式分别如图 1 与图 2 所示。

无人机倾斜摄影测量技术有以下特点：

1) 可同时获取地物顶部和侧面等多方位、多视角的影像，以极高的空间和时间分辨率捕获地物信息，影像信息更为全面，获取影像效率高。

- 2) 影像间重叠度高, 视场角开阔, 拍摄漏洞少, 可以获取更广泛区域的信息。
- 3) 在实际应用中, 无人机倾斜摄影测量技术需要的人为干预很少, 计算机自动化水平较高, 测绘精度较高, 可以有效减轻人力、物力的需求, 节省时间, 提高生产质量和效率。

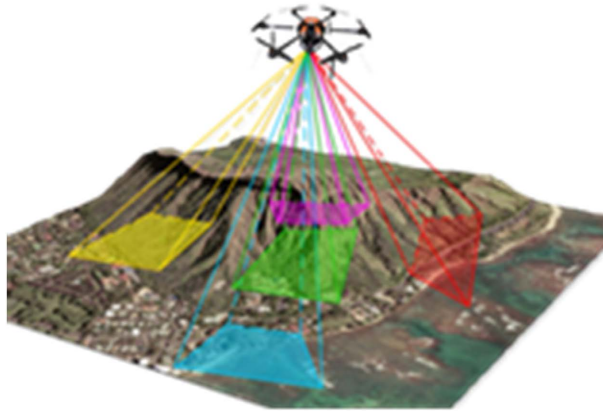


Figure 1. Schematic diagram of UAV tilt photography data acquisition
图 1. 无人机倾斜摄影数据采集示意图

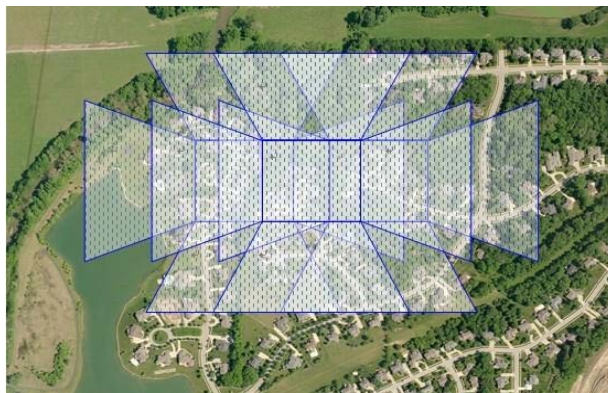


Figure 2. Continuous photographic imaging method
图 2. 连续摄影成像方式

2.2. 无人机倾斜摄影实景三维建模技术

为构建完整、逼真、现势性强、坐标信息精准的实景三维模型, 可采用如图 3 所示步骤进行实景三维模型建模, 主要包括以下步骤: 无人机倾斜摄影、影像预处理、倾斜影像空中三角测量解算、实景三维模型生成、模型精修、模型整合。

首先, 采用无人机倾斜航空摄影技术进行倾斜摄影影像采集, 利用 Smart3DCapture 软件进行倾斜摄影自动建模, 将相机参数、影像数据和 POS 数据进行多视角影像特征密集匹配, 并以此进行区域网的自由网多视影像联合约束平差解算, 建立在空间尺度上可以适度自由变形的立体模型, 进行相对定向, 转刺像片控制点成果, 用约束平差对已有区域网模型进行解算, 并将其纳入到精确的大地坐标系统中, 完成绝对定向。

然后, 通过高重叠度的影像进行空三计算、密集点云生成、模型重构、自动纹理映射完成批量三维模型场景建模工作。图 4 倾斜摄影建模步骤展示的分别是经过空三运算后得到密集点云模型、三角网格白模模型以及通过渲染得到实景三维模型。

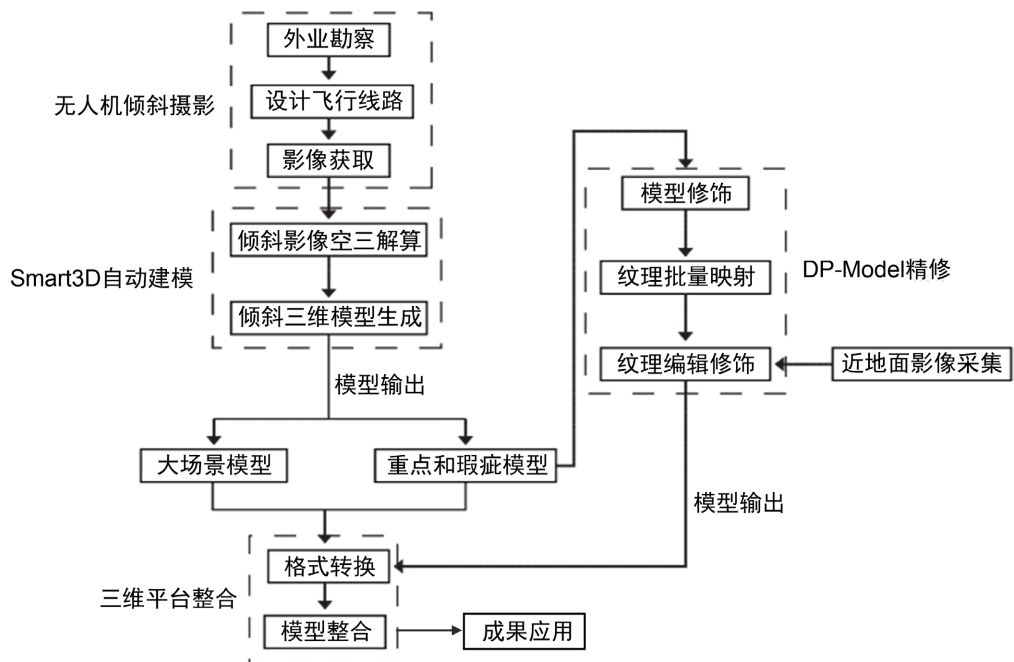


Figure 3. 3D real model data production technology roadmap

图 3. 三维实景模型数据生产技术路线图



(a) 密集点云模型

(b) 三角网格白模模型

(c) 实景三维模型

Figure 4. Oblique photographic modeling

图 4. 倾斜摄影建模

倾斜摄影实景三维模型由于受到物理遮挡和影像分辨率的限制，存在部分模型拓扑结构错误、模型变形、纹理扭曲拉伸的现象，需要通过 DPModeler 模型精细化软件对三维模型进行精细化编辑。

采用 3ds Max 软件通过多边形三维建模和纹理贴图的方法进行三维精细模型数据生产，表现构筑物的平面位置、高度起伏，通过不同的纹理进行模型贴图表现构筑物的质地、色彩等纹理特征。

上述方法可以最大限度地还原真实自然的三维地理场景，建立的实景三维模型带有精准坐标信息，可以进行量测定位。

3. 倾斜摄影实景三维模型在村庄规划中的应用

本次村庄规划项目位于临湘市江南镇南部洋溪村。该村土地总面积 1247.09 公顷，属丘陵地貌，适合进行倾斜摄影实景三维建模。为对村内公共服务设施和农村居民点选址应用三维倾斜数据分析，实现二维设计到三维设计的转变。本项目采用无人机倾斜摄影测量技术，对全域范围建立实景三维模型数据。通过上述建模技术将成果数据导入实景三维规划管控平台，可实现三维场景浏览、地形地貌数据对比、量测和用地分析。

3.1. 建设项目时序化管理

建设项目管理是工程建设项目过程中的重要组成部分，贯穿整个项目周期，直接关系到项目进度、项目质量等，具有非常重要的作用。运用实景三维模型包含丰富地理信息的特性，可以对建筑物进行空间位置定位和三维分析，更能实现三维场景展示，有利于直观了解建设项目情况。本研究中，通过建立实景三维规划管控平台，在平台上进行功能的搭建，有效实现了建设项目时序化管理功能。

将项目建设前、项目建设中的实景三维模型以及规划实景三维模型发布至实景三维规划管控平台中，可以有效对比该地块施工前后的地形地貌，对项目建设过程监督与管理(如图 5 所示)。平台中还可以挂接矢量数据，将带有坐标的设计图与实景三维模型套合，可直观检查建设项目的坐标位置、范围大小等与设计是否存在偏差，为建设项目跟踪管理提供一种新手段，有助于提升项目的统筹管理。



Figure 5. Project construction achievement
图 5. 项目建设成果

3.2. 规划选址分析

由于临湘市高新技术产业园滨江片区选址洋溪村，急需在村内规划集中安置区，以解决村民的住房需求问题。本项目将应用实景三维模型对集中安置区进行规划选址，在实景三维模型上可以直观了解村庄现状地类以及村庄地形，以便进行合理的规划选址分析，最后综合考虑村民选址意向形成规划选址方案(如图 6 所示)。

3.3. 规划成果展示

通过对实景三维模型中的规划选址区域进行网格置平、切割、编辑，并替换为规划方案模型，实现实景三维模型与规划模型无缝替换和衔接融合，直观形象的表达规划成果，进行科学的规划布局，直观

展示村庄规划后整体风貌(如图 7 所示)。实景三维规划管控平台支持平面规划图与实景三维模型的叠加,通过“平面 + 立体”的多维成果展示,方便社会公众更好理解规划成果。

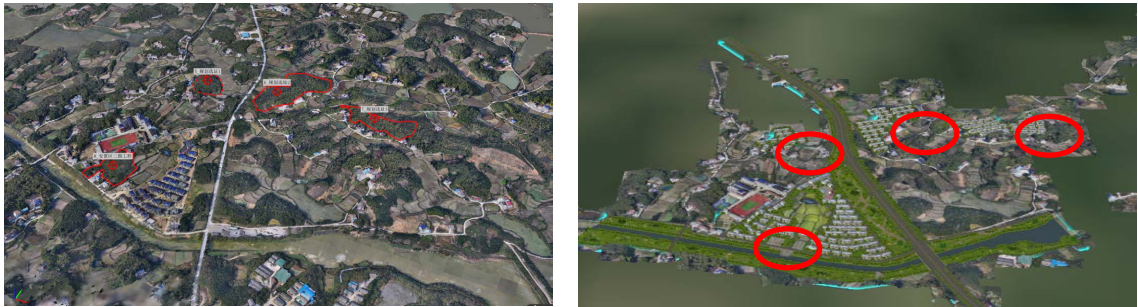


Figure 6. Real 3D model for planning site selection analysis
图 6. 实景三维模型规划选址分析



Figure 7. Real 3D model results display
图 7. 实景三维模型成果展示

4. 结语

三维影像模型承载了丰富全面、直观精确的地理信息数据,能够解决村庄规划过程中地理信息数据缺乏、现势性不足等难点,为村庄规划中土地资源、村庄建设规划和管理利用提供一种行之有效的新思路。本文通过倾斜摄影实景三维模型在村庄规划中的应用,主要实现以下目的:

1) 在项目建设时序化管理上可直观检查建设项目的坐标位置、范围大小等与设计是否存在偏差,为建设项目跟踪管理提供一种新手段,有助于提升项目的统筹管理。

2) 借助实景三维模型,规划工作场景从二维转换到三维,通过三维分析,辅助完成村民建房选址任务,增强规划合理性,确保村庄规划科学实用,能够落地实施。

3) 利用无人机倾斜摄影技术,起飞条件和工作方式机动灵活,可在较短生产周期内实现外调信息的预提取,做到不缺不漏,有的放矢,进而缩短规划周期,提升规划效率。在调研前期,可通过实景三维模型呈现的真实场景进行线上踏勘,外业踏勘工作量减少,自动化程度提高,野外作业成本以及测绘外业作业员劳动强度显著降低。

4) 以实景三维场景为基底叠加规划数据建立直观易懂的规划成果展示体系,将规划效果与当前现状差异呈现在村民面前,使抽象的平面规划变成具体的三维模型,有效提升村民在村庄规划过程中的参与度,便于群众理解规划成果和反馈意见,建立专业规划师与村民沟通的桥梁,更好支持规划成果的修改完善。

未来还可以探索实景三维辅助村庄规划的更多应用领域,比如利用实景三维进行村庄风貌设计、生态修复治理等,随着实景三维技术的不断发展,其在村庄规划中的应用将会越来越广泛。

基金项目

湖南省自然资源厅科研项目经费资助(2022-05)。

参考文献

- [1] 吴方兴, 吴铠甫, 谢婷. 以“多规合一”村庄规划为抓手探索乡村振兴困境和对策[J]. 国土资源导刊, 2022, 19(1): 1-5.
- [2] 高青. 浅谈地理国情监测成果在乡村规划中的应用[J]. 华北自然资源, 2022(3): 73-76.
- [3] 程亚英, 陈志平, 赖玉莹, 等. 测绘在国土空间规划中的应用研究——以蒋巷宅基地改革村庄规划为例[J]. 现代测绘, 2021(S2): 101-102, 106.
- [4] 刘力荣, 左建章, 岳贵杰, 等. SWDC-5 倾斜像片定位定姿方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(9): 5-6.