

浅谈实景三维建设的实施方法和流程

晋明辉 慕战旗

河北省第二测绘院, 河北省 石家庄 050031

[摘要]作为一项创新性地理空间信息表达方式, 实景三维通过真实、立体、动态的时空数据, 全面反映人类生产、生活和生态空间。它是国家新型基础设施的重要组成部分, 标志着测绘地理信息服务的新发展方向。在服务经济社会发展和生态文明建设的战略定位下, 实景三维建设已成为测绘地理信息领域传统业务转型升级的核心路径。基于此, 本篇文章聚焦于实景三维建设的具体任务与目标, 结合实际工作中的技术要求与内容规范, 系统阐述了实景三维建设的理论方法及实施步骤, 深入剖析了实景三维建设的关键问题。

[关键词]地形图; 二维地理实体; 倾斜摄影; 三维模型

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17383

中图分类号: P631

文献标识码: A

Brief Discussion on the Implementation Methods and Processes of Realistic 3D Construction

JIN Minghui, MU Zhanqi

Second Surveying and Mapping Institute of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

Abstract: As an innovative way of expressing geographic spatial information, real-life 3D comprehensively reflects human production, life, and ecological space through real, three-dimensional, and dynamic spatiotemporal data. It is an important component of the country's new infrastructure, marking a new development direction for surveying and mapping geographic information services. Under the strategic positioning of serving economic and social development and ecological civilization construction, real-time 3D construction has become the core path for the transformation and upgrading of traditional business in the field of surveying and mapping geographic information. Based on this, this article focuses on the specific tasks and goals of real-life 3D construction, and systematically elaborates on the theoretical methods and implementation steps of real-life 3D construction, combined with the technical requirements and content standards in practical work, which deeply analyzes the key issues of real-life 3D construction.

Keywords: topographic map; two-dimensional geographic entity; oblique photography; 3D model

推进实景三维建设; 搭建统一的国家地理空间基底和数据融合平台为自然资源管理、生态文明建设提供统一的时空数据基础底板; 可以实现资源、生态现状信息与管理信息的有机融合; 为履行“两统一”职责提供高效技术支撑; 促进自然资源、国土空间治理体系和治理能力现代化; 助力美丽中国建设; 通过地理空间大数据与其他生产要素的耦合协同; 可以实现生产、生活要素供给与需求在时空上快捷、精准、智能匹配^[1]; 促进传统生产要素高效配置和国土利用空间拓展延伸; 随着实景三维中国、智慧城市建设等国家战略的稳步实施; 实景三维模型因其动态可视化和空间精密性逐渐受到关注^[2]。

1 倾斜摄影实景三维模型生产

通过专业级飞行平台搭载影像采集系统对项目区域内进行航拍作业, 并通过解析空中三角测量计算和三维重建, 生成实景三维 mesh 模型。

首先收集测区现状数据、文字资料, 确定数据采集标准, 开展现场踏查等工作。再根据测区实际情况, 划分作业区, 将测区内的不同作业区分优先级, 按照优先级由高到低进行作业。

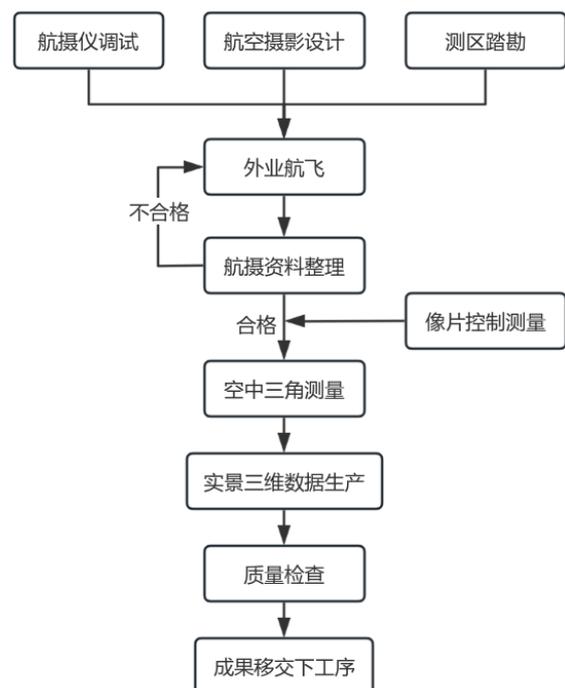


图1 实景三维生产技术路线图

1.1 无人机航拍采集技术要求和流程

航摄数据采集以无人机为飞行平台,负载单镜头高清相机进行多视角摆动拍摄,通过倾斜摄影测量技术,实现对三维立体地理信息的快速获取^[3]。

航测作业开始前需要对测区进行踏勘;结合踏勘情况,设计飞行平台航线预规划,设计航摄范围、航摄分区、飞行安全高度、飞行器起降点、安全防护及应急措施。

航摄应选择能见度良好,风力较小的天气进行。

航摄区域内高程不大于 30m 的以平均高程面为起算基准面,大于 30m 的分区域航飞并保证区域间有重叠区域,以像片分辨率 $\leq 0.03\text{m}$ 为标准计算任务区相对飞行高度。

实际航摄区应较任务航区外扩 1 个航高,保证任务区足够重叠度。

根据现场天气状况选择合适的曝光强度,保证像片明暗合理、对比清晰;拍照方式选择等距拍照。

无人机倾斜像片等原始资料经过质检合格后以航摄分区为单元单独汇交,主要包括下列成果。

数据成果:航片、POS 数据。

文档资料:航摄日志,航摄技术报告等。

1.2 控制测量成果方案

像片控制点测量技术流程如图 2 所示:

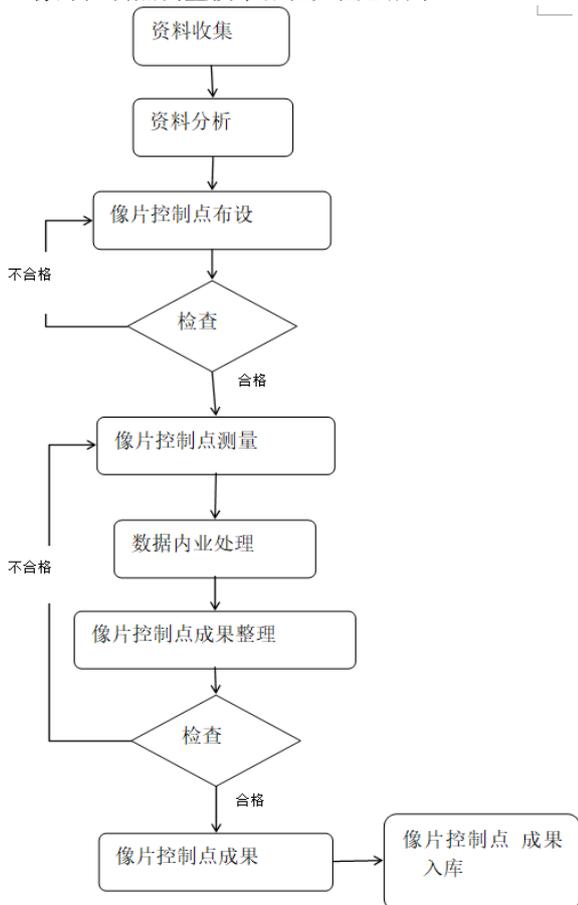


图 2 像片控制点测量技术流程图

像控点布设:优于 0.03m 倾斜影像区域,平均每平方公里不少于 8 个像控点。区域网四周控制点要能控制模型重建面积,特别注意在不规则区域应于其周边增设像控点,目标特征明显易判。

检查点布设:应保证平均每 1 平方公里 3 个检查点用于检查空三和实景三维模型精度,分布均匀且目标特征明显易判。已有的像片控制点数据成果,在满足本设计要求及精度的前提下,可做为像片检查点使用^[4]。

像控点要求:像控点的布设采用地面喷漆和地物特征点的方式进行,在短时间内不易被破坏、磨损及变形。

特征点选取要求:分区外围控制点应能够控制测绘面积,测区外围的图边处,控制点应布设在图廓线以外航向不少于 1 条基线以上、旁向不低于 800m;航线两端的控制点左右偏离不大于半条基线;像片控制点点位目标影像应清晰,易于判刺和立体量测,明显地物角点或地物交汇角适宜于作为平高像控点点位,地物交汇角一般应在 $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 之间;高程控制点应选在高程变化不大的地方,以平山头或者线状地物的交点为宜,当目标与其它像片条件发生矛盾时,应着重考虑目标判读条件;尽量不选择墙角做为刺点目标,两侧植被茂密的田间小路(宽度 1.5m 以下),内业不易量测,不宜作为控制点位;像控点位应具备适宜的 GPS 的观测环境,避开大功率电磁辐射装备,避开大面积水面;为利于像控成果在其他项目中的使用以及存档的需要,点位应尽量选择固定的、利于长期保存的目标;外业人员在采集控制点点之记时,应在视野开阔处对采集的点位进行多方位拍摄,至少拍摄三张点位照片,尽可能多地包括周边的地物,以便于内业人员刺点时进行判读。

像控点采集:作业中使用的测量仪器设备应经法定计量部门检定合格,并在有效期内使用。像片控制点测量主要采用网络 RTK 测量方式。

采用卫星导航连续运行基准站网网络 RTK 接收差分信号直接获取像片控制点的 2000 国家大地坐标和大地高,再通过参数把大地高转换成 85 高程,平面采用已知的 CGCS2000 参数进行采集,高程通过似大地水准面转化软件对图根点位的大地高数据进行正常高转换,从而获取图根控制点的高程成果。

像片控制点测量成果以摄区为单元提交,包括像片控制点成果表、点之记和布点图。

1.3 实景三维模型建模生产流程

在空中三角测量中倾斜航空摄影测量由于摄影倾角大,影像变形严重;分辨率变化大,尺度无法统一;重叠数多,需要多视处理等特点,使其空中三角测量有异于常规数码航空摄影测量中的空中三角测量方式,常规的空三加密软件一般都不能实施,需要多视角航空摄影测量空中三角测量专业软件进行数据处理^[5]。具体步骤如下:

空中三角测量采用数据处理软件,将相机参数、影像数据、POS 数据进行多视角影像特征点密集匹配,并以此进行区域网的自由网多视影像联合约束平差解算,建立在空间尺度可以适度自由变形的立体模型,完成相对定向;将外业测定的像片控制点成果,在内业环境中进行转刺,利用这些点对已有区域网模型进行约束平差解算,将区域网纳入到精确的大地坐标系统中,完成绝对定向。空三结束后应及时查看精度报告以符合基本精度要求^[6]。

在数据处理软件完成空三加密,检查精度符合要求后,导出空三结果,再导入数据处理软件生产制作三维模型生产。

影像密集匹配,由空三建立的影像之间的三角关系构成三角 TIN,再由三角 TIN 构成白模,软件从影像中计算对应的纹理,并自动将纹理映射到对应的白模上,最终形成真实三维场景^[7]。

在空三结果中开启一个重建。在重建设置中,点击“提交产品”,在产品页面填写成果的名称,选择生产的格式和坐标系。然后选择要生产的瓦块数据,即可生产实景三维 mesh 成果。

三维模型的修饰须满足完整性、逻辑一致性、位置精度、表现精度四个原则。

2 地形图更新生产

对测区内进行地形图更新生产工作。工作底图与现有最新版 Mesh 三维模型数据对比无变化的地物、地貌不再进行精度检查和评定,仅对有变化的地物、地貌进行更新。

首先绘制变化区域。根据原 DLG 数据,对比最新倾斜三维模型、卫片、正射影像等,对于变化大或缺少 DLG 数据的区域绘制变化区域,变化区域内采取基于 Mesh 三维模型进行数据全新采集生产,其数据详细颗粒度和精度应与原 DLG 数据保持一致。

变化区域外的其他区域。对于变化很小、基本无变化的区域,表现为房屋、道路、绿地、水系等主要地物地形基本无变化,不对原图进行修测;对于局部变化区域,只对局部变化进行更新。当局部更新衔接处出现新测数据与原有图纸数据超过规范精度要求时,应在新测数据复检无误后,以新测数据为准对原图纸数据进行变更,更新至精度符合要求的范围,否则原图不做改变。图上有明显错误的地物、地貌应予以纠正。

地形图更新生产内业能判断的均以内业工作为准,内业无法判断的区域绘制核查范围或核查标记,最后经过外业调绘与内业编图工作,形成符合省质检站检查要求的标准数据。

调绘的主要内容是对图上所有要素进行位置巡视及属性检查;对新增和变化的地物、地貌进行定性;对所有阴影部分、地物遮挡部分和遗漏的地物、地貌进行补测,彻底解决上一工序遗留问题;对原有地物表示错误、不完整或与现在标准要求不一致的都要进行修测。

3 城市二维地理实体生产

对测区内进行二维地理实体转换生产工作。转换生产的精度同 DLG 精度,对于建筑物重要地物要素与 Mesh 模型对比如无变化但精度存在差异,平面位置差距小的可不进行调整,遵循原始数据精度,对于明显绘制错误的地方要进行调整。

汇集测区内地形图 DLG 和 Mesh 三维模型,以及收集不动产、交通路网、地名地址等数据通过转换生产方式生产二维基础地理实体数据,以上源数据经过标准化处理形成地理实体生产的现有数据基底,为地形图数据更新、建库与二维地理实体生产工作提供现势的工作底图。

基于以上形成的数据成果,结合其他相关数据资料,开展水系实体、房屋实体、院落实体、交通实体、植被实体和地名地址等实体的生产工作,进行语义化与关系构建,最终输出符合省标要求的二维地理实体。

4 城市三维模型构建

从大比例尺数字线划图中提取建(构)筑物基底面。大比例尺地形图中不包含建(构)筑物高度信息且未收集到建(构)筑物高度信息的^[8],可结合倾斜摄影 mesh 模型,从模型中量测建(构)筑物高度,构建城市三维模型。

选取合适的通用建筑纹理,为建筑物挂接纹理。

从数字线划图(DLG)中提取建(构)筑物基底矢量数据,生成二维面状矢量属性文件。并按要求增减属性项,将 DLG 的属性信息整合转换为三维模型的属性信息,对收集的住建、民政等专业部门信息,以及网络地图、网络信息等各种众源信息进行分析整理,补充采集 DLG 缺少的基础属性信息,信息丰富的,可将基础属性以外的放入扩展属性。

成果质量检查:检查设置了自检或互检、一级检查和二级检查三个环节。两级检查工作先后开展,即作业员在完成了自检或互检并修改完善后,才能进入检查环节,即一级检查和二级检查。其中一级检查、二级检查均进行检查记录。对于所有数据成果,一级检查应对项目成果进行 100%的内、外业检查,二级检查应对项目成果进行 100%的内业检查和 30%的外业检查,各级检查应做好返修工作安排,避免将上一级错误带入到下一级检查中。

各级检查均应有填写质量检查记录表。

5 结束语

强化成果在自然资源管理、城市规划、城市治理、百姓生活中的推广应用,为城市信息模型(CIM)基础平台、智慧城市、孪生城市建设提供三维化、实体化、语义化的新型时空数据资源保障,实现了数字空间与物理空间的实时关联与信息互通功能。为数字城市规划和数字经济发展提供了三维空间定位框架以及分析基础,从而有效支撑了政府决策优化、城市管理和公共服务的

智能化与社会化应用。

[参考文献]

- [1]徐瑶.AI+时空信息打通数字经济新赛道——张继贤谈地理空间信息助力新质生产力[J].中国测绘,2024(7):40-42.
- [2]曲俸磊,胡忠文,张英慧,等.基于多视角二维投影的实景三维模型解译[J].地球信息科学学报,2024,26(3):654-665.
- [3]张新长,廖曦,阮永俭.智慧城市建设中的数字孪生与元宇宙探讨[J].测绘通报,2023(1):1-7.
- [4]侯俊波,李明礼,徐谦.浅谈地形级实景三维生产中的问题分析及处理[J].测绘与空间地理信息,2024,47(1):82-84.
- [5]黄磊.倾斜摄影测量在采矿权范围勘测定界中的应用技术要点[J].世界有色金属,2022(20):27-29.
- [6]周世涛,李照宇.无人机倾斜摄影测量在 1:500 大比例尺地形图中的应用[J].经纬天地,2020(3):77-81.
- [7]李沫.实景三维模型在城市规划管理中的应用[J].测绘与空间地理信息,2018,41(7):126-127.
- [8]陈洋,王刚,勾昆,等.基于不同数据源类型构建 LOD1.3 级城市三维模型相关技术研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(1):60-62.

作者简介:晋明辉(1974—),女,本科,副高级工程师,从事测绘地理信息工程建设及数据处理相关工作。