

浅析倾斜摄影实景三维模型成果质量检查与方法

湖南省测绘产品质量检验中心 刘梦诗
湖南省第一测绘院 蔡佐茜

摘要：实景三维建设是面向新时期测绘地理信息事业服务经济社会发展和生态文明建设的新定位、新需求。随着各领域对城市实景三维模型的需求日渐增大，倾斜摄影、自动化三维建模、纹理采集等测绘技术的逐步成熟。倾斜摄影实景三维模型数据成果应用越来越广泛。基于此，本文通过对比分析传统手动三维建模与倾斜摄影自动建模生产的实景三维成果，分析产品质量检查的关键内容以及总结检查常见错误，从生产技术的角度分析问题产生的原因与改进方案，为新型实景三维成果的检查与验收提供技术参考。

关键词：倾斜摄影；实景三维；质量

DOI: 10.12433/zgkjtz.20240307

一、研究背景

2022年3月，自然资源部办公厅印发《关于全面推进实景三维中国建设的通知》，实景三维建设的进程进一步加快。实景三维是对人类赖以生存、生产和生活的自然物理空间进行真实、立体、时序化反应和表达的数字虚拟空间，是国家新型基础设施建设的重要组成部分，为经济社会发展和各部门信息化与智能化提供统一的空间基底。

这一技术的演进源于对更真实、精细和逼真的三维模型和环境的需求，从早期的计算机图形实验发展到今天的广泛应用领域。实景三维模型的发展历程伴随着计算机技术、虚拟现实和地理信息系统等多个领域的不断进步，为城市规划、文化遗产保护、虚拟现实应用和模拟技术等领域提供了丰富的资源和工具，为更好地理解 and 交互现实世界创造可能。

近年来，伴随倾斜航空摄影建模等技术的快速发展，三维地理模型数据已从传统的手工建模转向通过倾斜摄影测量、激光点云等技术辅助建模。就产品形式与质量特性而言，“一张皮”形式的倾斜摄影三维模型已成为一类独立的三维模型数据产品。因此，如何积极探索倾斜摄影实景三维模型成果的质量检查与方法，明确不同设计要求下的质量检查元素和错漏类型，

构建完整的检查与验收体系，是亟需解决的问题。

二、传统三维模型与倾斜摄影实景三维模型区别

倾斜摄影实景三维模型在生产工艺、成果表现、应用层次等方面均与传统三维建模不同。传统意义的三维模型普遍以二维GIS数据（主要包括数字线划图、数字正射影像、数字高程模型、外业照片）等非立体的数据为数据来源，通过三维建模软件如3D Max等采取人工构建立体模型的方式构建三维模型。而倾斜摄影三维模型生产利用倾斜摄影技术，通过在同一飞行平台搭载多台传感器，同时，从1个垂直、4个倾斜、5个不同的角度采集影像，捕捉真实世界中的高分辨率三维技术，然后利用计算机进行数据预处理，包括图像校正、去畸变、多视角影像匹配，多视影像区域网联合平差，自动化模型建立来实现实景三维模型构建，具有高精度、高分辨率、高清晰度的特点。

在模型精度方面，由于数据来源和建模过程的不同，传统三维模型生产的精度受到数据采集和建模方式的约束，难以获得高精度的模型。而倾斜摄影三维模型生产能够以多个角度获取目标区域的影像和数据，精度更高，可以实现亚米级别的精度要求。

传统三维模型生产需要经过复杂的建模过程，包括粗略建模、细节建模、纹理处理等。按地物的重要程度划分模型等级高低或者按精细程度划分建模类型。倾斜摄影三维模型在生产过程中，模型的建模、纹理的处理等很多环节自动完成。各类地物的模型结构和精细程度均按统一规则取舍，与地物要素的重要等级无关。结合实景三维模型成果，体量较大且地物周边无遮挡的建筑模型、道路模型、水系模型、地形模型结构比较完成。但较为复杂的建筑物模型如下穿结构、悬空通廊以及电线杆、指示牌、围墙等普遍容易出现漏洞、漂浮、残缺现象。这就需要在对实景三维模型质检过程中，结合实际情况，有选择、有重点的检查。

三、质量检查重点

新时期下，测绘地理信息工作的根本定位是以服务国家战略需求为导向，通过数字化转型、提高精度和可靠性、促进创新发展和加强国际合作，为现代化

进程提供强有力的地理信息支持。因此,如何提高实景三维模型数据成果的精度和可靠性,成为质量检查工作的重中之重。

一方面要对模型数据质量检查元素有整体的认知以及重点元素的梳理。模型数据检查元素包括空间参考系、位置精度、表达精细度、逻辑一致性、时间精度、场景效果以及附件质量。从成果应用领域、各行业要求、模型细节层次等角度出发,应重点检查实景三维模型中建筑物要素、交通水系要素、管线设施要素以及植被要素等不同模型的场景效果和数据的细节层次、纹理质量,并对模型的空间参考系和位置精度,包括平面位置、高程位置、高度位置进行精度评定。另一方面检查数据组织、资料质量的完整性与正确性。重点质量元素包含空间参考系、位置精度、逻辑一致性(数据文件存储组织、文件格式、文件有效性与名称是否符合技术要求)、表达精细度、场景效果五大重点要素。

(一)位置精度

实景三维模型的位置精度是确保其适用于特定应用的关键步骤。位置精度主要通过已有的高精度检测点或野外实地外业检核点检测模型的平面位置、高程位置以及高度精度是否超限。同时,检查不同空中三角测量分区间模型几何位置接边的准确程度,接边处地形是否过渡自然、地物有无明显错位及变形情况。实景模型的绝对空间精度与航摄影像分辨率大小有关,在原始影像分辨率确定的情况下,模型的位置精度与空中三角测量的精度、区域网平差模型息息相关。而传统的仅对建(构)筑物高度精度检测,不能完全代表整个实景三维模型的高度精度,故应调整为模型整体的高程精度检查更加客观。在精度评定选点时,应选择平整道路地面特征点或建模效果较好的建筑物房角点进行精度检查。

(二)场景效果

场景效果,是指模型的视觉外观和逼真性,包括场景完整性和场景协调性。完整性主要包括场景范围和模型是否存在缺失,场景协调性包括场景整体色调、光影效果、地表上下异常悬浮物、模型之间存在穿插、漏缝等。场景主要采取内业人机交互检查的方法。注意场景范围内是否存在不合理的缺失,特别是接边处理、场景后修整等原因造成的不合理的局部地形失真、地物丢失等情况。例如,城市中重要建筑(外部玻璃、幕墙等)是否存在遗漏、多余问题。检查场景的地表模型与建筑物、水系、道路等模型之间的整体色调协调性等。

(三)表达精细度

主要检查模型精细度和纹理精细度。注意模型结

构如地标性建(构)筑物、景观性主干大道等是否存在不同程度的破损、裂缝或扭曲变形,内外业检查地形模型与实际地形地貌是否一致、协调、道路的高差起伏是否平顺,河流水面是否平滑过渡。

检查模型纹理缺失、映射错误、拉花、模糊、色调异常与拼接缝等质量问题。着重注意大面积反光面如水面、玻璃幕墙处的纹理是否真实、间距较小的建筑物侧面纹理是否清晰无变形,复杂结构的模型纹理是否真实且无变形等情况。

四、主要质量问题与改进方法

尽管实景三维模型在模型的真实性和细节以及场景纹理表现等方面都要优于传统三维模型成果,但鉴于倾斜摄影结合激光点云的自动化地轮廓采集纹理映射的技术,仍然会出现很多新的质量问题。

由于同名点无法精确匹配或者镜面倒影对同名点造成干扰等因素,自动生成的倾斜三维模型在镜面(如水面、玻璃等)材质部分、细小地物部分存在一定的偏差。如水域模型发生异常变形、破洞未处理;指示牌、电线杆、路灯、栅栏等现状地物的模型发生扭曲变形和悬浮,茂密树林出现普遍扭曲拉花的情况,如图1~图3所示。



图1 玻璃材质外立面出现扭曲拉花



图2 植被面出现扭曲变形

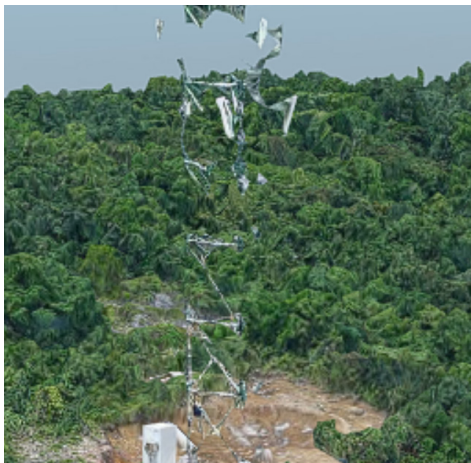


图3 电力线塔出现破损

倾斜拍摄有时由于摄影倾角过大或航高较低的缘故,容易出现地物阴影和遮挡等摄影盲区,造成近地面地物之间模型粘连、扭曲变形、纹理拉伸等现象,如图4所示。



图4 栅栏、指示牌等出现扭曲变形

遮挡、反射、分辨率低、建筑物结构复杂等原因导致模型扭曲、纹理缺失、漏洞等无法构建模型的区域,除需借助相关软件和人工编辑相结合的方式对模型优化处理外,还可以更好地将点云数据更好地应用于模型构建中,并配合空地多平台采集来实现全面采集进

行多源数据融合,进一步提升实景三维模型数据的质量。针对较为复杂且地标性的模型,也可以采取高重叠度绕飞的飞行方式大量获取模型不同角度的影像进行同名点匹生成三维模型。

五、结语

目前,倾斜摄影实景三维数据的生产和三维产品质量检查与验收都仍然处在摸索探究阶段,将传统的三维模型与实景三维成果对比分析,研究新型三维模型成果的质量特性和检查重点,并从生产的角度分析产生普遍性问题的原因和解决方法,在进一步指导生产技术发展的同时,把握质量检查重点和质量控制方法,为质量检查与验收提供可行性参考。

参考文献:

- [1] 国家测绘地理信息局.三维地理信息模型数据产品质量检查与验收: CH/T 9024—2014[S].北京:测绘出版社,2014.
- [2] 汪雅婕.倾斜摄影实景三维模型成果质量检查与验收方法研究[J].现代测绘,2020,43(04):15-18.
- [3] 林金标.倾斜摄影实景三维模型成果的质量检查与分析[J].河南科技,2022,23:28-31.
- [4] 刘增良,陈思,陈品祥.城市倾斜摄影实景三维模型数据质量检查方法研究与实践[J].测绘通报,2019(02):108-112.
- [5] 岳国栋,郑春雨,赵敏,蔡伟.《测绘地理信息成果质量检查与验收 第4部分:实景三维模型》中的关键技术[J].测绘与空间地理信息,2019,42(11):248-252.
- [6] 张号,王炜,邓强,等.倾斜摄影实景三维模型质量评价[J].北京测绘,2020,34(01):56-60.
- [7] 周梯慧,陈海鹏,陈宇恒.倾斜摄影实景三维的质量检查分析[J].测绘通报,2021,(S1):33-36.

作者简介:刘梦诗(1991),女,湖南省长沙市人,工程师,硕士,研究方向为摄影测量与遥感。

蔡佐茜(1982),女,湖南省邵阳市人,本科,中级测绘师,研究方向为测绘与规划。