

倾斜摄影实景三维模型质量检验方案探讨

Discussion on Quality Inspection Scheme of 3D Mode in Tilt Photography

逢超¹ 熊文豪²

Chao Pang¹ Wenhao Xiong²

1. 内蒙古自治区计量测试研究院 中国·内蒙古 呼和浩特 010020

2. 内蒙古自治区测绘地理信息中心 中国·内蒙古 呼和浩特 010020

1. Inner Mongolia Institute of Measurement and Testing, Hohhot, Inner Mongolia, 010020, China

2. Surveying and Mapping Geographic Information Center of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia, 010020, China

摘要: 随着机构改革推进,自然资源部组建,将“山、水、林、田、湖、草”作为生命共同体进行综合管理是当前的迫切需求,实景三维模型成果数据因其直观、可量测、信息丰富等特性,已成为自然资源管理的重要技术手段。因此,保障实景三维模型成果数据的真实性、准确性,对履行自然资源“两统一”职责做好质量支撑工作有着重要的意义。目前,国家还没有正式出台实景三维模型的质检规范,笔者结合实景三维模型数据质量检验工作实际,参照相关规范标准,对倾斜摄影实景三维模型质量检验方案进行了探讨,为实景三维模型成果数据的质量检验工作提供了参考。

Abstract: With the establishment of the Ministry of Natural Resources and the continuous deepening of the reform of natural resource management, it is urgent to meet the needs of “mountains, water, forests, fields, lakes and grasses” as the integrated management of the life community. Because of its intuitive, measurable, rich information and other characteristics, the real 3D model data has become an important technical means of natural resource management. Therefore, ensuring the authenticity and accuracy of the real 3D model data is of great significance for fulfilling the responsibility of “two unifications” of natural resources and doing a good job in quality support. At present, the country has not officially issued the quality inspection specification for the real 3D model. The author discusses the quality inspection scheme of the real 3D model produced based on the tilt photogrammetry technology in combination with the actual quality inspection work of the real 3D model data and with reference to the relevant specifications and standards, which provides a reference for the quality inspection of the real 3D model data.

关键词: 实景三维模型; 倾斜摄影; 质量检查; 质量评定。

Keywords: real 3D mode; tilt photography; quality testing; quality assessment

DOI: 10.12346/se.v4i4.7382

1 引言

随着机构改革推进,自然资源部组建,迫切需要对“山、水、林、田、湖、草”作为生命共同体开展综合管理,原有的二维单要素的资源管理方式满足不了当前的管理需求,需要从技术上实现到三维的转变。近年来,基于无人机航空测量、倾斜摄影测量、激光雷达、移动测量系统等三维空间信息获取技术的发展,实景三维模型成果数据因其直观、可量

测、信息丰富等特性,已成为自然资源管理的重要技术手段,并广泛应用于自然资源空间规划、生态环保、智慧城市等多个领域,可实现数据管理、空间展示、空间分析、业务应用、辅助决策等多项功能。

2019年,自然资源部全国国土测绘工作座谈会上提出启动“十四五”基础测绘规划编制工作,推动实景三维中国建设,随着5G网络技术的发展,实景三维模型数据的应用

【作者简介】逢超(1987-),女,中国吉林吉林人,硕士,高级工程师,从事测绘地理信息成果质量检查验收等研究。

前景将进一步拓宽。因此,保障实景三维模型数据真实性、准确性,对履行自然资源“两统一”职责做好质量支撑工作有着重要的意义。

2 现状

利用倾斜摄影全自动生成实景三维模型的技术具有生产速度快,人工干预少的特点,其通过从多个角度测量实景,获取丰富的纹理信息,生成密集的三维点云,自动化生成实景三维模型,大大节省了时间成本、经济成本和人力成本^[1]。基于倾斜摄影测量技术的实景三维模型因其能够反映所拍摄地区的地表要素信息的真实性,及具有平面和高程的高精度可测量性,已被广泛应用^[2]。

对于实景三维建模,行业内并无统一的构建方法,而采用不同载体采集的实景三维模型成果存在一定差异^[3],因此论文基于倾斜摄影实景三维模型数据成果为例,探讨实景三维模型的质量检验方案。

3 实景三维模型质量检验方案

本质量检验方案参考了 CH/T 9024—2014《三维地理信息模型数据产品质量检查与验收》和 CH/T 9016—2012《三维地理信息模型生产规范》等规范的相关要求和指标。

3.1 抽样要求

实景三维模型数据质量检验以建模单元为基本单位,将相同技术设计书指导下生成的同等级、同规格单位产品组成检验批,样品量依据整个检验批模型的复杂程度而定,一般所选取的样本量不低于检验批总量的5%,采取分层按比例随机抽样的方法从检验批中抽取样本。

在 CH/T 9016—2012《三维地理信息模型生产规范》中,建模单元应以相对完整和稳定的自然地形地物为界,尽量保持边界的稳定性和地理要素几何不被切割性,并统筹考虑管理单元、行政区划界限,建模单元历史、景观、生态等控制要素相对完整等原则划分,保证建模单元完整覆盖建模区域,又无交叉。

但倾斜摄影测量全自动生成的实景三维模型数据成果,一般都由软件自动按照指定尺寸和制定格式切割成若干行或列的矩形 tile 建模单元。当建模单元尺寸过小,可酌情将一定数量的 tile 建模单元合并后作为基本单位抽样。抽样过程中,要保证样本均匀分布,特殊情况时根据时间、作业方式、设计要求等不同采用分层按比例随机抽样。

3.2 检验内容与方法

依据实景三维模型数据成果的特点,参照 CH/T 9024—2014《三维地理信息模型数据产品质量检查与验收》要求对实景三维模型成果数据的质量元素及权重做了相应的调整,质量元素空间参考系权重为0.10,其中大地基准权重占0.3,高程基准权重占0.4,地图投影权重占0.3;位置精度权重为0.20,其中平面精度权重占0.4,高度精度/高程精度权重占

0.6;表达精细度权重为0.30,其中模型精细度权重占0.5,纹理精细度权重占0.5;逻辑一致性权重为0.10,其中概念一致性权重占0.4,格式一致性权重占0.6;时间精度权重为0.05,其中现势性权重占1.0;场景效果权重为0.20,其中场景完整性权重占0.6,场景协调性权重占0.4;附件质量权重为0.05,其中附属文档权重占1.0。

质量检验方法可分为人工检查、人机交互检查和野外实地核查三种方法,针对不同的检查项可配合使用,具体检查内容及方法为:

①空间参考系检查:采用人机交互的检查方法,用同坐标系下的数据与实景三维模型数据对比,检查其大地基准、高程基准以及地图投影是否符合规范和技术设计书的要求。

②位置精度检查:每个建模单元采用野外打点方法分别采集20~50个检查点,对三维模型的平面、高程及高差值进行实地量测,然后在模型展示平台上采用人机交互的方法采集检查点的模型坐标、高程及高差值,进行对比统计,检查位置精度是否符合规范要求。

③表达精细度检查:采用人机交互的检查方法,检查模型结构有无变形扭曲,破面漏面,部件及细节表现是否完整;检查模型有无粘连,高架、道路、河流连通性是否合理,检查模型纹理有无模糊、拉伸扭曲、拼接色差等问题。

④逻辑一致性检查:采用人机交互的检查方法检查数据组织、存储结构、数据格式、文件命名是否符合规范和设计书要求,检查数据文件是否缺失、多余,数据是否可读。

⑤时间精度:采用人工检查方式对地理信息数据和照片、模型产品和生产资料的现实性进行检查。

⑥场景效果检查:采用人机交互方式进行检查,检查场景中模型的覆盖范围是否符合设计要求,模型是否有多余、遗漏问题;场景是否有漏洞、悬浮物及异常值等。

⑦附件质量检查:采用人工检查方式对技术设计书、技术总结、检查报告、相关说明、附图等文档资料的完整性、规范性、内容正确性、合理性进行检查。

3.3 质量评定

3.3.1 质量元素错漏分类

实景三维模型数据成果检验将质量元素错漏分为A类、B类、C类三类错漏,其中对数据使用和浏览展示效果有严重影响的错漏为A类错漏;对模型数据浏览展示效果有较大影响的错漏为B类错漏;对模型数据浏览展示有轻微瑕疵,但不影响整体使用和展示效果的错漏为C类错漏。

3.3.2 质量元素评分方法

平面位置精度及高程(度)精度值评分方法中,产品中误差的绝对值M和质量分数S(分值根据相应精度的绝对值在其对应区间进行内插)满足以下关系:

当 $0 \leq M \leq \frac{1}{3} \times M_0$ 时,质量分数S为100分;当 $\frac{1}{3} \times M_0 < M \leq \frac{1}{2} \times M_0$ 时,质量分数 $90 \leq S < 100$;当 $M_0 < M \leq \frac{3}{4} \times M_0$ 时,

质量分数 $75 \leq S < 90$; 当 $\frac{1}{2} \times M_0 < M \leq \frac{3}{4} \times M_0$ 时, 质量分数 $60 \leq S < 75$ 。其中:

$$M_0 = |\sqrt{m_1^2 + m_2^2}|$$

式中, M_0 为允许中误差绝对值; m_1 为规范或相应技术文件要求产品中误差; m_2 为高精度检测时取 $m_2=0$ 时的检测中误差。

其他质量元素预置得分均为 100 分, 根据产品质量错漏扣分标准对相应质量元素中出现的错漏进行扣分。 S_2 的值按公式 (1) 计算。

$$S_2 = 100 - (a_1 \times 42 + a_2 \times 8 + a_3 \times 1) \quad (1)$$

式中, S_2 为质量元素的得分值, a_1 为 A 类错漏个数, 扣 42 分; a_2 为 B 类错漏个数, 扣 8 分; a_3 为 C 类错漏个数, 扣 1 分。

3.3.3 质量元素评分方法

质量元素评分采用加权平均法计算质量元素分值 S_1 。 S_1 的值按公式 (2) 计算。

$$S_1 = \sum_{i=1}^n (S_{2i} \times P_i) \quad (2)$$

式中, S_{2i} 为质量元素中第 i 个质量元素得分值; p_i 为质量元素中第 i 个质量元素的权; n 为质量元素中包含的质量元素个数。

3.3.4 单位产品质量评分

单位产品质量评分采取加权平均法计算单位产品质量分值 S 。 S 的值按公式 (3) 计算。

$$S = \sum_{i=1}^n (s_{1i} \times P_i) \quad (3)$$

式中, S_{1i} 为单位产品质量得分值; p_i 为第 i 个质量元素的权; n 为包含的质量元素个数。

3.3.5 单位产品质量评定

实景三维模型单位产品质量评定采用优级品、良级品、合格品、不合格品评定制。当单位产品质量得分 $S \geq 90$ 分时, 质量等级为优; 当 $75 \leq S < 90$ 时, 质量等级为良; 当 $60 \leq S < 75$ 时, 质量等级为合格; 当 $S < 60$ 时, 质量等级为不合格。

当单位产品中一旦出现 A 类错漏; 单位产品高精度检

测、平面位置精度检测, 任一项粗差比例超过 5%; 质量元素质量得分小于 60 分以上三种情况之一, 则被判定为不合格产品。

4 应用实例质量问题

应用上述检验方案对内蒙古自治区某盟市的倾斜摄影实景三维模型成果数据进行了质检。此项目中实景三维模型由软件自动裁切的建模单元 (120m × 120m) 过小, 故采用 1:1000 比例尺划分建模单元抽样, 并利用 RTK 野外打点的方法对实景三维模型的平面、高程及高度进行实地测量, 共采集平面检查点 135 个, 高程检查点 211 个, 高度检查点 94 个, 然后在 Smart 3D 软件平台上采集检查点的平面、高程及高度进行对比分析, 经检查, 本测区三维模型样品平面位置精度的平均值为 0.20m, 高程精度的平均值为 0.15m, 高度精度的平均值为 0.24m, 均符合设计要求。

本测区部分实景三维数据存在以下质量问题: 建筑物纹理模糊、扭曲拉伸; 植被、广告牌等模型悬浮; 模型存在漏洞; 模型间相互粘连, 导致拉伸变形; 模型纹理拼接痕迹明显; 路灯、电杆等模型部件缺失; 移动物体造成的路面纹理错误等。

5 结语

笔者参照现有的作业及检验规范标准, 从抽样要求, 质量检验的内容与方法, 质量评定等方面对倾斜摄影实景三维模型成果数据质量检验方案进行了探讨, 并应用此检验方案进行了项目质检, 为实景三维数据成果的质量检验提供了参考经验。随着中国大量实景三维模型数据的生产与应用, 亟需出台相关检查验收标准对实景三维模型质量检验进行统一规范。

参考文献

- [1] 谭金石, 黄正忠. 基于倾斜摄影测量技术的实景三维建模及精度评估[J]. 现代测绘, 2015, 5(8): 21-24.
- [2] 白阳, 万鲁河. 基于无人机倾斜摄影测量实景三维模型构建方法[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2017(33): 81-85.
- [3] 付爱华. 浅谈实景三维成果的检验方案[J]. 城市勘测, 2016(3): 67-70.