

# 倾斜摄影测量与 GIS 技术在工程测量中的应用分析

莫松霖

广西泽宇勘测设计有限公司

**摘要：**城市化进程和工程建设的首要前提是精确的工程测量，由于不同地区的地质条件差异显著且复杂，工程测量的难度相对较高。为了确保测量结果的准确性，必须重视并应用先进技术。近年来，倾斜摄影测量和地理信息系统（GIS）技术受到了广泛关注，并已成为工程测量领域的主要应用技术，它们能够显著提升工程测量的质量和效率。然而，在实际的工程测量过程中，往往会遇到复杂多变的测量情况。为了最大化倾斜摄影测量和GIS技术的优势，需要深入研究这两项技术的应用要点，并积极探索提升其效果的方法。这将为工程测量提供坚实的理论基础，不仅提高测量精度，还能促进后续工程施工质量的持续提升。

**关键词：**倾斜摄影测量；GIS技术；工程测量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.116

## 引言

数字摄影测量是一种基于计算机视觉和图像处理的测量技术，其核心原理是通过相机捕捉目标点并将其转换为二维坐标系中的数据，从而进行精确测量。这种方法以其高精度、快速和低成本的优势，近年来在多个领域得到了广泛应用。数字摄影测量的流程主要包括目标采集、影像处理和数据分析三个关键步骤。其显著优势在于能够迅速且准确地获取大量三维空间信息，并且支持多种数据转换和存储方式，这为后续工程施工的质量提升提供了便利。

### 一、数字化测绘技术的特点

#### （一）地理信息系统

地理信息系统（GIS）是一项学科交叉性强、将信息与科学技术深度融合的现代化技术，也是大数据信息系统的体现，它充分结合了计算机软硬件设备的功能与软件技术的应用。GIS主要处理的对象是工程地理空间信息，能够利用该系统分析和处理各种特定的空间地理信息数据。GIS的主要组成部分包括空间、地理以及图像数据库等多方面的数据信息，技术人员可以在同一时间内对系统内的数据进行处理，数据内容多样且丰富。GIS的绘图功能齐全，专业的工程测绘技术人员可以在勘测工程后根据实际情况来设计生产图纸，主要是通过图表测绘、文字描述以及色彩搭配将工程信息详细呈现，完全可以取代人工制图模式，主要利用科学技术来辅助绘图。GIS具备强大的空间数据分析能力，这是区别于其他绘图辅助系统的最大优势，GIS也因其具备空

间数据分析能力而拥有了不一样的生命力与活力。空间建模地理信息系统是对局部环境的绘制缩影，技术人员可以利用GIS来达到图纸建模的目的，利用现代技术完成模型演变任务，在建模过程中完成科学的地理预测以及分析实验数据。不同的企业可以利用GIS来收集数据并分析，最后选择最佳方案，避免因数据处理不到位而做出错误决策，该系统也可用于解决人口信息、经济效益、环境资源等实际应用问题，充分利用数据分析处理功能有利于做出合理决策。GIS具备空间分布层次多样化特点，可以进行局部定位后的确定性，能够在信息区域采用多种形式分布表现出来，且空间分布具有层次感和多样性。

#### （二）倾斜摄影测量

我国大多数工程占地面积广阔，地形地貌复杂，若继续采用传统的监测方法，很难确保监测工作的质量，主要是因为传统监测方法缺乏高科技和新型设备支持，依赖人工监测，监测周期长。此外，测绘数据误差较大，准确性不足，且无法实时传输数据，容易导致数据丢失，给工程测量工作的推进带来困难。例如，传统的测绘仪器如全站仪、GPS等，主要采用单点测量方法。虽然传统测绘方法能实现连续观测，但存在明显的点散问题，难以全面分析和掌握整体情况。三维扫描激光技术虽为传统测绘技术，能重建三维模型并快速获取三维数据，但其设备采购成本高，对测点环境要求严格，约束条件多。相比之下，新型测绘技术展现出明显优势。无人机倾斜摄影测量技术结合了无人机、倾斜摄影技术、计算机视觉等多种应用，对工程进行综合摄影处理。该技术能解决传统技术难以应对的垂直摄影问题，不仅提升测量效率，还提供了准确的数据。作为一项新兴技术，无人机倾斜摄影测量已广泛应用于城市三维建模、应急救援等多个行业。

#### 二、建筑工程测量对施工的重要性

在施工准备阶段，进行全面、精细的工程测量是确保施工质量和安全的关键。数字测量技术的应用能够更精确地进行施工定位，确保后续施工严格遵循定位和设计图纸，从而保障工程质量。若施工定位不准确，不仅会影响工程质量，还可能影响各施工环节的衔接流畅性。因此，科学的建筑工程测量必须采用数字测量技术，为后期的准确施工奠定坚实基础。具体而言，在施工开始前，需派遣专业人员深入施工现场进行科学的数据调研，利用数字测量技术收集包括周边环境条件在内

的相关数据。基于这些数据，工作人员可以构建施工控制网，做好前期施工准备。在图纸方面，最关键的是进行设计点位的测设。在施工现场，工作人员可利用数字测量技术对设计图纸上的点位进行精确测设，实现精准定位，从而提升后续施工的建设效果。施工期间会应用大量精确、具体的数据，因此需要工程测量提供全面、精细的数据支持。例如，科学的建筑工程测量能确保墙面的垂直度，保证墙面施工符合设计图纸的垂直度要求。墙面的垂直度依赖于墙柱平面放线，只有在测量准确的情况下，才能确保墙柱平面放线的准确性，使墙面的垂直度达到要求。因此，工程测量在施工中发挥着重要的辅助作用。

### 三、倾斜摄影测量技术在工程测量中的具体应用

#### （一）生成、整合以及匹配多视影像

在实际应用于工程测量时，该测量技术首先需要构建DSM等数据模型。DSM，即数字地表模型，是一种地面高程模型，能够直观、形象地展示地形地貌的实际起伏状态。在实际应用中，通过该测量技术可以先完成地形地貌虚拟模型的构建，提取和分析分割影像及其边缘、纹理信息，最终生成多视影像。随后，测量人员需整合这些多视影像。DSM中的导航定位定向系统（POS）增加了更多图像元素的外部方向，实现了自动化测量，并能根据精确序列从粗到细排列测量图像，每一层图像都能自动匹配并最终整合成图像。多视影像在覆盖范围和分辨率上都有显著提升，虽然方便了测量工作，但也带来了问题，主要是在实际收集的数据中混杂了大量冗余信息。相关测量人员需通过影像精准快速地找到目标信息，这是该技术应用和研究的重点。在多视影像的支持下，还能整合建筑物边缘、墙面边缘及纹理等信息，并进一步转化为三维数据。

#### （二）实景三维建模

倾斜摄影实景三维建模采用Photo Scan软件，该软件运用最新的多视图三维重建技术，能够处理任意照片，无需控制点，通过控制点则可生成具有真实坐标的三维模型。首先启动Photo Scan软件，在左侧工作区点击“添加模块”按钮，创建新项目，准备导入航拍照片；接着在软件工具栏中，点击“工作流程”—“添加照片”，选取外业采集的影像数据，并导入像控点坐标进行“刺点”；然后选择“工作流程”—“建立密集点云”，并选择“生成网格”，表面模型选择“任意”，源数据选择“密集点云”，面数根据成像质量需求选择“高”；最后进行“生成纹理”，映射模式选择“正射影像”，混合模式选择“镶嵌（默认）”，生成并导出实景三维模型。通过对比不同时期的倾斜摄影实景三维模型，可以直观观察工地在不同时间段的变化情况，有

助于监测工地的施工进度、材料使用情况、工艺变化等，帮助项目管理团队及时发现问题并采取相应措施。

#### （三）影像处理

无人机倾斜摄影及三维建模对影像质量的要求越高，三维模型的呈现效果就越好。在加载数据之前，需要对五个镜头获取的影像像片和POS记录的信息进行整理，转换格式并修改名称后，按要求放入相应的文件夹。对影像的格式、色彩、亮度、饱和度、噪声进行预处理检查，确保三维实景模型的整体色彩均衡，并减少三维模型纹理中影像像片之间的辐射差异。接着，使用Context Capture软件加载所有航摄获取的影像像片，检查五个镜头对应的影像像片是否完整（包括数量、尺寸、焦距），以及航线数是否存在缺失，确保模型无空洞或缺失现象。最后，POS记录的信息数据通常是WGS84坐标系和大地高，需要根据项目需求，将WGS84坐标系和大地高转换成2000国家大地坐标系和1985国家高程基准。

#### （四）科学选择地面控制点

无人机是倾斜摄影测量技术应用的重要支撑，因此在应用倾斜摄影测量技术之前，需要科学制定无人机飞行计划。这一过程中，地面控制点的布设尤为重要，因为它们直接影响最终测量精度，关系到获取的影像数据是否覆盖完整的测绘区域。在实际布设地面控制点时，不仅要全面分析具体测量任务的要求，还应深入分析当地实际情况。面对复杂地形，为了提高影像质量，应适当增加测绘点的密度。

#### （五）空中三角测量

在构建三维模型或进行影像纠正工作时，空中三角测量是一个不可或缺的步骤。空中三角测量利用航摄像片与拍摄目标之间的空间几何关系，通过少量像片平面控制点和高程控制点，计算出待求点的平面位置、高程以及像片的外方位元素。使用Context Capture软件可以自动且准确地估算每幅输入影像的位置、角元素和相机属性（包括焦距、主点、镜头畸变）。空中三角测量计算从输入区块开始，然后依据选定的参数生成新的完整模型区块。解算出参数后，需对模型进行检查，主要关注区域网平差精度、模型分层是否正确以及是否存在空洞等问题。若质量检查合格，则进行实景三维模型构建；若发现分层或空洞问题，则需调整关键点密度、组件模式等参数，并重新构建三维模型。

### 四、GIS技术在工程测量中的具体应用

#### （一）精准、高效采集数据

GIS技术为工程测量行业的发展做出了巨大贡献。与传统测量技术相比，GIS技术最显著的优势在于信息收集。相关人员可以根据具体情况合理应用GIS技术。传统的数据采集方法工作量大，需要根据地形特点和

实际测量标准，由人工深入一线进行测量。自从GIS技术被应用于工程测量后，人工实地测量环节被省去，借助计算机完成完善的地貌信息模型数据库的构建，这不仅减轻了测量人员的劳动强度，还能将外界因素对测量工作的干扰降到最低。在GIS技术的支持下，可以动态收集数据信息，面对形态多变的地貌，获取实时动态画面，从而分析地貌的具体变化规律。

### （二）创建安全计划和培训模拟

在建筑工程中，安全管理至关重要，确保工人和施工现场的安全是项目成功的关键。为了创建有效的安全计划并提供高质量的培训，GIS技术应得到充分利用。GIS技术可用于模拟建筑施工场景，包括建筑物的结构、材料和设备的位置。通过将三维BIM模型与地理信息相结合，可以在虚拟环境中精确呈现施工现场，使培训人员能够在虚拟环境中模拟各种施工任务和场景，更好地理解潜在危险和安全措施。例如，培训模拟可以包括模拟危险区域、高空作业、重型设备操作等，帮助工人熟悉安全操作规程。GIS技术还能实时监控施工现场的状态，通过传感器和数据采集，可以收集有关工人位置、设备运行状态和材料存储的信息，这些数据能与GIS模型相结合，用于实时监控施工现场的安全性。如果发现潜在危险或违规行为，系统可立即发出警报，及时采取纠正措施，确保工人安全。最后，GIS技术可用于创建高质量的安全培训和教育材料。通过虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，工人和管理人员可以在模拟的建筑工程场景中接受培训，这种互动式培训有助于他们更好地理解安全程序、危险区域和紧急情况的应对措施。此外，培训材料还可包括安全视频、可视化报告和虚拟现实演练，以增强工人的安全意识和培训效果。

### （三）工程地理信息数据管理

地理信息数据主要具备三个特征，分别是非定位数据特征、空间特征以及时间特征，可以进行有效的数据管理，将工程数据进行合理归纳分析，便于数据使用者快速查询数据信息。技术人员还可以利用地理信息处理系统针对不同工程数据的特点实现数据整合归纳的目的，随时可以对数据进行更新存储，确保数据具备时效性，形成最具时效性的数据信息收集库，将数据集中收集存储，避免出现数据信息由于管理输出不当而导致的丢失现象。

### （四）合理把控建筑工程施工进度

合理把控建筑工程施工进度是确保项目按计划进行、减少延误和成本超支的关键要素之一。在建筑工程可视化中，借助GIS技术，可以更精确地实施施工进度控制策略。这种技术整合了建筑信息模型（BIM）和

地理信息系统（GIS），提供了全面的数据和可视化工具，以支持施工进度的监控和优化。施工企业可以利用GIS技术进行实时监测与规划比对。GIS允许将建筑模型与地理信息相融合，产生一个三维可视化的项目环境，这样项目管理人员可以实时监测施工进度，将实际进展与计划进行对比，迅速识别潜在的延误或冲突。此外，可以利用GIS技术进行资源和材料的管理。它能够整合供应链数据，帮助项目管理人员了解资源使用情况，确保材料供应和劳动力的准时投入，进而防止资源短缺或资源浪费，提高施工的稳定性。通过这种方式，GIS技术不仅有助于提高施工效率，还能确保工程质量和安全，最终实现项目目标。

### 结束语

综上所述，随着工程数量的不断增多，对工程测量的需求也显著增加。为了提高工程测量精度，需要重视先进测量技术的应用。倾斜摄影测量和GIS技术在工程测量中具有显著的应用优势，为测量质量和测量精度的提升提供了有效的技术支持。将倾斜摄影测量和GIS技术有机结合起来应用于工程测量当中，可以改善以往测量技术存在的诸多弊端，通过全面分析工程目标，提升测量方案的科学性，为工程测量数据提取的准确性提供保障。

### 参考文献

- [1] 张亚林. 多旋翼无人机倾斜摄影测量技术在水利工程测量中的应用[J]. 四川水利, 2021, 42(05): 43-46+88.
- [2] 贾兵, 王茂中, 梁壮. 测绘新技术在工程测量中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (19): 177-178.
- [3] 潘承秋. 工程测量中的三维GIS技术分析[J]. 中国设备工程, 2021, (11): 220-221.
- [4] 陈海生. 建筑工程中工程测量技术的运用[J]. 智能城市, 2021, 7(10): 153-154.
- [5] 贾宁, 黄一雄, 王若宇等. 倾斜摄影测量与GIS技术在工程测量中的应用[J]. 江西建材, 2021, (02): 57-58.
- [6] 宋亮. 工程测量在土木工程中的应用[J]. 江西建材, 2020, (11): 80+82.
- [7] 陈天和. 倾斜摄影测量在水利工程测绘中的应用[J]. 工程建设与设计, 2020, (18): 229-230.
- [8] 林翠萍. 无人机倾斜摄影测量技术在工程测量中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(11): 44-45.
- [9] 周梦宇. 基于倾斜摄影测量的三维建模技术[J]. 中国科技信息, 2019, (07): 84-85.
- [10] 冯素环. 现代工程测量技术的发展与应用探讨[J]. 四川水泥, 2019, (02): 166.