

## 三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展

刘玉琪

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116000

**[摘要]**随着城市化进程的加速、基础设施建设的不断推进以及对地理信息的需求不断增加,对于高效、精确的测绘和测量技术的需求日益迫切。同时,科技的快速发展也为三维测绘技术与工程测量技术的不断创新和应用提供了广阔的空间。因此,深入探讨三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展,对于推动相关行业的发展、提高生产效率和质量、促进经济社会可持续发展具有重要意义。

**[关键词]**工程建设;工程测量技术;三维测绘技术

DOI: 10.33142/sca.v7i5.12211

中图分类号: P204

文献标识码: A

### The Application and Development of 3D Surveying and Engineering Surveying Technology

LIU Yuqi

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116000, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization, the continuous advancement of infrastructure construction, and the increasing demand for geographic information, the demand for efficient and accurate surveying and mapping technology is becoming increasingly urgent. At the same time, the rapid development of technology also provides broad space for the continuous innovation and application of 3D surveying and engineering surveying technology. Therefore, in-depth exploration of the application and development of 3D surveying and engineering surveying technology is of great significance for promoting the development of related industries, improving production efficiency and quality, and promoting sustainable economic and social development.

**Keywords:** engineering construction; engineering surveying technology; 3D surveying and mapping technology

#### 引言

三维测绘技术与工程测量技术作为现代科技领域中的重要组成部分,已经在各个领域展现出了其巨大的应用潜力和价值。这些技术不仅为地理空间信息的获取和分析提供了新的途径和手段,同时也为工程建设和管理提供了强大的支持和保障。随着科技的不断进步和社会需求的不断增长,三维测绘技术与工程测量技术的应用范围和发展前景也在不断扩大和拓展。

#### 1 三维测绘技术与工程测量技术

##### 1.1 三维测绘技术

###### 1.1.1 三维激光扫描

三维激光扫描是一种高精度的数据采集技术,利用激光束在空间中进行扫描获取目标物体的三维坐标信息,这项技术已经在各个领域得到了广泛的应用,从建筑工程到地质勘探再到文物保护都能见到其身影。三维激光扫描技术利用一束激光从发射器发射出去,它在空间中与目标物体相互作用,可能被反射、散射或产生回波。这些反射回来的激光信号被接收器捕获,通过计算反射的时间和角度,系统可以精确地确定目标物体的三维坐标,这一过程让我们能够以高效的方式获取目标物体的三维形状和结构信息。三维激光扫描技术具有诸多优势,首先它能够实现非接触式的数据采集,避免了传统测量方式中可能带来的误

差和安全风险。其次,激光扫描仪可以快速地获取大量数据,提高了测量的效率和准确性。此外,由于激光扫描技术能够捕捉到目标物体的真实形态,因此在建筑、工程设计以及文物保护等领域中有着重要的应用价值。尽管三维激光扫描技术已经取得了显著的成就,但也存在一些挑战和限制。例如,对于光滑表面或者反射率较低的物体,激光扫描可能会出现数据缺失或者扫描质量下降的问题。此外,激光扫描设备的高成本和复杂操作也限制了其在某些应用场景中的推广和应用。

###### 1.1.2 三坐标测量

三坐标测量是一种常用的精密测量方法,用于确定目标物体在三维空间中的位置和形状,原理是通过三个相互垂直的坐标轴来描述目标物体的位置,这三个坐标轴通常称为X轴、Y轴和Z轴。在三坐标测量中,通常使用测量仪器(如三坐标测量机)沿着这三个坐标轴移动,并通过测量装置获取目标物体在各个方向上的坐标值。通过在不同方向上的测量,我们可以准确地确定目标物体在空间中的位置和形状。三坐标测量具有高精度、高可靠性的特点,因此在工程领域的零件加工、质量控制以及科学研究等方面有着广泛的应用。除了确定目标物体的几何尺寸外,三坐标测量还可以用于表面面貌分析、曲面拟合、表面平整度等方面的测量,这使得三坐标测量成为了工程测量中不可或缺的重要手段之一。

### 1.1.3 近景摄影测量

近景摄影测量是一种利用摄影测量技术获取目标物体或地表特征的三维坐标和形状信息的方法,与传统的航空摄影测量不同,近景摄影测量主要针对近距离的目标物体进行测量,通常在数十米以内的距离范围内进行操作,原理是通过摄影测量仪器(如数码相机)拍摄目标物体的照片,并根据照片中的像素位置和相机参数等信息,利用三角测量原理计算目标物体在空间中的三维坐标。通过对多张照片的拍摄和处理,可以获取目标物体的几何形状、表面纹理等详细信息。近景摄影测量技术具有操作简便、数据获取快速等优点,适用于建筑、文物保护、景观设计等领域。例如,在建筑工程中,可以利用近景摄影测量技术进行建筑物立面的测量和模型重建;在文物保护领域,可以通过拍摄文物的照片来记录其形态并进行数字化保存。

## 1.2 工程测量技术

### 1.2.1 GPS 定位

GPS 定位是一种利用全球定位系统(GPS)进行地理位置测量的技术,该技术通过接收来自卫星的信号,利用三角测量原理确定接收器所在位置的方法。在GPS定位中至少需要接收来自三颗卫星的信号,才能精确确定接收器的位置。这些卫星以地球轨道运行,每颗卫星都会发送包含其精确位置和时间信息的信号。通过接收不同卫星的信号,并结合这些信号的时间戳和卫星的位置信息,GPS接收器可以计算出自身的位置坐标(经度、纬度、海拔高度)以及时间。这种定位方法具有全球覆盖、高精度和实时性强的特点,在各种领域得到了广泛应用。GPS定位技术在土木工程、交通运输、农业、航空航天等领域发挥着重要作用。例如,在土木工程中,可以利用GPS技术实现道路测量、工地布置和建筑物定位等工作;在交通运输领域,可以用于车辆导航和船舶定位等应用;在农业领域,可以进行精准农业管理,提高农作物的生产效率。

### 1.2.2 遥感测量

遥感测量是一种利用遥感技术获取地球表面信息的方法,这项技术通过获取地球表面的电磁辐射信息,如可见光、红外线等,然后利用传感器接收、记录和分析这些辐射信息,从而获取地球表面的各种特征和属性。遥感测量技术通常使用航空摄影或卫星遥感的方式进行数据采集。遥感测量技术具有广泛的应用领域,包括地质勘探、环境监测、农业管理、城市规划等。例如,在地质勘探中,可以利用遥感技术识别地质构造、岩性分布等地质信息;在环境监测中,可以监测大气污染、土壤退化等环境变化;在农业管理中,可以通过遥感图像进行作物监测和灾害评估;在城市规划中,可以利用遥感技术获取城市地貌、用地分布等信息,进行城市规划和管理。

### 1.2.3 变形监测

变形监测是一种工程测量技术,用于监测和分析土地、

建筑物、桥梁等工程结构或地质体的变形情况,这种技术主要通过安装传感器或监测设备,定期或实时地采集目标区域的变形信息,并通过数据分析和处理来识别任何潜在的变形趋势和异常情况。变形监测技术在工程和地质领域具有广泛的应用。例如,在土木工程中,变形监测可用于检测建筑物、桥梁、隧道等结构的变形情况,及时发现并预防可能的安全隐患;在地质勘探中,可以用于监测地质构造、岩体稳定性等地质体的变形情况,为地质灾害防治提供数据支持。变形监测技术通常使用多种传感器,如全站仪、GNSS(全球导航卫星系统)、InSAR(合成孔径雷达干涉测量)、激光扫描等,以实现目标区域变形情况的全面监测和分析。通过持续地监测和分析,可以及时发现和识别潜在的变形问题,并采取相应的措施进行调整和修复,以确保工程安全和稳定。

## 2 三维测绘技术与工程测量技术的应用领域

### 2.1 地理信息系统(GIS)与地图制作

地理信息系统(GIS)与地图制作是三维测绘技术与工程测量技术的重要应用领域之一。GIS是一种集成地理空间数据收集、存储、管理、分析和展示的技术系统,它结合了地理信息科学、计算机科学和地图学等多学科知识。在GIS中,三维测绘技术和工程测量技术提供了大量的地理空间数据,包括地形地貌、建筑物、交通网络、土地利用等信息。这些数据通过采集、处理和分析,可以制作出精确的地图和空间数据模型,为各种应用提供基础数据支持<sup>[1]</sup>。在地图制作方面,三维测绘技术与工程测量技术可以实现地图的高精度、高分辨率制作。例如,利用激光扫描技术获取的地形数据可以用于制作数字高程模型(DEM),再结合卫星影像和地理信息数据,可以生成精细的地图。这些地图不仅可以用于导航、规划和资源管理,还可以支持灾害监测和应急响应等工作。此外,GIS还广泛应用于城市规划、土地管理、环境保护、农业管理等领域。例如,在城市规划中,GIS可以用于分析城市用地结构、交通流量、环境污染等信息,支持城市规划决策;在农业管理中,GIS可以结合遥感数据和农业统计数据,进行农田利用评估和农作物监测,指导农业生产和资源配置。

### 2.2 建筑与城市规划

建筑与城市规划是三维测绘技术与工程测量技术的关键应用领域之一。在建筑方面,三维测绘技术和工程测量技术被广泛应用于建筑设计、施工监测、室内外环境分析等方面。通过激光扫描、近景摄影测量等技术,可以快速获取建筑物的三维模型和详细结构信息,为建筑设计和改造提供可靠的数据支持。此外,变形监测技术也可以用于建筑物的安全监测,及时发现并预防潜在的结构变形和安全隐患。在城市规划方面,三维测绘技术与工程测量技术可以提供城市的地形地貌、土地利用、交通网络等详细信息,支持城市规划和管理。通过GIS技术,可以进行城

市空间分析、土地利用规划、交通流量模拟等工作，为城市的可持续发展提供科学依据<sup>[2]</sup>。此外，激光扫描和遥感技术还可以用于城市环境监测和灾害风险评估，帮助城市管理者及时了解城市的变化情况，制定有效的应对措施。

### 2.3 地质与资源勘探

三维测绘技术与工程测量技术在地质勘探和资源开发中发挥着关键作用，帮助识别地下资源的分布、形态和质量，为资源勘探提供科学依据。在地质勘探方面，三维测绘技术如激光扫描和遥感技术可以获取地表地貌、地形特征、地质构造等信息，帮助地质学家分析地质构造、岩性分布等地质特征，识别潜在的矿产资源分布区域。同时，工程测量技术如 GPS 定位和变形监测可以提供地表形变、地震活动等数据，帮助评估地质灾害风险保障勘探工作安全进行。在资源勘探方面，三维测绘技术与工程测量技术可以用于矿产资源的勘探、评估和开发。利用激光扫描技术获取的地表地貌数据可以帮助勘探人员绘制精确的地质地图和矿区分布图，指导矿产资源的开发和利用。此外，遥感技术可以通过监测地表植被、土壤等指标，辅助发现地下水、矿藏等资源。

### 2.4 环境监测与管理

环境监测与管理是三维测绘技术与工程测量技术的重要应用领域之一。随着人类活动的不断增加，对环境质量和生态系统的保护日益受到关注，因此需要有效的监测手段来实现对环境的及时监测和管理。在环境监测方面，三维测绘技术可以利用激光扫描、遥感技术等手段获取地表的地形地貌、植被覆盖、土壤类型等信息，结合地理信息系统 (GIS)，可以实现对环境要素的空间分布和变化的动态监测，通过实时监测环境参数如空气质量、水质等，可以及时发现环境污染源，并采取相应的措施进行治理和保护。在环境管理方面，三维测绘技术可以为环境规划、资源管理、灾害预防等提供支持，通过建立数字地形模型、空间分析环境要素，可以实现对环境的模拟、预测和评估，为环境规划和资源利用提供科学依据。同时，利用智能化技术实现环境监测设备的自动化运行和数据处理，提高环境监测的效率和精度。

### 2.5 农业与林业管理

农业与林业管理是三维测绘技术与工程测量技术的重要应用领域之一，这些技术在农业和林业领域中的应用，不仅提高了生产效率还有助于资源合理利用和环境保护。在农业方面三维测绘技术可以结合遥感技术和地理信息系统，实现对农田、作物生长状况和土壤质量等进行监测和分析，通过获取农田的地形特征、土壤类型和水分分布等信息，可以实现精准农业管理，指导农民进行施肥、灌溉和种植作物，提高农业生产的质量和效率。在林业管理方面，三维测绘技术可以利用激光扫描和遥感技术获取森林的地形地貌、树木种类和树高等信息，结合地理信息系

统进行森林资源的监测和评估，通过对森林资源的动态监测和管理，可以实现森林资源的可持续利用和保护，保护生态环境的完整性和稳定性。此外，三维测绘技术与工程测量技术还可以应用于农业和林业领域的土地利用规划、灾害监测和防治等方面，通过数字化的地图和空间数据，可以为相关决策提供科学依据和技术支持，促进农业和林业的可持续发展。

## 3 三维测绘技术与工程测量技术的未来发展趋势

### 3.1 数字化

未来，三维测绘技术与工程测量技术的发展趋势之一是数字化。随着数字化技术的迅速发展，传统的测绘和测量方法正逐渐向数字化转型。数字化测绘技术利用高精度的传感器、先进的数据处理算法和云计算等技术，实现了对地球表面的快速、精确的数字化采集和处理。在三维测绘技术方面，数字化技术可以实现对三维地形地貌、建筑物、工程结构等对象的精确建模和数字化表示。通过激光扫描、摄影测量等技术获取的数据可以被直接转化为数字模型，提高了数据的处理效率和精度。而在工程测量技术方面，数字化技术可以实现对工程结构和变形监测的实时监测和数据处理，为工程建设和管理提供了更加精确和可靠的数据支持。数字化测绘技术与工程测量技术的发展将推动相关行业的数字化转型和智能化发展。数字化数据的积累和共享将促进地理信息系统 (GIS) 和大数据分析等技术的应用，实现对地球表面和工程结构的深度理解和智能化管理。同时，数字化技术也将推动传统测绘和测量行业的创新和发展，为人类社会的可持续发展和智慧城市建设提供更加强大的技术支持。

### 3.2 智能化

智能化是三维测绘技术与工程测量技术未来发展的重要趋势之一。随着人工智能 (AI) 和机器学习技术的不断进步，测绘和测量领域也在向智能化方向发展。在三维测绘技术方面，智能化技术可以提高数据处理和分析的效率和精度。利用机器学习和深度学习技术，可以自动识别和提取三维数据中的特征信息，实现对地形、建筑物等对象的自动识别和分类<sup>[3]</sup>。同时，智能化技术还可以实现对三维模型的自动修复和优化，提高模型的质量和逼真度。在工程测量技术方面，智能化技术可以实现对工程结构和变形监测的智能化管理和预警。利用传感器网络和物联网技术，可以实时监测工程结构的状态和变形情况，并利用机器学习算法进行数据分析和预测，及时发现并预防潜在的安全隐患。同时，智能化技术还可以实现对工程施工过程的智能化监控和管理，提高施工效率和质量。

### 3.3 混合测量

混合测量是三维测绘技术与工程测量技术未来发展的另一个重要趋势。它指的是将不同类型的测量方法和技

术相结合,以达到更全面、更高效的测量目的。在混合测量中,可以将传统的测量方法与现代数字化技术相结合,例如将全站仪测量与激光扫描技术相结合,实现对工程结构的快速而精确的三维模型采集。此外,还可以将地面测量与航空遥感技术相结合,实现对地表地貌的全面测量和分析。另外,混合测量还可以将不同的传感器和数据源相结合,例如结合 GPS 定位、惯性导航系统 (INS) 和视觉传感器,实现对车辆或机器人的精确定位和导航。这种综合利用多种测量方法和数据源的方式,可以提高测量的精度和鲁棒性,适用于复杂环境和任务。

#### 4 结语

三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展展示了现代科技在地理空间信息获取和工程测量领域的重要作用。从数字化到智能化再到混合测量,这些技术的不断创

新与发展为人类社会的建设与发展提供了强大支持。未来,随着科技的进步和应用范围的不断拓展,我们有理由期待这些技术能够继续推动着社会进步,为我们的生活和环境带来更多的便利和创新。

#### [参考文献]

- [1] 廖强. 三维测绘技术在工程测量中的应用研究[J]. 科技风, 2018(26): 105.
- [2] 郭强. 三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展[J]. 中国金属通报, 2020(1): 119-121.
- [3] 侯雷. 三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展研究[J]. 科技资讯, 2023, 21(8): 83-86.

作者简介: 刘玉琪 (1988. 11—), 毕业院校: 吉林大学, 所学专业: 测绘工程, 当前就职单位: 大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 职称级别: 中级工程师。