

# 测绘新技术及设备在工程测绘中的应用研究

张光毅

新疆疆海测绘科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2129

**[摘要]** 随着科技的快速发展,测绘新技术及设备在工程测绘领域的应用日益广泛,显著提升了测绘效率、精度和智能化水平。本文系统分析了卫星遥感、无人机测绘、三维激光扫描、GNSS等现代测绘技术的原理及特点,探讨了高精度全站仪、移动测量系统、智能测量机器人等先进设备的工程应用现状。结合道路桥梁、建筑工程、地下管线、矿山地质及水利工程等典型场景,阐述了新技术在数据采集、处理及可视化方面的优势。同时,针对技术标准、设备成本、数据处理及人才培养等挑战,提出了相应的思考。研究表明,测绘新技术及设备的深入应用将推动工程测绘向自动化、智能化和高效化方向发展。

**[关键词]** 测绘新技术; 工程测绘; 无人机测绘; 三维激光扫描; GNSS

中图分类号: P2 文献标识码: A

## Research on the Application of New Surveying Technologies and Equipment in Engineering Surveying

Guangyi Zhang

Xinjiang Jianghai Surveying and Mapping Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** With the rapid development of technology, the application of new surveying and mapping technologies and equipment in the field of engineering surveying and mapping is becoming increasingly widespread, significantly improving surveying efficiency, accuracy, and intelligence level. This article systematically analyzes the principles and characteristics of modern surveying technologies such as satellite remote sensing, unmanned aerial vehicle surveying, 3D laser scanning, GNSS, and explores the engineering application status of advanced equipment such as high-precision total stations, mobile measurement systems, and intelligent measurement robots. Combining typical scenarios such as roads and bridges, construction projects, underground pipelines, mining geology, and water conservancy engineering, the advantages of new technologies in data collection, processing, and visualization are elaborated. At the same time, corresponding thoughts have been put forward regarding challenges such as technical standards, equipment costs, data processing, and talent cultivation. Research has shown that the in-depth application of new surveying technologies and equipment will promote the development of engineering surveying towards automation, intelligence, and efficiency.

**[Key words]** New surveying and mapping technologies; Engineering surveying and mapping; UAV surveying and mapping; 3D laser scanning; GNSS

### 引言

工程测绘是工程建设的重要基础,其技术水平直接影响工程质量和施工效率。近年来,随着卫星导航、遥感探测、人工智能等技术的突破,测绘行业迎来了革命性变革。传统测绘方法在效率、精度和适应性方面已难以满足现代工程需求,而无人机、三维激光扫描仪等新型设备的应用,为复杂环境下的测绘工作提供了更优解决方案。在此背景下,研究测绘新技术及设备的应用现状和发展趋势,对提升工程测绘水平具有重要意义。本文围

绕当前主流测绘技术与设备,分析其在各类工程中的应用效果,探讨技术推广中的关键问题,旨在为工程测绘的智能化发展提供参考依据。

### 1 测绘新技术的分类及特点

#### 1.1 卫星遥感技术

卫星遥感技术利用航天平台搭载传感器获取地表信息,具有大范围、多时相、多光谱的观测能力。该技术通过光学、雷达等遥感手段,可快速获取地形、地物及环境变化数据,适用于

资源调查、灾害监测等领域。高分辨率卫星影像可达到亚米级精度,满足工程测绘的精细化需求。遥感数据结合GIS技术,可实现空间信息的动态分析与可视化表达。该技术受天气条件影响较小,但数据处理复杂度较高,需依赖专业软件进行解译与校正。

### 1.2 无人机测绘技术

无人机测绘技术通过搭载高精度相机、激光雷达等传感器,实现低空高分辨率影像采集。其灵活性强,适用于复杂地形或人员难以到达的区域,如山区、矿区等。无人机可快速获取厘米级精度的三维模型,大幅提高作业效率。该技术支持实时数据传输与处理,结合倾斜摄影技术可生成高精度实景三维模型。无人机测绘成本较低,但受飞行续航和天气条件限制,需合理规划航线和飞行参数以确保数据质量。

### 1.3 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术利用激光测距原理,快速获取目标物体的高密度点云数据,实现高精度三维建模。该技术适用于建筑、文物、矿山等复杂结构的精细测绘,测量精度可达毫米级。扫描过程非接触式,可减少人为干扰,提高数据可靠性。点云数据可结合BIM技术进行三维重建与分析,广泛应用于工程监测与逆向建模。但设备成本较高,且海量数据存储与处理对计算能力要求较高。

### 1.4 全球导航卫星系统(GNSS)技术

GNSS技术通过接收多卫星信号实现高精度定位,包括GPS、北斗、GLONASS等系统。其实时动态测量(RTK)技术可将定位精度提升至厘米级,广泛应用于工程控制测量、施工放样等领域。GNSS技术不受通视条件限制,适用于开阔地区的高效测绘。该技术结合CORS系统可提高测量稳定性和可靠性。但在城市峡谷、密林等信号遮挡严重区域,定位精度可能下降,需结合其他测绘手段进行补充。

### 1.5 人工智能与大数据分析技术

人工智能技术通过深度学习算法优化测绘数据处理,如影像自动分类、目标识别等,提高自动化水平。大数据分析技术可整合多源测绘数据,挖掘空间信息规律,辅助决策分析。AI算法在点云处理、遥感解译等方面表现突出,减少人工干预,提升效率。该技术依赖高质量训练数据和强大算力支持,需不断优化模型以适应不同工程场景。人工智能与测绘的结合推动行业向智能化方向发展,但仍面临数据隐私和算法可解释性等挑战。

## 2 现代测绘设备的应用现状

### 2.1 高精度全站仪的应用

高精度全站仪集电子测距与电子测角于一体,是工程测绘中的核心设备,其测角精度可达0.5秒,测距精度达1mm+1ppm。在建筑施工、桥梁监测、隧道贯通测量等领域发挥关键作用。全站仪具备自动目标识别(ATR)功能,可减少人为照准误差,提高测量效率。配合棱镜或无棱镜测量模式,适应不同作业环境。该设备支持数据自动存储与传输,便于后期处理与分析。尽管全站仪测量精度高,但受通视条件限制,在复杂地形或障碍物较多区域需结合其他技术使用。

### 2.2 移动测量系统的应用

移动测量系统将激光扫描仪、GNSS、IMU及相机集成于车载或机载平台,实现动态环境下的高速数据采集。该系统适用于公路铁路测绘、城市三维建模等大范围测量任务,作业效率是传统方法的数十倍。移动测量可获取连续的点云和影像数据,精度可达厘米级。其显著优势在于能够快速完成带状地形测量,大幅减少外业时间。然而,系统成本较高,且数据处理复杂,需要专业软件进行点云去噪、匹配和建模,对技术人员要求较高。

### 2.3 惯性测量系统的应用

惯性测量系统(INS)通过加速度计和陀螺仪测定载体姿态和运动轨迹,在GNSS信号缺失环境下提供连续定位。该技术广泛应用于航空摄影测量、水下测绘和隧道工程等特殊场景。与GNSS组合形成紧耦合导航系统,可显著提升复杂环境下的定位可靠性。现代MEMS惯性器件的发展使得系统体积更小、成本更低,但长时间作业仍存在误差累积问题。惯性测量在无人平台自主导航和室内定位领域具有独特优势,是未来智能测绘的重要支撑技术。

### 2.4 智能测量机器人的应用

智能测量机器人集成全站仪、GNSS和自动控制系统,实现测量过程的全自动化。其具备自动寻标、连续跟踪和远程操控功能,在变形监测、工业测量等领域表现突出。机器人可24小时不间断工作,通过预设程序完成重复性测量任务,数据采集效率和一致性远超人工操作。典型应用包括大坝位移监测、高层建筑沉降观测等长期监测项目。虽然智能化程度高,但设备投入成本较大,且复杂环境下的路径规划和障碍规避仍需进一步优化。

### 2.5 多传感器集成设备的应用

多传感器集成设备通过协同使用激光雷达、相机、GNSS和IMU等传感器,实现全方位空间数据采集。这类设备在实景三维重建、数字孪生等领域具有不可替代的作用。集成化设计解决了单一传感器的局限性,如激光雷达提供几何信息,相机补充纹理细节,GNSS/IMU确保定位精度。现代集成设备趋向轻量化和小型化,便于无人机、手持设备搭载使用。数据融合算法是关键挑战,需要解决时间同步、坐标统一和精度优化等问题。随着传感器技术的发展,多传感器系统将成为工程测绘的标准配置。

## 3 测绘新技术在工程测绘中的具体应用

### 3.1 在道路与桥梁工程测绘中的应用

现代测绘技术为道路与桥梁工程提供了全生命周期的数据支持。无人机倾斜摄影可快速获取线路走廊带高分辨率影像,生成三维实景模型辅助选线设计。GNSS RTK技术实现控制点快速布设与施工放样,平面精度达厘米级。三维激光扫描技术精确获取桥梁结构点云数据,用于变形监测与BIM建模。移动测量系统高效采集道路纵横断面数据,大幅提升测量效率。InSAR技术可监测运营期路基沉降,为养护决策提供依据。这些技术的综合应用显著提高了交通基础设施建设的质量与效率。

### 3.2 在建筑工程施工测量中的应用

智能全站仪与测量机器人实现建筑施工全过程自动化放样,将BIM模型坐标精准投射至施工现场。三维激光扫描技术对复杂钢结构进行毫米级精度检测,确保构件安装吻合度。无人机定期航拍生成施工进度三维模型,辅助项目管理与工程量核算。GNSS技术用于超高层建筑垂直度控制,结合倾角传感器实现实时监测。室内定位系统解决地下空间施工测量难题。通过多技术融合,现代测绘将施工误差控制在规范允许范围的1/3以内,显著提升工程品质。

### 3.3在地下管线探测中的应用

探地雷达与惯性定位技术组合实现非开挖管线精准测绘,定位精度达埋深的5%。三维激光扫描获取管廊内部完整点云,建立可量测的数字化模型。多光谱遥感识别地表特征辅助管线走向判读。移动测量系统集成激光雷达与全景相机,快速建立地上地下一体化模型。人工智能技术自动识别管线点云数据中的管段与附属设施。这些技术将传统管线测绘效率提升3-5倍,数据成果直接支持智慧管网系统建设,为城市地下空间开发利用提供可靠依据。

### 3.4在矿山与地质工程测绘中的应用

机载激光雷达穿透植被获取矿区真实地形,高程精度优于0.2米。无人机多光谱遥感监测边坡位移与岩层变化,预警地质灾害。三维激光扫描仪对采空区进行全断面扫描,计算方量误差小于1%。微震监测系统与InSAR技术结合,实现矿区地面沉降毫米级监测。地质雷达探测岩体裂隙发育情况。这些技术构建了“空-天-地”一体化的矿山监测体系,大幅提高矿产资源开发的安全性与经济效益,使传统地质测绘工作向智能化、量化方向转变,图1为矿山与地质工程测绘中机载激光雷达的工作示意图。

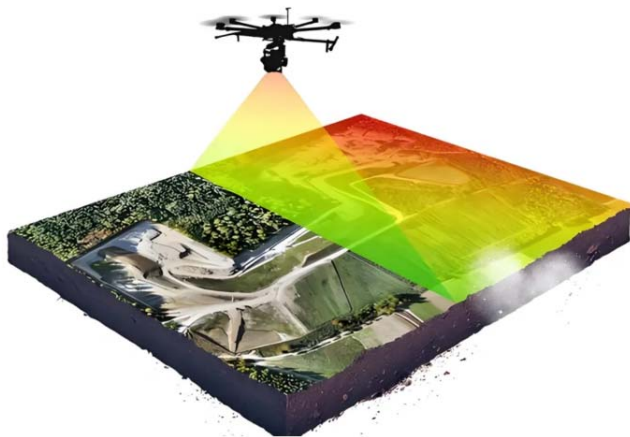


图1 矿山与地质工程测绘中机载激光雷达的工作示意图

### 3.5在水利工程测绘中的应用

多波束测深系统实现水库库容精确测量,平面定位精度0.1米,水深测量精度 $0.2\% \times D$ 。无人机航测快速获取河道地形,生成数字高程模型辅助洪水模拟。GNSS连续运行站网监测大坝毫米级变形。水下机器人搭载声呐设备测绘坝体水下部分。三维激光扫描技术精确获取水工建筑物表面形态。遥感技术定期监测水域变化与水土流失情况。这些测绘技术为水利工程规划设计、施工建设与安全运营提供全过程数据支撑,在防洪减灾、水资源管理中发挥关键作用。

## 4 结语

测绘新技术与设备的快速发展为工程测绘领域带来了革命性变革。卫星遥感、无人机测绘、三维激光扫描等技术的应用显著提升了数据采集的精度与效率,而高精度全站仪、移动测量系统等先进设备则拓展了测绘作业的边界。在道路桥梁、建筑工程、地下管线等具体场景中,这些技术与设备的融合应用不仅优化了传统工作流程,更推动了工程测绘向智能化、自动化方向发展。面对技术标准、数据处理等现实挑战,需要进一步加强技术创新与人才培养。未来,随着人工智能、物联网等技术的深度融合,工程测绘必将为现代工程建设提供更强大的技术支撑。

### [参考文献]

- [1]李德仁,王密.智能测绘技术发展现状与展望[J].测绘学报,2020,49(4):405-416.
- [2]张继贤,杨必胜.三维激光扫描技术在工程测量中的应用进展[J].测绘通报,2019(8):1-7.
- [3]陈军,刘经南.GNSS实时动态测量技术研究进展[J].武汉大学学报(信息科学版),2021,46(2):159-168.
- [4]龚健雅,张良培.无人机遥感测绘技术及应用[J].测绘地理信息,2018,43(3):1-8.
- [5]宁津生,李建成.现代工程测量技术发展与应用[M].北京:测绘出版社,2017:45-78.

### 作者简介:

张光毅(1992--),男,汉族,河南省郑州市新郑市人,本科,测绘工程师中级,研究方向:水利测绘。