

智能测绘装备在工程测量中的创新应用

文 / 杨祖新 山东省地矿工程集团有限公司

摘要：随着科学技术的飞速发展，测绘装备智能化已成为一种重要趋势。随着大数据、云计算和人工智能等技术的发展，传统测绘方法面临着效率低、精度低等问题。以无人机、三维激光扫描、GPS等智能测绘装备为代表的智能测绘装备，在提高数据获取精度与效率的同时，可实现全天时不间断监测，满足现代工程建设对高精度测绘数据的需求。同时，智能化、自动化测量技术也为工程测量技术的创新发展提供了新的思路。智能测绘装备集成多种先进技术，可为工程建设提供更为全面和精确的解决方案，推动工程测量向智能化和自动化方向发展，是我国测绘业发展的又一里程碑。

关键词：智能测绘装备；工程测量；创新应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.112

引言

在现代工程中，传统的绘图方法已不能满足高效、高精度、实时的要求。目前，测绘装备精度不高、选型不合理、操作不规范等问题越来越突出，严重影响了测绘成果的精度和工程质量。这不仅增加了工程造价，而且存在一定的安全隐患。因此，探索智能测绘装备在工程测绘领域的创新应用，提高测绘精度与效率，降低人力成本，是产业发展的迫切需求。

一、测绘科技发展的一般规律

（一）测绘科技发展更加突出技术科学与应用科学的发展

随着高精度传感器、卫星定位技术和数据处理技术的不断进步，测绘技术已由传统的地面测量向快速获取和处理的方 向发展。这些技术的发展，不但提高了测绘工作的精度与效率，而且大大拓展了测绘的应用领域。城市规划、环境监测、防灾减灾等领域对测绘技术的需求日益增长，迫切需要研究满足高精度、高实时性需求的新方法与新工具。例如，将地理信息系统（GIS）与大数据分析相结合，可使城市发展更加精细。现代测绘领域中，单一学科已很难满足复杂多变的应用需求，需要与计算机、遥感、信息科学等多学科深度融合，形成多学科交叉的新局面。本项目的研究成果不仅可以促进测绘技术的进步，而且可以为复杂工程问题的求解提供新的思路与方法^[1]。

（二）测绘科技发展受应用需求驱动

随着城镇化进程的不断加快，城市空间信息精度与实时性要求越来越高，推动了高精度测绘技术的发展。例如，利用无人机测图技术可以快速获取城市的三维模型，为城市规划与建设提供重要的数据支撑。随着环境变化与灾害监测的需求，测绘技术向高分辨率、高时效性方向发展。测绘技术可为洪水、地震等气候变化及自然灾害提供关键地理信息，辅助相关部门开展灾害前预警与评估，降低灾害损失。随着大数据、云计算等信息技术的飞速发展，测绘科学技术开始向智能化、自动化方向发展。通过本项目的实施，可以提高测绘数据的处

理与分析效率，满足各行业（如交通管理、物流配送等）对地理信息的实时需求，提高产业运营效率与决策精度^[2]。

（三）测绘科技发展离不开技术融合

随着信息技术的发展，测绘装备实现了数据的实时传输，通过云计算、大数据分析等手段，提高了测绘数据的处理速度与精度。本项目的研究成果不仅能提高测绘效率，也能为后续数据分析与应用提供有力支撑。遥感技术是一种利用卫星或飞机获取大范围地理信息的技术，它与地面测绘数据相结合，构成了一个更加综合的GIS系统。通过多源数据融合，不仅可以实现局部精细测绘，而且可以实现大范围的监测和分析，以满足环境监测和资源管理等多种需求。利用机器学习、深度学习等方法，提高测绘数据自动识别与分类的效率，大大降低人工干预的要求。这种智能化的发展，使测绘工作可以适应更加复杂的环境，提高了数据处理能力，提高了应用的灵活性^[3]。

二、应用工程测量测绘装备中的问题

（一）测绘装备精度不足

在对精度要求较高的工程项目（如地铁、桥梁等），精度不足会导致结构变形，从而影响工程安全与耐久性。这不仅给后续施工带来了困难，而且可能增加了项目的经济成本和资源浪费。在实际测绘过程中，由于气候变化和复杂地形等因素的影响，影响着测绘装备的性能。当设备精度不足时，如交通监控、灾害评估等高动态场景时，获取的数据往往不能满足实时、准确的需求。这给相关部门的决策提供了可靠的数据支撑，从而影响了应急响应与资源配置的效率^[4]。

（二）测绘装备选择不当

在某些特殊环境（如山区或城市密集区），使用不合适的设备可能无法获得完整的地形信息，影响后续分析与决策。这不仅影响了测绘工作的全面性，而且也使规划阶段缺少必要的基础数据支撑。不同类型的测量仪器，其测量精度、应用范围均有较大差别。例如，在一些对测量精度要求较高的工程中，若采用低精度测绘仪

器, 则会造成测量结果误差, 影响工程设计与施工。这不仅会影响测量结果的可靠度, 而且会在工程执行过程中造成重大错误, 增加后续修正的成本与风险。设备易操作性和适用性是测绘工程中的重要问题。如果所选用的设备与项目要求不符, 操作者可能要花较长的时间去适应, 从而造成测绘进度的延误。

(三) 测绘装备操作不规范

在复杂测绘任务中, 如地表精细划分、大型构筑物定位等, 若操作人员操作不当, 可能引入误差, 无法及时识别、修正, 进而影响测量精度。使用不当不仅会造成设备损坏, 增加维护费用, 而且会使测试结果的稳定性、重复性受到影响。由于设备持续使用要求很高的稳定性和可靠性, 因此这种损坏在长期项目中尤为突出。在测绘工作中, 如权属确认、界线划定等, 操作不当会导致测绘成果得不到法律认可, 引发争议与诉讼。这些问题不但会增加法律费用, 而且会影响工程进度及信誉。

三、智能测绘装备在工程测量中的具体创新应用

(一) 无人机测绘技术

相对于传统的地面测量方式, 无人机具有快速、快速、快速等优点。这种高效率的特点, 尤其适用于基础设施建设、国土资源调查等大型建设工程, 可大幅缩短测绘周期, 提高测绘效率。现代无人机装备有高精度传感器、摄像机等设备, 具备实时数据采集与处理的能力。所采集到的数据, 既包含平面平面图, 又可进行三维建模, 为后续工程设计与决策提供详细的基础数据。同时, 结合 GPS、GIS 等技术, 可进一步提高测绘精度, 保证测绘结果的可靠性。无人机能够在复杂地形、人畜难以到达的山区、湿地、城区等地区进行低空飞行, 获取传统方法难以获取的数据。这使其在环境监测、灾情评估、城市规划等方面有广阔的应用前景。如图一:

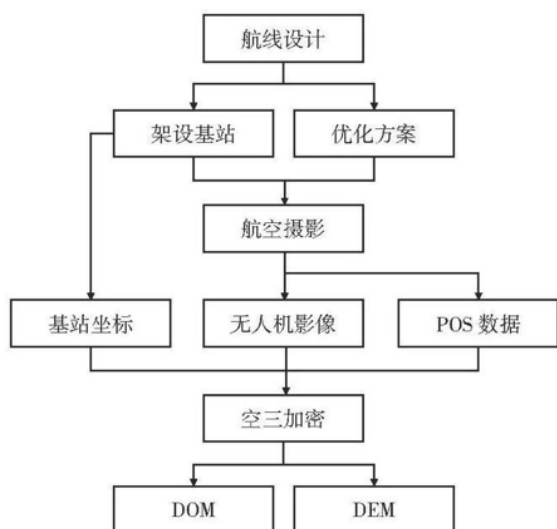


图 1 无人机监测流程

(二) 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术可以在很短的时间内采集上百万点云数据, 从而构建出高精度的三维点云模型。这种高

密度数据获取能力, 使工程测量更精细, 特别是对古建筑保护与修缮等复杂构筑物的测绘, 可为后续设计与建造提供可靠依据。在三维点云模型的基础上, 设计人员可以对被测物体的形状、特征进行直观的观察与分析。这一可视化功能, 不但增加了数据的可读性, 而且对后续的工程决策也有很大的帮助。在土木工程领域, 三维模型的建立有助于发现设计中存在的问题, 并对施工方案进行优化, 降低工程风险。利用激光扫描技术, 可对工程结构的变形、位移等进行实时监测, 及时发现安全隐患。在桥梁、隧道等重大基础设施的养护维修中, 对提高工程安全可靠度具有重要意义。

(三) 移动测量技术

移动测量技术将车载、无人飞行器等移动平台上集成高精度传感器与定位系统, 实现动态环境下的实时数据获取, 可以连续采集沿线地形信息, 提高测量的连续性和效率, 特别适合于城市道路、公路网等线形项目的测绘。移动测量技术为测绘提供了高分辨率、高覆盖度的测绘数据, 系统可以对道路两侧的建筑物、路标、绿化带等进行采集, 并生成高精度的 3D 地图。本项目旨在为城市规划、交通管理、灾害应急响应等领域提供重要的数据支撑。移动测量技术具有灵活、可扩展性好等优点, 为工程测量提供了新的可能性。随着科技的进步, 移动测量系统可方便地进行升级及扩充, 以配合不同的量测需要与环境条件。这一灵活性使其可以快速响应多种测量任务, 如城市扩建或新建基础设施建设等。

(四) 全球定位系统(GPS)与北斗卫星导航系统(BDS)

所谓的地理信息系统, 它其实是最近几年才慢慢发展起来的新型技术, 也是运动计算机系统, 它可以对空间信息进行有效的分析, 再把空间的信息用图形或数据的一些形式来进行表达。这项技术运用的地方很广阔, 同时它也是城市测绘中很有必要的一门技术, 城市测绘中的地理信息系统, 它不光可以提高城市测绘的工作效率和质量, 也使得城市的测绘工作更加精确, 也正因为这样, 我们要对地理信息系统在城市测绘中的应用进行深入的探索发现, 让我们国家城市的测绘水平逐步稳定提高。将 GPS 与北斗系统相结合, 使测绘工作可以实时进行, 并能进行动态更新, 实现测绘装备的实时定位和实时更新。这种特性在诸如交通监控, 环境变化分析等方面有很好的应用前景。例如, 城市交通管理部门可以通过实时定位、实时更新数据等手段, 及时掌握交通流、路况等信息, 进而优化交通调度与管理。虽然 GPS 已被广泛应用于全球各地, 但是在某些特定区域, 北斗系统具有较高的定位精度, 可以很好地弥补这一缺陷。将两者结合起来, 可使测图人员根据不同环境选择最合适的定位方案, 提高测绘工作的灵活性与适应性。这种互补不仅能提高测量精度与效率, 还能为工程测量多样化需求提供更广阔的解决途径。

（五）地理信息系统（GIS）与大数据、云计算的结合

地理信息系统的集成大大拓展了地理信息系统的应用领域，使其数据处理能力得到了极大的提高。基于云计算的海量存储与计算资源，地理信息系统具有处理与分析海量空间数据的能力，在城市规划、环境监测等领域具有重要应用价值。这种强大的数据处理能力，使地理信息系统不仅具备对地理信息的存储与管理功能，而且具备了对复杂空间分析与仿真的能力，为决策提供了科学依据。实时数据的采集与分析是工程测量中快速响应环境变化与工程需求的关键。与大数据技术相结合，地理信息系统可以对各类传感器、测量设备进行实时采集、处理，并提供动态的地理信息视图。该实时性在灾害预警、交通管理等对快速响应能力要求较高的应用场景中具有重要意义。在多部门、多项目协同的大型项目中，地理信息系统是一种集中式数据管理与分析平台。云计算的灵活、可扩展性使地理信息系统平台可以根据用户需求进行快速调整，从而实现跨部门、跨地域的数据共享与协作。

四、智能测绘装备在工程测量中的优势分析

（一）提高测量精度和效率，减少人力成本

智能测绘装备利用高精度传感器、先进的数据处理技术，极大地提高了测绘精度。传统绘图方法多依靠人工进行，易受人为干扰而产生误差。而智能设备则可以在较短的时间内获得大量的高精度数据，从而保证了测量结果的可靠性。这一精度的提高，不但降低了后续修正的要求，而且为工程设计与施工提供了更好的依据。智能化测绘装备的应用，极大地提高了测绘效率；例如，无人机、三维激光扫描等设备，可以在较短的时间内完成大范围的探测，并快速获得需要的数据，从而大大缩短测绘周期。与传统测量方法相比，智能测量设备可以缩短测量周期，加快工程进度。这种效率上的提高，不仅可以帮助项目按时完成，而且可以节省大量的时间与资源。传统的测绘方法需要大量的专业人员，通过引进智能化设备，大大减少了测绘人员的工作量。通过对数据的自动采集与处理，工程企业可以把人力资源从繁重的野外作业中解放出来，从事价值较高的工作，如数据分析、决策支持等。这样既能提高工作效率，又能提高企业的综合竞争能力。

（二）实现全天候、不间断的监测，及时更新数据

无人机、卫星导航等智能测绘装备具有无光照、无气候等多种气象条件下的能力，可使工程测量摆脱气象条件的约束，实现连续数据采集，特别是在突发事件（如自然灾害）发生后，快速获取现场数据，支撑灾后重建工作。智能测绘装备可通过安装于关键部位的传感器及监控设备，对项目进度进行实时跟踪，及时发现问题，及时调整。为了减少工期延误所带来的损失，保证工程按预定进度进行，对大型工程建设具有十分重要的意义。

城市发展、环境变化等动态变化环境下，及时更新数据对决策者具有重要意义。智能测绘装备能够为决策者提供实时的地理信息，帮助决策者根据最新的数据进行决策，提高决策的精度和效率。

（三）拓宽测绘应用领域，为工程建设提供更全面、更精准的解决方案

智能化测绘技术的运用，使测绘工作可以涵盖城市规划，环境监测，资源管理等诸多领域。传统测绘方法仅限于地形测绘与基础数据采集，智能设备的引入使测绘工作能够向更复杂的应用场景拓展，满足不同工程需求。这一扩展不仅提高了测绘的适用范围，而且为各类工程建设提供了更全面的基础数据支撑。智能测绘装备可以提供更高精度的数据，以满足工程建设对数据质量的高要求；在很多工程项目中，特别是基础设施、大型公用项目，其数据的准确与否直接影响到项目的安全与可行性。项目拟采用高精度传感器与先进数据处理技术，实现高精度三维建模与空间信息获取，为工程设计与建设提供可靠依据。这种精确的数据支撑，可以有效降低项目风险，提升项目总体质量。在现代工程中，测绘不仅仅是获取地理信息，而是涉及建筑、环境、交通等各个领域。智能测绘技术可以和大数据分析、云计算等其他技术融合在一起，构成一个综合性的信息平台。通过本项目的交叉研究，可以更全面地解决工程项目所面临的复杂问题，提高项目的整体效率与可持续发展能力。

结语

随着科学技术的快速发展，测绘智能化设备的应用，对工程测绘工作产生了深刻的影响，智能测绘装备将不仅仅局限于提高测绘精度与效率，其在环境监测、城市规划、灾害管理等方面的应用也将更加广泛。这一转变将提高测绘工作的效率和可靠性，促进工程建设的可持续发展，随着科技的不断创新，测绘装备的智能程度也会越来越高，数据处理能力也会越来越强，为决策提供更准确的信息支撑。

参考文献

- [1] 徐红，刘先林：中国航测仪要争取站在世界测绘装备制造C位[J]. 资源导刊, 2024, (02): 22-25.
 - [2] 林晓虎：智能测绘创新技术在矿山工程测量中的应用[J]. 世界有色金属, 2021, (17): 17-18.
 - [3] 刘全，张宏阳，鄢志，等：多元感知的强夯施工质量智能监测装备系统[J]. 水力发电学报, 2021, 40(10): 135-146.
 - [4] 周立，张阳，张一，等：无人水下智能海洋测绘装备的机遇与挑战[J]. 海洋信息, 2019, 34(03): 1-6.
- 作者简介：杨祖新，1987年2月11日，男，汉，山东省济南市济阳区，本科，中级工程师，研究方向：测量方向，包括工程测量（矿上测量、地形测量、规划测量、地下管线测量）、不动产测绘（地籍测绘、房产测绘）、航空摄影。