

工程测量中数字化测绘技术探讨

肖杏涛 李德库

通用技术集团工程设计有限公司 山东 济南 250000

摘要：数字化测绘技术依托多学科理论与测绘原理，由技术基础、模块及设备工具构成，工作流程涵盖前期准备、数据采集、处理与成果输出。在工程测量中，该技术广泛应用于地形测绘、施工测量、变形监测及竣工测量，具备高效、精准、抗干扰等优势，但也存在设备成本高、复杂环境精度受限等局限。通过技术融合优化与应用拓展，数字化测绘技术将持续提升综合性能，适配更多工程场景需求，为工程测量发展注入新动力。

关键词：数字化测绘技术；工程测量；工作流程；技术融合；应用拓展

引言：工程测量是工程建设的基础环节，对保障工程质量与安全意义重大。传统测绘技术受限于作业模式与技术手段，在效率、精度等方面存在明显不足。随着信息技术飞速发展，数字化测绘技术应运而生，凭借自动化、高精度等优势，迅速成为工程测量的核心手段。深入探讨数字化测绘技术构成、工作流程、应用场景及发展方向，有助于全面掌握技术特性，推动其在工程测量领域深度应用，为工程建设提供更精准、高效的测绘支撑。

1 数字化测绘技术的构成与支撑条件

1.1 数字化测绘的技术基础

数字化测绘的技术基础植根于多学科理论与测绘原理的深度融合，以计算几何、离散数学、数理统计等为核心理论支撑，结合坐标体系、投影变换、成像机

理、共线方程、测量平差等测绘核心原理发展而来^[1]。这些基础理论与原理共同支撑数字化测绘的全流程开展，为时空基准确立、遥感影像处理、数字地图构建等工作提供核心依据。在此基础上，一系列处理算法与模型不断完善，包括坐标变换、几何校正、辐射融合、分类提取、多维建模等，进一步夯实数字化测绘的技术根基，使其能够实现对空间要素的精准捕捉与高效处理。

1.2 数字化测绘的技术模块

数字化测绘的技术模块呈现模块化架构特征，各模块分工明确且紧密衔接，覆盖数据处理全流程。核心技术模块包括数据采集模块、数据预处理模块、数据处理与分析模块、成果输出模块等，各模块依托相应技术实现特定功能，各模块的核心参数及功能，如表1所示。

表1

技术模块	核心功能	关键参数
数据采集模块	获取空间要素与属性信息	采集频率1-10Hz，数据传输延迟 ≤ 50ms
数据预处理模块	数据筛选与校正	异常数据剔除率 ≥ 98%，校正误差 ≤ 0.5mm
数据处理与分析模块	数据建模、空间分析	建模效率 ≥ 100万点/小时，分析误差 ≤ 1mm
成果输出模块	数字化产品生成与导出	输出格式支持DXF、SHP等，导出速度 ≥ 100MB/分钟

数据采集模块负责获取自然要素与人工设施的空间分布及属性信息，预处理模块完成数据筛选与校正，处理与分析模块实现数据建模、空间分析等核心操作，成果输出模块则完成数字化产品的生成与导出。各模块通过技术联动，实现从数据获取到成果输出的闭环运行，保障测绘数据的完整性与处理的高效性。

1.3 数字化测绘的设备与工具

数字化测绘的设备与工具作为技术落地的物质支撑，涵盖数据采集设备、数据处理设备与辅助工具，呈现高精度、自动化发展趋势。数据采集设备包括全站仪、GNSS接收机、三维激光扫描仪、无人机摄影测量系

统等，可实现不同场景下空间数据的精准采集。数据处理设备以高性能计算机为主，搭配专用处理设备，满足海量测绘数据的快速处理需求。辅助工具包括各类数据存储设备、通信传输设备等，保障数据在采集、处理、传输过程中的安全性与稳定性。这些设备与工具的不断升级，推动数字化测绘技术在工程测量中的应用范围持续拓展，作业效率与数据精度不断提升。

2 数字化测绘技术的工作流程

2.1 前期准备环节

前期准备环节是数字化测绘工作有序开展的前提，直接影响后续作业质量与效率。该环节需完成测绘区域

的资料收集与梳理,梳理区域内已有的测绘成果、地形地貌资料、坐标系统资料等,为作业开展提供基础参考^[2]。同时需完成作业方案的合理规划,明确测绘范围、精度要求、作业方法及人员分工,结合区域实际情况选择适配的技术与设备。此外还要完成设备调试与校准,对各类采集、处理设备性能检测与参数校准,排查设备运行隐患,确保设备处于最佳工作状态,为后续数据采集与处理工作筑牢基础。

2.2 数据采集环节

数据采集环节是数字化测绘的核心环节,核心是获取测绘区域内各类空间要素与属性信息,采集质量直接决定最终测绘成果的精度。采集过程需依托适配的采集设备,根据前期规划的作业方案,按照规范要求开展数据采集工作,重点捕捉地形、地物的空间位置、形态特征及相关属性信息。采集过程中需严格遵循测绘技术规范,控制采集密度与采集精度,及时对采集的数据进行初步核对,排查遗漏、错误等问题,确保采集数据的真实性、完整性与准确性,为后续数据处理工作提供高质量的数据支撑。

2.3 数据处理环节

数据处理环节是将采集的原始数据转化为可用测绘成果的关键,需依托专业处理软件与技术方法,对原始数据进行系统性处理。首先对采集的原始数据进行筛选与清理,剔除无效数据、异常数据,修正数据偏差,确保数据的规范性。随后开展数据校正与整合,通过坐标校正、几何校正等技术手段,使数据符合既定坐标系统与精度要求,同时完成不同类型数据的整合关联。最后通过数据建模、空间分析等操作,将处理后的数据转化为结构化、标准化的测绘数据,形成可用于后续应用的基础数据成果。

2.4 成果输出环节

成果输出环节是数字化测绘工作的收尾环节,核心是将处理后的测绘数据转化为符合工程测量需求的标准成果。输出前需对处理后的测绘数据进行全面核对,确认数据精度、完整性符合规范要求,排查各类数据错误与隐患。输出过程需根据工程实际需求,选择适配的成果形式,包括数字地形图、高程模型、专题地图等,确保成果格式规范、内容完整、标注清晰。同时需对输出成果进行妥善存储与备份,采用安全可靠的存储方式,保障成果的安全性与可追溯性,为工程设计、施工、运维等后续工作提供精准、可靠的测绘支撑。

3 数字化测绘技术在工程测量中的应用

3.1 地形测绘应用

地形测绘作为工程测量的基础性工作,是工程规划设计、场地整理的重要前提,数字化测绘技术的应用彻底革新传统地形测绘作业模式^[3]。依托GNSS定位技术、无人机航测技术、三维激光扫描技术等先进手段,可实现对测绘区域地形地貌的全方位、无死角捕捉,精准获取地表起伏特征、地物空间分布、地貌形态等核心信息。作业过程省去传统人工现场绘图的繁琐流程,通过数字化采集设备直接获取地形原始数据,经专业测绘处理软件完成数据校正、整合与建模后,生成数字化地形图、数字高程模型、数字表面模型等标准化成果。技术应用有效突破传统地形测绘效率低下、精度不足的瓶颈,显著提升地形数据的采集精度与完整性,为工程选址、场地平整、方案设计、工程量计算等前期工作提供精准详实的地形基础资料,完全契合工程地形测绘的行业规范与技术要求。

3.2 工程施工测量应用

工程施工测量是衔接工程设计与现场施工的关键环节,直接影响工程施工质量与施工进度,数字化测绘技术为施工测量提供高效精准的技术解决方案。作业过程中,借助全站仪、GNSS接收机、电子水准仪等数字化测量设备,精准完成施工点位定位、轴线放线、高程控制、坡度校准等核心工作,确保施工点位的空间位置、高程参数与工程设计方案高度契合。通过数字化数据处理技术,可实时反馈测量数据,及时发现并调整施工过程中的定位偏差,有效规避施工定位失误引发的质量隐患。技术应用大幅简化施工测量作业流程,减少人工操作带来的系统误差与偶然误差,适配工程施工过程中动态测量、实时调整的需求,为基础工程、主体结构施工、管线铺设等各环节提供持续精准的测量保障,符合工程施工测量的精度标准与作业规范。

3.3 工程变形监测应用

工程变形监测是保障工程结构安全、防范安全隐患的核心手段,数字化测绘技术推动变形监测工作向自动化、精细化、实时化转型。通过在工程结构、地基基础、周边环境等关键部位布设自动化监测设备,可实时采集结构位移、沉降、倾斜、裂缝扩展等核心变形指标,实现对工程变形状态的全天候监测。采集的原始数据经专业监测系统完成筛选、校正与分析后,可动态呈现工程变形趋势,及时捕捉异常变形信号,为隐患排查提供精准指引。技术应用摆脱传统人工监测方式的滞后性与局限性,显著提升监测数据的实时性与准确性,能够全面、动态掌握工程结构的变形状态,为工程安全研判、隐患治理、维护加固等工作提供科学可靠的技术依

据,契合工程变形监测的行业规范与安全要求。

3.4 工程竣工测量应用

工程竣工测量是工程验收、竣工备案的重要依据,直接关系到工程验收质量与后期运维管理,数字化测绘技术确保竣工测量工作的规范性与精准性。作业过程中,对工程竣工后的实际形态、尺寸参数、空间位置等进行全面细致的测绘,系统采集工程主体结构、附属设施、管线布置等相关数据,与工程设计图纸、施工规范要求等进行精准比对核查。通过数字化处理技术生成完整的竣工测量成果,清晰呈现工程实际建设情况与设计方案的契合程度,为工程验收、竣工备案、产权登记、后期运维、改造升级等工作提供可靠依据。技术应用有效提升竣工测量的作业效率与数据精度,确保测量成果符合工程竣工验收标准,完整反映工程建设的实际质量,为工程后期的维护管理、隐患排查、改造扩建提供精准的数字化支撑,助力工程全生命周期管理的规范化开展。

4 数字化测绘技术的特点与发展方向

4.1 技术优势

数字化测绘技术的优势贯穿作业全流程,依托现代信息技术突破传统测绘技术的诸多局限。作业环节依托自动化采集设备,减少人工操作干预,大幅压缩作业周期,能够高效应对大规模、复杂地形区域的测绘任务^[4]。数据采集与处理遵循标准化技术流程,搭配专业算法支撑,有效降低人工操作带来的误差,提升数据精度与一致性,满足工程测量对数据精准度的严苛标准。数据存储与传输采用数字化载体,便于后续数据整理、检索与共享,打破传统测绘成果传播与复用的壁垒,同时具备较强的抗干扰能力,能够适应复杂地形与恶劣作业环境,保障作业过程的稳定性。

4.2 技术局限

数字化测绘技术在实际应用中仍存在明显局限,受技术本身特性与外部环境因素双重影响。技术应用对设备性能与操作人员专业素养有着较高要求,设备购置与后期维护成本偏高,在一定程度上制约技术的普及推广。复杂作业环境下,植被茂密覆盖、高层建筑遮挡、强电磁干扰等情况,会直接影响数据采集精度,难以实现对空间要素的精准捕捉。数据处理过程高度依赖专业软件系统,部分复杂数据的处理仍需人工介入,无法实现全流程自动化作业,且数据安全防护体系尚不完善,存在数据泄露、丢失的潜在风险。

4.3 技术融合与优化方向

数字化测绘技术的优化升级核心在于多技术深度融合,依托科技进步弥补现有局限,提升技术综合应用能

力。推动数字化测绘技术与人工智能、大数据、物联网等新兴技术深度融合,实现数据采集、处理、分析全流程自动化升级,减少人工干预,进一步提升作业效率。优化数据处理算法,完善数据校正与异常排查机制,着力破解复杂环境下的数据采集精度难题,提升技术环境适配能力。加强测绘设备轻量化、小型化研发,降低设备购置与维护成本,同时优化软件系统功能设计,提升操作便捷性,推动技术向智能化、高效化方向转型,契合行业发展主流需求。

4.4 应用拓展方向

数字化测绘技术的应用拓展以工程测量领域为核心,逐步向多行业、多场景延伸,持续拓宽技术应用边界。在工程测量领域,进一步渗透到工程全生命周期,覆盖规划设计、施工管控、运维保障、改造升级等各个环节,提升工程管理的精细化水平^[5]。向跨行业领域延伸,适配国土空间规划、生态环境保护、灾害监测防治、城市精细化运维等领域的测绘需求,充分发挥技术精准化、高效化优势。推动技术在三维建模、虚拟可视化等领域的深度应用,实现测绘成果直观呈现,为各类决策提供便捷支撑,同时探索轻量化、便携式测绘技术应用,适配更多复杂作业场景,推动技术应用场景持续丰富完善。

结束语

数字化测绘技术凭借独特优势,在工程测量领域发挥着不可替代的作用,成为推动行业发展的关键力量。面对技术局限,需通过多技术融合、算法优化及设备升级等方式,持续提升技术性能与应用能力。同时,积极拓展应用场景,推动技术向跨行业、多领域延伸,满足日益复杂的工程需求。随着技术不断进步,数字化测绘技术将在工程测量中持续深化应用,为工程建设提供更全面、精准的测绘保障,助力行业高质量发展。

参考文献

- [1]范新艳.建筑工程测量中数字化测绘技术应用研究[J].砖瓦世界,2026(6):52-54.
- [2]徐志虎.地质工程测量中数字化测绘技术的运用[J].智能建筑与智慧城市,2026(1):188-190.
- [3]徐小兴.水利工程测量中数字化测绘技术的应用研究[J].中国科技论文在线精品论文,2025,18(3):220-222.
- [4]王全民.水利工程测量中数字化测绘技术的应用[J].水上安全,2024(10):52-54.
- [5]梁露.建筑工程测量中数字化测绘技术应用分析[J].科技资讯,2025,23(17):139-141.