

数字化测绘技术在工程中的应用

王全胜

沂水县伟业勘察测绘有限公司 山东 临沂 276400

摘要: 数字化测绘技术已深度融入现代工程建设各环节。本文系统梳理三维激光扫描、无人机航测、GNSS 卫星定位、数字化摄影测量及地理信息数字化五类技术的作业原理与适用场景, 阐述从前期勘测、数据采集、处理整合到模型构建与成果归档的完整作业流程, 分析五类技术在建筑、市政道路、水利水电、轨道交通及岩土改造工程中的实际应用情况, 探讨数据精细化处理、多技术融合、智能化升级及一体化作业的科学优化路径。

关键词: 数字化测绘技术; 工程测量; 数据采集; 三维建模; 技术融合

引言: 工程建设对空间数据的精度与完整性要求持续攀升, 传统测绘手段在作业效率与数据覆盖面上已难匹配当前需求。数字化测绘技术凭借高密度采集、全域覆盖与自动化处理等优势, 逐步替代人工测量的主导地位。各类技术在不同工程场景中展现出差异化应用价值, 围绕采集、处理、建模与归档形成了日趋成熟的作业体系。剖析工程适配逻辑与流程衔接方式, 对提升工程建设质量具有切实意义。

1 工程领域常用数字化测绘技术类型

1.1 三维激光扫描测绘技术

三维激光扫描测绘技术依托激光测距与空间定位基础原理, 针对工程实体的空间结构与外形尺寸开展高密度数据采集作业^[1]。设备可全方位捕捉作业场地与构筑物的空间信息, 快速生成完整规范的点云数据模型。工作人员通过对点云数据开展筛选拼接与精细化优化处理, 精准还原实体空间形态, 为工程建模设计、结构形变监测、施工结构复核等核心工作提供精准数据支撑, 适配大型土建工程与构筑物精细化测量作业。

1.2 无人机航测测绘技术

无人机航测测绘技术依托无人机飞行作业平台, 搭载高清成像设备完成大面积工程区域的影像采集工作。低空作业模式可以规避复杂地形带来的作业限制, 弥补地面测绘的作业短板。采集所得影像数据经由专业测绘软件处理后, 可生成正射影像与数字高程模型等基础测绘成果, 大幅提升大范围场地测绘的作业效率, 广泛应用于场地勘测、地形摸排以及工程进度动态监测等作业环节。

1.3 GNSS 卫星测绘技术

GNSS 卫星测绘技术依托多维度卫星定位信号, 完成地面测量点位的高精度空间坐标解算工作。作业模式具备全天候运行与全域覆盖的优良特性, 基本不受地形地貌与气象环境的干扰, 可高效完成工程控制网布设、点位精准定位与高程数据测量等基础测绘工作。稳定的信号传输体系与精密的数据解算算法, 保障测绘点位数据的准确性, 为工程规划、现场施工及竣工验收提供基础空间数据保障。

1.4 数字化摄影测量技术

数字化摄影测量技术利用专业光学成像设备采集作业区域影像素材, 依托成熟数字影像算法完成影像解析与地形数据提取工作。技术核心是完成光学影像向量化数字数据的转化, 实现区域地形地貌与地面构筑物的数字化复刻。整套技术可高效完成中小范围工程区域的地形测绘与地物信息采集, 为工程规划设计与地形数据分析提供可靠的数字化资料支撑。

1.5 地理信息数字化测绘技术

地理信息数字化测绘技术专注工程区域各类空间地理信息的采集整合与数字化存储工作。技术体系统筹整合场地地形、地表地貌、管网线路及建筑布局等多元地理要素, 搭建标准化的工程地理信息数据库。通过对各类空间数据开展系统化梳理与数字化转化, 实现工程地理信息的标准化管理与高效调取, 为工程规划布局、资源调配与后期运维工作提供完善的空间信息支撑。

2 数字化测绘技术的工程作业流程

2.1 前期现场勘测与数据采集准备

测绘作业正式开展前需完成全面的现场调研与精细化筹备工作。作业人员实地探查工程场地的地形样

貌、环境条件以及施工边界范围,细致排查场地内遮挡物体、复杂地形等能够影响测绘作业的外界因素^[2]。结合工程项目的建设规格与施工标准制定专属测绘实施方案,筛选适配场地作业条件的专业测绘设备,完成设备精度校准与整机性能检测,科学规划作业区域范围与行进路线,为后续大规模、高精度的数据采集工作夯实基础。

2.2 全域数字化数据采集作业

各项前期筹备工作落实到位后,便可启动全域范围的数字化数据采集工作。依托各类智能化测绘设备与现代化作业手段,全面采集工程场地内部地形高程参数、地面构筑物分布位置、空间点位信息等核心测绘内容。严格遵循行业作业规范管控数据采集密度与作业精度,全面覆盖场地内部所有地理要素,杜绝各类信息缺失与数据残缺问题,充分保障原始测绘数据的完整性与真实度。

2.3 测绘数据规范化处理与整合

现场采集获取的原始数据会掺杂冗余内容与细微误差,必须开展专业化的净化修正与规整整合工作。作业人员对海量原始测绘数据进行逐层筛选与细致甄别,清理无效冗余内容与异常错误数据,对采集过程中产生的细微数据偏差进行修正优化。对不同维度、不同类型的测绘信息开展分类梳理,统一全部数据的存储格式与计量标准,提升整体数据的规整度与实际应用价值。

2.4 工程数字化模型构建

经过规范化处理后的优质测绘数据,是搭建工程数字化模型的核心基础资源。操作人员依托专业测绘建模软件导入标准化的空间数据与地形数据,精准复刻工程场地的真实地形样貌与构筑物布局形态。结合工程项目的施工精度要求细化模型各项细节,完善模型内部空间结构与附属属性信息,搭建高度贴合现场实际施工工况的数字化立体模型。

2.5 测绘成果数字化归档

测绘建模与数据处理工序全部完成后,需对所有作业成果开展系统化的数字化整理与留存备份。工作人员对成型的数字化模型、规整后的测绘数据集、现场采集的影像资料等核心内容进行分类梳理与系统整理,严格依照行业规范完成数据存储与多重备份。标准化的数字化留存模式可以实现测绘成果的长期保存,便于工程建设各施工阶段随时调取使用,为工程项目全周期建设提供稳定有效的数据支撑。

3 数字化测绘技术在各类工程中的应用场景

3.1 建筑工程中的数字化测绘应用

建筑工程整体建设流程复杂,对空间布局与施工精度有着极高标准,数字化测绘技术能够贯穿建筑项目全建设周期。项目规划阶段,技术手段可以完成建设场地地形地貌与空间基底信息的全面采集,为建筑布局规划、场地平整设计提供精准的数据依据^[3]。施工推进阶段,依托智能测绘设备完成建筑轴线定位、高程把控与构件布设检测工作,保障主体结构施工的规整度与精准度。建筑主体完工后,各类数字化测绘方式可用于结构形变检测、竣工空间核验等工作,排查施工偏差问题,稳步提升建筑工程的施工质量与建设规范性。

3.2 市政道路工程中的数字化测绘应用

市政道路工程覆盖城市核心区域,施工范围跨度较大,周边环境复杂,对测绘作业的全面性与时效性有着严格要求。数字化测绘技术可以完成道路沿线地形信息、地下管线分布、周边构筑物布局的精细化采集,为道路线形设计、路基施工、管线迁移规划提供精准空间数据。施工过程中持续开展路面高程检测、道路线形复核与边坡状态监测,保障道路施工贴合设计标准。整套技术体系可以弱化城市复杂环境对施工的干扰,提升市政道路建设的规整度与通行安全性。

3.3 水利水电工程中的数字化测绘应用

水利水电工程多坐落于自然环境复杂的区域,作业范围广阔,地形地势起伏较大,常规测绘方式难以满足作业需求。数字化测绘技术能够高效完成流域地形、河道走势、库区地貌的全域数据采集,辅助工作人员开展坝体选址、河道整治、库区规划等设计工作。工程施工阶段可实现水工结构布设定位、边坡稳定监测、水域地形动态摸排等多项作业,精准捕捉水域与岸坡的地形变化。有效提升水利水电工程建设的精准度,强化水工构筑物运行的稳定性与安全性。

3.4 轨道交通工程中的数字化测绘应用

轨道交通工程包含地面线路、隧道区间与站点结构,施工精度要求严苛,作业空间相对特殊,对测绘工作的精细化程度有着极高标准。数字化测绘技术可以完成轨道交通沿线地形摸排、地下空间结构探测、线路走向定位等基础工作,为线路规划、隧道挖掘、站点布设提供可靠的数据支撑。施工开展期间持续完成隧道形变监测、线路高程复核、结构位置校验等作业,严控施工偏差数值,规避地下施工与高空施工的安全隐患,保障轨道交通工程施工的规范性与运行的稳定性。

3.5 岩土与地形改造工程中的数字化测绘应用

岩土与地形改造工程以场地地形修整、边坡治理、岩土结构优化为核心内容,地形动态变化特征显著。数字化测绘技术能够快速捕捉复杂岩土区域的空间形态数据,精准获取坡面角度、地形高差、岩土结构分布等关键信息,为边坡设计、土方计算、地形修整方案编制提供数据支撑。工程改造过程中可实现地形变化的动态监测,及时掌握岩土形变状态与场地修整进度,辅助工作人员调整施工方案,提升地形改造与岩土治理工程的施工精准度与作业安全性。

4 数字化测绘技术的工程应用优化与发展方向

4.1 测绘数据精细化处理优化方式

测绘数据是工程设计与施工管控的核心基础资源,数据处理质量直接决定工程建设的整体精度。传统数据处理模式多采用基础筛选与统一规整模式,对细微误差、冗余数据的处理力度不足。现代化优化方式依托先进的数据运算算法,对野外采集的原始测绘信息开展分层筛选与深度净化^[4]。针对性剔除无效数据与异常信息,细化数据修正工序,优化数据插值与拟合处理流程。精细化的处理模式能够提升各类空间数据、地形数据的精准度,让测绘成果更好适配高精度工程施工与结构分析工作需求。

4.2 多技术融合的工程测绘优化路径

单一测绘技术存在作业局限,难以应对复杂工程场地的多元测绘需求。各类数字化测绘技术具备差异化的作业优势与适用场景,技术融合可以弥补单一作业模式的短板。将卫星测绘、激光扫描、航测采集等不同技术手段相互结合,发挥各类技术在大范围勘测、精细化测量、动态监测中的优势。多技术融合模式可以拓宽测绘作业的覆盖范围,提升复杂地形与复杂工况下的数据采集完整度,构建全方位、多层次的工程测绘作业体系,提升整体作业质量与适配能力。

4.3 智能化测绘技术的融合发展

智能算法与数字技术的普及,推动工程测绘行业摆脱传统人工操作的局限。智能化技术深度融入测绘数据采集、处理、建模与分析全流程,推动人工操作工序的简化与升级。智能识别算法可以自主完成地物分类、误差甄别与数据优化,智能设备能够实现自动化采集与动态监测作业。技术融合发展模式大幅降低人工操作产生的误差问题,提升测绘作业的自动化水平,推动工程测绘行业逐步摆脱人力依赖,提升行业

整体智能化作业层级。

4.4 数字化测绘一体化作业发展趋势

传统测绘作业存在采集、处理、建模、归档各环节相互割裂的问题,作业流程衔接效率偏低。一体化作业模式打破各工序的独立作业壁垒,构建全流程贯通的测绘作业体系。从现场数据采集、数据规整处理,到数字化建模、成果归档存储实现工序衔接的连贯性运作,搭建统一的数据传输与成果共享渠道。一体化发展模式能够缩短测绘作业周期,保障各环节数据信息的统一性,提升测绘成果的复用效率与工程服务能力。

4.5 工程测绘数字化、智能化升级方向

未来工程测绘行业的升级核心聚焦数字化深化与智能化拓展两大维度。数字化层面持续完善数据标准化体系,统一各类测绘成果的存储格式与应用标准,搭建规范化的工程测绘数字资源体系^[5]。智能化层面深化智能算法、自动监测、虚拟建模等技术的落地应用,推动测绘作业从被动数据采集转向主动数据分析与施工预判。持续的技术升级可以推动工程测绘贴合现代化基建发展节奏,为工程项目全周期建设提供更为优质的技术服务。

结束语

数字化测绘技术贯穿工程建设的规划、施工与运维各阶段,已从辅助工具演变为工程建设的基础支撑体系。随着数据处理算法持续优化、多源技术融合路径不断拓宽以及智能化作业模式逐步成熟,测绘作业正从人工密集型向自动化、一体化方向演进。工程建设行业对空间数据精度与响应速度的需求仍在攀升,数字化测绘技术唯有紧跟工程实际需求持续迭代升级,方能为各类工程项目提供更加可靠的空间信息保障。

参考文献

- [1] 崔瑛哲,王康建,高进. 数字化测绘技术在工程中的应用研究[J]. 土木工程,2024,13(9):1658-1666.
- [2] 谷玲玲. 数字化测绘技术在工程测量中的应用[J]. 工程建设与设计,2025(13):148-150.
- [3] 袁维波. 数字化测绘技术在地质工程测量中的应用[J]. 西部探矿工程,2025,37(10):106-109.
- [4] 李瑶. 建筑工程测量中数字化测绘技术应用[J]. 模型世界,2026(3):19-21.
- [5] 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.