

# 测绘工程测绘新技术应用

刘敬

乐陵市自然资源局 山东 德州 253600

**摘要:** 测绘工程中, 新技术应用显著提升效率与精度。三维激光扫描技术实现复杂场景高精度建模; 无人机倾斜摄影测量快速获取多视角数据, 构建三维实景模型; GNSS技术提供厘米级实时定位, 多系统融合增强复杂环境稳定性; 数字孪生与BIM融合支持工程全生命周期管理; AI与大数据分析实现自动化数据处理与智能决策。这些技术推动测绘工程向数字化、自动化、智能化方向发展。

**关键词:** 测绘工程; 测绘新技术; 应用

引言: 在城市化加速与工程复杂度攀升的当下, 传统测绘技术因效率低、精度受限及场景适应性不足, 难以满足现代工程需求。测绘工程新技术应运而生, 以三维激光扫描、无人机倾斜摄影、GNSS多系统融合、数字孪生与BIM协同、AI大数据分析等为核心, 凭借高精度、非接触、实时动态监测等优势, 重塑测绘作业模式, 为地形测绘、城市规划、灾害监测等领域提供关键支撑, 推动行业向智能化、高效化转型。

## 1 测绘工程新技术体系概述

### 1.1 三维激光扫描技术

(1) 技术原理与特点: 基于激光测距原理, 通过快速发射激光束获取目标表面三维坐标, 具备高精度、非接触式测量优势, 可快速完成复杂场景三维建模, 避免对被测物体的干扰与破坏。(2) 核心设备与软件: 核心设备包括地面型、机载型LiDAR设备, 配套点云处理平台如Cloud Compare、Cyclone, 可实现点云数据去噪、拼接、特征提取与模型重构。

### 1.2 无人机倾斜摄影测量技术

(1) 低空遥感优势与多视角数据采集: 依托低空飞行平台, 具备机动灵活、成本低、覆盖范围广的优势, 通过多视角相机同步采集影像, 可全面捕捉地物侧面信息, 弥补正射影像不足。(2) 影像处理与三维建模流程: 经影像匹配、空三加密、密集点云生成、纹理映射等环节, 借助Context Capture、Pix4Dmapper等软件, 快速生成高精度三维实景模型。

### 1.3 全球导航卫星系统(GNSS)技术

(1) RTK、CORS网络在工程测量中的应用: RTK技术实现厘米级实时定位, 广泛用于地形测绘、施工放样; CORS网络通过多基站协同, 突破单点定位限制, 提升测量效率与覆盖范围。(2) 多系统融合定位精度提升: 融合GPS、北斗、GLONASS等多系统信号, 增强复

杂环境下信号接收稳定性, 有效提升遮挡区域定位精度与可靠性<sup>[1]</sup>。

### 1.4 数字孪生与BIM技术融合

(1) 虚拟场景构建与动态监测: 整合测绘数据构建工程虚拟孪生体, 实现实体工程与虚拟模型实时映射, 支持结构变形、环境参数等动态监测。(2) 工程全生命周期管理支持: 贯穿设计、施工、运维全阶段, 为方案优化、进度管控、故障预警提供数据支撑, 提升工程管理智能化水平。

### 1.5 人工智能与大数据分析

(1) 自动化数据处理与智能识别: 借助AI算法实现影像地物自动分类、点云特征智能提取, 替代人工繁琐处理, 提升数据处理效率与精度。(2) 大规模测绘数据挖掘与决策支持: 挖掘海量测绘数据中的关联规律, 为工程规划、灾害预警、资源管理等提供科学决策依据, 推动测绘成果价值最大化。

## 2 新技术在测绘工程中的典型应用案例

### 2.1 地形地貌测绘

(1) 无人机+三维激光扫描在复杂地形中的应用: 针对传统测绘难以覆盖的陡峭山区、峡谷等复杂地形, 整合无人机机动灵活与三维激光扫描高精度的优势, 构建“低空飞行+非接触测量”的作业模式。无人机搭载激光扫描设备快速覆盖测区, 规避地形障碍与人员安全风险, 获取高密度点云数据; 后续通过点云处理软件完成去噪、拼接与地形建模, 精准还原地形起伏特征。(2) 案例: 山区地形快速测绘与精度对比分析。某南方山区公路选线前期测绘中, 采用该联合技术完成50km<sup>2</sup>测区作业, 仅耗时3天, 较传统全站仪测绘效率提升80%。经精度验证, 生成的数字高程模型(DEM)高程误差均控制在5cm内, 满足公路选线设计精度要求, 同时解决了传统方法在悬崖、深谷区域无法实测的难题。

## 2.2 城市规划与建设

(1) 数字孪生技术在智慧城市中的动态监测：基于无人机倾斜摄影、三维激光扫描等技术采集城市全域数据，构建城市级数字孪生模型，整合交通流量、管网运行、环境质量等实时监测数据，实现城市运行状态可视化呈现。通过模型与实体的实时映射，可精准识别交通拥堵、管网泄漏等问题，为城市规划优化、应急处置提供数据支撑<sup>[2]</sup>。(2) BIM+GNSS在高层建筑变形监测中的实践：在高层建筑施工与运维阶段，将BIM模型与GNSS实时动态监测技术融合。施工中，通过GNSS-RTK技术实时采集建筑关键点位坐标，与BIM模型预设参数对比，动态校正施工偏差；运维期，持续监测建筑沉降、倾斜数据，当数据超出预警阈值时自动触发警报，保障建筑结构安全。某超高层写字楼项目中，该技术实现施工精度误差控制在3mm内，成功规避结构偏移风险。

## 2.3 交通工程测量

(1) 无人机倾斜摄影在道路选线中的效率优化：利用无人机低空多视角摄影优势，快速获取道路沿线地形、地物影像数据，通过影像处理软件生成三维实景模型与数字正射影像图。设计人员可基于三维模型直观分析沿线地形条件、生态环境，对比不同选线方案的工程难度与环境影响，大幅缩短选线论证周期。(2) 案例：高速公路改扩建工程测量应用。某高速公路改扩建项目中，采用无人机倾斜摄影技术完成200km路段测量，高效获取了沿线桥梁、路基、周边建筑物的精准数据，生成的三维模型清晰呈现了原有道路与周边环境的空间关系。基于模型开展改扩建方案设计，避免了传统测量中反复实地勘察的繁琐流程，选线论证效率提升60%，同时降低了对现有交通通行的干扰。

## 2.4 地质灾害监测

(1) InSAR技术与GNSS融合的滑坡监测预警：整合InSAR技术大范围、高精度地表形变监测优势与GNSS实时定位能力，构建全方位滑坡监测体系。InSAR技术通过卫星遥感获取大范围滑坡区域形变数据，识别潜在滑坡隐患区；GNSS基站在隐患区布设，实时捕捉微小形变，实现滑坡动态监测与预警<sup>[3]</sup>。(2) 案例：某区域地质灾害实时监测系统构建。在西南某滑坡高发区域，构建该融合监测系统，覆盖50km<sup>2</sup>隐患区域。系统通过InSAR技术提前识别出3处潜在滑坡点，再借助GNSS基站对重点区域进行24小时实时监测，可捕捉到毫米级形变。当监测数据达到预警阈值时，系统自动向相关部门推送预警信息，为防灾减灾决策与人员转移争取时间，该系统运行以来成功规避2次小型滑坡灾害。

## 2.5 文化遗产保护

(1) 三维激光扫描在古建筑数字化存档中的应用：针对古建筑结构复杂、材质脆弱的特点，采用三维激光扫描非接触式测量技术，精准采集古建筑的外观形态、构件细节等三维数据，生成高精度三维模型。该模型可完整还原古建筑原始风貌，为古建筑修复、保护研究、数字化展示提供精准数据基础。(2) 案例：故宫文物建筑三维建模与修复支持。在故宫某宫殿修复项目中，运用地面三维激光扫描设备对宫殿主体结构、斗拱、彩绘等进行全方位扫描，获取了数十亿点云数据，构建的三维模型精度达毫米级，清晰呈现了构件的磨损、开裂等病害细节。修复团队基于模型开展病害分析，制定精准修复方案，同时将原始模型作为数字化存档资料，为后续文物保护研究与文化传播提供了重要支撑。

## 3 测绘工程新技术应用面临的挑战与对策

### 3.1 技术层面挑战

(1) 数据处理复杂性与算力需求：新技术产生的点云、影像等数据呈海量级增长，数据去噪、拼接、建模等处理流程复杂，对算力提出极高要求。传统处理设备难以应对大规模数据高效运算，易出现处理周期长、精度不稳定等问题。对策：推进云计算与边缘计算协同应用，搭建分布式数据处理平台，提升数据运算效率；研发轻量化数据处理算法，优化数据过滤与特征提取流程，降低算力依赖。(2) 多源数据融合与标准化问题：不同技术获取的数据格式、精度标准不统一，多源数据融合时易出现数据冲突、语义偏差，影响成果可靠性。行业缺乏统一的数据融合标准，制约技术协同应用。对策：加快制定多源测绘数据融合国家标准与行业规范，统一数据格式、精度指标与融合流程；研发跨平台数据转换与融合工具，构建标准化数据处理体系，保障数据互通互用。

### 3.2 成本与效益平衡

(1) 设备购置与维护成本分析：LiDAR、专业无人机等新技术设备单价高昂，加之后期设备校准、维修、软件升级等持续投入，大幅增加企业运营成本。对策：推广设备租赁、共享模式，降低中小企业一次性购置压力；鼓励设备厂商提供一体化运维服务，通过批量采购、长期合作降低维护成本；政府出台设备购置补贴政策，缓解企业资金压力。(2) 中小型企业技术转型路径：中小企业资金、技术储备有限，难以独立完成新技术研发与应用转型，易陷入“转型难、不转型被淘汰”的困境。对策：搭建产学研合作平台，依托科研院所、龙头企业为中小企业提供技术指导与人才培养；推行

“分步转型”模式，优先应用成熟度高、投入小的新技术模块，逐步实现全流程技术升级<sup>[4]</sup>。

### 3.3 人才与培训需求

(1) 复合型测绘人才培养模式：新技术应用需兼具测绘专业知识、计算机技术、数据分析能力的复合型人才，当前行业此类人才缺口较大。对策：高校优化测绘专业课程体系，增设AI、大数据、BIM等相关课程；企业开展岗前培训与在岗进修，通过项目实操提升技术人员综合能力；推行“校企联合培养”模式，定向输送专业人才。(2) 行业技能认证体系完善：现有技能认证标准滞后于技术发展，难以精准评估人才新技术应用能力，导致人才评价与市场需求脱节。对策：更新行业技能认证体系，将三维建模、数据融合等新技术技能纳入认证范围；建立动态认证更新机制，紧跟技术发展迭代认证标准；规范认证流程，提升认证结果的权威性与认可度<sup>[5]</sup>。

### 3.4 政策与法规支持

(1) 数据安全与隐私保护规范：测绘数据涉及地理信息安全与个人隐私，新技术应用中数据采集、传输、存储的安全风险增加，相关规范尚不健全。对策：完善测绘数据安全法律法规，明确数据安全责任与防护要求；推广数据加密、脱敏等安全技术，建立数据安全监管平台，强化全流程安全管控。(2) 技术推广与行业标准化建设：新技术推广缺乏系统性引导，行业内技术应用水平参差不齐，部分领域标准化缺失制约技术规模化应用。对策：政府牵头搭建新技术推广平台，开展示范项目展示与技术交流活动；加快推进新技术应用全流程标准化建设，覆盖设备操作、数据处理、成果验收等关键环节，引领行业规范发展。

## 4 测绘工程新技术未来发展趋势与展望

### 4.1 技术融合方向

(1) 5G+AI+测绘的实时化与智能化：5G高速传输技术打破测绘数据实时交互瓶颈，结合AI算法实现数据自动处理、异常智能识别，推动测绘作业从“离线建模”向“实时监测”转型，大幅提升工程动态管控效率。(2) 量子测量与超精密定位技术前瞻：量子测量技术突破传统测量精度极限，可实现纳米级距离测量；量子导航与多系统融合，将解决复杂环境下定位信号遮挡难题，为超精密工程测量提供全新技术路径。

### 4.2 应用场景拓展

(1) 地下空间测绘与深海探测：针对城市地下管网、隧道等隐蔽空间，研发高穿透性探测技术，实现地下三维结构精准建模；突破深海测绘技术瓶颈，开展深海地形地貌、资源勘探，填补海洋测绘数据空白。(2) 元宇宙与虚拟测绘场景构建：依托高精度测绘数据构建元宇宙地理空间基底，实现虚拟场景与现实世界的精准映射，为元宇宙社交、工业仿真、数字文旅等领域提供空间数据支撑。

### 4.3 可持续发展视角

(1) 绿色测绘技术与低碳化应用：轻量化测绘设备、无人机低空遥感等技术降低传统测绘的能源消耗与环境干扰，推动测绘作业向低碳化转型；绿色测绘数据处理技术优化算力分配，减少数据中心能耗，实现测绘全流程的绿色可持续发展。(2) 测绘工程与社会治理的深度结合：测绘成果将深度融入智慧城市、应急管理、生态保护等社会治理领域，通过精准的地理空间数据支撑，提升城市运行管理效率、灾害预警响应能力与生态环境监测水平，助力社会治理体系的智能化升级。

## 结束语

测绘工程新技术的深度应用，不仅突破了传统测绘的精度与效率瓶颈，更以智能化、实时化、全场景化的特性，重塑了工程建设的空间数据底座。从地形勘探到城市治理，从灾害预警到文化遗产保护，新技术持续拓展测绘边界，赋能行业高质量发展。未来，随着技术融合与场景创新的加速，测绘工程将进一步融入数字中国建设，为构建智慧、安全、可持续的地理空间生态提供核心支撑。

## 参考文献

- [1] 厉争艳. 测绘新技术在测绘工程中应用的常见问题及对策分析[J]. 西部资源, 2023(03):166-168.
- [2] 陈冉冉. 测绘新技术在测绘工程测量中的应用分析[J]. 城市建设理论研究, 2022(26):124-126.
- [3] 陈少桃. 测绘新技术在测绘工程测量中的应用研究[J]. 城市建设理论研究, 2023(08):101-103.
- [4] 马振中. 测绘新技术在测绘工程测量中的应用研究[J]. 中华建设, 2024,(09):67-69.
- [5] 李品. 测绘新技术在工程测量中的应用分析[J]. 房地产世界, 2024,(10):146-148.