

现代工程测量技术在土木工程中的应用

陈剑锋

362322*****1858

摘要: 现代工程测量技术在土木工程中的应用研究, 围绕核心技术类型、各阶段应用、与新兴技术融合、关键问题及发展趋势展开。明确数字化测绘与数据采集、自动化变形监测与分析、三维激光扫描与建模测量等技术类型, 阐述在勘察设计、施工建造与精度控制、运营与安全监测阶段的应用, 分析与 BIM 技术、物联网、人工智能的融合, 探究测量精度控制与误差修正、海量数据处理与管理、不同工程类型技术适配性等问题, 展望智能化设备与系统普及、实时动态监测与预警体系完善、全生命周期数据一体化应用的趋势, 为其应用提供思路。

关键词: 现代工程测量技术; 土木工程; 技术应用; 测量技术

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 07. 004

引言

土木工程建设中, 测量技术是保障工程质量与安全的基础, 其精度与效率直接影响工程的推进效果。传统测量技术依赖人工操作, 不仅耗时费力, 还难以满足复杂工程对数据精度的高要求。现代工程测量技术是将信息化技术、定位技术与高端型电子设备相融合, 以实现精确化、智能化测量。现代工程测量技术借助数字化、自动化等手段, 实现了测量过程的革新, 为土木工程提供了更精准、高效的数据支持。研究其在土木工程中的应用, 对优化工程流程、降低施工风险、提升工程质量具有重要意义, 是推动土木工程向现代化、智能化发展的关键力量。

1 现代工程测量技术的核心类型

1.1 数字化测绘与数据采集技术

数字化测绘与数据采集技术通过数字设备与软件系统的结合, 实现了测量数据的自动化获取与处理。该技术以全球导航卫星系统为核心, 配合全站仪、数字水准仪等设备, 可快速获取地面点的三维坐标, 摆脱了传统测图中繁琐的手工记录与计算。数据采集过程中, 通过便携终端实时存储测量信息, 避免了数据遗漏或记录错误。后期借助专业绘图软件, 能将采集的数据自动转化为数字地形图、专题地图等成果, 且可根据需求随时修改与更新。这种技术不仅提高了测绘效率, 还增强了数据的准确性与共享性, 为土木工程的规划设计提供了可靠的基础资料。

1.2 自动化变形监测与分析技术

自动化变形监测与分析技术通过布设监测传感器与数据传输系统, 实现了对工程结构变形的实时跟踪与分析。该技术在桥梁、高层建筑、大坝等结构上应用广

泛, 传感器可监测结构的位移、沉降、倾斜等参数, 并通过无线通信技术将数据传输至管理平台。系统能自动对数据进行处理, 当变形量超过预设阈值时, 及时发出预警信息, 便于管理人员采取应对措施。与传统人工监测相比, 其不受环境条件限制, 可实现全天候、高频次监测, 且能捕捉到瞬时变形数据, 为分析结构变形规律、评估结构安全性提供了精准的数据支持。

1.3 三维激光扫描与建模测量技术

三维激光扫描与建模测量技术通过激光发射器发射激光束, 快速获取目标物体的三维点云数据, 进而构建高精度的三维模型。该技术无需接触被测物体, 可在短时间内完成对复杂结构的扫描, 尤其适用于古建筑保护、复杂构件测绘等场景。扫描得到的点云数据包含物体表面的详细信息, 通过建模软件处理后, 能生成具有真实尺寸与纹理的三维模型。在土木工程中, 可用于施工前的场地三维建模、施工中的构件尺寸检测、竣工后的工程实景建模等, 为工程设计、施工管理与运维提供了直观的三维数据参考。

2 现代工程测量技术在土木工程各阶段的应用

2.1 在工程勘察与设计阶段的应用

现代工程测量技术在工程勘察与设计阶段为项目规划提供了全面的基础数据。勘察阶段, 通过数字化测绘技术获取场地的地形地貌、地质构造等信息, 生成的数字地形图可清晰反映场地的高低起伏与障碍物分布, 为选址与总平面布置提供依据。同时, 通过采集场地的地质数据, 结合专业软件进行分析, 可评估场地的稳定性与适宜性, 为基础设计、边坡防护设计等提供科学参考, 提高设计方案的合理性与安全性。



2.2 在施工建造与精度控制阶段的应用

在施工建造与精度控制阶段,现代工程测量技术发挥着把控施工质量的关键作用。施工前,利用全站仪、全球导航卫星系统等进行施工放样,将设计图纸上的建筑物位置、轴线、高程等参数精确投射到施工现场,确保工程按设计尺寸施工。施工过程中,通过实时监测技术跟踪构件的安装位置与标高,如桥梁支座安装的高程控制、钢结构构件的对接精度检测等,及时纠正施工偏差。对于大型工程,借助三维激光扫描技术对已施工部分进行扫描,与设计模型对比分析,可快速发现施工中的尺寸误差,确保工程各部分连接顺畅,符合设计要求。

2.3 在工程运营与安全监测阶段的应用

工程运营与安全监测阶段,现代工程测量技术为保障工程结构的长期安全提供了持续的数据支持。在桥梁运营中,通过自动化变形监测系统实时监测桥梁的挠度、应变等参数,分析车辆荷载、温度变化对桥梁结构的影响,评估桥梁的承载能力与使用寿命。对于高层建筑,定期采用三维激光扫描技术获取建筑的整体变形数据,判断建筑是否存在不均匀沉降或倾斜等问题。在隧道运营中,监测系统可跟踪隧道围岩的收敛变形、衬砌结构的应力变化,及时发现潜在的安全隐患,为隧道的维护与加固提供依据,确保工程在运营期间的安全稳定。

3 现代工程测量技术与新兴技术的融合应用

3.1 与 BIM 技术的协同建模与应用

现代工程测量技术与 BIM 技术的协同,实现了工程数据的可视化与协同管理。测量技术为 BIM 模型提供了精准的现场数据,通过将数字化测绘得到的地形数据、三维激光扫描获取的构件点云数据导入 BIM 软件,可构建与实际情况高度一致的 BIM 模型,使设计人员能在虚拟环境中直观地查看工程细节。施工过程中,将施工放样数据与 BIM 模型关联,可通过移动终端实时比对现场施工与设计模型的差异,及时调整施工方案。运营阶段,

测量得到的结构变形数据更新至 BIM 模型,能动态反映结构的状态变化,为运维决策提供可视化支持,提升了工程全生命周期的管理效率。

3.2 与物联网技术的实时数据传输融合

现代工程测量技术与物联网技术的融合,实现了测量数据的实时传输与智能管理。物联网技术将分布在工程现场的测量传感器、数据采集设备连接成网络,测量数据可通过无线网络实时上传至云端平台,管理人员通过电脑、手机等终端随时查看数据,无需亲临现场即可掌握工程状态。当测量数据出现异常时,系统能自动触发报警机制,通过短信、APP 推送等方式通知相关人员。这种融合不仅提高了数据传输的效率,还实现了测量设备的远程控制与管理,如远程调整传感器的采样频率、校准测量设备等,为大型工程的分布式监测提供了有力支持。

3.3 与人工智能技术的智能分析结合

现代工程测量技术与人工智能技术的结合,提升了测量数据的分析能力与决策水平。人工智能算法可对海量测量数据进行深度挖掘,如通过机器学习识别结构变形数据中的异常模式,预测结构未来的变形趋势,比传统的人工分析更快速、更精准。在图像测量中,人工智能技术能自动识别影像中的特征点、建筑物轮廓等信息,提高图像数据的处理效率。此外,人工智能可优化测量路径与方案,如在三维激光扫描中,自动规划扫描站点与路径,确保在最短时间内获取全面的点云数据,减少冗余工作,提升测量的智能化水平。

4 现代工程测量技术应用中的关键问题

4.1 测量精度的控制与误差修正

测量精度的控制与误差修正是保证现代工程测量技术应用效果的核心问题。测量过程中,设备本身的精度限制、外界环境的干扰(如温度变化、电磁干扰)、操作人员的技能水平等因素都可能导致误差产生。为控制精度,需在测量前对设备进行校准,确保设备处于正常工作状态;选择合适的测量时间,避开恶劣天气或强电磁干扰时段。对于已产生的误差,可采用数据处理方法进行修正,如通过多次测量取平均值减少偶然误差,利用误差模型消除系统误差。

4.2 海量测量数据的处理与管理

海量测量数据的处理与管理随着测量技术的发展日益凸显。现代测量设备能在短时间内产生大量数据,如三维激光扫描一次可获取数百万甚至数千万个点云

数据,这些数据不仅占用大量存储资源,还给数据处理带来挑战。数据处理时,需采用高效的滤波、去噪算法,剔除冗余数据与错误信息,保留有用数据。数据管理方面,需建立专业的数据库系统,对数据进行分类存储、索引与备份,确保数据的安全性与完整性。同时,开发数据共享平台,实现不同部门、不同阶段的测量数据共享,避免数据重复采集,提高数据的利用效率。

4.3 不同工程类型的技术适配性问题

不同工程类型的技术适配性要求根据工程特点选择合适的测量技术。道路工程多为线性结构,适合采用全球导航卫星系统进行连续测量,以保证线路的平顺性;而建筑工程场地相对集中,全站仪、三维激光扫描技术更能满足高精度放样与建模需求。水利工程受水文环境影响大,需选择防水、抗干扰的测量设备,且测量方法要适应水上、水下等复杂环境。若在不适合的工程类型中应用某项技术,可能导致测量效率低下或精度不足,因此需根据工程的规模、环境、精度要求等因素,综合评估技术的适配性,选择最适宜的测量方案。

5 现代工程测量技术的发展趋势

5.1 智能化测量设备与系统的普及

智能化测量设备与系统的普及将使测量过程更加自动化、便捷化。未来的测量设备将集成更多智能功能,如自动识别目标、自主规划测量路径、一键完成数据采集与处理等,减少对人工操作的依赖。智能系统能根据工程需求自动选择测量方法与精度等级,如在施工放样中,系统可根据构件类型自动调整测量参数,提高测量的针对性。同时,设备的小型化、轻量化趋势明显,便于携带与在复杂环境中使用,进一步扩大测量技术的应用范围,使更多土木工程场景能享受到智能化测量带来的便利。

5.2 实时动态监测与预警体系的完善

实时动态监测与预警体系的完善将提升工程安全管理的及时性与有效性。未来的监测系统将实现更高密度的传感器布设,对工程结构的微小变形、应力变化进行精准捕捉,数据采集频率更高,能反映结构的瞬时状态。预警模型将更加智能,结合人工智能算法与工程经验,能更准确地判断结构的安全状态,区分正常变形与危险变形,减少误报与漏报。同时,预警信息的传递将

更加高效,通过与应急管理系统联动,在发出预警的同时自动推送处置建议,为快速响应提供支持,最大限度降低工程安全事故的发生概率。

5.3 全生命周期测量数据的一体化应用

全生命周期测量数据的一体化应用将实现工程数据的全程贯通与高效利用。从工程勘察阶段的地形数据,到施工阶段的放样数据、质量检测数据,再到运营阶段的监测数据,将被整合到统一的数据平台中,形成完整的工程数据链。通过数据挖掘与分析,可揭示工程各阶段数据之间的关联,如施工误差对运营阶段结构变形的影响,为优化设计与施工方案提供依据。同时,数据平台将支持各参与方的协同工作,设计、施工、运维人员可共享数据资源,基于同一数据源开展工作,避免信息孤岛,提升工程全生命周期的管理水平。

6 结论

现代工程测量技术为土木工程各阶段提供了精准、高效的数据支持,其核心类型包括数字化测绘、自动化变形监测、三维激光扫描等,在勘察设计、施工建造、运营维护中均发挥着重要作用。与BIM、物联网、人工智能等新兴技术的融合,进一步拓展了其应用范围与效能。然而,在应用中仍需解决测量精度控制、海量数据处理、技术适配性等问题。未来,随着智能化设备普及、实时动态监测体系完善及全生命周期数据一体化应用,现代工程测量技术将为土木工程的现代化发展提供更有力的支撑,推动工程建设向更高效、更安全、更智能的方向迈进。

参考文献

- [1] 张文剑. 现代工程测量技术发展与应用研究[J]. 计算机产品与流通, 2020, (01): 272.
- [2] 吴凌壹, 李伟文, 蒋志律, 等. 强化实践和新技术的《土木工程测量》教学新模式[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2020, (02): 179-181.
- [3] 郑板涛. 现代建筑工程测量技术的发展与应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (22): 163-165.
- [4] 李彩虹. 无人机技术在现代工程测量中的实践探索[J]. 价值工程, 2025, 44(09): 146-149.
- [5] 戴苏婕. 现代建筑工程测量技术的发展与应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (22): 165-167.