

现代测绘技术在工程测量中的应用

刘雪峰

内蒙古自治区测绘地理信息中心 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：本文介绍了现代测绘技术在工程测量中的应用。阐述了卫星导航定位技术（GPS与北斗系统）、遥感测绘技术、地理信息系统（GIS）技术、激光扫描技术的原理及在工程测量中的作用。分析了这些技术在建筑工程、道路桥梁工程、水利水电工程等不同领域的应用，还探讨了多种测绘技术组合应用模式及其带来的优势，为工程测量提供了更高效、精准的方法。

关键词：现代测绘技术；工程测量；组合应用；测量精度；应用领域

引言：工程测量是各类工程建设的基础环节，其准确性直接影响工程质量与安全。随着科技发展，现代测绘技术不断涌现，为工程测量带来新变革。卫星导航定位技术实现高精度定位，遥感测绘技术可快速获取大面积信息，地理信息系统能高效处理与分析数据，激光扫描技术可获取三维数据。这些技术各具优势，在工程测量不同阶段发挥着重要作用，推动工程测量向高效、精准方向发展。

1 现代测绘技术类别及原理

1.1 卫星导航定位技术

全球定位系统（GPS）是通过卫星信号实现定位的技术。其原理是利用多颗导航卫星发射的无线电信号，用户接收设备同时接收至少四颗卫星的信号，通过计算信号传输时间差来确定自身在三维空间中的位置。在工程测量中，GPS可用于建立工程控制网，通过多个控制点的精确坐标测量，为整个工程提供统一的坐标基准。在施工放样环节，GPS能够根据设计图纸的坐标数据，快速准确地将点位在实地标定出来，大大提高了放样的效率和精度。北斗系统具有自主可控的显著优势，摆脱了对国外卫星导航系统的依赖，保障了国内信息安全和工程测量的可靠性。北斗系统还具备高精度定位、短报文通信等功能。在工程测量中，北斗系统的应用不断拓展，尤其在高精度变形监测方面表现突出。例如，在大型桥梁、高层建筑等工程中，通过北斗系统实时监测其变形情况，能够及时发现潜在的安全隐患，为工程的安全运营提供有力保障。

1.2 遥感测绘技术

航空遥感是利用飞机等航空平台搭载摄影设备，对地面进行摄影获取影像的技术。其原理是通过航空摄影机对地面目标进行拍摄，形成航空影像，然后通过影像处理和分析，获取地面的地形、地物等信息。在工程

测量中，航空遥感可用于大区域地形测绘，快速获取大面积的地形数据，绘制高精度的地形图。在工程选址方面，航空遥感能够提供全面的地形、地貌、地质等信息，帮助工程人员选择合适的建设场地^[1]。卫星遥感具有覆盖范围广、获取数据速度快、不受地面条件限制等特点。它可以在短时间内获取全球范围内的遥感数据，为大型工程的全生命周期监测提供了有力支持。在大型工程的规划阶段，卫星遥感可以帮助工程人员了解工程所在区域的地形、地质、生态环境等情况，为工程规划提供依据；在施工阶段，卫星遥感可以监测工程的施工进度和环境变化；在运营阶段，卫星遥感可以对工程的安全状况进行监测。此外，卫星遥感还可用于地质灾害隐患排查，及时发现潜在的地质灾害风险，为灾害预防和治理提供参考。

1.3 地理信息系统（GIS）技术

地理信息系统（GIS）具有强大的数据处理与分析功能。它能够对空间数据进行采集、存储、管理、分析和可视化表达。在工程测量中，GIS可以采集各种测量数据，如地形数据、工程点位数据等，并将这些数据存储在数据库中进行管理。通过GIS的空间分析功能，可以对工程数据进行深入分析，如地形分析、工程选址分析等，为工程决策提供支持。在工程规划阶段，GIS可以帮助工程人员进行规划方案比选。通过将不同的规划方案在GIS中进行模拟和分析，比较各方案的优缺点，选择最优的规划方案。在施工进度管理方面，GIS可以将施工进度数据与空间数据相结合，直观地展示施工进度情况，及时发现施工进度滞后的问题，并采取相应的措施进行调整。GIS还可以用于工程资源调配，合理安排人力、物力、财力等资源，提高工程建设的效率和效益。

1.4 激光扫描技术

激光扫描技术是通过发射激光束，对目标物体进行

扫描,获取目标物体的三维点云数据的技术。其原理是激光发射器发射激光束,激光束照射到目标物体上后反射回来,被接收器接收,通过计算激光束的发射和接收时间差,确定目标物体的距离,从而获取目标物体的三维坐标。激光扫描技术具有高精度、快速获取数据的优势,能够在短时间内获取大量的三维点云数据,为工程测量提供了丰富的数据源。在工程测量中,激光扫描技术有着广泛的应用。在建筑物建模方面,通过激光扫描可以快速获取建筑物的三维点云数据,建立精确的建筑物三维模型,为建筑物的设计、施工和维护提供依据。在复杂地形测绘中,激光扫描技术可以克服传统测量方法在复杂地形条件下的局限性,快速获取地形的三维数据,绘制高精度的地形图。激光扫描技术还可用于文物保护工程测量,对文物古迹进行精确的三维扫描,建立文物的数字模型,为文物的保护和修复提供支持。

2 现代测绘技术在不同工程测量领域的应用

2.1 建筑工程测量

2.1.1 施工前期测绘应用

施工前期的测绘工作是建筑工程的基础,包括场地平整测量和建筑物定位放线。场地平整测量需利用全站仪、GPS等设备,对建筑场地的地形高程进行全面测量,通过数据处理确定场地平整的范围和土方量,为场地平整施工提供依据^[2]。建筑物定位放线则是根据设计图纸的坐标数据,运用GPS或全站仪在实地标定建筑物的轴线和边界点,确保建筑物的位置符合设计要求。例如,在高层建筑施工前,需通过高精度的定位放线确定建筑物的角点位置,为后续施工奠定基础。

2.1.2 施工过程监测

施工过程中的监测对建筑物的安全和质量至关重要,主要包括沉降观测和垂直度监测。沉降观测通常采用水准测量或GPS测量技术,在建筑物的关键部位设置沉降观测点,定期测量其高程变化,及时发现建筑物的沉降情况。若发现沉降异常,可及时调整施工方案,避免建筑物因沉降不均匀而产生裂缝或倾斜。垂直度监测则用于确保建筑物的竖直程度,通过全站仪或激光垂准仪等设备,对建筑物的立柱、墙体等结构的垂直度进行测量,如在高层建筑施工中,需定期监测核心筒的垂直度,保证建筑物的整体稳定性。

2.1.3 竣工测量与验收

竣工测量与验收是确保建筑物符合设计要求的关键环节。通过全站仪、三维激光扫描等技术,对建筑物的平面位置、高程、结构尺寸等进行全面测量,将测量结果与设计图纸进行对比,检查建筑物是否达到设计标

准。例如,利用三维激光扫描技术对建筑物的内部空间和外部轮廓进行扫描,生成三维模型,可直观地展示建筑物的实际状况,为验收工作提供准确的数据支持。

2.2 道路桥梁工程测量

2.2.1 路线规划与选线测量

在道路桥梁工程的路线规划与选线阶段,现代测绘技术可帮助确定最优路线。利用遥感技术获取大范围的地形影像,结合GIS技术对地形、地质、生态环境等因素进行分析,模拟不同路线方案的可行性。通过GPS和全站仪进行实地测量,获取路线关键点的坐标和高程数据,为路线选线提供精确的测量数据。例如,在山区道路选线时,通过遥感影像分析山体坡度和地质条件,结合实地测量数据,避开地质灾害隐患区域,选择工程量小、安全性高的路线。

2.2.2 桥梁施工测量

桥梁施工测量包括基础施工测量和变形监测。基础施工测量中,利用GPS和全站仪确定桥梁基础的位置和高程,如桥墩基础的桩位放样,需精确到毫米级,以保证桥梁结构的稳定性。桥梁变形监测则在施工过程中对桥梁结构的位移、沉降等进行实时监测,采用GPS、全站仪或静力水准系统等技术,如在大跨度桥梁施工中,通过GPS实时监测主梁的挠度变化,确保桥梁施工过程中的安全。

2.2.3 道路施工与养护测量

道路施工过程中,利用全站仪、GPS等设备进行路基、路面的施工测量,控制道路的高程、坡度和中线位置。例如,在沥青路面摊铺前,通过GPS引导摊铺机按设计高程和坡度施工,保证路面的平整度^[3]。道路养护测量中,运用遥感技术和地面测量设备对道路病害进行监测,如通过卫星遥感影像识别道路裂缝、坑槽等病害,结合实地测量确定病害的位置和程度,为道路养护提供依据。

2.3 水利水电工程测量

2.3.1 水利工程规划测量

水利工程规划测量主要包括水库选址和大坝设计测量。水库选址时,利用遥感技术获取区域地形、地质和水文数据,结合GIS技术分析水库的库容、淹没范围和移民安置等因素,选择合适的水库坝址。大坝设计测量则通过高精度的地形测量和地质勘察,获取坝址区的地形地貌和地质结构数据,为大坝的结构设计提供支持。例如,在混凝土坝设计中,需根据坝址区的地形和地质数据,确定大坝的坝型、坝高和基础处理方案。

2.3.2 施工阶段测量工作

施工阶段的测量工作包括大坝施工控制测量和河道地形测量。大坝施工控制测量通过建立施工控制网,为大坝施工提供坐标和高程基准,采用GPS和全站仪等设备进行控制网的布设和测量,确保大坝各部位的施工精度。河道地形测量则利用测深仪和GPS对河道的水下地形进行测量,为河道疏浚、堤防施工等提供数据支持。例如,在河道整治工程中,通过河道地形测量确定疏浚的范围和深度,保证河道的行洪能力。

2.3.3 运行期安全监测

运行期的安全监测对水利水电工程的正常运行至关重要,包括大坝变形监测和库区地形变化监测。大坝变形监测采用GPS、全站仪、静力水准等技术,对大坝的位移、沉降、裂缝等进行实时监测,如在混凝土大坝上布设GPS监测点,实时监测大坝的水平位移和垂直位移,及时发现大坝的变形异常。库区地形变化监测则通过遥感技术和地面测量设备,监测库区的泥沙淤积和岸坡稳定性,如利用卫星遥感影像分析库区泥沙淤积的分布和程度,为水库的调度和维护提供依据。

3 现代测绘技术组合应用与优势

3.1 多种测绘技术组合应用模式

在全球导航卫星系统(GNSS)与地理信息系统(GIS)结合的应用中,GNSS提供精确的位置信息,而GIS则用于管理和分析这些数据。通过这种组合,工程测量可以更加精准地定位和记录各种地理要素。GNSS设备能够实时获取坐标点,这些坐标点被直接导入到GIS平台中进行进一步处理和可视化。这种方式不仅提高了工作效率,还使得复杂的空间数据分析变得更加直观和易于理解。遥感技术和无人机测绘的协同作业也是现代测绘领域的一大亮点。遥感技术擅长从高空或太空对大面积区域进行监测,而无人机测绘则能够针对特定地点提供高分辨率影像^[4]。两者结合使用,可以在宏观层面了解地形地貌变化的同时,在微观层面上获取详细的信息。例如,无人机可以快速覆盖难以到达的地区,补充遥感图像中的细节缺失部分。这样既扩大了观测范围,又提升了数据的精细度。

3.2 组合应用带来的优势

多种测绘技术联合使用时,测量精度与效率得到大幅提升。GNSS可提供高精度位置信息,激光扫描技术能生成详细三维模型,无人机测绘具备灵活性,这些技术结合既能保证准确性,又能缩短项目周期,还可在复杂地形和恶劣环境中顺利完成任务。组合应用还能增强数据处理与分析能力。借助先进软件工具,多源数据可无缝集成并综合分析,如利用GIS平台整合GNSS、遥感及无人机资料,能全面评估土地利用情况、监测生态环境变化,为决策者提供科学依据,助力制定合理规划方案。此外,多种测绘技术的组合拓展了工程测量的应用领域,使以前因技术限制难以涉足的区域变得可行。例如在文化遗产保护中,激光扫描与无人机拍摄结合可创建古建筑数字档案;城市规划里,GNSS和GIS联合作业能持续跟踪城市发展动态,这不仅丰富了工程测量内容,还促进了跨学科合作交流,推动相关行业创新发展。

结束语

现代测绘技术在工程测量中展现出巨大潜力与价值。卫星导航定位、遥感测绘、地理信息系统、激光扫描等技术,在建筑工程、道路桥梁工程、水利水电工程等多个领域得到广泛应用,有效提升了测量精度与效率。多种测绘技术的组合应用,进一步拓展了应用领域,增强了数据处理与分析能力。未来,随着技术不断创新,现代测绘技术将为工程测量带来更多突破,助力工程建设高质量发展。

参考文献

- [1]毛文亮.测绘技术在现代工程测量中的应用[J].水上安全,2023(14):64-66.
- [2]龚允.现代自动化测绘技术在工程测量中的应用研究[J].地矿测绘,2023,6(1):35-37.
- [3]王勤明.试论现代测绘技术在工程测量中的应用[J].世界有色金属,2023(12):132-134.
- [4]原凯凯.浅谈测绘技术在现代工程测量中的应用[J].中国金属通报,2021,16(10):267-268.