

测绘工程中特殊地形测量对策研究

吴鹏

徐州精速勘测技术有限公司, 中国·江苏 徐州 221000

摘要: 在测绘工作开展过程中, 特殊地形的测量一直是一项极具挑战性的任务。特殊地形测量存在诸多难题, 如通视困难、地质条件复杂等, 传统测量方法难以满足需求。论文针对林区、泥泞地区、人口密集区等特殊地形, 详细阐述了全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)、全站仪、无人机遥感技术等多种测量技术的应用, 通过案例分析展示了这些技术在特殊地形测量中的优势与成果, 为提高特殊地形测量精度与效率提供有效对策, 助力测绘工程发展。

关键词: 测绘工程; 特殊地形; 测量对策; 测量技术

Research on Countermeasures for Special Topographic Survey in Engineering Surveying

Peng Wu

Xuzhou Jingsu Surveying and Mapping Technology Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract: In the process of surveying and mapping, measuring special terrains has always been a highly challenging task. Special terrain measurement faces numerous challenges, such as visibility issues and complex geological conditions, which traditional methods struggle to address. This paper focuses on special terrains like forested areas, muddy regions, and densely populated areas, detailing the application of various measurement technologies, including Global Positioning System (GPS), Geographic Information System (GIS), total stations, and UAV remote sensing technology. Through case studies, it highlights the advantages and achievements of these technologies in special terrain measurement, offering effective strategies to enhance the accuracy and efficiency of such measurements, thereby supporting the advancement of surveying and mapping engineering.

Keywords: surveying and mapping engineering; special terrain; measurement countermeasures; measurement technology

0 前言

特殊地形涵盖了林区、泥泞地区、人口密集区、山区等多种类型, 这些区域由于地形复杂、环境特殊, 给测量工作带来了诸多困难, 如通视困难、测量设备难以操作、安全风险增加等, 导致传统的测量方法和技术往往无法满足高精度、高效率的测量需求。因此, 深入研究特殊地形的测量对策, 对于提高测绘工程质量、推动相关领域发展具有重要意义^[1]。

1 测绘工程中特殊地形测量面临的挑战

1.1 林区测量面临的挑战

林区通常植被茂密, 树木高大且分布密集。这使得测量视线受到严重阻挡, 通视条件极差。常规的测量仪器, 如全站仪, 在林区作业时, 很难找到合适的通视路径, 导致无法准确测量目标点的位置。同时, 林区内的环境复杂, 地势起伏多变, 增加了测量人员到达测量点位的难度, 工作效率大幅降低。此外, 林区内的信号容易受到植被的干扰, 对于依赖卫星信号的测量技术, 如全球定位系统 (GPS), 信号的稳定性和准确性会受到影响, 进而影响测量精度。

1.2 泥泞地区测量面临的挑战

泥泞地区, 如沼泽地、滩涂等, 地质条件复杂, 地面松软易陷。测量人员在这样的地区行走困难, 难以到达预定

的测量点位, 甚至可能面临安全风险。而且, 测量设备在泥泞地面上难以稳定架设, 容易发生倾斜或下陷, 导致测量数据出现偏差。此外, 泥泞地区的地形变化较为频繁, 受到水流、潮汐等因素影响, 地面高程和形状可能随时改变, 这对测量的时效性和准确性提出了更高要求。

1.3 人口密集区测量面临的挑战

在人口密集区, 建筑物众多且分布密集, 地形复杂多样。这不仅增加了测量工作的复杂性, 还使得测量通视变得极为困难。例如, 在城市的高楼大厦之间, 全站仪等测量仪器很难找到合适的观测角度。同时, 人口密集区人员活动频繁, 测量工作容易受到干扰, 如行人、车辆的遮挡等, 影响测量进度和数据准确性。此外, 在一些老旧城区, 地下管线分布复杂, 测量过程中需要避免对这些管线造成破坏, 增加了测量工作的安全风险和操作难度。

1.4 山区测量面临的挑战

山区地形起伏大, 地势陡峭, 高差显著。这使得测量工作的难度和危险性大幅增加, 测量人员在山区行走和作业面临诸多不便。山区的通视条件也不理想, 山谷、山脊、峭壁等地形特征容易阻挡测量视线。而且, 山区的气候条件复杂多变, 如大雾、暴雨等恶劣天气频繁出现, 不仅影响测量人员的安全, 还会对测量仪器的性能产生不利影响, 降低

测量精度。此外,山区的信号传输容易受到地形阻挡,导致 GPS 等卫星信号不稳定,影响测量定位的准确性^[2]。

2 测绘工程中特殊地形测量技术及应用

2.1 全球定位系统 (GPS) 技术

2.1.1 GPS 技术原理

GPS 技术是利用卫星导航系统,通过测量卫星与地面接收设备之间的距离,来确定地面点的三维坐标(经度、纬度、高程)。其基本原理是基于距离交会法,GPS 接收机同时接收多颗卫星发射的信号,通过测量信号传播时间,计算出接收机到卫星的距离,进而确定接收机的位置。由于卫星在太空中的位置是已知的,且按照精确的轨道运行,因此通过多颗卫星的联合定位,可以实现高精度的定位测量。

2.1.2 在特殊地形测量中的应用

在林区测量中,GPS 技术可以有效克服通视困难的问题。测量人员只需携带 GPS 接收机,在林区内选择合适的空旷区域或高处,即可接收卫星信号进行定位测量。例如,在对大面积林区进行地形测绘时,测量人员可以沿着林区的主要道路或山脊等相对开阔的地带设置测量点,利用 GPS 接收机快速获取这些点的坐标信息,大大提高了测量效率。在山区测量中,GPS 技术同样发挥着重要作用。它可以帮助测量人员快速确定自身位置,规划测量路线,减少在山区复杂地形中迷路的风险。而且,在一些地势陡峭、难以到达的区域,GPS 接收机可以通过差分技术,与基准站进行数据通信,提高测量精度,获取准确的地形数据。

2.2 地理信息系统 (GIS) 技术

2.2.1 GIS 技术原理

GIS 技术是一种集地理空间数据采集、存储、管理、分析和可视化于一体的计算机系统。它将地理空间信息与属性信息相结合,通过建立空间数据库和分析模型,对地理数据进行处理和分析。GIS 技术的核心是空间分析功能,它可以对地理空间数据进行叠加分析、缓冲区分析、网络分析等,从而为决策提供支持。

2.2.2 在特殊地形测量中的应用

在特殊地形测量中,GIS 技术可以用于数据管理和分析。例如,在测量人口密集区时,测量人员可以将获取的地形数据、建筑物信息、地下管线数据等录入 GIS 系统,通过 GIS 的空间分析功能,对这些数据进行整合和分析,从而更好地了解该区域的地形特征和空间分布情况。在对林区和山区进行测量后,利用 GIS 技术可以对地形数据进行三维建模,直观展示地形的起伏变化,帮助分析人员更好地理解地形地貌,为资源开发、环境保护等提供决策依据。此外,GIS 技术还可以与 GPS、遥感等技术相结合,实现数据的实时更新和动态监测,提高特殊地形测量的时效性和准确性。

2.3 全站仪测量技术

2.3.1 全站仪技术原理

全站仪是一种集光、机、电为一体的高技术测量仪器,

它可以同时测量水平角、垂直角和距离,并通过内部的微处理器自动计算出测量点的三维坐标。全站仪的工作原理是利用光电测距技术测量距离,通过电子测角系统测量角度,然后根据测量的角度和距离,运用三角函数等数学方法计算出目标点的坐标。

2.3.2 在特殊地形测量中的应用

在人口密集区的测量中,全站仪具有独特的优势。由于其镜头控制灵活,可以在复杂的建筑物环境中找到合适的观测角度,获取准确的测量数据。例如,在城市街区的地形测量中,全站仪可以通过设置测站和后视点,对周围的建筑物、道路等进行详细测量,获取精确的坐标和高程信息。在林区测量中,当遇到局部通视条件较好的区域时,全站仪可以作为辅助测量工具,对一些关键点位进行精确测量,补充 GPS 测量数据的不足。在山区测量中,全站仪可以用于对一些特定地形特征,如悬崖、峭壁等的测量,通过精确测量角度和距离,获取这些特殊地形的详细数据,为工程建设和地质灾害评估提供重要依据。

2.4 无人机遥感技术

2.4.1 无人机遥感技术原理

无人机遥感技术是利用无人机作为飞行平台,搭载各种传感器,如光学相机、红外相机、激光雷达等,对地面目标进行遥感观测的技术。无人机通过预设的飞行航线或实时操控,在低空飞行过程中获取高分辨率的地面影像和其他遥感数据。这些数据经过处理和分析,可以提取出地形、地物等信息,用于测绘、监测等领域。

2.4.2 在特殊地形测量中的应用

在特殊地形测量中,无人机遥感技术具有显著优势。在林区测量中,无人机可以在树木上方飞行,避免植被对测量视线的阻挡,快速获取大面积林区的高分辨率影像。通过对这些影像的分析,可以提取出林区的地形信息、植被覆盖情况等。在泥泞地区,由于人员和传统测量设备难以进入,无人机遥感技术可以发挥重要作用。无人机可以在泥泞地区上空飞行,利用搭载的激光雷达等传感器,获取地面的高程数据,绘制精确的地形图。在山区测量中,无人机可以灵活穿梭于山谷、山脊之间,获取传统测量方法难以到达区域的地形数据。例如,在对山区的地质灾害隐患点进行监测时,无人机可以定期进行航拍,通过对比不同时期的影像数据,及时发现地形变化,为地质灾害预警提供依据。

3 特殊地形测量案例分析

3.1 林区测量案例

3.1.1 项目背景

某林区位于山区,面积约 50 平方公里,地形复杂,植被茂密。该林区计划进行生态旅游开发,需要进行详细的地形测绘,为旅游设施建设、线路规划等提供基础数据。

3.1.2 测量方案

采用 GPS 与无人机遥感技术相结合的测量方案。首先,

利用 GPS 在林区周边及内部相对开阔的区域设置控制点, 建立测量控制网。然后, 使用无人机搭载高分辨率光学相机和激光雷达, 按照预定航线对林区进行低空飞行拍摄和数据采集。

3.1.3 测量结果与分析

通过测量, 获取了该林区高精度的地形数据和详细的植被覆盖信息。利用这些数据绘制的地形图, 清晰地展示了林区的地形起伏、山谷山脊走向等特征。与传统测量方法相比, 该方案大大提高了测量效率, 缩短了测量周期, 同时减少了测量人员在林区内的作业时间, 降低了安全风险。测量精度满足了生态旅游开发项目的需求, 为后续的规划设计提供了可靠的依据。

3.2 泥泞地区测量案例

3.2.1 项目背景

某沿海地区的滩涂区域, 面积约 20 平方公里, 由于该区域将进行围填海工程, 需要准确测量滩涂的地形地貌, 为工程设计和施工提供数据支持。

3.2.2 测量方案

采用无人机遥感技术结合少量地面控制点测量的方案。利用无人机搭载激光雷达进行大面积的滩涂地形测量, 获取滩涂的高程数据。同时, 在滩涂周边相对稳定的地面设置若干 GPS 控制点, 对无人机测量数据进行校准和精度控制。

3.2.3 测量结果与分析

测量结果准确地反映了滩涂的地形变化, 包括不同区域的高程、坡度等信息。通过对测量数据的分析, 为围填海工程的设计提供了详细的地形依据, 如确定填海区域的范围、计算填方量等。该测量方案有效解决了泥泞地区传统测量方法难以实施的问题, 提高了测量的准确性和效率, 为工程的顺利推进奠定了基础。

3.3 人口密集区测量案例

3.3.1 项目背景

某城市的老旧城区进行改造升级, 需要对该区域进行详细的地形测量, 包括建筑物、道路、地下管线等信息, 为城市规划和改造工程提供数据支撑。

3.3.2 测量方案

采用全站仪与 GIS 技术相结合的测量方案。利用全站仪对老旧城区内的建筑物、道路等进行逐点测量, 获取精确的坐标和高程数据。同时, 通过调查和资料收集, 获取地下管线等信息, 并将所有测量数据录入 GIS 系统进行整合和分析。

3.3.3 测量结果与分析

测量结果生成了详细的老旧城区三维地形图, 清晰地展示了建筑物的分布、道路的走向以及地下管线的位置等信息。通过 GIS 系统的分析功能, 为城市规划部门提供了多种分析结果, 如建筑物的密度分析、道路的通行能力分析等, 为老旧城区的改造升级提供了科学的决策依据。该方案在人口密集、环境复杂的老旧城区取得了良好的测量效果, 满足了城市改造项目的高精度要求。

3.4 山区测量案例

3.4.1 项目背景

某山区计划建设一条高速公路, 需要对沿线的山区地形进行详细测量, 为公路选线、桥梁隧道设计等提供准确的数据。

3.4.2 测量方案

采用 GPS、全站仪和无人机遥感技术相结合的综合测量方案。首先, 利用 GPS 在山区建立大范围的控制网, 确定测量的基准框架。然后, 使用无人机对山区进行航拍, 获取整体的地形影像和初步的地形数据。对于一些关键的地形部位和需要高精度测量的区域, 如桥梁隧道的选址处, 使用全站仪进行详细测量。

3.4.3 测量结果与分析

测量结果提供了山区高精度的地形数据, 包括地形的起伏变化、坡度坡向、地质构造等信息。这些数据为高速公路的选线提供了多种方案对比, 通过对地形和地质条件的分析, 选择了最优的线路方案, 减少了工程建设的难度和成本。同时, 为桥梁隧道的设计提供了准确的地形参数, 确保了工程的安全性和可行性。该综合测量方案充分发挥了各种测量技术的优势, 满足了山区复杂地形测量的高要求。

4 结语

在测绘工程中, 特殊地形的测量是一项复杂且具有挑战性的任务。林区、泥泞地区、人口密集区、山区等特殊地形由于其独特的地理环境和地形特征, 给测量工作带来了诸多困难。然而, 通过合理应用全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)、全站仪、无人机遥感技术等先进的测量技术, 并结合具体项目的实际情况制定科学的测量方案, 可以有效地克服这些困难, 提高特殊地形测量的精度和效率。通过实际案例分析可以看出, 这些测量技术和方案在特殊地形测量中取得了良好的效果, 为各类工程建设和地理研究提供了可靠的数据支持。随着科技的不断进步, 未来还将有更多先进的测量技术和方法应用于特殊地形测量领域, 进一步推动测绘工程的发展, 为社会经济建设做出更大的贡献。在未来的测绘工作中, 应不断加强对特殊地形测量技术的研究和创新, 提高测量人员的专业素质和技能水平, 以更好地应对特殊地形测量带来的挑战, 满足日益增长的工程建设和地理信息需求^[1]。

参考文献:

- [1] 张齐龙. 论测绘工程中特殊地形的测绘技术[J]. 建材与装饰, 2019(36):237-238.
- [2] 周华, 周建郑, 李海涛, 等. 天狼星无人机航摄影系统在复杂地形测量中的应用与精度分析[J]. 经纬天地, 2017(6):4.
- [3] 徐成. 测绘技术在特殊地形测绘工程中的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(22):172-173.

作者简介: 吴鹏 (1980-), 男, 本科, 工程师, 从事测绘工程和无人机测绘研究。