

地形测绘中地理信息技术运用研究

吕美艳

湖南省自然资源调查所

摘要：地形测绘作为地理信息科学的一个重要分支，一直是城市规划、土地利用、环境监测等领域的基础工作。随着技术的不断进步，地理信息技术已深入地形测绘工作的每一个环节，使传统地形测绘方法发生了革命性的改变。这种技术的引入，不仅提高了数据的精确性和完整性，更提高了测绘工作效率和质量。探讨地理信息技术在地形测绘中的运用，不仅可以帮助专业人士更好地理解和应用该技术，更有助于推动地理信息科学领域的进步。

关键词：地形测绘；地理信息技术；测绘技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.118

前言

近年来，随着我国经济建设水平的不断提升，地形测绘工作的要求也逐渐提高，而地理信息技术的应用能够有效提高测绘工作质量和效率。

一、地理信息技术应用优势

（一）提高测绘效率

地理信息技术可以通过数字化和自动化的方式，优化城市地形地貌的测绘工作。其中，地理信息系统软件可以帮助测绘人员通过导入GPS数据、卫星图像等，减少人工测量的工作量，从而提高测绘效率。例如：测绘人员可以使用地理信息系统软件进行数字化数据的采集和处理，通过导入卫星图像，可以快速获取地形、建筑、交通等信息。此外，利用GPS数据，测绘人员还可以准确获取区域地形、位置、尺寸等信息^[1]。这样，地理信息技术可以大大简化测绘工作流程，提高测绘效率，并减少人为误差和测量错误，从而提高城市建设中地形、地质测绘的精度和可靠性。

（二）减少测绘失误

城市地形测绘需要考虑很多因素，例如：地质、建筑、交通等复杂环境，这些因素可能会对测量结果产生很大影响，导致测绘精度下降。而地理信息技术则可以帮助测绘人员减少人为误差和主观判断带来的影响，从而提高测绘精度。例如：通过使用激光扫描测量仪器等高精度设备进行数据采集，可以减少人工测量带来的误差。此外，地理信息系统软件可以帮助测绘人员对测量数据进行自动化处理和分析，减少人工处理的误差和时间，从而提高城市地形测绘的准确性和精度。

（三）可视化展示

地理信息技术可以将工程项目的数据进行可视化展示，从而帮助使用者更加直观地了解和分析工程所在区域地形地貌的情况。例如：地理信息系统软件可以将地

形的数据呈现为二维或三维地图，使使用者可以更好地了解地形的位置、类型、规模、坡度等信息。通过使用地理信息技术进行可视化展示，使用者可以更好地识别地形地貌特点、地下管网中的不同管线类型和管径以及管线间的空间关系。此外，地理信息技术还可以将工程项目数据与其他地理信息数据整合，如地形、建筑等数据，从而更好地反映工程项目与周边环境的关系。这样使用者便可以更好地了解工程所在区域的实际情况，并及时进行管理和维护，从而确保工程建设的安全性和可靠性。

二、测绘技术的原理与特点

（一）全球卫星导航系统（GNSS）技术

全球卫星导航系统（GNSS）是一种基于一组卫星的导航和定位系统，其中最为著名的就是美国的全球定位系统（GPS）。该技术利用在轨道上运行的多颗卫星，向地球表面发射无线电信号，接收器通过接收这些信号来计算自身的位置、速度和时间信息。GNSS技术的核心原理是基于信号的传播时间差来进行三维定位计算，因此至少需要4颗卫星的信号才能确定接收器的位置。GNSS技术具有多项特点，使其在测绘工程中成为重要的位置定位和测量手段。首先，GNSS系统的覆盖范围是全球性的，因此可以在地球上的任何地方进行定位和导航。其次，GNSS技术具有较高的定位精度，通常可以达到厘米到亚米级别的高精度定位。同时，GNSS技术支持实时定位，用户可以即时获得位置信息，适用于很多需要快速实时反馈的应用场景^[2]。

（二）遥感技术

遥感技术是一种通过遥感平台（如卫星、飞机、无人机等）感知地球表面物体，并将其转换为图像或数据进行监测和分析的技术。遥感技术利用电磁波辐射，包括可见光、红外线、微波等，与地面物体相互作用，然后通过传感器接收和记录反射、辐射或散射的能量，生成遥感图像或数据。遥感技术的特点在于其广覆盖、高分辨率和多光谱信息。通过遥感技术，可以获取遥远地区的地表信息，监测大范围的地理现象，如自然灾害、植被变化、土地利用等。高分辨率的遥感图像能够提供更为细致的地表信息，帮助实现对城市、森林、农田等细粒度区域的监测和分析。此外，遥感技术具有多光谱信息获取能力，可以通过不同波段的信息来分析目标的物质组成和特征，广泛应用于地表覆盖分类、环境监测和资源管理等领域。

（三）激光扫描技术（LiDAR）

激光扫描技术（LiDAR）是一种利用激光脉冲来测

量地表或其他目标的距离和位置的技术。LiDAR系统通常由激光发射器、接收器和定位系统组成。激光扫描技术工作原理是激光器发射脉冲激光束,该束在地面或目标表面反射,并返回到接收器,接收器记录下反射激光的时间和位置信息。通过测量激光的飞行时间,可以精确计算出地表的三维坐标信息。LiDAR技术具有高精度、高密度和快速获取的特点。其高精度是由于激光脉冲的速度非常快,测量误差通常在几厘米以内。高密度是指每平方米获得的点云数据量非常大,因此可以获得地表非常细致的三维信息。LiDAR系统能够快速获取数据,通过飞行器或移动设备,可以在较短时间内完成大范围地区的三维数据采集。因此,在地形建模、城市三维建模和林业资源调查等测绘应用中,LiDAR技术得到了广泛应用。

(四) 无人机测绘技术

人机技术是一项利用无线电遥控设备与程序对不载人飞机进行控制操纵的技术,在完成高难度、有毒害工作方面发挥着重要作用,因此被广泛应用于地形测绘、农林业、摄影、物流等领域。传统测绘主要依靠人力,但由于精度不准使得测绘效果欠佳,而无人机测绘技术的发展与应用为测绘事业提供了新方向,促使利用无人机搭载测绘仪器进行高空、远程测绘成为可能。无人机测绘技术作用的发挥,主要依托飞行平台、地面辅助设备以及机载遥感设备,其中,地面辅助设备包括地面站、飞行控制台、测绘软件等,机载遥感设备多为扫描仪或数码相机等。具体而言,遥感与航空摄影装置将拍摄、扫描到的地形信息进行整合,并传回地面站,而后由测绘人员利用计算机信息技术与软件系统对数据进行分析、管理、建模,完成地形测绘,最终准确绘制数字地图^[3]。

与传统测绘相比,无人机测绘技术具有测绘效率高、测绘范围广、灵活性与安全性强等突出优势。一是无人机能够有效应对复杂地形的测绘工作,且其起飞、降落不受严格限制,测绘难度低、风险小;二是无人机测绘设备具有较高的分辨率与精确度,能够更加全面、真实、清晰地呈现地形地貌。

无人机测绘技术在国土面积、海岸线测绘、工程地形测绘中的应用。国土测绘与海岸线地形测量是国土资源安全管理的重要手段,有助于国土与海洋资源的高效开发,有利于保障我国边境安全。但由于国土测绘范围十分广阔,凭借传统的测绘手段必然需要耗费更多精力,且海岸线测绘对工作人员的技术水平要求较高,甚至部分区域难以开展人工测绘。为此,测绘人员可利用无人机测绘技术开展测绘工作,只需提前设定好测量点,建立测量区域控制网,对航拍影像的三维坐标、地面物体投影高程等参数进行处理,即可取得较为完善的国土与海岸线测绘结果。

(五) GPS 定位技术

随着大量工程投入建设,对于工程测绘工作要求越来越高,GPS定位技术作为先进定位技术之一,目前也在工程测绘中被广泛应用。其中,准确定位是GPS定位技术的根本,主要分为相对定位与绝对定位两种,两种技术存在较大差异,在实际应用中操作步骤也不相同。绝对定位技术应用更为广泛,主要是利用经纬度与海拔的数据准确测定坐标位置。相对定位技术是对同一个GPS卫星,将两个信号接收器放置在基线两端同步观测GPS卫星,然后通过两台GPS接收机所采集到的GPS数据,经过分析处理数据后,确定极限两端点的相对位置。相对定位与绝对定位技术在实际应用中都效果好,因此需要将测绘目标与测绘需求作为依据,选择合适的定位技术。GPS定位技术在应用过程中还需要构建完善的定位体系,包括卫星、地面信息接收点以及用户信息接收设备,通过完善的定位体系可以实现工程建设的准确测量。定位测量主要包括动态相对定位测量与静态相对定位测量两种。动态相对定位测量涉及大量工作环节,这对测量工作的顺利进行是不利的。此外,在测量控制点的设置上,工作人员不能保证每一个点位的精度,还需要用到载波相位测量来进行定位。为了实现对实测数据的实时、精确采集,工作人员必须保证地基GPS接收机的稳定、连续工作。静态相对定位测量技术对于操作人员的工作能力要求较低,实际应用难度小,由于观察时间较短,所以也更加便利^[4]。

(六) 摄影测量技术

摄影测量技术是科学技术快速发展下的一项技术手段,目前在测绘领域内,摄影测量技术已经成了一项必备的技术,被广泛应用到了多领域,例如在建筑工程项目和城市规划的事业发展中,摄影技术的应用提高了各项测量活动的效率。例如在建筑工程领域的设计测量技术,可以对建筑项目施工变形量进行有效的控制,在城市规划、文物保护领域内,摄影测量技术同样有着广阔的应用前景。将其应用到特殊地形的测量中,技术人员需要引进先进的测量设备、摄影设备,获取准确的测量数据信息,满足不同地形环境的要求和测绘数据信息的需求。改进设备性能,利用自动化的设备设施,实现数据采集、数据观察、数据应用的一体化,灵活、便利的展开测量活动^[5]。

三、地理信息技术在地形测绘中的应用措施

(一) 高精度测绘

高精度测绘在地形地貌测绘中的重要性不言而喻,因为地形地貌的位置和形状对于城市的基础设施建设和维护至关重要。地理信息技术可以使用激光扫描测量仪器、全站仪等高精度设备进行数据采集,以获取地形数据和地形地貌位置信息。这些设备可实现高精度的测量和建模,快速扫描管道或地形表面,获取高密度点云数据。此外,地理信息系统软件还可以利用卫星遥感数据和航空摄影测量数据进行数据处理和精度评定,从而

提高测绘的精度和准确性。通过高精度测绘技术，可以获取更加准确的地形数据，包括管道的深度、长度、宽度、坡度等信息，为城市规划、管网管理和维护提供更好的支持。

（二）数据采集与管理

地理信息技术通过使用先进的测量仪器和设备，采集地形数据、岩石样品数据、地下水数据等各种地质数据和信息。数据采集可以通过多种手段进行，如：使用卫星遥感技术、航空摄影测量技术、地面测量技术等。采集到各种数据后，地理信息技术可以使用地理信息系统软件对数据进行整合和管理。数据管理包括数据处理、存储、查询、共享等多个方面。在数据处理方面，可以使用GIS软件对数据进行空间叠加和空间分析，从而将数据整合为一个完整的数据集。在数据存储方面，可以使用Oracle、SQLServer等数据库管理系统，对数据进行存储和管理。在数据查询和共享方面，可以通过WebGIS等技术，将数据共享给不同的用户和系统。在数据采集和管理环节，数据质量是一个非常关键的问题。为了确保数据的准确性和可靠性，地理信息技术可以使用数据质量检查工具对数据进行质量检查和校验^[6]。例如：在数据采集过程中，可以使用GPS技术、全站仪等设备对数据进行实时定位和校正，以提高数据的精度和准确性。同时，在数据处理过程中，也需要对数据进行质量检查和纠错，以避免数据异常和错误对后续分析和应用造成影响。

（三）数字地形图的绘制

在地形测绘中，数字地形图不仅是一个视觉表示，还蕴含了大量的地理信息，包括高程、坡度、坡向等地形参数。首先，数字地形图需要大量精确的高程数据作为基础，这些数据的获取依赖于高精度遥感技术。例如，无人机倾斜摄影技术，通过从多个角度对地面进行拍摄，能够获取大量高精度地形数据，同时可以针对复杂地貌提供详尽的三维信息。其次，数字地形图的可视化也是一个关键环节。地理信息技术提供了多种工具和方法，如等高线、色彩分层、三维立体展示等。这些工具不仅使数字地形图更为直观、生动，还能够更好地呈现地形的真实情况，帮助用户了解地形特点和地貌结构。最后，在数字地形图的绘制过程中，数据的准确性和质量控制也是关键。地理信息技术为此提供了一系列的方法和工具，如数据校核、误差分析、空间分析等，确保数字地形图的质量达到预期标准。地理信息技术为数字地形图的绘制提供了全面支持，包括数据采集、处理、分析，以及可视化和质量控制，能够确保数字地形图绘制的高效、高质、高准确性。

（四）比例尺放大缩小技术

开展特殊地形的测绘工作过程中，有很多的测绘物是不规则的，也有部分区域呈现出了一些不规则分布的状

态，因此特殊地形中的测绘难度较高。针对不规则的地物进行测量时，为了有效处理测量活动中出现的问题，突破不规则地物测量的难度，需要借助比例尺放大缩小技术，实现测量任务测量目标。在比例尺放大比例尺缩小的过程中，首先需要确认被测目标，利用合理、科学的技术进行测绘活动，首先应用到的技术是航拍测绘技术、全站仪测图技术。此类技术手段的适用范围广泛，可以测绘目标地形，获取有关的数据信息，保证测绘工作的顺利实施。

以提高测绘工作的效率和精准性为目的，可以设定地形对地形进行规则处理，将地形设置为规则形式后，再进行后续的测绘，完成基本测绘工作，按照一定的标准对测绘地形进行分解，将其划分为多个不同的规则小块。对测绘目标进行分割，将测绘目标划分成多个小的目标，利用比例尺放大的功能，保持规则地形和放大比例尺后的地形小块之间的相似性，提高测绘作业的精准程度。对比例尺进行调整，在特殊地形中进行测绘，确保最终所获取的数据信息精准，具有较强的应用价值，可以获取特殊地形当中的数据信息，制定可行的测绘方案。

结语

在数字时代，快速获取高效且准确的地形数据已成为众多领域的迫切需求。地理信息技术的广泛应用，不仅是对传统测绘方法的补充和完善，更是推动其向更先进、更科学方向迈进的关键因素。对于地形测绘领域，地理信息技术的不断发展和完善，将进一步促进各种应用场景的拓展，满足更多的实际需求。未来，随着技术突破和应用的深化，将进一步加深人们对于地球表面复杂地形与地貌的理解和把握。

参考文献

- [1] 叶彬彬, 戴矽妍. 无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用[J]. 电子技术, 2022, 51(10): 315-317.
- [2] 段文辉, 蔡扬扬, 李旭洋等. 测绘地理信息技术服务自然资源督察工作路径探讨[J]. 测绘标准化, 2022, 38(03): 85-89.
- [3] 刘庆林. 无人机航测及地理信息技术在地形测绘方面的应用[J]. 资源信息与工程, 2022, 37(02): 70-72.
- [4] 南竣祥, 梁爽, 李海泉等. 测绘地理信息技术在陕西省文物保护单位划中的综合应用[J]. 测绘通报, 2021, (11): 145-150.
- [5] 郝亚东, 王森. 测绘地理信息技术专业群1+X证书制度实施研究[J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2021, 33(04): 72-74+83.
- [6] 杜震雷. 矿山测绘工程中特殊地形测量对策分析[J]. 世界有色金属, 2021, (15): 17-18.