

浅谈数字化地形测量分析

王晓晖 屈 瑞

河南水环境勘测设计有限公司 河南 三门峡 472000

摘要：数字化地形测量作为现代测绘技术的核心，凭借其高精度、高效率 and 易于更新的优势，广泛应用于城市规划、环境监测及工程建设等领域。通过采用全站仪、GPS等先进仪器和计算机技术，数字化地形测量实现了地形数据的实时采集、处理和可视化表达。尽管面临技术更新与数据安全等挑战，但通过技术创新和管理策略优化，数字化地形测量技术将继续为地理信息的获取与分析提供重要支撑。

关键词：数字化；地形测量；关键技术

引言：随着科技的快速发展，数字化地形测量技术已成为现代测绘领域的重要支柱。它借助先进的测量设备和计算机技术，实现了对地形地貌数据的精确获取和高效处理。这一技术的广泛应用不仅极大地提高了测量的精度和效率，还为地理信息系统的建设和空间分析提供了重要支撑。本文旨在对数字化地形测量的基本概念、关键技术、实施步骤以及面临的挑战进行简要分析，以期为相关领域的研究和应用提供参考。

1 数字化地形测量的基本概念与原理

1.1 数字化地形测量的定义与内涵

数字化地形测量是运用现代测量技术，特别是电子测量技术和计算机技术，对地球表面自然形态和人工设施进行数据采集、处理和输出的过程。它的核心是通过测量仪器，如全站仪、GPS接收机等，获取地形要素的空间位置、属性和相互关系，并以数字形式存储，进而通过计算机图形处理和可视化技术，将这些数据转换为直观的电子地图或数字模型。数字化地形测量的内涵丰富，不仅涵盖了地形要素的采集，还涉及数据的传输、存储、处理和输出等多个环节。其中，地形要素主要包括地形点（如山头、鞍部、山脚等）、地形线（如等高线、地貌线、地性线等）以及地貌类型（如平原、山地、丘陵等）。在数字化测量过程中，这些要素的空间位置和属性都会被精确地记录下来，为后续的地图绘制、空间分析、地理信息系统建设等提供基础数据支持。

1.2 数字化地形测量的基本原理

数字化地形测量的基本原理主要包括以下几个方面：（1）测量原理。利用测量仪器（如全站仪、GPS等）的测角、测距功能，精确测定地形要素的空间位置。同时，通过内置或外接的传感器，获取地形要素的属性信息（如高程、类别等）。（2）数据采集原理。通过测量仪器和计算机技术的结合，实现地形要素数据的

高效、实时采集。数据采集过程中，需要遵循一定的规则 and 标准，确保数据的准确性和可靠性。（3）数据处理原理。对采集到的地形要素数据进行整理、编辑、计算和转换等处理，以满足不同用户的需求。数据处理过程中，可能会运用到地理信息系统（GIS）技术、数字摄影测量技术等高级技术手段。（4）成果输出原理。将处理后的地形要素数据以电子地图、数字模型或其他形式输出，为用户提供直观、便捷的信息服务。成果输出过程中，需要考虑到数据的可视化效果和易用性等问题^[1]。

1.3 数字化地形测量与传统测量的比较

数字化地形测量与传统测量相比，具有显著的优势：（1）测量精度高。数字化测量仪器具有较高的测角和测距精度，能够满足高精度测量的需求。（2）测量效率高。数字化测量能够实现数据的实时采集和处理，大大提高了工作效率。（3）成果多样化。数字化测量成果可以以电子地图、数字模型等多种形式输出，满足不同用户的需求。（4）便于存储和传输。数字化测量数据以数字形式存储和传输，方便快捷且易于备份和保护。（5）支持空间分析。数字化测量数据可以直接用于地理信息系统（GIS）等空间分析系统，为城乡规划、环境监测等领域提供有力支持。

2 数字化地形测量的关键技术

2.1 控制测量技术

在数字化地形测量中，控制测量技术是保证测量精度的基础。其中，静态GPS与动态GPS的应用尤为关键。静态GPS技术是通过在选定的控制点上长时间接收卫星信号，并经过数据后处理来确定控制点的三维坐标。其优势在于精度高、作业范围广，但需要的观测时间较长，适合在地形复杂、需要高精度测量的区域使用。动态GPS技术则基于载波相位差分技术，实时解算出流动站的三维位置。该技术可以实时地提供测量数据，大大提高测

量效率,但精度稍逊于静态GPS。在数字化地形测量中,动态GPS常用于地形图补测、碎部测量等任务。除了GPS技术外,导线法与三角高程测量也是常用的控制测量方法。导线法通过连续观测一系列相邻的控制点,依据角度和边长推算出各点的坐标。而三角高程测量则是利用三角测量的原理,通过观测边长和角度来确定点的高程。这两种方法对于某些特殊地形或无法采用GPS测量的区域具有重要的应用价值。

2.2 地物地貌测量技术

地物地貌测量是数字化地形测量的核心任务之一。其中,电子全站仪和数字成图软件的应用是关键技术。电子全站仪是一种集测角、测距、数据存储和传输于一体的测量仪器。它可以自动记录观测数据,并实时计算出测点的三维坐标。在数字化地形测量中,电子全站仪被广泛用于碎部测量、地形图绘制等工作。其高精度、高效率的特点使得数字化测量的成果更加准确、可靠。数字成图软件是数字化地形测量中必不可少的工具。它可以将电子全站仪采集的数据进行处理、编辑和可视化输出。数字成图软件具有强大的图形编辑功能,可以对地形图进行各种修改和完善。同时,它还支持多种数据格式的输出和转换,方便用户在不同系统之间交换数据^[2]。

2.3 数据传输与处理技术

数据传输与处理是数字化地形测量的重要环节。数据传输的方式主要包括有线传输和无线传输两种。有线传输方式稳定可靠但布线复杂;无线传输方式灵活便捷但受环境影响较大。在实际应用中,需要根据具体情况选择合适的传输方式。数据处理是数字化地形测量的核心环节之一。数据处理流程通常包括数据检查、数据编辑、数据转换、数据分析和数据输出等步骤。其中,数据检查是确保数据质量的关键步骤;数据编辑则是对原始数据进行必要的修改和完善;数据转换则是将数据转换为用户所需的格式;数据分析则是利用专业软件对数据进行深度挖掘和解析;数据输出则是将处理后的数据以图形、表格等形式呈现给用户。在数据处理过程中,还需要运用各种数学方法和技术手段对数据进行处理和分析。例如,可以使用插值、拟合等技术对缺失的数据进行补充;可以使用滤波、平滑等技术对数据进行降噪处理;还可以使用统计分析方法对数据进行分析 and 解释等。这些技术手段的应用可以大大提高数字化地形测量的精度和效率。

3 数字化地形测量的实施步骤

3.1 前期准备工作

在启动数字化地形测量项目之前,前期准备工作至

关重要。首先,需要深入了解测量区域的地理、气候、人文环境等基本情况。这包括收集相关地形图、地图册、卫星图像等基础资料,对测量区域的地形地貌进行初步分析。同时,确定测量任务的目标、范围、精度要求等关键参数,为后续的测量工作制定明确的指导方向。

3.2 仪器设备准备

根据测量任务的需求,选择合适的测量仪器设备是关键。这包括全站仪、GPS接收机、水准仪、无人机等先进设备。在准备过程中,要确保所有设备均经过校验和测试,处于良好的工作状态。此外,还需要准备足够的电池、存储卡、数据线等配套设备,以确保测量工作的连续性和高效性。

3.3 测量方案制定

测量方案是指导整个测量工作的纲领性文件。在制定测量方案时,应充分考虑测量区域的实际情况,合理划分测量区域,确定测量点的分布和密度。同时,根据测量任务的要求,选择合适的测量技术和方法,如静态GPS测量、导线测量、水准测量等。测量方案中还应明确测量工作的步骤、时间安排、人员分工等具体细节,确保测量工作的顺利进行。

3.4 控制测量与图根测量

控制测量是数字化地形测量的基础环节。在这一阶段,需要建立高精度的控制网,为后续的碎部测量提供可靠的依据。首先,利用静态GPS技术建立覆盖整个测量区域的GPS网。通过连续观测卫星信号并经过数据后处理,获得各控制点的三维坐标。同时,结合导线测量、水准测量等传统测量技术,对控制网进行加密和检核,确保控制网的精度和可靠性。图根测量是在控制网建立后进行的一项重要工作。通过测量图根点之间的角度和边长,利用三角测量原理计算图根点的三维坐标。图根点的实测和加密控制是为了进一步加密控制网,提高地形图的精度和可靠性。

3.5 碎部数据采集与软件编图

碎部数据采集是数字化地形测量的核心内容。在这一阶段,需要使用全站仪等先进设备,根据测量方案的要求对测量区域内的地形要素进行数据采集。采集过程中要注意数据的准确性和完整性,及时发现和处理异常数据。同时,还需要对数据进行必要的编码和分类,为后续的软件编图提供方便。软件编图是数字化地形测量的重要环节。在这一阶段,需要将采集到的碎部数据导入到专业的数字成图软件中进行处理和编辑。首先,对数据进行预处理和检查,确保数据的准确性和完整性。然后,根据地形图的要求和符号系统,对地形要素进行

符号化和注记。在编图过程中,要充分利用软件的编辑功能,对地形图进行必要的修改和完善。同时,还要注意图面的整洁和美观性,提高地形图的可读性和易用性^[3]。在软件编图的过程中,还需要掌握一些技巧和方法。例如,可以使用软件的自动矢量化功能对图像进行快速矢量化处理;使用图层管理功能对不同的地形要素进行分层管理;利用颜色、线型、符号等可视化手段对地形要素进行直观表达等。这些技巧和方法的应用可以大大提高编图工作的效率和质量。

4 数字化地形测量的优势与挑战

4.1 数字化地形测量的优势

数字化地形测量作为现代测绘领域的一项重大进步,相比传统测量技术具有显著的优势。这些优势使得数字化地形测量在各个领域中得到广泛应用,为测绘工作带来了革命性的变革。(1)测量精度高。数字化地形测量采用先进的测量仪器和技术,如静态GPS、全站仪等,能够实现高精度的坐标定位。通过严格的测量控制和数据处理,数字化地形测量可以提供厘米级甚至毫米级的测量精度。这种高精度的测量能力为各类工程建设、城乡规划、资源管理等工作提供了可靠的数据支持。(2)成果易更新。数字化地形测量的成果以数字形式存储,易于进行更新和修改。随着测量技术的不断进步和测量设备的更新换代,数字化地形数据可以轻松通过软件处理进行更新和完善。相比传统的纸质地形图,数字化地形图具有更好的可编辑性和可维护性,能够适应不断变化的地形地貌和城市规划需求。(3)工作效率高。数字化地形测量采用先进的自动化测量技术和数据传输技术,能够实现数据的实时采集、处理和传输。这种高效的工作方式大大提高了测量工作的效率,减少了人力资源的投入。同时,数字化地形测量还支持多用户并发工作,可以在较短的时间内完成大量的测量任务。此外,数字化地形测量还具有数据共享性强、可视化程度高、便于空间分析等优势。数字化地形数据可以通过网络进行共享和交换,为各领域的工作提供了便利。同时,数字化地形图可以通过可视化技术进行展示和分析,为决策者提供了直观、清晰的数据支持。

4.2 数字化地形测量面临的挑战

尽管数字化地形测量具有显著的优势,但在实际应用中面临一些挑战和困难。这些挑战需要我们认真对待并寻找解决方案,以确保数字化地形测量的可持续发展和广泛应用。(1)技术更新换代的压力。随着测量技术的不断进步和测量设备的更新换代,数字化地形测量技术也在不断发展。这就要求测绘人员不断更新自己的知识和技能,学习新的测量技术和设备。然而,由于技术更新换代的速度较快,一些测绘人员可能会感到难以跟上技术的发展步伐,从而面临技术淘汰的风险。(2)数据安全和保密的挑战。数字化地形数据是测绘工作的核心内容之一,涉及到国家安全、社会稳定和经济发展等方面的重要信息。因此,确保数字化地形数据的安全和保密至关重要。然而,随着网络技术和黑客攻击的增加,数字化地形数据面临着越来越大的安全威胁。一旦数据被非法获取或篡改,将可能对国家和人民造成严重的损失。为了应对这些挑战,我们需要采取一系列措施。首先,加强测绘人员的培训和教育,提高他们的技能水平和安全意识。其次,建立健全的数据管理制度和安全保密制度,加强对数字化地形数据的保护和管理。最后,加强技术研发和合作,不断提高数字化地形测量的技术水平和安全性能。

结束语

数字化地形测量技术的发展和應用,无疑为现代测绘领域带来了革命性的变革。其高精度、高效率以及广泛的应用前景,使其成为地理信息采集和空间分析的重要工具。然而,我们仍需面对技术更新、数据安全等挑战。展望未来,我们有理由相信,随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,数字化地形测量将在推动地理空间信息产业的发展中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]王荔.浅谈数字化地形测量[J].居业,2021(9):13-14.
- [2]胡明.GPS-RTK技术在数字化地形测量中的应用[J].华北自然资源,2021(5):69-70.
- [3]蔡伟锋.数字化地形测量技术研究[J].中国高新技术企业,2020(10):98-99.