

试析地质测绘中 RTK 测量技术的应用与特点

周 亮 (山西汾西矿业集团有限责任公司生活服务公司, 山西 灵石 031300)

摘 要: 将先进的测绘技术应用到地质测绘中, 可显著提高测绘效率以及测绘质量。本文在对实时动态差分技术的特点、应用方法进行分析, 并以山西某探测区为工程实例, 对 RTK 测量技术现场测量方法以及测量效果进行分析。研究成果可为地质测绘工作开展提供经验参考。

关键词: 地质测绘; 实时动态差分技术; 无人机

Abstract: The application of advanced mapping technology to geological mapping can significantly improve the efficiency and quality of mapping. This paper analyzes the characteristics and application methods of real-time dynamic difference technology, and takes a detection area in Shanxi as an engineering example to analyze the field measurement method and measurement effect of RTK measurement technology. The research results can provide experience reference for geological mapping.

Key words: geological mapping; real-time dynamic difference technology; uAV

0 引言

实时动态差分技术简称为 RTK 测量技术, 是在载波相位测量、数据传输等技术基础上, 发展起来的一种实时差分 GPS 测量技术, 但这一技术的精确度比传统的 GPS 技术更高。RTK 技术在实际应用中的优点包括测量速度快、高精度与高软件自动化程度等, 不仅在地质勘查中起到了极为重要的作用, 还为现代测绘技术的发展提供了有力的支持。在项目开始前, 这一技术可以先由卫星系统将探测区域的数据信息连续传输到接收设备当中, 然后通过设备对数据信息进行合理分析, 经由数据传输系统传输给计算机主站, 由计算机主站对载波的相位观测值进行分析, 在对测量目标进行精确定位的基础上, 得到精确度较高的工程测量数据与测量坐标。RTK 技术在实际应用中的优点包括测量速度快、高精度与高软件自动化程度等, 不仅在地质勘查中起到了极为重要的作用, 还为现代测绘技术的发展提供了有力的支持。

1 工程概况



图 1 矿区地表图

测区位于山西省某平均海拔为 +1028m 的区域, 测绘面积达 3km², 测区地形主要为丘陵与山地, 高程落差约 400m, 具体项目所在地地形情况见图 1 所示。在矿区开采影响范围内土体、植被等受到不同程度破坏, 矿坑最大深度可达到 70m, 地形整体破碎, 在降雨作用下

矿坑可能存储一定积水, 从而导致地质灾害出现。

测绘选择无云晴朗的天气, 采用大疆精灵 PHANTOM 4 RTP 型号无人机航空摄影的方式, 对区域进行测绘, 无人机的外业数据采集流程如图 2 所示, 在提高测绘精度的同时, 降低测绘成本。

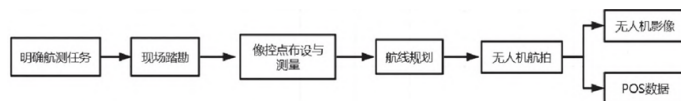


图 2 无人机外业采集流程

2 实时动态差分技术的特点及无人机摄影测量原理

RTK (Real Time Kinematic) 技术即实时载波相位差分技术, 是实时处理两个测点载波相位观测量的差分方法。载波相位差分方法分为两类, 一类是修正法, 即将基准站的载波相位修正值直接发给流动站, 改正流动站接收到的载波相位, 求解流动站的实时坐标, 该方法初始化速度慢, 定位精度稍差, 称准 RTK 技术; 另一类是差分法, 即求解起始相位整周模糊度 (又称 RTK 初始化), 再进行实时差分, 它要求基准站 GPS 接收机实时地把观测数据及已知数据传输给流动站 GPS 接收机, 流动站快速求解整周模糊度, 当接收到 5 颗或 5 颗以上卫星、观测 5s 后, 可实时求解出厘米级的流动站位置。

2.1 实时动态差分技术的优点

2.1.1 测量范围广

在当前探测工作开展的过程中, 实时动态差分技术对测量环境有着良好的适应性并且其测量范围也较为广阔。具体来说, 在实时动态差分技术应用过程中, 在以基准站为原点的 800m 范围内, 均可开展测绘测量, 并且测量结果准确度相对较高, 应用实时动态差分技术不仅可以缩减测绘时间, 还能有效降低测绘工作成本。

2.1.2 测量精度高

在实际应用过程中, 实时动态差分技术借助专业软件计算与数据对比技术可以将测绘数据精确到厘米级, 这种情况的出现在很大程度上提升了测绘数据的精度,

可以有效满足当前测绘工作的需要。

2.1.3 地形条件对测量的影响小

与传统的光学测绘技术相比来说,实时动态差分技术在工作过程中受到光线、可见度等因素的影响较小,尤其是在一些透视条件较差的情况下,实时动态差分技术可以迅速获取所测区域地形地貌的三维信息,并通过专业软件将测绘数据进行对比,进一步提升数据的准确性。然后,运用实时动态差分技术将获取到的信息进行录入、转化、存储、分析等,进一步提高测绘工作的效率,保证数据信息能够切实满足测绘需求。

2.1.4 测量操作难度小

相较于其他测绘方法,实时动态差分技术操作难度较小,所需工作人员较少,并且能够在较短的时间内获得大量的数据信息,大幅提高了测绘工作的效率。

2.2 实时动态差分技术的缺点

在实际应用过程中,实时动态差分技术也存在着一系列的缺点,会给测绘的质量带来一定制约。在实际使用过程中,一方面实时动态差分技术的测绘质量会与卫星之间存在着直接的联系。具体来说,在测绘的过程中,实时动态差分技术往往会从卫星系统中获取一定的数据信息,若卫星不能为测绘工作提供足够的信息,那么测绘工作的准确性将会受到很大影响。另一方面,天气、环境等条件会对实时动态差分技术的应用结果产生一定的影响。具体来说,若在实际应用实时动态差分技术的过程中,测绘区域出现打雷、暴雨等情况,大气层中的电子会阻碍测绘数据的精确传输。同时,若测绘区域周边有大量的高山、树木等较为高大的遮挡物,那么卫星信号在传输过程中会因遮挡情况而出现数据丢失。

2.3 无人机摄影基本原理

无人机航空摄影测量技术以质量轻、体积小、精度高、反应速度快等优势有机融合了多种先进的测量技术,可以进行数字化控制点的测量,同时对现场的实际环境进行测量分析,对矿山区域在控制网中的坐标进行计算,得出需要加密的矿山区域位置,完成对矿山地质环境的数字化影像测量图、数字信息网格图及数字模型图的绘制。

2.3.1 测量基本原理

无人机测量是综合数字影响提取、计算机科学、影响匹配等相关研究成果基础上,并基于摄像测量基本原理,构建探测区域内三维模型并提取三维模型内物理以及几何信息。在无人机摄影测量时依据摄影中心、像点以及物点共线关系,可构建下述像物模型:

$$x - x_0 = f \frac{a_1(X-X_0) + b_1(Y-Y_0) + c_1(Z-Z_0)}{a_3(X-X_0) + b_3(Y-Y_0) + c_3(Z-Z_0)}$$

$$y - y_0 = f \frac{a_2(X-X_0) + b_2(Y-Y_0) + c_2(Z-Z_0)}{a_3(X-X_0) + b_3(Y-Y_0) + c_3(Z-Z_0)}$$

其中: (x, y) 为获取图像中像点在像平面内的位置坐标; x_0, y_0, f 分别表示为内方位元素; X, Y, Z 分

别表示地面点空间坐标; a_i, b_i, c_i 表示 3 个外方位角元素构成的方向余弦(共计 9 个方向)。

2.3.2 地面分辨率

无人机摄像测量获取到的图像比例尺(m)可通过航高(H)、相机焦距(F)等确定。依据摄像机像元(a)以及图像比例尺(m)即可得到地面分辨率(G),具体公式为:

$$m = \frac{F}{H} = \frac{a}{G}$$

2.4 技术流程

2.4.1 准备工作

在测绘工作前,为保证测绘工作的顺利进行,可以在测绘区域进行实地勘察,了解该区域的详细信息,选择合适的测绘方法,以便后续获得准确的测绘结果。首先,在开展准备工作时,应依据测绘项目的具体情况,对项目的名称加以明确;其次,在转换坐标参数前,对测绘区域的具体信息进行收集整理,然后在此基础上设置测量控制点,以保证所有测绘点均匀分布在测绘区域内;再次,在测量放样前,将放样点坐标输入测绘软件系统中,借助计算机系统确定转换坐标参数。通过这种方式,切实可以提高放样工作的精确度。

2.4.2 确定基准站

在开展测绘工作时,为保证实时动态差分技术能够正常应用,就必须先确定基准站的位置,并且保证基准站与所需测绘区域的距离不会影响数据信息的正常传输。在选择基准站时,首先,基准站既可以选在未知点也可以选在已知点,但一般情况下,为提高精确度,可以将其位置选在已知点上;其次,在选择基准站时,应保证基准站视野较好,并且不在电台覆盖区域内,避免基准站 200m 范围内存在干扰源;最后,为避免信号丢失,可以将 GPS 信号反射装置设置在基准点上。

2.4.3 确定测绘区域转换参数

由于在实际应用实时动态差分技术的过程中,往往需要借助地方独立坐标体系,这就使得必须转换坐标系,计算坐标系的转换参数。为保证实时动态差分技术坐标的准确性,应用实时动态差分技术时,应先确定坐标系的转换参数。具体操作方式为,先通过 GPS 系统获得相应的坐标信息,确定同一坐标点在不同坐标系间的转换参数,可以选择 3-5 个测绘点的坐标数据进行观察对比,以便保证参数转换的精确度。

2.4.4 实时动态差分技术的应用

在实际应用实时动态差分技术前,先完成控制点上基站的布置工作,启动 GPS 接收机并输入已知坐标值。在此过程中,应保证卫星与发射信号处于实时工作的状态。此外,应将基准站电台与流动站电台调整到同频工作,在观测点进行信号测量,以保证测量数据的精确度。在开始测量之前,应检查其测量精度。最后在信号收集完成后,将其输入计算机系统中,由计算机软件对其进行整理、分析与存储。

3 实时动态差分及无人机倾斜摄影技术应用分析

3.1 像控点设置

在测绘过程中,像控点选择的质量与测绘结果精度间存在着直接的联系,现阶段,为保证测绘工作的有效性,应用理论知识,对测绘点进行合理划分,成为了一项极为必要的工作。

采用大疆精灵 PHANTOM 4 RTP 获取探测区影响,为满足测量比例尺为 1:1000、摄影比例尺为 1:5000。设计的测量航线高 100m,航向及旁向重叠度分别为 60%、40%、地面分辨率 40mm。测量工确定 10 条航线,获取摄像图像 395 张。

3.2 空中三角测量方式的使用

在利用无人机进行测绘区域测绘的过程中,可以通过使用空中三角测量方法的方式,对待测区域的情况进行明确。具体来说,在当前测绘工作的进行过程中,控制无人机利用 RTK 技术在某个地点进行一段时间的地点、地貌测量,就可以得到该区域的定位结果,然后由无人机将采集的数据信息传输至相应的软件系统中,就可以获得该区域的具体地形图。同时,为切实提升测绘工作的准确度,合理应用无人机航空设备与 POS 技术,保证空中三角测量技术能够得到有效应用的基础上,可以通过 GPS 技术对无人机进行定位的方式,获取无人机的姿势参数与位置信息,并且在获取相应数据信息后,可以利用计算机技术对数据信息进行处理。但需要注意的是,尽管在无人机测绘工作的过程中,对人工的需要较低,但为便于后续测绘工作的顺利进行,在运用空中三角测量方式进行测绘时,需要确定测定连接点,并通过科学的调控手段,保证像控点、连接点能够为空中三角测量的使用提供支持。

3.3 数据收集

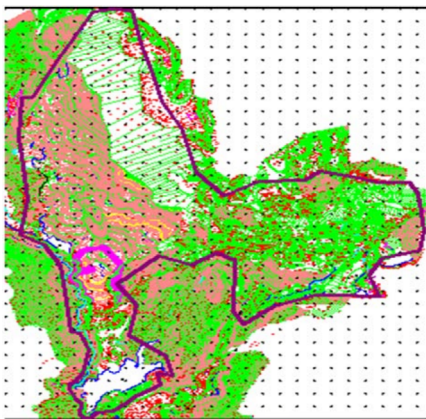


图 3 矿区地形图 (1:1000)

首先,在进行区域测绘的过程中,可以通过合理应用空中三角加密成果与数字摄影测量系统的方式,保证测绘结果的准确性。其次,为提高测绘模型的准确度,可以借助科学技术手段,以测绘数据为基础构建立体模型,通过全要素采集的方式,完成 DLG 数字划线图、DOM 数字正射影像图的绘制工作。再次,为切实了解测绘区域影响物体的实际情况,可以通过对摄影影像进

行判断分析的方式,对物体的属性特点加以明确。最后,在测绘成果验收时,为提高测绘数据的精准度,可以通过比对航空摄影影像所构成的地形图数据与实测数据的方式,保证测绘工作的质量。具体获取到的矿区地形图见图 3 所示。

4 结论

采用 RTK 技术获取到矿区控制测量信息,使用无人机获取矿区摄像,采用全要素采集的方式,完成 DLG 数字划线图、DOM 数字正射影像图的绘制工作,最终获取到矿区地形图,可为后续矿区地质灾害治理工作开展提供指导。

总而言之,在实际工作过程中,测绘工作的质量受到了人们的广泛关注,现阶段,实时动态差分技术因有着操作较为简单、测量效率高等优点,被广泛应用于测绘工作中,这种情况的出现不仅有效降低了测绘的成本,为地质测绘工作的顺利开展提供了助力,还为测绘技术的整体优化发展提供了有效的支持。

参考文献:

- [1] 刘纪花.工程测绘中 RTK 测量技术的应用与特点探究[J].产城,2020(7):0163-0163.
- [2] 黄甜.RTK 控制测量的精度验证[J].科技与创新,2019(14):106-107.
- [3] 李佃锋.无人机航空摄影测量在带状地形图测量中的应用[J].信息记录材料,2020,21(1):71-72.
- [4] 李向波.无人机测绘在晶鑫煤业地表裂隙及沉陷观测中的应用研究[J].能源与节能,2020(04):184-186.
- [5] 杨灯云,程诗广,杨海胜,苏晓刚.CORS-RTK 测量在矿区开采沉陷中的应用[J].经纬天地,2019(04):57-60.
- [6] 陈长坤.基于自适应卡尔曼滤波的开采沉陷地表移动变形数据处理及预报研究[D].淮南:安徽理工大学,2019.
- [7] 杨洪涛,田茂虎,隋传科,王勇,侯卫卫.构建煤矿开采沉陷区似大地水准面的实践与分析[J].北京测绘,2018,32(09):1108-1111.
- [8] 陈佳乐,肖武,任河,孙浩轩,张纯梦,韩森.无人机在高潜水位采煤沉陷土地测绘中的应用[J].中国煤炭,2018,44(07):131-137.
- [9] 苟建会.大疆精灵 4RTK 无人机在矿山测量中的使用经验[J].新疆有色金属,2021,44(05):41-42.
- [10] 陈兴隆.GPS-RTK 在矿山地表沉降监测中应用的可行性分析[J].煤矿现代化,2021,30(04):35-38.
- [11] 王远.RTK 技术在矿山测绘中的应用[J].世界有色金属,2021(13):28-29.
- [12] 张代航,赵浩,冉怡静.RTK 技术在矿山测量工程中的应用研究[J].世界有色金属,2021(13):36-37.

作者简介:

周亮(1989-),男,山西应县人,2010年7月毕业于山西煤炭职业技术学院,工程测量技术专业,专科,现为工程师。