

临时用地土石方挖方测量技术应用

Application of Earth and Rock Excavation Measurement Technology in Temporary Land Use

陈武技

Wuji Chen

广东省有色地质测绘院 中国·广东 广州 510080

Guangdong Nonferrous Geological Surveying and Mapping Institute, Guangzhou, Guangdong, 510080, China

摘要: 论文以实际工程为例, 主要介绍了参与项目用地土石方挖方测量相关技术, 希望对以后工作提供借鉴。

Abstract: This paper takes practical engineering as an example and mainly introduces the relevant technologies of earth and rock excavation measurement for participating in the project land, hoping to provide reference for future work.

关键词: 土石方挖方测量; 摄影测量; 技术

Keywords: earth and rock excavation measurement; photogrammetry; technology

DOI: 10.12346/se.v5i2.8688

1 工程概况

受清远市自然资源局清新分局委托, 由笔者所在院承担清远市清新区谷城矿业开发投资有限公司 2016 年和 2019 年临时用地土石方挖方测量。主要目的和任务为完成测区 1 : 2000 地形图数字化测量, 矿区面积约 0.8km²; 通过实测现状地形、调查等方法, 并根据原有储量核实报告检测结果; 通过现状地形图与原始地形估算土石方资源量, 根据矿山企业开挖情况说明及勘查资料, 最终提交清远市清新区谷城开发有限公司 2016 年和 2019 年临时用地土石方挖方测量报告。

2 数学基础

坐标系统: 采用 CGCS2000 坐标系。

高程系统: 采用 1985 年国家高程系统。

基本等高距: 基本等高距为 2m。

3 已有资料情况

①原矿区储量核实报告及 2016 年原始 1 : 2000 地形图资料。②清远市清新区谷城开发有限公司 2016 年和 2019 年临时用地红线。

4 作业过程

根据现场勘查, 测区范围内多为裸露地表, 地表以土石

为主, 并且无植被遮挡。为了提高测量的效率, 本次测量项目采取传统的测量方法与无人机航空摄影测量相结合的测量方法进行。传统测量方法与无人机航测测量方法同时开始进行, 传统测量先在测区周边布设 3 个控制点, 作为测量的控制基础, 后面通过架设基站的方法进行碎步测量; 无人机航测的测量方法是根据测区的形状, 范围以及测量的精度, 先在内业设计好航飞的区块以及像控点的布设, 之后到实地布设像控点, 并且采用 GNSS RTK (CORS) 快速静态测量测定各个像控点的坐标, 之后开始航飞获取测区的影像数据, 从而用于三维模型的生产, 最终完成数字线划图的生产。

4.1 控制测量

4.1.1 传统控制测量

①本测区一共埋设 3 个控制点, 均采用 GNSS RTK (CORS) 快速静态测量。分别在不同的时段测量三次再取平均值。精度要求为平面中误差小于 5cm; 高程中误差小于测图基本等高距的 1/10。② GPS 控制点选点与埋设, 测区面积较小, 埋设三个控制点基本满足精度控制要求, 埋设位置选择在测区范围内地势较高的山顶, 选定的位置视野开阔, 对接收机的信号干扰小。③本测区的图根控制测量采用南方 GPS (S86) 仪器进行观测。作业方法: 将基站摆放在未知控制点上, 采用移动站在已知点上校正, 校正完后再用另一个已知点进行检查, 然后利用 GPS 的平滑处理进行测量, 每个点需要两测回取平均数得出成果。

【作者简介】陈武技 (1993-), 男, 中国广东阳春人, 助理工程师, 从事测绘工程研究。

4.1.2 航空摄影测量控制测量及航摄设计

①本测区共设计了2个区块,完成了对测区的全面覆盖。
②为满足精度要求共布设了8个像控点,分别均匀分布于测区范围内。同时测区内的像控点也都采用GNSS RTK(CORS)快速静态测量。分别在不同的时段测量三次再取平均值。精度要求:平面中误差小于5cm;高程中误差小于测图基本等高距的1/10。

测区的区块设计和像控点布设如图1所示。



图1 区块设计和像控点布设图

4.2 航摄设计执行情况

根据《低空数字航空摄影规范》《1:500、1:1000、1:2000地形图航空摄影规范》和《生产任务书》之要求,本项目以大疆精灵4pro旋翼无人机倾斜摄影系统为平台,进行倾斜摄影获取影像数据。

4.2.1 飞行方式

倾斜摄影采集系统以大疆精灵4pro电动无人机为飞行平台,搭载单镜头微型倾摄影,一次飞行只能获取一个方向的影像数据,因此一个区块需要飞行5次才能获得前视、后视、下视、左视和右视5个角度的影像数据。按照测区形状规划航线、设计参数,根据航摄系统性能,控制飞行半径,逐航线、逐航摄分区作业,直至全部完成。

航摄参数设计:根据项目要求,本项目地面分辨率应优于0.1m,在实际作业过程中,地形起伏,测区内地形地物比较单一,根据GB/Z 3001—2010《无人机航摄安全作业基本要求》规定,无人机在作业时须保持安全高度100m以上。因此,为保证飞行安全及作业效率,设计地面分辨率为5~6cm,经计算分析,实际地面分辨率为7~8.3cm,符合测区的精度要求。

4.2.2 飞行实施

天气选择:根据航摄规范和设计要求,航摄时应选择水平能见度大于3km,垂直能见度大于5km的晴好天气进行航空摄影。但本项目属于低空大比例尺作业,因此,对天气的要求有所降低,阴天也进行了作业,且效果较为理想。

场地选择:由于此次使用的大疆精灵4pro无人飞机为垂直起降的飞行方式,所以对起降场地要求有所降低。但为了

安全飞行,本项目在实施过程中按照下列原则选择的起降场地:①半径20m范围内不能有高于30m的建筑物或树木等;②场地最好远离大面积水域、建筑物和人群等重要地物设施;③为了保持良好的数传信号,场地宜选在地势较高或视线空旷的区域。

4.2.3 成果整理

按软件建模的数据要求进行航飞数据的整理、检查,直至能使用建模软件进行数据的后处理。同时,对生产出来的三维模型,进行外业特征点的检核,对比特征点的精度,达到1:2000比例尺的模型精度后,才能进行线划图的生产。本项目经检验模型符合线划图生产要求。

4.3 地形图测绘

4.3.1 地形图测绘的实施

①地形图测量的内容。地形图测绘目的是计算整块区的土石方量。本工程范围地形图测量需重点测量以下内容:工程范围内的地形图,含独立地物、建筑物及构筑物、现有明涌和排渠的具体情况。为满足土石方量计算精度要求,在采用1:2000数字化地形图的采集标准测量的基础上还要加密高程点测量。

②地形图测量外业实施。地形图测量采用全野外数字化测图方法。采用GPS基站架设在未知点上,利用移动站在已知控制点上校正。利用碎步点测量方法进行数据的采集和记录。在底图上实地绘制草图,对应相应的地物点记录点号、属性、连接关系。按规范和委托方的要求对所有的测量内容进行了实地测量。每天外业采集完后,对当天采集的数据立即输入计算机,并尽快编辑成图。

③航摄模型特征点的外业检核。野外通过GPSrtk架设基站的方式,利用碎步点的测量方法进行特征点的测量,并将测量数据与内业模型相应位置点数据进行检核比较。

4.3.2 地形图内业成图

作业组每天将采集回来的坐标数据导入计算机内,经过转换处理后,利用CASS9.1专业成图软件,展绘细部点,存好数据并作简单检查,发现问题,次日外业重新核实测量。外业人员将坐标文件和外业草图一起交给内业人员,采用专用成图软件CASS9.1对经过处理后的坐标数据,根据野外草图绘制的属性和连接关系,按1:2000绘图比例尺编绘成图。为了满足设计人员对本工程一些特殊的交通附属设施,交通标志等的识别需要,采用特定的图层、线形、符号、文字说明的形式加以区分说明。作业过程注意经常存盘,需外业人员配合的地方,做好标识,及时核对。

航空摄影测量在生产出三维模型后,大部分的工作都是在内业进行。通过专用的三维模型内业数字线划图生产软件IData,进行线划图的生产。并且将生产出来的线划图对照外业实际测量的特征点进行模型成果的检核,从而生产出合格的地形图^[1]。

内业人员绘制好的电子地形图需交由外业人员进行外业

自检和内业核对, 经过内、外业检查后形成最终成果图, 依照图形大小选择任意幅图。

4.4 土石方测量计算

4.4.1 土石方测量

①采用 GPS-RTK 法及全站仪极坐标法全野外观测采集坐标高程数据。②全站仪设站时, 对中误差不大于 10mm。检查定向点坐标和高程, 平面位置和高程误差应不大于 10cm, 确认无误后方开始进行碎部点的测量。定向结束后至少应记录一个明显地物点的水平角作为固定角, 以便在观测过程中和搬站前检核。③测站至地形点的距离一般不超过 120m, 最长不超过 150m, 地形点间隔按方格网 20m×20m 间隔要求测量。④内业编辑及成图: 比例尺采用 1 : 2000, 绘图软件采用南方 CASS9.1 成图软件进行内业编辑及成图, 外业数据采集完成后对数据进行检查, 删除错误数据, 及时修补错漏数据, 并重测超限的数据。

4.4.2 土方量计算

①石场开挖土石方量计算主要针对矿山拐点范围外, 2016 年与 2019 年的临时用地的土石方量。2016 年的临时用地有 5 块临时用地需要计算开挖的土石方挖量。2019 年的临时用地有 6 块需要计算开挖的土石方挖量^[2]。②土方量计算采用方格网法进行计算: 采用南方 CASS9.1 成图软件, 内置程序方格网法土方计算, 按 20m×20m 方格宽度对计算区域进行分区, 再根据每个方格的实际标高与设计标高之间的差值计算出每个方格内的填挖土方量, 然后汇总出整个方格网的土方填挖方量, 并生成方格网土方计算统计图。

5 投入人员与设备

为了保证项目能够按业主规定的时间, 保质保量完成任务, 笔者所在院调集精干的测量技术人员, 共投入 7 人组成的作业队伍, 参与完成本次作业, 采用 GPSRTK、全站仪、大疆精灵 4pro 无人机等测量仪器设备, 确保了该工程顺利实施。

5.1 人员安排

人员投入如表 1 所示。

表 1 人员投入表

分工	投入组数 (组)	投入人数 (人)	备注
项目组	1	2	负责方案设计、质量控制
控制组	1	2	负责测区内的控制测量
测量组	1	2	外业数据采集, 内业成图
航飞组	1	2	负责航飞及内业数据处理
后勤	1	1	司机
投入总人数		9	—

5.2 仪器设备投入

使用南方 (GPS) 2 台, 水平精度 ± (10mm+1ppm), 垂直精度 ± (20mm+1ppm), 拓普康 GPT-7501 全站仪一台,

笔记本电脑 3 台, 惠普打印机 M1136 多功能一体机 1 台, 大疆精灵 4pro1 台, 所使用仪器均在检定有效期内。

6 质量检查

本测量项目检查验收工作是在小组自查自检的基础上由院质检科负责检查验收, 外业作业过程 100% 巡视检查, 内业图面做了 100% 检查。测量碎部点与原测量坐标进行比对, 共比对 40 个点, 最大误差为 0.05m, 中误差为 ±2.87cm, 中误差限差为 ±0.05m, 符合规范要求。通过检查并对出现的问题进行复核, 各项限差及精度符合相关规范的要求, 成果编绘质量准确、真实, 成果可供使用。

7 岩石抗压测试

根据储量核实钻孔及附近生源石场储量核实报告等显示, 覆盖层厚度 0~2.5m。本次岩石抗压引用《清远市清新区谷城矿业开发投资有限公司建筑用砂岩矿的资源储量核实报告》数据, 由泥盆系桂头群杨溪组 (Dy) 经热接触变质形成的变质岩组成^[3]。分布于矿区中部及以东区域, 呈北东向带状展布, 贯穿矿区南北, 不整合于寒武系高滩组之上, 呈单斜层状。总体走向北东, 倾向 120° 左右, 倾角约 54°。

矿石自然类型为变质石英砂岩, 局部含石英砾或变质石英砂砾岩。矿石的饱和抗压强度为 67.8~214.33MPa, 平均 150.18MPa。矿石的内照射指数为 IRa=0.16~0.20 ≤ 1.0, 外照射指数为 Ir=0.44~0.55 ≤ 1.0, 符合 GB6566—2010《建筑材料放射性核素限量》中规定的建筑主体材料中放射性核素的要求。矿石压碎值指标值为 14.1% (检测依据 JTG E42—2005), 满足 GB/T 14685—2011《建设用卵石、碎石》中关于压碎值指标的 II 类要求。

8 结论

根据矿山企业开挖情况描述及勘察资料确定岩石与土比例为 8 : 2。初步估算建筑用砂岩矿量为 1032350.72m³, 估算残坡积土量为 258087.68m³, 具体土石方量见表 2。

表 2 土石方资源量估算结果表

岩性	方量 (m ³)	备注
残坡积土	258087.68	
建筑用砂岩	1032350.72	
总计	1290438.40	

参考文献

- [1] 常青. 工程土方量计算方法的对比研究[J]. 城市地质, 2013, 8(3): 3.
- [2] 王铁生, 程鹏里, 赵东保, 等. 方格网法土方量计算及误差影响[J]. 测绘通报, 2012(S1): 4.
- [3] 王玉振. 浅析断面法在道路土石方量计算中的应用[J]. 黑龙江水专学报, 2008, 35(2): 56-58.