

# 三维激光扫描技术在露天矿山测量中的运用

易恒

(贵州(磷化)集团有限责任公司, 贵州 福泉 550508)

**摘要:**露天矿山测量中,由于其本身的特殊性,导致对露天矿山的测量也具有较为独特的特点。在进行矿山的剥离、采矿以及排土工作开展中,均需通过及时的测量和分析,对其工作开展的安全性和有效性进行保障,进而确保矿山开采与生产的安全。本文结合露天矿山测量中采用常规测量技术进行测量应用的问题和不足,通过对三维激光扫描技术的测量原理与特点分析,通过实例分析,对三维激光扫描技术在露天矿山测量中的应用进行研究,以供参考。

**关键词:**三维激光扫描技术;露天矿山;测量

**中图分类号:**TD17

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2021)08-0115-02

## 0 引言

根据当前我国露天矿山开采生产与测量的实际情况,采用常规测量技术进行测量应用,已经越来越不能满足现阶段的矿山测量需求,因此,进行更加高效与合理的矿山测量技术分析,不断提高矿山测量的效率与准确性,为我国矿山开采的安全提升提供支持,具有十分突出的必要性。

## 1 露天矿山测量的内容与要求分析

根据露天矿山测量的实际情况,通常情况下,进行露天矿山测量是以掌握采场、排土场实时现状分析和采剥工程量计算为主要目的,即通过结合矿山的矿产资源勘察与分析报告以及矿产储量核算报告等资料信息,在地质编录、实地测量和采样测试等测量手段支持下,通过对一系列资料内容的整理和分析,实现一个时段内矿山矿石开采量、剥量工程量以及资源储量变化等情况计算,从而进行月度、年度工程量计算及本年度矿山资源报告编制。值得注意的是,在实现露天矿山测量的主要目的中,最关键的是对矿体及底板、剥离台阶、排土场现状的测算精度以及历年所分析的矿山储量有关数据的一致性与连续性问题进行有效解决,它实际上是要求对矿山测量结果的客观性与准确性进行保证,从而有效实施对矿山生产的动态监管与分析。其中,对矿山测量结果客观性和准确性的保障,也是进行矿山生产动态监管的重要前提和基础。因此,在具体工作开展中,为促进矿山生产动态监管工作有效开展,就需要进行快速有效的测量手段,建立核心的测量工作体系,才能满足《工程测量规范》等规范对精度的要求。

根据上述分析,对露天矿山测量的具体工作开展,可以从以下几点入手。即:进行能够满足有关精度要求的控制网络与基础技术档案建立;严格按照有关要求和标准进行测量和分析;对矿体的体积、剥离工程量、排土回填量进行精确计算;进行成果检验和分析;储量计算并进行矿区图件更新。

## 2 三维激光扫描技术及其测量原理、特点

三维激光扫描技术是以高密度点云数据为基础,开展体积计算,它作为一种新型技术,在矿山测量中应用,能够有效解决复杂矿山测量的精度较低等问题,同时能够实现可套合的全景影像图片提供,对测量数据与图像、矿山实际开采状态之间的高度一致性进行保障。当前,对三维激光扫描技术在矿山测量中的应用,根据其技术原理,有研究提出一种能够更好适用于矿山测量的三维激光扫描技术产品,其在实际测量应用中由于远离矿山的开采作业区,因此具有较高的安全系数,并且采用该技术产品进行矿山扫描测量的速度也比较快,进行矿山扫描所需的时间仅为1-4h,并且在一个工作日内能够至少完成对2个矿山的测量,与常规矿山地质测量技术相比,其测量效率明显提高,提升幅度约为常规测量技术的6-10倍,而且具有作业精度较高、对测量人员的劳动强度降低较为明显等优势,在矿山测量中的应用十分受欢迎。

三维激光扫描技术进行矿山测量,是采用非接触式测量方法来实现复杂的矿山开采现场以及空间、被测物体的快速扫描测量分析,其在具体扫描测量中,利用仪器所发射的红外线光束,在与被测物体进行接触后,通过光束在物体中的反射以及扫描仪对反射信号的收集分析,从而对红外线激光点所接触物体表面信息进行有效处理和自动存储计算,以获取相应的测量点的云数据,最终根据该数据信息,在编码器的支持下,对镜头旋转角度和激光扫描仪水平旋转角度等信息进行编码分析,获取各测量点的三维坐标值,并生成相应的三维图像,自动进行具有较高尺寸精度的CAD模型或者是数字化高程DTM模型建立的基础数据,为矿山测量和分析提供支持。

## 3 常规RTK测量与三维激光测量结果对比

根据上述对露天矿山测量以及三维激光扫描技术的分析,采用三维激光扫描技术进行露天矿山测量,是利用由扫描仪、电

表 1 常规 RTK 测量与三维激光测量结果对比

测量方法	常规 RTK 测量	三维激光扫描测量
外业测量时间	8h	2h
投入设备和人工	RTK 仪器 6 台, 13 人	三维激光扫描仪一套, 3 人
外业测量点数	4228 个	72564818 个
采样间隔	对开采面较为陡峭区域的点数设置较少, 而平坦地区的点数设置较多, 其采样间隔较大且具有一定的不均匀性	通过全方位采集进行采样设置的间隔较小, 且具有很高的均匀性
安全性	作业区测量不安全	安全
数字高程模型的精度	内插精度要高于 1/3 等高距	通过模型化分析, 其内插精度远低于 1/3 的等高距
计算结果	111.55 万 m <sup>3</sup>	109.03 万 m <sup>3</sup>
能否进行表面影像获取	否	能
人工跑点	是	否

源以及控制器等组成的三维激光扫描系统实现矿山测量和分析。其中, 在上述三维激光扫描系统中, 扫描仪本身包含激光测距与激光扫描两个系统部分, 同时也具有对 CCD 与仪器内部控制、校正系统的集成作用。图 1 为激光扫描仪的测量原理示意图。

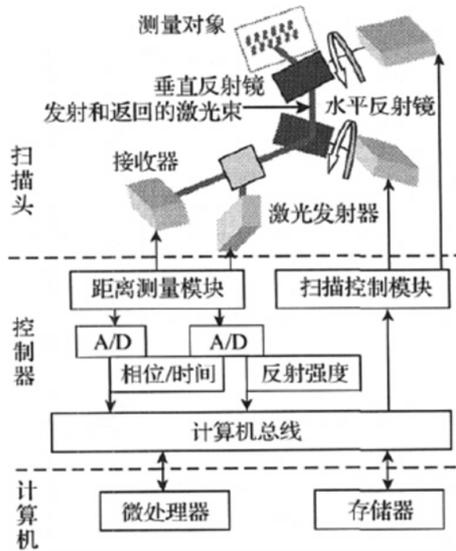


图 1 激光扫描仪的测量原理

以穿岩洞矿 2020 年 10 月工程量收方测量为例, 在进行矿山测量中, 主要以 RIEGL\_VZ-2000i\_Datasheet\_ 长距离三维激光扫描仪、南方 S86T-RTK 为测量设备, 分别采用三维激光扫描测量和 RTK 常规测量两种技术手段对采场现状其进行测量, 并对其测量应用结果进行对比, 以对三维激光扫描技术在露天矿山测量中的应用及效果进行分析。其中, 测量实施的基本工作程序主要包括: 进行矿区测量的基础控制网建立、对采场开采区进行实地扫描测量以获取相应的点云数据; 对测量获取数据进行处理 (即对不同控制点的测量获取数据进行统一, 并将其规范化在同一的坐标系统中, 通过分析对扫描数据进行自动拼接); 进行真实的三维模型建立, 并通过与真实影像数据相匹配, 以将其作为模型纹理进行分析; 对开采范围线内的体积数据进行计算。

根据该采场测量的基本内容和程序, 通过扫描测量后, 对常规测量和三维激光扫描测量的结果进行对比显示, 本月工程量测量 DTM 模型中, 分别采用三维激光扫描仪测量和常规 RTK 测量, 同时采取 MICROMINE 数字化矿山软件进行建模和计算。表 1 为采用常规测量与三维激光测量方法对穿岩洞矿 2020 年 10 月

进行剥离工程量测量的结果对比。

根据上述对常规测量与三维激光测量两种不同方法在露天矿山测量中的应用对比, 通过测量分析, 不仅能够获取矿山的扫描影像与点云数据, 而且能够通过矿山矿体三维模型成果建立, 对矿山测量的成果质量进行评述, 最终获取更真实的采场现状 DTM。此外, 需要注意的是, 采用三维激光扫描技术进行上述露天矿山测量中, 不仅能够实现较为客观、真实的矿山测量点云数据获取, 而且在提高矿山测量的精确性以及实现矿山测量的动态分析与管理中, 均有十分显著的作用和优势。其中, 三维激光扫描技术在露天矿山测量中, 对其测量精度有效提高, 主要表现在露天矿山测量中, 由于多种客观条件因素限制, 导致其测量精度相对较低, 而三维激光测量技术在露天矿山测量中应用, 其测量实施受外部地形的影响较小, 再加上其利用激光反射原理进行测量分析, 与常规 RTK 测量相比, 能够有效避免点云密度不够, 危险坡面和超高坡面测量不到位等情况, 其测量安全性与精确度均有明显的提高, 因此整体测量精度与效率均比较高。

#### 4 结束语

总之, 对三维激光扫描技术在露天矿山测量中的应用分析, 有利于促进对三维激光扫描技术的测量应用作用和优势进行充分掌握, 从而通过对三维激光扫描技术的合理运用, 促进露天矿山测量的目标和要求实现, 并不断提高露天矿山测量的质量和效率, 具有十分积极的作用和意义。

#### 参考文献

- [1] 董建春, 韩瑞亮. 三维激光扫描技术在矿山边坡变形监测中的应用[J]. 现代矿业, 2020(5): 161-163.
- [2] 蔡璋, 罗来林, 王晟, 等. 探讨长测距三维激光扫描仪在露天矿山测量中的应用[J]. 铜业工程, 2020(1): 35-39.
- [3] 廉旭刚, 蔡音飞, 胡海峰. 我国矿山测量领域三维激光扫描技术的应用现状及存在问题[J]. 金属矿山, 2019(3): 35-40.
- [4] 严怀民. 车载移动测量系统在露天矿应用的可行性研究[J]. 露天采矿技术, 2017(10): 23-25.

收稿日期: 2021-01-07

作者简介: 易恒(1986—), 男, 汉族, 四川内江人, 工程师, 本科, 研究方向为边坡监测、土石方收方测量、三维扫描仪、测量机器人运用、数字化矿山软件运用。