

三维激光扫描技术在露天矿测量中的应用

刘建坡¹ 李军杰² 黄继永³

(1.河南省有色金属地质矿产局第四地质大队 河南 郑州 450000; 2.平顶山工学院 河南 平顶山 467000;

3.北京天拓天宝科技有限公司郑州办事处 河南 郑州 450000)

摘要】三维激光扫描测量技术是一种新型测量技术,能快速、高效和精确地获取测量目标的三维影像数据,比传统的测量和数据处理方法具有简单、精确、高效等特点。分析三维激光扫描仪的工作原理及特点,讨论在露天矿测量中的应用以及与传统测量手段的比较。

关键词】三维测量;激光扫描技术;露天矿测量

0.引言

在露天矿的建设和生产过程中,需要进行一系列的测量工作,这些配合露天矿开采所进行的测量工作统称为露天矿测量。主要涉及到:地形测量、采剥工程验收测量、边坡测量、排土场测量、矿石堆测量、各种变形位移测量、空区塌落区扫描测量、各种管线、建筑物、构筑物测量等。然而由于露天矿生产的特殊性,传统测量仪器已经不能满足当前露天矿测绘的效率和精度要求。

三维激光扫描技术是最近发展迅速的一种新技术。三维激光扫描仪采用非接触式高速激光测量方式,在复杂的现场和空间对被测物体进行快速扫描测量,直接获得激光点所接触的物体表面的水平方向、天顶距、斜距和反射强度,自动存储并计算,获得点云数据。点云数据经过计算机处理后,快速重构出被测物体的三维模型及线、面、体、空间等各种制图数据。三维激光扫描系统对矿山测量的理论与技术也带来了新的机遇与挑战。^{[1][2]}

1.露天矿测量的主要任务

露天矿测量的主要任务是矿山储量地质测量。矿山储量地质测量是以矿山占用资源储量登记依据的矿产勘查报告或储量核算报告和上年度矿山储量年报为基础,运用矿山测量和矿山地质编录、矿山采样测试等技术手段,通过矿山地质资料整理,估算矿山本年度的开采量、损失量以及资源储量增减量,编制矿山储量年度报告,对矿山本年度保有资源储量进行年度结算。矿山储量地质测量的核心工作是矿体的测算精度问题和历年相关储量数据的一致性、连续性问题。

露天矿地质测量的主要工作内容有:建立矿区基础控制网和矿山的基础技术档案;对开采区域按《规范》要求进行地质测量;计算开采区域(界内、界外)的矿体体积;地质测量的成果质量检验;储量计算和矿区图件制作;编制年报。

2.传统地质测量技术的缺陷

2.1 测量精度差

由于矿山在开采过程中客观的形成了开采面的不规则曲面,无论是露天矿山或是地下矿山,其采矿面都是凹凸不平的,传统地质测量是在采区的范围内,选取一定地形特征点,间隔一定的距离进行数据采集的(一般进行剖面测量),然后根据这些点来进行矿体的计算,因此,其成果的正确性主要取决于尺点的数量、立尺点的位置和选取的计算模型。

对于平坦的矿山开采面来说立尺点的数量和位置都是有一定保证的,但对于露天矿山或坑道来说,采掘面十分复杂,许多地方岩壁陡峭,坑道纵横曲折,作业人员根本无法到达,因此立尺点的数量和位置就无法得到满足,矿体计算一般采用剖面法、方格网法或三角网法等来进行的,由于其采点的间距相对较大,无论是采用哪种法来进行矿体的计算,与其实际的开采量是有一定误差的。

根据《地质矿产勘查测量规范》(GB/T18341—2001)的技术要求,其剖面点的高程中误差不得超过1/3等高距,这样的精度要求在实际地质测量工作中是难以达到的,从实际工作来看,许多矿山的开采储量都要经过多次核算(如参照炸药用量、矿石销售统计资料等)或补做外业工作才得以完成,地质测量技术的落后已严重影响了矿山储量的可信性,制约了矿山储量动态监管的实际效果。

2.2 测量速度慢

传统的地质测量速度很慢,理想状态下一个作业小组一个工作日外业只能测量一个矿山,加上必要的准备工作和内业的数据计算,要完成一个矿山的全部测量工作一般需二天时间,而矿山储量动态监管的时效性很强,一般的作业时间只有三个月,因而传统的地质测量对

矿山储量进行动态监管需投入大量的人力物力。

2.3 测量过程中存在安全隐患

矿山地质测量是一项危险性十分巨大的工作,传统的地质测量要求测量人员在陡峭的山体,摇摇欲坠的岩石下进行测量,其危险性是不言而喻的。因此,在矿山储量地质测量中,作业人员的安全是第一位的,采取必要的保护措施并不能从根本上消除客观存在的安全问题,最好的办法是采用合适的技术手段,使工作人员远离开采区。

2.4 缺乏影像数据,不直观,不便判断与管理

传统地质测量只有数据,没有与数据相匹配的矿山图像,管理者只能从数据上来进行判断,而无法真正了解矿山的实际开采状况。

传统地质测量的以上缺陷,决定了它不能满足矿山测量的困难复杂环境条件、不能高效快速地提供适时丰富的测量数据。

3.三维激光扫描技术的原理及特点

3.1 三维激光扫描仪测量原理^[1]

三维激光扫描系统一般由扫描仪、控制器(计算机)和电源供应系统三部分构成。激光扫描仪本身主要包括激光测距系统和激光扫描系统,同时也集成 CCD 和仪器内部控制和校正系统等。在仪器内,通过两个同步反射镜快速而有序地旋转,将激光脉冲发射体发出的窄束激光脉冲依次扫过被测区域,测量每个激光脉冲从发出经被测物表面再返回仪器所经过的时间(或者相位差)来计算距离,同时扫描控制模块控制和测量每个脉冲激光的角度,最后计算出激光点在被测物体上的三维坐标,如图 1 所示。

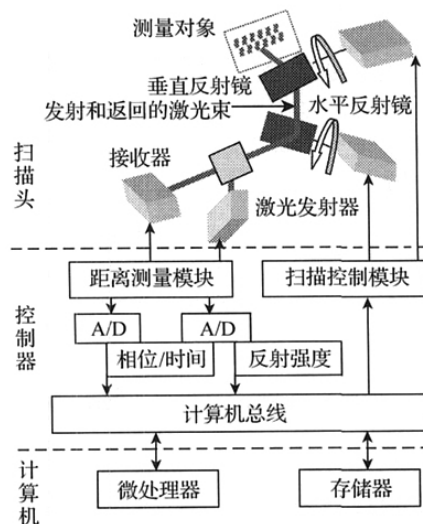


图 1 激光扫描仪测量的基本原理

激光扫描系统的原始观测数据主要有:两个连续转动的、用来反射脉冲激光的反射镜的角度值,即水平方向值 和天顶距值 ;通过脉冲激光传播的时间(或相位差)计算得到的仪器到扫描点的距离值 S 、扫描点的反射强度 I 。前三种数据用来计算扫描点的三维坐标值;扫描点的反射强度则用来给反射点匹配颜色。一般使用仪器内部坐标系: X 轴在横向扫描面内, Y 轴在纵向扫描面内与 X 轴垂直。 Z 轴与横向扫描面垂直(图 2)。由式(1)即可计算出激光点的三维坐标。但拼接不同站点的扫描数据时,就需要用公共点进行变换,以统一到同一个坐标系中。公共点多采用球形目标。

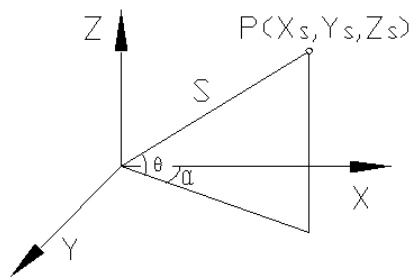


图 2 测量点坐标计算

$$\begin{cases} X_s=S\cos\alpha\sin\theta \\ Y_s=S\cos\alpha\cos\theta \\ Z_s=S\sin\theta \end{cases}$$

(1)

点云数据以某种内部格式存储,因此用户需要厂家专门的软件来读取和处理,OPTeC 的 ILRIS- 3D 软件,Cyrax 2500 的 Cyclone 软件,LMS- Z420 的 3D- RiSCAN 软件和 Zoller+Fr hlich 的 LFM 软件等都是功能强大的点云数据处理软件,它们都具有三维影像点云数据编辑、扫描数据拼接与合并、影像数据点三维空间量测、点云影像可视化、空间数据三维建模、纹理分析处理和数据转换等功能。

3.2 三维激光扫描技术的特点

三维激光扫描技术与传统测量技术相比具有如下一些特点^{[1] [2] [3] [4]}。

(1)非接触测量。三维激光扫描技术采用非接触扫描目标的方式进行测量,无需反射棱镜,对扫描目标物体不需进行任何表面处理,直接采集物体表面的三维数据,所采集的数据完全真实可靠。可以用于解决危险目标、环境(或柔性目标)及人员难以企及的情况,具有传统测量方式难以完成的技术优势。

(2)数据采样率高。目前,采用脉冲激光或时间激光的三维激光扫描仪采样点速率可达到数千点/秒,而采用相位激光方法测量的三维激光扫描仪甚至可以达到数十万点/秒。可见采样速率是传统测量方式难以比拟的。

(3)主动发射扫描光源。三维激光扫描技术采用主动发射扫描光源(激光),通过探测自身发射的激光回波信号来获取目标物体的数据信息,因此在扫描过程中,可以实现不受扫描环境的时间和空间的约束。

(4)高分辨率、高精度。三维激光扫描技术可以快速、高精度获取海量点云数据,可以对扫描目标进行高密度的三维数据采集,从而达到高分辨率的目的。

(5)数字化采集,兼容性好。三维激光扫描技术所采集的数据是直接获取的数字信号,具有全数字特征,易于后期处理及输出。用户界面友好的后处理软件能够与其它常用软件进行数据交换及共享。

(6)可与外置数码相机、GPS 系统配合使用。这些功能大大扩展了三维激光扫描技术的使用范围,对信息的获取更加全面、准确。外置数码相机的使用,增强了彩色信息的采集,使扫描获取的目标信息更加全面。GPS 定位系统的应用,使得三维激光扫描技术的应用范围更加广泛,与工程的结合更加紧密,近一步提高了侧量数据的准确性。

(7)结构紧凑、防护能力强适合野外使用。目前常用的扫描设备一般具有体积小、重量轻、防水、防潮,对使用条件要求不高,环境适应能力强,适于野外使用。

4.三维激光扫描技术在露天矿测量中的应用

4.1 工作程序

(1)建立矿区测绘基础控制网。

(2)实地扫描开采区,获取点云数据。

(3)数据处理:

- 1) 将不同控制点上获取的数据统一归化到同一坐标系统中。
- 2) 自动拼接扫描数据。
- (4)建立真实的三维模型,匹配真实影像数据作为模型的纹理。
- (5)计算开采范围线内的体积和相关储量数据。

4.2 需提交的主要成果:

- (1) 矿山扫描影像和点云数据;
- (2) 矿体的三维模型成果;
- (3) 地质测量成果质量评述;
- (4) 矿区地形地质图;
- (5) 矿山开采区块分析图。

4.3 传统测量与激光扫描测量的比较

我们选取了两个大型露天矿山,采用两种测量方法分别对该矿山进行测量,其中矿一的开采面比较规则,坡度变化小,矿二的开采面比较破碎复杂,坡度变化大,具体数据如表 1:

表 1 传统测量与激光扫描测量的比较:

内 容	常规 测 量		激 光 扫 描	
	矿一	矿二	矿一	矿二
外业测量点数	474 点	353 点	2000000 点	2000000 点
外业测量时间	10 小时	9 小时	1 小时	1 小时
是否人工设置棱镜	是	是	否	否
采样间隔	开采面陡峭的点数少,平坦地的点数多 间隔大且不均匀		全方位采集 采样间隔小且均匀	
数字高程模型精度	内插精度大于 1/3 等高距		模型化处理后,内插精度远远小于 1/3 等高距	
安全性评估	危险		安全	
能否获取表面影像	否		是	
计算结果	79.7 万方	96 万方	85 万方	66 万方

从上表的八个方面比较中我们可以看出:应用新技术是提高露天矿山地质测量精度的最有效途径;三维激光扫描技术可以获得严密、客观、真实的数据.;三维激光扫描技术融合了动态分析技术.;三维激光扫描技术可以获得影像与数字高程模型的套合。

5. 结 论

综上所述,应用全数字三维激光扫描技术来开展露天矿山测量工作,明显优于传统的矿山测量技术,为我们提供了可靠、快捷、方便、安全的技术解决方案,是目前露天矿山地质测量中最有效、最快捷、最经济、最安全的技术手段,它必将在露天矿山测量中得到广泛的应用。科

参考文献】

[1] 徐进军,张民伟.地面 3 维激光扫描仪:现状与发展[J].测绘通报:2007,(1): 47- 50.

[2] 范海英,杨伦,邢志辉等.Cyra 三维激光扫描系统的工程应用研究[J].矿山测量:2004,(3):16- 18.

[3] 马立广.地面三维激光扫描仪的分类与应用[J].地理空间信息.2005,3 (3): 60- 62.

[4] 毛方儒,王磊.三维激光扫描测量技术[J].宇航计测技术:2005,25(2):1- 6.

[5] 张国良.矿山测量学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2005.

[责任编辑:张艳芳]

(上接第 637 页) 证券公司保险制度是过建立证券公司保险机构及保险基金,防止证券公司因过失行为、经营不善或证券公司相互兼并造成利益损害,保障整个证券市场乃至国家整体经济的正常运行和健康发展而建立的一种保险制度。除了证券公司自己可以建立风险基金外,也可以从外部来推动证券公司保险制度的建立。证券公司保险制度的推出将促进我国证券市场的稳步发展,并能转嫁证券公司风险,保护投资者合法权益。

结束语

证券公司是风险相对较高的行业,在迅速发展的今天,如何建立、完善证券公司的风险管理体系是我国证券行业持续、健康发展的一个重要课题。泛论风险管理已经不能适应现实的要求,只有不断提高风险管理能力,才能推动证券公司风险管理的不断深入。科

[责任编辑:韩铭]