

三维可视化技术在矿山地质勘查中的应用探讨

方鑫

江西铁山垅钨业有限公司 江西 赣州 342300

[摘要]随着科学技术的飞速发展,三维可视化技术逐步优化并完善,且应用至地质勘察领域,所以利用三维可视化技术进行矿山地质勘查已经具备了非常好的理论基础以及可行性,所以本文研究了一种基于三维可视化技术的矿山地质勘查新方法,以期降低矿山地质勘查难度,促进国民经济的又快又好发展。下面本文就三维可视化技术在矿山地质勘查中的应用进行简要探讨。

[关键词]三维可视化技术; 矿山地质勘查; 应用

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.172

1 三维可视化技术概述

1.1 数据获取原理

三维激光扫描仪的核心技术主要是激光测距技术,可分为相位测距法、脉冲测距法、激光三角法、脉冲—相位测距法4种类型。其中,脉冲测距法的基本原理是,三维激光扫描仪利用其内的激光脉冲发射器发射激光到被测物体表面,然后通过探测器接收激光反射回来的信号,利用激光来回时间来计算仪器到被测物的距离。三维激光扫描仪获得点云距离 S 后,内置的钟编码器会在同一时间测出每条脉冲的水平角,竖直角,通过相应的三维坐标转换公式,就可以得到扫描点云相对扫描仪的三维坐标。

1.2 全息变形监测外业操作

在矿山巷道内使用三维激光扫描仪采集数据时,首先架设标靶并对中整平扫描仪、全站仪,然后使用三维激光扫描仪对设置的标靶进行扫描,并对巷道进行全景扫描。采集得到已施作完成初期支护结构的三维点云数据,然后将其转化到大地坐标系中。利用三维建模软件建立基于现场支护结构的三维模型。在进行全息变形监测扫描工作时,由于初期支护表面平整度较差,同时点云数据容易受到入射角的影响,扫描工作中每次放置仪器的位置应基本保持一致。全息变形监测外业操作流程见图1。

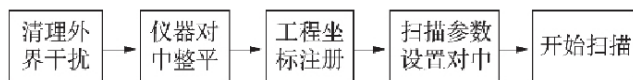


图1 扫描仪外业工作流程

1.3 数据后处理原理

完成外业采集后,内业数据处理也是三维激光扫描技术的重要环节。通过TK-PCAS软件可以自动化快速处理大批量的三维点云测量数据,并生成精确的定量分析报告与三维可视化模型,多次作业还可实现断面沉降、收敛监测。TK-PCAS全息变形监测模块分为线路管理、横断面管理、工程坐标注册、截取分析里程等。其中线路与横断面管理主要作用是对横纵断面进行三维建模。工程坐标传递是进行点云绝对定位的关键,通过输入若干个已知物体的绝对坐标建立坐标转换的矩阵关系,从而将外业采集的相对坐标转换为需要的

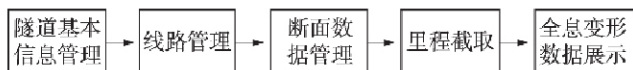


图2 全息变形监测内业流程

绝对坐标。内业工作流程见图2。

2 矿山勘查目的和任务

2.1 勘查目的

(1) 查明项目区内地质环境(掌子面、渣堆和平台)现状,分析对项目区及周边地质环境的影响;(2) 查明项目区存在的主要环境地质问题,分析其危害及发展趋势,并制定防治工程方案;(3) 查明项目区拟建工程部位工程地质条件,并提出工程地质参数,为施工图设计提供依据。

2.2 勘查主要任务

(1) 收集与项目有关的气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震活动等资料,掌握项目区自然地理及区域地质环境条件;(2) 通过地形测量、地面调查查明项目区地质环境问题及危害,并对发展趋势做出评价;查明渣堆等分布的位置、规模、几何尺寸以及对地表植被、土地资源、地貌景观占压破坏程度及不稳定边坡等可能形成的次生地质灾害,并评价其稳定性;(3) 通过地面测绘、现场勘查等,查明项目区内的地层岩性,拟建工程部位的工程地质条件;(4) 调查项目区的水电、原材料供应、施工道路、作业场地、工程占地等施工条件;(5) 在综合分析研究的基础上,编制勘查报告,提出适宜该项目的治理工程方案。

3 矿山地质三维可视化

由于计算机本身的智能化程度较低,所以只能处理数字,因此在矿山地质三维可视化过程中需要对于矿山地质三维模型进行进一步处理。在此过程中,需要定义一个空间坐标系,这个坐标系的长度单位和坐标轴的方向都要求所构建的模型相匹配,在此基础上需要对于数字化的矿山地质信息进行进一步加工处理。为了可以快速、精准地展示图像信息,所以需要搭建一个屏幕坐标系,其坐标轴的方向需要与屏幕的边缘保持平行,而其单位长度需要与图像像素具有一致性。为了使这两个坐标系可以精准地将所有的矿山地质信息在计算机中展示处理,需要对其做进一步处理。所以具体的矿山地质三维可视化步骤如下。

3.1 视点变换

视点变换这一处理过程主要是在视点坐标系中实现的。视点坐标系与一般的世界坐标系存在一定的区别,该坐标系的构建主要遵循了左手法则,主要是将左手大拇指方向当作是Z轴,在此基础上将剩余四个手指并拢,使这四个手指与大拇指垂直,将这四个手指方向作为X轴,将这四个手指弯

曲90°，并将其方向作为Y轴。在此基础上对于视点变换矩阵进行初始化处理，然后利用该矩阵进行矿山地质三维模型视点变换。其过程为：将矿山地质三维模型放置于视点坐标系中，并将该模型沿着Z负轴方向移动，分析该模型的初始方向是否发生改变，若是所有视点均发生变化，则需要结合视点变换矩阵对于该模型进行视点调整，若是没有发生改变，则表示该模型视点为正确的，不需要对其进行调整。在视点变换矩阵中分别以0、1及X/Y/Z三个坐标轴数据，表示矩阵中视点的实际位置。

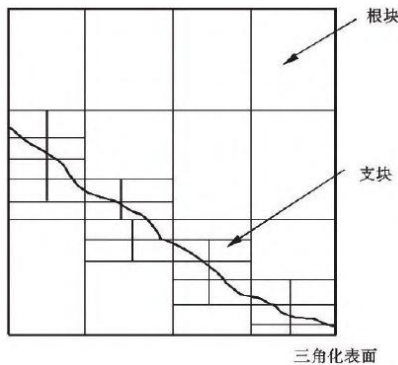


图3 块体模型的局部细化处理

3.2模型变换

在上述处理完成基础上，需要根据右手法则构建世界坐标系，在该坐标系中，可以对矿山模型的局部细化处理进行平移、旋转、缩放处理。具体的处理过程为：根据世界坐标系各轴位置，设计与各轴方向一致的比例变换系数，结合比例变换系数对其进行矿山地质三维模型变换处理。而当矿山地质三维模型没有发生变化的情况下，该比例变换系数的取值为1。

3.3投影变换

设置一个透视投影函数，以此实现对于矿山地质三维模型进行投影变换处理，其主要过程为：对于透视投影函数进行初始化处理，并构建该函数的一个重要组成部分——投影矩阵，视域体中的点的X坐标范围用 (r, l) 表示，视域体中的点的Y坐标范围用 (t, b) 表示，视域体中的点的Z坐标范围用 (n, f) 表示。在此基础上通过确定窗口的纵横比以及眼睛睁开的角度等参数，以此完成对于投影函数参数的设置，利用调整好的投影函数对于矿山地质三维模型进行处理，以此保证该矿山地质三维模型中的实景内部部分可见，利用该过程达到了矿山地质三维模型的裁剪的重要目标，以便可以更好地展示模型的细节信息。

3.4视口变换

视口变换可以保证矿山地质三维模型中的物体在二维视口平面上进行展示，这个过程与模型的细节部分缩放操作具有相似性，但是这一过程需要保证所有矿山地质三维模型中的细节信息不会失真，其具体处理过程为：以上述的视点变换矩阵为基础，对矿山地质三维模型中的每一个物体顶点参数进行逐步变换，当这个顶点位于视景外部的情况下，需要对其进行裁剪处理，对于位于视景内部的顶点，则主要根据

比例变换系数对其进行缩放处理，然后将其映射到视口区域内，以便在计算机屏幕上显示，以0、1及X/Y/Z三个坐标轴数据，表示缩放矩阵中的视点位置。

4 实验测试

为了验证基于三维可视化技术的矿山地质勘查方法的实际应用效果，需要进行实验测试，本文主要是以某一大型矿山进行研究对象，将三维可视化技术应用至该矿山地质勘查过程中，以检验该方法的可靠性与科学性。

具体的实验环境如表1所示。

具体的实验结果如表2所示。

分析表2可知，基于三维可视化技术的矿山地质勘查方法具有较高的测量精度以及较短的测量时间，验证了该方法的优越性。

表1 实验环境

环境参数	描述
CPU	10核 Intel Xeon E5-2640 CPU
内存	64GB
	HDD 10TB
硬盘	SSD 480GB
操作系统	Windows XP
仿真软件	Matlab 7.2

表2 实验结果

实验参数	测量精度 (%)	测量时间 (s)
岩石参数	95	0.96
地层构造	97	1.23
矿产	96	1.07
地貌	97	0.96

结束语

综上所述，矿产已经成为人们赖以生存的资源，也是一个国家或是地区社会经济发展的基本保障，所以在目前矿产资源消耗量与需求量不断增加的情况下，以满足社会各个行业的基本运转为目标，因此本文提出了一种新的基于三维可视化技术的矿山地质勘查方法，该方法由于应用了三维可视化技术，所以可以将该技术应用至实际中，可以有效提升矿山地质勘查工作的质量与效率，降低矿山开采的难度，促进我国矿业的进一步工发展。

参考文献

[1] 许子扬, 黄声享, 邹进贵. 三维激光扫描技术在隧道监测中的应用[J]. 北京测绘, 2017 (S1): 101-105.
 [2] 刘绍堂, 王果, 潘洁晨. 测量机器人隧道变形自动监测系统的研究进展[J]. 测绘工程, 2016, 25 (10): 142-148.
 [3] 杨松林, 刘维宁, 师红云, 等. 全站仪自由设站隧道围岩变形非接触监测理论和方法的研究[J]. 土木工程学报, 2006 (04): 100-104.
 [4] 沈宁. 三维激光扫描技术在隧道变形监测中的应用研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2017.