

地质工程测量中三维激光扫描技术的应用分析

周丽蓉

江苏南京地质工程勘察院（江苏省地质矿产局第一地质大队） 江苏南京 210041

摘要：随着我国科学技术水平的不断提升与发展，我国各领域所采用的技术装备越来越先进，用途也越来越广泛。三维激光扫描技术就是在现代科学技术的发展中产生的先进技术之一，对于进行地质工程精度测量与测绘有着重要作用，能够极大的提升工作效率与测量精确度，随着我国地质工程行业的发展，三维激光扫描技术在在其中受到广泛的使用，本文将对地质工程精度测量中三维激光扫描技术的应用进行探讨。

关键词：地质工程；精度测量；三维激光扫描技术

Application analysis of 3D laser scanning technology in geological engineering survey

Lirong Zhou

Jiangsu Nanjing Geological Engineering Survey Institute (the first geological team of Jiangsu Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources)Nanjing, Jiangsu 210041

Abstract: With the continuous improvement and development of Chinese science and technology, the technology equipment adopted in all fields is more and more advanced and more and more widely used. 3D laser scanning technology is one of the advanced technologies produced in the development of modern science and technology. It plays an important role in geological engineering precision measurement and mapping, which can greatly improve work efficiency and measurement accuracy. With the development of the geological engineering industry, 3D laser scanning technology has been widely used. In this paper, the application of 3D laser scanning technology in geological engineering precision measurement will be discussed.

Keywords: geological engineering; Precision measurement; Three dimensional laser scanning technology

现阶段，我国大力发展城市化建设并获得了显著的成效，与此同时，我国建筑工程行业的发展也越来越迅速，同时人们对于工程建筑的质量要求也在不断提高，为了不断提升其质量，在进行地质工程测量时需要提升测量的精准度，从而确保最终的施工效果与预期效果相符合，而由于进行地质测量时会受到各种因素的影响，因此，想要获得较高的精确度相对而言比较困难，相对于传统的测量技术而言，三维激光扫描技术更加先进，也有着更高的精确度的优点。

一、三维激光扫描技术概述

1. 三维激光扫描技术介绍

三维激光扫描技术产生于20世纪初期，是一种新型的具备高科技的测绘测量技术，对于地质工程测量有着重要意义，三维激光扫描技术主要是通过激光进行相应的测量和测绘工作，在对物体进行扫描的过程中，通过

激光技术收集、采集和处理相关测量物体的详细数据，从而能够获取关于测量对象的三维信息，完成了信息采集与处理工作之后，能够通过相应的扫描软件对测量对象实施进一步的测绘工作。总而言之，通过三维激光扫描技术能够对物体或场景的原本模样进行高精度还原，并且该技术还具有反应速度快以及整齐度高等特点，能够通过GPS、计算以及测量等环节实现高精度的测量还原工作^[1]。

2. 三维激光扫描技术的特点

三维激光扫描技术在实际应用的过程中，能够根据被测量物的具体特征，科学地设定测量流程，能够在现有的测量指标的基础上，提前实现对周围环境的勘察，将三维激光扫描技术的优势毫无保留发挥出来。三维激光扫描技术对环境进行扫描的速度非常快，基本上可以在一秒内完成所有的扫描工作，与此同时，通过该技术

测量出来的数据结果具有较高的精确性，通过对测出的数据进行详细的分析与处理，能够对被测量物进行精确评估，而且，相对于传统的测量技术而言，三维激光扫描技术不受人因因素的影响，限制条件也相对较少，能够很好的保证测量精度与质量^[2]。

3. 三维激光扫描技术的应用领域

三维激光扫描技术具有较强的先进性与科学性，能够有效弥补传统测量技术存在的不足与缺陷，测量速度也能受到极大地保证。在应用三维激光扫描技术时，能够将其与信息技术进行有机结合，在现有测量技术手段的基础上，对限制条件进行合理评估，除此以外，该技术还能够用于对不规则物体进行测量，其测量效果极佳，能够准确的还原被测量物体的原本样貌，当完成了测量环节后，能够对所测量物体的规则进行统计和分析，大大降低出现误差的可能性，在高科技技术越来越受到重视的今天，三维激光扫描技术的优势越来越凸出。

二、三维激光扫描技术原理和地形与精确测绘

1. 三维激光扫描技术原理

在进行地质工程测量工作中采用的三维激光扫描技术包括移动式激光扫描技术和固定式激光扫描技术，其中，移动式激光扫描技术具有较强的机动性，涉及固定式三维激光扫描，该技术能够与定位系统和导航系统进行结合，并且还能同车载平台进行有效整合，如在南水北调工程中，由于其覆盖的范围极广，难以通过传统的测量方式进行，只有能够与GPS系统结合的三维激光扫描技术才能实现测量目标，如千岛湖引水工程，铺设水管网的长度长达100多公里，且周围环境复杂、植被生长茂盛，可视度极低，通过三维激光扫描技术能够在很短的时间内完成扫描工作，促成设计方案的制定。固定式激光扫描的工作流程与全站仪工作流程具有一定的相似性，该技术的扫描速度较广且测量精度较高^[3]。激光距是现代三维激光扫描技术的基础工作方式，能够根据扫描过程和反射获得激光的强度信息，从而再对激光强度进行更深一步的计算，然后再对这些信息数据进行比较，从而实现测量的目的。

三、三维激光扫描技术在地质工程精确测量中的应用

1. 在土方测量中的应用

在进行土方测量的过程中，对于计算的精度有着相当严格的要求，结合全站仪、全球定位导航系统、RTK以及水准仪等技术，根据三维坐标的方式进行测量，能够有效提高和保障土方资料应用的合理性。在实际应用过程中，也会存在相应的不足，需要正确收集各项数据，

而该项工作的任务量较大、采样间编辑大，将三维激光扫描技术应用到土方测量中能够大大地降低工作的强度并保证测绘的精确度，主要表现在以下两个方面，如图1所示，首先，要构建地基面，当完成云数据的建立与处理工作之后，能够直接将这些数据信息转换到相应的工程坐标中，并按照一定的公式进行计算，在进行数据转换的过程中，该技术能够对数据转换的精度进行很好的控制，并且能够进行数据拟合工作。其次，该技术能够进行杂物处理，在对地形图进行测绘时，对于数据的要求较高，因此需要对各种数据的类型进行掌握，如对云数据进行处理时，需要做好数据测量和评估工作，如果数据覆盖的范围较广，则需要通过平均面的方式进行计算^[4]。

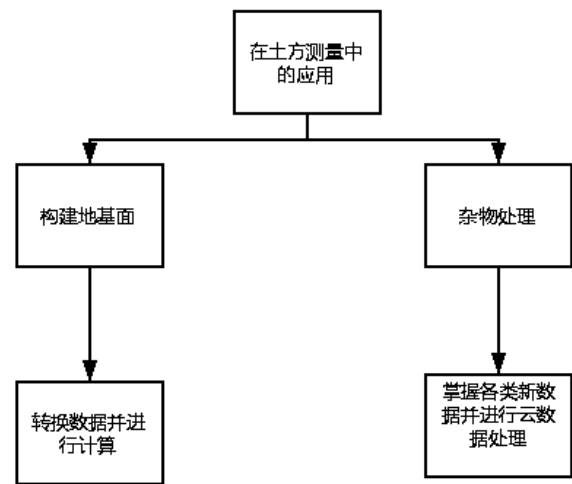


图1 在土方测量中的应用流程图

2. 高精度点云数据获取与处理

以矿山地质工程精度检验为案例。在对数据进行采集时需要地形提前实施勘察，在完成了勘察任务以后，再开展三维激光扫描测绘方案的制定工作，并且在选用扫描仪器时需要结合现场勘查的实际情况进行选择，确保仪器与实际场景相匹配，对于其中的检测区需要采用扫描仪进行全方位无死角的立体扫描，在进行扫描时要对扫描间距进行合理控制，一般不能超过50m，与此同时，还需要对点云密度进行控制，一般需要控制在3cm-6cm之间，从而才能更好的实现高精度与高完整性，确保所采集到的数据具有较高的全面性。该环节包括特殊扫描和区域细分两个部分，如表1所示。其中，特殊扫描指的是当扫描区域中存在特殊区域且难以对其进行第一步扫描时，需要采取针对性的扫描措施，一般情况下，在选择扫描方式时需要采取补充扫描的方式；区域细分指的是对点云合并错误进行高效的管理。进行区域细分工作时需要注意把握数据的有效性，一般情况下，每隔5-30个内测点就需要进行一次位置划分，之后再进

行对应的点云拼接和坐标转换等工作，完成了转换工作后，要再次确认转换之后的实际坐标位置，确保其位置与精度的要求相符合，最后，需要采取相应的分析方式对点云的精度进行检查，对于不合格的数据进行相应的剔除，从而不断提高被测点云的精确性^[5]，例如，在对地下管廊进行测量时，由于其环境昏暗，可见度不高，传统的测量方式难以达到很好的效果，而通过三维激光扫描技术能够对其环境进行全方位的扫描，获取高精度的数据，在实际的测量过程中，通过设计公共标靶以及配准拼接，对采集到的数据进行拼接和坐标转换，从而获取最终的扫描点云，再根据扫描点云将地下管线的轮廓线绘制出来，并沿管线的走势方向进行切片，从而获取每个位置中管线的内地与内高，最终能够绘制整个管线的走势图。

表1 高精度点云数据获取与处理

环节	过程
特殊扫描	采取针对性的扫描措施，以补充扫描的方式进行扫描
区域细分	对点云合并错误进行高效管理、对于不合格的数据进行剔除

3. 精确度测绘成果评定

如果上述过程中对点云数据的获取和处理结果符合相应的精度标准，那么就需要对矿山相应的精确度测量结果开展详细的评判工作，确保该数据结果具有较强的代表性和全面性，该评判过程如下，如图2所示：第一，需要进行平面绝对位置评定，在这过程中，需要通过拟合得分方式对其特征点进行，然后再对数据进行分析 and 比较，以检查矿井平面位置的精确度是否符合要求，在实际的操作过程中，为了宝成点云的有效性，需要对其采取进一步的切片措施，在进行切片时要控制好切削刃的厚度，通常情况下2cm以内的厚度都是符合要求的，获得切片点云之后再对邻点云进行检索，值得注意的是，对近邻点云的检索需要与特定的地形特征相符，之后才能对其结果进行详细的分析和计算，筛选出有用的数据，并将从点云中提取的特征点与地形图中的同名点进行对比，最大程度降低误差值，从而实现检测的精确性^[6]。第二，平面相对位置精度评定，该项工作需要通过切片点云对点云中的相应地物的参数进行对比分析，比如对边长进行对比、对点间距进行对比以及根军实际地图中的数据进行对比等，之后再根据实际场景与地图数据间

的误差进行计算和分析。第三，矿山地质地形图高程精密评定。该环节需要通过拟合技术、交互式三维点云提取技术等对高程点和等高线的差异进行详细记录，以找到相对应的点，之后再通过对点云和数据进行分析，从而确定其精确度。第四，矿山地质地形图地理精确评定。该环节需要通过计算机技术和信息技术对三维激光进行扫描，并通过人机交互检查的方式对数据和地形图进行计算与对比分析，从而对地理类别、误差和符号等存在的偏差进行严谨的对比与分析，以确定其数据精确度是否符合相应的标准要求。

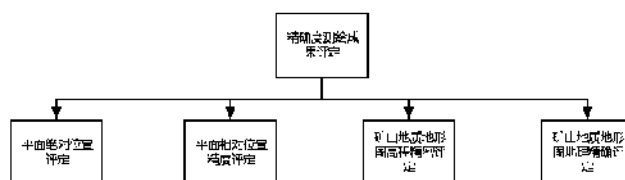


图2 精确度测绘成果评定流程图

四、结语

综上所述，三维激光扫描技术在地质工程测量中起着非常重要的作用，在进行应用时，需要根据具体的情况选择相应的计算方式和评定方式，并采取符合要求的扫描仪器等，从而为获取更加高精度的测量结果提供保障，随着该技术的不断发展，在未来三维激光扫描技术将受到更广泛的应用。

参考文献：

- [1]周超.三维激光扫描技术在地质工程精度测量中的应用[J].世界有色金属, 2022(05): 151-153.
- [2]马旭东, 张文君, 杨元继, 刘晨阳, 申锐, 何宗翰.浅析矿山地质测绘中三维激光扫描技术的应用[J].世界有色金属, 2021(18): 30-31.
- [3]葛文菊.矿山测绘中三维激光扫描技术的应用[J].世界有色金属, 2021(16): 20-21.
- [4]马黎明.三维激光扫描技术在地质工程精度测量中的应用[J].世界有色金属, 2021(13): 146-147.
- [5]曹英莉.三维激光扫描技术在矿山测量中的应用[J].世界有色金属, 2019(21): 14-15.
- [6]周瑾钰, 王海顺.基于三维激光扫描技术的矿山地质工程精度检测应用研究[J].世界有色金属, 2019(11): 236-237.
- [7]马玉德.基于矿山地质测绘的三维激光扫描技术研究[J].世界有色金属, 2018(20): 36+38.