

# 地面三维激光扫描仪扫描精度检定探究

郭钢

重庆市勘测院

DOI:10.32629/gmsm.v3i4.789

**[摘要]** 地面三维激光扫描仪在实际测量应用中不仅具有测量速度快、精度高、能够自动连续测量以及数据量大等特征优势,而且在城市规划以及文物监测与保护、地理测绘等各个领域中的应用也较为广泛,十分受欢迎。本文在对地面三维激光扫描仪的系统结构分析基础上,结合当前国内外针对地面三维激光扫描仪性能检定的理论研究及主要方法,围绕地面三维激光扫描仪的扫描精度检定进行研究,以供参考。

**[关键词]** 地面; 三维激光扫描仪; 扫描精度; 检定; 探究

中图分类号: P232 文献标识码: A

地面三维激光扫描仪作为当前测量工程领域中应用较为广泛的一种自动化扫描仪器,它能够实现复杂环境下的测量目标物三维数据信息有效采集,并形成点云,以在有关点云处理软件的支持下,进行三维建模分析,从而利用分析模型实现测量目标物的三维坐标等数据信息提取。由于地面三维激光扫描仪进行测量应用的速度不仅较快,而且其测量精度较高、能够连续进行自动测量,并实现多种形式的数字产品制作等,因此,在有关行业领域中所受到的关注程度相对较高。需要注意的是,由于地面三维激光扫描仪作为一种新型测量设备,在具体测量应用中为满足其测量分析的精度以及数据可靠性等要求,进行设备检定实施的工作难度较为突出,因此,对该设备在具体测绘中的有效运用和发展存在一定的局限性影响。针对这一情况,下文在对地面三维激光扫描仪的系统结构分析基础上,结合国内外对三维激光扫描仪性能检定的理论研究开展情况,以Trimble GX200型扫描仪设备为例,对其扫描精度检定进行研究,以供参考。

## 1 地面三维激光扫描仪的系统组成分析

通常情况下,地面三维激光扫描仪进行测量应用中,其扫描系统主要由三维激光扫描仪以及有关系统软件、电源、附属

设备等组成,它进行目标物测量和分析是利用脉冲测距法、激光测距法、干涉测距法等多种不同的技术原理测量实现的,即依照线的方式进行数据采集后,采用逐列扫描方式进行目标物的空间三维坐标与扫描点位反射强度获取,最终对观测获取的数据通过矩阵格式进行表示。其中,地面三维激光扫描仪进行目标物测量中,是采用一种较为特殊的坐标系进行目标物的三维坐标数据信息扫描和获取,并且不同仪器设备中对坐标轴的方向设置也存在一定的区别,多数情况下其扫描测量坐标系的构建,是将扫描仪的激光发射处作为原点,通过右手空间直角坐标系建立,并用于扫描测量和分析。如下图1所示,即为一般情况下地面三维激光扫描仪进行扫描分析过程中所采用的空间直角坐标系示意图。该图中,S表示的是扫描仪器与目标物之间的距离,而 $\alpha$ 表示的是水平方向的角, $\theta$ 表示竖直方向的角。

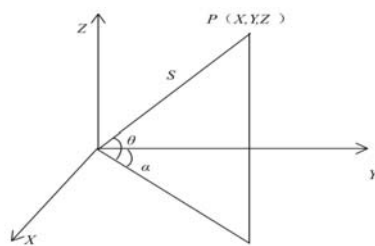


图1 地面三维激光扫描仪的空间直角坐标系示意图

## 2 地面三维激光扫描仪的扫描精度检定

根据上述对地面三维激光扫描仪的系统组成及测量原理分析,以Trimble GX200型地面三维激光扫描仪为例,对其扫描精度的检定进行分析。该扫描仪在标准晴朗天气下的测程达到350m,其扫描速度最高为5000点/s,目标捕获的标准偏差小于1mm,补偿后的系统误差为6mm。

### 2.1 点位精度检定

结合上述型号扫描仪设备的各项技术指标,在进行扫描仪的扫描精度检定中,首先,对其点位精度检定,通过进行三维激光扫描仪设备架设应用,并在实验场地的墙面各方位随机进行11个高度不同的标靶设置,然后采用工业测量系统进行标靶中心测量,以获取各标靶的坐标数据,将其作为各标靶的真值,再采用三维激光扫描仪进行三次重复扫描测量,并以其平均值作为各标靶的中心扫描坐标测量值。完成后,通过将三维激光扫描仪测量获取的标靶点坐标数值进行转换,然后和各标靶的坐标真值进行对比,以实现三维激光扫描仪扫描点位的精度检定。根据上述分析操作过程,通过选取扫描点位对其坐标数据进行测量获取并对比后显示,进行解算分析的已知点数量越多,其所解算点位的偏差也就

越小,同时其均方根误差也越小,点位的精度也越高。上述通过选取5个不同的点位作为已知坐标数据进行解算分析后显示,其距离最远的点位坐标误差表现最大,约为8.1mm,该误差值与上述Trimble GX200型扫描仪设备的标称点位误差指标相比仍比较小,由此可见,该设备的点位精度较高。

## 2.2 测距加常数检定分析

在进行上述三维激光扫描仪的测距精度及其测距加常数的检定分析中,通过对全站仪扫描测量的测距精度检定方法进行借鉴利用,以某项目测绘中的实验分析条件为例,对测距加常数进行检定,则根据现有的实验分析条件采用3段分析法进行验证分析,其具体操作方法如下:通过在实验环境中进行相应的检定校验场建立,然后设置三个不同的水泥强制对中墩坐标点,并将三维激光扫描仪置于其中一点,另两点进行配套标靶设置,确保其中心点处于同一直线上,对各点之间的间距设置为8m,然后根据有关计算分析公式,对三维激光扫描仪对不同坐标点进行扫描观测的距离及其测距加常数值进行计算和检验。根据上述检验分析方法,对三维激光扫描仪的测距精度及其测距加常数值进行测量实验和检验分析后显示,其设备进行扫描测量的测距加常数值约为2.9mm。需要注意的是,该实验分析过程中,由于实验条件及有关因素限制,导致对扫描仪器的测距加常数具体值不能实现更加准确的确定,需要在具体测量和分析应用中引起重视。

## 2.3 竖直角与水平角精度检定

在进行上述扫描仪测量分析的竖直角和水平角精度检定分析中,以竖直角精度的检定操作为例,首先,对其精度检定的实验分析场地及检定操纵方法设计中,通过采用全站仪设备在一个平整的

墙面上沿铅垂方向进行7个平面回光反射标志布设,对各标志的间距设置为0.5m,其对中点设定为S,然后再进行实地垂直角误差检校场构建,完成后,使用上述扫描仪设备在S点对中间标志进行扫描检测,根据扫描检测情况进行标志位置调整,至扫描仪和中间标志中心的高度相同为止,根据上述扫描测量方法进行重复操作三次后,获取各标志的中心坐标,并对各标志中心和中间标志中心的高度差以及扫描仪至标志中心的距离及逆行计算,再以工业测量系统所测量获取的各标靶坐标真值为标准,对其角度误差进行计算,结果显示,上述型号的三维激光扫描仪在10m位置处的垂直角测量误差约为1.6",该结果与其扫描仪技术指标中有关精度标准相符合,由此可见,该扫描仪的测量分析精度较高,且设备进行扫描测量的整体性能十分显著。

此外,在对上述扫描仪设备的水平角精度检定中,通过使用全站仪进行一系列标靶布设,并根据有关扫描测量操作与计算方法进行扫描和计算分析后显示,该扫描仪进行扫描测量中的水平度盘测角精度约为6.72",符合其扫描仪设备技术指标中有关精度标准,表明其进行扫描测量的精度较高。即在与平整墙壁存在一定距离地面进行相应的S点确定,并将全站仪设置在该位置点上方的整平对中部位,然后利用全站仪对其竖直角进行测量,确定其竖直角为0的情况下,在该平整墙面上进行9个不同的平面回光反射标志设置,对各相邻标志设置位置之间的距离控制为0.5m,进行上述扫描仪扫描测量的水平角测量精度检定实验场地设置完成后,将全站仪和地面三维激光扫描仪均置于上述S点位置处,以扫描仪设备配套的绿色标靶作为扫描测量目标物体,并对扫描仪和扫描

测量标志物之间的距离控制为5m,在此基础上,再利用全站仪从S点对各标靶位置点的夹角进行测量获取,并将该夹角测量结果作为地面三维激光扫描仪扫描测量的水平角精度检定基准值,对地面三维激光扫描仪的扫描测量水平角精度进行检定分析。其中,在利用上述型号的地面三维激光扫描仪进行扫描测量中,需要对各扫描测量目标物使用最高空间分辨率进行精细化扫描测量三次,在获取平面标靶的三维点云数据后,对其三次扫描测量的平均值进行计算,并以平均值作为最终测量结果,与全站仪测量获取的基准值进行对比,从而实现地面三维激光扫描仪扫描测量的水平角精度评价和检定分析。需要注意的是,按照上述方法对地面三维激光扫描仪的水平角精度进行检定中,其实验分析显示,采用全站仪从水平方向进行各标靶布设,能够有效减小和控制本次实验分析中竖直角测角误差问题,从而降低对实验分析结果准确性的不利影响。

## 3 结束语

总之,对地面三维激光扫描仪的扫描精度检定进行研究,有利于确保扫描仪设备在实际测量应用中的精度,提高扫描仪设备测量分析数据的准确性和可靠性,促进其在实际测量中的应用和发展,具有十分积极的作用和意义。

## [参考文献]

- [1]傅咏冬.无人机和地面三维激光扫描仪在1:500城市基本地形图测绘中的应用[J].测绘工程,2018,(5):77-80.
- [2]金保平.地面三维激光扫描仪在桥墩垂直度测量中的应用[J].北京测绘,2020,(2):274-276.
- [3]郑仲兴,胡璐雅,林小芳,等.地面三维激光扫描仪在大比例尺测图中的应用[J].河南建材,2018,(2):251-252.