

工程测绘中激光雷达测绘技术的应用探析

文 / 韩玉林 滨州市不动产登记登记中心

摘要：测绘是土地调查、工程建设、地图测绘及城市规划建设的重要手段，通过在工程测绘环节使用激光雷达测绘技术，能够进一步提升工程测绘的精准度，扩大测绘覆盖面积，对此，本文首先阐述激光雷达测绘技术概念与应用优势，提出激光雷达测绘应用要点，制定激光雷达测绘技术应用管控对策。

关键词：工程测绘；激光雷达测绘技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.122

引言

随着科学技术发展速度不断加快，在工程测绘环节引进新技术、新设备，可进一步提高测绘工作质量与效率，辅助工程建设及城市规划工作有序开展。与其他测绘技术相比，激光雷达测绘技术具有精准度高、时效性强等特征，需依据工程测绘要求，制定科学合理的激光雷达测绘技术方案，制定激光雷达测绘管控对策。

一、激光雷达测绘技术理论分析

（一）激光雷达测绘工作原理

激光雷达是一种通过发射激光束探测目标位置、速度等特征量的雷达系统。其运行原理就是向目标发射探测信号，而后将接收到的从目标反射回来的信号与发射信号相互比较，经过再次处理后获得有关测绘目标的重要参数，包括与目标间的距离，目标方位、目标高度、形状等。激光雷达测绘系统由激光发射机、光学接收机、转台及信息处理系统等组成，借助激光器可将电脉冲变为光脉冲发射出，而后由光接收机将目标反射回的光脉还原成为电脉冲，送回至显示器。

在测绘工程中，激光雷达设备通常以机载方式出现。利用激光传感器发射的激光束照射到地面物体，接受反射回的光束。计算发出与回收光束之间的时间差测量物体与飞机的距离。在激光束与地面物体相交后，部分光束会被物体发射回的接收器接收到，由接收器记录下接收时间。机载激光测绘设施还具备定位功能，借助全球定位系统等导航装置准确记录下飞机的位置信息，对地面物体进行标准的坐标定位。



图1 激光雷达设施

（二）激光雷达测绘技术优势

当前测绘环节涌现出更多高性能新产品，为测绘作业提供了必要技术支持。激光雷达测绘技术能为工程测绘工作提供高精度建筑模型、地形模型、地貌模型，优化测绘环节各项性能，增强检测结果精准度。现阶段激光雷达测绘技术建筑物检测、地形测绘、室内设计环节。借助激光雷达扫描仪器，可快速获取建筑物外部三维数据，如建筑物高度、形状、表面信息等。通过分析测绘数据，可进行安全评估、建筑物结构，为后续建筑规划、设计与施工提供更加准确的数据支持。具体来说，激光雷达测绘应用优势主要体现在以下几个方面：

第一，时效性强。激光雷达设施能够在很短的时间内获取到大量点云数据，实际测量速度更快，可迅速响应在建筑工程中的各项变化及调整需求，更新测绘数据。因激光雷达测绘使用的是非接触测量方式，无需直接借助目标问题，可以避免外界环境变化对测量结果的影响；

第二，精度高。激光雷达测绘环节融合了激光束狭窄束斑、高频率测量等优势，获得高精度的地物位置、形状信息。激光雷达可以在地图测绘中应用，包括三维建模、地形测量、城市规划等，且激光雷达测绘结果的测量误差较小；

第三，测绘功能多。激光雷达设备由激光束发射器发射出的电磁波穿透大气、云雾等介质，对目标进行远距离测量。借助电磁波反射原理反射的信号，也可获得地物的几何信息，包括位置、形状、距离等。将数据扫描技术应用在地形测绘中，也可快速获取地形表面三维数据，如地形高程、地貌形态等，辅助开展施工现场地形变化监测工作。将激光雷达测绘技术应用在室内设计中，也可快速获取室内三维数据，如室内空间大小、形状、结构，从而生成高精度室内模型。

（三）激光雷达测绘技术种类

1. 机械扫描技术

借助两个相互垂直旋转的振镜开展二维扫描工作。其中一个振镜沿着X轴旋转、另一个振镜沿着Y轴旋转。激光先照射到X轴的振镜上，在振镜旋转期间，激光束偏移，实现X轴方向扫描。而后激光束传输到Y轴振镜上，

在Y轴旋转环节的激光束再次偏移,实现Y轴方向扫描。由两个振镜相互配合及旋转,可在二维平面上扫描。

2. 非机械扫描方式

非机械扫描包括声光扫描、电光扫描等,可运用不同的物理效应进行扫描。其中,声光扫描运用到了声光效应,在声波由介质传输环节,介质密度会出现周期性变化,改变入射光的衍射角度、频率。虽然声光扫描的扫描速度快,但受到衍射角度限制,视场的角度较小;电光扫描利用晶体电光效应,晶体的折射度会在电场的作用下发生变化,使射入晶体的光束偏转,实现扫描。电光扫描可通过调整电场的强度、方向等对射出光束进行精准控制与定向扫描。

二、激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用方向

(一) 在高程测绘中的应用

高程测绘就是在工程测绘工作开展期间,对工程控制点的指定距离进行调配,在紧邻高程的控制点间设置一条水平线,形成完善的高程控制网格。在高程测绘期间,应首先建设工程管控网,依据标准线路管控高程控制网构建期间的误差问题。计算高程值的高差,确保计算结果全面精准。在高层测绘后还应深入检查闭合差,分析引发闭合差的原因,制定反复测绘管控对策,保障测绘结果精准。

将激光雷达设备系统应用在高程测绘过程中,充分挖掘激光雷达系统测高潜力,构建拟合数学模型,可进一步提高测绘结果的精准度。在高程拟合构成环节,需对比分析曲面拟合、大地水准面模型高程拟合计算结果,确保测绘结果精确。

在高程内业数据预处理过程中,可采用随机软件TGO下载观测数据、转变数据格式、命名数据文件,存储调整格局后的数据,填写外业记录登记表,进一步检核外业观测数据精准度。

(二) 在平面测绘中的应用

在工程测绘环节,平面管控测绘也可直接影响工程开展进程,与工程实施收益存在密切关联。在平面测绘过程中创建测绘控制网,选择科学控制点。在控制点选择完毕后还应妥善安置测绘标志,将控制点串联在一起,形成完备的平面控制网。在构建平面控制网环节还可使用全球定位系统获取精准坐标值,保障测绘工作开展速率,控制测绘环节的成本支出,保障平面精准化测绘水平,为工程建设提供重要理论依据。

使用激光雷达系统开展平面测绘工作,为保障测绘结果的精准度,也应在网络四周布置两个或两个以上的基准点,将高精度基线数据作为固定边,提升全网数据处理及利用水平。

(三) 在数字矿山中的应用

获取矿山地形数据,包括飞行速度、纵行电距、净

空高度等,测量结果的精准度较高。飞行速度就是采集设备在空中飞行期间的速度,选择适宜飞行速度可以平衡数据采集的效率及精准;纵行电距就是激光雷达在每次脉冲发射后接收反射信号的时间间距,在纵行电距较小的情况下能够提高数据点密度,获得更为精准的地形数据;净空高度可保障激光雷达设备不会与地面障碍物发生碰撞,确保信号具有足够的强度及质量。

在采集地形数据环节,测绘人员应着重采集各目标点的点位。由激光雷达设施向地面发送脉冲,接收反射信号。利用全球定位系统与惯性测量单元技术手段,获取传感器的位置信息、姿态信息等,对激光雷达数据展开检测、分析并处理,获得三维空间坐标。

处理获得的激光雷达数据可以通过建立三维模型的方式绘制矿山地形。在测绘环节应对比分析比例尺要求、模型参数,确保构建起的三维模型与测绘标准相符。对比实际测量标准与其他可靠数据,可评估模型的准确性、精度,判断其是否满足测绘标准。为生成数据矿山表面模型,可以借助云计算技术对分类数据进行筛选并处理,获取各关键点的坐标。

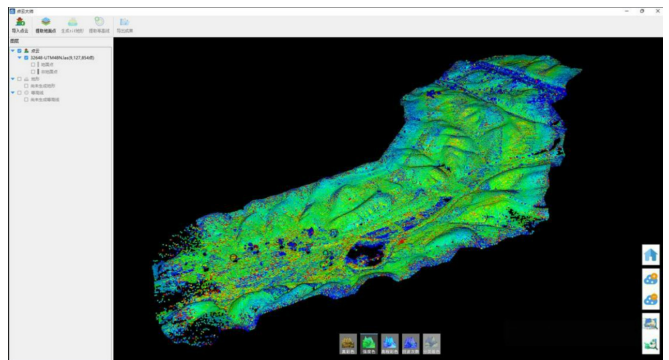


图2 数字矿山激光雷达点云数据图

(四) 在基础测绘中的应用

借助激光雷达技术可对生成的数字图像展开高精度微分校正处理,获得更为精准的数字正射影像。运用激光雷达设备可测量地面、地物的高程信息,依据图像数据展开校正、配准,消除图像的畸变、高程扭曲,使生成的数据正射影像具备更高的几何精度、地物形状真实度。

在将激光雷达技术应用在基础测绘环节,能够快速获取大量的点云数据,对地面与地物进行高精度测量,有效提高测绘工作开展效率,减少在测绘环节花费的人力及物力资源。

(五) 在高精度测绘中的应用

在高精度工程测绘环节,需获得目标区域的三维坐标、三维模型。测绘人员应依据不同工程测绘要求,制定科学合理的测绘技术方案,选择适宜的测绘技术与设备设施,确保测绘结果全面精准。

激光雷达设备可获取物体表面的点云数据,获得能

够与目标区域相关的三维立体信息。结合项目特征、现场环节情况,配备机载激光雷达或者地面激光雷达。其中,机载激光雷达就是借助航空平台,包括飞机、无人机等获得广域的三维数据,被主要应用在大规模地理测绘、地形建模过程中;地面激光雷达多应用在较小范围内的地理测绘、工程测绘中,获得更加高密度与高精度的点云数据。数字影像技术能够快速获取目标区域的纹理点数据,与激光雷达获取的点云数据进行叠加、配准,生成高精度三维模型。

激光雷达技术也能够被有效应用在线路测量过程中,由激光雷达设备快速获取地形数据与特征数据,如地形起伏度、建筑物、林业等。这些数据可更好地了解线路经过的地区地形,为后续工程建设提供重要参考依据。

三、激光雷达测绘技术在工程测绘中的测绘精度控制对策

(一) 做好先进测绘设备维护保养工作

工程测绘环节使用到的先进激光雷达设备还应进行定期保养及维修,在使用前对设备进行调试及参数设置,依据测绘路线及测绘要求有序开展组织工作。制定先进测绘设备专项管理制度,合理分配设备维护保养职责。将设备使用者作为第一维护人,运用规范操作方式,在设备使用完毕后存放在指定地点,避免设备故障问题对测绘结果精准度造成不利影响。

(二) 检测并改进测绘数据

因激光雷达测绘技术种类较多,在工程测绘过程中还需要做好测绘数据检验工作,包括自身测绘结果、数据验证。设计测绘方案时,测绘人员应充分分析工程施工方案内容,根据施工流程制定合理工程测绘计划,选定适宜的激光雷达测绘技术手段。对测绘结果进行过程检验、最终检验。其中,过程检验包括自检、互检;最终检验期间,测绘部门应严格遵照《测绘产品质量评价标准》,在测绘数据评估完成后填写质量评估报告。

工程建设不仅需测绘地上平面数据,还需了解地下地理信息埋设情况。借助平面测绘法获得基本测绘数据,在平面测绘前利用支导线展开导线计算,而后精准设计被测物形态,确保被测绘数据精准可靠。在测绘过程中也应选择高性能设备与激光雷达测绘技术手段,对地下数据展开实施监测。

改进水下数据期间,可采用实时动态差分法、测探仪相结合的方式,由全球定位系统与导航软件定位被测测绘船只,由测绘船达到指定位置对水下数据进行有效监控。

(三) 制定工程测绘管理制度

结合工程测绘环节的难点问题,进一步优化激光雷达测绘技术应用流程,明确施工范围线与指标范围线,

确定工程权属单位地类、面积、项目现状标高。在工程竣工时还需明确测绘区域范围,扣除未恢复地块,完成竣工图测绘及数据统计工作。

定期汇报并处理施工环节存在的各类问题,根据项目进度开展情况安排相关单位值班。为保障测绘作业规范化开展,还应做好前期资源管理工作。要求参与工程测绘的作业人员需部分掌握激光雷达测绘技术特征、操作要求,因此需定期技术交底、业务培训,提升测绘人员业务水平,确保测绘结果与工程实施情况相符,还应构建高素质测绘团队,要求测绘人员熟练掌握工程测绘流程,落实工程测绘管理体系,确保测绘结果全面、精准规范。积极学习先进测绘技术与先进测绘设施操作方式,注意在实际测绘过程中不断积累实践经验,使测绘工作高质高效开展。

结语

总而言之,激光雷达测绘技术在工程测量过程中展现了巨大优势与潜力,为工程领域规划、设计、施工等提供必要的技术支持。现阶段激光雷达测绘技术被广泛应用在基础设施建设、城市规划过程中,测量结果更为精准。未来激光雷达测绘技术还会使用人工智能、大数据技术会缩短,使测绘数据的处理与分析工作更为智能。

参考文献

- [1] 陶儒川. 工程测绘中激光雷达测绘技术运用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (06): 193-195.
- [2] 李钦. 建筑工程测绘中的激光雷达测绘技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (06): 181-183.
- [3] 陈江峰. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (05): 109-111.
- [4] 张顺迎. 机载激光雷达和航空摄影测量技术在水利工程测绘中的应用[J]. 河北水利, 2024, (12): 44-45.
- [5] 焦兴隆. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用[J]. 中国住宅设施, 2024, (08): 74-76.
- [6] 赵丙坤. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (24): 157-159.
- [7] 张军伟, 闫宏昌. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用研究[J]. 科学技术创新, 2024, (10): 12-15.
- [8] 张金福. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用[J]. 工程建设与设计, 2024, (01): 150-152.
- [9] 张玉. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(16): 226-228.
- [10] 赵玺旻. 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用分析[J]. 信息系统工程, 2023, (05): 64-66.