

## 三维激光扫描技术在延安治沟造地规划设计领域的应用浅析

杨 艳

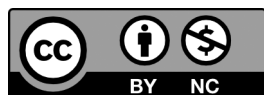
陕西地建土地勘测规划设计院有限责任公司，西安

**摘 要** | 延安治沟造地是全国土地整治重大工程，该地区属于丘陵沟壑区特殊地貌，前期的规划设计非常重要，以往要得到设计红线需经过影像初选、套二调库、实地勘察、修改设计等过程反复更改，但由于二维影像对于陡坡或峭壁等与地面夹角较大的地形反映欠佳，而治沟项目红线只需包括沟壑，不需要山坡，这就造成设计红线“上山”的情况，为了避免出现这种情况，本文提议在项目大致范围确定后，直接采用机载三维激光扫描技术获取项目区的三维点云数据，由于点云数据具有精确的空间三维信息，也可同时获取影像数据，数据获取后在点云上进行规划设计，得到设计红线，同时也可提取水体、道路等信息为整体规划设计提供全方位的数据支撑。

**关键词** | 三维激光扫描；规划设计；治沟造地；数据获取

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



### 1 引言

延安是中华民族重要发祥地，也是中国革命圣地，该地区属于黄土高原丘

作者简介：杨艳（1986-），陕西地建土地勘测规划设计院有限责任公司，工程师，研究方向：三维激光扫描技术数据获取与处理。E-mail: 489570963@qq.com。

文章引用：杨艳. 三维激光扫描技术在延安治沟造地规划设计领域的应用浅析[J]. 土木工程进展, 2021, 3(4): 99-104.

<https://doi.org/10.35534/ace.0304018>

陵沟壑地貌,为了增加黄土高原地区耕地面积、保障粮食安全、保护生态环境、促进社会主义新农村建设,2012年9月,国土资源部、财政部以国土资函【2012】734号文批复,将延安治沟造地列入了全国土地整治重大工程予以支持。<sup>[1]</sup>在承担治沟造地工程中,规划设计工作是非常重要的环节,决定了工程最终效果。该工作以往采取的是利用项目四至范围,在谷歌影像中圈出大致项目范围,将范围叠加二调库查项目区地类,设计出初步红线并进行现场踏勘,红线设计修改、确定红线、现场施工放样。由于影像数据无法直观体现较为陡峻的山坡,使得设计红线并不是完全贴合沟壑边缘,为此,以往常常需要反复去现场踏勘,费时费力。因此,本文提出采用机载三维激光扫描技术获取设计区三维点云数据与影像数据,在内业取得准确的红线,减少外业工作量,避免反复修改设计,提高工作效率。

## 2 三维激光扫描技术简介与分类

### 2.1 概念及原理介绍

三维激光扫描技术,又称“实景复制技术”。它通过高速激光扫描测量的方法,大面积、高分辨率地快速获取被测对象表面的三维坐标数据。<sup>[2]</sup>

三维激光扫描所得点云数据具有高精度的三维空间坐标,可以精确表达被测目标的表面状态。同时,点云数据可根据需要进行分类,并提取特征信息。

### 2.2 三维激光扫描技术分类

按照三维激光扫描系统设备依据承载平台划分,可分为机载三维激光扫描系统、车载三维激光扫描系统、固定站式三维激光扫描系统和手持式三维激光扫描仪。

机载三维激光扫描系统采用定位姿态系统获取传感器空间位置与姿态参数,由激光扫描仪进行空对地式的扫描来测定成像中心到地面采样点的精确距离。具有直接快速获取三维空间数据、数据处理自动化程度高、作业速度快、外业工作省、测量精度高以及作业成本低等特点。同时,它能最大限度地反映地表真实情况,也是目前能准确测定植被茂密地区及沙漠地带地面高程的可行技术

之一。对于在森林覆盖率高、地形复杂、通视条件恶劣地区的输电线路工程的电力勘测设计而言,机载三维激光扫描系统具有更加明显的优势。<sup>[3]</sup>

车载三维激光扫描仪与固定站式三维激光扫描仪均属地面型三维激光扫描仪。车载具有连续快速扫描、效率高等特点,但是依赖地形,并且价格较为昂贵。固定式三维激光扫描仪主要运用在空间目标重建中,对于大范围空间数据获取因采集速度慢而不被采纳。手持式三维激光扫描仪能够精确地给出物体的长度、面积,体积等,较多应用在古建筑重建、建筑应用、洞穴测量和液面测量。

综上,由各类三维激光扫描仪的特点可见,机载三维激光扫描系统较之其他扫描系统更适合应用于延安治沟造地的规划设计工作。

### 3 三维激光扫描技术在治沟造地规划设计领域应用可行性分析

拿到项目方提供的区域四至范围经纬度,以往规划设计单位需要据此在谷歌影像中圈出大致范围,将得到的范围线导入 ARCGIS 软件中,加载二调库得到范围线内的地类,根据项目要求及需要,进一步精确范围线得到初步红线,拿到初步红线后进行现场踏勘,红线设计修改、确定红线、现场施工放样出项目实地范围。在这个过程中,踏勘设计使用的是遥感影像、航片,由于影像数据是平面,对于山坡、沟壑,立体显示度低,往往设计时会出现红线设计到山坡上等情况,与实际工程不符,为了设计准确,设计人员常常需要多次跋山涉水赴外勘查,不仅耗时长,安全也得不到保障,而机载三维激光扫描仪正好解决了这个问题。在初步范围线内设计好航线,由人员在地面操控,不仅节约了时间,也避免设计人员深入险地。由机载三维激光扫描系统得到的空间数据,不仅具有平面坐标而且具有准确的高程数据,为设计提供精确的数据基础。

## 4 机载三维激光扫描数据获取与处理

### 4.1 外业数据获取

第一阶段,准备工作:(1)选择无人机搭载的机载三维激光扫描仪型号,

依据项目区情况选择相应波长的激光扫描仪。(2)收集项目区内的自然地理、地形地貌、植被覆盖等情况资料。(3)仪器设备的检校,分别对激光扫描仪、POS系统、地面GPS接收机、数码相机进行检校,除此之外,还需要对系统进行综合检校,以确定各设备相互之间具备良好的工作状态。

第二阶段,航线的布设与技术设计。航线布设主要考虑以下几点:(1)飞行高度的确定应综合考虑点云的密度和精度要求、激光有效距离及飞行安全的要求。(2)应按照激光有效距离与地形起伏等情况划分测区。(3)航向飞行应至少超出500米;旁向重叠应达到20%,由于延安治沟造地项目属于丘陵沟壑区,为防止产生数据覆盖漏洞,旁向重叠应适当加大。技术设计主要包含飞行中行高、航线、分区等飞行实施以及数据的处理与检查、成果提交。

第三阶段,飞行实施。在飞行前应做好飞行准备与检校。飞行时,应注意保持航高,一般在一条航线内航高变化不应超过相对航高的5%~10%,实际航高变化不应超过设计航高的5%~10%。在整个作业区域内,飞行速度应尽可能保持一致。<sup>[4]</sup>

## 4.2 内业数据处理

联合POS数据和激光测距数据,附加系统检校数据,进行点云数据解算,生成三维点云。在进行航带拼接时,应使得不同航带间点云数据同名点的平面位置中误差小于平均点云间距。<sup>[5]</sup>

点云数据拼接完成后,可将点云数据导入Cyclone软件中进行去噪与精简,删掉不需要的地面构筑物,例如油井、采油机器、牲畜圈等,这时处理好的点云数据已可完全反映出沟壑地形全貌,可以直接在点云数据上采集设计红线。但通常为了后期设计,还需将点云数据进行分类,提取出道路、植被、水体数据。

## 5 展望

延安治沟造地工程利国利民,既增加耕地,可同时获取林业、水体等自然资源数据,获取与统计电力管线、输水输油管线、道路等信息,对于实现现代化高标准农田建设提供数据服务。将三维激光扫描技术应用于该工程中,可大大提升该工程质量,尤其是对前期规划设计工作提供有力的数据支撑。三维激

光扫描技术在此类工程中的应用,远不止本文提到的,针对这一应用领域,提出两点展望:一是随着点云数据分类进一步研究,可提取出任意感兴趣种类;二是与多光谱仪、高光谱仪或者热红外成像仪结合形成多源信息采集与处理。

## 参考文献

- [1] 贺春雄. 延安治沟造地工程的现状、特点及作用[J]. 地球环境学报, 2015(4): 255–260.
- [2] 邢伟. 地面三维激光扫描技术在工程测量中的应用[J]. 科学与财富, 2018(3): 85.
- [3] 景钦刚. 机载三维激光扫描系统在线路工程中的应用研究[J]. 电力建设, 2009(3): 35–37.
- [4] 王建军, 李云龙, 苗松. 机载激光雷达姿态角补偿及其效果验证[J]. 光学精密工程, 2018(4): 788–795.
- [5] 郑团结, 缪剑, 高德俊, 等. 基于机载三维激光扫描的实时一体化摄影测量及数据处理[J]. 测绘科学, 2007(1): 64–66.

## Application of 3D Laser Scanning Technology in Planning and Design of Managing Gully and Increasing Land in Yan'an

Yang Yan

*Land Eurveying, Planning and Design Institute of Shaanxi Land Engineering  
Construction Group Co., Ltd, Xi'an*

**Abstract:** Managing gully and increasing land in Yan'an is a very important

land remediation project in our country. This area belongs to the special geomorphology of the hilly and Gully. Before the project, planning and design are very important. In the past, the design of the red line is obtained that must be repeated through image primaries, overlay database, site investigation, revision design and so on, those processes are repeatedly changed. But 2D image does not reflect well for terrain with large angles to the ground such as steep slopes or cliffs, the red line of managing gully project only needs to include gullies and does not require hill slopes. This results in the design of red line coming out “uphill” conditions. In order to avoid this situation, this paper proposes to directly use airborne 3D laser scanning technology to obtain 3D point cloud data in the project area after the project scope is determined. Because the point cloud data has accurate spatial 3D information, it can also acquire image data at the same time. After the data is acquired, it is planned and designed on the point cloud to obtain the design red line. At the same time, information such as water and road can be extracted to provide a full range of overall planning and design. Data support.

**Key words:** 3D laser scanning technology; Planning and design; Managing gully and increasing land; Data collection