

# 三维激光扫描技术在沙丘监测的应用

陈兴杰

## 一、引言

三维空间信息获取，其实质是空间定位数据的采集。三维空间信息获取对于我国沙漠迁移，沙尘暴等自然灾害有着非常重要的作用。多年来沙漠迁移，沙尘暴等自然灾害给国家造成重大的经济损失，土地荒漠化作为全球十大环境问题之首，已成为当今社会普遍关注的热点，对沙漠的监测变得刻不容缓。对于沙丘检测传统的变形监测方法有：GPS高精度定位、三维坐标测量、全站仪测图等。单点采集三维坐标方法效果低，复杂场地工作时间长，对海量数据描述难以详尽；利用光学三维数据模型由于采集数据的硬件设备及后期处理等存在操作繁琐、误差较大及数据质量不稳定的问题。利用三维激光扫描技术对沙丘进行检测是目前国际上最先进的测量方法之一，三维激光扫描仪可以快速地以毫米级采样间隔获取实体表面点的三维坐标并以“点云”数据形式存储到计算机中。它可以快速建立目标的三维模型并提取线、面、体等制图数据，实现“实景复制”。传统的单点数据采集方式得以改变。此次实验就是将三维激光扫描技术与沙漠监测有机结合在一起，大大提高了工作效率，三维激光扫描技术能够提供扫描物体表面的三维点云数据，可以获取高精度高分辨率的数字地形模型，通过对比，实现对沙丘的移动监测。在环境保护的基础上，还可以合理开发和利用沙丘，改善沙区气候，防治荒漠化，促进周边地带农牧林业生产快速发展。

## 二、精度及其影响要素分析

地面激光三维扫描的精度主要受到来自仪器本身和外界环境的影响。包括：步进器的侧叫精度、仪器的测时精度，激光信号的信噪比、激光光束的反射率、回波信号的强度、背景辐射噪声的强度、激光脉冲接受器的灵敏度、仪器与北侧点间的距离、仪器与北侧目标面形成的角度等等。

地面激光三维扫描的采样数据的精度主要取决于激光光斑的尺寸和光斑的点间距。被测物的距离越近，光斑越小分辨率越高，相应的测量精度就越高，反之则越低；在设计方案时一定要予以考虑的会造成距离影像的盲点，这也是测绘时应予避免或采取适当方式予以补偿的。

## 三、外业数据采集

为了保证测量的基准统一，必须保证基准点的稳定性，定期进行测量、分析，工作基点与测量基准点间也必须进行测量，已得到工作基点的坐标值，同时可根据坐标值的差异，判断工作基点的稳定性。然后提取变形信息，进行变形数据分析。

### 1、数据采集

将选择一个比较典型的区域即沙漠中的河道，进行两次对比扫描。

第一次扫描时，需要考虑设置永久性控制标靶。控制标靶是拼合各次扫描点云的基准点，也是网格坐标与仪器内部坐标的转换媒介。考虑到沙漠气候干旱多风，将固定点（例如树木）作为控制点虽稳定不变，但对于扫描的整体控制并不合适，因此，选择在几个重点位置打深桩设置若干个标杆，以确保风速、沙丘流动等可变因素干扰，再以其作为控制点对要监测的区域进行高精度扫描。相隔30天左右后，或者一次大风等大的气候变化后，用同样的仪器，设置同样的精度，对同样的位置根据第一次的控制点进行第二次扫描。将扫描后的点云数据存入计算机进行后期处理。

### 2、数据拼接及坐标转换

由于所获得的不同视角的扫描点云数据都是以扫描仪位置为

参考点的独立坐标系统，因此必须对所获取的扫描点云数据进行拼接及坐标转换使扫描数据坐标与大地坐标一致。

利用处理软件Cyclone7.1中，对所获得的扫描点云数据进行拼接。利用Registration模块选取相邻两站扫描点云数据中的3处公共点（至少3个不在同一直线上的标杆），由处理软件自动计算，将两站数据以最小误差拼接起来，拼接误差结果可以在软件中查询。点云拼接误差结果见表1所示。

表1 点云拼接误差统计

点号	X(m)	Y(m)	Z(m)
A1	0.005	0.004	0.003
A2	0.006	-0.003	0.005
A3	-0.006	0.007	-0.001
A4	0.002	-0.003	-0.006
A5	0.005	-0.004	0.006
A6	-0.004	-0.007	-0.002
A7	0.005	0.004	0.003
A8	-0.003	0.005	-0.004
A9	-0.005	-0.006	-0.002
A10	0.007	-0.005	0.001
A11	-0.007	0.004	-0.002
A12	0.006	0.003	0.005

Mx=0.052 Mx=0.049 Mxy=0.071 Mz=0.037

根据表1点云拼接的误差对沙丘监测符合变形监测的要求。整个拼接好的点云数据坐标是以第一站导入数据的局部坐标为基准的相对坐标系统，为使点数据坐标与大地坐标一致，GPS对控制点进行测量，得到其大地坐标，将得到的特征点的地理坐标，导入到Cyclone软件中，形成一个具有地理坐标系的ScanWorld，然后以此ScanWorld作为基站，将拼接好的点云数据与基站再次拼接，从而完成相对坐标系向大地坐标系的转换。

## 四、数据处理

对三维数据去噪。外业扫描时，点云图像中采集到了现场施工时的施工器械、标杆、工作人员、电线、植被等信息，这些都是后期处理的干扰信息，对于这些点云数据应尽可能的删除。

对去噪完成的点云数据进行模型化，将点云用三角面片生成模型。在Cyclone软件mesh模块中生成模型，在此过程中先通过Unify Clouds设定点云的平均间隔降低点云数量，在一定程度上减少数据量，提高运算速度，创建mesh，没有点云数据的部位也会自动拟合生成mesh，必须将这些信息删除，点云稀疏的部位将自动进行修补。

在Cyclone软件contours模块中生成DEM，等高线间距0.2m，将获得的地形等高线数据以.dxf格式导出以便在AutoCAD中打开再编辑。从最终的DEM成果中可以清晰地看出河道的偏移和沙丘的移动方向及河道的偏移距离。

两次扫描的点云数据用前期设定的基准点拼接，叠加整理对比，两次扫描的点云数据基于同一个参考面分别计算土方量，得到整个区域参考面以上沙子的总体积。经过对两次获取数据的叠合分析、对比、统计结果见表2所示

扫描次数	土方量 M <sup>3</sup>	沙丘移动量 M <sup>3</sup>	河道平均移动 M
第一次	900698	4832	0.25
第二次	623682		

表2 两次扫描数据叠合分析对比结果

在Geomagic Qualify 11软件中对两次扫描结果进行对比,它们的偏差量(即从结果对象到参考对象上任一个点的最短距离)以不同颜色的色谱显示,即变形信息,负值为沙丘减少,正值为沙丘增多。

## 五、结论

本文通过激光三维扫描技术对沙丘监测以点云的拼接精度分析统计,两次获取数据的叠合分析、对比、统计整理是检测的重要目标进行了实践,这对于该技术在沙丘监测的应用具有实用性。应用激光三维扫描技术更为科学、高效、客观,它将为解决沙漠监测、防沙治沙领域的许多难题提供重要的技术支持。

(作者单位:甘肃省测绘技能鉴定指导中心)

(>>上接第79页)

模拟量:压力变送器6块、温度变送器4块、液位计1个、流量计2个;开关量:外输泵启停状态、收球桶启停状态;485信号:外输流量计瞬时流量;

### b、井场采集

井场汇管压力、注水井压力、流量、水源井压力、流量、抽油机电参、功图、水源井电参、水源井启停状态、抽油机启停状态、水源井运行状态;

4.2站内参数通过变送器采集数据,转变为4~20mA电流信号,传输至站内PLC机柜内,PLC将电流信号转换为模拟量信号,传输至站内交换机,站控电脑通过力控软件读取PLC上的模拟量信号,并将读取到的数据写入到SQL数据库中;

井场数据通过井场电参、功图采集设备,将信息发送至井场主RTU,井场主RTU将信息转换为网络信号,通过有线或无线网络传送至站内交换机,站控电脑通过安装的井场设备驱动程序,自动寻址,接收交换机上的井场数据,并将接收到的数据直接写入SQL数据库;

站控机处于站点内,在对增压站日常维护中工作,维护量较为频繁的有以下四点:

a、无法制约移动存储设备的使用,易导致操作系统中毒,并需重新安装系统;b、数据库组态错误,站内数据不显示;c、井场驱动安装不正确,数据不显示;d、站控工程处于现场站控机内,不能有效控制界面、显示效果,导致标准不一;

4.3用一台虚拟服务器,安装力控软件(含WEB版)、SQL核心数据库、站点虚拟机、数据上传插件、七种井场设备驱动程序,完成基础平台搭建。

站内参数通过变送器采集数据,转变为4~20mA电流信号,传输至站内PLC机柜内,PLC将电流信号转换为模拟量信号,传输至站内交换机,服务器安装的力控软件添加所有站点为I/O设备,即可实现通过站内交换机采集对应I/O设备的站点数据,将数据统一写入虚拟服务器的核心数据库中,服务器中建立虚拟机,部署力控工程读取数据中站内数据,并通过力控软件将数据写入核心SQL数据库;

井场数据通过井场电参、功图采集设备,将信息发送至井场主RTU,井场主RTU将信息转换为网络信号,通过修改主RTU数据发送指向,将数据发送至虚拟服务器,虚拟服务器中建立各站点的虚拟机,虚拟机中通过井场设备驱动抓取井场数据,根据IP地址自动分类站点所辖井场数据,并将接收到的数据直接写入SQL数据库。

(作者单位:长庆油田分公司第七采油厂数字化与科技信息中心)

(>>上接第80页)

温数据发送给中心控制计算机进行显示存储打印等,方便医护人员了解患者一段时间内体温变化情况。其无线发送流程图如图2所示,上位机zigbee模块数据接收流程图如图3所示。

## 3、结论

本文设计的基于Zigbee的体温无线监测系统,可以很好的实现对患者体温的无线监测,功能,提高了自动化程度,并降低了系统的开发、维护以及后期的升级成本。通过本系统的使用,既可以方便医护人员随时对患者体温进行监测。又可以避免医患长时间接触带来的风险,降低了成本,提高了工作效率。

(作者单位:呼伦贝尔学院)

## 作者简介

申玉宏,(1981—),男,硕士,呼伦贝尔学院教师,主要从事电工、电子技术教学与科研工作。

## 基金项目

内蒙古自治区高等学校科学研究项目《ZigBee技术对农村牧区医疗卫生服务体系建设中的应用研究》编号:NJZC13329.