

文章编号: 0494-0911(2012) S1-0345-02

中图分类号: P235

文献标识码: B

三维激光扫描系统的工程规划

李 滨¹, 王 佳²

(1. 北京大学 遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871; 2. 上海现代建筑设计(集团)有限公司 历史建筑保护设计研究院, 上海 200041)

摘要: 三维激光技术目前在国内外研究正逐步展开, 其应用领域正不断深入。三维激光扫描系统的应用多以工程的形式出现, 涉及到数据采集和处理等多个流程, 是一个系统工程。作好工程规划工作对于整个系统的应用至关重要。本文通过三维激光扫描系统的工程规划中的外业规划和时间规划, 探讨了进行工程规划的意义、内容和方法。有助于三维激光扫描技术的应用与研究。

关键词: 三维激光扫描; 工程; 规划

一、三维激光扫描系统

三维激光扫描技术是测绘领域近年来出现的新技术, 在国内越来越引起相关研究领域的关注。它是利用激光测距的原理, 通过记录被测物体表面大量的密集的点的三维坐标、反射率和纹理等信息, 可快速复建出被测目标的三维模型及线、面、体等各种图件数据。由于三维激光扫描系统可以密集的大量获取目标对象的数据点, 因此相对于传统的单点测量, 三维激光扫描技术也被称为从单点测量进化到面测量的革命性技术突破。该技术在文物古迹保护、建筑、规划、土木工程、工厂改造、室内设计、建筑监测、交通事故处理、法律证据收集、灾害评估、船舶设计、数字城市、军事分析等各领域也有了很大的尝试、应用和探索^[1]。

三维激光扫描系统包括获取数据的硬件和处理分析数据的软件。硬件用于现实数据的采集, 软件则用于对数据采集的控制、原始数据的拼接、建模、纹理贴图、线画图件提取和数据发布等功能。涉及的参数包括硬件和软件的扫描距离、角度、精度、速度、稳定度等, 需要根据不同的软硬件的参数特性和工程需求, 采取不同的工程方案^[2]。在实践中, 每一个三维激光扫描系统的工作都可看做是一个系统的工程, 不仅涉及硬件和软件, 还涉及数据处理流程的多方面。

二、三维激光扫描系统的工程规划意义和内容

1. 规划的意义

三维激光扫描的工作是一个系统工程, 按照流程, 主要包括规划、采集、拼接、建模、发布等 5 个大

的流程环节, 涉及外业数据的采集和内业数据的处理。因此必须在前期有个完整的规划, 才能保证扫描工作能够在计划(时间、精度、成本)规定的范围内完成。扫描规划的意义, 就是通过合理的外业扫描方案制订和工程的时间进度计划制定, 以保证扫描项目工程达到时间和经济上的利益最大化。

2. 规划的内容

三维激光扫描系统的工程规划包括外业的扫描规划和整个项目工作的时间规划。

由于三维激光扫描仪的工作原理是基于激光测距, 因此也决定了在有遮挡的地方, 激光无法形成回波, 因而无法获取数据, 造成数据的缺失, 形成点云中的空洞区。这些缺失的数据必须通过搬站多次扫描的方式进行弥补。而架设的站点的数量, 决定了外业的工作时间和获取的点云的数据量。由于点云数据是海量数据, 每多一站的扫描, 不仅带来的是时间上的不经济, 会增加外业工作的时间和成本, 更多的是大量点云数据的累积, 对于后期的数据拼接和处理等增加了工作量, 同时也增加了内业的处理时间。

在一些大型的扫描项目中, 为了提高整体精度, 不仅需要用到扫描仪, 还需要配合全站仪, 利用全站仪布置控制网。控制点的选择也需要在前期进行合理的规划。控制点的选择, 既要项目满足精度要求, 又要有满足现场通视性的要求, 还要求与扫描仪工作时能够有效地配合, 相互间可同时作业, 而不相互干扰。此外, 现场扫描之前, 标靶的摆放位置和摆放数量, 以及标靶的命名规则, 都需要前期有个规划。

三维激光扫描系统的时间规划则是基于扫描工程项目的成果需求, 综合考虑外业数据获取时间与内业数据处理时间, 以及工程团队的人力资源情况, 进行整体的项目时间安排。

三、三维激光扫描系统的工程规划方法

1. 外业规划的方法

从外业来说,需要规划的内容很多,包括标靶的命名、站点的选择、控制点的布设、精度选择、扫描日志记录内容等。以下攫取几个方面进行探讨。

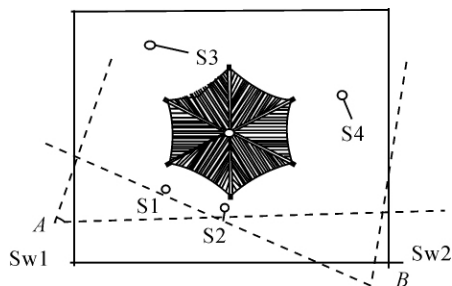


图1 外业规划草图

首先,在进行外业规划的时候,一般需要进行现场查看,并需要有详细的现场注记和草图,这两个文件对于扫描工程非常重要。现场注记和草图应该有一个包括扫描区域的平面图,能显示扫描仪和标靶的位置,以及每一站的标靶的名称。另外,从扫描位置看出去的透视图也应该画一个,这有助于内业处理时了解数据获取时的情况,尤其是在遇到类似于标靶编号错误等复杂的情况。图1是一个规划草图的实例,在该扫描工程中,规划共对建筑物(亭子)进行两站数据扫描,两站共用4个标靶用于拼接。结合现场查看的结果,可以在该草图中绘制出整个扫描现场的扫描仪站点位置、标靶位置、标靶编号和每站扫描的视场角范围。基于这个草图,就能够完成对这两站扫描工程的外业扫描中站点位置的规划。

表1 扫描日志模版

测站位置	测站ID	扫描No.	扫描的标靶	扫描范围描述	备注	点云数据视图名称
A	SW1	1	S1, S2, S3, S4	亭子-左侧扫描		SW1-A
B	SW2	1	S1, S2, S3, S4	亭子-右侧扫描		SW2-B

此外,在规划阶段,还可以制定一个扫描日志的模板。扫描日志可以记录数据获取阶段的一些细节信息,有助于数据内业人员对数据处理的理解,减少错误和返场次数。表1是扫描日志的例子。针对图1,在数据获取阶段,可以详细记录站点位置、测站的ID,每一站有几次扫描,每一站扫描的标靶名称,该站扫描的范围,备注信息和该站扫描在

点云数据中的点云视图名称。这个扫描日志全面地记录了外业数据获取时的重要和必要信息,一方面可以保证现场扫描按计划有序进行,另一方面也为后期数据处理时遇到问题进行查询提供了依据。

通过现场注记和现场草图工具,我们就能够实现用最少的站点数获取最完整的点云数据。

2. 时间规划的方法

三维激光扫描系统工程规划中的时间规划,属于项目管理中的时间管理一种。一般来说,时间规划确保了整个工程能够在预期的时间内完成。进行时间规划需要关注以下6个方面的因素:明确成果范围、排列工程活动次序、估算工程资源、估算活动持续时间、制定进度计划。

成果范围决定了所花费的时间和人力成本,对于三维激光扫描系统工程而言,外业扫描的数据密度要求越高,其数据获取的时间会越长,相应的数据量会更大,也会增加后期业内处理的工作量;而成果精度的不同也会带来数据处理时间比上的显著差异。从目前的时间经验来看,一般外业和内业的处理时间比一般在1:3~1:5之间,即1天扫描的数据,根据成果的范围不同,可能需要3~5d的处理时间。在成果范围明确了之后,可对整个扫描工程项目的活动依次进行排序,主要包括采集、拼接、建模和发布等几个大的活动。在排列完工程活动次序之后,可估算整个扫描工程可以利用的所有资源,包括人员、设备和现场作业环境条件。上述工程资源进行了估算之后,则可进行每个工程活动的持续时间的估算。

由于在进行时间估算的时候,会有不确定性的因素。因此,考虑这些不确定性因素或可能潜在的风险,会提高上述每个工程活动的持续时间估算的准确性。这里可利用三点估算方法来提高估算的准确性^[3]:

T_M 最可能时间,基于最多的资源和可能发生的各种干扰,所得到的活动持续时间;

T_O 基于活动的最好情况,所得到的活动持续时间;

T_P 基于活动的最差情况,所得到的活动持续时间。

对上述3种估算进行加权平均,来计算预期的工程活动时间 T_E 如下

$$T_E = (T_O + 6T_M + T_P) / 6$$

上述公式计算出来的持续时间考虑了多种不确定性因素,因此会更加准确地估计单个工程活动的持续时间。
(下转第371页)

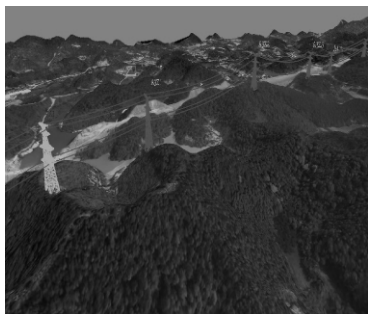


图7 三维漫游

四、结束语

电力多数据源三维量测平台将遥感影像、航空影像、地形图共同应用于电力勘测设计,利用大范围的遥感影像解决了传统勘测选线系统中对全局把握不够好的缺点,航空影像和地形图保证基础地理信息的精度;实现了优化选线与测图的一体化工作,改进了优化选线设计模式,极大地提高了线路平断面测图的工作效率。电力多数据源三维量测平台的建立使得输电线路路径得到进一步的优化,

(上接第 346 页)

将上述所有持续时间汇总,制定进度计划,从而完成三维激光扫描系统的工程时间规划。

四、结束语

三维激光技术目前在国内外的研究正逐步展开,其应用领域正不断深入和扩展。三维激光扫描系统的应用多以工程的形式出现,涉及数据的采集和处理等多个流程,是一个系统工程。因此,作好工程规划工作对于整个系统的应用至关重要。

本文通过三维激光扫描系统的工程规划中的外业规划和时间规划,探讨了进行工程规划的意义、内容和方法。实际上,在工程实践中,工程规划涉及的内容还很多,还有待于国内外科研工作者的不断研究、探索和总结。这些内容有助于国内外三维激光扫描技术的应用和研究。

(上接第 364 页)

的各项标准,实现行业的规范化。

参考文献:

- [1] 张小红. 机载激光雷达测量技术理论与方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2007: 3-17, 32-54.
- [2] 王树根. 摄影测量原理与应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2009: 105-109, 127-132.
- [3] 兰增荣, 胡友键, 隆华平, 等. LiDAR 技术在公路勘测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2009, (1): 99-104.
- [4] 李清泉, 李必军, 陈静. 激光雷达测量技术及其应用研究[J]. 武汉测绘科技大学学报, 2005(5): 387-392.

改变了多种数据源无法共享的问题,大大减轻了工作量,提高了勘测设计效率。

电力多数据源三维量测平台的应用不仅满足了输电线路优化选线的需要,还为日益复杂的线路路径的选择提供了现场决策,为电网建设的顺利进行提供了强有力的技术支撑,实现了社会效益与经济效益的统一。

参考文献:

- [1] 张祖勋. 由数字摄影测量的发展谈信息化测绘[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2008, 33(2): 111-115.
- [2] 汤坚. 大场景立体匹配片技术在输电线路路径优化中的研究[J]. 电力勘测设计, 2011(4): 60-62.
- [3] 葛旭波, 张卫东, 李炳生, 等. 数字遥感技术在特高压工程前期选线工作中的应用[J]. 中国电力, 2010, 43(2): 68-71.
- [4] 高首都, 李珂. 遥感三维可视化技术在输电线路选线中的应用[J]. 地理空间信息, 2010, 8(5): 19-20, 23.
- [5] 常增亮, 张云. 利用第二次土地调查 DOM 和 DEM 数据进行送电工程勘测设计[J]. 电力勘测设计, 2010, 8(4): 29-31.

参考文献:

- [1] 李滨. 徕卡三维激光扫描系统在文物保护领域的应用[J]. 测绘通报, 2008(6): 72-73.
- [2] 李滨, 李跃明, 宋济宇. 地面三维激光扫描系统中的“五度”研究[J]. 测绘通报, 2012(3): 43-45.
- [3] 项目管理协会. 项目管理知识体系指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 150-151.
- [5] 周淑芳, 李增元, 范文义, 等. 基于机载激光雷达数据的 DEM 获取及应用[J]. 遥感技术与应用, 2007(3): 356-360.
- [6] 李卉. 集成 LiDAR 和遥感影像城市道路提取与三维建模[J]. 测绘学报, 2011, 40(1): 133.
- [7] Jan Skaland*, Philipp Schaer, et al. Real-time registration of airborne laser data with sub-decimeter accuracy[J]. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 2010, 65(2): 208-217.
- [8] Joshua I. Solutions from the Point Cloud. [J/OL]. http://riegl.com/fileadmin/user_upload/Press/2011-11-riegl_part3_solutions_from_the_point_cloud.pdf, 2011.