

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.02.055

激光点云技术在河塘清淤工程量测量中的应用

同伟军¹, 盛雅楠², 陈楚楚²

(1.中交路桥华东工程有限公司,上海市201203; 2.中交路桥建设有限公司,北京市100027)

摘要:河塘清淤回填工程量测量,是工程管理的重点。传统河塘清淤回填测量,需要人员在河塘附近甚至塘底进行测量,存在安全性低、测量效率低下、数据不准确等问题。通过对激光点云技术在河塘清淤工程量测量中的应用进行分析,探讨了清淤工程量的测量和计算方法,为清淤工程量的顺利统计提供了技术保证,也为类似的工程提供有益参考。

关键词:河塘清淤;激光点云;断面法;DTM法

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)02-0250-03

0 引言

河塘清淤回填工程量测量,是路基施工工程管理的重点。在工程量计算时,由于传统测量方法存在数据偏差大、人为影响明显、工程量认定准确度低、安全风险大且测量效率低下等问题,因此测量手段的创新成为工程管理的趋势。近年来,激光扫描仪器的准确度大幅提高,应用场景逐渐扩大,这项技术已在路基工程测量中得到广泛应用。

1 激光点云技术

激光点云测绘技术,是点云技术的一种应用。点云技术,是指利用大量独立的点组成集合,来表现三维空间内物体的位置与状态的一门科学技术,具体应用是在空间内绘制出控制点,并通过这些点形成数据集,进而建立三维空间模型来描述空间的表面特征。

1.1 测量方案

在河塘施测前,应了解河塘所在的地形地貌情况、深度、设计清淤回填量、周围建筑物以及植被覆盖遮挡情况,确定合适的扫描施测方法。对于面积在400 m²以下,通视良好的河塘,宜优先选用架站方案,也可以采用移动背包方案。对于面积在400 m²以上,或者通视不良、地貌复杂,或者面积在400 m²以内但无法架站或人员到达有困难的河塘,宜选用机载方案。河塘扫描前,应合理规划和选择扫描点的

位置,保证扫描数据的质量。架站地点应优先选择视野广阔的位置,不仅能增加目标区域的扫描范围,还能提高后期点云数据处理的效率与质量。各个站点之间要确保扫描区域有一定的交集,同时在数据采集完成后,使用GPS-RTK获取所测点位置的大地坐标,以确定绝对大地坐标系,从而减少点云拼接的误差累积,提高结果的准确度^[3-5]。

1.2 数据采集

采集数据宜设置校准点。校准点可以采用靶标、靶球或扫描区域内特征较突出的地物。

选定靶标、靶球作为校准点时,应在扫描前,将靶标、靶球布置在待测区域内,然后对整个区域实施全面扫描,最后再对靶标、靶球实施精确扫描,以保证靶标、靶球有足够的点云密度,从而通过拟合计算等方式,取得其精确坐标。

选定待测区特征明显的地物作为校准点时,应对待测区进行全面扫描,然后预览扫描采集的点云数据,通过比选选择其中特征明显的地物(通常选取道路交叉口、平台等,主要用来检查高程精度)。

河塘抽水后,对淤泥顶面进行第1次全面扫描,清淤完成后进行第2次扫描。按两次扫描的顶面差值进行清淤工程量的计算。根据河塘深度情况以及监理工程师要求,进行河塘回填第n层顶面扫描,按第n层顶面扫描数据与清淤后扫描的数据差值确定所填土方的工程量。

1.3 数据处理

点云数据处理应满足《机载激光雷达数据处理技术规范》(CH/T 8023)的要求。点云数据预处理,可通过点云拼接、坐标转换、点云数据分析、分离噪点、点

收稿日期: 2023-07-27

作者简介: 同伟军(1995—),男,学士,助理工程师,从事桥梁工作。

云数据过滤并导出等流程完成,流程如图1所示。

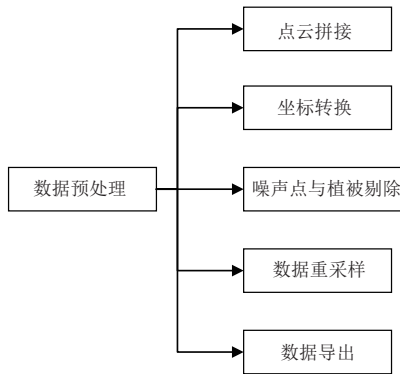


图1 点云数据预处理

(1)点云拼接

采集到的点云拼接共有两种方式,一是选取待测区域内多个站点中的一个站点所测得的数据作为基准,其他站点数据依据站点间的相互重叠的区域,转换到同一坐标系下,该方法操作简单,但是站点数据拼接的误差较大,使得结果精度不高;二是利用站点的绝对坐标完成,用GPS(或全站仪)测出各站点绝对坐标和仪器高,数据拼接时,将其转换到统一绝对坐标系下。

(2)噪声点与植被剔除

将仪器扫描形成的点云数据,导入仪器(激光扫描仪)自带软件或其他点云处理软件,并对点云数据进行分析查看,初步分离噪点并剔除噪音点,如图2所示。



图2 噪音过滤与剔除

当仪器存储的数据点数量过于庞大时,应对去噪后的点云数据进行过滤精简后再导出,以减小后期数据处理的难度和工作量。

(3)点云数据优化建模

点云数据优化建模应满足《电子装备逆向工程三维建模技术要求》(SJ 21226—2016)的要求,并按照数据去噪、网格化、重构河塘特征线和生成土方表面三角网等步骤进行(见图3)。

将点云数据导入点云处理软件后,先对点云数据进行肉眼观察,框选出比较明显的的数据噪点,如河塘处的杂草、树根、凸起物、明显高处表面的其它物体等,再利用点云处理软件中弦高差法进行精准定位,不断调整参数,并进行预览,直至到达较为完美的去噪效果,如图4所示。

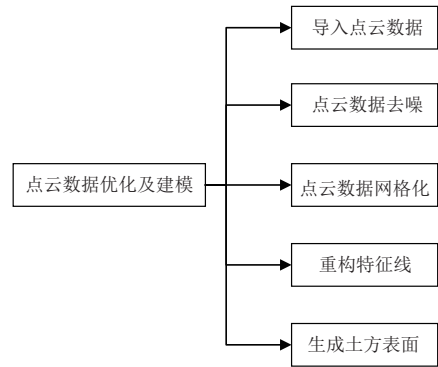


图3 点云数据深化处理路线

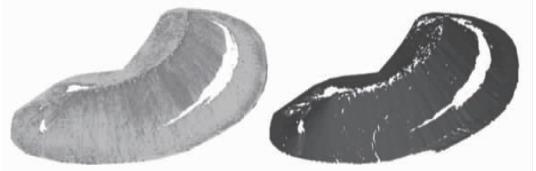


图4 观察法、弦高差法去噪

弦高差法是指连接待测数据的首末两点形成弦,并测出数据内待测点P至弦的距离,若点P的 $|d| \geq [\epsilon]$,其中 $[\epsilon]$ 为给定的允差,则认为P是坏点,应该去除。这种方法适合用于点云均衡分布但是分布比较密集的情况。

点云噪声主要来源有扫描仪的系统噪声,河塘表面的不平整度、不均匀度,反射程度的差异和人为干扰等。点云噪声的类型有漂浮点、多余点、孤点、混杂点等4种,如图5所示。

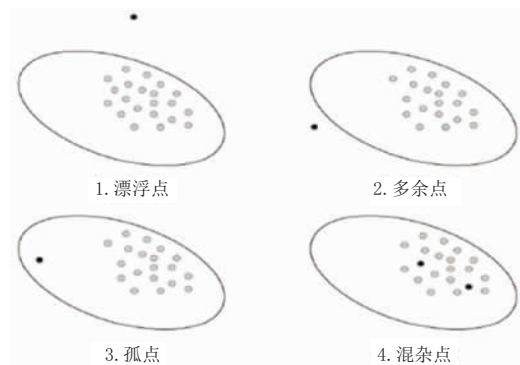


图5 点云去噪类型

2 清淤回填工程量计算

本次选取的河塘位置位于常泰大桥接线 CT-CZ2 标春江枢纽 MK36+333.468 至 MK36+487.435 处^[1]。

2.1 三角网的形成

基于点云数据中的三维坐标点,将最近的三个独立的点连成一个初始三角形,并在初始三角形的基础上,依次连接相邻的点,继续形成新的三角形,按此循环,最终构建一个不规则的三角网,把不规则的三角网剖分后用作数字高程模型。如图6所示。

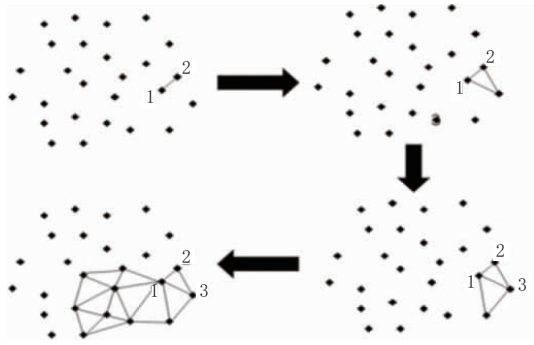


图6 三角网构建的过程

构件的三角网在切线方向和垂直方案投影,分别形成三棱体集合如图7和三角网如图8。

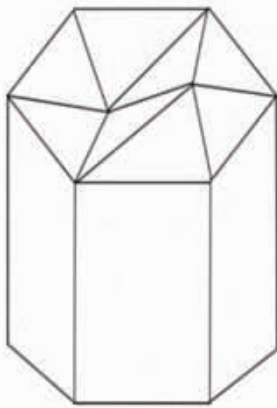


图7 三棱体集合

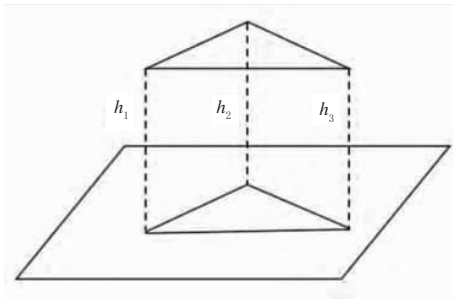


图8 三角形投影到基准面

2.1 土方量计算

常见的土方量计算方法有DTM法、方形网格法、等高线法、剖面法等。激光扫描获取的点云宜采用DTM法进行土方量计算,并对边界采样间距为2.5 m、5 m、10 m和20 m分别进行分析计算^[2]。如图9所示。

DTM法是根据实地测定的地面点坐标和设计高程,通过生成三角网来计算每个三棱柱的填挖方量,最后累积得到指定土方量。

DTM法土方计算可按下述方法进行:

(1)利用三维激光扫描系统获取路基、路面三维激光点云数据,并进行降噪等处理,然后将点云数据在Riscan Pro软件中抽稀后输出,并转换成dat格式,导入CASS软件中。

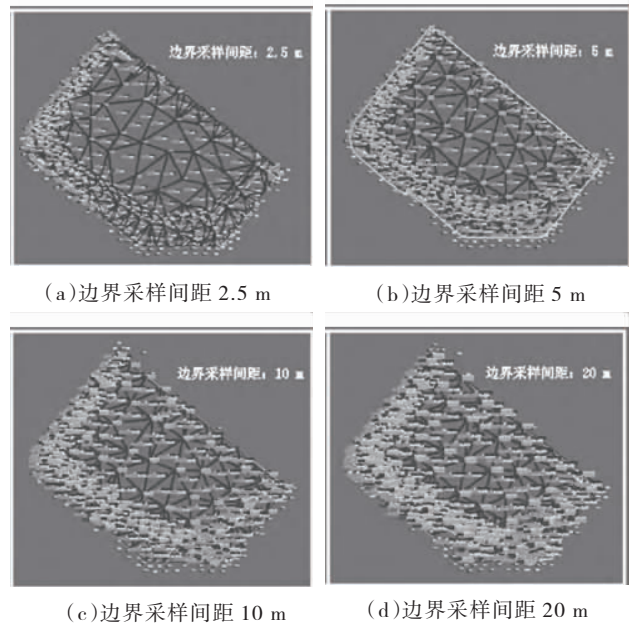


图9 DTM法土方量计算

(2)使用软件展点成图,画出坡顶线、坡脚线和测量范围线,构建互不重叠的不规则三角网,相连的三角网表面就构成了地面的数字立体模型(DTM模型),利用清淤前与清淤后两次观测得到的高程数据建模后叠加,计算两期之中的区域内的土方变化情况。

分别将两期数据导入CASS并建立DTM模型后绘制三角网,即可通过三角网计算两期间土方。

计算结果见图10与表1。

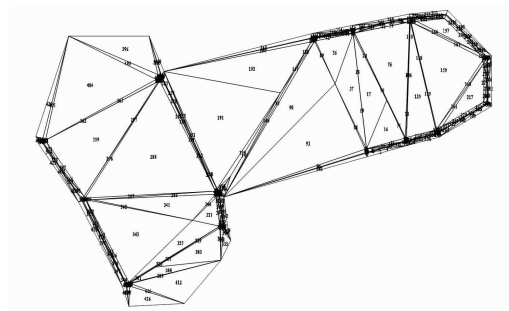


图10 三角网平面图

表1 清淤换填量计算

序号	清淤量 /m ³	填方量 /m ³	
		碎石	灰土
1	294.7	165.9	990.5

3 分析结论

随着工程测量的不断发展,传统的测量仪器(全站仪、断面仪等)已经不能满足高精度的三维坐标的采集和“逆向工程”的需求。对比这类常规的检测技

(下转第265页)

殊处理,直接使用天然地基。

同样高挖方边坡支护的具体形式也大多与现场实际地质情况有关。例如边坡 B 中 K0+000~K0+050 段最大开挖高度约 10.9 m,开挖范围土层为现有道路(纵三线)路基填土层,第 1 阶边坡采用排桩+锚索支护形式,第 2 阶采用放坡+全黏结锚杆支护形式;K0+050~K0+290.5 段最大开挖高度约 11 m,开挖范围土层以残积黏性土为主,采用框架梁+预应力锚索支护形式。边坡 CDHI 的支护高度为 3~7.8 m,采用重力式挡墙或衡重式挡墙支护形式,结合地质条件,对存在地基软弱部位采用高压旋喷桩进行地基处理,其余部位采用天然地基。

可以发现复杂地形下高边坡支护工程设计情况多样,不能生搬硬套某种形式,需综合考虑构筑物布置方式、地质现状条件、场地空间利用率、坡面防护与景观融合度等综合因素,配合锚杆、预应力锚索来有效提升支挡结构的受力安全性。

边坡排泄水方面则是统一在边坡顶、坡脚以及边坡平台处设置截排水沟。截水沟断面根据上游汇水面积按 50 a 一遇暴雨计算,边坡排水系统最终应接入场地市政排水管道。

本项目边坡设计采用动态设计方法^[7],即对现场施工实际地质情况以及应力、应变信息进行实时监测,一旦在建设过程中发现安全隐患须立即组织专家论证修改支护方案。据现场实际监测结果反馈,边坡支护效果良好,能够达到设计目的。

5 结语

(1)场地自然坡度较大时,构筑物及厂区道路布

置形式须充分结合地形自然条件。在满足生产工艺流程前提下,园区可以考虑设置成台阶式方案,台阶高差控制在 3~12 m,台阶级数可根据实际情况设置,从而达到节约土地的目的。

(2)厂区道路路网规划应加强地貌分析,尤其是纵断面设计更应因地制宜。纵断面标高须考虑与相邻建筑物标高衔接、地块间交通运输、路下水渠管线埋深、边坡高度、车辆行驶舒适安全性、平面交叉等一众复杂因素。

(3)场地综合排水方面可采用水渠、涵洞、管网结合方式,市政排水采用雨污分流制,园内工业废水应根据实际入驻企业生产废水性质单独排放。

(4)复杂地形下高边坡支护工程须综合考虑构筑物布置方式、地质现状条件、场地空间利用率、坡面防护与景观融合度等综合因素,配合锚杆、预应力锚索来有效提升支挡结构受力安全性。

参考文献:

- [1] 王志军. 复杂地形化工园区控制性详细规划中路网及竖向规划研究[J]. 化学工业, 2019, 37(2):49-54.
- [2] 刘耀龙. 复杂山区市政水厂设计中关键问题处理探讨[J]. 工程技术研究, 2020(3):238-239.
- [3] 孔丹. 复杂地形条件下工业园规划中的土石方平衡优化研究[D]. 长沙:中南大学, 2013.
- [4] 刘旭起, 宗园, 常有. 山区复杂环境下大面积土石方回填工程场平设计及施工控制[J]. 创新科技, 2013(4):82.
- [5] 赵延凤, 张宽地, 芦琴. 矩形断面明渠均匀流水力计算的直接计算公式[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008(36):224-228.
- [6] 李新旺, 甘鹏山, 李国昌, 等. 山区复杂地形条件下高填方边坡稳定性分析[J]. 路基工程, 2015(5):32-37.
- [7] 程强, 黄绍槟, 周永江. 公路深挖路堑边坡工程施工监测与动态设计[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(8):1335-1341.

(上接第 252 页)

术,三维激光扫描技术在数据采集、处理等方面具有更高效、快速、精确、简单等优势,能更加准确的测出河塘清淤回填的工程量。

4 结语

以常泰大桥接线 CT-CZ2 标项目河塘清淤工程量计算为研究背景,对激光点云技术的应用进行了研究,为河塘清淤工程量计算,提出了快速、优质、准确的技术支撑,也对相关的工程的量测提出一定的借鉴,可供于施工人员参考。

参考文献:

- [1] 中设设计集团股份有限公司. 常泰长江大桥南北公路接线工程 CT-CZ-2 施工标段施工图[Z]. 南京:中设设计集团股份有限公司. 2020.
- [2] 王臣. 土方工程中测量技术应用[J]. 工程技术与应用, 2017(8):63, 70.
- [3] 欧斌, 黄承亮. 三维激光扫描技术在土方测量中的应用研究[J]. 城市勘察, 2012(2):123-125.
- [4] 苏春燕, 隋立春. 基于三维激光扫描技术的土方量快速测量[J]. 测绘技术装备, 2014, 16(2):49-52.
- [5] 张荣华, 李俊峰, 林响. 三维激光扫描技术在土方量算中的应用研究[J]. 测绘地理信息, 2014, 39(6):47-49.