

# 基于“BIM 技术”与“无人机倾斜摄影技术”在工程项目中土方平衡的综合应用

## Comprehensive application of "BIM Technology" and "UAV tilt photography technology" in earthwork balance of engineering project

刘旭东  
Xudong Liu

上海建工四建集团有限公司 上海 201103  
Shanghai Fourth Construction Group Co Ltd Shanghai 201103

**摘要:** 本文对于 BIM 技术和无人机倾斜摄影技术在工程中的应用进行了全面的剖析,并且对于深圳技术大学建设项目施工的情况作出了分析,并且从项目土方平衡需求、基于 Civil3D 技术计算项目总土方需求量、利用无人机倾斜摄影技术辅助重点区域土方把控做出来分析,提出了 BIM 土方平衡法应用方法,希望能够给予大家一些启发。

**Abstract:** This paper makes a comprehensive analysis of the application of BIM Technology and UAV tilt photography technology in the project, and analyzes the construction situation of the construction project of Shenzhen University of technology. It also analyzes the earthwork balance demand of the project, the total earthwork demand of the project based on civil 3D technology, and the earthwork control of key areas assisted by UAV tilt photography technology, Proposed BIM earthwork balance method application method, hope to give you some inspiration.

**关键词:** 无人机;技术;施工

**Keywords:** UAV; Technology; construction

**DOI:** 10.12346/etr.v3i1.3104

土方平衡是指通过对施工现场地形的测量得到施工前场地的地形图,再与设计方案中场地的设计标高进行比较,计算出场内的挖方量和填方量。再通过调整场地地形设计标高,使填挖方量基本达到场内自平衡。传统的土方平衡是采用“方格网法”进行分块计算,缺点:1、比较繁琐的数据收集过程;2、计算结果准确性主要取决于技术人员的经验以及现场地形复杂情况;3、过程中需要消耗大量的时间和人力。

因此,为满足大型项目的需求,亟需借助新兴信息化技术,开发出更高效、更经济、更直观的三维土方平衡计算方法。其中,“BIM 技术”与“无人机倾斜摄影技术”在土方计算上的应用优势突显而出:快速计算、精确计算。本文通过阐述此技术在深圳技术大学建设项目上的应用,为后续此类型土方平衡的快速及精确计算开启了新的思路。

## 1. 工程概况

深圳技术大学建设项目(一期)施工总承包 III 标段,位于深圳市坪山区,总建筑面积 23.2 万 m<sup>2</sup>,地下 6.3 万 m<sup>2</sup>,地上 16.9 万 m<sup>2</sup>,包含 7 栋学院楼。项目工程体量大,涉及大量土方的挖填及调配,土方平衡的计算工作较为复杂。

## 2. 项目土方平衡需求分析

### 2.1 需求一:项目占地面积大、建筑单体分散,施工前后变化大

本项目因场地较大,所有单体分散在东、西两个基坑内(4# 基坑、2# 基坑)。基坑之间为排洪沟,竣工后建成校园的景观湖。湖体的西侧为原始山体,竣工后建成校园的景观山。因此,整个项目的场地现状与竣工后的交付结果存在较大变化,对项目土方平衡总量的计算提出更高要求。

利用传统的“方格网法”算量将存在较大的误差,而 BIM 技术可发挥出在复杂地形上的精度计算优势。

**【作者简介】**刘旭东(1984~),男,江苏滨海人,工程师,研究方向:工程技术,项目管理。



图1 初始场地与竣工场地对比

## 2.2 需求二:重点部位的土方变化情况复杂

(1) 由于景观山的山体可挖土方量较多,可用于现场基坑及室外场地回填。随着项目的进展,山体的土方量也呈现出动态的变化。实时把控山体的变化情况以及对现场土方的区域调配,是项目必须解决的问题。

(2) 基坑中间的排洪沟需要先行回填,同时作为现场临时土方堆放点,后期再重新开挖塑形成景观湖。在整个施工过程中土方变化情况比较复杂,对此区域的土方把控也是项目的重点。

利用 BIM 技术结合无人机倾斜摄影技术,对现场进行周期性扫描,建立三维实景模型,不仅可以对上述重点区域的土方量进行直接测算,还可以进行动态对比,辅助各部门全方位了解该区域的土方情况,为后期土方区域调配带来便利。



图2 重点部位周期倾斜摄影扫描

## 3.基于 Civil3D 技术计算项目总土方需求量

### 3.1 技术应用路线

基于 Civil3D 的土方计算法是以地质勘察单位提供的地形方格网数据为初始数据源,以设计地形数据为最终数据源。将两个数据源形成的曲面进行叠加分析,得到的体积差值就是场地的挖填方量。具体操作如下:

- (1) 将原始地形数据导入 Civil3D 中,创建原始地形曲面模型;
- (2) 将设计地形数据导入 Civil3D 中,创建设计地形曲面

模型;

(3) 将实景模型导出的点坐标信息导入 Civil3D 中,创建该时间点的地形曲面模型;

(4) 根据需求将以上地形曲面模型进行叠加分析,得到土方挖填方量。

### 3.2 具体操作流程

(1) 利用勘察单位提供的原始方格网点数据制作原始地形曲面模型;

(2) 根据设计景观图的完成面标高,提取点数据制作设计地形曲面模型。由于设计地形图的标高是完成面标高,包含了道路面层,因此需要对相应区域的数据进行扣减处理;

(3) 根据项目实际情况进行区块划分:2# 基坑、4# 基坑、景观山、景观湖四个部分,然后对四个区块进行单独计算再汇总;

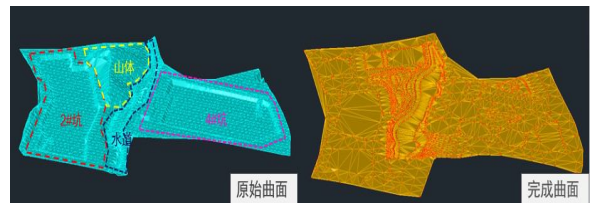


图3 两阶段曲面模型

(4) 利用 Civil3D 软件将两个曲面进行叠加分析,自动生成土方计算报告。

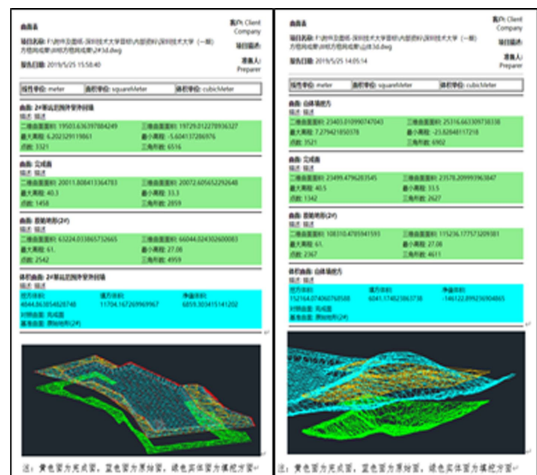


图4 曲面叠加计算报告

## 4.利用无人机倾斜摄影技术辅助重点区域土方把控

### 4.1 技术应用路线

利用无人机倾斜摄影技术,获取实际地形高质量的地形图像及 POS 数据,经过数据处理软件将图像进行空间三维

匹配;用既有的控制点人工辅助调整,形成现状地形表面模型;根据现状地形模型结合设计地形标高,可分区域测量场地的挖填方数据。具体操作如下:

(1)现场踏勘确定地形的测区范围和地形情况,根据现场和周边环境确定无人机飞行区域及高度,开展航测数据采集工作;

(2)确定现场地形控制点,测量控制点的地理坐标信息。也可以采用既有的场区或建筑物细部作为控制点;

(3)在数据处理软件中添加现场控制点信息到相关的图像中,所有图像空间三维匹配完成后结合图像纹理生成现状地形表面模型;

(4)根据设计地形图不同标高划分计算区域,分区域测量挖填方体积。



图5 倾斜摄影实施技术路线

## 4.2 具体操作流程

### (1)外业影像数据采集

首先进行测区航线规划,采集实际的地形数据,建立数字三维实景模型。采用搭载2000万像素相机的四旋翼无人机,根据场地周边情况及无人机飞行性能,确定飞行高度为125m;摄影的航向重叠率和旁向重叠率均为70%;无人机飞行速度不宜超过10m/s;至少以不同视角飞行两条航线以上。

随后进行控制点测量,根据场内现状地形测设6个控制点,保证地形的高处和低处都有一定数量;控制点必须是无人机拍摄时易于发现的特征点;采用RTK或全站仪进行点位数据收集。

### (2)内业航测数据处理

通过外业航测获取到的原始照片、POS数据以及控制点数据,用软件将这三者进行匹配处理;根据项目情况编辑模型边界,设置数据处理的选项参数;自动生成地表地形,完成

纹理覆盖,从而形成现状的地形表面三维实景模型。

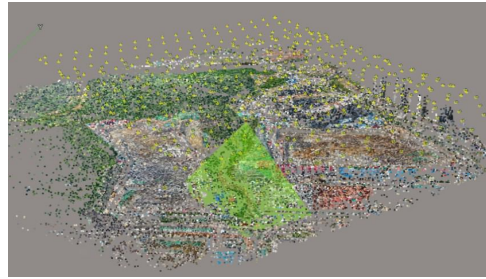


图6 空间三维匹配与实景模型

### (3)实景模型功能运用

在建立完毕的现状实景模型中,可以快速的对现场高程距离、面积体积进行测量以及坐标点的抓取。本项目每个月对现场进行一次扫描拍摄,并制作实景模型,通过对比某两个阶段的模型内容即可算出特定区域土方量的变化情况。利用这一功能,可对现场景观山及景观湖的土方情况实现了更为精准的把控。



图7 重点区域两阶段土方动态变化情况

## 5.BIM土方平衡法应用总结

### 5.1 发挥应用优势

基于本项目占地面积较广、场地环境复杂、涉及高大山体及大跨度景观湖、且竣工前后场地变化明显等特点,通过采用“BIM技术”与“无人机倾斜摄影技术”的综合运用,实现了全过程的土方平衡计算及土方把控,与传统的计算方法相比发挥出了以下优势:

#### (1)计算方法更为科学

采用Civil3D曲面分析技术进行土方计算的逻辑是根据两个曲面叠加的体积差而得,逻辑清晰统一。相对于手工计算,电脑软件能处理更为庞大的数据,可以避免人为计算误差。

#### (2)数据获取更为快速

项目针对重点区域把控采用无人机倾斜摄影技术收集

地形纹理和 POS 数据,与传统的现场逐点测量的方法相比,实现了机动灵活性更强、劳动强度更低、生产效率更高、数据的时效性更强等特点。该方法也适用于地形初探阶段、快速估算阶段的土方计算。

### (3)数据密度更为精细

传统的地形测绘精度较低,测绘点间距为 10-20m。而利用无人机倾斜摄影技术获得的坐标点是按一定规律密布的。点的密度越大,所包含的信息量越大,合成后的曲面模型就越接近真实地形,计算结果也越接近真实数据。

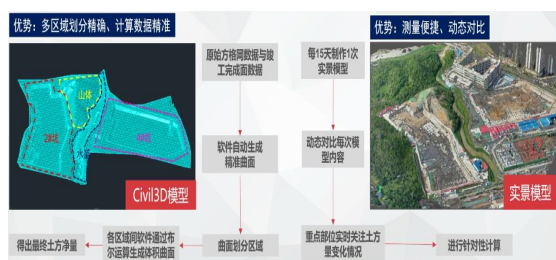


图 8 两种方法优势介绍

## 5.2 综合应用效益

借助 Civil 3D 软件在地形及曲面分析方面的独特优势,以及无人机倾斜摄影技术的拍摄便捷、灵活的特点,实现对

整个项目土方算量更为精确的计算。BIM 土方平衡的综合应用,在施工过程中也辅助了项目实施过程中更好地对土方进行调配和管控,加快了现场的施工进度。同时,在最后土方费用控制方面也更为精确,实现项目成本的有利把控。

## 5.3 后续应用展望

后续,将通过改良测量方法和优化内业模型处理方式,对实景模型进行延伸应用,例如可进行场地坐标复核、高精度地形测量等工作。期待在更深的维度上不断拓展,更好的发挥以及创造更大的价值。

## 6.结束语

综上所述,作者在本文之中对其进行了全面的剖析,希望能够给予大家一些启发,作者在本文之中抛砖引玉,希望大家在阅读之后能够将自己的所想所得进行剖析。

## 参考文献

- [1] 李冉,张恒,许兴成,廖富兴.BIM 与无人机结合精确计量工程土方量方法研究[J].建筑机械化,2020,41(11):58-61.
- [2] 李磊,王玉红,赵亮,于帅,裴华,吴春伟,陈德本.无人机倾斜摄影技术与矿山环境治理地面勘查技术在大山口金矿中的对比研究[J].新疆有色金属,2019,42(06):53-54.

(上接第 65 页)

## 4.3 做好连接工作

装配式混凝土结构当中生产出来的预制构件需要被放置在房屋建筑物的各个部分,主要起到的是一个连接的作用。因此在针对房屋建筑进行施工时,就要提前按照正常的加工连接顺序和正确的流程来实现这一连接工作。同时在连接工作进行过程中,还要不断注重细密性的把控,要选取具有专业性、操作性强的技术工人来进行,要不断加强连接的严密性。

## 4.4 扩大装配式混凝土技术的应用

装配式混凝土结构现在已经被广泛应用在建筑物的构建当中,并且该项结构技术的适用范围也在不断增加。建筑施工企业在建造房屋时可以对各项技术进行充分的考量,在传统技术和装配式混凝土技术当中进行有效选取,并对其加以完全利用,获得更大的综合收益。要不断扩大该项技术的使用,加大对该项技术的宣传,降低成本,节能减排,增加利润。

## 5.结束语

装配式混凝土技术对于建造房屋具有积极的意义和作用,该项技术性能较优,不仅能够起到节能减排的效用,而且可以提高施工效率,降低工程造价。其主要包括 NPC 技术、PC 技术、PCF 技术和剪力墙施工技术。在这些技术的应用过程中,也存在一定的隐患,例如房屋自身设计存在问题、预制构件本身质量存在问题、预制构件的连接工作也存在相关的问题等,针对这些问题提出了相应的改进措施,要不断加强房屋的设计工作,增强预制构建的质量,做好预制构建的连接工作,同时还要扩大装配式混凝土技术的应用范围,相信实施这些措施之后最终能够实现更大效益。

## 参考文献

- [1] 田雪梅,王胜男.房屋建筑装配式混凝土结构施工关键技术探析[J].居舍,2018(35):70.
- [2] 姚文杰.基于模块化装配式混凝土结构关键节点连接技术研究与应用[D].安徽理工大学,2017.