

济南市听水路、雨华路 无人机航测实施方案

投稿单位：济南金日公路工程有限公司

单位名称：济南金日公路工程有限公司

投稿人：总工办-信息室-刘浩

联系电话：13370509393

目录

1. 无人机概述.....	1
1.1 倾斜摄影简介.....	1
1.2 倾斜机型简介.....	1
1.3 倾斜摄影特点.....	2
2. 客户需求	2
2.1 工程概况.....	2
2.2 采集客户需求.....	3
3. 飞行整体流程.....	3
3.1 前期准备.....	4
3.2 现场勘察.....	4
3.2 现场勘察.....	4
3.3 航线设计.....	4
3.4 像控点布设.....	4
3.5 外业飞行.....	5
3.6 差分解算.....	5
3.7 数据预处理.....	5
3.7.1 坐标转化.....	6
3.7.2 冗余剔除.....	6
3.8 Smart3D 建模.....	6
4. 模型应用	6
4.1 Civil3D 土方算量.....	6
4.2 Civil 3D 高程分析.....	9
4.3 Civil 3D 跌水分析.....	9
5. 成果验收及总结.....	9

1. 无人机概述

1.1 倾斜摄影简介

倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术，它颠覆了以往正射影像只能从垂直角度拍摄的局限，通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从一个垂直、四个倾斜等几个不同的角度采集影像，更好的获取地物侧面纹理信息。

1.2 倾斜机型简介

在目前国内众多无人机航测公司中，我公司选择飞马无人机机型进行后期工作，目前飞马无人机分为固定翼、多旋翼、混合翼三种类型，目前我公司采用多旋翼 D200 进行施工作业：



图一 飞马多旋翼飞机 D200

1.3 倾斜摄影特点

用无人机搭载倾斜测量模块的方式进行测区倾斜影像数据获取，能够在较短的时间生产高质量、高精度的模型成果，并在此基础上进行大比例尺测图工作。此方式可减少大量外业控制点，将以往需要全野外测绘的测图工作转变为内业加部分外业调绘，大大减轻外业人员劳动强度，提升作业效率，外业采集更自主、更高效，可为工程建筑行业、信息化数据库建设等工作提供更加丰富、真实、时效性强的基础地理信息数据，整体效果远优于传统测绘方式。

2. 客户需求

2.1 工程概况

济南市华山片区位于滨河新区的中东部，规划定位以华山历史文化公园为核心，结合济南山水城市生态轴、齐鲁传统文化轴，集文化旅游、创意产业、宜居生活等功能的历史特色片区。西起二环东路，北至济青高速，东南邻小清河，规划总用地 1460 公顷，其中公园景区用地 747 公顷，城市建设用地 533 公顷，居住人口规模约 13 万人。

本工程为济南市华山片区听水路、雨华路等市政道路建设工程，其中施工二标段包括听水路（北段）、规划三路、云芝北路、华泉路

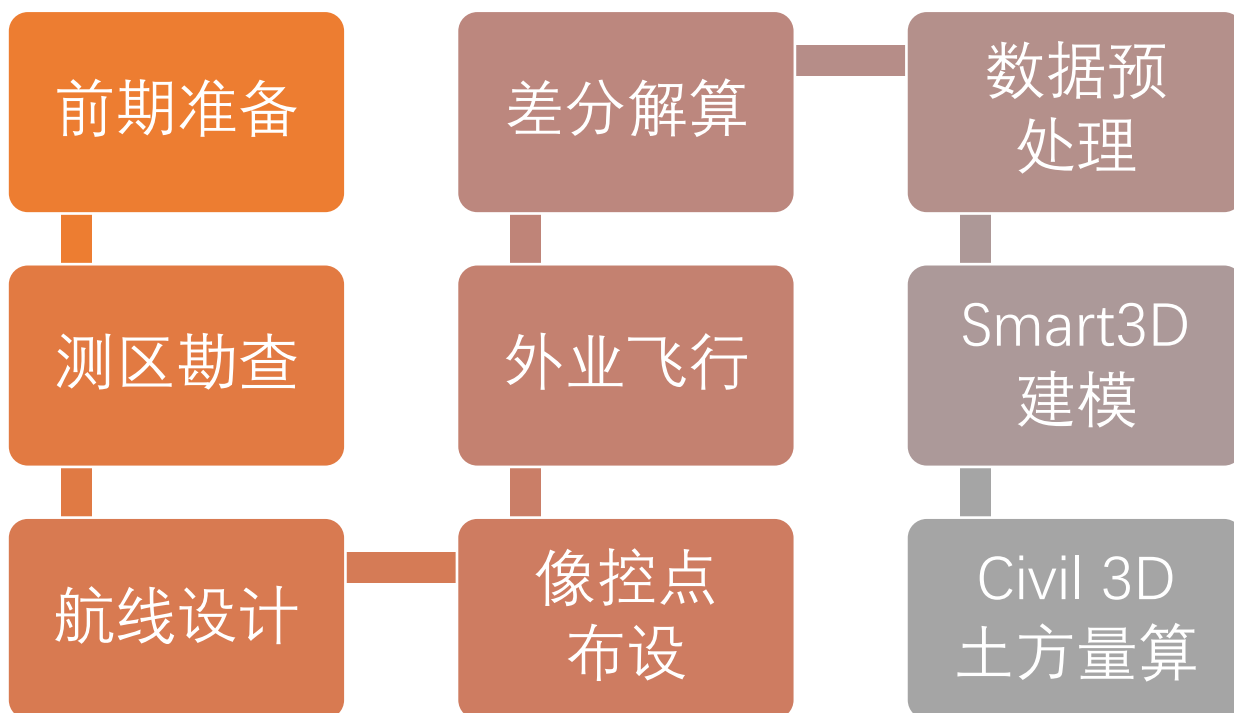
(北段) 等道路工程。云芝北路长约 544 米, 规划红线宽度 25 米; 听水路北段(云芝北路以北部分)长约 142 米, 规划红线宽度 15 米; 规划路三(云芝北路以北部分)长约 184 米, 规划红线宽度 15 米; 华泉路(北段)长约 41 米, 规划红线宽度 15 米。

主要施工内容包含道路工程、交通工程、管线综合工程、电力沟工程、排水工程、照明工程、通信工程和绿化工程。

2.2 采集客户需求

通过电话咨询、现场勘察的方式获得客户需要 1:500 精准三维模型及施工位置填挖方量成果, 模型精度在 $\pm 2\text{cm}$, 确定客户需求后, 开始进行飞行前期准备。

3. 飞行整体流程



图二 飞行整体流程

3.1 前期准备

获取到客户成果具体要求后, 开始进行无人机航测流程的整体编制, 编制完成后, 确定航测人员及航测思路, 同时准备飞行所需物资, 做好外业飞行准备。

3.2 现场勘查

为明确任务目标, 包括精度要求、区域范围及测区概况, 需进行现场实地踏勘。主要了解测区的情况有无禁飞区, 地形地貌, 房屋分布如房屋密集程度, 道路是否通畅、楼层高度是否遮挡 GPS 信号, 测区内建筑物最大高度等, 通过对测区的踏勘, 了解测区的基本情况, 以便布设相控点、规划航线, 制定飞行方案; 同时, 为保证测量精度, 飞行相对高度较低, 现场踏勘可有效保障飞行安全。

3.3 航线设计

由于三维模型的模型效果、模型精度和影像质量、分辨率密切相关, 因此项目需要降低飞行速度, 飞行速度为 8m/s, 避免飞机移动过快造成的相片运动模糊, 保障相片质量。

为了保障三维模型的效果, 航向重叠度设定为 85%, 旁向重叠度设定为 70%。同时进行精准地形跟随飞行, 保证飞行安全的同时保证影像分辨率。

3.4 像控点布设

为保证后期 Smart3D 建模精度, 需在飞行前在测区内打相控点,

这些点既可用于控制点与高精度 POS 的联合平差处理也可以用于倾斜免相控的精度检查。像控点采用地面喷绘油漆作为测量标志，利用 GPS-RTK 采用强制对中杆测量标靶中心坐标，每个点位进行 2~3 个测回操作，取其平均值作为真值，将控制点精度控制在 2cm 以内。

3.5 外业飞行阶段

待像控点布测完成后开始进行飞行数据采集。D200 支持网络 RTK/PPK 融合作业模式，根据成果控制点坐标系可选择连接千寻 WGS84 坐标或 CGC2000 坐标系飞行，后期飞行完毕后可进行对应虚拟基站的下载。飞行完成后及时下载数据，包括照片、机载 POS、机载 GPS 数据、并现场检查数据质量及完整性，外业任务完成。

3.6 差分解算

基于无人机管家的智理图模块进行融合差分 GPS 解算。

1) 根据机载 GPS 观测数据下载对应的虚拟基站数据。

2) 对虚拟基站数据及机载 GPS 数据进行融合 PPK/RTK 差分结算,得到高精度差分 POS 数据，得到五个相机的精确曝光定位信息。

3.7 数据预处理

为便于后期数据处理，保证后期数据处理质量和效率。需根据需要使用无人机管家的实用生产工具进行处理。

3.7.1 坐标转换

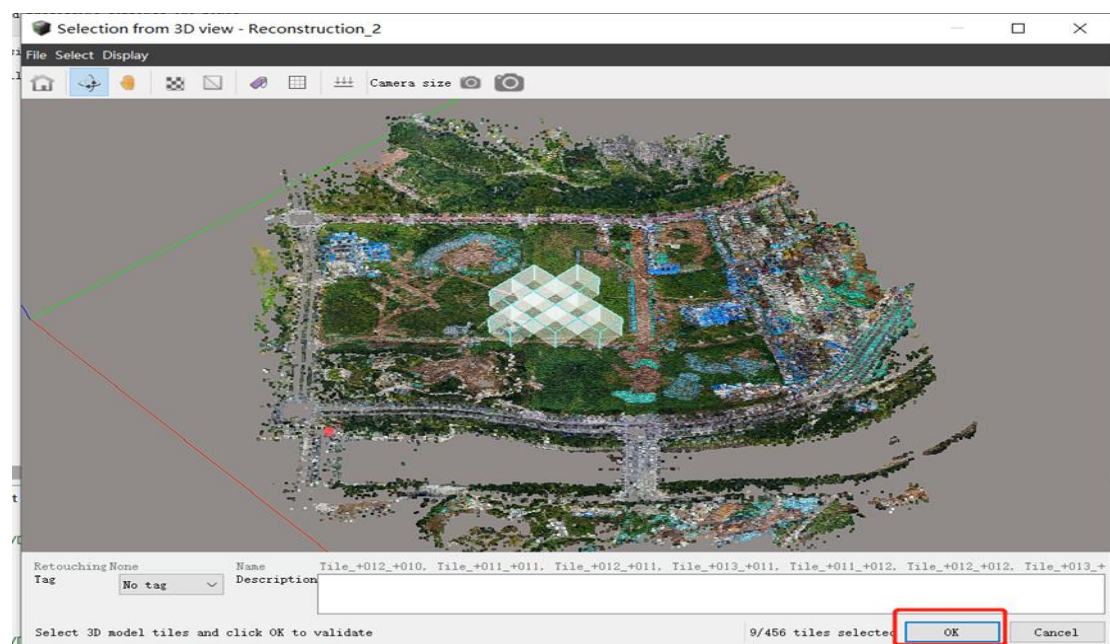
将 WGS84/CGC2000 坐标转换为与控制点在同一坐标系下的平面坐标，实现数据的免相控处理。

3.7.2 冗余剔除

采用飞马无人机管家基于五相机影像数据及准确 POS 信息进行倾斜工程创建，导入范围文件，剔除冗余影像。

3.8 Smart3D 建模

基于飞马平台获取的倾斜数据，获得对应 XML 文件，直接导入 CC 三维建模软件进行处理首先获得 1:500 精准三维模型。

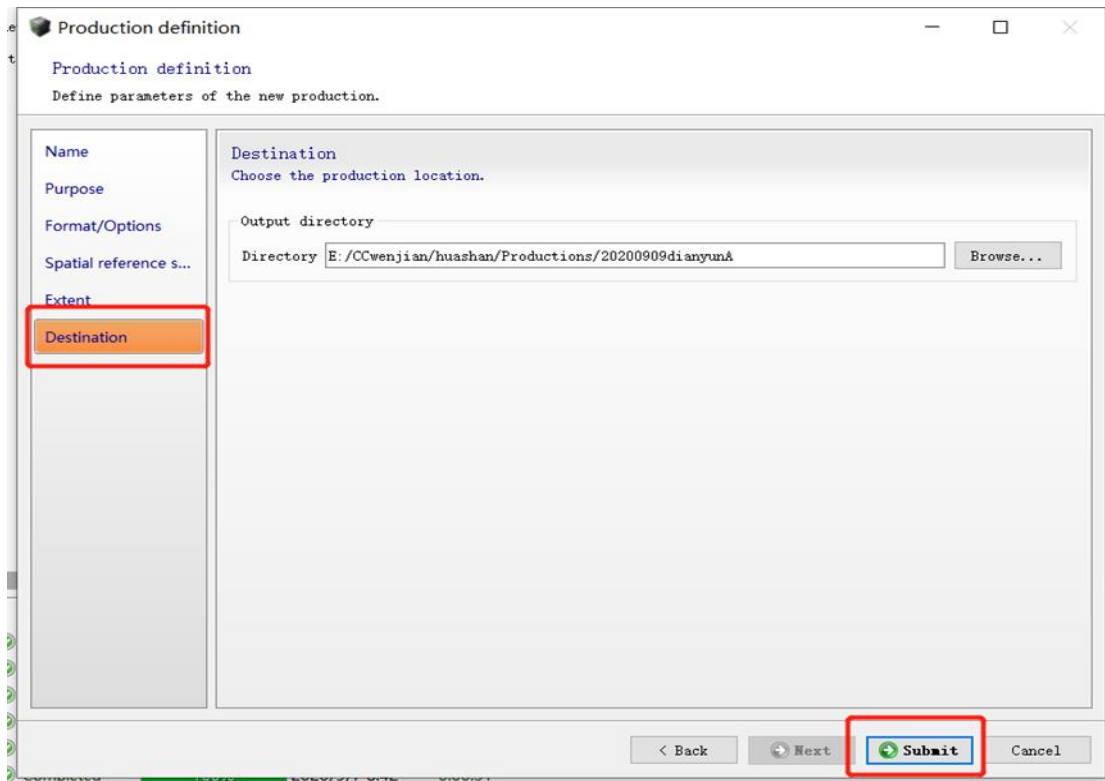


图三 获得高精度三维模型

4. 模型应用

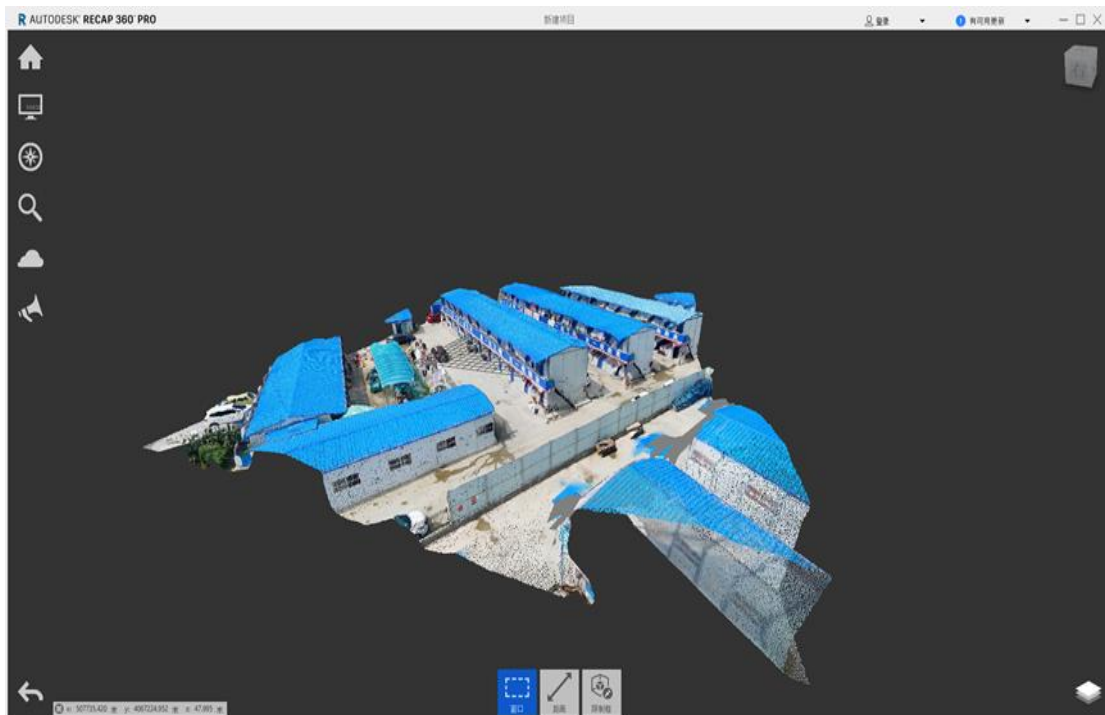
4.1 Civil 3D 土方量算

将 xml 文件导入 CC，使用像控点刺点，解算出点云文件，格式为.las。

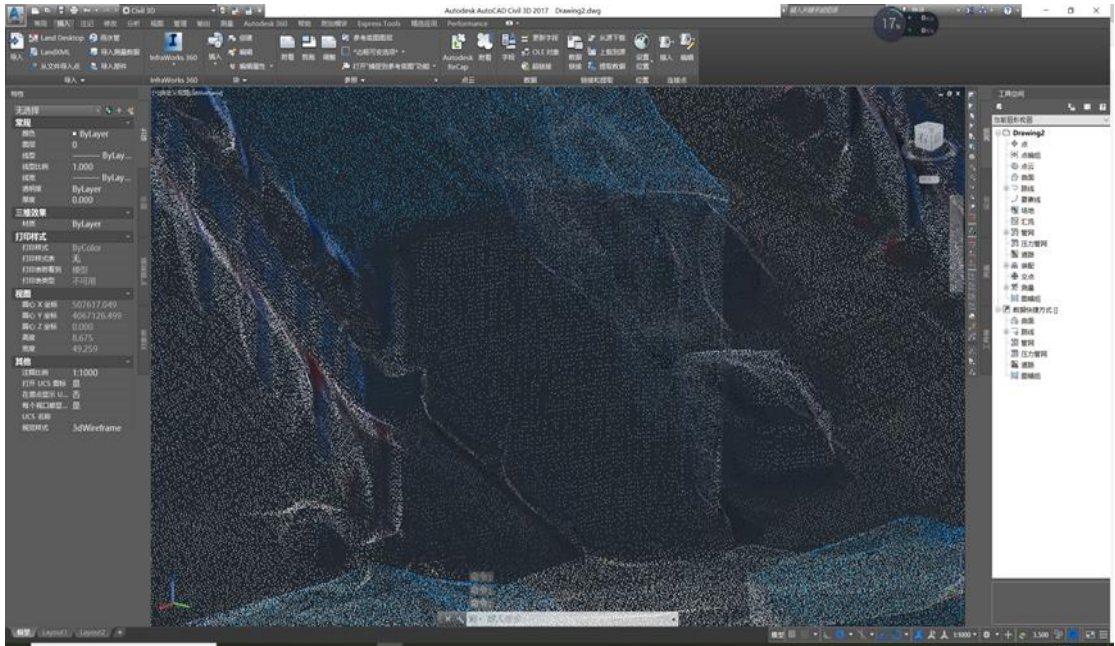


图四 通过 CC 处理得到点云模型

之后，将所得格式为.las 文件导入 Civil 3D 文件，并适当做抽稀处理，得到合适的点云地形曲面文件。

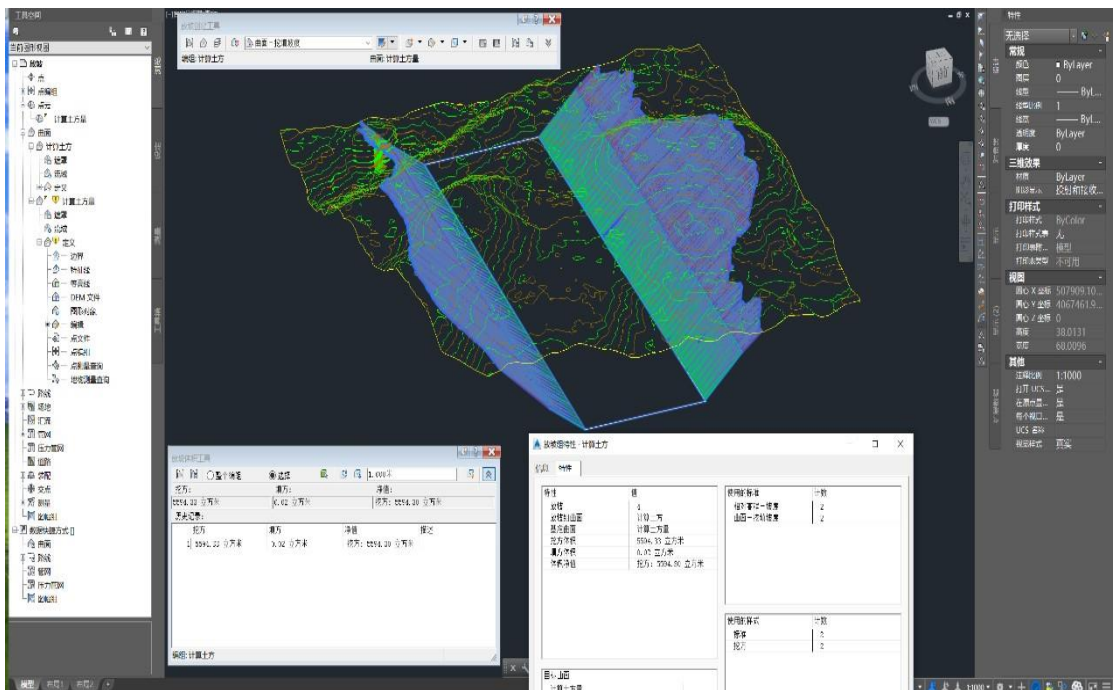


图五 高精度点云模型导入 Civil 3D



图六 高精度点云模型

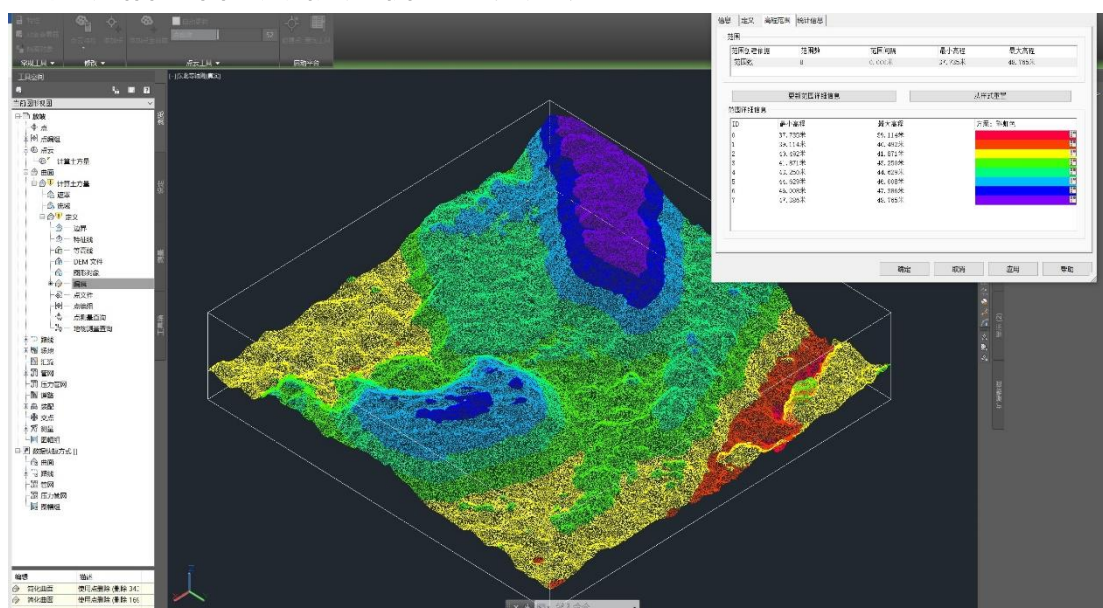
根据生成的原始河道及沿岸地形曲面，设置放坡值，确定松散系数和压实系数，开展填挖土方的计算，最终得到相应位置土方量算结果。



图七 土方量算成果

4.2 Civil 3D 高程分析

将曲面不同的高程以不同的颜色显示。使用“添加图例”命令，将分析结果以图例的方式显示在图形文件中，直观展示地形的高程范围。可以选择“静态”或者“动态”的图例，如果选择动态，表格内容会跟随分析结果实时变化。



图八 高程分析成果

4.3 Civil 3D 跌水分析

在曲面上指定一点，可以计算出该点水流的最终汇集地点

5. 成果验收及总结

成果完成后首先进行自检，与客户需求进行对比，满足客户要求精度，填写无人机航测交付单，无人机航测项目交付完成。

随着科学技术的发展，无人机技术在我国已日趋成熟，尤其在建筑工程测量中得到了广泛应用。无人机航测技术在工程测量中有独特

的优势，能保证新型测量的质量和效果。无人机航测技术是人工智能技术和信息技术测绘行业的结合，无人机航测有着工作周期强、测绘范围广、成本低、精度高和操作简单等优点，也减少了测绘工作人员的工作量，精确的测量也为工程的顺利安全实施提供了保障。