



飞马无人机在公路BIM三维协同设计中的应用



让世界更畅通

汇报人：曾 聪

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

2020年11月

Contents

项目背景

技术路线

解决的生产问题

创新型应用-公路BIM三维协同设计

结论

襄阳至宜昌高速公路工程

- 襄阳至宜昌新建高速公路工程。起点顺接襄阳南外环高速，止于沪蓉高速官庄水库，里程约**90km**，双向四车道，设计时速100km/h。
- 建成后可将襄阳、宜昌湖北省两个省域副中心城市直接串联起来，不仅丰富区域内路网结构，提高交通出行效率，更将成为湖北省“一主两副多极”战略实施的重要支撑。



该项目具有以下特点：

1、项目工期紧：未作基础控制，线位中段临近机场，需要在15天内提供1：2000地形图，用于公路设计

2、地形地貌复杂，交通不便：项目位于山区植被茂密，最大高差达700米，村庄少，外业作业比较困难，迫切需要一种灵活高效的作业手段

3、项目地位高，路线方案控制因素多：二广、麻安高速与呼北高速等多条国高网之间的连接线，襄阳至宜昌快速通道的重要组成部分；地层岩性多变，构造断裂发育，需综合考虑地形地质条件以及对区域社会经济发展的影响。需要构建公路BIM模型对方案进行全方位比选与优化。



Contents

项目背景

技术路线

解决的生产问题

创新型应用-公路BIM三维协同设计

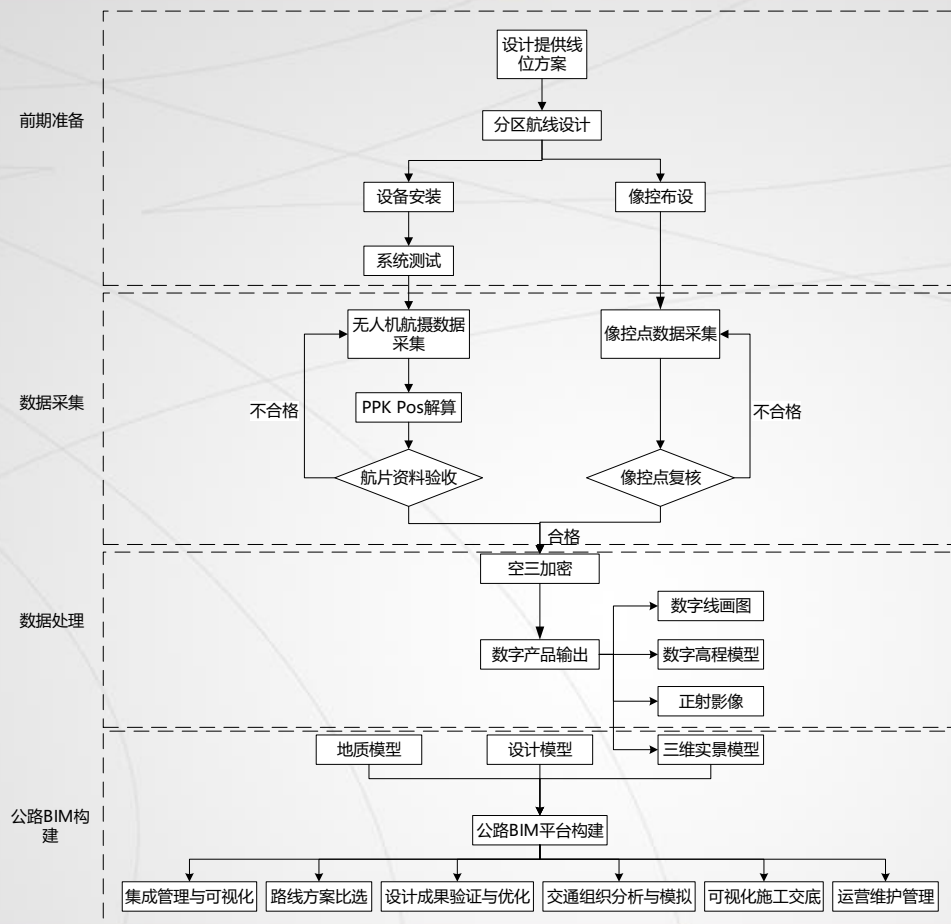
结论

基于飞马V100无人机的航空影像快速获取

围绕无人机低空摄影测量技术在公路工程BIM三维协同设计中的应用问题，采用飞马v100无人机搭载V-CAM100航测模块（焦距35mm、像素7952*5304）进行影像采集。



飞马V100



针对复杂带状地形的航线设计

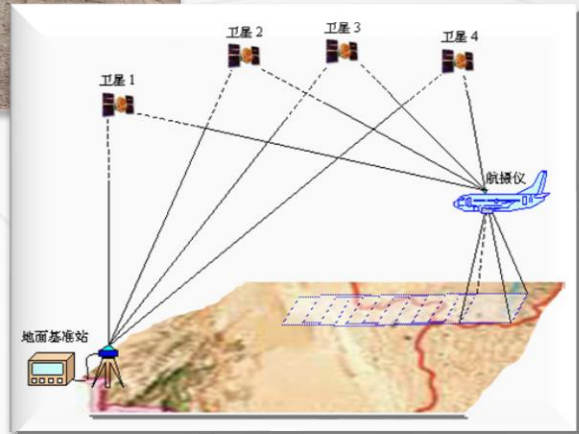
本项目设计线位长度约90km，测量带宽为1km，整个项目跨度较大，测量范围内的地形复杂多变，为兼顾航飞的效率与质量，采用飞马无人机管家的智航线模块进行航线设计，该模块的智能化及自动化程度较高，航线设计主要依据以下原则：

- 确定航摄分区
- 确定分区基准面高度
- 设置航线布设相关参数



PPK RTK POS融合解算

- ❑ PPK/RTK融合解算。基站无需架设在已知点上，可自由设站，已知点坐标自动采集。
- ❑ 飞马智理图模块一键式PPK/RTK融合解算的POS结果。
- ❑ 将pos数据与像控点参与的空三加密反算得到的影像外方位线元素进行对比，综合误差为10cm。



GPS解算

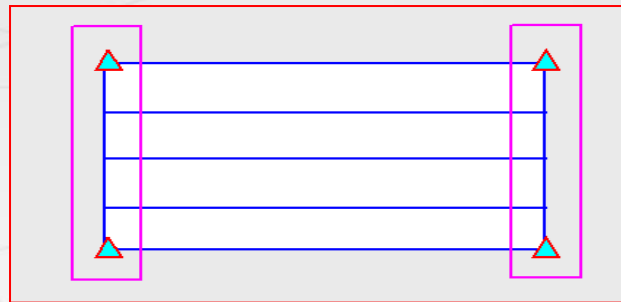
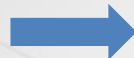
稀疏像控点布设及测量

表 6.2.4-3 1:2 000 成图航带网布点首末端点间的间隔基线数

航摄比例尺	地形类别		平原	微丘	重丘	山岭
	焦距					
1:8 000	152		8/*	8/*	12/10	12/12
	210		8/*	8/*	12/8	12/12
1:10 000	152		6/*	6/*	10/8	10/10
	210		6/*	6/*	10/6	10/8

常规像控布设方式:间隔6条基线, 隔航带

2106个



高精度POS辅助的像控布设方式:四角布设平高控制点, 适当在航线1/4和3/4处增加像控点

210个

航测外业工作量仅为区域网布控方式的1/10, 保证了整个项目的航测成图工期, 极大地减少常规空中三角测量所必需的地面控制点, 降低生产成本、提高生产效率。

基于似大地水准面精化模型的高程转换

高程异常是因地球表层（地壳）物质分布不均匀引起的，与重力异常相关。似大地水准面精化是利用重力水准面的高分辨率和高程异常控制点（GPS/水准点）的高精度特点，将二者数据融合，得到适合目标区域的高精度、高分辨率的水准面。

$$h = H - \xi = H - H \frac{g_m - r_m}{g_m}$$

$$\xi = H \frac{g_m - r_m}{g_m}$$

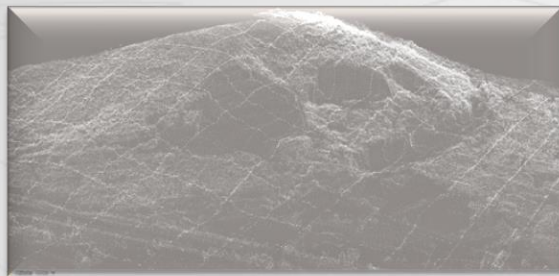
h 为正常高； H 为大地高； ξ 为高程异常； g_m 为实测均衡场重力值； r_m 为正常重力值

本项目像控点利用网络RTK进行测量，所得像控点为大地高 H ，需要转换为正常高 h 。基于省级的似大地水准面进行高程转换，可以达到较高的精度，满足大比例尺测图及碎步测量需求。

似大地水准面精化实测高程异常点检查统计表

点号	实测高程异常 ξ_1	拟合高程异常 ξ_2	$\xi_1 - \xi_2$
1	***	***	-0.014
2	***	***	-0.065
⋮	***	***	
42	***	***	0.043
43	***	***	0.061
中误差			± 0.037

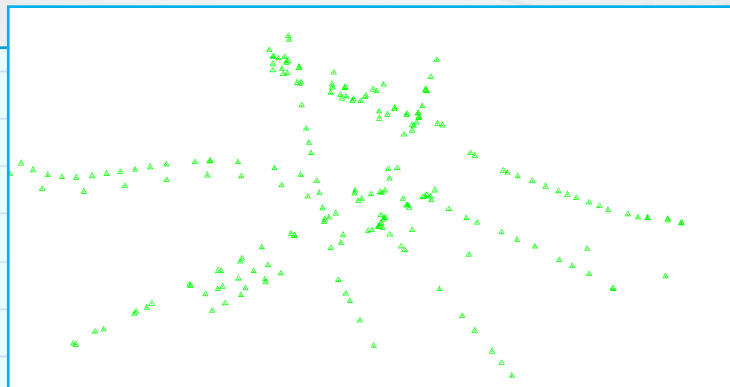
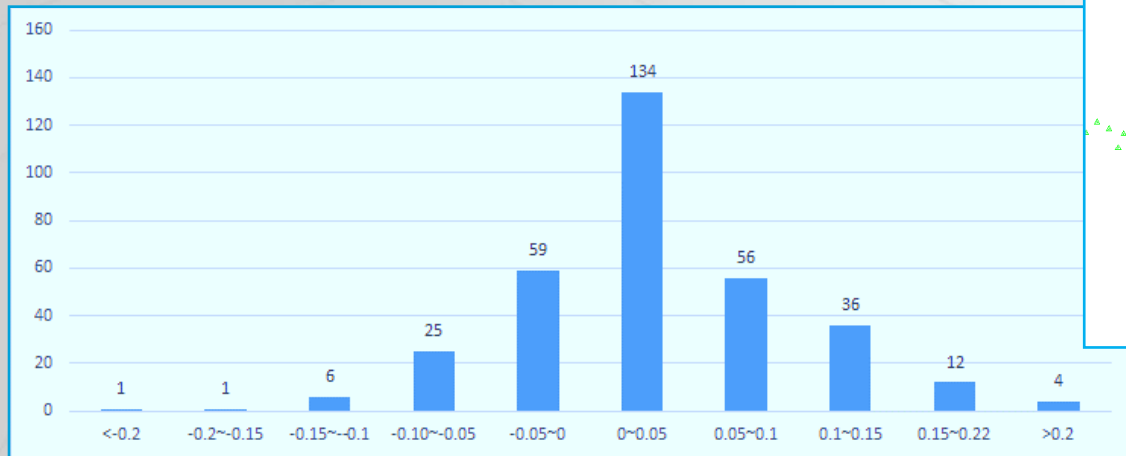
三维环境模型快速构建



精度检测与分析

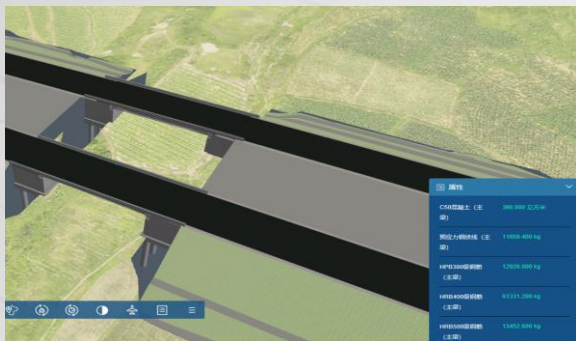
为验证本次建模的精度水平，在测区范围内利用GPS RTK设备均匀采集部分特征检查点，总计334个，分别对模型进行平面、高程精度检核，精度统计如下：

	$\Delta S/m$	$\Delta Z/m$
平均误差	0.072	0.15
中误差	0.13	0.2



经过计算得到，检查点平面中误差为**0.13m**，高程中误差为**0.2m**，模型精度满足项目设计书要求。

公路BIM构建



- **多源数据融合：**公路BIM包含海量、不同来源以及不同分辨率的空间数据，其模型类型主要包括：三维实景模型、地质模型以及工程设计模型。
- **属性录入与存储：**各类型模型在集成的过程中，需要将属性信息进行存储入库，尤其在施工阶段涉及大量的施工信息，公路BIM提供模型的属性录入接口，可以对其进行分时、分层、分类录入与存储，建立模型与属性管理系统精准的映射关系。
- **海量三维模型可视化：**充分利用模型LOD技术，实现大范围场景的高速漫游和快速可视化，同时可以根据任务需求的不同，提供不同属性信息的显示与相关空间分析结果，为公路工程勘察设计提供全面准确的参考依据。

Contents

项目背景

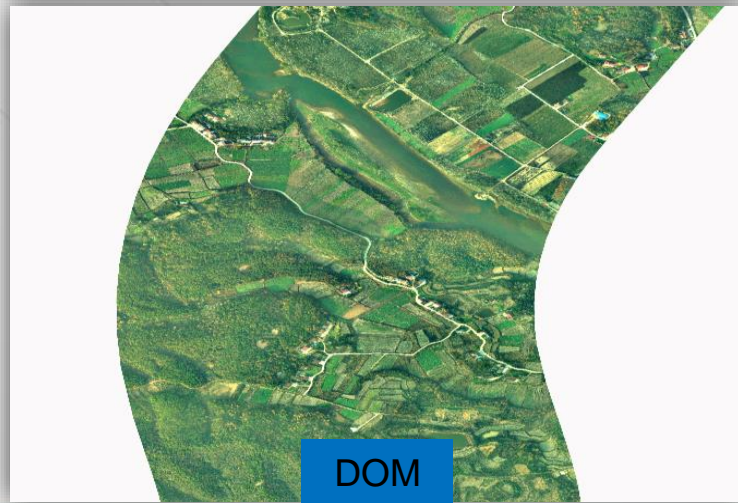
技术路线

解决的生产问题

创新应用-公路BIM三维协同设计

结论

- ❑ 飞马v100倾转无人机充分结合了旋翼无人机与固定翼无人机二者的优势，有效解决了固定翼无人机在山区起降困难与旋翼无人机作业效率低下的问题。
- ❑ 飞马v100无人机携带RTK/PPK模块，得到高精度POS，显著减少像控点数量，有效解决山区布控难，空三精度低的问题。
- ❑ 似大地水准面精化模型，解决像控点高程转换问题，使公路工程初步设计阶段所需地形资料不受控制网布设限制，缩短设计周期。



Contents

项目背景

技术路线

解决的生产问题

创新型应用-公路BIM三维协同设计

结论

公路BIM三维协同设计

■ 高效集成管理与可视化

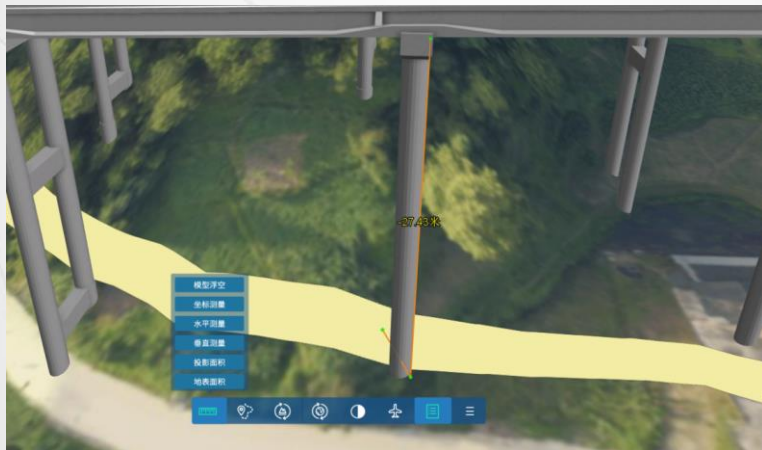
将多源数据整合到一个统一的平台中并以三维的形式展现出来，辅助各设计部门，使项目的设计与沟通交流在完全可视化的状态下进行。同时可以真实模拟高速公路设计阶段的路基、桥梁、隧道形式、综合管廊、行车道组成，能够突出重点，加快设计部门解决问题的速度。



公路BIM三维协同设计

■ 路线方案比选

本项目线路涉及控制因素较多，通过高精度地形模型与设计线路相结合，对地形、现状道路、管廊、可能涉及的拆迁地点、相关文物以及环境保护等主要控制因素进行分析；同时可以对不同线路方案进行三维空间分析，实时展现各个设计方案的后续发展情况，辅助设计，使方案比选更加直观。



公路BIM三维协同设计

■ 设计成果验证及优化

本项目路线较长，地形地貌复杂，涉及桥隧方案较多，利用BIM中的高精度地形模型，可对设计路线平、纵、横断优化，自动计算填挖方量，使设计人员了解方案所涉及的所有影响因素，使设计方案达到最优。



公路BIM三维协同设计

交通组织分析与模拟

利用BIM技术强大的模拟性，在时间维度对建成后的交通情况进行组织分析，通过仿真模拟来直观表达设计方案的合理性。



公路BIM三维协同设计

可视化施工交底

将BIM平台与施工平台对接，使后续的施工管理更为直观，能够使施工人员更加了解工程的重点以及各自的工作内容，随时随地将施工计划与实际进展进行对比，可直观展示工程建设不同时间节点上的进度及质量。



Contents

项目背景

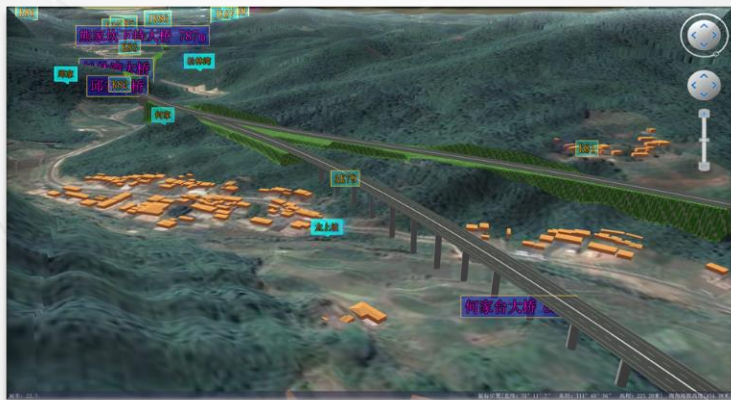
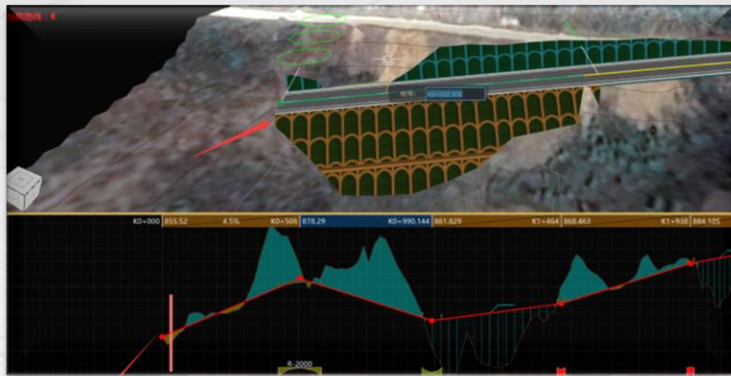
技术路线

解决的生产问题

创新型应用-公路BIM三维协同设计

总结

- 1、飞马V100无人机，以其智能化程度高、作业效率高、POS精度高的优势有效减少公路工程勘察设计外业工作量，降低生产成本，提高生产效率。
- 2、传统公路勘察设计存在管理协同性差、信息时效性差以及设计成果共享性差的问题，公路BIM以其数据完备性、属性关联性以及可视化的特点能够有效改善上述不足。
- 3、公路BIM可以集成显示设计过程中涉及的各控制因素，使各参建方能够更加直观的看到不同方案沿线的建设条件，而且公路BIM可以提供不同类型的空间分析，模拟交通情况，使线路方案比选更加合理、直观，同时辅以高精度地形模型，可对设计线路方案进行验证及优化，为公路工程设计提供理论依据。





谢谢观看
THANKS



让世界更畅通