

# 无人机倾斜摄影与 BIM 融合技术在乐城大桥中的应用

王泓达<sup>1</sup> 黄康<sup>2</sup>

1. 【重庆交通大学】，2【招商局重庆交通科研设计院有限公司】

## 摘要：

大型市政桥梁的建设通常会受到周边建设条件苛刻、桥梁构造复杂、施工场地有限等条件的制约，传统的效果图较难真实反应桥梁与周边环境的融合度。这对设计人员的专业素质和知识技能提出了较高的要求，设计人员需要综合应用多领域知识，以此来保障设计方案的可行性和系统性。与传统设计方法相比，博鳌乐城先行区乐城大桥设计建设中，通过无人机倾斜摄影构建真实的三维场景，与乐城大桥 BIM 模型融合，并在融合后的三维模型上模拟施工阶段，解决了桥梁设计及建设过程中的诸多难点。

## 关键词：

大型市政桥梁；无人机；倾斜摄影；BIM

## 1 工程概况

### 1.1 项目简介

该项目位于海南博鳌乐城国际医疗旅游先行区。先行区是国务院批准成立的全国唯一一个国家级国际医疗特区，被赋予九条优惠政策，是中国医疗领域对外开放新高地，是海南加快落实自贸区和自贸港建设战略的重大举措。乐城大桥是先行区需重点打造的七处标志性建构筑物之一，交通功能、城市设计地位突出。

该项目起于乐天路-康祥路（次干路）平交口，分别上跨雅寨北路、万泉河河道、康庄路，且与规划棉寨路（支路）平交后，终点接规划绵中大道-康健路（次干路）平交。项目路线全长 1.757km，标准路段幅宽度 32m/30m，道路等级定位为城市主干路，设计车速 60km/h；工程设置特大桥 1 座，桥梁全长 1193m，主桥采用独塔悬索桥，桥梁段宽度 32m/36m/47m。工程内容包含道路、桥梁、排水、给水、电力、通信、绿化、交通工程等。概算总投资为 74438.35 万元。



图 1 乐城大桥效果图

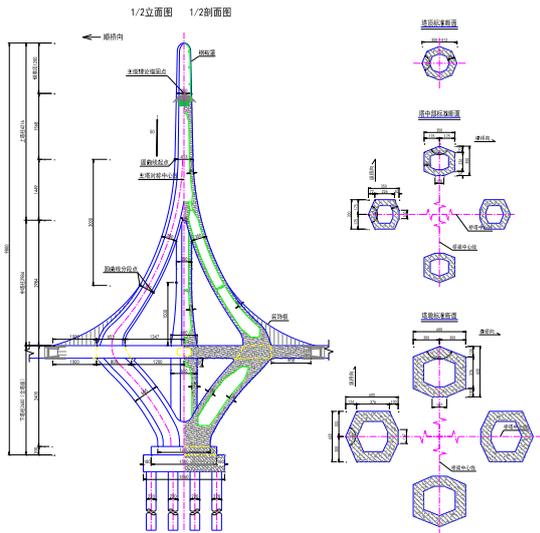


图 2 乐城大桥砣主塔结构图

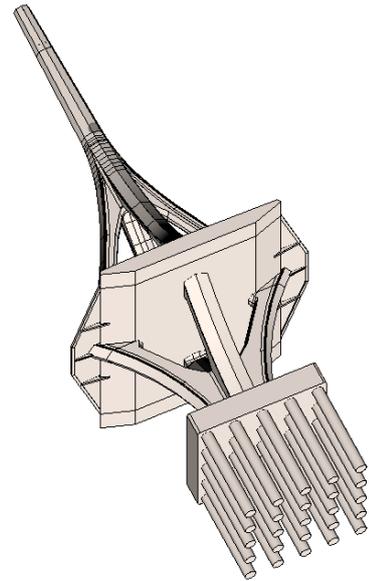
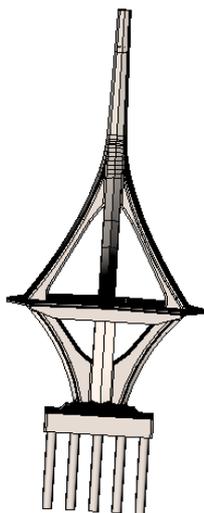


图 3 乐城大桥砣主塔 BIM 模型图

## 1.2 工程特点及难点

主塔上塔尺寸受鞍座影响显著，星钻异形桥塔关键节点理论及缩尺实验分析研究、自锚式悬索桥钢混结合梁结合段受力分析研究、独塔自锚式悬索桥梁端锚体及索鞍三向空间受力分析研究、海洋气候台风区独塔自锚式悬索桥抗风研究等问题急需进行解决。并且乐城大桥为自锚悬索桥，结构复杂，工期漫长（30 个月以上），施工期供水矛盾突出。

基于以上工程特点及难点，决定采用无人机倾斜摄影与 BIM 融合技术对项目的设计与后期的施工过程进行辅助指导。



## 2 无人机倾斜摄影技术概述

无人机运行原理是通过无线电遥控与制动程序对无人机或者是飞行器进行控制，无人机主要包括固定翼、直升机、多旋翼以及飞艇等，具有机动、经济以及快速等优点<sup>[1]</sup>。本项目采用飞马机器人公司生产的 D2000 智能航测遥感系统（见图 4），该无人机具有小巧轻便，旅行箱设计可以随身携带乘飞机或高铁、使用升限 6000 米，适合高海拔地区作业、最大航高 2000 米，适合大高差地区变高飞行作业、模块化设计拆装简单，整机无线连接，组装方便快捷、独家优势专利是变高飞行，根据地形起伏，实现真正意义上地形跟随，相对地面始终保持统一高度、不需要做磁罗盘校准，飞机全自动自检状态，在飞行前离地 1 米进行姿态自检，确认飞行安全后飞机自动起飞、无人机采用 RTK+PPK 的融合解算技术，定位精度高，起降点误差在 0.2 米以内，全程无遥控器操作，避免人为失误、一个飞行平台，可实现多种搭载（单相机、五相机、多光谱、视频等等模块）等优点。

无人机的现场航拍结合《飞马云监控》《无人机管家》《飞马三维浏览器》等软件平台，实现了测区任务地理戳记、航线轨迹展绘、飞行参数显示、航拍参数查看等全程云管理功能。



图4 智能航测遥感无人机

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、四个倾斜等五个不同的角度采集影像，将用户引入了符合人眼视觉的真实直观世界。倾斜摄影测量技术能够提供三维点云、三维模型、真正射影像(TDOM)、数字表面模型(DSM)等多种成果形式，其中三维模型具备真实、细致、具体的特点，通常称为真三维模型。可以将这种实景三维模型当作一种新的基础地理数据来进行精度评定，包括位置精度、几何精度和纹理精度3个方面。倾斜摄影测量技术以大范围、高精度、高清晰的方式全面感知复杂场景，通过高效的数据采集设备及专业的数据处理流程生成的数据成果直观反映地物的外观、位置、高度等属性，为真实效果和测绘级精度提供保证。<sup>[2]</sup>



图5 倾斜摄影成果——地形三维数据地图



图6 倾斜摄影高精度局部图

### 3 大桥 BIM 模型

BIM，既建造信息模型，要求参建各方在设计、施工、项目管理、项目运营等各个过程中将所有信息整合在统一的数据库中，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息，为建筑的全生命周期管理提供平台。使用 BIM 技术可以使规划、设计（初步设计、技术设计、施工图）、竞标、建造、经营、管理各个环节信息连贯一致，包括设计与几何图形、成本、进度信息等。该方法以参数化三维模型为核心，原理是尽可能将建设工程过程中的修改提前到项目前期（施工以前），同时使建设全过程的信息保持一致。

### 4 无人机倾斜摄影与 BIM 融合技术

将倾斜摄影真实三维场景与桥梁工程 BIM 精确模型分别导出.dgn 格式，在 Bentley 平台进行融合，并将融合后的模型导入 Unreal 虚拟现实引擎，通过分析项目建设对周边环境的影响确定桥梁方案<sup>[3]</sup>。经分析，桥塔设计灵感来源于琼海市花三角梅，取其热情、张扬的姿态，构成桥塔独特的结构体系，宛如夜空璀璨的明星，闪烁在万泉河上。桥位航道按 7 级预留，桥跨布置合理利用水下地形，采用独塔自锚式悬索桥。桥塔由下至上逐渐分开在桥梁中部形成闪烁的星光造型，中空的桥塔坚韧刚毅，与主缆形成刚柔并济的景观效果，拉索区设置与人行道内侧，保证人行道的视线通透，桥梁中部设置观景平台，最大幅度展示先行区的秀美风光！



图7 倾斜摄影与 BIM 融合模拟施工阶段



图8 倾斜摄影与 BIM 融合模型

乐城大桥建设条件苛刻、桥梁构造复杂、施工场地有限、施工工艺先进,为攻克项目的多项建设难题,从项目方案阶段开始使用 BIM 进行辅助设计,并积极引入倾斜摄影、虚拟现实先进技术,无人机倾斜摄影技术可为乐城大桥以及今后的市政道路设计提供真实、可靠的基础数据。并且在当今行业升级转型的背景下,政府正积极引导城市基础设施建设向数字化、信息化方向迈进,鼓励在工程中运用新技术、新理念提高工程管理水平,倾斜摄影与 BIM 融合技术将成为行业发展的必然趋势。

### 参考文献:

- [1] 无人机倾斜摄影的城市的三维建模方法优化 [J]. 谭仁春, 李鹏鹏, 文彬等 测绘通报, 2016 (11): 39-42.
- [2] 倾斜摄影与 BIM 融合技术在特大型桥梁建设上的应用 周建敏, 叶嘉庭, 刘辉, 何武超 1009- 7716 (2018) 08- 0331-03.
- [3] BIM 技术在城市高架桥梁工程中的应用 王佳缘 1009-7767 (2020) 05-0074-04.
- [4] BIM 技术在智慧城市建设中的应用 张斌 2016 (24): 33-35.
- [5] BIM 技术应用发展研究报告 王凤起 建筑技术, 2017.48 (11) .

## 5 总结