

# 飞马无人机+BIM 技术在住宅项目 全生命周期中的应用

投稿人：岳恒 聂尧 黄明辉

《广东博智林机器人有限公司》

## 摘要：

近年以来，国家大力推进建筑业数字化和智能建造进程，但目前国内鲜有整个全生命周期都采用数字化手段进行管理的住宅项目，主要是由于主流数字化手段产生的效益没有得到广泛的认可。本研究通过运用在全生命周期内不同时间段 BIM 数据集成无人机倾斜摄影成果辅助决策者、管理者、工程师进行项目管理，验证了基于飞马无人机获取的倾斜摄影成果结合 BIM 技术可以赋能整个住宅建筑全生命周期，能产生较好的经济效益，或可作为推进住宅建筑数字化进程的一个切入点。

## 关键词：

住宅建筑；飞马无人机；BIM；倾斜摄影；全生命周期

## 1 研究概况

### 1.1 研究背景

建设工程管理是一项复杂的工作，对建设工程项目的全生命周期管理就更为艰巨<sup>[1]</sup>。一段时间以来建筑工程的项目管理大多采用粗放式管理模式，随着政策的改变，项目利润不断被压缩，粗放式管理模式逐渐成为企业发展的阻碍。也就是说，未来的房地产企业要生存和发展，实现建筑工程项目精细化管理是必由之路。

数字化是实现建筑工程项目精细化管理的必要手段，BIM 技术是实现建筑数字化的底层技术，目前 BIM 技术应用在项目实施阶段较多，决策阶段和维护阶段并不多见。此外在大型复杂建筑中使用 BIM 技术较多，作为主要建筑物的住宅建筑应用比例极低，这是由于主流 BIM 技术路线及应用点在住宅领域产生的实际效益没有得到广泛的认可。

倾斜摄影测量是近年测绘领域出现的一项影响重大的新技术，由于三维建模具有低成本、高保真的优点，因此倾斜摄影测量被广泛应用于测绘、城市规划和应急响应等众多领域。随着倾斜摄影技术逐步走向成熟，建设工程领域也逐渐开始看到它们的身影。

为尽可能验证技术方案适用性和落地性，本研究依托碧桂园集团，在集团内部选取具有不同项目特征的在建项目展开研究，不同项目特征即飞行相对航高囊括 100m 至 300m

（能够满足绝大多数住宅），面积范围包括 0.1 平方公里到 2 平方公里，地形涵盖山地、平地、城区高楼密集地、城市郊区等，此外每个项目建造阶段也不尽相同，覆盖全生命周期各个阶段。

## 1.2 设备选用

飞马 D2000 多旋翼无人机具有“体积小、航时长、智能操作、安全可靠、快速高效、功能全面”等优势，同时配备无人机管家专业版（测量版）软件，支持从精准三维航线规划、三维实时飞行监控、控制点量测到空三处理全流程作业，提供 DOM、DEM、DSM、TDOM 等多种数据成果及浏览，其性能可以满足建筑工程倾斜摄影各种需求。



图1 飞马D2000多旋翼无人机系统组成

## 2 作业流程

### 2.1 总体技术路线

无人机倾斜摄影作业分为外业部分和内业部分，外业主要包括飞行准备、像控点布置、航线规划等工作，内业包括空三测量、刺点、模型重建等工作，最后输出倾斜摄影三维模型和点云模型。

BIM 模型主要使用 Revit 建立，本文不详细介绍。集成方案根据项目需求采用不同解决方案，例如 web 端集成实景模型和 BIM 模型、本地端使用 Naviswork 集成实景模型和 BIM 模型。总体技术路线如下图 2 所示：

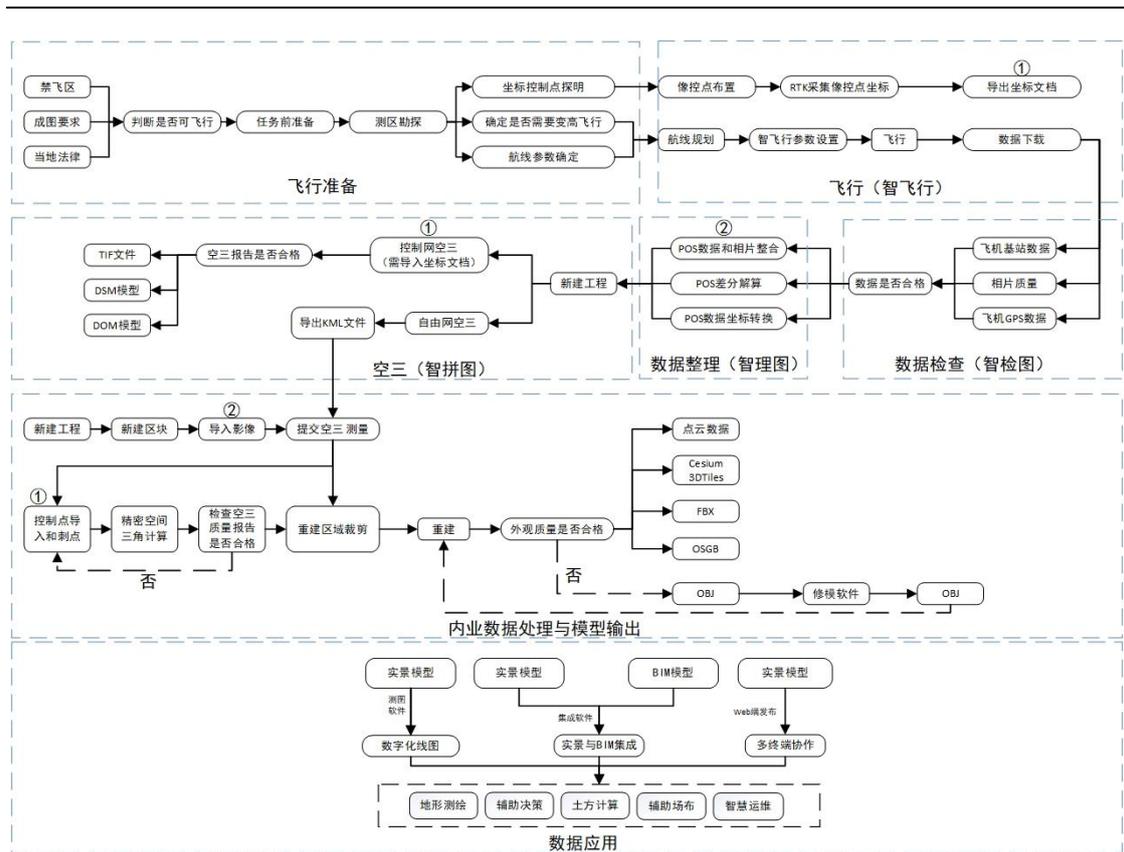


图2 总体技术路线图

## 2.2 作业流程

### 2.2.1 飞行准备

对不熟悉情况的测区，作业人员需对测区或测区周围进行实地踏勘，采集地形地貌、地表植被以及周边的机场、重要设施、城镇布局、道路交通、人口密度等信息，为起降场地的选取、航线规划、应急预案制定等提供资料。

### 2.2.2 像控点布置和飞行

像控点布置前，确定测绘局和建设方提供的控制点位置，确认已知控制点的等级、坐标、高程系统，点位的数量及分布，尤其是点位的保存状况是否满足需求等。小面积区域最少布设5个控制点，航飞区域内4个角各一个，区域中间1个；大面积区域相应的增加控制点，平面高程均采用带状之字布点。飞行区域并不是很规则的图形，需根据地形来布设控制点，保证布设的控制点能均匀的覆盖整个测区。飞行前根据现场实际情况确定航高、旁向、航向参数，并注意现场天气情况，飞行时观察飞行界面风速大小和网络信号。



图3 航测数据采集

### 2.2.3 内业数据处理

利用飞马无人机管家软件智检图模块对航片进行质检，检查合格后利用智理图、智拼图模块进行无人机数据预处理，航片畸变纠正，并生成真正射影像图。将预处理好的数据导入建模软件进行空三解算，三维重建，获取各种格式的实景三维模型。

### 2.3 精度验证

精度是落地应用的前提，大部分住宅项目的要求达到 1:500 成图比例尺，多个项目实践证明，飞马 D2000 无人机配合地面像控点足够满足测量精度要求。下图 4 为无人机航测得到的集团某山地项目的数字划线图，项目面积 0.7 平方公里，东南方向和北面有高层住宅，西面为山坡，项目航测参数为航高 250m，为完整获取周边环境信息，实际飞行面积 1.5 平方公里，旁向 80%，航向 80%。图 5 为此项目局部点位误差对比，精度满足要求。



图4 某项目数字划线图

点位	无人机航测数据	传统测绘数据	误差 (毫米)
1号点	10.443	10.410	+33mm
2号点	14.115	14.108	+7mm
3号点	13.446	13.420	+26mm
4号点	13.537	13.494	+43mm
5号点	14.094	14.083	+11mm
6号点	14.340	14.344	-4mm
7号点	13.677	13.640	+37mm
8号点	12.908	12.850	+58mm
9号点	14.340	14.320	+20mm
10号点	13.450	13.440	+10mm

图5 无人机和传统测绘数据高程对比图

### 3 实际应用

#### 3.1 地形测绘和协同沟通

数字划线图是无人机倾斜摄影主要成果之一，使用测图软件绘制的数字划线图，相比于传统测量，优点在于成果便于入库，方便管理。基于实景模型的绘制的地形图除了二维展示外，还可在博智林 BIM 协同平台集成实景模型和和绘制的地形图。项目决策者、各方参与者可在手机端、Web 端随时随地、全方位观看场地三维现状和二维地形图，从而实现足不出户，快速全面了解项目情况，节约大量人力成本。此外各参与方可在平台中对场地进行长度、高程、面积、体积等测量，也可实时探讨，交流意见，节约沟通成本。



图6 某项目数字化线图



图7 某项目前期阶段的云端协同沟通

#### 3.2 辅助设计

在建筑规划设计中可以利用实景模型数据辅助设计方案工作。通过结合设计 BIM 和现状的实景三维模型进行综合协同展示和分析，实现真实场景下的设计方案评审和对比，从而确保建筑强排方案、日照分析、视域分析、周边环境影响等合理性，实现优化设计方案、辅助决策目的。

以集团某市区项目为例，该项目占地 56000 平方米，为高层住宅项目，周边建筑群较密集，项目工期紧设计任务重。通过前期采集无人机数据，结合实景模型为设计师快速场地踏勘了解项目情况，利用实景模型结合强排方案（如下图 6），可视化展示日照、挡光、视域分析（如下图 7），加快设计理解、加强说服力，取得了良好的效益。

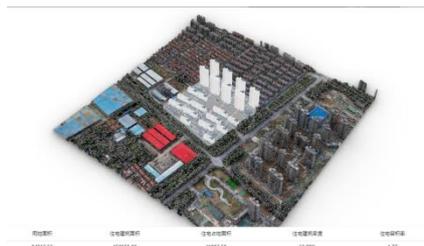


图8 建筑强排方案

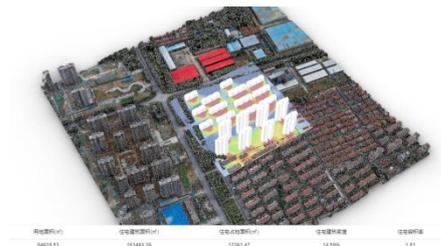


图9 日照挡光分析

## 3.3 辅助施工

### 3.3.1 辅助场地布置

实景模型结合 BIM 技术，辅助进行场地测量放线、施工道路规划、临设布置、加工厂及材料堆场可视化定位辅助决策，也可利用实景模型进行塔吊布置模拟，分析塔吊与建筑的竖向工作情况及与周边环境的空间信息，提供科学有效的决策依据。

以集团某郊区项目为例，该项目占地 1 平方公里，项目场地大不利因素多，人工测量耗时长。采用无人机实景高精度模型，快速对场地进行全面测量规划，分析场地不利因素，在上帝视角合理规划场地分配结合 BIM 技术进行仿真模拟论证。（如下图 10）

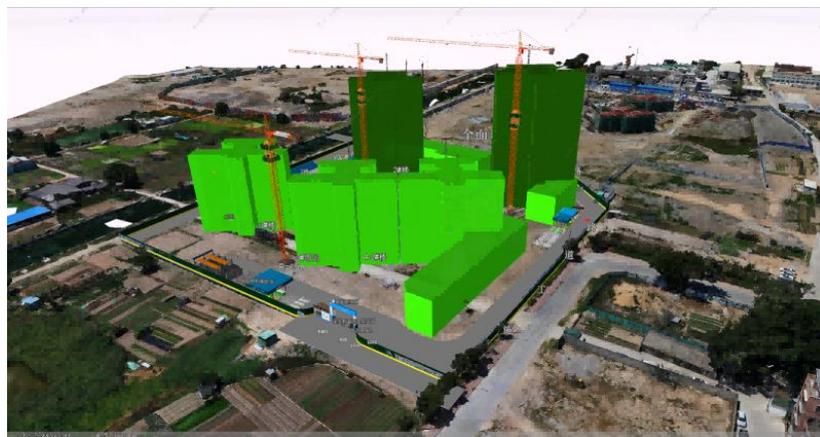


图10 实景场地布置

### 3.3.2 辅助施工

#### (1) 土方施工

在建筑工程土方施工过程中，土方工程量大小是编制土方施工方案的关键因素。传统的测量模式，有着采集效率低，数据量不足、复核难度大等缺点，测量结果主要依靠测量员的技术水平，计算出来的土方量风险大，通过采用无人机航测技术，不仅可以提高测量效率，而且可得到更为准确全面的土方量，实现高效施工。

以集团某广州项目为例，该项目占地 15 万平方米，分南北两块地，场地内地形起伏较大，施工工期紧。通过实景模型获取真实地形数据，结合 BIM 技术进行土方开挖计算（如下图 11）、土方开挖模拟（如下图 12），为土方施工方案提供数据支持，全部成果仅用一天，得到了项目管理人员高度认可。

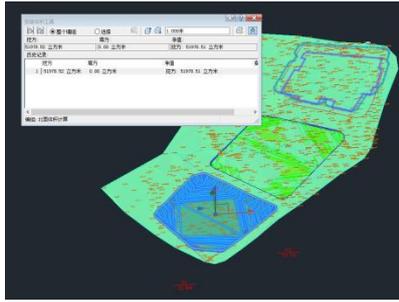


图11 土方开挖计算

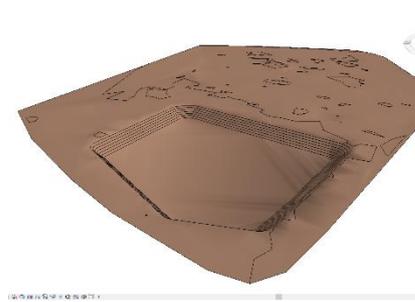


图12 土方开挖模拟

### 3.4 辅助运维

随着科技的不断发展和进步，智慧社区运维成为了一种必不可少的新管理模式，社区运维管理平台是通过无人机采集的数据，再结合地理信息、大数据、人工智能、IOT 等技术打造的一个可视化大数据管理平台。

以我司机器人谷智慧社区运维项目为例，以实景模型为基础结合 BIM 技术打通大数据、IOT 技术在社区内实现了绿化环境、车位、人员、安全、设备等精细化管理。



图13 运维管理界面

## 4 总结与展望

无人机倾斜摄影技术+BIM 技术在项目中的成功应用对项目建设标准化、精细化管理起到了很大的提升作用。有利于决策阶段工程建设规划，有利于实施阶段缩短设计周期，优化设计方案，工程施工管理，有利于维护阶段全方位管理。随着智慧城市和智能建造逐步进入发展期，作为提供项目外部信息和内在信息底层手段，此项技术可作为推动住宅建筑信息化进程的助推剂。

### 参考文献：

- [1] 无人机在建设工程管理领域的应用现状与挑战\_基于文献计量分析\_刘昱昊[J].
- [2] BIM 技术在工程管理中的综合应用研究\_冯善中[J].