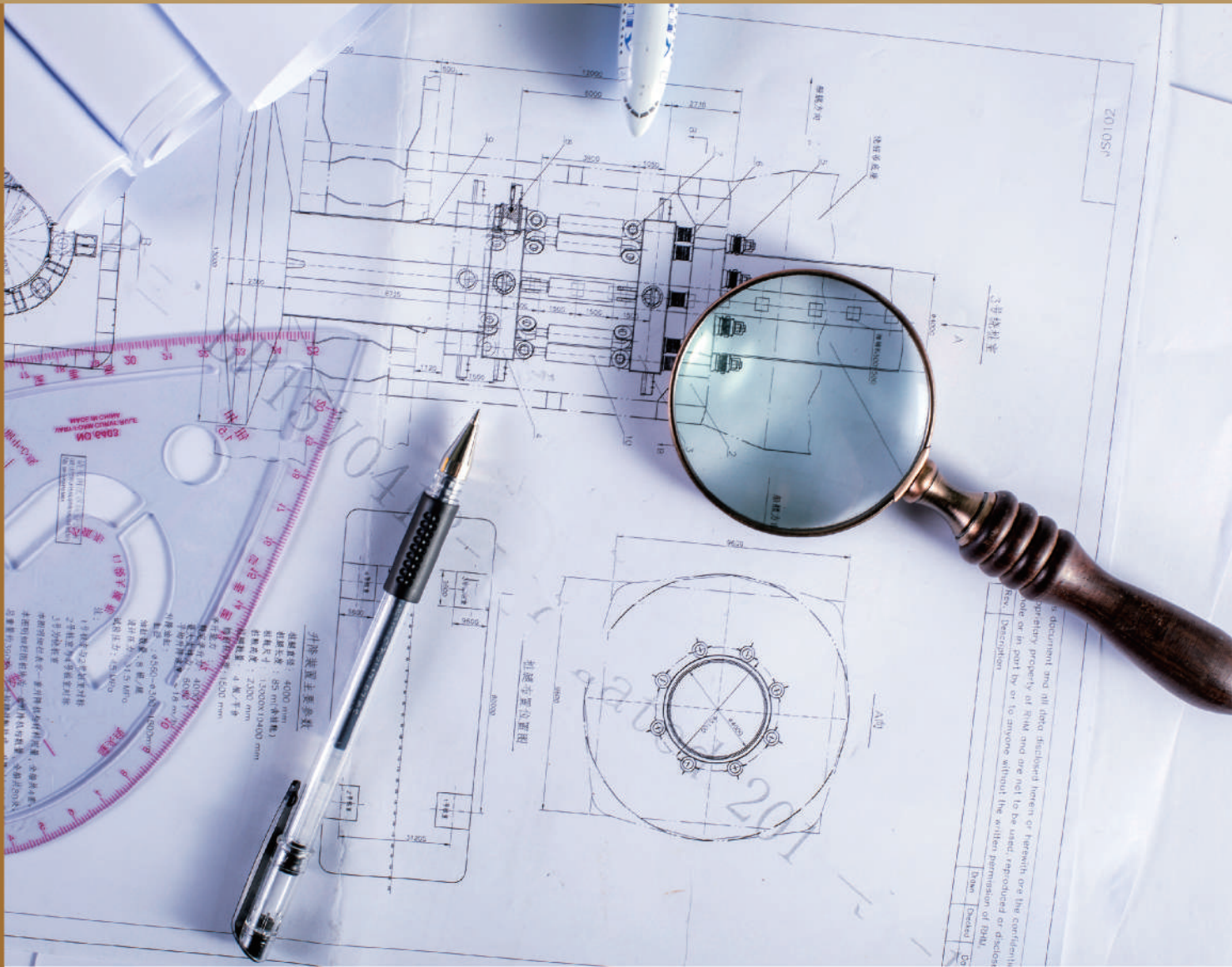


Modern Surveying & Mapping Engineering

# 现代测绘工程

Volume 3 Issue 2 · April 2020 · ISSN 2705-0521



## 目的和范围：

《现代测绘工程》是一本开放获取的国际学术期刊，旨在反映现代高新技术发展在测绘领域的应用情况，推动测绘科技成果向生产力转化，促进测绘行业的科技进步，为广大测绘科技工作者提供一个广泛交流测绘理论研究、应用技术、生产经验的平台，期刊使用语言是华文。

为满足广大科研人员的需要，《现代测绘工程》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 测绘技术研究与应用
- 测绘生产与管理
- 测绘经济与管理
- 测绘技术与可持续发展
- 测绘教育理论
- 测绘仪器开发研制
- 地理信息技术研究与应用

## 编委会

### 主 编

申 冲 中北大学

### 编 委

郭 斐 武汉大学测绘学院

涂 锐 国家授时中心

纪 元 法 桂林电子科技大学

张 伟 深圳大学

郭 稳 北京工业大学

叶 文 中国计量科学研究院

张 且 且 北京航空航天大学

张 鹏 飞 中国科学院国家授时中心

史 俊 波 武汉大学

官 晓 琳 北京航空航天大学

## 版权声明/Copyright

协同出版社出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归协同出版社所有。

All articles and any accompanying materials published by Synergy Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). Synergy Publishing Pte. Ltd. reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

# 现代测绘工程

Modern Surveying & Mapping Engineering

April 2020 | Volume 3 · Issue 2 | ISSN 2705-0521

## 主编

申冲

中北大学，中国

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD

12 Eu Tong Sen Street

#07-169

Singapore 059819



**研究性文章**

- 1 基于无人机技术的工程土方量计算  
/ 肖永东 朱劲松
- 4 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用  
/ 田世义

**综述性文章**

- 7 无人机航测技术在水利工程测量中的应用  
/ 冉庆涛
- 10 建筑面积测量工作中常用规范对比与分析  
/ 何川 杨绪峰 陈宇恒 周悌慧
- 13 GPS 技术在城市工程测量中的应用  
/ 周志宇
- 16 刍议无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用  
/ 魏来 王鹏
- 19 关于无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用  
/ 王传亮

**Article**

- 1 Calculation of Engineering Earthwork Based on UAV Technology  
/ Yongdong Xiao Jinsong Zhu
- 4 Application of UAV Tilt Photography Technology in Mine Surveying and Mapping  
/ Shiyi Tian

**Review**

- 7 Application of UAV Aerial Survey Technology in Water Conservancy Engineering Survey  
/ Qingtao Ran
- 10 Comparison and Analysis of Common Specifications in Building Area Measurement  
/ Chuan He Xufeng Yang Yuheng Chen Tihui Zhou
- 13 Application of GPS Technology in Urban Engineering Survey  
/ Zhiyu Zhou
- 16 Discussion on the Application of UAV Remote Sensing Technology in Surveying and Mapping Engineering Survey  
/ Lai Wei Peng Wang
- 19 Application of UAV Aerial Photogrammetry in Topographic Map Surveying  
/ Chuanliang Wang

# Calculation of Engineering Earthwork Based on UAV Technology

Yongdong Xiao Jinsong Zhu

Yunnan Vocational Institute of Energy Technology, Qujing, Yunnan, 655000, China

## Abstract

The engineering construction for surface transformation will involve the calculation of earthwork volume, and the speed and accuracy of earthwork volume measurement and calculation will directly affect the progress of construction and cost control. In this paper, the method of multi rotor UAV photogrammetry and aerial survey calculation is used to realize the fast, efficient and high-precision calculation of earthwork volume in the two periods of engineering construction, which can effectively solve the shortcomings of traditional methods. Its calculation has a good visual effect, and the results are stable and reliable.

## Keywords

UAV; earthwork; point cloud

---

## 基于无人机技术的工程土方量计算

肖永东 朱劲松

云南能源职业技术学院, 中国·云南 曲靖 655000

## 摘要

进行地表改造的工程建设都会涉及土石方量的计算工作, 而土石方量测绘及计算的速度和精度质量又直接影响着工程建设的进度及成本控制。论文通过使用多旋翼无人机摄影航测计算的方法实现了工程建设两期间土方量的快速、高效及高精度计算, 能够有效解决传统方法中的不足, 其计算具有较好的可视化效果, 结果稳定且可靠。

## 关键词

无人机; 土方量; 点云

---

## 1 引言

近年来, 由于国家及地方经济建设发展的需要, 各种类型的基础设施建设项目数量众多, 规模庞大。如中国云南省2020年“四个一百”重点建设项目计划安排项目达500多项, 总投资超5万亿元。这些项目在实施过程中, 基本都涉及对地表的改造, 所以对土方量的精准把握是控制项目成本、提高效率的一种有效措施。在测绘领域, 如何快速、高效、动态地实现项目进行土石方量的计算, 并及时反馈给相关单位就显得十分重要。

在传统的测绘领域中, 实现土石方计算的常用外业方法主要有水准仪法、全站仪法以及GPS法等<sup>[1]</sup>, 而计算的内业方法则有方格网法、不规则三角网法以及断面法等<sup>[4]</sup>。其中, 水准仪法一般用于方格网计算, 即需要事先在测区布设计算

方格, 然后直接测定其高程, 这种方法实用性单一, 一般用于场地整平等<sup>[2]</sup>, 且要求原始地貌不能超出水准测量能够实现的范围。全站仪法可以实时测出测区可视范围内任意点的坐标和高程, 其数据可以灵活用于任一种内业计算方法, 但因其需要设站定向且频繁搬站, 外业效率低下。GPS-RTK方法相对于全站仪则更进一步, 只要有需要, 任何有信号的地方都可以直接测量, 但如果信号屏蔽的地方, 则无法实现数据的采集。但以上方法都涉及人工外业数据采点, 其好处是机动灵活, 但主要问题在于如果要实现计算量精度的提高, 其数据量需求将呈几何级数增长, 严重拉长外业数据采集时间, 并加大外业人员的劳动强度。因此, 一种能够高精度、快速且高密度地实现空间数据采集的方法将是今后建设等领域的硬核需求, 而无人机航测技术的出现正好满足了这种时代需求。

无人机摄影测量是指基于无人机平台,综合利用电子遥控、传感器、通讯及GPS差分定位等技术,可实现实时、快速、高精度的空间影像数据获取,再通过内业解算、空间建模等途径获得测区的数字地表模型数据的一种新型测绘技术<sup>[1]</sup>。相对于传统空间数据获取方法,其主要有操作简便、成本低廉、获取影像数据直观有效、数据精度高、数据密度大等众多优点。在工程建设土方量计算领域,其主要工作路线如下:

(1) 根据项目需要,利用无人机获取测区原始地形影像以及施工期间或竣工后等多期影像。

(2) 利用无人机影像数据处理平台进行影像内业计算处理,得到测区各期的点云数据。

(3) 利用 ARCGIS 等平台软件,处理项目各期的点云数据,将其转换成 TIN 或 DEM 的数据<sup>[5]</sup>。

(4) 利用两期间的数据,算出其前后变动情况,即为期间的工程土石方量。

## 2 应用实例

本实例为中国云南省曲靖市沾益区某一工业区场平任务,面积约 800 亩,采用大疆经纬 M600 Pro(携带 2400 万像素摄影相机)六旋翼无人机分别在施工前后两期对其地表采集了影像数据,使用 Pix4D 软件进行了内业航测数据处理,利用生成的点云数据通过 ARCGIS 平台进行了计算,具体过程如下:

(1) 像控点布设:本项目为长方形规则形状,前后两期均使用撒石灰的方法在场内地内呈品字形均匀布置了约 12 个平高控制点,以保证控制点密度达到要求规范,同时还额外布置了若干个检查点,以便后期进行必要的精度检查。

(2) 航带设计:根据测区实际地形情况,以及《低空数字航空摄影测量外业规范》中的相关要求,本项目设计了测区的相应航线,具体为:航向为南北方向,共 9 条航线,相对行高 100m,航向及旁向重叠度分别为 75% 和 60%,地面分辨率约 1.8CM,设置完成后,选择合适时间点进行了影像数据采集。

(3) 航测数据处理:外业飞行结束后,随即下载了影像数据以及相应的 POS 数据,利用 Pix4D 平台软件进行了数据处理并得到模型数据,其处理流程如图 1 所示<sup>[1]</sup>。

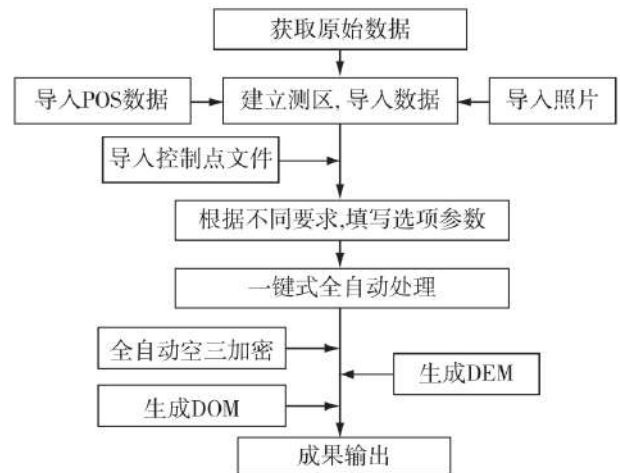


图 1 Pix4D 影像数据处理流程

(4) 编辑点云数据: Pix4D 生成的点云数据中含有部分噪声,如房屋、植被等,在实际应用中需要将其剔除,从而获得测区的数字高程模型 DEM,如图 2 所示。

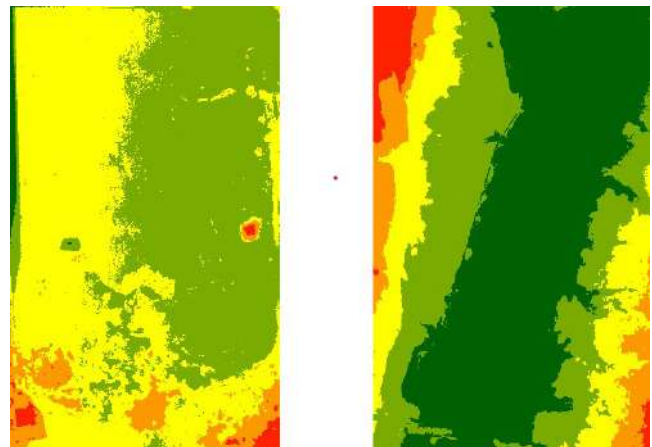


图 2 项目二期间点云 DEM 数据

(5) 将编辑后的两期点云数据导入 ARCGIS 中,转换成栅格 DEM,利用 ARCGIS 中的土方计算功能,得到最终工程量结果数据。计算得出该项目挖方量为  $1650473\text{m}^3$ ,填方为  $1094416\text{m}^3$ 。

## 3 效率及精度分析

为了比较分析使用六旋翼无人机摄影测量进行土石方量计算的效率及精确性,本生产项目同时保留了传统的使用 GPS-RTK 技术进行的测区两期间的数据,在 RTK 测量方法中,两期外业测量各使用了 6 台思拓力 S6 型 RTK,每期测量使用时间为 2.5 天,采集点约 25000 点;无人机数据采集派出 2 人,所用时间具体为做像控点 4 个小时,飞行拍摄共一个架次约 40 分钟,在效率上明显得到提高。在每期中,从

RTK 数据中随机抽取 50 个点分别于相应的无人机点云数据对应位置进行高程对比, 通过统计得到: 原始地形高程中误差为  $\pm 3.2\text{CM}$ , 第二期高程中误差为  $\pm 3.0\text{CM}$ , 满足相关测量规范的要求。另外, 从计算量来看, 原先 RTK 测量数据使用了南方 CASS9.2 软件使用方格网法进行了工程量的计算, 得到项目挖方为  $1637725\text{m}^3$ , 填方  $1106969\text{m}^3$ , 挖填两项计算数据差值都控制在 1% 以内。所以, 采用无人机航测的方法替代传统人工测量方式, 不但使其效率得到大幅提升, 其测量、计算精度也可满足工程项目的需求。

## 4 结语

论文论述了使用多旋翼无人机航测技术进行的工程土石方量计算的基本方法和过程。结果表明, 该技术为未来的工程建设土石方计算带来了新的有效途径, 其灵活、快速、高精度、智能化的方法以及多维、高精度的产品格式, 必将广

泛应用于众多空间信息采集领域。随着无人机航测技术的进一步发展, 传感器的不断演进, LIDAR 等技术的进一步成熟, 建模等平台软件的持续优化, 以及价格等进一步的亲民化, 其必将在测绘应用领域起到领军的作用。

## 参考文献

- [1] 刘文肖. 无人机航空摄影测量在土石方量计算中的作用[J]. 现代测绘, 2018(3):6-8.
- [2] 陈森新. 无人机航空摄影测量在土方平衡中的作用[J]. 测绘与空间地理信息, 2017(12):177-179.
- [3] 张红亮. GPS-RTKJ 技术在土方测量中的应用[J]. 城市勘测, 2008(5):83-85.
- [4] 罗德仁, 邹自力. 工程土方量计算比较分析[J]. 化工理工学院学报, 2005(1):59-64.
- [5] 徐婵. 基于 ARCGIS 的土方量计算[J]. 广西水利水电, 2013(1):81-83.

# Application of UAV Tilt Photography Technology in Mine Surveying and Mapping

Shiyi Tian

511221198210091570

## Abstract

UAV tilt photography technology can realize the transformation from two-dimensional plane drawings to three-dimensional topographic maps by multi-angle and multi-directional aerial photography of surveying and mapping objects. Due to the complex terrain and large area, the mine had to use this technology for surveying. This paper first analyzes the overview of UAV tilt photogrammetry technology and its advantages in mine surveying and mapping, and then explains the specific application of UAV tilt photometry technology in mine surveying and mapping with practical examples for your reference.

## Keywords

UAV; tilt photography technology; mine surveying and mapping

---

## 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用

田世义

511221198210091570

## 摘要

无人机倾斜摄影技术通过对测绘对象多角度、多方向的空中拍摄,可以实现从二维平面图纸到三维地形图的转变。而矿山由于地形地势复杂、占地面积大等原因,不得不采用此技术进行勘测。论文首先分析了无人机倾斜摄影测量技术的概况及应用于矿山测绘中的优势,然后结合实例说明了无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的具体应用,以供大家参考。

## 关键词

无人机; 倾斜摄影技术; 矿山测绘

---

## 1 无人机倾斜摄影测量技术概况及应用于矿山测绘中优势

无人机摄影技术分为垂直航空摄影测量技术与倾斜摄影测量技术。垂直摄影测量技术是从一定高度垂直拍摄测绘对象,得到的是二维平面的俯视角度图像,但是没有办法获取测绘对象的侧面信息,而倾斜摄影测量技术则弥补了这一不足。倾斜摄像技术利用无人机作为拍摄载体,搭配多个棱镜共同拍摄,可以实现对测绘对象多角度、多方向的空中拍摄,获取了多个位置坐标,将二维平面图纸转化为三维的地形图。其中,如果存在无人机中装配的棱镜无法直接拍摄的角度,可以根据测绘对象的地形地势变化趋势、飞行设计航空高度等适当调节曝光周期。

将无人机倾斜摄影技术应用在矿山测绘中,可以提高矿山测绘结果的精准度与矿山测绘的测绘效率。首先,倾斜

摄影测量技术通过对测绘对象多角度的动态跟踪拍摄,获得了矿山的动态变化趋势与三维坐标信息,将原本垂直摄影技术得到的二维图纸转化为清晰明了的三维地形图。其次,航空摄影具有清晰度高、分辨率高、角度多变等特点,通过拍摄所得到的图片十分清晰,便于后续的数据处理。最后,倾斜摄影测量技术不会执着于某一角度的拍摄,对于难以处理的地势地形,它可以利用其他角度来还原同一个拍摄对象的原貌,拍摄过程中可以有效避免无人机与树木、建筑物的碰撞与低矮灌木的遮挡,使拍摄的图片更加完整,大大减少空白区。

矿山开采工人本身工作环境就比较恶劣,工人对于地形尚且还在研究摸索的过程中,且矿山基本占地面积大、地形地势变化多样,潜在风险系数大。如果采用传统的测绘方法,一方面,会导致测绘过程消耗的时间长,从而拖延矿山工人



的开采进程。且由于测量的项目数据繁多,数据的误差也相对较大,易造成测绘工作效率低、测绘质量差等现象。另一方面,测绘人员在地势地形还未知的区域进行勘测,勘测环境恶劣且测绘人员的人身安全难以保障。而利用无人机倾斜摄影技术进行矿山测绘工作,可以打破常规拍摄技术的片面性,并且在较短时间内完成对矿山的全景勘察,然后通过多个角度拍摄情况的图片汇总与资料的收集,完成矿山物细节数据的量绘,最终产生了矿山三维坐标的空间点集,使矿山地形地貌详细直观地展示在测绘人员面前。图1为无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用流程图。

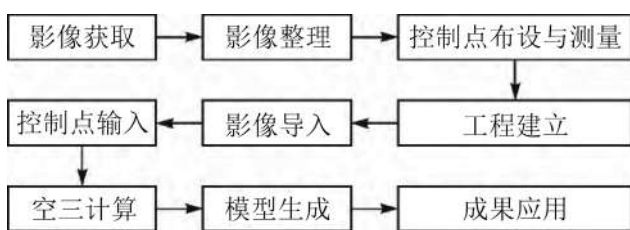


图1 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用流程图

## 2 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的具体应用

### 2.1 测区概况

论文进行测绘的矿山是露天矿,矿山占地面积大,边坡高度高达数十米,走向延绵数公里,地形地势变化多样,利用高台阶开采方式和传统的测绘方式很难保障测绘结果的精密度与准确度。因此,为了保障测绘过程中工作人员的人身安全,提高测绘结果的可靠性,同时保障可以采集到坡度变化大的区域信息,论文主要利用无人机倾斜摄影技术开展矿山大比例尺测绘,以促进矿山开发工作的顺利开展<sup>[1]</sup>。

### 2.2 设计具体飞行方案

论文依据矿山测绘精准度的要求与矿山测绘区域的地形地势特点制定科学完善的无人机飞行方案。首先,设计者需要按照矿山的不同地形地势、不同的区域面积划分不同的摄影区域,设定航向重叠、航高、航线等飞行参数,使之达到像控点的合理布置。其次,设计者要仔细设定拍摄高度,拍摄高度可以根据公式  $H = (GSD \times f) / a$  来进行精准计算,式中的  $GSD$ 、 $f$ 、 $a$  依次为影像地面分辨率、摄影镜头焦距、像元尺寸大小,  $GSD$  与无人机拍摄的精密度直接相关,  $a$ 、 $f$  只与摄像机规格相关。本次无人机进行矿山测绘采用 HO1300

航摄系统,摄像机是南方测绘生产的数字航空摄影相机,这台无人机的航摄面积大、航摄精准度高、与卫星定位系统适配。在进行测绘的过程中,可以通过飞行时间与测绘要求进行模拟具体航线的方向与路程,并将航高比、摄像区域的具体比列、航线方向纳入综合考虑的范围内。对于已经划分好的拍摄区域,可以分为几个不同的小区域分航次执行测绘任务,像控点的架设需保证测区在控制区,为了避免无人机中途丢失造成的信息泄露或者无人机受其他控制系统的干扰,可以采取加密措施保护数据安全。

### 2.3 采集原始数据

论文主要以矿山测绘中的地形图测绘为例,讨论了无人机技术在矿山测绘过程中的实用性、准确性,矿山地形图所需要收集的数据包括无人机拍摄到的矿山影像、POS 数据等等。本次采用的无人机使用的是 HO1300 测绘系统,机身有辅助系统的支持,摄像机的拍摄角度涉及垂直在上角度与4个互相呈现交叉对称的倾斜角度。由于矿山区域的无人机拍摄受到天气因素、矿山地形地势影响较大,因此此次拍摄的时间定在天气晴朗的3月末,飞行高度预计350m,旁向重叠度设置为60%,航向重叠度为70%,地面像控点密度达到3个/m<sup>2</sup>。

### 2.4 空中三角加密测量

无人机倾斜摄影技术通过变化多样的拍摄角度与灵活应变的拍摄方位,获取了更为全面、精准的测绘信息,但与此同时,倾斜摄影拍摄图像的拍摄角度与拍摄方向难以清晰辨别,单独以倾斜摄影拍摄的照片作为数据支撑会造成计算难度的增大,还需要考虑垂直方向拍摄的精准计算,这是传统的计算方式难以满足的,因此,设计者通常从 POS 数据入手。POS 数据是在无人机测绘过程中自动储存的数据,测绘人员只需要对 POS 数据进行分析计算,就可以实现多视角测绘与空中三角加密测量结合,达到测绘数据高精度的需求,是打造详细精准的矿山地形图的第一步<sup>[2]</sup>。

### 2.5 生成密集点云

当测绘人员实现了多视角联合空中三角加密测量后,可以利用计算机技术分析产生密集点云数据,数据分析人员将对点云数据展开相似数据的合并、数据精准度的提升、准确数据的提取等操作,利用之前得到的 POS 数据之中的外方位

元素,将二维信息转化为三维坐标,根据不同坐标的特征匹配度的对比,得到信息集中的DSM数据。

## 2.6 生成大比例尺地形图

经过上述步骤,矿山地形图已经初具规模,二维坐标已经逐渐转换为三维地形图,设计人员利用单模型点云提取模式开展数量巨大的点云数据的自动匹配,点云数据的分配结果将矿山的测绘区域分成了一个小型子区域,不同的子区域展示的地形地势信息千差万别。除此之外,无人机倾斜摄影测量技术是与计算机技术相结合、数据处理高度自动化的测量技术,平台通过数据处理软件与信息收集系统,自动、高效地处理测绘数据,生成比例尺合适的测绘图纸。设计者只需要对地形图上的测绘信息手动收集,对最终的测绘结果仔细核对、检查,对图纸中展现出的标注不明、信息不清晰等缺陷及时纠正,从而使地形图高精度地展现矿山的区域大小与地形特征。

## 2.7 无人机倾斜摄影测量精度分析

在地形图样式解出之后,论文从区域分区中选取了代表性的区域地形图,区域面积约 $2\text{km}^2$ ,并在不同区块中随机抽取了以下的外业测量点,利用传统的误差的计算方法进行分析计算,误差分析涉及高度误差分析与平面误差分析,下表(表1)即为分析结果。通过这些计算数据可以看出,无人机倾斜摄影测量技术在矿山测绘中的测量精度均为 $4.00\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ ,

达到了极高的精准度要求。

表1 研究区三维建模精度分析统计表

编号	$\Delta X/\text{mm}$	$\Delta Y/\text{mm}$	$\Delta Z/\text{mm}$
D1	3.37	4.25	-2.88
D2	-4.11	5.1	3.74
D3	5.34	-3.56	5.22
D4	2.77	3.17	-4.39
D5	-4.2	-3.09	3.97
D6	5.18	3.06	3.68
D7	2.79	5	-4.02
D8	4.52	-4.87	2.77
D9	-3.3	2.86	4.97
D10	4.77	-3.44	-3.66

## 3 结语

综上所述,无人机倾斜摄影测量技术通过对矿山进行多角度的动态跟踪拍摄,获得了矿山的动态变化趋势与三维坐标信息,实现了高分辨率、高精度的三维立体地形图的模拟,满足了矿山测绘的基本要求。

## 参考文献

- [1] 张凯幸,肖磊蕊.无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的应用[J].世界有色金属,2019(20):50+52.
- [2] 侯怀敏.无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的实际运用分析[J].世界有色金属,2019(16):287+289.

# Application of UAV Aerial Survey Technology in Water Conservancy Engineering Survey

Qingtao Ran

Xinjiang Shuanghe Survey and Design Co., Ltd., Shuanghe, Xinjiang, 833400, China

## Abstract

The latest developments in science and technology have promoted the continuous development of UAV delivery platforms. UAV aerial survey technology has been widely used in engineering surveys to promote the smooth progress of the project. Among them, the application effect of UVA aerial survey technology in water conservancy project is more important. Taking the water conservancy project as an example, the paper briefly introduces the UAV aerial measurement technology, analyzes the application of the technology in the water conservancy project, and puts forward suggestions to improve the preventive measures when using the technology, and analyzes the development of the UAV aerial measurement technology in promoting the saving of resources and costs.

## Keywords

UAV aerial survey; water conservancy engineering; aerial survey technology

# 无人机航测技术在水利工程测量中的应用

冉庆涛

新疆双河勘测设计有限公司, 中国·新疆 双河 833400

## 摘要

科学技术的最新发展促进了无人机运载平台的持续发展, 无人机航测技术已广泛应用于工程测量中以促进工程的顺利进行。其中, 无人机航测技术在水利工程中的应用效果更为重要。论文以水利工程为例, 简要介绍了无人机航空测量技术, 分析了该技术在水利工程中的应用, 并提出在使用该技术时要提高防范措施的建議, 分析无人机航测技术在促进节约资源和成本方面的发展。

## 关键词

无人机航测; 水利工程; 航测技术

## 1 引言

由于高额的投资和技术要求, 现行的大型机载航空摄影法在一定程度上限制了航空测量技术的应用, 使其难以满足小区域快速更新图像数据的基本要求。轻型和小型无人机载体具有灵活性高和可操作性强的特点, 为现代数据的采集和工程测绘提供了新的手段, 极大地促进了测绘地理信息产业的快速发展。

## 2 无人机航测技术的相关概述

当前, 随着社会科学技术的发展, 需要对中国重大建设项目进一步调查, 无人机航测技术已在此背景下得到了广泛应用。该技术主要是将照相设备运输到无人机设备以获得航空测量的工程数据, 然后专业人员对数据进行分析, 获得工

程数据信息, 最终创建整个项目的地形图。该技术具有专业化、智能化和自动化的特点, 大大减少了相关员工的工作量, 提高了整个项目的工作效率。

无人机航测技术具有众多的突出优势, 在水利工程的应用中具有关键作用。首先, 无人机的使用在测绘过程中有很多选择, 无人机不需要对起飞地点提出额外要求, 不需要专门的飞机起飞跑道, 仅需要小型单位进行起飞, 因此无人机的快速起飞能力使无人机具有强大的应急功能, 并且可以在外部环境变化时起飞和降落。由于无人机体积小, 可以适应复杂环境下的低空飞行。低空飞行可以使无人机捕获的图像更加清晰, 数据采集更加清晰, 从而无需进行复杂的技术处理<sup>[1]</sup>。

## 3 无人机航测技术的技术要求

在中国的水利工程测量中, 无人机被广泛使用, 无人机

测绘工作的研究和指导工作是提高中国水利建设水平、促进中国工农业发展的重要任务。除了提高水利测绘的准确性外,还可以提高测绘作业的安全性,分析无人机的重要优势和无人机的当前应用,并制定完整的无人机航测应用计划,对提高中国的节水水平十分关键。在进行无人机航测的过程中,需要掌握一些关键技术,如传感器技术、遥感技术等。要想提高无人机航空测绘的水平,就必须对这些关键技术进行深入的研究。无人机测绘在水利工程勘测中具有明显的优势,由于其成本较低,操作相对简单,在局部测绘中起着重要的作用。

### 3.1 无人机遥感技术的技术要求

在山区进行节水勘测和制图时,无人机的遥感技术是确保勘测和制图质量和安全的一项重要技术。首先,需要确保航空摄影设备的分辨率满足测绘要求,以便传感设备可根据无人机的具体位置调整控制系统。在产品尺寸和质量方面,传感器必须能够适应无人机,并且在开始研究和测绘工作之前,有必要规划无人机的特定飞行位置,并确定影响无人机的最大飞行高度和空间的自然元素,以便遥感设备可以获得给定无人机的使用数据并实现与无人机的对接。同时必须根据无人机飞行计划传感设备的存储容量,以便遥感设备可以充分处理接收到的数据并完成数据的分析和输出。在使用遥感技术之前,必须对数码相机设备进行严格的质量检查,注意数码相机的要点和距离,并根据获取的失真数据规划应用解决方案,在比较技术可行性解决方案的过程中,可以有效地确保传感设备的质量。同时在拍摄开始前,要更注意比例尺的要求。例如,传感设备的分辨率必须至少为 1:2000 比例尺,能够分析和处理节水制图区域的复杂地形并拍摄地面的最小值应至少为 15cm。

### 3.2 处理无人机数据的技术要求

无人机的数据处理能力是决定无人机航测制图质量的主要决定因素,因此需要对数据处理技术进行科学的分析和研究。例如,在航空摄影过程中,视频拍摄的重叠应保持在 60%,并且误差不应超过 5%,以确保数据的准确性。航空摄影的重排程度应控制在 30%左右,误差不应超过 5%。冲洗胶片时,倾斜角度应控制在 20°或更大,并且图像传输过程中的角度也必须保持在规定的范围内<sup>[2]</sup>。

### 3.3 项目管理模块的参数设置要求

工程管理模块是确保无人机航拍质量的重要模块,除了设置基本参数外,还需要弄清无人机的航拍路线,并使用多种能源电子技术进行航图绘制。检查空间信息并清楚地规划无人机飞行路径可以确保无人机飞行安全。此外,必须在无人机航拍过程中设置信号预处理系统,以便无人机系统可以分析拍摄的效果,调整无人机的飞行状态并在内部显示图像。旋转 360°会导致图像呈现金字塔结构,需要快速切换图像,以使无人机的水利映射数据具有足够的值。根据水利工程的测绘需求,有必要计算工程测绘过程中图像清晰度以及无人机的飞行路径和能耗。为了在系统需要等待管理文件时正确管理摄像机,需要及时导入文件并遵循水利测量和制图要求。分析图像中的 pos 数据,以使无人机的映射路径与系统的收集状态相匹配<sup>[3]</sup>。

### 3.4 三个空模块的参数设置要求

Air 3 软件是无人机节水制图过程中的重要软件,需要使用 DPGRID 作为 air 3 软件的主要形式,以使其与其他模块匹配。配置智能系统可以在软件执行过程中调整信息,以完全重叠的形式编辑捕获的图像。例如,在“航空 3”模块运行期间,必须能够及时准确地处理通过航空摄影获得的结果,以便在设置过程中软件具有足够的智能峰值。在无人机导航过程中,必须对不同方向的图像信息进行分类,并且在设置过程中,至少需要六套软件才能在天线之间拍摄图像,以便纠正由于角度不同而导致的平面图中的错误。

生产模块是水测量和制图任务的最后一个模块,在此期间,需要使用操作系统来快速、准确地执行 Dem 和 dom 任务。必须精确控制水利测绘所需的点,并完成后续工作所需的管线设计,以便其他水利工程任务可以依靠无人机测绘的图像数据来进行相关数据的研究。可以从系统中自动拼接所有从航空摄影获得的数据,并且自动拼接过程不会影响图像质量<sup>[4]</sup>。

### 3.5 无人机低空航测数据收集的技术要求

无人机航空勘测技术是最新的数据收集方法,为快速收集地形提供了新思路,并提高了工程勘测数据的准确性。在其他地形条件下,对平面和高度的精度要求如下:为确保更准确的测量结果和工程应用的有效性,无人机航测技术在应用前应注意以下几点:首先,要检查无人机设备的存在,需

要对整个无人机系统进行全面检查。其次,检查无人机的摄影设备,看成像效果是否清晰。然后,在应用无人机航测技术时分析周围环境,为无人机操作提供更广阔的环境。最后,在这项技术的应用中,必须严格遵守航测工作流程,以提高航测数据结果的准确性。

尽管近年来节水工程的建设一直在稳步增长,以促进社会经济发展,减少洪灾和提高水的利用率,但是由于节水工程的建设范围广泛,因此难以获得准确的相关性,有很多数据影响项目建设的进度。科技的进步促使员工继续研究新的测量技术,并且出现了无人机航拍技术。利用无人机系统对本工程进行测绘,可以利用控制平台对整个工程进行控制,进行完整的测量可以使员工在短时间内获得准确的测量数据,并根据这些数据创建工程模型。

#### 4 无人机航拍的现场流程

无人机航拍的现场流程主要是为项目建立控制点,然后规划路线并最终进行航测。首先,由于一般水利工程项目的地形相对复杂,因此在项目中一些区域使用现有测量技术对项目进行测量会产生一定的误差,因此采用无人机航测技术,比例尺至少需要设置为 1:2000。采用先进的科学技术对工程进行勘测,布置控制点,控制点每 300m 布置一次,控制点的数量由工程的具体情况决定。其次,根据项目的具体情况,无人机的飞行高度和相关数据进行航线规划,合理规划无人机的航测路线。在航测过程中,需要注意无人机的飞行速度和拍摄完成的图片。如果无人航测项目的总路线里程相对较长,必须严格控制图片清晰度,无人机飞行高度,每个区域的高度差等,将飞行高度设置为 300m,按照规划计划的路线进行航行,并将其引入无人机飞行控制系统。尽量在广阔的区域工作,以提高无人机航测期间的安全性和准确性。最后,根据旨在获取相关工程数据信息的航测路线进行航测。

无人机航测在进行的过程中需要进行一些关键的内部处理,无人机航测的内部处理主要涉及数据准备和数据解决方案。无人机航测数据在数据准备阶段被导出,然后处理实际位置和图像数据,并调整总体方向和侧面倾斜角度。最后,对航测数据进行分类,并通过先前的控制点布局确定项目的特定坐标。在数据解决方案阶段,人们需要从项目中获取无人机航测的相关数据,并根据数据位置的特定坐标图以匹配项目的实际位置,严格处理实际飞行数据和计划参数设计,根据控制点的位置选择适当的坐标系,并完成 DOM 数据处理。

#### 5 结语

综上所述,由于社会经济和科学技术的飞速发展,无人机航测技术已被广泛应用于各个社会领域。为了分析该技术在工程技术测绘中的应用,论文对应用进行了更详细的分析,该技术的应用可以保证节水工程的顺利实施,提高工程进度和测量数据的准确性,从而促进节水工程的稳定发展。无人机测绘在水利工程勘测中具有明显的优势,由于其成本较低,操作相对简单,在局部测绘中起着重要的作用。论文分析并探讨了无人机的优势、无人机传感器设备的技术要求以及无人机的数据处理技术要求,以提高山区水利工程中无人机航测的效率。

#### 参考文献

- [1] 谭凯婷. 无人机航测技术在水利工程测量中的应用 [J]. 黑龙江水利科技, 2018(07):195-196+214.
- [2] 徐欣来, 吴钧辉, 王乐潇. 无人机航测在水利工程测量中的应用分析 [J]. 信息记录材料, 2018, 19(12):88-89.
- [3] 杨娟娟. 无人机航测在水利工程测量中的应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2017(11).
- [4] 李涛. 论无人机航测技术在工程测量中的应用 [J]. 山东工业技术, 2019, 285(07):109.

# Comparison and Analysis of Common Specifications in Building Area Measurement

Chuan He Xufeng Yang Yuheng Chen Tihui Zhou

National Quality Inspection and Testing Center for Surveying and Mapping Products, Beijing, 100830, China

## Abstract

The construction and development of cities are inseparable from various types of measurement work, and the measurement of building area is an important part of this work. Based on my own practical experience in the field of building area measurement in Beijing, China, the author finds that the current standards and specifications of building area measurement have different emphases, and there are differences in the purpose of compilation, provisions and relevant calculation requirements, which can also complement each other. In order to better carry out the work of building area measurement, the author summarizes the commonly used relevant standards and specifications, and makes a comparison and analysis on the preparation background, specification content and other aspects.

## Keywords

area measurement; estate survey; calculation rules

## 建筑面积测量工作中常用规范对比与分析

何川 杨绪峰 陈宇恒 周悌慧

国家测绘产品质量检验测试中心, 中国·北京 100830

## 摘要

城市的建设和发展离不开各类测量工作, 而房屋建筑面积测量是该项工作中重要的一部分。笔者根据自身在中国北京市建筑面积测量工作的实际经验, 发现当前现行建筑面积测量工作相关标准规范各有侧重, 在编制目的、条款规定和有关计算要求等方面既存在差异也可以相互补充, 为更好地开展房屋建筑面积测量工作, 笔者总结了常用的相关标准规范, 并就编制背景、规范内容等方面作出对比和分析。

## 关键词

面积测量; 房产测绘; 计算规则

## 1 引言

随着近年来经济发展的不断加快和城市建设的大规模进行, 建设工程竣工等测量工作正日益体现出其重要性, 而作为该项工作中的重要内容, 如何准确测量和计算各类建筑物建筑面积就是准确把握建筑相关信息所必须面对的重要课题。

通过一段时间的实际工作和总结研究, 笔者发现, 目前在建筑面积测量工作中存在着多本国家和地方标准并行的现象。这些标准各自编制和生效的时间不同、编制单位和制定的目的不同、规定的内容和侧重不同, 但同时有些规范之间又存在交叉和重合关系, 互为补充和完善。为理清各本规范之间的关系、为今后的建筑面积测量工作提供更好的理论依据和指导, 笔者结合实际工作中的经验对现行的各本规范进行比较, 总结不同规范条款的适用情况, 分析不同规范在工作中的实际操作情况, 并就目前的规范要求和工作情况提出

一些自己的理解和思考。

## 2 现行主要规范介绍

根据现行的国家与地方标准, 在建设工程建筑面积测绘工作中发挥规定和指导作用的主要有: GB/T 50353-2013《建设工程建筑面积计算规范》、GB/T 17986.1-2000《房产测量规范第1单元: 房产测量规定》、DB11/T 661-2009《房屋面积测算技术规程》。这三本规范无论从制定单位、编制背景、制定目的还是具体条款的内容都有所不同, 下面论文从规范的编制背景、规范内容、规范互补情况等几个方面对这几本规范进行比对和整理<sup>[1]</sup>。

## 3 规范编制背景对比

### 3.1 GB/T 50353-2013《建设工程建筑面积计算规范》

GB/T 50353-2013《建设工程建筑面积计算规范》的

编制单位是由中华人民共和国住房和城乡建设部于2013年12月19日发布并于2014年7月1日正式施行,其主编单位是住房和城乡建设部标准定额研究所。该标准是在GB/T 50353-2005《建筑工程建筑面积计算规范》的基础上经过调查研究、总结经验进行修订而来的。与2005版规范相比2013版规范主要完善了规范总则和术语的规定,并对建筑物架空层、落地橱窗、门斗、挑廊、走廊、檐廊等多项内容的建筑面积计算规定做出了修改或明确。

从规范制定的目的来看,该规范主要是为规范工业和民用建筑工程建设全过程的建筑面积计算而制定。由于中国北京市规划委员会(现北京市规划和自然资源委员会)的相关规定,目前北京市所有建设工程的规划许可证及其附图中所标注的建筑面积均依据该规范所规定的内容和方法进行测算,因此GB/T 50353-2013《建筑工程建筑面积计算规范》也是北京市建设工程规划验收测量成果的核验工作中执行的首要规范。

### 3.2 GB/T 17986.1-2000《房产测量规范第1单元:房产测量规定》

该标准是由建设部(现住房和城乡建设部)和中国国家测绘局(现已并入自然资源部)于2000年2月22日发布并归口管理,并于2000年8月1日正式实施,主要由国家测绘局测绘标准化研究所等单位负责起草。该标准是在国家测绘局1991年5月发布的《房地产测量规范》的基础上结合科技的发展和生产的需求,并参照全球有关标准和规定制定的。标准的主要制定目的是为了规定城镇房产测量的内容与基本需求,指导工矿企事业单位及其毗连居民点的房产测量。

由于GB/T 50353-2013《建筑工程建筑面积计算规范》主要是为建设工程设计和建设过程制定的,其主要内容和条款的制定思路侧重于建设工程的设计和建造过程,而并没有过多考虑测量工作需要,导致其个别内容在实际的测量工作中难以操作,而且对于在测量工作中有着重要指导意义的测量精度要求、限差指标等均没有规定<sup>[2]</sup>。因此在实际工作中,GB/T 17986.1-2000《房产测量规范第1单元:房产测量规定》是一个十分重要的补充,但由于该规范的主要范围房产测量与规划核验工作中涉及的建筑面积测量并不相同,因此实际工作中仍需要注意两者间的差异,合理使用规范。

### 3.3 DB11/T 661-2009《房屋面积测算技术规程》

该规程是依据北京市质量技术监督局《关于印发2006

年北京市地方标准制修订项目计划的通知》(京质监标发[2006]229号)和建设部《关于认真贯彻执行〈房产测量规范〉加强房产测绘管理的通知》(建住房[2000]166号)文件精神,在GB/T 17986-2000《房产测量规范》的基础上,结合北京市具体情况由北京市房地产勘察测绘所编制的,其实施日期为2010年1月1日。

该规程是为适应北京市房屋面积测算工作发展的需要对应GB/T 17986-2000《房产测量规范》的细化和补充,主要制定了房屋面积测算工作的基本定义、基本流程,统一了房屋面积测算的技术口径和计算程序。适用于北京市行政区域内的房屋管理工作中各类房屋的面积测算工作。因此,在文件的级别上,该规程是在进行北京市建设工程规划核验工作中的最细化一级的指导性文件,在贯彻执行前两本国家规范的前提下,可以使用本规程中的规定对具体的工作提供依据;在规定的內容上,该规程定义的房屋面积测算工作是指“利用测绘和计算机辅助的技术和方法,采集和表述房屋相关信息,为房屋管理等提供基础数据和资料”,更加符合规划核验工作的实际情况。

## 4 规范内容对比

### 4.1 术语对比

现行主要规范中,除GB/T 17986.1-2000《房产测量规范第1单元:房产测量规定》没有规定术语外,另外两部均有对其所用术语的详细定义。

其中GB/T 50353-2013中共30条术语,除了描述各种建筑构件的术语外,在对旧版规范总结的基础上结合实际工作中容易出现的问题,还对建筑面积、建筑空间、结构净高、结构层高、维护设施、结构层等在建筑面积计算工作中的重要概念,进行了定义。在概念上更加科学、严谨的同时,也解决了此前在房屋建筑面积测算工作中经常遇到的无法明确的情况,如坡屋面的层高计算问题、主体结构内阳台的面积计算问题等。

DB11/T 661-2009中房屋面积测算术语共21条,建筑术语50条。从数量上来看,远远超过GB/T 50353-2013,从内容上来看,除了对建筑物本身构件和结构的定义和描述更加细致、全面外,还针对对房屋面积测算工作,对房屋建筑面积、房屋套内建筑面积、房屋使用面积和房屋共有部分等概念进行了定义,更加重要的是针对房屋面积测量工作,定义了测量的中误差和限差<sup>[3]</sup>。

从术语的定义和描述来看,三本规范的编写思路和内容侧重已经有了较明显的区别:GB/T 50353-2013更加注重对

房屋建筑面积计算工作中各种概念的总体把握,通过对概念的明确和定义,明确了工作思路,解决了此前在工作中可能遇到的问题、堵住了可能存在的漏洞;DB11/T661-2009提出了对于房屋面积测算工作十分重要的限差和中误差的概念,同时对建筑相关术语的定义更加详细,有利于测量人员在实际工作中区分和辨认各种建筑构件和结构。

## 4.2 部分条款对比

在房屋建筑面积计算的总体思路,目前现行的主要标准的总体思路是一致的,均将房屋分成计算全面积、计算1/2面积和不计算面积的几个部分,并根据各自部分的不同计算规则计算该部分的建筑面积,最终取和得到房屋总体建筑面积。但在对各部分的具体划分、计算细则等条款方面存在着一些不同。例如:

(1) 对于设备层、夹层等的面积计算,GB/T 50353-2013中关于此种结构的规定为:“对于建筑物内的设备层、管道层、避难层等有结构层的楼层,结构层高在2.20m及以上的,应计算全面积;结构层高在2.20m以下的,应计算1/2面积”。而GB/T 17986.1-2000规范中的规定为:“层高小于2.20m以下的夹层、插层、技术层和层高小于2.20m的地下室和半地下室不计算建筑面积”。DB11/T661-2009中则没有做出明确规定。

(2) 飘窗/凸窗的面积计算:GB/T 50353-2013中根据飘窗/凸窗的两个指标决定其面积计算方法:窗台与室内楼地面高差和结构净高,具体规定如下:“窗台与室内楼地面高差在0.45m以下且结构净高在2.10m及以上的凸(飘)窗,应按其围护结构外围水平面积计算1/2面积。”DB11/T661-2009根据窗台至室内地面高度将类似结构分为落地窗和凸窗两类,其中窗台高度大于等于0.20m的为凸窗,凸窗凸出外墙的窗体部分不计算建筑面积,但当凸窗向阳台内凸出时其所占用面积仍计入阳台的建筑面积;窗台高度小于0.20m的为落地窗,当其窗体高度大于等于2.20m或窗体净高大于等于2.10m时,落地窗计算全部建筑面积。GB/T 17986.1-2000未对此类结构面积计算做出明确规定<sup>[4]</sup>。

(3) 建筑外墙保温层的面积计算:GB/T 50353-2013规定按其保温材料的水平截面积计算并计入自然层建筑面积。而另两本规范则未就保温层面积计算作出明确规定。

除上述条款外,三本规范中其他关于房屋建筑面积的计算和处理的具体规定也存在一定程度的差别,造成这些差别的原因一是由于编制不同规范各自的编制单位根据自身工作

的特点和需要,在规范条款的设置中有所侧重。二是各规范是在不同的政策背景下进行的编制工作,因此编制当时的政策法规要求和倾向必然会反映在规范条款中,导致条款条文产生一定差异。三是随着工作的开展,房屋建筑测量技术、方法甚至于该项工作本身都在进行着不断的发展和前进,体现在相关标准规范的制定方面就表现为随着修订、改版的进行,其中一些条款的具体规定也发生了改变以适应当前建筑面积测量工作开展需要。

## 5 结语

通过对目前北京市建设工程规划核验工作中用到的基本主要规范进行的对比和分析,笔者认为这三本规范无论编写背景和目的、适用范围还是具体的内容条款的侧重,均有所不同,但又都是围绕着建筑面积测算工作这个中心主题。在实际工作中不能简单的认为哪本规范更加权威和实用,而是要在把握建筑面积测算工作的总体原则和要求的前提下,结合项目的实际条件和特点,将几本规范结合起来进行运用,找出最贴合实际情况的理论依据和政策支撑,满足国家和相关单位对该项工作要求的同时高效完成任务。

此外,作为北京市政府相关部门为掌握建设工程符合规划条件情况的重要手段,规划核验工作除了是一项技术性较强的任务外,对于北京市相关政策、法规的理解和掌握更加重要。通过对相关规范的研究和比较,有助于帮我们掌握不同规范的编制脉络和主体思路,不断提高工作水平,更好地为管理部门提供准确的成果,为规划管理部门提供可靠的服务,为人民群众提供可靠的结果。

## 参考文献

- [1] 陈翠英. 浅析《建设工程建筑面积计算规范》与《房产测量规范》的区别 [C]. 云南省测绘地理信息局、云南省测绘地理信息学会. 云南省测绘地理信息学会 2016 年学术年会论文集. 云南省测绘地理信息局、云南省测绘地理信息学会: 云南省科学技术协会, 2016: 366-370.
- [2] 陈钦思. 房产测量中面积测算问题的分析 [J]. 中国新技术新产品, 2018(03): 79-80.
- [3] 张军. 武汉市现行房产测量面积计算规则技术分析 [J]. 建材与装饰, 2019(36): 235-236.
- [4] 黄晨东. 规划监督测量与房产测量的差异性探讨 [J]. 海峡科学, 2018(09): 66-69.



# Application of GPS Technology in Urban Engineering Survey

Zhiyu Zhou

Geographic Information Surveying and Mapping Institute of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Liuzhou, Guangxi, 545006, China

## Abstract

China's urbanization is speeding up year by year, which improves people's production and life style and plays an important role in improving people's living quality. With the expansion of the number and scale of the current urban engineering projects, the requirements for the measurement work are increasingly high. Only by ensuring the comprehensiveness, accuracy and authenticity of the measurement data, can we provide a reliable basis for the project construction, realize the efficient use of land resources, and meet the sustainable development needs of the city. As an advanced measurement technology, GPS technology has been more and more widely used in engineering practice, which can provide guarantee for the smooth implementation and completion of engineering projects with high speed, easy operation, low cost and high precision. By analyzing the application advantages of GPS technology in urban engineering survey, this paper explores the application strategy of GPS technology in urban engineering survey.

## Keywords

GPS technology; urban engineering survey; application

# GPS 技术在城市工程测量中的应用

周志宇

广西壮族自治区地理信息测绘院, 中国·广西柳州 545006

## 摘要

中国城市化建设速度逐年加快, 改善了人们的生产生活方式, 对提升人们的居住质量起到了重要作用。随着当前城市工程项目数量与规模的扩增, 对测量工作的要求也越来越高, 只有保障测量数据的全面性、精准性和真实性, 才能为工程建设提供可靠的依据, 实现土地资源的高效化利用, 满足城市的可持续发展需求。GPS 技术作为一种先进测量技术, 在工程实践中得到越来越广泛的应用, 能快速、易操作、低成本和高精度对工程项目的顺利实施与完成提供保障。论文通过分析 GPS 技术在城市工程测量中的应用优势, 探索 GPS 技术在城市工程测量中的应用策略。

## 关键词

GPS 技术; 城市工程测量; 应用

## 1 引言

GPS 技术在社会各个领域当中得到广泛应用, 是加快社会产业结构转型升级的关键技术。城市工程建设一般具有投资大、周期长等特点, 在施工建设中容易受到多种外界因素的影响, 只有做好工程测量工作, 才能保障工程建设中各项参数的可靠性, 增强工程建设质量和效果。GPS 技术具有较为明显的优势, 能够实现工程测量的自动化与数字化, 减轻工作人员负担, 提升工作效率。GPS 技术具有较强的专业性, 对技术水平要求较高, 在应用中应该对各个技术要点进行合理控制, 真正发挥技术优势<sup>[1]</sup>。因此, 需要加强对城市工程基本特点的深入分析, 遵循实事求是的基本原则, 把控 GPS 技术切入点, 制定针对性技术应用方案, 以加快城市化建设

步伐, 满足各领域改革需求。

## 2 GPS 技术在城市工程测量中的应用优势

首先, 在城市工程测量中应用 GPS 技术能够促进测量精度的提升。在传统测量工作当中, 主要是采用普通红外观, 难以保障数据的获取精度, 导致工程建设受到严重影响。而 GPS 技术的应用, 能够快速提供精确的三维坐标。特别是在是长距离、不通视或通视条件差的测量中, 都能够有效发挥技术优势, 为工程需求提供可靠数据。其次, 运用 GPS 技术能够促进测量效率的提升。在传统工作模式下, 数据提供过程繁琐同时对技术人员的依赖较大, 不仅难以保障测量数据的可靠性, 而且会对工程建设效率造成影响。而 GPS 技术则以先进的硬件和软件为基础, 在工作实践中应用相关辅助设备,

提升了工程测量的工作效率。在数据的记录与分析中,具有快速处理能力,辅以绘图软件应可以快速完成工程图件等。最后, GPS 技术可以保障工程测量的自动化。在测站点位置设置接收天线,对其高度进行合理调整后接通电源,能够保障 GPS 装置的自动化运行<sup>[2]</sup>。在数据采集自动获取、自动传输、记录、显示等高度灵活。

### 3 GPS 技术在建筑工程测量中的应用

精准的测量工作是保障建筑施工质量的关键因素。在工程建设中需要做好测量工作,并保障测量数据的精确性,以促进建筑工程质量的提升。运用 GPS 技术,可以实现对整个建设过程的有效指导,科学化测试施工结果,确保各个环节的规范性与专业性。在应用 GPS 技术时,应该对建筑工程建设的实际需求进行分析,设计符合建筑工程需求工程 GPS 控制网。在选定良好的工程控制点点位、建立优化的控制网形和选择有效的观测时段等,增强观测控制网获取的数据质量。通过对数据的取舍、优化、平差计算方法增强技术参数获取的可靠性。下面对 GPS 在建筑工程中的应用流程和变形监测两个方面进行分析<sup>[3]</sup>。

#### 3.1 GPS 在建筑工程中的应用流程

首先,在目标观测当中,应该确保观测点选择的合理性,以得到可靠的结果。运用 GPS 技术可以为建筑的测量提供选址参考,应该选择障碍物较少和视野开阔的区域设置观测点,降低电磁辐射的干扰。对原点进行合理利用,降低观测点建设成本,提升观测网工作效率的提升。

其次,在建筑工程建设中,施工放样也是一个重要环节,包括了高程建筑施工放样、上部结构放样和基础施工放样。在建筑施工的初期,应该控制基础施工放样工作,做好孔桩和平面位置的处理,掌握开挖深度控制、基坑开挖边线放样和基础模板位置放样的施工要点。GPS 坐标放样通常在地形起伏较大的施工区域中应用,能够解决全站仪在工程中存在障碍物遮挡、原点保存的问题,极大地提升测量放样的便捷性与灵活性<sup>[4]</sup>。

再次,运用 GPS 技术开展测量时应该对相关数据进行及时记录与整理,为后期的计算决策提供可靠依据,包括观测数据、测量方法等,并整理成测量手簿、观测数据和其他记录三类。在观测记录当中,应该明确原始观测数据、观测值

对应的 GPS 时间和接收机初始信息等。在记录时应该保障及时性,防止在填写后出现修改、追记和转抄等行为。

最后,对工程测量中大多需要进行 GPS 测图控制网、施工控制网和变形监测网。在外业观测中要对测量数据的正确性和完整性进行严格检查,在对 C、D、E 级的 GPS 控制网中一般使用接收机配备的商用软件,对数据进行观测数据预处理、平差计算和转换的过程。然后对数据成果进行质量检核、精度评定检验等。在建筑工程数据测量中应用 GPS 技术时,应该及时检查观测数据,防止在测量中出现较大的数据误差,并在误差出现后及时查找原因并进行处理、核算,促进观测数据质量的提升。工程测量过程中应该对 GPS-RTK 手簿的点属性、点名、参数、坐标残差和三维坐标等进行复核,保障 RTK 数据信息的可靠性<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 GPS 在建筑工程变形监测中的应用

随着城市发展进一步优化,城市建筑物更重视工程质量安全,防止人们的生命财产安全受到威胁。建筑变形监测法广泛应用于特殊建筑的地基位移、地基倾斜和地基沉降监测中,包括高层建筑和大坝水库等。在静态变形观测中利用 GPS 精密定位技术建立变形监测网,对基准点和变形观测点进行同期观测。应该在离建筑较远的位置设置 GPS 基准点,在变形区域设置相应的 GPS 监测点,在基准点设置 GPS 信号发送器,在监测点设置 GPS 信号接收器。并对接收机的数据的计算、传输、处理和分析,其精度高,受外界干扰小特点<sup>[6]</sup>。实时动态 GPS 测量方法主要用于测定各种工程的动态变形,将一台 GPS 接收机安置在变形本外稳固处作为连续动行的基站,另外一台 GPS 接收天线安置在变形点上作为流动站进行连续观测,实时全天候地进行 GPS 信号发送与接收。这样具有连续性、实时性、自动化等特点,大大提升工作效率。

### 4 GPS 技术在公路工程测量中的应用

公路工程是中国市政工程的重点内容,尤其是随着当前交通运输行业的快速发展,对公路质量也提出了更高的标准与要求,这是加快区域间经济交流的关键。现代公路勘测和传统公路勘测是公路勘测的两种主要形式,其测量仪器的精度、灵活性、自动化有所不同,而且测区范围大小存在效率的差异,因此应该根据实际情况选择合理的测量方式。在市政公路测量中应用 GPS 技术时,用静态 GPS 完成道路基本控

制网测量,为道路施工提供精准的施工数据。在动态定位技术能大地提升工作效率,快速完成带状地形图测绘、纵横断面图,线路初步图上设计在实地放线和中桩的测设,还有征地红线和土地堪测定界等,确保一次性外业测量完成。在施工过程中GPS技术对线路复测、路基边坡、高程放样、施工放样极大地提高了工作进度,减轻劳动强度和人力物力,促进测量精度与工作效率的提升。在测量实践工作当中,在基线端点当中设置两台及以上接收机,以工程建设的精度要求和基线长度为依据,严格遵循GPS测量系统的外业要求,对四颗以上的卫星数时段进行同步观测,以测量等级为参考确定时段的长度。对外接电源电缆和天线的连接情况进行检查,确保不存在错误接线后接通电源启动接收机,对接收机的显示情况进行检查,防止出现显示错误,对测站和时段控制信息进行输入<sup>[7]</sup>。接收机在数据的记录当中,应该对卫星号、卫星数量、实时定位结果、相位测量残差、存储介质记录情况进行观察与分析。在同一个时段的观测过程中,除了故障情况外,不能开展自测试,也不能对卫星高度角、天线位置进行随意改动。

另一方面,电力工程也是市政工程的关键组成,对保障城市生产生活用电安全十分重要。尤其是当前社会用电量逐年提升,对电力工程的需求量也在增长,只有做好工程测量工作,才能保障电力系统的运行安全性与稳定性。施工工程测量、厂站工程测量和送电工程测量,是电力工程测量的主要内容。随着当前厂区建设规模的扩大,应用的附属设施也在增多,包括电厂的取排水系统、铁路运输系统、输变电系统和除灰管线系统等,各个系统之间存在着密切关系,应该协调城市规划建设的特点开展工程测量工作。厂区控制测量具有较高的内部精度要求,应该对设备安装中的施工放样测量进行合理控制。在完成方格网的设计后,明确放样方格网点位置,防止在对桩位坐标位置进行调整时出现严重偏离。检查方格网直线度限差时,应该采用GPS快速静态测量技术结合全站仪,对GPS快速静态测量角度的差值进行比较,对方格网的精度进行测定,促进工作效率的提升。

## 5 GPS技术在地下管道工程测量中的应用

城市地下管道包含的内容十分丰富,如排水管道、供水

管道、通信管道、电力管道和天然气管道等,在管道工程测量中应用GPS技术,能够有效获取管道的实际情况,加快施工进度。在当前现代化城市的建设当中,地下管道已经成为重点内容,这是保障城市正常运转的关键,应该做好测量工作,保障工程建设的质量。其中,GPS遥感传感器在管道测量中的应用效果较好,受到测量工作人员的广泛欢迎。GPS技术取代了传统的角度测量、经纬仪和水准测量等方式,不仅能够提升测量工作效率,而且能够保障测量精度,通过三维定位明确地下管道真实情况。GPS技术的便携式发展是其未来的主要发展方向,能够消除测量中的视觉影像,实现对地下管道网络的有效控制。在地下管道测量中应用GPS技术时,还应该建立完善的地下管道信息系统,实现对信息数据的整合与分析。

## 6 结语

在城市工程测量中应用GPS技术,能够有效提升测量的精度和效率,同时其自动化的特点也减轻了工作人员的负担,是推动中国城市化进程的关键技术。尤其是在建筑工程测量、市政工程测量和地下管道工程测量当中,GPS技术得到广泛应用。应该根据不同工程项目的特点,对其应用要点进行合理控制,促进工程项目经济效益与社会效益的提升。

## 参考文献

- [1] 王伟民,李骁臣,陈坤.关于工程测量技术在城市建设中的应用探讨[J].河南建材,2019(06):42-43.
- [2] 林胜松.GPS技术在建筑工程测量中的应用及改进分析[J].工程建设与设计,2019(14):242-243.
- [3] 李亮.浅谈GPS技术在测量工程中的应用[J].民营科技,2018(02):84+192.
- [4] 普建美.GPS RTK技术在城市工程测量中的应用探讨[J].低碳世界,2017(34):118-119.
- [5] 唐中国.城市工程测量中GPS技术的应用分析[J].低碳世界,2017(28):73-74.
- [6] 李胜.GPS测量技术在工程测量中的具体应用[J].工程建设与设计,2017(18):7-8.
- [7] 申俊峰.GPS技术在工程测量中的应用探讨[J].江西建材,2017(16):208.

# Discussion on the Application of UAV Remote Sensing Technology in Surveying and Mapping Engineering Survey

Lai Wei Peng Wang

Tianjin Wanmao Technology Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

## Abstract

With the rapid development of social economy in China, remote sensing technology has been gradually applied to various fields, which provides great working convenience for people. In surveying and mapping engineering survey work, the staff use UAV remote sensing technology to accurately obtain pictures, videos and information materials of the corresponding areas, so as to provide accurate data for surveying and mapping work, greatly improve the work efficiency of surveying and mapping engineering survey, and promote the development and progress of surveying and mapping engineering field in China. This paper briefly describes the application and development of UAV remote sensing technology in surveying and mapping engineering survey, analyzes the advantages of UAV remote sensing technology in surveying and mapping engineering survey, and analyzes the application advantages of UAV remote sensing technology to unmanned engineering survey. The application technology and application of machine remote sensing technology in surveying and mapping engineering are deeply explored.

## Keywords

UAV; remote sensing technology; surveying engineering; surveying

---

## 刍议无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用

魏来 王鹏

天津市万贸科技有限公司, 中国·天津 300000

## 摘要

随着中国社会经济的快速发展, 遥感技术逐渐被运用到各个领域, 为人们提供了极大的便利。在测绘工程测量工作中, 工作人员利用无人机遥感技术, 准确获取相应区域的图片、视频及信息资料, 以此为测绘工作提供准确的数据, 大大提高了测绘工程测量的工作效率, 促进了中国测绘工程领域的发展与进步。论文简要阐述了无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用发展情况, 分析了无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用优势, 对无人机遥感技术在测绘工程测量中应用技术及其运用进行深入探究。

## 关键词

无人机; 遥感技术; 测绘工程; 测量

---

## 1 引言

在现代社会科学技术大力发展的背景下, 无人机遥感技术愈发完善, 并被广泛运用到各个领域, 推动了各个领域的进步。在测绘工程测量工作过程中, 无人机遥感技术发挥了重大作用, 在环境监测、矿区地质测量、土地统计等工作中呈现出监测效率高、兼容性高、适应性强、实操性强的特点, 体现出其强大的技术应用能力。要想进一步推进无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用, 可以分别引进影像资料获取测绘数据技术、数据资料获取技术、数据传输与处理技术, 为城乡规划、地面控制点选取、目标区域测绘、恶劣环境测绘等工作提供技术支持。

## 2 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用发展情况

无人机遥感技术应用在测绘工程测量工作之后, 工作人员能够在更短的时间内获取测绘的数据信息, 数据信息更加真实、准确、符合当时的实际情况, 能够利用这些数据对原本的数据库进行快速升级。现如今, 各个地区的相关部门在开展地质环境治理工作、土地整治工作等方面均纷纷运用无人机遥感技术; 若遇到突发问题, 也可以利用无人机遥感技术对目标区域进行实时监控<sup>[1]</sup>。

此外, 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用已经初步得到发展, 如无人机遥感传感器三维形式技术, 就是工作

人员将目标区域的监测信息与实际数据输入在相应的设备中,促使人们能够更加直观的获取多种数据信息,以此提高测绘工作的质量。无人机遥感技术还能处理信息,对目标区域的信息进行快速自动处理,有效避免由于人工处理出现的误差。从无人机遥感技术的应用优势角度分析,其在测绘工程测量工作中的运用愈发科学,工作人员能够融合遥感技术、无人驾驶飞行技术、通讯技术及遥测技术等多种技术,对各个区域的生态环境信息进行获取与处理,这种技术形式目前已经被广泛运用到各个地区的空间信息监测中,且具有较为广阔的研究与发展前景。

### 3 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用优势

第一,无人机遥感技术的应用具有监测尺度较大的优势。在实际测绘工程测量工作中,缩小监测范围能够有效提高监测效果,而无人机遥感技术则能够实现较小范围内的高精度监测,获取精准、真实、可靠的数据信息资料,这种情况能够在一定程度上推动工程测绘领域的发展。且无人机遥感技术能够记性三维立体监测,有助于获取更加清晰、直观的测绘资料<sup>[2]</sup>。

第二,无人机遥感技术的应用具有较高的监测工作效率。在测绘工程测量工作中,无人机遥感技术能够实现对目标区域的高效率、短时间测量,在较短的时间内获取精准数据,且及时发现并且处理各种问题,以此保证测量工作能够有序进行。若在测量的过程中,测量效率较低,则不仅会加大测绘工程测量工作的难度,更会影响测量数据水平。

第三,无人机遥感技术具有较高的兼容性。在测绘工程测量工作中,若仅仅使用单一的遥感技术并不能够充分满足测绘工程的测量需求,而无人机遥感技术则能够实现对远程监控技术、遥测技术、信息传输与处理技术等多项技术的融合使用,以此获取更加精准、正确、直观的数据资料,保证测量效果。因此,无人机遥感技术的兼容性能够充分体现其在测绘工程测量中的应用价值<sup>[3]</sup>。

第四,无人机遥感技术的信息处理效率较高。随着现代社会科学技术的快速发展,无人机遥感技术的应用水平不断提高,工作人员在获取测量数据时能够直接将数据信息传输到单位系统中,以此保证工作人员处理信息数据的效率。此外,相较于卫星测量技术,无人机遥感测量技术的图像呈现出更

高的分辨率,图像画面更加清晰,这也大大提高了测绘工程测量的工作水平。

### 4 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用技术

首先,可以运用无人机遥感技术的影像资料与测绘数据获取技术,这一技术又可以称为“RS技术”。工作人员可以利用这一技术,将无人机在飞行过程中获取的影像资料、数据信息利用地面的卫星系统传输到地面控制站中。在无人机遥感技术的运用过程中,无人机一直处于高速运转的状态,若直接利用无线技术传输数据及影响资料,则会影响信号的稳定性,降低画面的分辨率。因此,工作人员可以利用无人机遥感技术,调整与控制无人机的运行状态,控制拍摄角度与飞行状态,以此获取更高质量的画面,再利用机载微机将质量较低的画面筛选去除,以此保证信息数据传输质量。

其次,利用数据资料获取技术。在无人机遥感技术的应用过程中,工作人员需要利用手动与自动相结合的方式获取资料,以此保证资料数据的准确程度。还要对获取到的数据资料进行二次监测,保证无人机飞行航线的有效性,建议分析数据资料,充分发挥无人机遥感技术的效用,获取更加高质量的数据资料,为开展测绘工程奠定基础。

### 5 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用路径

#### 5.1 运用于城乡规划测量中

无人机遥感技术可以运用到城乡规划工作中,城乡规划的测绘工程是一种目标区域面积较大的测量工作,在原本的测量工作中,工作人员需要耗费大量的转换空间的时间,这主要是由于城乡规划的目标区域范围较广、数据资料需求较大,且数据内容较为复杂。因此,工作人员可以将无人机遥感技术运用其中,促使摄像头能够覆盖整个城市区域,按照规定的比例,拍摄下城市的每一个角落,在最大程度上还原城市景色。此外,在城乡规划测绘工程中,还包含城市建筑测量与绿化测量,而无人机遥感技术能够获取更加精准的城市建筑及绿化数据信息,为工作人员提供准确的数据资料,大大提升了城乡规划、城市绿化调查、城市建筑情况监测的工作效率。

#### 5.2 运用于地面控制点选取中

无人机遥感技术可以运用到测绘工程测量工作的地面控

制点选取环节中,在测绘工程测量工作的过程中,针对一些大型的项目,需要工作人员对建设地区及其附件的几十公顷甚至几百公顷范围内的情况进行测量与监测。此时,工作人员可以利用无人机遥感技术,结合项目测量需求,根据实际情况,在这一范围内重点获取几个、十几个的地面控制点,利用控制点采取测量工作。这一方法主要是为了充分发挥无人机遥感技术的自动识别能力,通过抓取控制点的数据信息,提高信息的有效性,避免获取大量无效信息;还能够通过对地面控制点的测量,按照一定的顺序分别观看检查无人机的测量情况,避免浪费更多的时间用于排序,能够有效提高无人机遥感技术的使用效率,降低无人机遥感技术的测量成本。

### 5.3 运用于目标区域测绘中

无人机遥感技术可以运用到目标区域的测绘工作中,一般情况下,为了尽可能地提高无人机遥感技术的测绘测量工作效率,提高测量数据的应用价值,在正式参与测绘工程测量工作之前,工作人员都会根据实际的情况,确定一个较大的测绘区域范围,而无人机需要始终保证在这一区域范围内,能够及时获取这一范围内的数据资料、图像资料等。在确定测绘区域范围与面积时,工作人员可以结合一些电子地图,尽可能地缩小比例尺,以此明确边界界限。

### 5.4 运用于恶劣环境的测绘中

无人机遥感技术可以运用到恶劣环境的测绘工程测量工作中,在传统的测绘工程测量工作中,若测绘环境较为恶劣、

测量条件较差,则无法保证能够顺利开展测量工作,也不能够保证测量数据的有效性、可靠性与应用价值。因此,工作人员可以将无人机遥感技术运用到恶劣环境的测绘工程中,有效弱化环境对测绘工程测量结果的影响。在实际实施过程中,工作人员需要注意,若进行恶劣环境的低空测量,则注意保护无人机设备,以此保证测量结果的质量;还要适当升级无人机的控制技术,提高无人机的灵活性,以此提高测量效率。

## 6 结语

综上所述,在无人机遥感技术应用到测绘工程测量的过程中,工作人员要充分发挥无人机遥感技术的应用优势,有效提高测绘工程测量工作效率,提高测量的准确性与有效性,获取真实的测量数据。在实际运用的过程中,工作人员要灵活运用无人机遥感技术,将其合理使用在各个工作场景中,以此保证测绘工程测量工作能够顺利开展,促进测绘工程领域的完善与发展。

## 参考文献

- [1] 段云飞,杨跃文,阿茹娜.无人机遥感技术在测绘工程中的有效应用[J].工程建设与设计,2020(04):252-253.
- [2] 李磊,徐研.无人机在地形测绘工程中的应用[J].工程建设与设计,2020(04):269-270.
- [3] 杨光.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].江西建材,2020(01):44+46.

# Application of UAV Aerial Photogrammetry in Topographic Map Surveying

Chuanliang Wang

Shanghai Chuanhe Water Resources Planning & Design Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

## Abstract

With the continuous development of urbanization construction, only with an overall understanding of the city can planning and construction be better. In the planning process, the most important thing is to survey the topographic map of the city, so as to effectively grasp the geographical information of the city. However, this process is also affected by many factors, leading to problems with the accuracy of the measurement. In recent years, China's UAV technology has been developing, and has been widely used in various fields of society. As a result, UAV aerial photogrammetry technology has emerged, which has the advantages of low cost, simple operation, small impact factors, etc., and has a better development prospect. This paper mainly analyzes the application of UAV aerial photogrammetry technology in topographic mapping.

## Keywords

UAV; aerial photogrammetry; topographic map surveying

---

## 关于无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用

王传亮

上海川河水利规划设计有限公司, 中国·上海 200000

## 摘要

随着城市化建设的不断发展, 只有对城市有着整体的认识, 才能更好地进行规划建设。在规划过程中, 最为重要的是对城市的地形图进行测绘, 这样才能有效掌握城市的地理信息。但是, 该过程也会受到很多因素的影响, 导致测量的精准度出现问题。近年来中国的无人机技术不断发展起来, 并不断地广泛应用于社会的各个领域, 由此出现了无人机航空摄影测量技术, 该技术具有成本低、操作简单、影响因素小等优势, 具有较好的发展前景。论文主要对无人机航空摄影测量技术在地形图测绘中的应用进行分析。

## 关键词

无人机; 航空摄影测量; 地形图测绘

---

## 1 引言

随着中国科技水平的不断发展, 在日常生产过程中智能化的技术也渐渐取代了传统的人力。一方面是由于智能化技术能够完成很多人们无法完成的事情, 另一方面是能够形成更为精确的生产过程。无人机航空摄影测量技术就是其中的一种, 在传统的测量过程中受到地理、环境等多项因素的影响导致地形图测绘过程中存在很大的误差, 一定程度上给测绘工程的建设和发展带来阻碍。无人机航空摄影测量集合了3G技术、数字通信技术、信息技术等, 能够完成高精度测量, 在投入使用过程中受到了一致认可, 同时也促进了社会的进步和发展。

## 2 无人机航空摄影测量技术概述

无人机航空摄影测量技术是近年来应用较为广泛的一种测绘技术, 也是当前测绘工程测量工作的发展方向, 在建设数字化城市的过程中也起着重要的作用。该技术凭借成本低、精确度高、测量速度快等优势被广泛运用于测绘工程中, 再者, 该技术的适用范围较广且测量方式丰富多样, 所以也被用于其他领域并得到了很好的应用效果。但是, 在利用该技术时必须要注意以下几方面。首先, 在测量之前需要确定无人机的种类, 这就需要工作人员针对相应的地形和工程测量状况来选择符合要求的无人机, 选择完成之后, 对其进行调试, 以便及时、准确地获取相关信息。其次, 在应用无人机进行

测量时需要工作人员设计好相应的航线,该航线的设计需要秉持简洁、准确的原则,避免因外界环境和多种因素干扰影响无人机的测量精确度。在实际测量前,需要工作人员在现场对无人机进行调试。最后,在实际拍摄过程中应当确保无人机的像控点分布,再针对其得到的信息和图片进行数据处理工作,以此来保证数据的准确性。

### 3 无人机航空摄影测量技术的优势

#### 3.1 数据获取率高

相较于传统测绘技术而言,无人机航空摄影技术具有较高的数据获取率,不仅可以在短时间内实现数据的获取,缩短数据处理的时间,还可以使相关信息更为清晰地呈现出来,便于后续数据处理工作的进行。无人机航空测量技术集合了数据通信技术、GPS定位技术、遥测遥控技术等多种测量技术,这些技术都解放了大量人力,利用自动化的控制系统就可以进行无人机的控制,突破了传统测量的局限性,使用范围大,灵活便捷,提高了测量工程的数据采集效率,一定程度上降低了成本,给企业带来了更多的经济效益。

#### 3.2 响应能力快

一般情况下,无人机航空摄影大都采用低空飞行的工作形式,这种形式下的测量具有明显的优势。首先,空域申请方便;其次,不易受到天气状况的影响;最后,不需要设置专门的起飞降落场地。在无人机实际测量过程中只需要平整的路面就可以完成起飞和降落的工作。不同于传统的飞机需要大量的时间来进行准备飞行工作,无人机的起飞准备工作只需要15min就可以完成,一定程度上为测量过程省去了大量时间。此外,通常情况下,无人机内部会装车载系统,这一系统可以让无人机的测量结果更具针对性。

#### 3.3 经济效益高

传统的测量技术需要耗费大量的人力、物力,还不一定能取得较好的测量效果,给企业带来了严重的经济损失,但利用无人机航空摄影技术就可以很好地解决这一问题。该技术成本较低,在实际测量过程中也不需要大量的人力,只需要几名操作人员就可进行测量工作。该技术能够重复使用,不会局限于场地的限制。此外,由于技术中融合了现代化的通信、网络、计算机技术等,在测量结果的获取上具有较高的准确性和实效性。因此,也能够避免因测量误差给工程的

周期和经济效益所带来的不良影响,提高了测绘工程的测量效率和企业的经济效益。

### 4 DOM技术的应用

DOM技术是无人机航空摄影技术中的一项核心工艺,该技术会直接影响到无人机测量的准确性。DOM技术主要是在无人机拍摄的照片和影像中进行样本采集,针对样本中出现的失真问题及时进行处理,使获得的正射影像图更为标准。在该技术的应用过程中,首先需要无人机对数据进行采集,通过这一过程进行定向操作,再针对获得的信息进行影像镶嵌和正射纠正,最后获得DOM成果<sup>[1]</sup>。在对地形图测绘的过程中的DOM技术主要是控制测量像片,将无人机获得的信息和影像资料结合起来,接着再结合空中三角测量所得到的地形情况进行分析,从而获得需要测量区域的特征,再针对这一特征进行信息处理,从而能够获得相应的测量结果<sup>[1]</sup>。

### 5 相片控制

利用无人机航空摄影技术对地形图进行测绘的过程中,能够很好地控制相片,便于更为全面地掌握被测区域的地形。在相片控制的过程中,无人机可以与定位系统结合起来,对区域进行航拍,拍出来的相片数据可以与当地区域实际相对应并且可以实现相互转换,从而达到准确测量的目的<sup>[2]</sup>。此外,无人机不同于传统的飞机需要大量的时间来进行准备飞行工作,无人机的起飞准备工作只需要15min就可以完成,一定程度上为测量过程省去了大量时间。此外,通常情况下,无人机内部会装车载系统,这一系统可以让无人机的测量结果更具针对性,因此响应性比较高,在接收数据信息时可以更好的体现时效性。因此,在实际的测量过程中,可以提前对相片控制点进行设计与布置,结合相应的定位系统来掌握区域信息,需要尤其注重点与位置的关系,防止影响后期测量过程。

### 6 空中三角测量

空中三角测量是无人机航空摄影测量中最为关键的一项应用,要想使测量结果更加精准有效,就需要对三角测量工作的流程进行确定。在空中三角测量的计算过程中需要使用到一些测绘软件和系统,如光束平差软件、高分辨率遥感影像测图系统。在实际的测量过程中,需要做好前期的准备



工作, 通过将原始数据制作成 JPG 格式, 再明确摄像机的焦距、校验文件、像元尺寸等要点, 从而确保拍摄过程的正常进行。此外, 还需要对航空线路配合表、航空拍摄 POS 数据等进行确定。其次, 需要对无人机摄影数据进行畸变差矫正, 利用无人机测量拍出的相片, 由于相机的问题会让相片出现边缘畸变, 这些畸变都需要通过程序来矫正。通常情况下, 在畸变差矫正的过程中使用 VzLowCor 这一软件进行图像处理。在畸变差校正完成以后, 需要针对测量区域来创建高程文件, 引用校正后的影像再结合其他测量的参数, 应用系统自动定向的功能解决偏移量的问题, 清除精度较大的影像点, 从而获得更为准确的测绘结果。在自动定向的过程中需要保证定向点多于相片 900 个, 这样才可以实现分布的准确性<sup>[1]</sup>。在利用光束平差软件进行平差计算的过程中, 通常采用的是 PAT-B 光束法, 对平差计算后的结果应当要做好复核工作, 必要时可以进行调整防止出现误差。此外, 测绘之后的区域在需要时可以进行合并, 如果在合并过程中出现精度误差就需要再次合并, 并对区域的外方位和加密点进行处理, 从而能够更好地实现合区接边。此外, 可以利用空中三角形加密的方式生成相应的文件来帮助复原三维模型, 针对加密的文件应当做好整理和归档工作<sup>[2]</sup>。

## 7 数字线划图的生成

通常情况下, 在无人机航空摄影测量技术中会生成最终的数字线划图。在此过程中, 通常是利用全数字摄影测绘工作站来进行信息的编辑工作。在编辑完成以后, 需要将图纸设计为 DWG 再进行提交。在数字线划图工作中, 需要注意以下几个问题。(1) 在进行测量之前就需要做好地面三维模型的建立, 从而能够让测量更为定向地开展。在工作进行时需要人工与自动进行交互, 在此过程中会存在一定的误差, 在实际工作过程中, 尤其需要工作人员提高注意力, 注意操作的规范性, 防止误差过大对测量结果造成影响。(2) 为了提高测绘的准确性, 针对不同的要求应当利用不同的代码、线型、颜色来赋予, 以此来做好区分。(3) 在日常工作中, 针对该项技术应当做好工作人员的培训工作。让工作人员能够充分掌握有关地形图比例尺和制图知识, 能够了解航空测绘的规范操作和图示要求, 能够对数据信息有着强大的观察

和识别能力。此外, 还需要有强烈的责任心, 能够确保测量工作的正常开展。(4) 当测绘过程中遇到河流陡岩时, 就需要区分有滩陡岩水涯线和无滩陡岩水涯线。通常情况下, 有滩陡岩水涯线需要以正常水位完成数据的采集工作, 而无滩陡岩水涯线在测量过程中需要观察棱线位置。在测量池塘时应当用沿塘坎进行测绘。(5) 在针对收集到的数据进行测绘的过程中, 针对地貌需要利用等高线内插的功能。但是, 在利用该功能的过程中也需要注意主体偏沉这一问题, 这就需要工作人员在实际操作过程中进行不断地完善<sup>[3]</sup>。

## 8 立体采编测量

通常情况下, 在测绘工程中利用无人机航空摄影技术完成对区域的测量之后, 需要对收集到的数据信息进行统一的采编过程, 这样才能确保测量数据的可靠性。对此, 在实际的测量过程中, 需要尤其重视后期节点数据处理工作, 针对获得的数据, 工作人员必须要将各种数字影像信息符号化, 手绘水涯线和等高线, 手动标记出误差较大的地方并进行处理, 以此来不断提高数据处理的准确性, 使得地形图测绘更为精准有效。

## 9 结语

综上所述, 无人机航空摄影测量技术具有较大优势, 将其利用在地形图测绘的过程中, 可以避免环境因素的影响, 使测量结果更具准确性。在该技术的应用过程中也需要注意应针对性地采取相应的措施来提高地形图测量质量, 正确规范地利用 DOM 技术、相片控制技术、空中三角形测量技术、数字线划图技术、立体采编技术等, 从而让无人机航空摄影测量技术充分发挥其安全灵活、实效性强、响应快、成本低等优势, 不断推动测绘工程的进步, 带动企业的可持续性发展。

## 参考文献

- [1] 吴栋, 周旺辉, 蔡东健. 无人机低空摄影测量技术在 DOM 快速更新中的应用 [J]. 现代测绘, 2018, 41(06): 55-57.
- [2] 王瑜, 周松, 高文涛, 等. 低空 GPS 辅助空中三角测量精度分析 [J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(12): 190-192.
- [3] 成李博, 段平, 李佳, 等. 基于无人机航摄影像的数字线划图生成方法 [J]. 全球定位系统, 2019, 44(06): 86-91.

## 《现代测绘工程》征稿函

### 期刊概况:

中文刊名: 现代测绘工程

ISSN: 2705-0521 (纸质版)

出刊周期: 双月刊

出版语言: 华文刊

收稿刊期: 2020年第3期

期刊网址: <https://ojs.s-p.sg/index.php/xdchgc>

出版社名称: 新加坡协同出版社

### 出版格式要求:

- 稿件格式: Microsoft Word
- 稿件长度: 字符数(计空格)3000以上; 图表核算200字符
- 测量单位: 国际单位
- 论文出版格式: Adobe PDF
- 参考文献: 温哥华体例

### 出刊及存档:

- 电子版出刊(公司期刊网页上)
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 文章能够在数据库进行网上检索

### 作者权益:

- 期刊为 OA 期刊, 但作者拥有文章的版权;
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档;
- 以开放获取为指导方针, 期刊将成为极具影响力的国际期刊;
- 为作者提供即时审稿服务, 即在确保文字质量最优的前提下, 在最短时间内完成审稿流程。

### 评审过程:

编辑部和主编根据期刊的收录范围, 组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审, 并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登, 提供高效、快捷、专业的出版平台。

## About the Publisher

Synergy Publishing Pte. Ltd. (SP) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

SP aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. SP hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

SP adopts the Open Journal Systems, see on <http://ojs.s-p.sg>

## Database Inclusion



Asia & Pacific Science  
Citation Index



Creative Commons



China National Knowledge  
Infrastructure



Google Scholar



Crossref



MyScienceWork



Tel: +65 65881289

E-mail: [contact@s-p.sg](mailto:contact@s-p.sg)

Website: [www.s-p.sg](http://www.s-p.sg)

