

无人机摄影测量技术在数字化地形中的应用

牛娟

水利水电勘测设计研究院勘测总队

DOI:10.12238/gmsm.v5i2.1354

[摘要] 为进一步发挥无人机摄影测量技术作用,切实提高数字化地形测量质量,对无人机摄影测量技术展开实践研究。以某地区无人机摄影测量项目为例,基于无人机摄影测量技术分析,在像控点布设、航线设计、航空作业等方面探讨了无人机摄影测量技术的应用要点,有效保证和提升了数字化地形测量效率与质量,为取得良好项目效益奠定坚实的技术基础。

[关键词] 无人机摄影测量技术; 数字化地形测量; 像控点布设; 航线设计

中图分类号: P128.11 **文献标识码:** A

Application of UAV Photogrammetry Technology in Digital Topography

Juan Niu

Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Survey Corps

[Abstract] In order to further play the role of UAV photogrammetry technology and effectively improve the quality of digital topographic survey, the practical research on UAV photogrammetry technology is conducted. Taking the UAV photogrammetry project in an area as an example, based on the analysis of UAV photogrammetry technology, technology application points of UAV photogrammetry technology like the image control point layout, route design, aviation operation are discussed, which effectively guarantee and improve efficiency and quality of the digital topographic measurement, and lay a solid technical foundation for achieving good project benefits.

[Key words] UAV photogrammetry technology; digital topographic survey; image control point layout; route design

引言

无人机摄影测量技术是数字化地形测量工作的重要技术内容,在全面、立体化获取地形参数、充分了解区域地形变化情况等方面发挥重要作用^[1]。为有效发挥无人机摄影测量技术作用,有必要对该技术的实践应用进行研究。本文以某地区无人机摄影测量项目为例,在测量像控点布设、测量方法、航线设计、航摄时间、空中三角测量、内业数字化测图制作等方面,对无人机摄影测量技术进行研究,以期为其他无人机摄影测量项目提供参考和借鉴

1 无人机摄影测量技术辨析

无人机摄影测量技术是以无人驾驶飞机作为空中平台,以机载遥感设备为信息获取载体,应用计算机对图像信息进

行处理,并按一定精度要求制作成图像的新型应用技术^[2-3]。无人机摄影测量技术具有测量效率高、精度高等优势,在地形测量等方面发挥重要作用价值^[2]。整体而言,无人机摄影测量系统主要包括硬件摄影测量和软件摄影测量两部分^[2]。其中,硬件摄影测量包括机载系统、无人机与监控系统;软件摄影测量包括数据处理、航线设计等信息技术内容,使无人机摄影测量技术在实际应用中表现出测量精度可靠性、测量数据信息安全性、测量工作灵活性特征^[2]。

无人机摄影测量技术的实践运用有以下几个环节:

第一,基于实际地形分析,确定飞行计划与飞行航线,标定相机传感器;

第二,地面控制人员根据遥感信号

动态控制和调整无人机飞行状态^[3];

第三,应用计算机技术对遥感影像进行矫正、识别等操作,并获得初步影像^[3]。

2 无人机摄影测量技术在数字化地形测量中的实践应用

2.1 项目概况



图1 项目测区图

项目测区位于喀什麦盖提县恰西勒

克村,该区域紧邻三莎高速,测区西边多为沙漠,东边有稀少房屋及耕地。地势宽阔平坦,地面高差小于10m,测区面积为2km²左右(图1所示)。工作内容包括:无人机低空航摄、像片控制测量、空中三角测量、1:2000数字线划图制作。

2.2 测量像控点布设

基于项目测区地理情况分析,确定像控点布设在航向与其旁向的56片重叠范围内;高程控制点点位目标应确定在高程差较小的位置上^[4-5]。若在具体实践中,出现目标条件与像片条件矛盾的情况,则应综合考虑测区实际情况,选择与确定点位目标^[4]。本项目像控点布设情况如图2所示;像控点平面与高程误差控制范围,具体如表1所示。

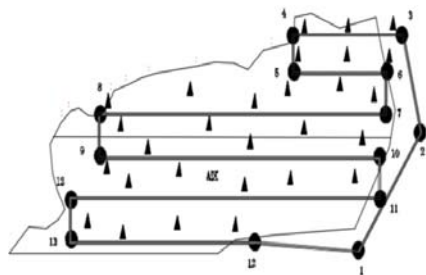


图2 本项目像控点布示意图

表1 平地、丘陵地像控点平面与高程误差控制范围

平面/高程误差	平地、丘陵地/m
像控点的平面误差	0.12
像控点的高程误差	0.1

2.3 测量方法

我国无人机摄影测量主要分为全能法、综合法与分工法三类^[6]。其中,全能法主要应用于山地测量,应用立体测图仪对山地结构进行测量分析,最终获得地形图;综合法主要应用平板仪对高程进行判定,并结合无人机采集数据信息,对测区地形情况等进行分析;分工法主要应用于丘陵地带,但次方法工作原理具有特殊性,在实际应用过程中,通常综合应用高程分求、平面位置原理,并利用立体测图仪进行数据采集^[6]。由于本项目地势宽阔平坦,地面高差小于10m,所以在本项目实际测量方法方面,选择了综合法与分工法相结合的测量方法。

2.4 航线设计

航线设计中,测绘人员应根据测区实际情况分段布设6个平高点^[6]。同时,应保证航线首末端上下控制点布设在垂直于方向线的直线上;航线中间控制点布设在控制点中线位置上^[6]。为提高无人机摄影测量精度,技术人员应结合项目测区情况,分析和判定地面分辨率、航摄分区划分、航向与旁向重叠度,具体如表2所示。

表2 航线设计参数确定

项目	参数
地面分辨率	0.15m
航摄分区划分	地形高度差小于航摄高的1/6
航向与旁向重叠度	航向重叠度为70%~85%;旁向重叠度为50%~60%

2.5 航摄时间

航摄季节选择方面,应选择植被覆盖对地形测量图像质量影响较小的季节进行,在航摄过程中,应根据太阳实际高度选择航摄时间^[6-7]。通常情况下,正午前、后2h内部进行航摄^[6-7]。本项目测区的航摄时间确定为11时14分。

2.6 空中三角测量

空中三角测量的目的在于确定与纠正相关位置,并在测量中,对测量数据进行更正和二次确定,以达到精准测量标准^[7]。空中三角测量工作中,所有控制点的精度应满足以下几点要求:

第一,保证本项目测区的控制点点位误差最大值为0.5m;点间距误差最大值为0.4m^[7]。

第二,保证本项目测区的控制点高程误差最大值为0.6m^[7]。

第三,保证本项目测区的相对定向精度小于表3规定;针对特别区域可以放宽0.5倍^[7]。

表3 相对定向精度

连接点上下视差误差/最大残差	数码航摄仪获取的影像
连接点上下视差误差	1/3 像素
连接点上下视差最大残差	2/3 像素

2.7 内业数字化测图制作

内业数字化测图(DLG)制作是无人机摄影航测的重要内容,包括:外业部分、内业部分^[8-9]。其中,外业部分主要测量像控点、地形图、图片调绘;内业部分是借助空中三角测量技术,确定控

制点地形、高程等数据^[8]。在本项目测区内业数字化测图制作过程中,测绘人员应注重控制像控点采集密度,避免出现交叉采集、重复采集等问题;以优先采集为原则,确定位置重叠要素;将像控点的测绘区域控制在像控点连线外10mm内;应用DXF格式保存测绘要素内容,并注重输出层表选择与应用^[8]。

3 航拍作业与质量检查

3.1 航拍作业

航拍作业应做好无人机起飞前准备、地面站监控及数据整理工作。

无人机起飞前准备工作方面,测绘人员应检查无人机的俯仰角是否处于向上正值状态,并保证陀螺零点与滚转角正确行^[9]。同时,测绘人员应判断空速,若空速显示值接近于“0”或显示值保持不变,则判定空速为正常^[9]。为提高无人机摄影测绘精准性和时效性,测绘人员应将GPS定位时间控制在1min内^[9];注意观察传感器数据的变化情况,若在不同的发动机转速下,数据浮动过大,应及时采取减震措施。

地面站监控工作方面,测绘人员应对无人机飞行状态进行实时监控,根据无人机飞行高度等指标分析判断无人机飞行状态是否正常,若无人机飞行出现异常,测绘人员应及时做出有效处理。

数据整理工作方面,测绘人员应对航测数据进行检查,确保曝光点数与影响数一致、航线记录与实际飞行影像数一致、数据完整且影像清晰^[9]。

3.2 质量检查

应用近地空摄影测量系统,对无人机航测测量数据信息质量进行全面检查,检查完成后,输出质量检查记录^[9]。若发现不合格数据信息,应做好相关记录。例如,应用Smart Vision Space系统,对无人机摄影测量的航向重叠度等指标进行检查。质量检查完成后,测绘人员可以根据记录情况,确定是否重飞或补飞,若需要重飞或补飞,应根据记录信息确定无人机飞行区域,以提高无人机摄影测量效率和精确度^[9]。

4 结束语

无人机摄影测量技术的应用质量对

地形测量工作质量产生直接影响。在具体实践中,测绘人员应结合测绘区域的实际情况,确定无人机摄影测绘方法、航线、航摄时间等内容,以确保无人机摄影测量的精准性和有效性。本文详细分析了无人机摄影测量技术的实践应用。

以实践应用为视角,研究无人机摄影测量技术在数字化地形测量中的应用,指出该技术的应用要点:基于项目测区地理情况分析,确定像控点布设在航向与其旁向的56片重叠范围内;高程控制点点位目标应确定在高程差较小的位置上;航线设计中,测绘人员应根据测区实际情况分段布设6个平高点;在航摄过程中,应根据太阳实际高度选择航摄时间;将像控点的测绘区域控制在像控点连线外10mm内;航拍作业方面,应做好无人机起飞前准备、地面站监控及数据整理工

作;通过质量检查,必要时需要实施重飞或补飞。

综合而言,本次研究未综合考虑风速、航高、像片倾角对图像的影响,需要在后续研究中进行深度研究和分析,以丰富研究结论与成果。

[参考文献]

- [1] 马学峰,张源,屈利娜,等.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测量中的应用[J].黑龙江科技信息,2020,(15):27-29.
- [2] 胡立,张振军,魏猛,等.无人机低空遥感技术在丹江口库区地形测量中的应用研究[J].水利水电快报,2021,42(12):5.
- [3] 马迪.基于无人机摄影测量空三加密技术在1:2000DOM制作的应用[J].冶金与材料,2020,40(5):2.
- [4] 毕瑞,甘淑,李绕波.无人机遥感控制点布设优化方案及其模型精度分析

研究[J].工程勘察,2020,(12):7.

[5] 刘超,杜鹏,王银,等.基于无人机摄影测量技术研究有无地面控制点的差异性在地震方面的应用[J].华南地震,2021,41(1):10.

[6] 丁华,王素君,李如仁.无人机+实景三维建模技术与摄影测量学相融合的教学模式探讨[J].科技风,2021,(33):3.

[7] 王志岗,江超,杨生春,等.无人机低空摄影测量技术在植被绿化监测中的应用——以卡洛特水电站为例[J].人民长江,2020,(S02):4.

[8] 王宏,王守军,胡兵.旋翼无人机低空摄影测绘在高山地区河湖划界项目中的应用[J].人民珠江,2021,42(S01):4.

[9] 陈贵珍.自然资源规划中无人机航测大比例尺地形图数据精度改善研究[J].测绘与空间地理信息,2020,43(S01):5.

中国知网数据库简介:

CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI 1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”,并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

CNKI 2.0

在CNKI 1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。