

无人机航空摄影质量评价

勾志阳, 赵红颖, 晏磊

(北京大学遥感与地理信息系统研究所, 空间信息集成与3S工程应用北京市重点实验室, 北京 100871)

摘要: 无人机航空遥感系统获取遥感影像具有多种特性。通过多次试验, 得到大量的图像和信息数据。本文利用无人机飞行实验所获得的控制数据, 分别从像片重叠度、航带弯曲、像片旋转角及航高差等方面对无人机航空摄影质量进行评定, 并绘制了无人机实飞航迹与预设航迹, 显示了无人机的定点拍摄效果。然后分别利用地面控制点和无人机飞行控制数据对所获得的遥感影像进行了正射校正处理, 均能获得正射影像。结果说明作为一种新型的对地观测系统, 它的空中摄影质量满足摄影测量的基本要求。

关键词: 无人机; 摄影测量; 遥感; 航空摄影质量评定; 正射校正

中图分类号: TB869 文献标识码: A 文章编号: 1001- 0270(2007)02- 0049- 04

Aerial Photogrammetric Quality Evaluation of the UAV

GOU Zhi- yang , ZHAO Hong- ying, YAN Lei

(Institute of Remote Sensing & Geographic Information System,
Peking University, Beijing,100871)

Abstract:The UAVRSS (Unmanned Aviation Vehicle Remote Sensing System) has many advantages in capturing remote sensing images. With the flight control data of the UAV , an evaluation on the photographic quality of the UAV is given, including overlap rate, the flight path camber, forward overlap, side overlap, flight height and swing angle. Moreover, the flight path was drawn to show the result of the pointing shot. Then the images are orthorectified through GCPs and the UAV flight control. The results show that the photographic quality of the UAV is satisfied with the criterion of photogrammetry.

Key words: UAV(Unmanned Aviation Vehicle), photogrammetry; remote sensing; photogrammetric quality evaluation; orthorectification.

1 引言

无人机技术作为人类早期航空的重要组成部分, 已经有一百多年的历史。目前, 西方主要国家将无人机技术当作未来空军最具优势和前景的发展方向。我国也在90年代初期开始了军用无人机的研制。目前我国的高端无人机已具有国际竞争实力^[1]。

民用无人机应用仅有不到十年的历史, 在世界

各国尚在起步阶段。在我国, 根据2003年5月1日施行的《通用航空飞行管制条例》, 我国无人机用于民用业务飞行时, 必须当作通用航空飞机对待。这无疑给我国无人机民用化发展创造了难得的机遇与发挥优势的舞台。

现代社会中, 遥感技术已成为人类获取地理环境及变化信息的重要手段。随着信息时代的到来, 各个国家对遥感数据的需求急剧增长。已有的

收稿日期: 2006- 10- 23

作者简介: 勾志阳, 男, (1982), 北京大学遥感与地理信息系统研究所博士生, 专业为摄影测量与遥感, Email: gouzhiyang@163.com

卫星遥感和航空遥感技术均有获取大面积宏观地理信息的特点,但对于诸多分辨率要求高、更新时间要求快的遥感技术应用却难以保障。将无人机作为航空摄影和对地观测的遥感平台为这种应急需求提供了一种新的技术途径^[1],为遥感应用注入了新鲜血液。

无人机作为航空遥感平台具有如下优势^[2]:

(1) 机动快速的响应能力

低空无人机系统升空时间短、操作简单、运输便利,可以快速到达监测区,迅速进行飞行、成像,搭载的高精度装备能在短时间内获得监测结果。

(2) 高分辨率图像和高精度定位数据获取能力

系统获取图像的空间分辨率达到了分米级。系统获取的高分辨率数码影像可用于高分辨率社会经济调查和三维立体景观图的制作。

(3) 使用无人机的成本低廉

无人机由于不安装飞行人员驾驶设备、语音通信和安全设备而使得设计生产费用低廉;无人飞机上由于普遍使用数字技术可以实现高度一体化设计而使设计生产费用低廉。无人机由于可以适当降低安全要求允许大量采用复合材料及其新的生产工艺而使生产工装及材料费用低廉。

无人机的使用保障比有人驾驶飞机的简单、集中和低要求使成本较低,合计费用大约为有人驾驶飞机的1/3-1/2。

(4) 无人机能够承担高风险或高科技的飞行任务

驾驶人员和科研人员能够在地面安全工作,飞行不会因为人为错误而发生事故或飞行测量失败;开展实时信息研究时,工作的人数不受限制;长时间或连续实时数据下传,保证研究的及时和动态性。尤其对于车船无法到达地带的环境监测、有毒地区的污染监测、灾情检测及救援指挥,无人机遥感系统更可显示其独特的优势。

2 无人机遥感系统

2.1 无人机遥感系统的结构

本课题所涉及的无人机遥感系统采用的无人机是按照有人机的标准设计,并且其研制的目的主要是作为遥感平台。主要性能指标有:作业高度5km,巡航速度170km/h,最大续航时间30h,导航精度

50m,有效载荷100kg等。在该型无人机上预定装载的遥感设备包括机载可更换SAR系列/红外/可见光CCD成像设备。该无人机遥感平台可分解为三个子模块:无人机平台,相机子系统,空中遥感控制子系统^[3]。

2.2 无人机遥感影像的获取

无人机遥感系统中利用空中遥感控制子系统实现无人机与遥感传感器的可靠连接与快速更换,并通过预设航线自动拍摄影像。空中遥感控制子系统主要包括三个模块:拍摄控制模块、遥感监测数据传输模块、电源管理模块^[4]。

无人机遥感影像获取方式是自动定点拍摄和遥感影像的实时下传。定点拍摄是根据无人机特有的飞行方式提出的,目的是提高拍摄精度。利用无人机遥感平台的工作特点,将无人机上各传感设备的信息与遥感影像对接,实现快速处理影像的目的。

3 无人机航空摄影质量

无人机遥感影像获取方式是自动定点拍摄和遥感影像的实时下传的。但是我们得到的数据是否满足摄影测量的要求,还需要利用机载辅助数据计算像幅的旁向重叠度和航向重叠度,评价航带弯曲度、像片旋转角和航高差。机载辅助数据中包含了拍摄点号、拍摄时间、拍摄点的三维坐标、拍摄时刻飞机的姿态数据等。

3.1 像片重叠度的计算

像片重叠度是以像幅边长的百分数表示^[5],即

$$\text{航向重叠度 } P_x\% = P_x / L_x \times 100\%$$

$$\text{旁向重叠度 } P_y\% = P_y / L_y \times 100\%$$

其中 L_x, L_y 表示像幅的边长; P_x, P_y 表示航向和旁向重叠影像部分的边长。

根据机载辅助信息的特点,实现了航向重叠度的计算。结果如下:

航向重叠度的平均值=54.7963%;旁向重叠度的平均值=35.2838%。

3.2 航带弯曲度

航带弯曲度是指航带两端像片主点之间的直线距离 L 与偏离该直线最远的像主点到该直线垂直距离 Q 的比(图1),一般采用百分数表示^[6],即

$$R\% = (Q/L) \times 100\%$$



图1 航带弯曲度

由此公式可以计算出此次拍摄各个航带弯曲度如表1。

表1 各航带弯曲度

航带号	航带弯曲度
1	0.226%
2	1.193%
3	1.155%
4	0.898%

3.3 像片旋角

像片旋角：一张像片上相邻主点连线与同方向框标连线间的夹角(如图2)。本次拍摄的四条航带内最大像片旋角见表2。

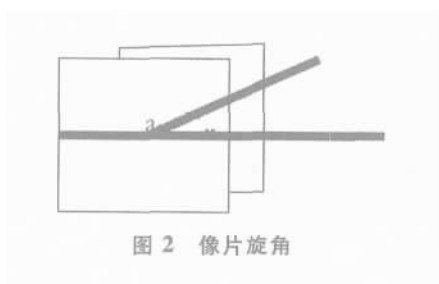


图2 像片旋角

表2 各航带内最大像片旋角

航带号	航带内照片最大旋偏角/度
1	0.4959
2	4.6465
3	3.2445
4	2.4334

3.4 航带内最大航高差

另外对各个航带的航高进行统计之后计算每条航带内航高的最大值与最小值的差(表3)

表3 各个航带内最大航高差

航带号	最大航高差/米
1	3.0518
2	4.2727
3	4.2727
4	4.2727

3.5 飞行航迹绘制

为了评价无人机飞行效果，我们还利用无人机遥感系统提供的飞行控制辅助信息进行航迹误差分析。利用每一个拍摄点的经纬度数据在MATLAB中画出实际飞行航迹，同时画出预设航迹并进行比较分析(如图3)。

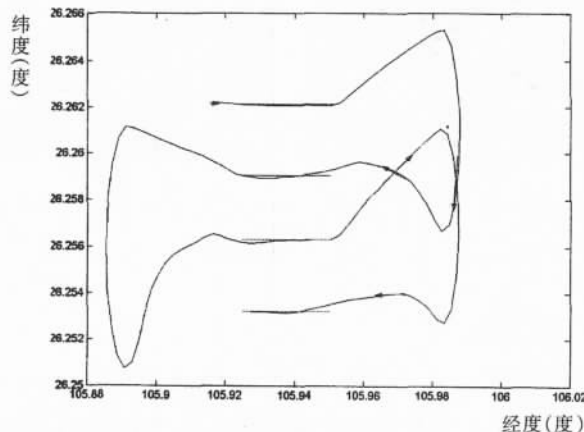


图3 预设航迹和实际飞行航迹
(线段为预设航迹;曲线为实际飞行航迹)

从图中我们可以看出，无人机在工作区的飞行航迹和预设航迹符合的很好。

4 正射影像的制作

航空遥感影像的正射校正通常利用地面控制点的方法进行处理,对地面控制点缺乏的问题,人们通常采用的方法是利用POS或者IMU系统获取影像拍摄时刻的外方位元素。而在无人机遥感系统中,无人机遥感平台自身具备测量位置和姿态数据的功能。本章将从无人机遥感系统所提供的位置和姿态数据中提取外方位元素,并分别利用这些外方位元素和地面控制点在Virtuozo全数字摄影测量系统中所获的影像进行正射校正处理,均获得了正射影像。图4为实验所用的立体像对,图5a和b分别为利用控制

点所得正射影像和利用外方位元素所得正射影像。



a 原始影像158 b 原始影像157
图4 部分原始影像



a 利用控制点所得正射影像 b 利用外方位元素所得正射影像
图5 正射影像

5 结论

像片的重叠部分是立体观察和像片连接所需要的条件。在航向方向必须要要有三张相邻像片有公共重叠影像,这是摄影测量选定控制点的要求。因此,三度重叠区不能太小。因为像片最边缘部分的影像清晰度很差,会影响测量的精度,一般情况下要求航向重叠度最小不能小于53%,旁向重叠度不能小于15%。从上述计算结果可知,此次飞行所拍摄的无人机遥感影像航向重叠度的平均值为54.79%,旁向重叠度的平均值为35.28%,基本符合要求。

航带的弯曲度会影响到航向重叠度、旁向重叠度的一致性,如果弯曲太大,则可能会产生航摄漏洞,甚至影响摄影测量的作业。因此,航带弯曲度一般规定不得超过3%,而此次拍摄的遥感影像航带弯曲度最大值只有1.193%,航带的直线性良好。从图3中我们可以看出,无人机在工作区的飞行航迹和预设航迹符合的很好,实际拍摄点的纬度值与预设值的差控制在1秒内。

像片的旋角是由于摄影时摄影机定向不准确而产生的。一般像片的旋角要求小于6度,个别最大不应大于8度,而且不能有连续三片有超过6度的情况。此次拍摄的像片旋角均在5度以内,能够满足摄影测量的基本要求。

另外,测量规范规定同一航带内最大航高与最小航高之差不得大于30米,此次飞行的四条航带内航高的最大值与最小值的差均未超过4.5米,飞行相当平稳。

在利用地面控制点和无人机飞行控制数据对所获得的遥感影像进行了正射校正实验中,均能获得正射影像。从以上的分析结果可以看出,作为一种新型的对地观测系统,无人机航空摄影的航带直线性、像片的重叠度、航高差和像片旋偏角均能满足摄影测量的基本要求。

参考文献:

- [1] 何定洲. 无人机遥感空中控制系统硬件研制及地面向下传数据通道的实验研究, 硕士学位论文[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2006.
- [2] 马瑞升, 孙 涵, 林宗桂, 马轮基, 吴朝晖, 黄 耀. 微型无人机遥感影像的纠偏与定位[J]. 南京气象学院学报, 2005, 28(5): 632- 639.
- [3] 晏磊, 吕书强, 赵红颖, 张雪虎, 杨绍文, 赵继成. 无人机航空遥感系统关键技术研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2004, 37(6): 67- 70.
- [4] 金为铄, 杨先宏, 邵鸿潮, 崔仁 愉. 摄影测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1996.

