

徠卡测量新技术应用专栏

推扫式相机和机载激光雷达同机航测 飞行试验经验探讨

中国人民解放军 61363 部队 李星全 高德俊
徠卡测量系统贸易(北京)有限公司 徐 喜

一、引 言

随着新型航空传感器应用的逐步成熟和普遍,越来越多的测绘生产任务都开始采用 DGPS/GNSS 双星系统、高精度的 IMU 惯导系统,以及更加精密的陀螺稳定平台。与此同时,测绘工作者开始探讨更加深入的多系统同机作业模式,以进一步提高生产效率和成果精度,缩短摄影周期。

本文主要针对推扫式相机 ADS80 和机载激光雷达 ALS60 进行的同机飞行试验进行经验探讨,期待精度和效率的进一步提升。试验中包含一些技术上的难点,即试验过程中的双系统如何集成安装、调试,以及如何覆盖匹配和精度匹配。在成功试验飞行后,需要对成果数据进行处理和结果精度验证,从而验证 ADS80 和 ALS60 同机飞行的可行性。

二、ADS80 和 ALS60 集成系统

ALS60 能够获得大量密集的点云数据,而且具有非常精确的测距能力,可以快速准确地获取地物的三维空间信息;ADS80 具有快速获取物体几何形状信息和光谱的能力,并可以获取物体的图像和多角度纹理特征。两者集成观测能快速提取地物特征,如颜色、尺寸、坐标、大小等,从而达到快速提取数字三维信息的目的。

1. ADS80 介绍

ADS80 是第三代机载线阵航空摄影测量系统,该系统能提供更优的数据获取和数据处理解决方案,并能同角度同时获取 5 个波段(R、G、B、IR、PAN)的专业影像来满足当前航测制图与遥感应用的需求。它还能够高效率地获取真正的同一分辨率、高品质、高分辨率的彩色、近红外及全色数字影像数据,其主要的系统特点包括:① 三线阵摄影,可从多个角度进行摄影,并且在数据采集过程中可以

通过多像对间数据的相互补充,缩小影像遮挡范围,减少野外补测工作量,解决了航空摄影测量的高程精度问题,取消了野外桩点工作;② 单一主光轴设计,IMU 的理论中心与系统主光轴一致,偏心误差极小;③ 高精度陀螺仪 IMU CUS6 与 GNSS 双星接收系统集成,直接定向精度高,飞行任务时不存在卫星失锁问题;④ 新型分光系统提高了光学镜头的物理光能采集效率,真彩色、近红外同时光束分离;⑤ 新型 PAV80 陀螺稳定平台,在执行大比例、超低空飞行作业时姿态修正及时且精确;⑥ 阵列固态光纤存储链路,数据获取安全有效。

2. ALS60 介绍

Leica ALS60 机载激光扫描系统是一套能够利用激光回波信号快速获取地面表面模型和数字影像的集成系统。它是目前业界领先的激光扫描系统,其组件的灵活性和强大的功能可以进行新型的空间数据采集,特点突出,除了可提高数据获取的效率,对在特殊条件下的数据采集如森林地区、夜间作业等,也显示出特有的优势。ALS60 的激光脉冲频率达到 200 kHz,扫描频率达到 100 Hz,为地面 DTM 的数据获取提供了更加先进的手段,无论是在白天还是晚上,无论是在大面积裸露地区或覆盖密集地区,激光数据都能打破常规航测的技术瓶颈,快速准确地生成目标地区的 DTM、DSM、DEM,应用潜力十分巨大。

3. ADS80 和 ALS60 同机作业

利用 ADS80 和 ALS60 同机作业能够发挥它们各自的优势。LiDAR 开辟了由空中直接获取高精度三维地面信息的新途径,获取数据的速率和精度大大提高,数据的应用范围更加广泛。ADS80 影像具有高分辨率、色调饱满等特点,可以通过多像对间数据的相互补充,缩小影像遮挡范围,比传统扫描摄影胶片获得的影像具有更好的品质。图 1 为 ADS80 和 ALS60 的集成安装示意图。

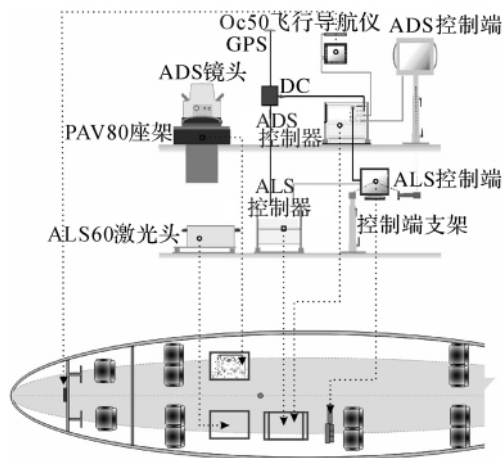


图1 ADS80 和 ALS60 的集成安装示意图

本次试验采用太原航空摄影有限公司的 B200 型飞机。该飞机有两个摄影窗口,电力供应符合条件: 经过特设调节,可输出 220 V 的直流电给 GPS 分频设备盒供电,双系统共用一个双频 DGPS 天线接收器,两个 50 A 交流电接线柱。试验中考虑到了 ADS 相机视场角度为 64° , ALS 最大能到 75° , 凭借多年的作业经验,在保证精度的同时飞到理想的最佳高度,以提高飞行效率。ADS 和 ALS 系统扫描角度兼顾为 $45^\circ \sim 50^\circ$ 较好,以保证最佳重叠度。

ADS 和 ALS 系统飞行设计参数见表 1。

表1 ADS 和 ALS 系统飞行设计参数

系统技术指标	产品型号	
	ADS80	ALS60
最大测距范围/m	10 000	6 000
最小测距范围/m	0.5	200
最大工作高度 (AGL) /m	12 000	5 000
测距性能		
1 000 m 水平精度	GCP + PPP <1 个像元	<0.07 m (@ 500 m AGL)
1 000 m 垂直精度	GCP + PPP <1 个像元	<0.07 m (@ 500 m AGL)
扫描模式	平行光折射	正弦型
扫描镜	镜头	小镜面高速低惯性镜
最大扫描角度	64°	75°
最大扫描宽度(幅宽)	12 km	7 673 m
自适应滚动补偿技术	陀螺修正平台	是

三、试验数据处理结果

1. DGPS/IMU 地面基站数据处理精度

DGPS/IMU 数据与地面基站数据融合解算精度都优于 ± 5 cm,可以直接用于数据后处理使用。如图 2 所示。

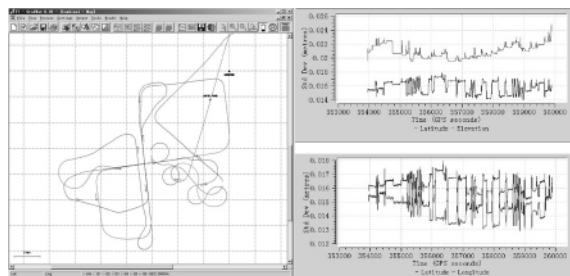


图2

2. ADS 数据无约束空三检查结果与检校比较

ADS 数据无约束空三检查结果与检校比较结果如图 3 所示。从图中可以看出,飞行检校值比较接近,可直接使用该系统检校数据,参考如下

V03 # V03 IMU_MISALIGNMENT

0.000 131 664 8 0.000 005 000 0 0.000 191 029 6
0.000 003 364 2 0.001 527 599 5 0.000 010 181 4

IMU misalignment

Misalignment results in [rad]:
 $\phi = 0.000136648 \pm 0.0000030000$
 $\psi = 0.0001610296 \pm 0.0000031642$
 $\kappa = 0.0015275995 \pm 0.0000101814$

图3

3. ALS 点数据快速生成 DEM 处理

由 ALS 点数据快速生成 DEM 的效果图如图 4 所示。

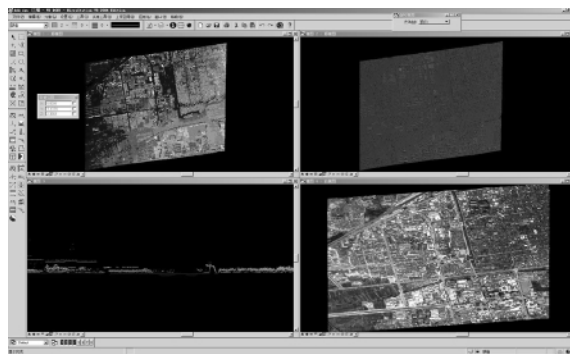


图4

四、结束语

本文针对 ADS80 和 ALS60 进行的同机飞行试验及试验结束后进行的 ALS60 数据融合作了深入的理论分析。通过理论分析和试验结果表明,采用本文提出的 ADS80 和 ALS60 同机观测试验是成功的,融合后的数据可以应用在点云的分类和滤波,以及构建三维地形、建筑物,结合图形处理技术,还能够快速构建、生成 DEM。地理数据的更新速度和质量对城市的发展起着基础性质的作用,而本文提出的同机联测,对快速有效地构建城市模型和实时数据采集具有一定的推动作用。