

文章编号: 1007-4619 (2002) 02-0092-04

激光测距-成像组合扫描仪多源数据 采集技术的研究

舒 嵘, 赵淑华, 薛永祺

(中国科学院 上海技术物理研究所, 上海 200083; 上海仙通信息技术研究所, 上海 200083)

摘 要: 阐述一套机载运行的光学-机械扫描式激光测距和被动式热红外扫描成像组合遥感器, 结合飞机平台的姿态测量和 GPS 定位, 可实时(准实时)获取地面景物的三维位置和影像灰度信息。由多源数据采集技术获得的多种同步数据经地面计算机回放和处理, 可以快速生成数字地面高程模型(DEM)和地学编码图像。扫描激光测距仪与扫描成像仪的电同步技术控制激光测距采样时刻与图像采样时刻在时序上的一致性, 从而达到高程数据与图像像元的匹配。

关键词: 激光测距; 成像; 数字地面高程模型; 数据采集

中图分类号: TP72/75 **文献标识码:** A

1 引 言

目前, 扫描式光电遥感器主要获取一系列光谱二维图像数据, 由于遥感器工作原理造成光谱图像的几何畸变可以经过仪器参数和运行状态参数建立数据方程进行校正。但是因地形起伏造成的几何畸变即使采用航空摄影的惯用方法也很难达到相当的定量要求, 如果在获取二维图像的同时得到像元的高程数据建立数字高程模型(DEM), 就能制作等高线、地形剖面图以及地形和像元匹配的地理编码影像、透视立体图等专题应用的地理图件。现在, 基于小型化的固体高重复率脉冲激光器的技术进展, 建立了一套机载实验系统, 采用扫描式激光测距和共用扫描镜的被动红外成像, 结合高精度的惯性系统测量飞机的姿态和动态差分 GPS 定位。这种集成为一体的新型遥感信息获取系统可以不需要在地面上进行测量而达到专题测图的目的, 并具有快速和高效的特点。

在激光测距-成像组合扫描仪中, 扫描激光测高数据、动态 GPS 定位数据、平台姿态参数, 热红外图像数据, 激光点分布模式和行计数等辅助数据, 以硬件方式实时采集、记录和显示。这几种数据流如果

没有通过某种同步信号相互联系起来, 则得到的只是一批毫无关系的数据, 无法对这些数据作进一步的后处理。如果在系统作业期间, 由于某些干扰或其他原因使得在某一时刻的数据没有同步起来, 不影响其后记录的所有数据之间的相互关系, 这些都是扫描仪多数据源的同步处理时的关键问题。

2 激光测距-成像组合扫描仪^[1]

三维信息的含义是二维地物图像和一维高程。信息获取技术系统的主要部分是共用一套主光学望远镜及其物方扫描的激光测距和扫描成像器, 保证测距点和像元的精确配准。图 1 为激光测距-成像组合扫描仪的光学-机械示意图。

45°扫描镜实现对地直线扫描, 卡塞格林式接收望远镜为激光测距和行扫描成像共用。脉冲激光束经转折镜和扩束镜射向扫描镜的中心, 随扫描镜的旋转进行不同角度的对地扫描测距; 地面的激光回波脉冲由望远镜会聚至焦面处的光探测器上; 在望远镜会聚光路中的分色片将激光回波脉冲反射至雪崩二极管接收为回波信号, 行扫成像的光辐射透过分色片后由成像探测器接收为图像信号。

收稿日期: 2000-12-04; 修订日期: 2001-01-02

基金项目: 国家 863 计划: 机载三维成像系统[863-308-12-01(1)]资助。

作者简介: 舒 嵘(1971—), 男, 浙江温岭人, 助理研究员, 1992 年获得合肥工业大学机械电子工程学士学位, 目前正在攻读上海技术物理研究所光学工程硕士学位。主要研究方向为激光遥感技术, 超光谱成像技术, 已发表论文 7 篇。

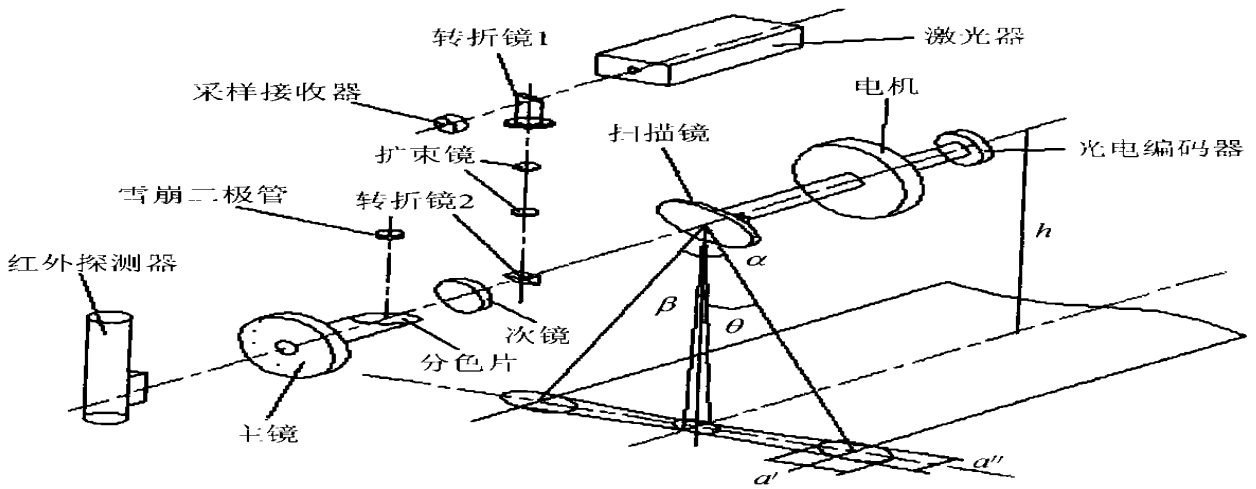


图1 测距-成像器的光学-机械示意图

Fig. 1 Optics-Mechanics structure of ASLRIS

激光束经转折镜1透过的微量激光发射脉冲,由采样接收器转换为电脉冲信号(主波脉冲)作为时间-距离数字化器的开启脉冲,由雪崩二极管转换的回波脉冲为时间-距离数字化器的截止脉冲,数字化器的时钟频率决定测距分辨率。 45° 扫描镜对地扫描与飞行航迹正交,行扫成像分辨率(β)由探测器光敏面线度(d)和望远镜的焦距(f)确定, $\beta = \frac{d}{f}$ 。增量式光电编码器与扫描镜共轴安装,编码器输出的行同步脉冲和码脉冲形成系统的各种光学-机械-电子学同步基准信号,从而保证GPS定位数据、平台姿态参数与图像像元的时间匹配。

光纤电扫描形成线性扫描,圆锥扫描镜形成椭圆形的地面光斑。考虑了结构设计的合理性和系统的各项技术指标之间的均衡,在激光测距-成像组合扫描仪中先后采用了 45° 平面镜和圆锥扫描镜两种扫描方式, 45° 平面镜扫描方式的总视场比较大,但激光利用率较低,受现有激光器重复频率的限制,无法制作大比例尺的DEM。而圆锥扫描方式在所有时刻始终对准地面,激光利用率高,可以在较低的重复频率的条件下,制作较大比例尺的DEM,但其总视场小,系统作业效率低。

激光测距-成像组合扫描仪在激光测高数据的同时要获取地面红外图像,所以相邻两扫描行在地面的脚印必须相接,就使得扫描效率较高,而激光重复频率较低,若每行测距时序相同,则导致飞行方向测距点相连而穿轨方向稀疏。

在 45° 平面扫描方式中,采取了周期性隔行平移的时序,一行扫描线256个像元,均匀分布4个测距采样点,即测距点间隔64个像元。相邻扫描线的测距点在扫描方向移位8个像元,8行扫描线为一个周期。当扫描成像地面重叠率为零时,激光测高点刚好形成8倍像元见方的分布(图3)。

在圆锥扫描方式中,采用与线性扫描一致的方法,如图4,激光测距点在电机旋转周期均匀分布,每半周测距脉冲平移错开一定的角度(码盘计数), N_s 周为时序重复周期,使得穿轨方向激光分布点比半周分布点加密到 $2N_s$ 倍^[2]。

扫描激光测距仪与扫描成像仪的电同步技术通过由激光发射脉冲器向激光系统控制器和驱动器输出模式可变的主触发脉冲,控制激光测距采样时刻

3 测距点分布

四种典型的扫描方式如图2,摆镜、多面棱镜和

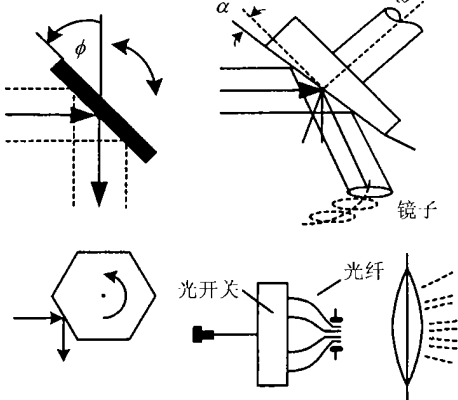


图2 常用扫描方式

Fig. 2 General scanning mode

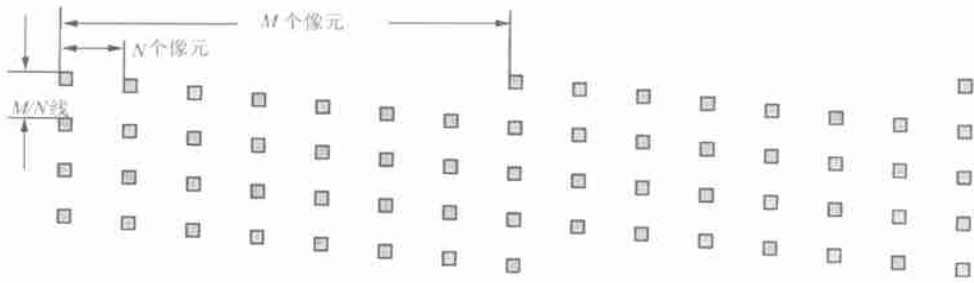


图 3 测距采样点分布图

Fig. 3 Laser sample pattern-Linear scanning

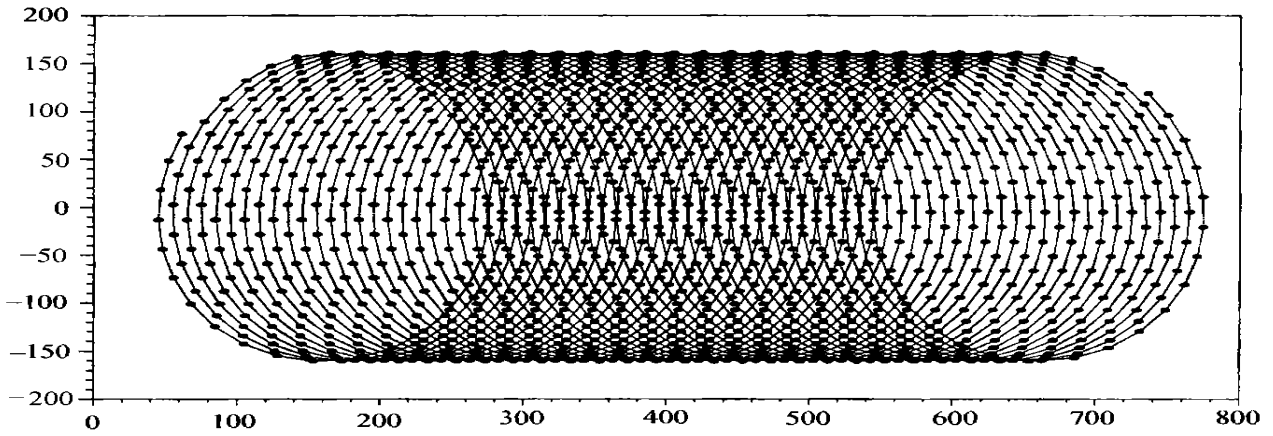


图 4 圆锥扫描测距分布点分布图

Fig. 4 Laser sample pattern-Conical scanning

与图像采样时刻在时序上的一致性,从而达到高程数据与图像像元的匹配。

4 多源数据采集

机载三维数据采集系统实现扫描激光测高数据、动态 GPS 定位数据、平台姿态参数与热红外图像像元数据之间的时间匹配,以及对这 4 种数据源进行数据传输和数据格式化处理。

图 5 是机载系统的信号流程图。光机扫描成像仪工作在热红外波段(8—12.5 μm),碲镉汞探测器输出的地物信号经宽带放大器、采样保持和模数转换处理,其数字信号经高速光电耦合器传输至数据格式器。以扫描镜共轴旋转的同步发生器输出的角同步信号为基准,由激光发射脉冲分配器向激光系统控制器和驱动器输出模式可变的主触发脉冲,从而控制激光测距采样时刻与图像采样时刻在时序上的一致性。数据格式器以扫描成像仪的同步发生器——光电编码器产生的码信号为基准将测距数据、

定位数据、姿态测量参数、图像数据以及辅助数据融合成数据流格式,通过二进制位并行、字节串行方式输至数据记录器和移动窗显示器。

热红外图像数据采集单元由前置放大器、主放大器、低通滤波器、自动增益控制电路、采样保持器、模数转换器、高速光电耦合器和时序电路组成。

自动增益控制 由于时间、季节、天气和地物状况的变化,目标辐射变化有很大的差异。为了增大输入信号的动态范围,采用自动增益控制电路(AGC)。AGC 由非线性网络和积分器等组成。

光电耦合器 为了使得数字电路的尖峰噪声不影响模拟信号,采用高速光电耦合器 6N137 将模拟电路和数字电路完全隔离,大大提高了系统的信噪比。

5 结 论

激光测距-成像组合扫描仪在国家科技部信息领域办和 863-308 主题专家组的组织安排下,于 1999 年 9—10 月间实施了澳门、珠海地区航空遥感

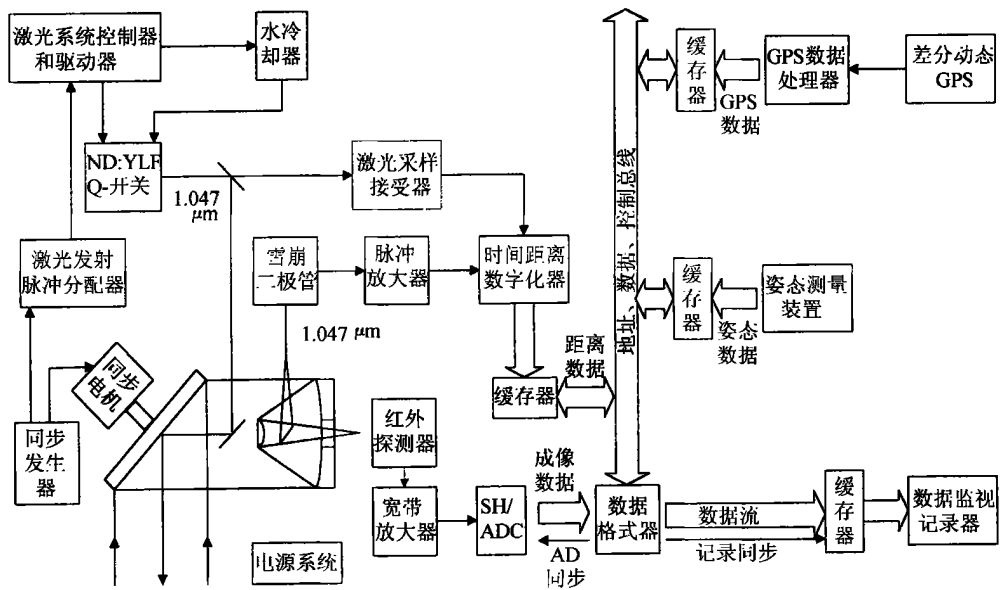


图5 机载系统信号流程图

Fig. 5 ASLRIS Signal flow chart

飞行任务, 获取了 180km^2 的三维成像数据。中国科学院遥感应用所进行计算机回放和处理, 及时制作了3种澳门、珠海地区专题图件: 1:1万比例尺 DEM影像图, 1:1万比例尺地学编码图像, 1:1万比例尺地形影像图。图版 I 图6 为在澳门、珠海的地学编码图像。由数据后处理结果证明多源数据采集系统操作简单, 工作稳定可靠^[3]。

参考文献 (References)

- [1] Xue Y Q. The technology report of Airborne 3D Imager [R]. 1995. [薛永祺. 机载三维信息获取与实时(准实时)处理技术系统技术报告[R]. 1995.]
- [2] Shu Rong, Hu Yi Hua, Xue Yong Qi. Scanning Modes of an Airborne Scanning Laser Ranging-imager Sensor [A]. SPIE [C]. 2000, Vol. 4130.
- [3] Hu Yi Hua, Shu Rong, Xue Yong Qi. Improving the quantification of georeferenced images in the Airborne Scanning Laser Ranging-Imaging Sensor(ASLRIS) [A]. SPIE [C]. 2000, Vol. 4130.

Study on Multi-source Data Acquisition in Airborne Scanning Laser Ranging-Imager Sensor

SHU Rong, ZHAO Shu-hua, XUE Yong-qi

(Shanghai Institute of Technical Physics, CAS, Shanghai 200083, China;

Shanghai Institute of Senstron Information Technology, Shanghai 200083, China)

Abstract: The Airborne Scanning Laser Ranging-Imager Sensor (ASLRIS) is a new generation of remote sensing and mapping system for providing 3D geosciences information. The system integrates the laser altimeter, IR imager, Differential Global Positioning System (DGPS) and Inertial Navigation System (INS), by which Digital Elevation Model (DEM) and Georeferenced Image (GI) can be generated quickly and effectively without ground control points. The electric synchronization technology makes sampling time in consistency with laser ranger and scanning imager to match height data and image data.

Key words: Laser rangefinder; imager; DEM; data acquisition

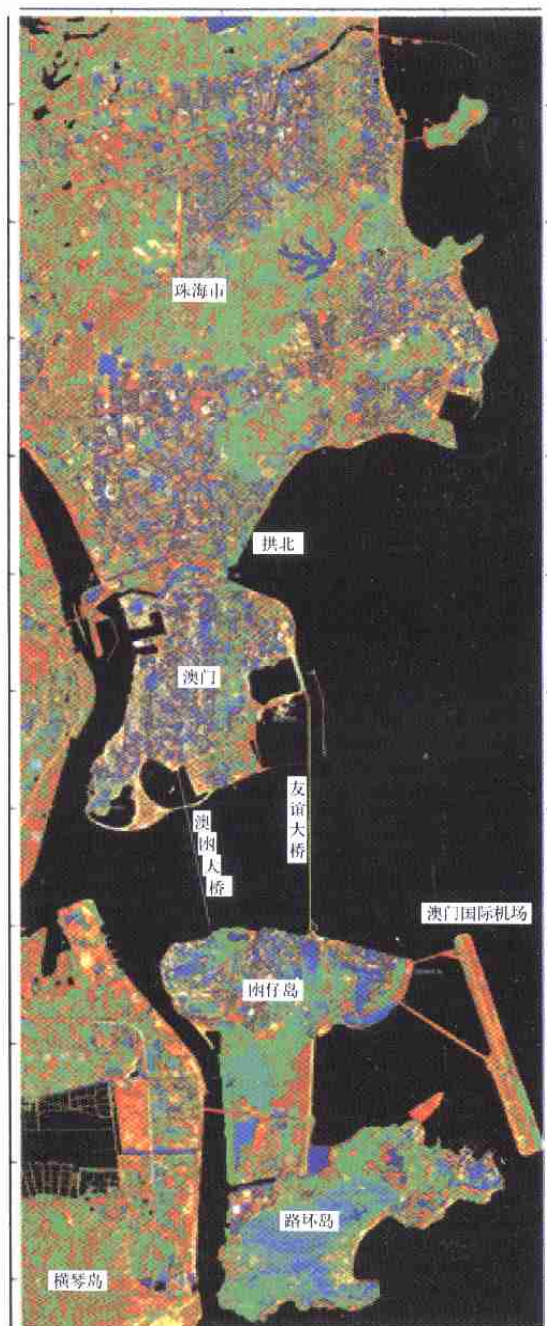


图6 澳门、珠海地学编码图像