

机载多光谱扫描仪智能化数据采集系统

郭一平

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海, 200083)

摘要: 机载多光谱扫描仪系列的智能化数据采集系统不仅可采集来自扫描仪头部多通道信号, 而且可控制扫描仪各子系统协同工作; 还可以作为扫描仪的“接口”, 通过握手联络、信息交换, 达到遥感信息集中控制、显示、记录和传输的目的, 实现传感器的智能化。

关键词: 多光谱遥感, 扫描仪, 数据采集, 智能化。

引言

机载扫描仪自二十世纪六十年代问世以来发展迅速, 近年来除了继续提高信息获取的完备程度、精度、容量和速率外, 人们注意到传感器的智能化研究。机载多光谱扫描仪智能化数据采集系统能兼容各种多光谱扫描仪的信号, 输出统一格式的数字信号供记录、传输和显示; 并能对扫描仪各种功能进行控制, 实现协同工作。设置的 GPIB(通用接口总线) 使所有的功能均可程控和编程。

1 扫描仪与 DAU 子系统

扫描仪的工作方框图如图 1 所示。扫描仪由光学扫描单元 (OSU) (即扫描头部)、数据采集单元 (DAU)、电源与电机驱动单元 (PDU) 和参考黑体温度控制单元 (BCU) 四个子系统组成。其中数据采集单元 DAU 对来自 OSU 的多通道模拟信号进行采集和数据格式化, 并控制整个扫描仪系统。DAU 对扫描仪系列中的各扫描头部通用。

DAU 又是扫描仪系统与机载光学遥感器总体操作、集中监控与记录系统 (以下简称集

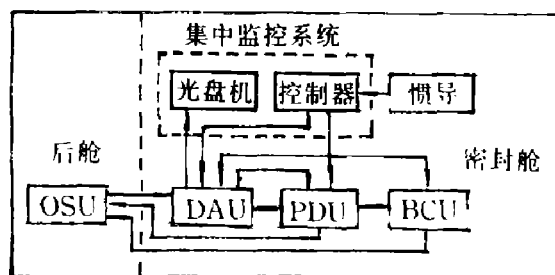


图 1 扫描仪工作方框图

Fig. 1 The diagram of scanners

中监控系统) 之间的“接口”, 集中监控系统可发出程控命令来完成扫描仪上所有的机械动

作与操作. DAU 具有自检和服务申请等功能, 可将自身的状态或检测结果报告给集中监控系统, 从而形成完整的控制环路. 系统通过 DAU 与集中监控系统的协同工作, 可解决机载遥感器的总体操作、控制与监视, 实现遥感信息的统一接收、处理、显示与传输.

DAU 输出的数字信号由 12 寸数字式光盘机直接记录, 其格式被地面遥感信息预处理系统采用为输入数据格式. 由于航空遥感要求准确的辐射定标和空间定位, 因此不仅要要求扫描仪输出图象信号, 还要输出包括注释、时间、飞行平台工作的地理坐标、姿态和运动参数, 以及扫描仪本身的工作状态等一系列辅助参数. DAU 采集扫描仪工作状态的参数和机上 LITON 惯性导航系统提供的飞行平台参数; 当它与集中监控系统协同工作时, DAU 定时向系统发出申请, 该系统把工作时间、注释及平台参数一起通过 GPIB 送入 DAU 缓冲区, 而 DAU 中的数据格式器则完成图象数据与辅助参数的拼接和格式化工作.

2 DAU 的输入信号

扫描头部 OSU 提供给 DAU 的信号, 除了多通道模拟信号外, 还有编码器信号. 图 2 是以四方棱镜为扫描镜的 OSU 所提供的信号, 图中有两条扫描行. 其中模拟信号里的参考黑体信号 BB_1 、 BB_2 的相对位置, 以及图象信号所占整行信号的比例均随具体的 OSU 而异. 凡采用四方棱镜为扫描镜的 OSU, 每一行有 1024 或 2048 个编码器脉冲信号, 每四行有一个编码器基准脉冲信号; 而采用斜 45 度扫描镜的 OSU 则每一行有 2048 或 4096 个码脉冲信号和一个基准脉冲信号. 扫描仪系列中的各种 OSU 的扫描率都在 10 ~ 50 l/s 范围之内.

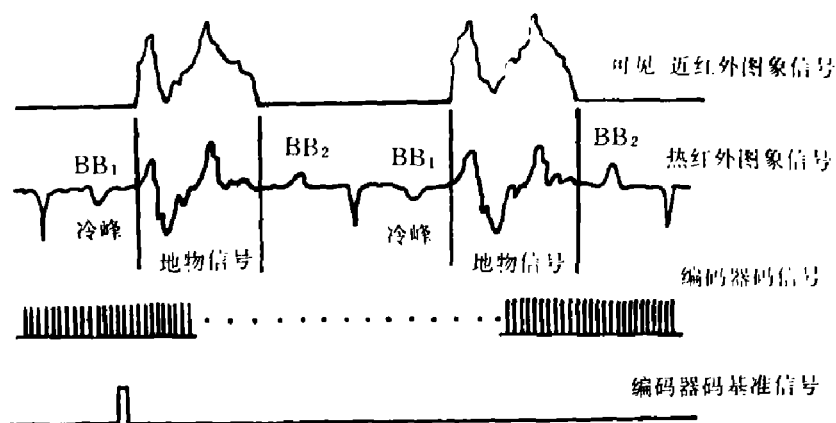


图 2 输入信号 (四方扫描镜格式)

Fig. 2 The input signals provided by the OSU with the four-sided mirror

3 数据采集系统

图 3 是数据采集系统 DAU 的方框图. DAU 采用总线结构, 模块化设计以满足多样化的要求.

3.1 数据采集

来自 OSU 的多路模拟信号在数据采集板中经放大、归一化处理、滤波、采样及模-

数转换后, 送数据采集总线. 机上的 LITON 惯性导航数据可由集中监控系统采集, 汇集注释、日期、时间等参数后经 GPIB 送入 CPU 缓冲, 亦可由 CPU 通过 LITON 接口自行采集. CPU 还通过本地接口采集参考源黑体 BB_1 、 BB_2 的温度绝对值、行计数等辅助参数, 以及扫描仪的工作状态参数. CPU 还兼容管格式器的工作, 它将所有辅助数据汇集后, 加上同步起始字, 安照格式依次将其送上数据采集总线, 完成与图象数据的拼接. 数据经缓冲驱动后输出给记录系统、监视系统和传输系统.

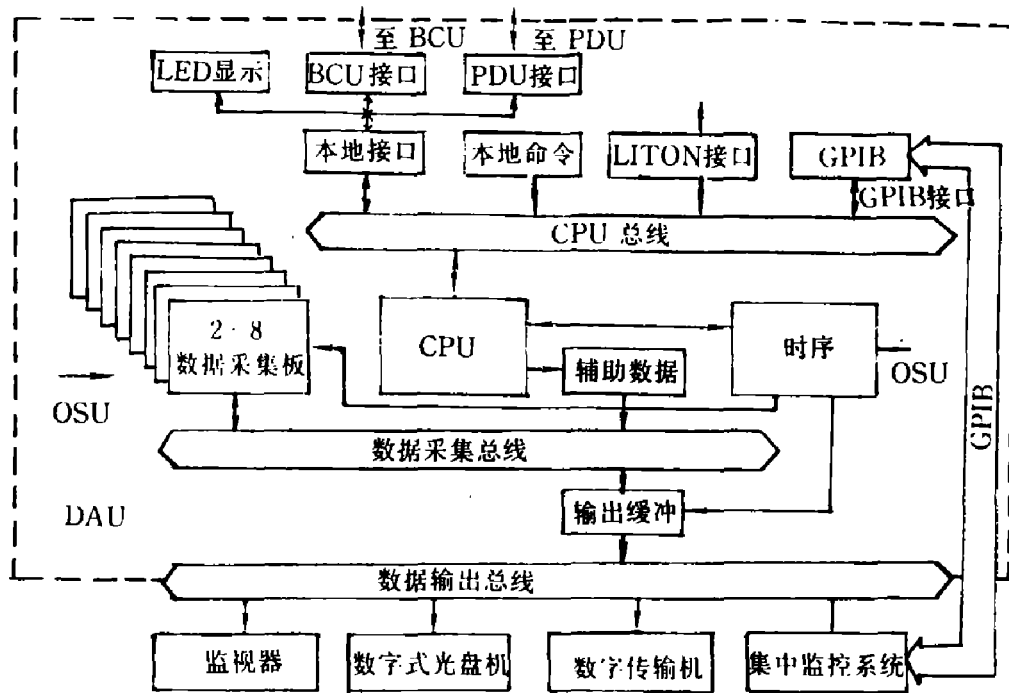


图 3 DAU 及系统配置图

Fig. 3 The diagram of DAU and the system

3.1.1 数据采集板

数据采集板的方框图见图 4. DAU 最多可设置 8 块数据采集板. 每块板上有 4 个独立的模拟通道与一个 8 位 A/D 转换器, 可根据情况进行编程, 分别工作于 4 通道/2 通道/1 通道状态; 整个 DAU 又可分别编程为 8 板/4 板/2 板工作, 最后组合成 32 通道/16 通道/8 通道/4 通道/2 通道五种工作状态, 以适用于各种扫描头部 OSU. DAU 也可两台或多台共同使用, 为成像光谱仪作数据采集.

扫描仪的最终性能受限于系统的信噪比, 故必须根据信号限制系统的带

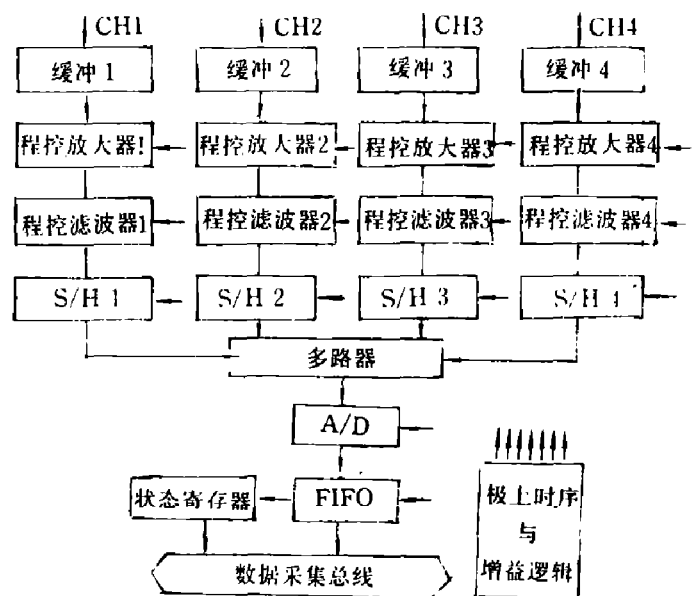


图 4 数据采集板框图

Fig. 4 The diagram of the data acquisition board

宽. 表 1 列出了各种扫描率、角分辨率和扫描方式下的信号带宽. 根据表 1 计算结果, DAU 设置了截止频率分别为 61.4kHz, 41.0kHz, 20.5kHz 和 10.2kHz 四档可编程选择的程控低通滤波器.

表 1 扫描仪的信号带宽
Table 1 The band width of scanners

扫描率 (1/s)	20	30	40	50	四方扫描镜
信号带宽 (kHz)	10.2	15.4	20.5	25.6	3 mrad
扫描率 (1/s)	10	15	20	30	斜 45° 扫描镜
信号带宽 (kHz)	10.2	15.4	20.5	30.7	3 mrad
扫描率 (1/s)	10	15	20	30	斜 45° 扫描镜
信号带宽 (kHz)	20.5	30.7	41.0	61.4	1.5 mrad

DAU 在每个模拟通道中均设置了程控增益放大器, 其增益可根据该通道的信号自动调整, 也可由程控命令或面板操作强行置于锁定或非锁定状态. 扫描仪相邻行间信号的相关系数高达 0.9 以上, 所以可用前一行的信号来预测和确定下一行的增益. 程控增益放大器的增益为:

$$G = 2^n, \quad n = 0, \dots, 7$$

共 8 档, 增益的调整在行间交替时进行, 增益码 n 要与图象信号一同记录, 以使回放时恢复.

3.1.2 数据输出格式

DAU 以二进制位并行和字节串行方式输出图象与辅助数据. 每字节 8 位, NRZ 制, TTL 电平, 有行同步与字同步两种信号, 同一象元的数据按波段依次排列 (BIP 方式).

输出信号的具体格式 (在一行中排列) 如表 2 所示.

表 2 采集系统的数据输出格式
Table 2 The format of the DAU's output data

行起始同步字	4 字节	真航向角和偏航角	各 3 字节
状态参数	4 字节	高度和速高比 / 偏航	各 3 字节
行计数	4 字节	滚动和俯仰	各 3 字节
参考源 BB ₁ 、BB ₂ 温度	各 2 字节	空闲	1 字节
航线序号	3 字节	参考源 BB ₁ 采样	2 × N 字节
日期和时间	各 3 字节	图象信号	496 × N 或 456 × N 字节
纬度	6 字节	参考源 BB ₂ 采样	2 × N 字节
经度	6 字节	状态参数	4 × N 字节

注: N 为编程的通道数

3.2 时序电路

关于时序电路的设计, 本文主要介绍对输入信号的兼容和不同速率信号间的同步.

3.2.1 对输入信号的兼容

正如第 2 节中所述, DAU 的输入信号按扫描头部 OSU 所采用的不同扫描镜可以分成四方镜与斜 45 度镜两大系列. 此外, 扫描仪的角分辨率、总视场等总体指标的差异也

都将反映在这些信号上. DAU 采用微程序设计技术来解决上述信号的兼容问题. 时序电路中设有两级 EPROM (见图 5): 第一级 EPROM 中存放着第二级 EPROM 的首地址, 第二级 EPROM 是操作码, 每 8 个操作码为一组. 该设计充分利用操作码集较小的特点, 并使程序设计模块化, 具有定义明确, 易修改和易扩充的特点.

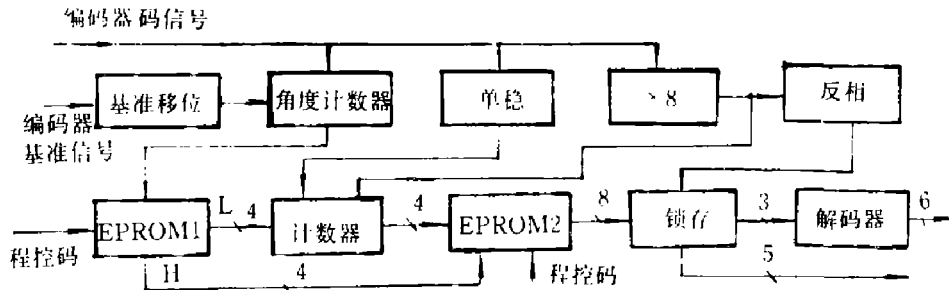


图 5 微程序设计的时序电路

Fig. 5 The timing circuit with micro-program design

采用上述设计的 DAU 时序电路, 可实现四方棱镜与斜 45° 的信号兼容、角分辨率 3mrad 与 1.5mrad 的信号兼容以及总视场 90° 与 80° 的信号兼容. 它所适用的扫描率为 10~50 1/s.

3.2.2 不同速率信号间的同步

DAU 的信息源除了 OSU 之外, 还有 GPIB、LITON 惯性导航系统、工作状态传感器等; 它们的数据率相差 2~4 个数量级, 彼此间又不同步, DAU 要将这些信息安排在统一格式的数据中, 必须解决好不同速率信号间的同步问题. 在所有信息源中, OSU 图象信号的作用最为重要. 这不仅因为它是主要信息源, 具有数据量大、数据率高的特点; 而且还由于 OSU 是采用机械-光学扫描, 故无法延迟和等待. 为此, DAU 给它置于最高的优先级. CPU 用查询方式查询时序电路产生的每行一个的识别脉冲, 一旦查询结果为真, CPU 即判定为新的扫描行开始, 以同步其它操作.

GPIB 与 CPU 采用中断方式工作. 为避免一行中出现新老辅助数据的混迭, CPU 在新扫描行开始时, 先发送老数据, 然后立即通过 GPIB 向集中监控系统申请刷新数据. 整个发送-刷新辅助数据的过程必须在同一扫描行内完成.

LITON 惯性导航系统接口设计成在接收了成组的新数据后, 才向 CPU 发出中断申请. CPU 在接收申请后一次刷新成组数据, 而在发送辅助数据期间屏蔽该中断申请.

3.3 GPIB 与控制功能

DAU 的 GPIB 接口功能包括了 AH、SH、T、L、R/L、DCL 和 SR 功能, 对 TRG“透明”, 具有 IEEE-488 标准中除 C 功能之外的全部功能子集. 它担负向集中监控系统申请服务、接受程控命令和辅助数据的任务. DAU 与 PDU、BCU 之间均为光电隔离接口, 三者之间不共地, 以减少使用大电流的设备对弱信号的干扰. DAU 通过它们对 PDU 和 BCU 进行控制、监测工作状态及读取有关参数.

DAU 的 GPIB 用 LSIC 实现, 对 GPIB 的服务均由 CPU 的中断方式实现. 中断服务流程图见图 6. GPIB 不使用扩展地址, 但具有第二主地址. 其中高地址用于接收程控

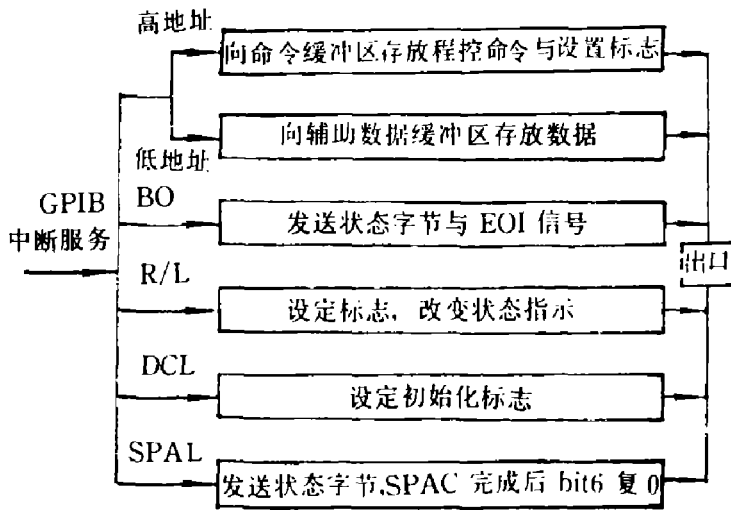


图6 GPIB 中断服务流程图
 Fig. 6 The flow chart of GPIB interrupting services program

命令，低地址用于接收辅助数据。

DAU 的程控命令为单字节，可成组发送。命令间可以不分隔，结束符 ETX 也可省略，但此时应给出 EOI 信息。DAU 具备接收与识别多字节命令的功能。DAU 接收的辅助数据可以是各种码制的，但必须符合 IEEE-488 标准。

4 应用与结果

由 DAU 和 19 通道多光谱扫描仪的 OSU、PDU 和 BCU 所组成的扫描仪系统，于 1990 年 10 月至 11 月在北京-华北地区的航空遥感试验

中获得了完整的遥感信息。多光谱图象信息、飞行平台参数和扫描仪工作参数均按格式记录在 12 寸数字式光盘上。图 7(a) 是经地面预处理系统回放的某通道的原始图象；图 7(b) 是该系统根据所记录的飞行平台参数进行几何校正并投影到地理坐标网格上的图象。经对比可见，由于作了 tang 校正，图象右端边缘处的山脚得到明显拉伸；平台相对航高的变化使图象不再为矩形；同时航线的方向及变化亦都明显可见。在不用地面控制点的情况下，试验区图象中象点的经纬度目视读数与 1:10 万地形图对比误差小于 0.1'。

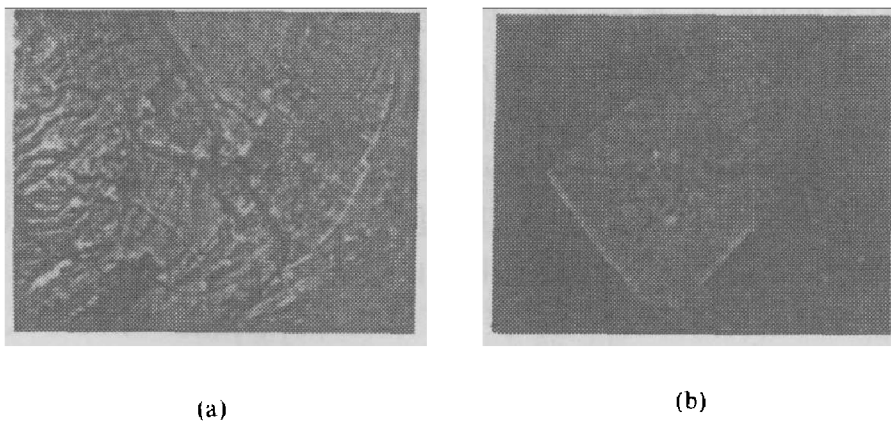


图7 数字式光盘记录的扫描仪图象及预处理结果。

- (a) 一帧原始的扫描仪图象,
- (b) 根据飞行平台参数作几何校正的图象投影在地理坐标上(镜向映射)

Fig. 7 The image of scanner recorded on the digital optical disk and the result of pre-processing

- (a) An original image of scanner,
- (b) The image after geometric correction with the recorded parameters of platform, projected on the geography coordinates

参 考 文 献

- 1 郭一平. 航空遥感实用系统与应用, 北京: 能源出版社, 1989, P6
- 2 Xue Y Q, Shen M M, Yang C W, Wang J Y and Guo Y P. *New Progress of Airborne Scanners at SITP from 1986 to 1990*, In: *Proceedings of the 11th Asian Conference on Remote Sensing, The 11th Asian Conference on Remote Sensing*, Guangzhou, China, 1990, Beijing: International Academic Publishers, 1990, ACRS Vol. 1, P.32.

THE INTELLIGENT DATA ACQUISITION SYSTEM FOR AIRBORNE MULTISPECTRAL SCANNERS

Guo Yiping

(Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200083, China)

Abstract: The intelligent data acquisition system for airborne multispectral scanner series can not only acquire the multiband analogue signals coming from the optical scanner, but also control all the subsystems of the scanner to make them cooperate with one another. In addition, this system can act as the "interface" of scanners, through hand-shaking and exchanging information, to bring about the centralized control, display, record and transfer of remote sensing information as well as the intelligence of the sensor.

Key words: multispectral remote sensing, scanners, data acquisition, intelligence.