

1989.7.01

航空遥感实用系统与应用

中国科学院遥感联合中心 编



能源出版社

1989·北京

前 言

八十年代是遥感在其发展历程中的第三个十年，遥感发展伊始，它仅作为一种探测地球资源的技术手段。遥感对地学的介入立即引起了地球科学研究的重大变革，这就是从空中观察地球，改变了人们传统在地面上由点连线，由线成面的研究程序。遥感首先给予人们以宏观的概念，高瞻远瞩，这就是遥感追求的目标。遥感问世之初，首先与航空平台，继之与航天平台相结合，特别在近年来，它又得益于信息系统技术的支持并以地学规律作为其分析的基础，从而获得了无限的生命力和广阔的发展前景。

遥感发展至今，已形成了一个完整的科学领域，这是遥感发展的必然，也是地球科学与技术科学交叉、渗透的结果。遥感有自己独特的基础理论、研究对象、研究方法和研究目标。遥感，这是一门研究由电磁波辐射与地球表面物质相互作用的机理和过程的科学，其目标和对象是地球，即把地球作为一个整体系统（Integrated System），在时间和空间尺度上来研究它的各组成要素及其相互作用。遥感的科学研究和技术是利用一切可利用的遥感技术在电磁波谱的各个领域来获取地球表面的信息，进而通过信息的处理和分析以定性、定量研究地球表面的物理、生物、化学和地学的静态和动态过程，为调查自然资源、监测人类环境服务。

遥感在中国科学院的发展得到了院领导和有关业务局的支持，一直被列为院和国家的重点科技项目，遥感在科学院有了极好的发展环境和土壤。目前在院属三分之一以上的研究单位中都有从事遥感技术发展和应用研究的研究所、室、组。在我院几乎集中了全国四分之一到三分之一的遥感科技工作者。我院为数不少的技术研究所（光学、红外、电子、自动化技术、空间等）是遥感技术发展的强大基地，而众多的地学、生物学、环境、农业等研究单位又为遥感应用提供了良好的基础，也是联系国民经济建设的纽带。

航空遥感是遥感科学技术的重要组成部分，在航天遥感高度发展并进入实用化的今天，航空遥感仍具有不可替代的作用。它首先是一个独立的技术系统，可直接服务于资源调查和环境监测，特别是大比例尺地形图的测绘，高精度遥感调查等方面。

当今遥感信息发展的一个重要方面是高、精、广、多、快、全。

高，除了飞行高度（航空和航天平台）向更高的高空和空间发展之外，就是指高的空间（几何）分辨率和高光谱分辨率。在空间分辨率方面：陆地卫星TM是30米，SPOT卫星20米和10米。去年苏联推出分辨率为5米的航天摄影图片引起了广泛的关注。在光谱分辨率方面，试验中的成像光谱仪的光谱分辨率在10nm左右。

精，指的是信息获取和信息处理的高精度，目前的发展方向是：遥感器的智能化，信息处理和模式的模式化和专家系统。高精度的几何纠正和空间定位以及在地理信息系统支持下的高精度信息提取和分类等。

广，指遥感图象覆盖面积之广阔。一景陆地卫星的MSS和TM均能覆盖34000平方公里，一幅SPOT图象为3600平方公里，超高空超小比例尺的航空摄影照片可达1000平方公里以上。一个小时的高空航空遥感作业率，无论是光学摄影或红外多光谱扫描均超过一万平方公里，而航空侧视雷达的作业率则要超过2万平方公里/时。

多，遥感的信息量与日俱增。遥感器的频道、波段不断增加，其信息量也随之增加，从而遥感信息解决问题的能力也同样大大提高。以多光谱扫描信息为例，七十年代的记录是24

通道，而进入八十年代，成象光谱仪开始发展。目前航空实用型的成象光谱仪已达64个波段，而试验型的成象光谱仪，如美国的AIS（1983年前）和AVIRIS（1987年）的波段数已增至128和224。现在除美国外，澳大利亚和我国均在研制实用型的航空成象光谱仪。

快，遥感信息获取、传递以及信息处理的速度迅速加快与提高。下表所列数据充分说明了各类遥感器获取数据的初始速率以及对地面数据接收和处理的高速要求。

遥感器	类型	波段数	数据速率
MSS	航天	4	15Mb/s
AVIRIS	航空	224	17Mb/s
SPOT	航天	4	25Mb/s
GER-64	航空	64	26Mb/s（最大）
TM	航天	7	84Mb/s
HIRIS	航天	192	300Mb/s

注：AVIRIS—航空可见、红外成象光谱仪；

GER-64—美国地球物理环境研究公司研制的航空扫描式实用型成象光谱仪；

HIRIS—美国计划将于1992年航天飞机装载的高分辨率成象光谱仪。

全，指的是各种遥感器的综合使用，信息互补，提高遥感的效率。这就要求在一个遥感平台上尽可能全的装载各种遥感仪器，以便在电磁波的各个谱段获取最为有用的信息。当前装备最全，性能最好的要算美国宇航局的U-2型高空试验飞机，机上可装载22种以上的遥感仪器及配套的控、记录设备等。在澳大利亚、加拿大、北欧等国家和地区也都装备了设备精良的遥感飞机，有的还具有对各种遥感器的集中控制和综合探测能力。苏联曾在安-30飞机上装备苏联科学院的航空实验室，近年全苏农业信息中心又以图-134飞机为基础装备成多种遥感能力的综合性遥感飞机。

航空遥感在各国仍然以独立的系统得以发展，无论在遥感仪器装备，飞机的性能，飞行的电子仪器设备方面均日新月异发展。在一些发达国家，这样的系统往往得到国家的支持，执行国家级的有关资源调查和环境监测任务。以美国为例，七十年代末期到八十年代中期，由美国内政部地质调查所负责，由政府14个部门参加和出资执行了一项全美国国家高空摄影遥感计划（NHAP），该计划由宇航局负责技术执行，动用了所拥有的高空遥感手段，以每年120—150万平方公里的速度进行高空摄影，进行周期性大比例尺资源和环境调查，区域规划等。美国海岸警卫队、交通运输部等也都有自己的作业飞机，不断巡航于美国国土。

苏联的遥感飞机更是由国家装备，执行国家下达任务。其地质航测、森林航测、测绘制图等都很有特色。就其农业遥感来看，全苏农业信息中心的七个分中心所拥有的遥感飞机和一切必要的遥感手段不断监测苏联的农作物，预估作物产量，分析土地利用现状，监测病虫害的发展，规划农业技术措施的实施等，在苏联大农业的计划经济中发挥了重要作用。

澳大利亚比较完整的航空遥感系统建于1986年，它隶属于澳大利亚科工组织（CSIRO）下属的空间科学与应用办公室（COSSA）。由两架中空飞机所组成的航空遥感与环境测量系统主要在于执行国家的科学研究任务。可以认为，几乎所有发达国家都拥有自己的航空遥感系统，它们除独立发展、开发技术而外，在不同程度上都可直接服务于国家和国际的科技开发以及社会经济发展，此外，它们也都与自己国家的空间遥感计划有密切关系，成为技术辅助系统，为航天遥感计划的发展开展多高度、多平台、多技术的综合技术试验和论证性研究。以美国新一代的成象光谱遥感技术发展计划为例，在其航空实验阶段不仅在国内布置了

60余个试验场,宇航局还动用了他们的C-130巨型飞机。

纵观国际航空遥感系统的发展,凡是技术装备完善,综合遥感力强的系统都是以大型或中型飞机为平台,如美国宇航局过去所采用过的洛克希德NP3A, NC130B, 波音 RC135A, 通用动力WB57F以及现在重新启用的U-2和SR-2型高空遥感飞机;苏联的安-30,伊尔-62,图-134型飞机;澳大利亚的Fokker F27 MK109及VK-CAT飞机等。以中、大型飞机为遥感综合平台,空间位置大,重量限制小,技术上易于实现,但在经济上和机动性性能方面则并非上策。

近年来随着高性能、高空小型飞机的发展引起了各国遥感技术界人士的关注。美国生产的“Lear Jet”,“奖状”(Citation),法国的“神秘鹰”(Mystery Falcon)等均属小型涡轮喷气或涡轮风扇型飞机。飞机小、载重轻、起飞着陆以及飞行性能好、从而陆续在各国装备成专用的遥感飞机。由于技术条件、设备等方面的原因,此类飞机几乎都只作某一遥感专用,如航空摄影,红外扫描或侧视雷达单技术专用。尚未见到在这类小型机上进行综合改装,以适应于多种遥感仪器的安装并实现集中监控、操作的综合性遥感飞机。

根据科学研究发展的需要,考虑到我国的国情,中国科学院在引进美国赛斯纳奖状S/II (Cessna Citation S/II)型高空飞机为平台的基础上,主持了机载遥感实用化系统的研究工作。该项研究以我院雄厚的遥感技术力量为后盾,研制和发展整套的从可见光、红外到微波,包括主动和被动式,图象与非图象式传感器在内的信息获取系统,以数字式图象遥感信息为源头的机-地信息实时传输系统,遥感图象的光学、数字以及光学-计算机混合式图象处理系统等以建立我国自行研制的遥感技术系统为主、性能先进,具有低、中空特别是高空作业能力,装备完善,以满足我国及国际上日益增长的遥感技术及应用遥感技术的要求。

本项研究工作开展三年多以来,广大科技人员以发展我国科学技术的责任感,团结奋斗,协作攻关,边研究、边应用、边服务,在贯彻科研为国民经济建设主战场服务方面迈出了可喜的步伐。

三年来在系统的研制过程中也为国家重点开发和治理工作,如:为三北防护林和黄土高原遥感调查提供了航空遥感技术支持。在国家重大自然灾害,如:洪水监测、森林火情监测、数据实时传输系统研究与应用以及国家若干地区的土地资源调查等方面发挥了应有的作用。

在地质找矿方面结合国家急需的紧缺矿产资源,利用了本项研究的最新成果在识别岩性、提取围岩蚀变信息、圈定成矿远景区和找矿靶区方面基本取得了与国际同步的研究结果。

作为本项研究工作的阶段性成果,《航空遥感实用系统与应用》文集将近年来航空遥感科学技术的发展以及协作攻关方面的成果及经验奉献给读者,以得到广大科技工作者的批评指教,使我们的研究工作更上一层楼。

参加本研究工作的有中国科学院空间科学与应用研究中心,遥感应用研究所(含原航空遥感中心),电子学研究所,遥感卫星地面站,上海技术物理所,安徽光机所,上海光机所,长春光机所,长春地理所,国家测绘局研究所,北京邮电学院,上海交通大学,华东化工学院,清华大学,天津大学等。

鉴于本项研究工作尚未全面结束,本文集仅属阶段性科技研究成果,不妥之处在所难免,恳请各界人士不吝赐教。十分荣幸的是在本研究工作中得到了中国科学院孙鸿烈副院长,王大珩、陈述彭两位学部委员、院资源环境局杨生同志、张琦娟同志以及国内外有关专家学者的关心与指导,在此一并表示深切的感谢。

童庆禧

1989年9月

编辑委员会

主 任：童庆禧

副主任：杨 生 姜景山

委 员：（按姓氏笔划为序）

王家齐 何欣年 冯家璋 陈桂梅

张玉涵 张俊荣 张琦娟 张澄波

荀毓龙 薛永祺

编 辑：何欣年 王家齐 张玉涵 陈桂梅

目 录

高空机载遥感实用系统.....	何欣年 (1)
高空机载扫描仪数据采集系统.....	郭一平 (6)
机载近红外傅里叶光谱仪.....	汪元钧 汪宗辉等 (10)
HG-1B 型航空光谱辐射计	汪宗辉 汪元钧等 (18)
机载激光测高仪.....	褚春霖 丘 治等 (24)
多测绘通道多极化合成孔径雷达系统	
1. 机载多极化成像合成孔径雷达系统.....	白有天 (27)
2. 机载多极化合成孔径雷达天线.....	许桂玲 胡海军等 (33)
3. 合成孔径侧视成像雷达频率源.....	程定祿 臧秉荣 (36)
4. 侧视雷达定时器系统.....	李建雄 (40)
5. 微波功率放大器.....	杨光华 倪淑涵等 (42)
6. 机载SAR频率变换.....	邵一鸣 张隆礼等 (44)
7. SAR运动补偿系统.....	白有天 (50)
8. SAR天线稳定平台.....	叶华强 曹学军 (54)
9. 合成孔径侧视雷达光学记录器.....	宋家骏 李慧影等 (58)
10. CASSAR合成孔径雷达数据传输系统设计特点.....	杨汝良 (61)
11. 合成孔径雷达数据传输信号频谱分析.....	杨汝良 (65)
12. 高稳定脉冲锁相信标机.....	魏国栋 邹万钟 (73)
13. 合成孔径雷达数传跟踪系统中的微波组合.....	张金根 (76)
14. SAR数传系统定时器.....	黄 玲 (80)
15. 雷达图象的特点.....	舒士畏 (84)
1.5—2.5 μ m 高分辨率专题应用扫描仪	徐俊生 吴常泳 (89)
机载21cm微波辐射计的研制	赵仁宇 张俊荣等 (92)
机载多频段微波辐射计.....	赵仁宇 张俊荣等 (97)
热红外多光谱扫描仪.....	沈鸣明 杨存武 (102)
64波段机载光机扫描式成像光谱仪.....	王建宇 (106)
机载光学遥传感器的总体操作、集中监控、记录系统技术方案及工程实施	
.....	胡行毅 龚万驷 (110)
机载遥感仪器集中管理的GPIB原理	周锦玉 (117)
LTN-72惯性导航参数采集系统	王家齐 (120)
森林探火中LTN-72惯导输出数据分析	何欣年 (128)
多光谱相机智能接口设计.....	张玉涵 岳惠芬等 (131)
μ PD7210在GPIB接口中的应用	李保和 (135)
遥感图象传输.....	范忠范 姜景山等 (141)
机载遥感图象传输系统地面接收天线的跟踪.....	龚万驷 胡行毅 (147)
SAR雷达光学处理器CCD图象显示系统.....	黄廉卿 杨桂芹等 (150)

图象预处理系统前端快视板.....	叶安琪(155)
信息的缩微、存贮及检索系统.....	胡家升 刘伯翔(158)
* * *	
LS-J73.1机载微波散射计校准方法	郑斌强 刘书明(164)
LS-J73.1机载微波散射计数据处理方程	郑斌强 刘书明(171)
地物波谱特性微机数据库.....	陆易怀 易维宁(177)
陇西黄土高原土壤光谱特征分析.....	朱大权 张群文等(179)
典型地物8mm波段辐射特性测量数据处理与分析.....	郑汉麟 周代英等(185)
遥感用积分球辐射定标系统.....	王乐意 金中海等(193)
航空光谱仪数据的预处理.....	易维宁 殷贤湘(198)
机载激光浅海测深研究.....	褚春霖 丘 治等(202)
雪的微波辐射测量.....	张俊荣 赵仁宇等(205)
机载多频段微波辐射计探测海冰.....	赵仁宇 张俊荣等(209)
黄河防汛航空遥感数据传输.....	姜景山 范忠范等(213)
大气透过率测量仪及其在航空遥感中的应用.....	吴明伙 田志强(218)
海水盐度对海面微波辐射特性的影响.....	曾 原 林士杰(224)
石油污染海面的微波辐射特性.....	周 宏 雷振东等(230)
微波频段下土壤介电常数的测定.....	文光华 王 策等(236)
从微波辐射测量数据中反演地物的视在温度.....	周代英 郑汉麟等(242)
西昌遥感试验区地物反射光谱值对山地环境评价.....	刘琼招(248)
野外光谱测量中微机监控与数据处理.....	蒲毅彬 汤 瀚等(257)
* * *	
铝蜂窝结构航空机载电子仪器柜架.....	张玉涵 涂 强(261)

高空机载遥感实用系统*

何 欣 年

(中国科学院遥感应用研究所)

一、前 言

在当前信息时代,信息的获取可以通过卫星航天遥感、高空航空遥感、低空遥感和地面采集等多个层次实现。信息的范围则包括从可见光、红外、微波、激光各个谱段。高空机载遥感系统是一个以飞机为平台,实现遥感全过程的遥感技术系统,它具有装载仪器多、机动性强、可根据不同应用要求而改变遥感仪器的配置。作业灵活,适用于不同的环境条件并可获得高分辨率图象,因此航空遥感与航天遥感一直互为支持互为补充,成为当代最重要的信息获得手段。

二次大战后很多国家相继把原来用于军事侦察的技术转用于民用。美国的遥感作业飞机有上百架,组成了以U-2, SR-71等高空飞机为平台的先进遥感系统。英、法、澳大利亚等均有各类航空遥感系统,苏联近年来军转民速度加快,仅全苏农业信息中心就拥有10架图-134飞机为平台的遥感系统。

我国航空遥感则从航空摄影扩展发展起来,随着社会主义建设对资源和环境的迫切要求,中国科学院、民航、地质矿产部、林业部相继开展了航空遥感试验取得了相当的经济效益和社会效益。为了把我国的航空遥感水平提高到一个新阶段,近年来由中国科学院和国家教育委员会共13个研究所和院校承担了“高空机载遥感实用系统”的研究,经过300多名科研人员不懈的努力取得了巨大的进展,获得了一批阶段成果、预期1990年将会取得更大的成绩。

二、系 统 设 计 原 则

本系统以1986年引进的两架赛斯纳奖状-II型飞机为遥感平台,该机最高航速760km/h,最大航高为13000m,航程3300km,装备有LTN-72型惯性导航系统。一架主要用于装备可见光及红外遥感仪器,另一架则用于装备各类微波遥感仪器。

由于投资关系,奖状-II型飞机虽然各项飞行指标先进,但有效载荷及舱内空间有限,从而要求设计能充分考虑这一特点。

系统总体设计将具有下列特点:

1. 系统先进性

其首要表现是系统的总体性能先进,其基础是各类遥感仪器的性能指标具有先进水平,各承担任务的研究所、院校在“六五”工作的基础上经过进一步发展,各遥感器的指标均有

* 本文得到童庆禧同志的指导,系统总体组提供了大量材料,特此致谢。

较大提高。

2. 实用性

本系统已远不是科学实验系统,它是一个具有作业能力的实用系统,可以应用于国民经济建设的不同方面,如测绘、制图、区域及城市规划、矿产勘测、资源调查、环境监测、国土整治、灾害监测等方面。

3. 可靠性和可用性

航空遥感对系统可靠性具有很突出的要求,除了经济效益的考虑还要保证在特定空间环境下的运行安全,因此对系统结构、供电、元器件选择,各种部件的环境条件试验都有较严格的要求。

同时由于航空遥感作业的特点,要求系统结构合理,互换性好,器件标准化,维护方便,具有各种硬件及软件检测手段,便于快速诊断及排除故障的能力。

4. 综合性

系统的遥感器覆盖了从可见光、红外、微波到激光极广的电磁波段,可综合采集各类地物、地球资源、生物、环境等的自然信息,并具有实时采集、动态分析,快速处理输出多种最终产品的能力,为国民经济服务。

5. 灵活性

可根据实际应用需要,组合不同的遥感器采集多波段信息、多时相信息,经配准、复合、提取各种有用信息以满足不同应用要求。由于采用集中监视控制、记录、显示、用编程方法很容易实现各种组合操作。

6. 技术发展与技术储备的兼容性

系统以实用性作为其主要标志,但是要保持系统的先进性必须紧紧跟踪国际先进水平。在发展技术的同时必须充分注意遥感技术的前沿,因此系统中安排的成像光谱仪、三维激光扫描系统、激光荧光系统和光学-计算机混合图象处理系统等专题都将是今后具有发展前景的课题。随着遥感信息量的急剧增加,研制和配置超大容量的信息;存贮子系统成为一个突出的问题。本系统充分注意开发诸如大容量激光盘及超大容量卡式带存贮系统的开发与研制。

三、系统内容

系统结构框图如下。

本系统可分为三大部分:

1. 航空遥感信息获取技术系统的研制与配套

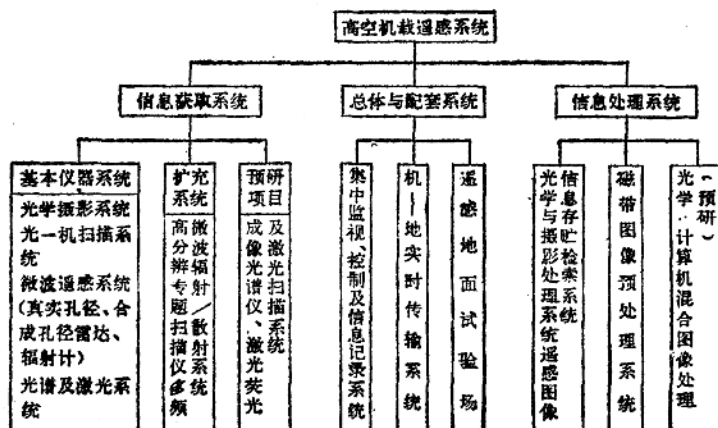
在以前科研工作基础上以装备中国科学院奖状-Ⅱ型飞机平台为对象,改进并提高遥感仪器的性能,包括框幅摄影、光-机扫描仪、光谱仪、微波及激光遥感器等以形成宽电磁波覆盖、全天候、全天时能力的高空遥感信息获取系统。并在此基础上开发新的遥感器和新一代遥感信息获取技术。

(1) 基本机载遥感仪器系统的配套

包括多光谱及红外扫描仪、多波段航空相机、真实孔径侧视雷达、多极化合成孔径侧视雷达、航空光谱仪、微波辐射计、激光测高与测深仪等。

(2) 机载遥感仪器系统的扩充与开发

包括窄波段多通道专题应用扫描仪、多频道微波辐射计与散射计系统。



(8) 部分遥感技术前沿项目的预研

包括成像光谱仪、激光荧光遥感系统及激光三维扫描仪。

2. 航空遥感技术总体与配套系统

总体技术配套是系统实用化的关键，使电磁波各个谱段的图象式和非图象式遥感以及主动式和被动式遥感有机地结合起来，实现遥感信息的集中控制、显示、记录、传输和地面校正、测试验证、定标。

(1) 机载遥感仪器的集中监视、控制和记录系统。

(2) 遥感信息的机-地实时传输接收、显示系统。

(3) 遥感试验场基本数据收集及遥感基础试验，包括地理、地质、植被、气象、环境等要素的测量与采集，地物波谱测量与数据库以及几何纠正、辐射校正等。

3. 遥感信息处理技术与系统

目的使信息标准化、实用化、商品化，实现对航空遥感资料的摄影，光学及计算机图象预处理，以获得胶片图象及磁带图象产品。并具有缩微、存贮自动检索能力，发展相应的图象处理软件。

(1) 光学与摄影处理系统

完成多波段摄影图象的处理、复制、放大，流动式摄影处理和图象缩微、光盘存贮、微机自动检索。

(2) 航空遥感图象磁带预处理系统

实现航空遥感磁带信息的转换、回放、快视、处理、规格化及标准初级计算机适配磁带(CCT)产品的产生及复制。

(3) 光学-计算机混合式图象处理技术研究。

四、系统发展动向及关键问题

1. 多波段

随着遥感技术在地质探矿、资源调查、环境监测等方面迅速应用。多波段的成像光谱仪、多波段辐射计等遥感器得到飞速发展，在不同元素及化合物光谱特性测量基础上窄波段成像光谱仪显示了其巨大潜力，随着微电子技术及精密光机技术的发展，波段数已超过一

百个,前途无量。

2. 大容量、超大容量快速信息存贮记录技术

随着波段数的急骤增加,本来信息量巨大的遥感信息,更成倍、几十倍地增长,激光盘以其信息容量大(12时光盘信息容量为2,000MB节)、检索速度快、可靠性高而独具优势。近年发展的可擦除激光盘作为航空遥感信息记录系统更具有吸引力。但目前激光盘信息存取速度约为250kB至1MB/s尚难以完全满足多通道遥感信息存贮的要求。近年新近发展的超大容量卡式磁带记录系统,其信息容量达4,000MB,信息传输速度高达2—4MB/s,它无疑是理想的信息存贮系统之一。

3. 快速处理

由于信息量的巨大,应用中不同的信息抽取、变换方法使得信息处理速度问题更加突出,开发了各种不同结构的处理系统,一些专用硬件部件、快速算法等从而大大提高了遥感信息的时效性、对某些快速变化的实时信息处理更具有重大意义。

4. 适用于多类用户的最终产品

对用户是否适用的重要标志,是用户使用遥感信息的最终产品时是否方便和能否解决各类应用问题。本系统充分考虑了用户不同的需要,可提供经几何校正和辐射校正的相片、计算机适配磁带(CCT),软盘,各类专题应用图,统计图表,以及各类数据及文字资料。

五、系 统 应 用

作为实用系统必须在应用实践中加以检验,科研成果要面向经济建设。本系统近年来根据国家 and 各部门的具体应用要求灵活地组成了不同规模的应用系统,在应用中既检验了系统的功能也取得了较好的社会效益与经济效益。

1. 洪水水情监测系统

1987年在永定河,1988年在黄河流域进行了航空遥感洪水监测试验,应用机载8mm真实孔径侧视雷达获取地面水情雷达图象,同时使用电视摄像机摄取实时图象,并经机载图象传输系统将图象及地面水文测量数据,传送到地面接收站或经微波通道或经通讯卫星将图象传送到北京中央防汛指挥部分析处理,供政府决策。

2. 森林火情航空遥感实时监测系统

1987年大兴安岭大火后,根据国家计划委员会安排,研制了林火实时监测系统。使用了三通道扫描仪(可见光、3—5 μ m、8—14 μ m)获取的火区实时图象经机载图象传输系统送往地面接收站,由机载惯性导航系统取得的各种飞行参数(经度、纬度、航高、航向、实时时间等),经扫描仪图象处理单元与火情图象,同时传送到地面接收站,将实时火情图象显示、存贮记录,经、纬度及航向数据经微机处理后打印及绘图输出,为地面防火指挥人员提供实时火区实况及火点的准确地理座标,从而可适时采取必要的灭火措施。

3. 海洋污染监测

利用多通道扫描仪(紫外、可见光、红外)结合微波雷达,监测海上油污染,可获得清晰的海上油污染图象,有助于海上监测管理,及时对排污者进行必要制裁提供可靠依据。

4. 黄土高原综合调查与系列制图

使用航空相机获取了黄土高原广大地区的彩红外图象,为查清黄土高原重点治理区(陕晋峡谷两侧、黄河支流流域)自然资源和水土流失现状(地貌、土地利用、植被类型、森林

资源、草场资源、土壤类型及侵蚀，农业结构等），提供了大量信息和资料。

5. 三北防护林遥感调查

为调查三北防护林的类型、分布、面积、保存率，草场类型、数量、质量和分布，土地资源类型、数量、质量及利用现状，防护林生态效益及综合治理，提供了可靠的数据、资料和图件。

6. 海冰海温监测

使用8mm，21cm波段微波辐射计对渤海海冰分布及厚度、海水温度等进行了遥感监测，为有关部门提供了可靠资料。

7. 土壤水分监测试验

利用合成孔径侧视雷达获取的雷达图象，对土壤水分进行了相关分析试验，取得了初步分析结果。

总之随着高空机载遥感实用系统的不断发展和完善，将会开拓更多的应用领域和取得更大的经济效益和社会效益，为社会主义经济建设服务。进而开拓国际市场，开展国际遥感合作，把我国航空遥感水平提高到更新、更高的阶段。

高空机载扫描仪数据采集系统

郭 一 平

(中国科学院上海技术物理研究所)

摘 要

数据采集系统将扫描仪的模拟信号进一步放大、滤波、采样、模-数转换和格式化,最后由高速图像数据接口输出,供光盘机记录和实时显示器显示。飞行平台的姿态参数,可以由集中监控系统采集后经GPIB送入该系统,亦可由该系统自行采集。该系统将平台的参数与扫描仪的辅助参数一同汇集,然后按格式与图像数据拼接,一并输出。该系统还要对扫描仪的其它部分进行控制,监测状态和读取有关参数。该系统自身的操作是程控化的,集中监控系统可由GPIB送入程控命令对其操作、控制、监测工作状态,也可由操作员操作面板的控制开关来完成。

机载光学扫描仪是一种主要的航空遥感仪器,它已由单一波段发展到多光谱扫描仪,进一步还要向成像光谱仪发展;另外空间分辨率、工作波长等技术参数也在不断提高。因其获取的地物信息是多波段的图像,故信息量大、数据率高,是高空遥感飞机上所装备的遥感仪器中最大的信息源。

总体技术配套是高空遥感系统在技术上实用化的关键,使各传感器能协同工作。主要内容在于解决机械遥感器的总体操作、控制、监视,实现遥感信息的记录、接收、处理、显示和传输。高空机载扫描仪数据采集系统(单元)就是为了上述目的,解决扫描仪与机上集中监控系统和其它传感器协同工作而研制的。

一、扫描仪工作简介

装备高空遥感飞机的扫描仪系统应满足装机的空间限制,与集中监控系统交换的信号格式应遵守规范。

扫描仪由四个子系统组成:光学扫描单元(OSU)、数据采集单元(DAU)、电源与电机驱动单元(PDU)及黑体温度控制单元(BCU)。OSU工作于飞机后舱,负责对地物作光机扫描、分光、光-电转换及信号的前置放大;PDU向整个系统供电,并根据DAU的程控指令驱动电机工作于相应的扫描率;BCU负责两个黑体定标源的温度控制,向扫描仪提供黑体参照信号,提高遥感定量化的精度;DAU担负两大任务:一是负责多通道信号的采集和数据的格式化,二则承担集中监控系统与扫描仪系统之间的“接口”功能,负责控制整个扫描仪系统,所以是整体配套工作的关键。扫描仪工作示意图如图1。

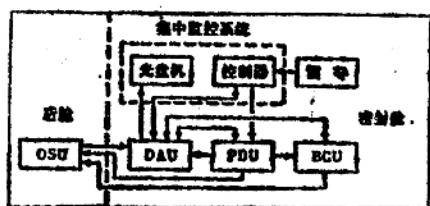


图1 扫描仪工作示意图

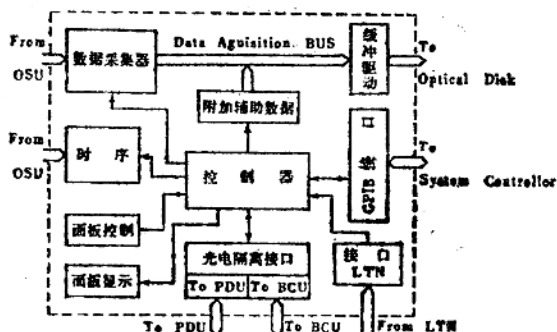


图2 数据采集单元 (DAU) 方框图

二、数据采集单元工作概述

图2是DAU的方框图。DAU将前置放大后的模拟信号进一步放大、滤波、采样、模-数转换和格式化，最后通过图象高速输出接口输出，供光盘机记录和实时显示器显示。LTN惯性导航系统的飞行平台姿态参数，可以由集中监控系统负责采集、汇集日期、时间等辅助数据后经GPIB送入DAU，亦可由DAU自行采集。DAU再将扫描仪的行计数、黑体参考源BB1、BB2的温度值等辅助参数与上述数据汇集，按格式依次与图象数据拼接，一并输出。DAU通过各自的接口对PDU和BCU进行控制、监测其状态并读取有关参数。DAU自身的操作是程控化的，集中监控系统可由GPIB送入程控命令对其操作、控制、监测工作状态，也可由操作员通过面板控制开关完成。

DAU的设计注重系列化、标准化，注意不仅满足目前的需求，还要适合今后一个时期遥感技术发展所提出的要求。

三、通道数

第一项目要求8通道的扫描仪，第二项目中通道数增加到12个；而扫描仪进一步要向成像光谱仪发展，需要64个甚至更多的通道。考虑到今后一个时期内技术发展的需求和目前条件所许可的范围，DAU的通道数为“准成像光谱仪”级：32个通道。可根据用户要求，编程为2通道、4通道、8通道、16通道、32通道使用，也可以两（多）台共同使用，为成像光谱仪工作。

四、对扫描仪模拟信号的兼容性

扫描仪模拟信号的格式基本上可分成两大类：四方扫描镜和斜45°扫描镜。目前看来这两种扫描镜各有优缺点，难以相互取代，故DAU应具有通用性。另外扫描仪的角分辨率的高低、视场的大小等对信号都会带来差异。

DAU采用微程序设计解决对扫描仪模拟信号的兼容问题，DAU对四方扫描镜和斜45°扫描镜兼容、对瞬时视场角3 mrad和1.5 mrad兼容、对视场角90°和80°兼容。

五、程 控 滤 波 器

扫描仪的最终性能受限于系统的信噪比,故需要根据信号限制系统的带宽。根据着眼当前,兼顾今后发展趋势的原则,考虑扫描仪进一步提高地面分辨率的趋势、按照斜 45° 扫描镜、30线/秒、1.5mrad的情况设计最高截止频率。

表1列出不同扫描率、角分辨率、扫描方式下的计算结果。故设定程控滤波器的截止频率为61.4, 41.0, 20.5和10.2kHz四档可选。

表 1

扫描率 (线/秒)	20	30	40	50	四方扫描镜 3 mrad
截止频率 (kHz)	10.2	15.4	20.5	25.6	
扫描率 (线/秒)	10	15	20	30	斜 45° 扫描镜 3 mrad
截止频率 (kHz)	10.2	15.4	20.5	30.7	
扫描率 (线/秒)	10	15	20	30	斜 45° 扫描镜 1.5 mrad
截止频率 (kHz)	20.5	30.7	41.0	61.4	

六、数 据 采 集 器 的 设 置

数据采集器的方框图(图3)。根据高空遥感飞机的空间与目前经费情况,数据采集器共设置8块数据采集板,每块板为1通道,2通道,4通道可编程;8块采集板又能有2板,4板,8板三种可编程的工作状态;组合成为2通道,4通道,8通道,16通道,32通道工作。

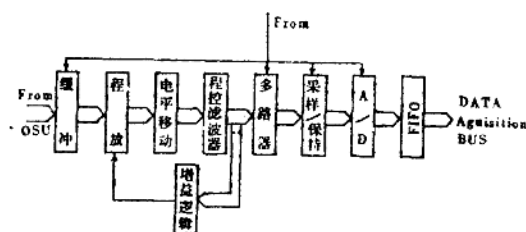


图3 数据采集器方框图

七、程 控 增 益 放 大 器

根据对扫描仪信号的分析,相邻行之相关系数达90%以上,故程控增益放大器利用前一行信号决定下一行的增益。保证信号有适当的幅度进行模-数转换,减少量化误差;又不致过载,丢失信息。程控增益放大器的增益为1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128八档,自动根据信号设置。程控增益放大器的增益码要与信号一同记录,以便回放时恢复。

八、输出信号格式

输出的图象（包括辅助数据）数据以二进制位并行、字节串行方式提供给集中监控系统。每字节8位，NRZ制，TTL电平，有行同步和字同步信号。同一象元的数据按波段依次排列（字交替方式）。

其具体格式（一行中排列）为：

行起始	(4字节)	真航向	(3字节)
状态参数	(4字节)	偏航	(3字节)
行计数	(4字节)	高度	(3字节)
参考源BB ₁ BCD码	(2字节)	V/H&DA	(3字节)
参考源BB ₂ BCD码	(2字节)	滚动	(3字节)
航线序号	(3字节)	俯仰	(3字节)
日期	(3字节)	待定	(1字节)
时间	(3字节)	参考源BB ₁ 采样	(2×n字节)*
纬度1	(3字节)	图像信号	(496×n或456×n字节)*
纬度2	(3字节)	参考源BB ₂ 采样	(2×n字节)*
经度1	(3字节)	状态参数	(4×n字节)*
经度2	(3字节)	*注：n为编程的通道数	

九、控制功能

DAU是扫描仪系统的控制器，也是集中监控系统GPIB上的一个“设备”。扫描仪与集中监控系统的联络，除了图象数据外（包括飞行姿态参数与程控命令的发送、申请系统服务等），均通过GPIB进行。GPIB的接口功能包括AH、SH、T、L、R/L、DCL和SR功能。

DAU对内部和PDU、BCU要进行编程、控制、监测和显示状态，还要将从GPIB传来的辅助数据通过接口附加到数据采集总线上，完成对数据的拼接。

DAU与PDU、BCU的接口均为光-电隔离的接口。三者之间不共地，以减少干扰，也避免影响遥感飞机上其它设备。

机载近红外傅里叶光谱仪

汪元钧 汪宗辉 刘书珍

(中国科学院安徽光学精密机械研究所)

摘 要

傅里叶光谱仪作为机载遥感工具是完全可行的。本文讨论机载近红外傅里叶光谱仪(HG-II)的设计,包括仪器性能估算、光学设计以及光学机械容差等。该仪器的光谱范围在 $4000-7692\text{cm}^{-1}$,光谱分辨率为 20cm^{-1} 。

一、引 言

在光学遥感中,光谱辐射计、多光谱照相机、多光谱扫描仪以及新近发展起来的成像光谱仪⁽¹⁾是获取环境光谱信息和空间信息的重要测量工具。光谱辐射计的优点是能够提供高分辨率的光谱信息,但不能提供空间信息;多光谱照相机和多光谱扫描仪主要是提供空间信息及少量的光谱信息;而成像光谱仪具备以上两类仪器的优点,能同时提供大量的光谱信息和空间信息,代表了新一代的光学遥感传感器。但是前两类仪器也不是成像光谱仪完全能够代替的,描述仪器性能好坏的参数除了光谱分辨率和空间分辨率外还有一个重要性能参数,那就是仪器的信噪比(或者等效噪声、辐射功率等),过分追求某一、两种性能参数必然要以降低其他参数为代价。成像光谱仪虽然在空间和光谱分辨率方面具有突出优点,但信噪比要比其他仪器逊色得多,其结果是获得的数据质量不高,甚至要影响对数据的判读解释。因此,为了满足遥感实验的不同要求,需要研制、使用不同的遥感仪器。

工作在近红外波段的机载光谱辐射计在我国遥感领域还是空白,产生这一空白的技术原因是未能研制出高性能的红外阵列探测器,例如近几十元线阵的硫化铅探测器,结果不能用通常的光栅或棱镜扫描方式来设计红外波段的机载光谱辐射计。红外波段的地面光谱数据应用于地质找矿等又是十分重要的,通过对多种粉末矿石反射光谱的分析,得知在近红外波段存在大量特征光谱,它们是区分矿石遥感找矿的基础。GRAHAMR. HUNT⁽²⁾解释了产生这些特征光谱的原因并在 0.325μ 到 2.5μ 波段给出了特征光谱图。航空遥感收集的光谱数据虽然不如在实验室对单一物质测得的数据那么单纯,但明显特征仍然可以从数据中提取出来。机载光谱辐射计又具有收集数据快、大面积调查的突出优点,因此研制这类仪器并向长波段发展是非常重要的。

研制红外波段的机载光谱辐射计是一项困难的工作。在某种程度上遥感是随着新型遥感仪器的产生而发展,而遥感仪器的关键技术又是探测器的技术。采用多元线阵探测器是设计制造机载光谱仪器的最省力办法;多路技术中的傅里叶变换应该是解决这一问题的唯一出路,但又给光学加工带来很大困难,采取经典的迈克尔逊干涉仪还是不能躲开有关实际问题。在实验室里因工作环境无特别苛刻要求,傅里叶光谱仪渐渐有了广泛应用,相反,这类机载仪器对防震、准直的要求非常苛刻,只有通过优良的方案设计和精密的光学制造技术才