

全國遙感技術學術交流會

論文集



1991

第 7 屆

第七届全国遥感技术学术交流会

论 文 集

中国参加亚洲遥感协会全国委员会
中国空间科学学会遥感分会
中国自动化学会“三遥”专业委员会
中国航空学会电子专业委员会
中国电子学会“三遥”专业委员会
中国地理学会环境遥感分会
中国宇航学会空间遥感专业委员会
广东省阳江市人民政府

一九九一年十二月 广东阳江

第七届全国遥感技术学术交流会论文集

中国宇航学会空间遥感专业委员会编辑

中国科学院上海技术物理研究所 出版

地址 上海市中山北一路420号 邮编 200083

浙江省诸暨印刷厂

印刷



前 言

第七届全国遥感技术学术交流会最初是由中国参加亚洲遥感协会全国委员会和中国科协所属宇航、空间、自动化、航空、地理、电子等六个全国学会联合发起并组织的全国性大型学术会议。这个会议系列经过青岛(1979年)、庐山(1981年)、宁波(1983年)、威海(1985年)、广州深圳(1988年)、桂林(1989年)等六届会议之后,现在又有地理和电子两学会加入到发起单位的行列。这使它同全国广大遥感科技工作者的联系更加紧密,复盖范围更加宽广。

本次会议经过1991年2月和7月两轮征文,全国各部门遥感科技工作者积极响应,共收到应征学术论文204篇,创造了历次遥感会应征论文数的最高纪录。这些文章的作者来自全国十五个大的行政系统。其中来自中国科学院各研究所65篇,各高等院校56篇,各部(委)属研究单位41篇,地方(省)研究单位42篇。这些论文的内容涉及了遥感技术及其应用的各个专题。其中遥感信息获取技术47篇;遥感数据(图象)处理技术25篇;地物辐射与传输41篇;遥感应用91篇。在大量的应用论文中,地质地矿和环境与灾害监测是两个最重要的子类,地矿类达38篇。此外还有关于农林,水利(水文)、海洋、工程勘测等应用内容。

简单的统计数字概括地反映了我国遥感科学技术发展的广度和深度。现在,国民经济的各个部门都已经把遥感技术推广开来。我国不仅有一支配备齐全的遥感技术研究队伍,不断地研究与开发遥感新技术。而且,我国已经具备一整套基本的技术条件,更多的部门或更多的专业人员掌握了基本技术方法,解决各自的实际应用问题,不断地取得效益。

“遥感技术及其应用”是我国国民经济发展的第七个五年计划的科技攻关项目之一。全国近二百个单位一千多位科技人员,经过五年的辛勤努力,现在已经完成一百多项攻关课题。粗略统计,在应征论文中有一半以上属于“七五”攻关课题,或者其延伸课题。作者们通过论文的形式进行了学术性的总结,如实地反映了中国遥感技术发展的最新水平。论文中还包含有近两年利用遥感技术解决国民经济建设实际问题、取得实际效益的生动实例。此外,相当数量的国家自然科学基金资助项目的研究论文,记录了他们的新发现、新观点以及新的测量结果。这对于推动我国遥感技术继续向前发展,取得更大的社会或经济效益具有借鉴意义。所有这些论文的内容,以及它们所反映的问题,将为我国在“八五”期间及其以后发展“遥感技术应用”的研究,提供基本的素材,指明主要的方向。

目 录

1	中国遥感技术的进展·····	郑立中 张绮娟等 (1)
2	毫米波、亚毫米波遥感·····	张俊荣 (10)
3	X波段SLAR实用化系统设计和研制·····	陈 健 李敏华等 (22)
4	合成孔径雷达天线展开机构的两种设计方案之比较·····	宋剑铭 (25)
5	合成孔径雷达运动目标成像方法研究·····	邓黎平 张澄波 (28)
6	关于合成孔径雷达中部分重叠多视问题的研究·····	李朝晖 张澄波 (33)
7	星载合成孔径雷达方位处理高效算法·····	黄永红 毛士艺 (36)
8	实时光学合成孔径雷达成像处理·····	李 辉 (40)
9	星载合成孔径雷达天线面板的热变形分析·····	韦娟芳 宋剑鸣 (42)
10	机载微波散射计LS-I散射系数的实时处理·····	郑斌强 教 昕 (45)
11	微波散射测量中的精度分析·····	汪国铎 金佩玉 (48)
12	散射计测控及数据处理的智能化·····	教 昕 郑斌强 (52)
13	海洋卫星高度计及其技术问题的考虑·····	赵丙义 (55)
14	高空间分辨率、高灵敏度微波辐射计研究·····	赵 凯 张俊荣 (62)
15	8 mm周期定标全功率辐射计及实验·····	郭 伟 张祖荫 (67)
16	微波辐射计中积分器的等效理想低通滤波器的带宽·····	林士杰 郑汉麟 (71)
17	船载双波长微波辐射计对热带海域上空可降水及云液态水的遥感分析 ·····	魏 重 忻妙新等 (75)
18	立体金属目标的定位及其信号处理系统·····	郑汉麟 郭 伟 (78)
19	冲击雷达数据实时采集、处理系统的设计与实现·····	王岩飞 (81)
20	利用气象回波标定雷达接收机·····	张 凌 刘锦丽 (84)
21	气象雷达降雨回波涨落的某些特性·····	张 凌 刘锦丽 (87)
22	利用被动微波遥感技术探查积雪的一种方法·····	胡著智 (90)
23	微机检索雷达截面积(RCS)的数据库系统·····	王岩飞 舒士畏 (92)
24	毫米波辐射计在军事上的应用·····	张祖荫 (95)
25	经卫星探测大气二氧化碳混合比·····	张肇先 (98)
26	红外分光计Ⅱ型模样及其定标试验·····	王模昌 张肇先 (101)
27	激光荧光雷达系统的测量方法与技术·····	刘南英 苟毓龙等 (105)
28	风云一号气象卫星遥感波段的选择·····	舒伟民 (108)
29	一台紧凑、多幅同时成像的高分辨率激光光谱和场分布测量仪的研制 ·····	庄斗南 于桂秋 (111)

30	双中央处理机 (CPU) 星敏感器系统	蓝永川	(112)
31	星载地球辐射收支(ERB)探测器	周 平	(116)
32	空间润滑油对遥感仪器镜面的污染研究	裴云天	(119)
33	水汽对低温光学元件污染的研究	郭 晴 裴云天等	(122)
34	24波段短波红外光学系统	胥学荣	(124)
35	大气探测红外分光辐射计Ⅱ型扫描反射镜的研制	钱荣琴	(127)
36	轻量化45°旋转扫描镜系统	钱鸿麟 耿瑞珍	(131)
37	〈风云一号〉气象卫星遥感系统扫描镜及辐冷屏的溅射镀金	吴汝佳 曲翠云等	(134)
38	一种用于星载多光谱扫描仪的新型太阳定标系统的研究	车念曾 陈 曙等	(137)
39	机载扫描系统的光谱定标研究	叶家福	(140)
40	红外凝视成象系统数据压缩与记录方法	唐克铎 周起勃	(147)
41	星载红外分光计的数据采集与预处理系统	许伟亮	(149)
42	大气探测红外分光辐射计碲镉汞红外探测器的研制	王子孟 方家熊等	(152)
43	短波多元HgCdTe 光伏探测器列阵性能	辛田玲 陈泉森	(155)
44	航天军事遥感的现状和发展趋势	张采芸 张万增	(157)
45	农田光谱测定法及不同仪器观测比较	王家圣 金仲辉等	(160)
46	农田小麦状况的光谱特征分析	张宏名 卢志光等	(166)
47	冬小麦光谱“红端”红移的研究	殷贤湘 易维宁	(174)
48	由小麦的光谱反射率估计它的叶面指数	金仲辉 张宏名等	(177)
49	水稻长势、产量结构与水稻光谱的关系及模式	王延颐 陈玉泉等	(183)
50	用TM卫片成数抽样法调查稻 棉 面积	王延颐 马金福等	(187)
51	遥感检测植物虫害的理论与实践	戴昌达 雷莉萍	(191)
52	植物种类的激光诱导荧光光谱特征及其在遥感上的意义	张崇静 吴 荣等	(195)
53	植物685nm和740nm两个荧光峰的特性及685/740病害判别指标的研究	吴 荣 张崇静等	(199)
54	土壤激光诱导荧光遥感研究初探	石晓日 徐彬彬等	(203)
55	不同施肥条件下玉米的荧光光谱特征及其在遥感中应用的可能性	徐彬彬 石晓日等	(205)
56	缺氮对水稻荧光光谱特征的影响及其遥感应用上的意义	李德成 徐彬彬等	(208)
57	松毛虫对松树反射光谱的影响	吴继友 张军华等	(211)
58	水体遥感镜面反射特性研究	季耿善 杨 静等	(214)
59	含沙水体反射率波谱特性及其遥感应用意义	胡嘉敏 冯 辉等	(218)
60	苏南、皖南几种土壤的光谱曲线及其解译	潘剑君 徐盛荣	(221)
61	地面摄影像片的应用研究	胡崇金	(223)
62	地物光谱信息萃取的研究	施树怀	(228)
63	微波遥感的极化研究	施志馥 张俊荣	(231)
64	三毫米波段地物目标反射特性的实验研究	阎 毅	(235)
65	多频段干雪特性测量与理论计算比较	李 靖 金亚秋等	(238)
66	地下油气藏烃类微渗漏雷达勘查机理与技术	何 明 张俊荣	(242)
67	地物微波辐射特性数据库	郑汉麟 邓 涛等	(248)

68	红外大气削弱订正的统计调整法	范天锡	(251)
69	空对地遥感微波辐射的 RATRAN 程序	金亚秋	(254)
70	大气透过率的计算—LOWTRAN 6 应用举例	黄意玢 金燕等	(257)
71	FY—1 可见/近红外波段大气透过率测量	郑亲波 张智敏	(261)
72	气象卫星遥感地面温度的大气订正	刘长盛	(264)
73	气象和地面状况对卫星遥感热惯量的影响	金一诤	(267)
74	环境辐射对遥感测温精度的影响	崔宝生 徐学安等	(270)
75	大气对植被指数的影响	赵高祥 汪宏七	(273)
76	多层耦合的植被热辐射遥感的复合模式	韦剑 金亚秋	(277)
77	草簇热模型研究	徐学安 朱又迈等	(279)
78	植冠热模型的适用性研究	郑南智 朱又迈	(282)
79	综合地学图象数据库系统的设计	张远飞	(285)
80	微机地物信息系统的建立	陈瑞城 刘建平	(288)
81	人工神经网络对TM影象的分类解译	谈正龙 公	(291)
82	用于遥感图象压缩编码的自适应人工神经网络非线性预测器	张伟 余英林等	(296)
83	基于多总线及 VLSI 的高速图象处理与分析系统	李凤亭 邹林端等	(300)
84	TM仪器磨损对数据的影响	王新民	(306)
85	陆地卫星星历数据偏差检验和修补方法	邵贝思 刘加	(309)
86	地球资源观测卫星数据预处理系统的一种软件系统	张建国	(315)
87	不同分辨率图象的计算机复合方法与效果	赵元洪 陈岚等	(320)
88	用相关掩模法处理TM图象并提取所需信息的尝试	胡著智 汪慧慧	(325)
89	用于遥感图象计算机分类的SVD法	王杰生	(327)
90	主成份变换和彩色变换的结合应用——以苏州市为例	李旭文	(330)
91	实现遥感与GIS一体化的关键技术——栅格矢量的快速转换	贾安 戴昌达等	(334)
92	航空多光谱数据与地面光谱数据之间相关性研究	郎爱军	(336)
93	遥感影象解译精度的分析	吴健平	(340)
94	地面高程变化与TM影象的几何精度	李传荣 戴自圻	(343)
95	某些地学信息提取方法的研究	高淑惠	(346)
96	雷达背景的斜率分类法	石书祥 田保东	(349)
97	结合TM图象的纹理与光谱特征对森林采样点的分层	尚东	(352)
98	微波辐射图象轮廓探讨	邓军 林士杰	(358)
99	数据压缩用于空间遥感的可行性研究	刘书菊 徐国栋等	(362)
100	极轨气象卫星图象数据精确定位的新方法	蒋文青 朱正中	(365)
101	彩色红外片的“二色性”及其改进	季耿善 傅江	(372)
102	ZY—型自动匀光印象机	杨可	(375)
103	图象数据传输在航空遥感中的应用	姜景山 曹述五等	(380)
104	机载遥感器系统总体操作、集中监视、控制、记录系统	胡行毅 姜景山等	(383)
105	航空遥感航线微机辅助设计系统	陈瑞城 仰利等	(386)
106	台湾主要断裂带的卫星影象与深部重力异常相关性的研究	刘光夏	(388)

- 107 矿产资源遥感预测及其效果……………陈 岚 赵元洪等 (391)
- 108 航空细分红外光谱遥感找矿探测机理研究……………杨柏林 (396)
- 109 中国黄土高原环状构造的遥感影象剖析……………朱照宇 (399)
- 110 与岩浆活动相关的矿化环形构造特征……………李富才 (402)
- 111 遥感应用于安徽沿江地区岩浆侵入的环形构造与矿产关系研究
……………王世年 史东芳 (405)
- 112 遥感技术在新疆赛里木湖—汗吉朵山地区找矿预测中的应用研究
……………朱谷昌 蒋 明等 (408)
- 113 滇中江川复合环块构造及其控震作用雏议……………杨世瑜 (412)
- 114 湖南上堡涡轮状构造特征及其成矿的关系……………张祖春 贾红宇 (414)
- 115 多元信息复合技术在油气资源勘探中的应用研究……………王彦广 李玲芝等 (417)
- 116 TM数据同油气化探相关性初探……………杨金根 郁锦新等 (420)
- 117 波段比值的主成份复合在蚀变信息提取中的应用……………赵元洪 张福祥等 (424)
- 118 遥感影象线性体与金矿初探……………王贵明 (429)
- 119 遥感图象处理对牛心山金矿田控矿构造的再认识……………常伟民 (432)
- 120 应用遥感技术对辽西南部金矿预测研究……………左 欣 (434)
- 121 四川西北部遥感找金影象标志集探讨……………向英筑 晏子贵等 (436)
- 122 粤西—海南金生物地化效应遥感研究……………徐瑞松 徐火盛等 (439)
- 123 江西信江铜银金成矿带航空彩红外遥感地质解译及成矿预测效果……………李新芝 (443)
- 124 充分反映区域地质和银金成矿区域特征的浙江省TM图象的影像构造
……………郑献华 植起汉 (447)
- 125 大青山地区构造信息与金属矿产分布关系的遥感解释……………贺玉福 (451)
- 126 遥感技术在桂西北金矿勘查中的应用……………赵不亿 (455)
- 127 金矿资源勘查中反射光谱特性的应用探讨……………刘允良 邢立新等 (458)
- 128 遥感技术在冀东蒙南金矿成矿预测中的应用效果……………李银海 (461)
- 129 恰奔布拉克金矿勘查中的遥感应用……………许 安 (464)
- 130 遥感技术在新疆金矿资源调查中的应用……………崔承禹 (467)
- 131 TM图象处理及其应用效果……………晏子贵 (469)
- 132 煤田预测中遥感扫面的作用……………李志兴 (471)
- 133 南澜沧江东带火山岩铜矿遥感地质调查及成矿预测……………蔡光顺 周崇智等 (474)
- 134 西线南水北调雅砻江调水区构造稳定性遥感分析……………袁之平 (480)
- 135 遥感技术在治黄工作中的应用……………张洪模 (483)
- 136 比率测算法在遥感识别水体中的应用……………陆家驹 李士鸿 (486)
- 137 珠江河口卫星遥感动态监测与应用……………许祥向 陈学廉等 (489)
- 138 应用遥感技术调查巢湖治理“两河一站”工程的环境影响
……………徐青山 罗 明等 (496)
- 139 珠江口伶仃洋水容量与淤积的遥感定量分析……………黎 夏 古秋森等 (499)
- 140 TM热红外资料在珠江口伶仃洋中的应用……………廖其芳 (502)
- 141 江汉平原涝灾淹没损失的遥感估算方法研究……………邹尚辉 (505)
- 142 遥感在永定河水害综合治理中的应用……………曹林英 孙旭东 (507)

- 143 NOAA气象卫星探测大面积土壤含水量……………王燕生 贾绍凤 (510)
- 144 黄土重力侵蚀遥感研究……………王德甫 赵学英等 (514)
- 145 黄河流域水土流失遥感分析……………赵学英 王德甫 (517)
- 146 SCS模型产流计算和土壤分类的改进与应用……………魏文秋 谢淑琴 (520)
- 147 遥感监测红壤年流失量研究的初步进展……………卜兆宏 席承藩等 (523)
- 148 TM数据水质遥感研究……………李旭文 季耿善等 (528)
- 149 采用微波辐射计监测江河泥沙含量的可行性研究……………雷 励 林士杰 (531)
- 150 渤海湾悬沙遥感定量研究及其在天津新港、大河口港泥沙回淤
研究中的应用……………温令平 张 健 (535)
- 151 伶仃洋悬浮泥沙遥感定量分析及应用……………尤玉明 侯 敏 (537)
- 152 内陆大水面渔业遥感一些重要应用中的几项TM遥感信息解译技术
……………张 玲 (541)
- 153 洪湖挺水植物动态变化及其生物量的遥感研究……………张晓阳 李蓉蓉 (546)
- 154 苏南大运河航运量的遥感监测……………杨 静 (550)
- 155 海面石油污染的研究……………文光华 张祖荫等 (553)
- 156 苏南大运河水污染遥感研究……………季耿善 任炳相 (558)
- 157 利用彩色红外航片进行水污染遥感监测的定量分析……………傅 江 (561)
- 158 苏南大运河油污染遥感制图及污染量估算……………杨 静 (566)
- 159 应用FY—1B气象卫星、NOAA气象卫星监测江淮洪水灾害
……………肖乾广执笔 (569)
- 160 利用气象卫星资料监测沙尘暴……………郑新江 刘 征等 (578)
- 161 TM卫星资料在灾害调查中的应用……………杨铭君 李宝忠等 (581)
- 162 航天遥感图象用于沙漠绿洲土地利用动态监测研究……………陈章全 (583)
- 163 陕西省自然灾害的遥感调查研究与编目……………李宝忠 杨铭君等 (587)
- 164 卫星监测森林火灾及灾后林木恢复变化……………胡德永 戴昌达等 (590)
- 165 数字化天气雷达在灾害性天气预报服务中的应用……………唐洵昌 (593)
- 166 主被动联合遥感降水分布的测量结果……………刘锦丽 张 凌 (596)
- 167 监测自然灾害的遥感新手段……………赵立平 (599)
- 168 西北山区干旱生态地理环境的遥感研究——以祁连山黑河流域为例
……………梁凤仙 王光宇 (602)
- 169 利用气象卫星多时相昼夜数据监测城市热岛动态……………黄 签 (610)
- 170 苏南运河沿线城市热岛现象的卫星遥感分析……………李旭文 季耿善 (614)
- 171 试述遥感技术在城市调查中的应用……………赵华中 (618)
- 172 国土生态环境遥感综合评价系统的研究……………刘笃慧 (620)
- 173 应用陆地卫星图象抽取水稻信息的研究……………关履基 卢 虹 (624)
- 174 利用航空遥感信息进行涝洼地农业布局的研究——以四湖地区
新兴垸为例……………李仁东 (628)
- 175 航空遥感在忻定盆地水浇地清查及盐碱地动态监测中的应用
……………乔玉良 (632)
- 176 利用地理信息系统进行土地质量评价的研究……………茹锦文 高 洪等 (635)

177	辽宁省防护林遥感调查信息源应用分析·····	常兴武 谭征祥 (638)
178	内蒙古防护林区土地资源结构的遥感调查与分析·····	陈钦峦 (641)
179	锦屏水电站工程区边坡稳定性的遥感评价·····	王海宁 (644)
180	成昆铁路泥石流沟遥感勘察和成果·····	王宇丰 (647)
181	光学信息复合法在澳门建港工程中的应用·····	罗 丹 陈学廉 (651)
182	宝——天公路工程地质遥感影象研究·····	李学谦 (655)
183	卫星遥感图在海洋渔业上的应用·····	高崇义 (658)
184	渤海海冰卫星遥感监测业务系统·····	黄润恒 王 强等 (661)
185	利用遥感技术检测电力线路故障·····	杨 贵 祝洪博 (664)

中国遥感技术的进展

郑立中 张绮娟

(中国国家科委, 中国科学院, 北京, 1000862)

张钧屏

(宇航学会空间遥感专业委员会 上海, 200083)

五年来, 中国遥感技术取得巨大进步。现已完成实用化高空机载遥感系统。返回式卫星实现从空间的地面照相。已经发射两颗风云气象卫星。一整套复合数据综合分析方法, 使我国遥感应用能力大为提高。中国遥感技术发展进入新阶段。

关键词: 遥感技术, 传感器, 数据处理。

引言

中国幅员辽阔、人口众多。地形和自然环境复杂, 自然灾害频繁, 资源相对贫乏。中国所面临的基本条件, 决定了它必然迫切地需求遥感技术, 进行环境监测和资源勘察。中国政府一直把研究与发展遥感技术作为国家现代化建设中的一项基础性的工作。不论是制订发展国民经济的计划, 还是确定科学与技术的攻关任务, 都把遥感列为重点项目之一。中国是世界上少数几个大规模开展遥感技术及其应用活动的发展中国家之一。从七十年代末开始, 曾多次举行航空遥感飞行实验。这不仅获得了环境与资源的宝贵信息, 更为重要的是我们实践了遥感技术, 提高了应用能力, 培养了中国遥感技术队伍。

1981年经国务院批准成立了国家遥感中心。它在国家科委的领导下, 对我国遥感科学技术的研究和发展进行规划和指导。中国发展遥感技术的基本政策是面向经济建设, 面向遥感应用, 统一规划, 协调发展。根据国力集中力量开展有限的关键项目的发展工作。坚持改革开放, 引进先进技术和关键设备, 把应用研究与基础研究有机地结合起来。为尽快取得成果, 获得经济效益和社会效益而加紧工作。在遥感科学技术的研究与发展中, 中国动员了一批精悍力量。中国科学院等几十家专业研究单位, 几千名科技人员, 近五年来, 在国家第七个五年计划科技攻关计划的组织下, 按信息获取技术、信息处理技术和应用技术三大方面开展了卓有成效的工作。结果, 我国建立起完整的遥感技术系统, 提高了自己的遥感技术能力, 同时, 也取得巨大的经济和社会效益。本文将按照航空、航天、综合信息分析等三方面, 简要介绍中国遥感技术的最新进展。

一、航空遥感技术

航空遥感是重要的遥感方式之一。在遥感技术发展和应用过程中, 它都起着举足轻重的作用。飞机作为实用化的遥感平台, 可以携带任何种类的传感器, 作惯例飞行获取遥感应用的数据, 从而成为获取信息的必须手段之一。更为重要的是, 这种机动灵活的小型平台, 已经成为遥感技术试验的不可缺少的组成部份。不论是研制一类新型的遥感仪器, 还是研究一种新的遥感方法, 都必须首先通过航空遥感的试验。我国遥感科研工作的起步, 也是从航空

遥感开始。一九七八年著名的“腾冲区域环境和资源航空遥感试验”，就是我国首次区域性综合大型遥感试验飞行活动。

1. 中国十分重视发展航空遥感技术

八十年代，中国遥感界人士共同认识到，为促进我国遥感技术的发展，加速其国民经济建设中的应用，尽快取得效益，我国在推广应用国外遥感卫星图象数据的同时，应当提高航空遥感的能力。这不仅可以满足广大用户对遥感图象数据日益增长的需求，而且，还可以依此提高我国遥感技术的整体水平。矿产地质部、中国科学院、中国民航以及林业部门等，都相继建立了机载遥感试验系统，或者组织遥感试验飞行活动。我国已经开始利用光学和微波等先进的成像遥感仪，进行过各种应用目的航空遥感飞行实验，获取地面全电磁波谱的数据。取得了显著的社会和经济效益。一九八五年，在国家制订“七五”国民经济发展规划时，将“遥感技术及其应用”作为重大的“科技攻关”项目之一，立项发展。其中“高空航空遥感实用化系统”是该攻关项目的课题之一。这项研究的目标是以两架专用遥感飞机奖状S/II (Citation) 为基础，研制多种电磁波段的遥感仪器，建立具有从信息获取、记录和传输，到信息处理和分析配套的先进实用化遥感系统。该系统不仅在整个信息获取的过程上成龙配套，而且在操作效率、多种传感器组合能力和技术服务生产能力等方面也要达到实用化要求。特别，它具有数据实时传输能力，可以在快速的“突发事件”中具有迅速反应的能力。整个系统由获取、处理和配套设备等三大部份组成。在建立系统的过程中，具体实施以下三方面的工作：以应用为目标完善已有的实用遥感仪；提高遥感仪性能（包括提高分辨率、可靠性和效率、仪器小型化、模块化、标准化）；跟踪世界先进遥感技术的最新发展。从1986年至1990年近五年时间，中国科学院所属研究所和高等院校等23个专业研究单位340名科技人员，经过招标考核之后参加该项目的研究和开发工作。现在，该系统已全部建成。经国内外多次遥感应用飞行实验，验证了该系统的实用化性能。

2. 机载高空实用化遥感系统

在这套实用化的航空遥感系统中，最重要的构成部份是信息获取手段（即遥感仪）。它包括九类14台遥感仪。复盖了从紫外直到微波的宽广电磁波段。包括可见光和红外等成像或非成像传感器。具体内容罗列如下：

a) 光机扫描遥感仪

A. 多光谱红外扫描仪 视场 90° ，瞬时视场3毫弧度，扫描速率每秒20、30、40、50行，可调。在可见光和近红外有16个光谱通道。红外波段有三个通道。该仪器配备光盘和磁带机两种记录方式。

B. 短波红外专题应用扫描仪 波长范围1.5~2.5微米，视场 90° ，瞬时视场3毫弧度，光谱通道数16，光谱分辨率30毫微米，该机已用于寻找石油和黄金的专项遥感应用。

C. 热红外多光谱扫描仪 波长复盖范围8~12.5微米，共七个波段。光谱间隔0.4或0.8微米。总视场 90° ，瞬时视场3毫弧度。

b) 光学遥感仪

A. 多波段照相机 波段数4或6，光谱波段位置和宽度可与MSS或TM相同设置。

B. 航空光谱仪 光谱范围0.4~1.1微米，光谱分辨率3毫微米。采用512元线列硅光电二极管探测器，数据量化12比特。

C. 激光高度计 采用电光调Q YAG激光器，波长1.06微米，脉冲功率3—5兆瓦，重复频率5次/秒。水冷却，发散角1毫弧度。测量高度200~10000米，精度0.5米。该激光

器发出的光束经KTP晶体倍频, 变成532毫微米光束。制成激光水深测量仪, 激光输出功率3—5兆瓦, 水深测量范围小于20米。

c) 微波遥感仪 我国目前X波段主被动微波遥感仪已经形成系列仪器。

A. 真实孔径侧视雷达 波长3厘米, 天线长度3.5或5米。当飞行高度为1000米时方位分辨率为9米或7米。发射机功率50千瓦。实时电视显示, 视频磁带记录。

B. 多极化合成孔径侧视雷达 该机包含雷达和实时数据传输两大部份。四种极化方式。最大使用距离250公里, 测绘带30公里, 分辨率10米×30米。发射机功率30瓦, 中心频率1520兆赫。脉冲宽度2微秒。

C. 8毫米成像辐射计 36千兆赫, 抛物面直径400毫米, 动态范围100~300k。温度分辨率0.6k。

D. 5厘米微波辐射计 中心频率5.4千兆赫。狄克型天线口径800毫米, 动态范围80~300k, 温度分辨率0.3k。

E. 21厘米微波辐射计 中心频率1.4千兆赫, 天线口径800毫米。动态范围100k~300k。灵敏度0.5k。

F. 3厘米微波辐射计 本机采用负反馈狄克型方案。工作频率9.375千兆赫。天线尺寸108×140毫米。动态范围100k~3000k, 灵敏度0.5k。

G. X波段散射计 发射频率9.3千兆赫。功率850毫瓦。接收天线增益30.5分贝。发射天线26.8分贝。

机载遥感的技术配套系统包括: “集中监视控制与信息记录系统”和“图象机—地实时传输系统”。机上采用高性能微机作为主控制机, 它与各类遥感器之间的信息交换和传输是通过IEEE—488设备总线和GPIB(通用接口总线)的接口系统来分时分址完成。各类遥感器也一律采用GPIB接口及其相应程控命令。兼容性好, 切换非常方便。机上的记录采用了二千兆字的大容量激光光盘。高性能数据接口, 按规定格式通过标准(SCSI)接口记录入盘。遥感器状况及参数均可在终端上显示。飞机惯导参数(包括时间、经纬度座标、飞机姿态参数和航行高度)的采集和记录, 使该系统具有实时显示飞机航迹及航区的功能。也为遥感图象的定位、几何校正等后续处理提供必要的数据库。

图象机—地实时传输系统是该航空遥感系统的另一项重要的技术配套子系统。它通过S波段的调频制式微波信号, 将机上获取的遥感图象信号实时地传输给地面接收站。接收站将其信号校正, 处理后恢复为图象, 记录并显示。整个传输装置包括机上和地面两大部份。机上部份是由模拟、数字调制、微波频率变换、微波功率放大以及发射天线等所组成。地面接收部份是由微波前置的放大器、混频、宽频模拟和数字解调、天线微机控制跟踪等组成。抛物面天线直径1.4米。传输距离250公里。该系统建成后多次实用, 在洪水监测的实际应用中取得良好的效果。

作为实用化高空机载遥感系统的第三个重要组成部份, 信息处理系统是由光学胶片加工和航空遥感图象预处理的计算机两部份构成。光学胶片加工系统可用于加工和制作各种不同格式的相片或图象。包括多波段航空照片、大幅照片、彩色红外相片、以及合成孔径雷达的图象照片, 该系统具有对光学胶片的处理、存储、检索、和复制功能。其中遥感图象的微缩、存储、检索系统采用激光视盘储存图象, 可通过计算机检索所需图象。相应的存储检索软件可以对数据库进行修改、添加、安全保护、硬拷贝输出、以及提供数据字典的能力。它还设置了各种查询方法。可按省、片种、存储方式、资料获得时间、给定地理位置、地

名、任务名、水系、地图编号等线索进行查询。还可扩充,进一步满足不同应用的需要。图象预处理系统包括专用高速处理和通用处理两个子系统。以WAXII为主机,内存5兆,外存520兆。专用高速处理功能可完成单波段或多波段图象的组合、快视、格式变换、数据粗处理等。包括图象几何校正(TAN失真、滚动、偏空校正)、辐射特性统计,辐射度校正、制成标准的CCT磁带。由于采用了多微机并行处理以及相应的硬件模块,处理速度很快。通用图象处理子系统具有通用、显示和多光谱专用等三种软件包。除了常规的图象处理功能之外,针对多光谱图象设置各种处理软件。包括姿态校正、灰度归一化校正、波段配准、正切校正、调制函数校正、多项式几何校正、条带合成、彩色合成,K—L变换,监督分类,非监督分类,光盘数据库的人机对话查询等。

3. 我国发展航空遥感技术的基本特征

上述机载高空实用化遥感系统,是一套完整的综合信息获取系统。它覆盖可见光、红外和微波等宽广电磁波段。包括主动与被动,图象与非成像多种遥感仪。它以数字图象数据为其基本形式,具有专用和通用图象处理的能力,可为各种应用场合提供标准格式的基础数据。该系统技术配套齐全,采用先进的计算机微机控制与光盘记录,集中监视,统一管理。通用接口,系统标准化。机上实时数据传输,遥感操作机动灵活,使用方便,具有快速的反应能力。

我国建立和发展这一系统,是出于多种考虑。当然,最基本的目的是建立遥感信息获取系统,获取环境和资源信息,解决国民经济建设中的急需问题。然而,以典型系统为纽带,发展我国的遥感技术,藉以提高国家的整体的技术水平,这一发展策略也是不容忽略的。此外,作为开展广泛遥感应用的典型示范,发展具有推广意义的典型技术,指导广大用户普及使用遥感数据,大面积得益。这也是意略之中的。

在建立航空遥感的过程中,我们十分重视先进技术的开拓和跟踪。把这项工作也作为发展航空遥感系统的重要组成部份。组织国家高层次的科技力量,研究和发展九十年代乃至二十一世纪实用的遥感技术。既增强我国遥感技术的能力,也为进一步的发展起着指导作用。1990年在唐山地区对线列探测器光—机扫描方式的机载成像光谱仪进行试飞实验,取得较好的效果。该机有71个波段。在0.46~1.1微米范围有32个波段。光谱间隔25毫微米。在短波红外也有32个波段。热红外有七个波段。仪器总视场90°,瞬时视场1.5毫弧度。与此同时,我国还建立了激光荧光遥感系统,分析测试18种自然矿物的荧光特性。开展激光三维扫描系统的预研究工作,为获取目标三维信息进行了有益的尝试。在图象处理方面,我们正在探索遥感图象光学处理方法。试图建立一种光—电混合的图象处理系统。为解决计算机图象处理中对容量和速度的苛刻要求寻找一种新的途径。事实证明,光电混合处理方法在某些特定的应用中是有实用价值的。

建立一套完整的实用化系统,必须在实践中反复使用,以证明其实用性。我国在建立航空遥感系统中,每增加一种新设备,或每采用一项新技术,都经历正式或非正式的飞行实验。特别是该系统根据形势发展为解决特定应用问题,近几年曾多次举行专门或综合的遥感飞行。包括自然环境与资源监测的遥感飞行,以及资源调查的遥感飞行。1987年永定河、1988年黄河流域的洪水监测试验,采用8毫米真实孔径侧视雷达和实时图象数据传输,取得较好的效果。1987年利用三通道扫描仪对森林火情进行遥感监测,配备图象数据实时传输系统。可以在一万公尺高空探测到一平方米的火种。完全证实该遥感仪的实用性。我国曾举行过多次海洋污染监测飞行实验。多通道光谱数据绘制出海上油污染的清晰图象。应用多光

谱专题扫描仪对新疆阿尔泰山区含金蚀变岩及烃类的吸收特性进行遥感测量,确定了黄金和油气资源目标区和远景区,取得了良好的效果。此外,我国还对生态环境、海水温度、土壤水份、三北防护林带等内容进行过多次遥感飞行实验。我国所建立的航空遥感系统,已经走出国界,积极地参加国际遥感合作计划,进行国际性的遥感飞行实验活动。同苏联合作,对库尔斯克生态站卫星同步航空遥感实验。为日本资源卫星的波段选择实验提供有用的科学数据等。

建立一个综合的遥感系统,是一项十分庞大的工程。它不仅需要有光学、电子学、微波、材料、计算机、自动控制等多种学科的专业研究力量。而且还需要有关农、林、水、地、环境、生态等多应用领域的专业知识和密切配合。不仅要研制大量的遥感仪等硬设备,而且还要研究许多具体的使用方法等软件。因此,必须有严密的组织和科学的管理。国家科委和中国科学院在具体组织这项攻关课题任务中,十分注意发挥国家科技力量的整体优势,发挥各单位在单项技术上的优势。合理分工、密切配合、利用较少的资金投入,完成高难的科研任务。多快好省地完成这一先进系统的发展工作。现在,我国已经全面完成建立实用化高空机载遥感系统的攻关任务。

二、航天遥感技术

1970年4月中国发射第一颗人造地球卫星。从此,中国一直把发射遥感应用卫星作为发展空间技术的主要任务之一。二十多年,总共发射14颗遥感应用卫星。其中包括返回式遥感卫星12颗,气象(风云)卫星二颗。^[1]

我国发展航天遥感技术,可追溯到六十年代。1975年返回式遥感卫星回收成功,至今已将12颗此类卫星送入轨道。星上装载过各种不同的可见光照相遥感仪。包括:全景式扫描照相机;节点式全景照相机;画幅式大幅面照相机等。它们所摄取的地面照片,已经广泛地用于国土普查、地质勘探、找矿、测绘地图、环境监测、工程选址、交通选线、考古等多种领域。取得一定的社会和经济效益。以国土卫星为例,棱镜扫描式全景照相机的主要性能参数如下:卫星高度175~210公里。焦距850毫米,照片长2米,宽220毫米,飞行方向视场 $\pm 7^\circ$,垂直飞方向最大扫描角 $\pm 60^\circ$ 。分辨率约为每毫米60线对^[2]。

此外,我国还发展用于陆地遥感的星载推帚式扫描成像技术。采用大型线列阵CCD成像探测器,制成高分辨率CCD照相机系统。配置星上图象数据实时传输线路。该系统目前处于样机阶段。其主要性能参数如下^[3]。卫星轨道参数:高度400公里;倾角 96.4° ;周期92.4分钟;CCD照相技术参数:焦距400毫米,相对孔径 $D/F = 1/4$,视场 11.5° ,全色波段0.5~0.75微米,多光谱波段0.5~0.6, 0.6~0.7, 0.8~0.9微米。CCD象元数 3×2048 元,象元尺寸 13×13 微米²,地面幅宽80公里。地面分辨率13米(全色)、26米(多光谱)。数据传输速率30兆比特/秒。该系统已经飞机试验,探作正常、性能达到设计要求。

1988年9月7日我国发射第一颗极轨气象卫星—风云一号。轨道高度901公里,倾角 99.1° 周期102.86分。星上载有甚高分辨率扫描辐射计,用于摄取全球可见光和红外云图和地面辐射图象。除提供常规天气预报所需地球表面辐射数据之外,还可用于海洋水色观察试验,该星发射后按预订程序操作正常。送回的图象数据,经测定性能参数达到设计要求。图象清晰,对云层、农作物、水陆分界、海洋水色等均有良好的探测能力。热红外图象数据,起初正常,后因低温红外光学部件水汽凝结,信号衰减较快。该星正常操作一个月,后因姿控系统失效,随即停止操作。1990年9月发射第二颗“风云”一号极轨气象卫星。

表 1 我国研制三种气象遥感仪性能参数表^[4]

性能参数	样 机	48rpm可见和红外扫描 辐射计	120rpm高分辨率扫描 辐射计	360rpm高分辨率扫描 辐射计	美国泰罗斯基-N AVHRR
探测波段及其位置 (微米)		0.55~0.83 (可见) 10.5~12.5 (红外)	0.55~0.75 0.52~1.11 10.5~12.5	0.48~0.53; 0.53~0.58; 0.58~0.68; 0.725~1.1; 10.5~12.5	0.58~0.68; 0.725~1.1 3.55~3.95; 10.5~11.5 11.5~12.5
空间分辨率 (mrad)		4 (可见) 5.8 (红外)	3.6	1.2	1.3
地面分辨率 (公里)				1.1	1.1
探测器		可见 Si光电二极管 红外 浸没热敏电阻	可见 硅光电二极管 红外 碲镉汞	硅光电二极管 碲镉汞	硅光电二极管 铋 化镉, 碲镉汞
致冷方式			辐射致冷	辐射致冷	辐射致冷
光学口径 (mm)		120	124	200	200
扫描速率 (转/分)		48	120	360	360
探测灵敏度		$NE\Delta \leq 5 \times 10^{-11} W/cm^2$ $NE\Delta T \leq 1.0K$	$NE\Delta \leq 1.6 \times 10^{-11} W/cm^2$ $NE\Delta T \leq 1.0K$	$NE\Delta \rho \leq 0.15\%$ $NE\Delta T \leq 0.20K$	$NE\Delta \rho \leq 0.10\%$ $NE\Delta T \leq 0.15K$
功耗 (W); 重量 (kg)		20, 20	28 (二台), 58 (二台)	47, 27	32, ≥ 35
相仿气象卫星		ITOS扫描辐射计	Tiros-N APT	Tiros-N AVHRR	
研制年代		1974年	1977年	1981年	

星上唯一的遥感仪—甚高分辨率扫描辐射计,也称甚高分辨率360rpm扫描辐射计。它实际是经历三代遥感仪的研制过程。1974年制成中分辨率48rpm可见光红外扫描辐射计。1977年研制高分辨率120rpm可见光红外扫描辐射计。由于卫星发射计划安排上的原因,这两种遥感仪仅制出模样机。从八十年代开始正式研制甚高分辨率360rpm扫描辐射计。表1列出三种样机的性能参数。从表中不难看出,风云一号气象卫星遥感仪及其图象数据的质量,与目前美国的泰罗斯—N(AVHRR)卫星正常广播的图象相仿。风云卫星还能提供真实彩色的云图或海洋表面图象^[4]。

我国目前正在积极地发展同步气象卫星的遥感仪及其相应技术^[5],为发射同步气象卫星作准备。同时,还加紧研制极轨卫星装载的红外分光计,测量大气垂直温度分布数据^[6]。

三、遥感复合数据的综合分析

中国遥感界的科技和管理人员,充分地认识到对于遥感数据的分析和使用的能力,不仅体现了一个国家的遥感技术的发展水平,而且更重要的是,它是取得应用效益和获得成果的直接标志。过去五年里,经过周密的计划,开展多种遥感数据的综合分析的研究工作。这项工作的主要进展和成果包括以下四个方面。

1. 常规遥感数据产品的使用方法和应用评价的研究

中国自七十年代开始引入陆地卫星图象数据的产品,开展了各个专业领域的遥感应应用。随着国际空间遥感技术的发展,我们及时地采用了最新产生的遥感数据产品。目前,国内已经广泛应用MSS、TM、SPOT—HRV以及气象卫星AVHRR等数据。在天气、气候、地质、地理、农业、矿产、水利、测绘、国土调查、工程选址、道路选线等涉及国民经济和国防建设的众多领域里,解决实际的环境和资源的信息需求,取得明显的经济和社会效益。

从实用看,地理编码的卫星数据对于多时相的地理研究和多种数据综合分析是非常有利的。针对TM图象数据,我国发展了按地形图和行政区分幅的配准处理方法。可以直接产生地理编码图象数据产品。一整套的处理软件和处理的生产方法,使图象产品的精度达到一个象元的水平。利用WAXII/780机制作一幅1:10万图象仅需5个小时。

我国已经开发出TM的辐射校正的图象产品。属AA类产品,并获得国际的认可和推广。原始数据经过刚性平移快速精处理,虽然几何精度略有下降,但省去了多次重复数据采样,实现TM图象快速数字镶嵌配准。实践证明,它为绘制省一级的大面积镶嵌图提供了一种有效方法。

对于SPOT卫星的图象数据,我国发展了提取高程信息的技术方法,包括立体象对的自动匹配,DEM信息提取,产生数字高程模型等。这套软件和方法已经实用化。

通过对遥感数据的实际使用过程,我们从实践上进行了各种航天和航空遥感数据的详细评价,并进行认真的总结。根据数据的性能指标(包括分辨率、波段宽度、获取周期和辐射精度等)、成本和主要应用对象等因素,全面地评述了各种实用遥感数据的应用能力和使用范围。对于开展遥感应应用和挖掘数据本身的潜力都起着指导作用。

2. 多种遥感信息综合分析技术

遥感数据的复合方法是当前提取遥感信息的优良方法。它充分地利用了多种电磁波段或多种图象数据所包含的特征,提供多种线索,使提取信息的能力大为提高。一般复合有光学和电子计算机两种方法。在光学复合方面,我们实现了色度学或彩色合成的基本理论与遥感影象的合成彩色的紧密结合,成功地解决了复合彩色的定量计算和预测问题。通过CCT磁带