

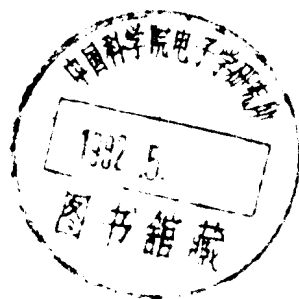
遥感文选

国家遥感中心 编

科学出版社

遥感文选

国家遥感中心 编



科学出版社

1981

1110000

内 容 简 介

本文集编辑了我国推荐在第二届亚洲遥感会议上宣读或展示的科研工作成果。内容涉及资源勘测、区域研究、农林土地利用、地质矿产、水文环境等领域的遥感应用和实验,以及遥感图象处理、波谱测试与遥感仪器研制等方面。所有论文均由全国科学技术协会有关学会推荐;分别经其主管部门评审,后由论文评选委员会选辑。本文集比较综合地反映了我国遥感技术与应用研究的最新进展。可以作为空间、地学、遥感、计算技术的专业参考文献,或从事环境保护、资源能源开发、仪器设计部门的技术资料。对于大专院校、科学研究机关和教学培训单位,也是很有价值的遥感技术参考读物。

遥 感 文 选

国家遥感中心 编

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

一二〇一照相排版

一二〇二工厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年10月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1981年10月第一次印刷 印张: 23 插页: 28

印数: 0001—4,500 字数: 557,000

统一书号: 13031·1848

本社书号: 2508·13.13

定价: 4.40 元

论文评选委员会

主任：王大珩（中国科学院）

副主任：沈克琦（北京大学）

陈述彭（中国科学院遥感应用研究所）

委员：（按姓氏笔划）

于志鸿（中国地质科学院矿床地质研究所）

王乃梁（北京大学）

王新民（中国科学院空间中心）

李留瑜（林业部调查规划院）

任丽新（中国科学院大气物理研究所）

吴佑寿（清华大学）

陈继述（山东大学）

杨世仁（中国科学院遥感应用研究所）

林 培（北京农业大学）

童庆禧（中国科学院遥感应用研究所）

谭筱波（地质部地质遥感中心）

鲍城志（中国科学院上海技术物理研究所）

夔中羽（国家测绘总局测绘研究所）

文选编辑组

陈述彭 承继成 谭筱波 李 涛 戴昌达

李寿生 黄 杨 郑长在 张圣凯 姚岁寒

目 录

我国遥感的现况	陈为江 (1)
1. 腾冲区域环境与资源航空遥感试验结果分析	中国科学院腾冲遥感试验组 (4)
2. 陆地卫星象片太原幅农业自然条件目视解译原理和方法	山西省农业区划委员会遥感试验组 教育部高等院校山西遥感协作组 (17)
3. 长春航空遥感试验的光学方法和图象解译应用实例	中国科学院长春分院 中国科学院长春地理研究所 中国科学院长春光学精密机械研究所 中国科学院长春物理研究所 (24)
4. 我国应用航空遥感图象编制几种林分蓄积量表的试验综述	李留瑜 (31)
5. 华北主要树种的光谱差异及其物候变化	张玉贵 (40)
6. 陆地卫星象片(太原幅)乔灌木信息特征增强和提取及其解译	李琦 (50)
7. 陆地卫星图象在洞庭湖芦苇资源调查中的应用	刘侠 张树林 苏文盛 (60)
8. 利用陆地卫星影象进行中比例尺土壤目视解译与制图的研究 (以河北省邯邢幅为例)	林培 (65)
9. 关于陆地卫星影象土壤目视解译方法论的探讨	李天杰 施霖珩 白玉 (71)
10. 应用陆地卫星象片编绘黄河流域自然地理分区图及分析河口三角洲演变	赵树廷 牛占 (78)
11. 中国陆地线性构造的若干特征	于志鸿 刘忠平 万德芳 傅子洁 (85)
12. 遥感技术在四川盆地地质调查中的应用	贺尚荣 张树铭 黄思晃 张家华 (94)
13. 遥感图象在铀矿勘查中的应用	范泽民 何钟琦 华平东 陈鸿 (98)
14. 遥感技术在51盆地找铀工作中的应用	崔振奎 王根华 严德琛 郭学陶 (104)
15. 应用陆地卫星图象对柴达木盆地潜伏构造的初步解译	王文彦 张 驹 许以和 殷利浦 (112)
16. 内蒙白音都兰凹陷植物反射光谱和油气藏的关系	陈传霖 (115)
17. 云南锡矿区域地质解译	云南省遥感技术应用学会 (125)
18. 遥感影象在铁路隧道地质测绘中的初步应用	李元宾 冯志忠 (130)
19. 从遥感图象上分析铁路病害发生特点(宝成线宝鸡略阳段地质病害分析)	铁道部第一勘测设计院科学技术研究所遥感组 (137)
20. 卫星与航空象片在多年冻土工程地质条件划分中的应用	卓宝熙 梅祥基 潘仲仁 (142)
21. 遥感地质综合分析确定浑河-辉发河断裂的右行平移	杨景元 王玉敏 (151)
22. 天津南部地区古河道遥感影象特征及其反映深度	高洪兴 (160)

23. 桂林岩溶地下水排泄的遥感试验研究	崔承禹 张学勤 薛鸿纪 (169)
24. 应用卫星象片分析计算长江入海水体表层悬浮泥沙的扩散	恽才兴 万嘉若 (175)
25. 利用陆地卫星影象分析黄河入海泥沙对小清河口的影响	江仲熙 王安龙 温令平 (183)
26. 珠江三角洲“基塘”地区鱼塘叶绿素, 水色和透明度的遥感	古秋森 王建之 (187)
27. 大连湾石油污染航空遥感监测的研究	蔡铭昆等 (194)
28. 利用诺阿卫星红外信息获取东海表面冬半年逐月 (10—3月) 温度场的研究	刘宝银 (199)
29. 水深遥感和我们的实践	许陈忠 乐华福 毛显谋 (211)
30. 卫星遥感影象在中国冰川积雪研究中的若干应用	曾群柱 米德生 张顺英 冯学智 (222)
31. 南水北调中线工程地质卫星影象解译	长江流域规划办公室勘测科研所 (230)
32. 中国科学院研制的几个计算机遥感图象处理系统	杨世仁 陈贻运 (237)
33. 小型数字图象处理系统	丁晓青 俞 昌 朱希夏 (245)
34. 几种光学信息处理方法在遥感技术中的应用	郭履容 陈祯培 朱自强 (252)
35. 黑白图象光学假彩色编码及其在遥感图象处理中的应用	仇维礼 戴建华 张洪钧 (259)
36. 图象处理系统中鼓式数字扫描设备	朱振平 (265)
37. 遥感图象相关掩模光学处理技术的试验研究	阎守邕 张圣凯 孙建国 (272)
38. 颜色光学在遥感技术中的若干应用	陈继述 石济元 (280)
39. 中国遥感摄影胶片 6875 和 HCJ-2	夔中羽 (288)
40. 遥感数据的星上预整编	鲍城志 余国瑶 (293)
41. 环境遥感中的大气效应	王庚辰 任丽新 (300)
42. 微波遥感大气及地物特性的研究	赵柏林 李慧心 赵文中 杜金林 (308)
43. 中国主要土壤光谱反射特性分类与数据处理的初步研究	戴昌达 (315)
44. 土壤湿度和海面油膜的无源微波遥感	滕叙究 肖金凯 孙元福 邹长兴 史长青 (324)
45. X波段机载合成孔径雷达系统及其飞行试验	陈宗鹭 张志诚 谢寿生 (330)
46. 机载扫描仪及其应用	薛永棋 顾勇华 叶人超 成坤林 仇德骏 (336)
47. 热红外遥感在地学方面的应用	濮静娟 刘 侠 赵华昌 蔡铭昆 (343)
48. JHY-2 机载红外扫描系统	朱之江 许以成 赵永昌 李金铭 (348)
后 记	陈述彭 (356)
图 版	

我国遥感的现况

陈 为 江

(国家科学技术委员会)

我国幅员辽阔、资源丰富,自然环境复杂,不少地区人烟稀少,交通困难。要勘察清楚我国的资源情况,仅用常规的方法进行地面调查,需要时间很长,化钱很多,劳动强度也很大;有些地方还难以到达,更无法掌握大范围内的动态变化。为加速摸清和管理自然资源与环境,我国政府的各个部门及有关省市均十分重视遥感技术的发展,相继投入了一定的人力与物力,组织了科研队伍,开展了广泛的研究工作。在遥感仪器的研制方面以及应用研究的方面,都取得了初步的成果。

—

近年来,我国遥感技术的发展主要反映在以下方面:

1. 遥感设备器材的研制

为开展航空遥感的试验与应用,并为研制星载传感器作准备,在前几年研制的机载多光谱照相机、多波段扫描仪、微波辐射计等传感器的基础上,当前重点研制的有十一波段的多光谱扫描仪,采用高性能探测器,以缩小体积,降低功耗,以及研制 CCD 机载扫描仪。为满足各应用部门的需要,研制了假彩色合成仪、密度分割仪等常规判读仪器及黑白红外胶片及彩红外反转片等常用感光器材。试制了不同类型的光谱辐射计,波长从 0.4 到 1.1 微米,有的已延伸到 2.5 微米,正在研制的有 8—14 微米的红外辐射计。

2. 计算机图象处理系统

为发展我国的计算机图象处理系统,我国的科研单位与高等院校利用现有计算机配制了我国自己研制的图象输出输入设备,组成图象处理系统,发展了系统与应用软件,开展了处理方法的研究,进行了人员的培训。当前,我国正在研制的有电视摄像、光机扫描式等的输入设备及移动窗显示、假彩色显示及光机扫描等输出设备,其中部分的输入输出设备已投入工业生产,以便发挥现有计算机的作用,为扩大遥感应用服务。为满足各有关部门的科研生产单位的需要,国家科学技术委员会组织了专门的研究单位和高等院校开始研制成套的计算机图象处理系统,选用性能较好的国产计算机及其外围设备,采用了各种形式的输出输入设备,准备编制比较完整的应用软件,以供各有关单位选用。

1110000

3. 遥感基础理论与应用方法的研究

近年来,各有关单位结合应用研究,对各种地质体、森林、水体、土壤等进行波谱特性的测试,根据波谱特性研究,用于土壤类型的划分与地质体的分类,水体悬浮泥沙含量、海水深度和农作物长势的探讨等方面均取得了一定的成效。

在应用方法研究方面,较为普遍地开展了遥感图象的光学合成和摄影化学处理,包括相关掩模处理、光学放大、分层曝光等方法实验。此外,还开展了光学图象处理的研究,提高了判读水平。

4. 遥感在国民经济中的应用

我国各有关部门利用卫片及航空遥感影象结合地面典型地区的调查,在地质、农业、气象、水利、环境监测等方面进行了试验,取得了一定的效果。

在区域地质研究方面,利用卫片编制了1/600万中国陆地线性构造略图及大部分省区1/100万—1/200万地质解译图,对地质构造研究和地层划分对比等提供了重要修正与补充。近年来编制出版的1/150万青藏高原地质图,由于利用卫片较快地填补了西藏西部的地质调查空白。目前比较普遍地应用卫片、航片进行1/20万区域地质调查,与常规方法相比,效率提高1—2倍,人员可减少10—20%,而投资费用可减少50%以上。

在水文工程地质调查方面,航空遥感资料对干旱、半干旱地区水文地质条件分析,平原地区古河道的圈定以及岩溶发育地区地下暗河排泄口的探测等方面已取得了初步成效。同时应用遥感资料进行了铁路选线、大型工程选址及地质隐患探测等研究工作。

在能源与矿产勘查工作中的应用也有可喜进展,如应用陆地卫星象片对我国一些含油盆地的石油地质构造提出了新的认识。

我国的农业遥感的主要研究课题是土地资源调查,其中较有代表性的是农业遥感试验。1980年,北京大学等八个高等院校和山西省联合进行了卫片目视解译的试验研究,选择以山西太原幅为试点,运用不同时期的陆地卫星MSS影象,利用各组合成方案合成的1:50万假彩色合成影象,在几个月的时间内比较系统地解译并编制了地质、水文、地貌、水系、农业等专业图件。对于卫片的解译,在影象处理技术上有独创之处。如对于植被的解译,在区分乔木、灌木、草类方面取得了较好的效果。

在气象学研究和天气预报方面,多年来我国利用自行研制的卫星云图接收设备,先后接收了美国的极轨气象卫星发播的APT气象云图,同时还接收了日本同步气象卫星播发的高、低分辨率气象云图。利用这些云图,及时地确定台风的位置、发展和移动途径,预测暴雨、大雪、融雪等情况取得了良好的应用效果。

在水利方面,也相继开展了有关方面的研究。如利用卫片编制黄河流域自然地理区划图,研究黄河河口三角洲面积的变化、泥沙分布规律及河道变迁,并对一些大型工程进行地质解译工作。

在环境监测方面,开展了利用彩色航空像片及红外扫描图象,对海面油污染半定量估算的研究。此外,还开展了监测工厂排污口、查明热污染等工作,为城市环境保护和治理提供基础数据。

简言之,目前遥感技术已广泛受到我国各有关部门的重视,应用的面是比较广泛的。但

总的来说,研究和应用还均属初步阶段,主要是静态分析,目视判读,要使遥感作为生产手段用于国民经济各个领域,尚需作出更大的努力。

二

我国遥感技术的发展,近期要抓紧陆地卫星地面接收站的建设,以便及时获得卫星遥感的数据;继续抓紧各种航空传感器的研制与定型,完成中型计算机图象处理系统研制,为遥感技术广泛应用创造条件,组织好遥感基础理论和应用方法的研究。在应用方面,完成全国土地资源面积的清查;开展卫星影象对森林分类及面积计算的研究,进行农作物长势的分析;进行水资源调查及流域规划,开展对洪水监测的研究。在区域地质方面,要扩大对边缘、高寒、干旱地区的应用,缩短调查时间,提高成图质量,降低生产费用。此外,在矿藏勘查、铁路选线、工程地质、海洋、环境监测、地理、测绘等方面,扩大应用范围。遥感应用逐步由静态分析、资源普查,向动态监测、资源管理方面过渡,为发展国民经济服务。

为促进我国遥感技术的发展,国家遥感中心技术培训部、发展研究部及资料服务部将在人员培训、发展研究及遥感资料供应等方面为全国提供条件。技术培训部将陆续举办短期遥感训练班,为计算机图象处理、遥感应用与地物波谱测试研究等方面,培训专业人员,培养研究生与进修生。发展研究部将在计算机图象处理、基础研究及遥感发展、研究、推广等方面为各部门和省市提供服务。资料部已开始为全国提供卫片复制、光学纠正、假彩色合成放大及卫星影象地图,并不断扩大供应品种,提高图件质量。

三

我国的遥感技术水平与国际上技术先进的国家相比,尚有较大差距。联合国的有关组织对我国农业、林业、地质遥感以及国家遥感中心项目等给以有效的资助,这对促进我国遥感技术的发展起了推动作用。

最近几年,我国的遥感科技工作者出国访问了欧美及亚太地区的有关国家,学习国外开展遥感工作方面的先进经验;我国也接待了不少外国科学家来华访问。通过互访和有益的会谈,增进了友谊,为开展遥感科技合作打下了良好的基础。

亚洲地区国家有着许多共同感兴趣的遥感研究课题,如喜马拉雅山区国际河流梯级开发、水稻生态环境与管理等,亚洲国家的国际合作前景是十分宽阔的。不久,第二届亚洲遥感会议将在北京举行,这对我国遥感科技工作者来讲是一次很好的学习机会。我们相信,通过亚洲遥感会议的召开,将有助于增进亚洲科学家之间的友谊与合作,促进亚洲遥感水平进一步的提高。值此,我们特选辑本文集迎接大会的召开!

腾冲区域环境与资源航空遥感 试验结果分析*

中国科学院腾冲遥感试验组

童庆禧 郑 威 葛碧如

(中国科学院遥感应用研究所) (中国科学院地球物理研究所)

范家瑞 张豪禧

(中国科学院云南植物研究所) (中国科学院地理研究所)

一、引 言

1978年12月至1979年2月,中国科学院与我国有关部门各学科的遥感科技人员协作,在我国云南腾冲地区开展了航空遥感的综合性试验研究。取得了从可见光到中红外各不同光谱区的多种遥感图象资料。在综合分析这些资料的基础上,各有关单位对地质、地理、森林、植被、土地资源、水文、地球物理、测绘制图等领域的应用进行了探索,取得了积极的成果。本文着重讨论和阐述在地球资源和环境的几个基本领域,即岩石圈、水圈、生物圈等方面应用航空遥感技术所取得的成果,特别是在加速环境与资源调查速度等方面所获得的新认识,以及遥感技术与传统的地学、生物学研究相比的优越性。

二、试验区概况与试验的基本设想

1. 试验区概况

试验区位于我国云南西部的腾冲地区(东经 $98^{\circ}00'$ ~ $99^{\circ}00'$,北纬 $24^{\circ}40'$ ~ $25^{\circ}20'$),面积为7,000多平方公里。本区受印度洋季风的影响,雨量充沛,属亚热带气候区。这里自然条件丰富多样,有高耸的高黎贡山和水量充足、河谷深切的怒江、龙川江以及大盈江等,区内最高峰达3587米。这里森林茂密,植被资源极其丰富,植物种类近1500种,具有明显的热带、亚热带和云南高原植被分布的特点。

腾冲地区处于印度洋板块与欧亚板块构造的结合带附近,地质构造复杂,各类岩浆岩、沉积岩、变质岩出露齐全。由于火山喷发和岩浆的频繁活动,促使某些有用矿藏在该地富集,为多种金属和非金属矿的远景区。因此,在该地区进行的航空遥感试验,就具有相当的综合性,并以多种资源调查和热带、亚热带生态环境为遥感的主要对象。

* 本文系在腾冲试验各有关研究课题全面总结的基础上,在陈述彭先生的热情指导下,由上述同志讨论执笔写成。

2. 试验项目、仪器及总体设计

在这次遥感试验中,主要使用了中国科学院近年来研制的从可见光到中红外光谱区的一系列遥感仪器。

腾冲地区温暖湿润和亚热带的生态环境,不仅是遥感直接探测的对象,而且也是揭示某些所谓“隐伏信息”的重要媒介。为利于对生态环境的遥感,在试验中我们采用了彩色红外摄影,以胶片和滤光片相组合的多带摄影和多光谱扫描技术。

彩色红外摄影采用了国内最新研制的180型多层乳剂假彩色胶片,用RC-10航空相机进行摄影。与普通彩色胶片不同,彩色红外胶片的光谱响应范围形成感绿、感红和感近红外三个敏感区,经摄影曝光和处理后可获得鲜艳的假彩色图象,十分有利于对植被、森林、农作物的判读。

多带摄影采用的是0.4~0.5, 0.5~0.6, 0.6~0.7, 0.7~1.0微米四个光谱带,使用中国科学院长春光学精密机械研究所研制的DGP-1型多带航空摄影机,获得的是黑白胶片,但经彩色合成处理后可以形成彩色和各种假彩色遥感图象。因此,在以色度为指标进行判读方面,具有较大的灵活性。

多光谱扫描用的是中国科学院上海技术物理研究所研制成功的我国第一台航空多光谱扫描仪。该仪器共有九个通道,即0.4~0.44, 0.44~0.49, 0.49~0.55, 0.55~0.64, 0.64~0.80, 0.80~1.1, 1.1~1.8, 3~5, 8~14微米。

红外扫描和多光谱扫描的中红外波段具有对地面辐射敏感的特性。各种物体发射的红外辐射与它们本身的温度,辐射本领以及热力学特性有关。如在相同的温度条件下,灰岩、大理岩的辐射本领最强,玄武岩其次,而石英岩则更低。因此,它们在红外扫描图象上就会显示出明显的差异。腾冲是一个地热十分发育的区域,这里星罗棋布的热泉就是地热活动的表现。某些高温热泉,如琉璃塘,黄瓜箐等,水温高达90℃以上,热泉的分布主要与构造带有关。因此,对热泉和热水带的遥感也是分析地质构造的重要标志,而红外技术是探测这种地热信息的一种有效手段(图版1-1)。此外红外扫描技术还有可能揭示某些金属矿床氧化时释放热量的过程,从而有利于通过遥感手段进行矿藏勘测。

此外,考虑到不同岩矿红外吸收峰的差异,我们还采用了中国科学院上海技术物理研究所研制的6通道红外扫描仪,其通道为8~8.9, 9.1~10.1, 10.3~11.4, 11.6~12.8, 13~14和2~14微米。该仪器除采用胶片记录单通道的图象而外,采用了国产JCM-101模拟磁带机对所有通道进行磁带记录。

腾冲地区复杂的地形和多样化的地物也为我们提供了进行某些基础研究的好场地。因此,除上述图象式仪器外,我们还进行了激光测高和航空光谱辐射的测量研究,前者主要是为了研究遥感图象的几何特性,而后者则是研究各种不同地物的光谱辐射特性。

腾冲地区航空遥感试验总体设计框图如图1。

三、区域环境分析与资源调查

(一) 岩石圈的遥感分析

岩石圈是整个地球环境最基底的部分,但地表完全裸露的岩石并不太多,特别在热带、

亚热带湿润区更是如此，它们往往被风化壳、土壤和植被所覆盖。因此，对岩石圈的遥感分析，无论对岩石或是构造，都在不同程度上要通过间接标志判读。

1. 岩石类型的判读分析

岩浆岩、沉积岩、变质岩类的各种岩石在腾冲地区均有分布。这些岩类多数均能通过对遥感图象的分析而得以识别。

利用遥感图象判读岩石类型，主要通过色调和形态结构两方面的标志。前者是不同岩类对太阳入射辐射的反射或本身辐射强弱的直接反映。如在可见光图象上白云岩、大理岩色调最为明亮，花岗岩、安山岩依次加深，而玄武岩最深。后者则通过地貌形态，水系特征以及岩石本身的结构来反映岩类。腾冲地区主要岩类的判读标志可见于表1。

通过对红外扫描图象的分析，利用2~14微米单波段磁带进行数字彩色增强后可以区别龙川江断陷盆地的大多数岩类，与不同波段的比值图象分析相结合，则区别岩类的效果更好。在小区域试验中，上述红外图象分析的结果与1:10,000地质图相比，各类岩石的界线基本相符。

2. 地质构造分析

遥感图象上的大量线性形迹或是反映断裂线，或是反映线性褶皱。对腾冲地区来说，各期火山活动和它的空间分布规律也是构造分析的一个重要对象。通过遥感图象的分析，可以明显地划分出南北走向的怒山复向斜褶皱断带，高黎贡山复背斜褶皱断带，腾冲花岗岩块断带，以及照壁山褶皱断带，它们以狭长断陷谷为界。同时，在上述构造带的南段也明显地划出了一条最新的清凉山纬向构造带，它是新生代形成的隆起带，重叠在南北走向构造带上，使后者弯转，因而形同弧形构造，在东西向与南北向隆起带重叠的范围内发生了一系列上叠陷落盆地。新生代断陷盆地有两类，褶皱带间的狭长断陷盆地走向南北，形成较早，上叠陷落盆地形成较晚。遥感图象表明，腾冲地区新生代断陷盆地延伸较短，遥感图象对研究和判断断裂的性质提供了很好的信息。构造断裂的遥感判读标志列表如表2。

除线性构造外，在遥感图象上还显示出一些环状构造，如南箐河、勐连街两个环状构造均在花岗岩与火山岩体内，它们与环状断裂及沿断裂的陷落有关。以腾冲为中心，直径约60公里，玄武岩和安山岩构成的环状构造在遥感图象上也有清晰的显示，这可能与火山和岩浆岩的活动有关。

3. 火山活动的判读

著名的腾冲火山群从上新世至全新世的七百多万年间，经历了两大岩浆的喷发旋回和四个主要喷发期。火山岩遍及全区，出露面积达668平方公里。火山活动的序次及各类火山岩的区域分布，在遥感图象上都有很好的反映，并通过地面调查所证实。

(二) 水圈的遥感分析

在地球环境中，除大气圈而外，动态性也较强，对水圈的研究构成遥感的一个重要内容。

1. 水资源的遥感评价

为进行水资源的综合评价,通过腾冲航空遥感图象分析与地面实况调查测定了流域面积,水系长度、流量,径流,以及水库、泉源、水体的光谱特性和辐射温度状况,实验室分析了水化学数据。在此基础上,结合降水的分布规律和岩石富水程度,可将腾冲地区划分为14个小区,以反映水资源的区域差异(见表3)。

腾冲地区丰富的地下水资源的分布与岩性、构造、地形、水系有密切的关系。由于水的热容量大,且腾冲地区多温泉,它们在红外图象上都有很好的反映,通过分析显示出1052处泉水露头。通过对彩色红外和热红外图象的分析,能区分出花岗岩裂隙含水区和玄武岩溶洞富水区。根据断裂展布的景象,可追踪地下水运移和富集的通道。以流量为 $3.9\text{米}^3/\text{秒}$ 的坝派巨泉为例,遥感图象显示了多溶洞的玄武岩为储水岩石,以及控制地下水运动的帚状旋扭构造,反映了泉水在应力集中部位出露的成因特征(图2)。

2. 水物理特性的遥感

通过对水体的光谱辐射测量,发现在 $460\sim 560$ 毫微米波长的蓝绿波段,水的衰减系数最小。因此,利用相应波段的多光谱摄影,通过对胶片光学密度分析和光学处理,彩色增强,能清晰地反映出水深3米以内的水底状况。

试验期间选择了六个不同泥沙浓度的水体进行遥感分析。结果表明,泥沙含量愈大,水体的反射率愈高,最大的波长也就愈向长波方向移动。经分析得出, $600\sim 800$ 毫微米波长的平均反射率,与表层水体悬浮泥沙浓度的对数呈线性正相关。因此认为,九通道航空多光谱扫描仪相应波段(第5通道)图象的光学密度,表达了反射率与泥沙浓度的密切关系。

对河水的反射率测量分析发现,河水的流速与 440 毫微米波长附近的反射率有一定的负相关。反射率随流速的增大而降低。

航空遥感图象可用来准确地量算各级河网的长度,水面面积等。利用这些基本数据以一次洪水过程为例,把地面流 4.6% ,壤中流 39.1% ,深层流 39.8% 从实测流量中扣出,改进了径流计算和预报方法。

3. 水利工程的遥感应用

试验中针对水利工程的需要,开展了河床演变与整治规划,山区小型水库工程的遥感应用分析。

在南底河水利工程区,彩色红外图象反映出河床宽浅,沙洲发育,串沟又流交织呈辫状,这是由于洪水急涨暴落,泥石流所搬运的卵石细砂沿程淤积所致。图象所显示的七条顺河堤只能阻砂挡水,不能排泻泥石流沉积。根据分析结果,提出了修建丁堤的建议,使支流以锐角注入干流,以控制水势流向,易于排除沉积。

在大河水库区,对遥感图象的判读显示了该地区主要由花岗岩、变质岩组成,缺乏土层,规划不能建土坝,经比较决定建心墙防渗风化料坝。

(三) 生物圈的遥感分析

生物圈是地球生命活动的领域,也是人类生产活动的领域。这里我们所指的生物圈,不仅包括森林、植被、农作物等生命体本身,而且也包括它们赖以生存、发展的有机环境,如农田、土壤等。

1. 植被类型的区域分布

鉴于腾冲地区复杂的自然条件,导致了水平地带性和垂直地带性的叠置,给植物提供了有利的生态环境,造成本区极为丰富的植物种类和茂盛的森林植物群落。植被的垂直分布差异,以高黎贡山南端为例,从山麓到山顶植物的分布,表现了明显的垂直地带特征。

不同植物的生物学形态-叶型、叶质、颜色的不同,使其反射光谱显示出明显的差异,构成了遥感图象分析植被的主要依据。以近红外波段的反射率为例,草质大叶型的芭蕉 (*Musa nana*) 可高达 60%,而小叶型的香果树 (*Lindera Communis*) 约为 40%,从植被类型来看,山顶灌丛、阔叶林、针阔叶混交林的近红外反射则分别约为 45%, 30% 和 20~25%。

植物的生理状况,特别遭受病虫害侵袭时近红外反射率大幅度下降(图版 1-2),致使它们在彩色红外和多光谱图象上失去植物所特有的红色色调。

根据植被类型的影象特征,利用黑白全色航空象片,能划分出常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林、灌丛、草地、沼泽、经济林、经济作物、水田作物和旱地作物等十种植被类型及其区域分布。主要植被的影象判读标志见表 4。

2. 森林、植被动态变化监测

为研究森林、植被的动态变化,利用了 1974 年以来的陆地卫星图象,根据抽样统计估算结果:有林地 1974 年约有 313 万亩,到 1980 年约为 300 万亩,平均每年减少 2.1 万亩,年递减率为 0.7%;森林蓄积量 1974 年约为 1719 万立方米,1980 年约为 1512 万立方米,平均每年减少 34.6 万立方米,年递减率平均为 2.15%。

3. 森林资源的定量估算

根据航空遥感图象估算了腾冲地区森林的现有面积。计算结果为:

用材林	2,953,695 亩	占全县总面积	34.6%
灌木林	964,562 亩	占全县总面积	11.3%
疏 林	854,958 亩	占全县总面积	10.0%
经济林	233,647 亩	占全县总面积	2.7%
无林地	1,597,005 亩	占全县总面积	18.7%

彩色红外图象很好地反映了森林的生长状况,在正常条件下,森林的长势,树冠覆盖度等与彩色红外图象上所反映的色种、饱和度,以及明亮度有密切的关系。根据对这种关系的统计研究,编制了腾冲地区森林蓄积量与影象彩色的关系表(表 5)。

4. 遥感资料的土地系列制图

土地资源调查是发展农业生产,制订农业规划的前提条件。在分析航空遥感资料,结合地面调查的基础上,先后完成了试验区1/10万土地资源图、土地类型图、土地利用图、土壤图,以及腾冲全县1/10万土地利用图、土壤类型分布图及1/5万农业土壤分区图等一系列土地分析图件。所有这些图件的编制,既充分利用了航空遥感有机环境的特征信息,也广泛参考了试验区的自然条件和耕作现状。在判读和制图过程中,分别分析了试验区的水、热条件与农林牧的利用状况,参考了地形、地貌、森林、植被等有关资料与图件。以土地利用图为例,将全县划分为林地、经济林地、疏林地、灌木林地、草地、荒山、旱地、水田……等11种土地利用类型,从而为腾冲县主要地类面积的量算打下了基础。至于土壤调查,试验结果表明其速度要比常规方法提高3—5倍,判读界限误差一般只为5—8%,最大不超过10%,而常规方法制图一般误差达30~40%。

5. 土地资源的连续清查

为分析农业用地的变化,我们利用了两期航空摄影象片(1958~1960年与1978年),按一定的采样和统计要求,计算了腾冲地区主要地类面积及其动态变化。清查结果表明,耕地与荒山荒地约增加37.6万亩,而林地、疏林地、灌木林地则减少37.3万亩。五十年代初期,腾冲森林面积约占土地总面积的50%,现已下降为34%,这一变化已构成生态环境的平衡问题,应引起足够的重视。

此外,为提高土地资源清查精度,消除航空象片判读水田面积的误差,在对航空象片的判读分析中,采用地面实测“田埂系数”与“非耕作面积系数”来修正水田的航片判读面积。分析结果表明,“田埂系数”与坡度呈直线相关,其相关系数为0.89。然后,再利用上报统计水田面积,与在全县范围内随机抽样用闭合导线测量方法求得的水田实测面积进行回归分析,回归拟合结果,相关系数达0.972(表7)。从表7可以看出,经修正后的水田判读面积与回归估计的水田面积相当接近,达到了一定的精度要求。

表1 腾冲地区主要岩类判读标志

岩	类	色	调	形	态	水	系
岩	玄武岩	色调最深, 受风化后色调渐浅。		时代最新的中心式火山喷发熔岩, 成不规则的圆形或椭圆形, 中心有火山锥, 锥顶为凹形火山口。熔岩裙内有波状、舌状、绳状流动构造及同心弧状微细流纹结构。时代较老的火山岩由于风化剥蚀在表面呈现不规则的凹坑, 有花生壳状斑纹, 熔岩形同垄丘或成盾形。古老海底喷发玄武岩成条带状, 带中有零星小圆疙瘩。		最新火山岩水系不发育, 成稀疏放射状。时代较老的火山岩水系成不规则树枝状、环状, 冲沟弯曲, 延伸不长, 切割不深。	
	安山岩	较玄武岩色调浅		成独立锥状或穹丘状圆形及椭圆形高大山体, 或成盾形熔岩台地。熔岩层层叠置, 似一系列叶片簇成花瓣状, 切割较深, 鱼背状岭脊延伸平直。		放射状水系, 主沟平直, 支沟发育成羽状。还有环状水系, 冲沟短而弯曲, 切割较浅, 支沟不发育。	
	花岗岩	明亮浅色调		成面状分布, 山体细碎深切, 山岭柔和, 山脊断续延伸构成环形, 网纹形及脑纹形图案。		呈密集树枝状、叶脉状、网状水系, 源头略成钳形。	
	花岗斑岩	浅色调		带状分布, 山脊浑圆, 山体高大, 表面有细碎坑丘之斑状花纹。		密集弯曲叶脉状水系。	
变	片麻岩、变粒岩、石英片岩	浅灰色调		带状分布, 山体高大宽厚, 山脊尖棱或成板状, 延伸长。切割深, “V”形峡谷发育。		平行水系成不规则网格状, 主干水系延伸长而平直。	
	微晶片岩、千枚岩、板岩	色调较深		成深浅色调相间的条带状分布, 山势较片麻岩低, 细碎平行沟纹较发育。		梳状或“非”字形水系。	
	白云岩、大理岩	反光的白色		山形高大, 山岭浑圆, 常孤峰突起于层层小峰环抱中, 表面有圆形溶洞影象。		水系稀疏, 成树枝状, 源头常成漏斗形。	
沉	现代冲积、洪积、坡积、残积砂砾岩及泥岩	色调浅而涩		分布在高山坡脚, 沿平坦低坝之河流两岸, 成不规则带状, 多数为农田及村庄所据。		平行网纹水系, 主河道宽坦, 支沟短浅。	
	第三纪砂砾岩与粘土岩	较花岗岩色调浅		成低山, 山形和缓, 切割浅, 山岭平而宽坦。		支沟较短的树枝状水系	
	古生代—中生代砂页岩	深浅相间		成中高山之带状分布, 层状结构于沟谷中有时能见到。		主干水系延伸长, 支沟成树枝或叶脉状。	
	碳酸盐岩	明亮浅色调		成浑圆的孤峰山, 表面具光滑细腻感, 有圆形溶洞。		水系不发育, 成稀疏向心状。	

表2 构造断裂判读标志

断 裂	形 态
第四纪正断层	第四纪火山岩形成延伸很长的直线形陡崖，如刀切一般平直，阴影明显，沿线有泉眼排布，地下水丰富，使异常茂密生长的植物也成直线状分布。
最新活动的地壳断裂	第四纪玄武岩穿透较早形成的花岗岩层在地表喷出。形成火山，火山口沿断裂线排布。
近代活动的地壳断裂	在不同岩类的分界上形成窄而深的线形谷地，谷地边界平直，形成陡崖，谷地内堆满新生代玄武岩及河湖相沉积。
多期活动的走向断裂	在不同岩类的分界处形成高大三角面陡崖，三角面沿直线整齐排布，延长数十公里，细看之又似波形曲线。在三角面下降一侧于一三角面与相邻三角面衔接处形成大型洪积扇，洪积扇裙边相连，形成与断层三角面平行分布的线状群体。沿此线断续分布大滑坡体。
较早形成的大断裂	沿断裂线有明显的沟谷及河道，偶尔还有与其平行的狭长沟系和山脉，断裂线两侧显示出岩性与结构的强烈差异。

表3 小区的水资源评价

(水资源分区表)

序号	地表径流带符号	地下水分区符号	分 布 地 区	水 资 源 状 况
1	I	1	龙川江-怒江分水岭，大盈江-槟榔江分水岭	水资源丰富，年径流深2000毫米
2	I	2	打鸢山及大六冲山区	地下水丰富，地表径流极少
3	II	1	怒江西岸，龙川江，大盈江两侧山区	水资源丰富，年径流深1500毫米
4	II	2	打鸢山周围地区	地下水丰富，地表径流少
5	II	3	侍郎坝、北海四周	灌溉发达，水资源已利用
6	II	4	腾冲坝东，北部山区	旱季缺水，年径流深1000毫米
7	II	5	龙川江东岸	旱季缺水，年径流深1000毫米
8	II	6	南青河上游	旱季无水，年径流深1000毫米
9	III	1	龙川江及大盈江两侧	水资源丰富，年径流深1000毫米
10	III	2	大盈江腾冲等坝子	农业灌溉发达，水资源多利用
11	III	3	大盈江大村坝子	农业灌溉发达，水资源多利用
12	III	4	零星分布大盈江龙川江河谷	旱季缺水，年径流深500毫米
13	III	5	龙川江南岸以下河谷，大盈江朗蒲寨以南	同 上
14	III	6	零星分布在龙川江、大盈江流域	同 上