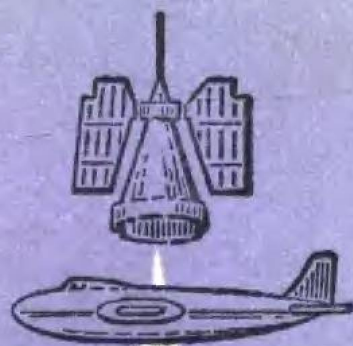
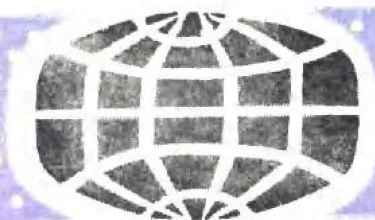




环境遥感与地理制图

中国科学院成都地理研究所



科学技术文献出版社重庆分社

环境遥感与地理制图

中国科学院成都地理研究所

科学技术文献出版社重庆分社

内 容 简 介

本文集是成都地理研究所近期在遥感应用和地理制图方面的阶段研究和技术实验的部分成果。文集中刊登论文和实验报告共 20 余篇,内容包括:(1) 遥感信息的获取及其光谱测试的研究;(2) 应用彩色红外与黑白图象进行遥感制图的试验;(3) 遥感图集的编制方法研究;(4) 结合本所方向进行的机助制图试验;(5) 为四川省设计和编制的几种专题地图和图集;(6) 技术系统的一些实验报告等。最后一部分是介绍国外遥感发展的动向和用系统工程原理探讨地图科学的管理。从这些选题结构来看,侧面上也反映了他们的部分研究方向。

本文集可供地学、测绘科学、农林水各部门、大专院校师生以及从事遥感与制图工作的科技人员和研究生参考。

前 言

环境遥感与自动制图,是六十年代发展起来的一个新方向。它的兴起,对古老的测量学与地图学都是一个很大的推动,无论从学科原理以及技术方法上都带来不少新鲜内容,为地球科学的探索和深入研究,提供了过去常规方法难以达到的一种新的手段。

现代科学发展的特点是各门学科相互渗透,向宏观和微观两极发展,同时社会化程度日益提高,这些特点都为遥感科学提供了良好的发展条件。而遥感科学体系的建立,又要仰赖于测量与地图学一些传统的理论与技术,特别是只有把遥感信息分析到的结果,与自动制图、环境数据库三者相互联接,方能有效地发挥它的定性、定量、快速准确的综合功能。因此,遥感应用与自动制图、常规制图是一个不可分割的学科体系,是把内容丰富的遥感信息转化为可以直接应用的过程。

这本文集是我所遥感与地图研究室近期在遥感应用与地理制图学科方面的阶段研究和技术实验的部分成果,是在现代科学日益发展的推动下,在理论结合实践的过程中,结合课题研究所作的初步尝试。内容包括以下几个方面:(1)遥感信息的获取及其测试手段的研究,论证提取指标与光谱分异的规律;(2)应用遥感信息进行遥感制图的试验,并探讨彩色红外与黑白图象的判读效果;(3)遥感图集的编制方法研究,总结《腾冲遥感图集》的编制特点和方法;(4)结合本所方向进行的机助制图试验,用数字地形模型分析地学分布规律;(5)为四川省设计和编制的几种专题地图和图集;(6)技术系统的一些实验报告等。最后一部分是介绍国外遥感发展的动向和用系统工程原理探讨地图科学的管理。从这些选题结构来看,侧面上也反映我们的部分研究方向。

本文集在编辑过程中,陈昱、范明华、施曼丽、张在琪、朱汉益、刘琮招负责审稿;施曼丽承担学科编辑;胡士权、邱洁华、兰肇声、姚德基承担技术编辑;曹光尧翻译英文前言和目录,周万村译校;阎金秀、温定江进行插图的清绘与植字;赵映冈进行封面设计。并蒙科学技术文献出版社重庆分社和重庆印制第一厂等许多同志为本文集付出了辛勤的耕耘,在此一并表示感谢。恳请读者对本文集提出宝贵的意见。

中国科学院成都地理研究所

环境遥感与地理制图

目 录

用遥感信息提取地表覆盖实况的几种方法研究·····	陈 昱(1)
渡口—西昌地表覆盖物反射光谱特征及其分类应用的探讨·····	刘琼招(13)
地物光谱反射率相对测量精确度的探讨·····	李荣华(22)
航空象片光学立体模型变态及其对遥感制图的影响·····	陈民沛(30)
利用彩色红外遥感图象编制二滩—米易地区土地覆盖图的试探	
·····	陈 昱 高世忠 陈民沛 宋玉康 张在琪 曾永忠(37)
利用卫星图象编制川西 1:50 万土地利用图的研究·····	沈镇兴(51)
山地中小比例尺土地利用图的编制方法刍议	
——以编制四川盆地土地利用图为例·····	朱汉益(59)
航空遥感红外彩色片的特性及其在土地覆盖图编制中的应用	
·····	高世忠 陈民沛(68)
⑦ 对航空象片土地利用判读的一点认识·····	沈镇兴(75)
《腾冲遥感图集》编制方法研究·····	施曼丽(82)
试论遥感系列制图的若干特点	
——以编制《腾冲遥感图集》实践为例·····	陈 昱(91)
《腾冲遥感图集》中地势图的编制方法及其意义·····	邹仁元(96)
《腾冲遥感图集》中系列地图的整饰·····	赵映冈(100)
数字地形分析系统(DTAS)及其应用·····	张在琪 陶和平(108)
四川省农业统计图的机助制图·····	宋玉康(122)
《四川省地图集》总图的设计与编制·····	范明华 沈镇兴 秦保方(126)

四川省土地利用分类系统初探.....朱汉益(136)

1:150万《中国全图》南方岩溶地区岩溶地貌的表示

——借助遥感信息编制小比例尺地图的尝试.....张在琪 姚德基(143)

利用地形图编制小比例尺人口分布图的方法

——以1:300万四川省人口分布图为例.....孙育秋(149)

四川盆地水田图的编制及其在农田建设中的应用效益

.....陈 昱 施曼丽(155)

四川旅游交通图的编制.....赵映冈 范明华(160)

地貌彩色晕渲方法.....赵映冈(164)

聚酯薄膜在地图制印中的应用.....秦保方(171)

JY-彩色合象仪的设计.....程地玖 季美菊 于健民(176)

JHT-129数控绘图仪的故障分析.....于健民(182)

遥感图象信息处理方法比较.....季美菊(191)

联邦德国遥感及其在地学中的应用概况.....周万村(199)

制图生产与系统工程

——对加强科学管理的一些设想.....范明华(204)

用遥感信息提取地表覆盖实况 的几种方法研究^{*}

陈 昱

地球资源的勘察,在本世纪以前几乎都是在地面上观测的,因而其视野的广度和深度均受到较大的限制。自从空中气球和飞机摄影的出现,把人类第一次带到地球以外观察地球,尝试到“登泰山而小天下”的视觉原理。现在采用遥感新技术,又把人们的视野扩大到可见光以外的广阔领域,从而获得更为丰富多采的地球资源面貌。使过去多年来难以论证的学说和学术观点,如大陆板块、大地构造、地带学说、生态平衡以及多普勒定位等,都在今天从遥感信息中得到证实,因而有可能用这种遥感的微观信息分析宏观现象,使我们对所处的地球进入一个新的认识阶段。

无论是卫星遥感或是航空遥感,是扫描记录或是摄影成象,所获得的遥感图象都可以看作是无数象元点的排列和组合,每个点的等级实际上就是地面对应地物电磁波能量的大小,它也是一定面积内地物光谱的综合效应,因而它不仅具备形态意义,而更具备本质特征。所以利用遥感这种本质再现的信息,来研究地球表面本底实况就有了可靠的依据。本文就是探讨利用这种遥感信息提取的程度和方法,以近年来我们进行的几种遥感图象分析为例,论证遥感成象机制与分类原则的关系,信息提取方式和工作程序,然后从经济效益角度,衡量这些方法的精度、速度,列出各种试验数据,评价上述方法的效果和适用范围,作为其他资源遥感更有效地提取这种信息的参考。

一、地表覆盖分类的原则与成象机制的关系

地表覆盖(Land Cover)的研究,一方面是随着人们对自然资源的不断需求,迫切需要了解环境背景以及地表本底的真实状况,探索自然演变的规律,以便利用、保护和更新环境;另一方面也是由于现代遥感技术的发展,有可能在一个地区、一个国家乃至全球范围内详细调查地球表面覆盖的面貌,因而引起许多国家广泛的兴趣。从分类系统来看,它与土地利用(Land Use)的类型是有许多近似之处,只是研究角度不同,前者侧重地表的自然属性,不加入人为的学派观点和评价、规划,着重反映地表本底和分布规律,要求真实而客观地表示地表实况;而土地利用则着重从人类改造和利用角度,它包含着社会属性,例如对林地的分类,从利用角度要求划分用材林、经济林、薪炭林、防护林等,而从地表覆盖分类上,只要求从生态环境上区分针叶林、阔叶林,就可以了解它所处的生境及其地带规律。因而两

^{*} 本文曾于1982年在南京召开的《全国资源遥感学术会》上宣读,后吸收了许多有益意见,并进行了修改,在此一并致谢。

者许多类型是一致的, 有些是相互联系和交错的, 特别是农、林、牧地以外的尚未开垦之地, 两者的分类观点和分类系统几乎都是一致的。国外有些干脆合并进行分类, 如美国公布的全国标准的土地利用/地表覆盖分类系统^[1,4]。

现在问题在于如何从遥感成象机制的特点来设计这种分类系统, 避免分类的地物难以从遥感资料中获得, 而更重要的是如何发掘遥感中的“潜在”信息加以充分利用^[2]。

遥感信息所获得的资料, 它区别于常规调查所得资料的特点, 是它不能直接记录活动的过

表 1 地区差异的分类指标

分 类 指 标		工业化与集约 农业地区	都市化与工业 化地区	干热河谷 农业地区
		美 国 地表覆盖分类	日 本 地表覆盖分类	中 国 二滩遥感试验区
共 同 性 的	林地 (针叶、阔叶)	相 同	相 同	相 同
	牧地 (草本、灌丛)			
	荒地 (可垦、开垦)			
	水利 (河、湖、水库)			
	交通 (铁路、公路)			
地 区 差 异 性 的	城市工业及建筑物 密集区	住宅区 商业区和服务行业 工业区 工商综合企业 混合城市 其他城市与建筑用 地	高度密集城市 低密度的集镇 大型集镇 乡村 其他住宅 工业区 娱乐设备	城镇 农村居民地 工矿用地 工厂用地 采矿场
	农业用地	作物地和牧场 果园、树丛、 葡萄园、苗圃、 观赏园艺用地、 小型牧场	水稻田 作物蔬菜 其他用地	水旱田 冬水田 冬炕田 甘蔗地 平坝旱地 缓坡地 陡坡地 梯田 轮歇地 菜地 果园 茶园 紫胶园
	难利用地	干燥盐地 海 (湖) 滩 砂质地 裸露岩石	岩 熔 采石场 火 山 海 (湖) 滩	裸土、裸沙、裸岩、 石砾地、河滩地

程,而是摄取一瞬间地物的形状、结构、色调和相关位置,因此它具有“影象”和“瞬间”的特点。例如从影象判读指标区分,由于树冠的郁闭度和垂直视线的影响,划分树种就有困难,而依据影象光谱值和灰度区分林地的疏密度就有可能,再利用影象所具有的阴影特点,区分森林的阴阳坡差异,这是常规调查很难办到的,但对林相中的树高和树径却无能为力。另外,对有些人类活动形式也很难用遥感反映出来,如自然保护区是地表覆盖调查很重要的内容,而从影象上只能判读出林地、草地一些类型,如二滩遥感试验区中有一种苏铁,被植物界称为活化石(第三纪),现已划为国家自然保护区,而从影象上则很难判读它的范围。对耕作制度和季节变化,仅从一个时期的影象也是难以辨别的。

因此在设计地物分类系统时,应考虑以下几项指标:

1. 分类系统应以影象为依据,从影象上可获得80%以上的直接指标^[8],并能达到不同判读者识别类型的共同性;
2. 分类指标应适合于季节的变异和地区的特点;
3. 分类等级应考虑与遥感平台和解象力之间的对应关系。

以二滩-米易地地表覆盖分类系统为例,首先采取多级制,使第一级大类与全国分类一致,第二级与省一级相联系,第三级亚类就充分照顾因地制宜。如耕地中除水田、旱地外,划分出冬水田、冬炕田、甘蔗地与轮歇地,体现当地干热河谷特点。在坡地中划分缓坡($>25^\circ$)和陡坡地,以表示它所处的垂直地带(表1)。

二、几种遥感信息提取方法

遥感技术发展的目的在于应用,采取不同的应用方法其效果是不同的,因此探索各种应用方法是发展遥感科学的重要途径。下面就我们实践的几种方法,加以论证。

1. 彩色红外遥感图象的应用

根据二滩航空遥感试验,在提取地物时可以获得以下效果:

(a) 彩色红外片因其波长具有地物与背景较大的差异,这不仅提供了区分地物的有利条件,便于判定地物的性质,而且还可以获得很有价值的附加信息,对分析有机界的森林、植被和农作物更有独到之处。据二滩试验区实测的光谱^[1]分析(图1),约在550—750 $m\mu$ 之间有两个较大的反射率峰值,证明绿色植物反射绿光和红外光较强,与其他背景地物的光谱差距明显,这就有利于各种类型的划分与识别。

另外,红外片对物体定量和鉴别物体异常现象也具有良好效果。据在小麦地的光谱测试(图2),不同疏密度的反射率是有明显差异的,当在可见光范围内(390—770 $m\mu$)很难分解,而进入红外区其绿色植物感受红外光比绿光大3—5倍,故光谱就有10%以上的差异。随着小麦生长期和生长状况,反射红外光与绿光的比例有了变异而产生光谱差距,对物体的数量就有了测试依据。相同原理来测试植物的病虫害,可以得到同样的结果(图3),这是由于树木中叶绿素遭到破坏,反射红外光就减弱之故。

(b) 加大影象色调反差,使层次丰富清晰易辨。彩色红外片的色调为假彩色,它使用了红、绿、兰及其迭加生成的一系列间色和复色,并衬托了黑、灰、白等消色组成,尽管其色彩与天然色调不同,却增大了影象的色调反差,使物体对比明显,微弱变化可分。从米易

1) 二滩航空遥感试验区《野外地物反射曲线选编》,成都地理所、兰州冰川所、成都生物所编。

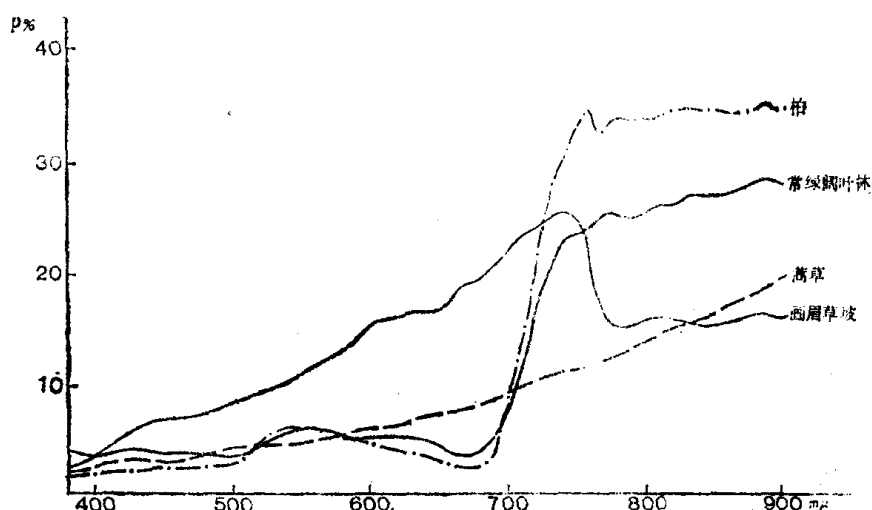


图1 二滩地区阔叶、针叶、草本植物反射率对比 据：刘琼招等测试

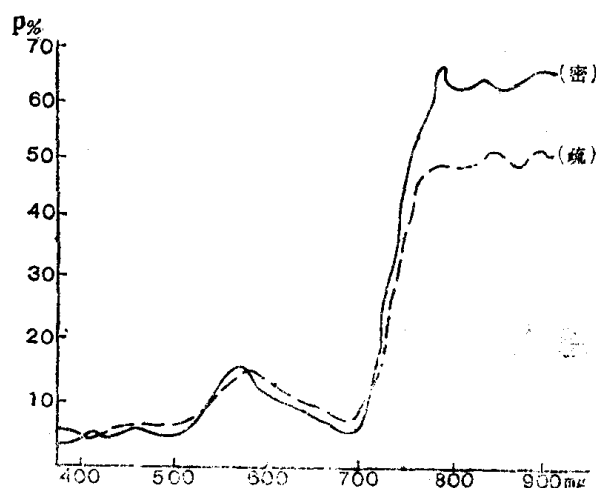


图2 二滩地区麦地疏密度反射率对比 据：刘琼招等测试

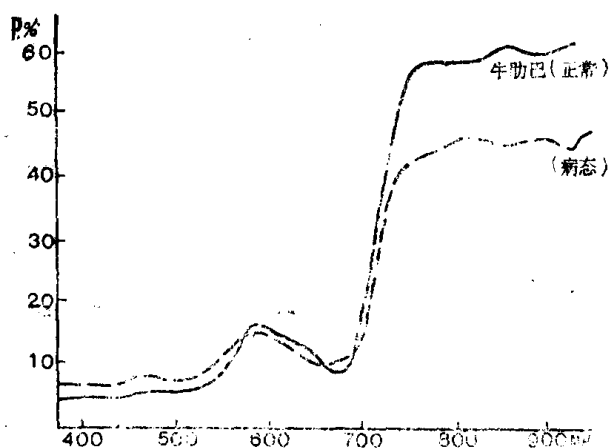


图3 二滩地区植物病态与非病态反射率对比 据：刘琼招等测试

试验区用相同型号红外片(国产180型)的地面摄影与空中摄影对比,得出相一致的色调效果,如阔叶林色调偏红,针叶林色调偏紫,枯草呈黄色,冬炕田因土壤中含水分较多,故呈现蓝青色,甘蔗在即将收割季节,由于表皮发黄叶绿素减少,故出现粉红色调,这些微小的差异对区分地面覆盖物的类型是很有价值的。

(c) 兼顾了黑白片与天然彩色片两种功能,加大了信息量。由于黑白片反映的仅是灰度等级的差异,往往相同等级的灰阶包含有不同物质的组成,许多近似地物在黑白片上就很难加以区分。而天然彩色片虽然色彩丰富,但遇到自然物体本身色彩差异极小时就难以分辨。彩色红外片可以克服这些不足而兼顾两者的优点。从判读效果可得:阔叶林影象比针叶林红,幼林比成林红,林相密度大的愈红;加上阴影灰度,这样就加强了森林阴阳坡的立体影象效果。

根据以上特点,在二滩地区从红外图象中即可判读出地表覆盖类型10大类和35种亚类,编制成的1:5万图,经当地部门验证,其界线、位置、面积都是常规方法难以达到的^[7]。

2. 全色航空遥感图象的应用

我国为进行国家地形图而摄制的黑白(全色片)航空象片,累计达数十万张,已基本覆盖了全国的领土,近年来为了农业的需要,还在平坦地区开始摄制1:1万象片,这些丰富的遥感图象是普及我国遥感应用的雄厚基础,也是发挥一次遥感多方受益的良好办法。为此,我们在夹江地区进行了一次利用黑白航空象片调查土地利用与制图的试验。主要方法如下:

(a) 建立判读标志 深入分析地物成因特性, 联系判读因子与成象机制的内在联系, 找出地物的区域标志与模式, 以便正确判断不同的地物。据夹江试验区, 黑白图象判读因子主要有: ①形态: 象片上的物体是垂直视觉, 与常见的侧视斜视形象不同, 要形成视差角变换的习惯。由象片倾斜产生的几何畸变, 也是影响真实形状的因素, 以坡度夸张为例, 当实际坡度 45° 时其夸张约1.6倍。②大小: 地物的构象大小不仅受摄影高度的影响, 还受到光谱反射强度的影响, 某些地物反差特别大, 就增加了边沿扩散的面积, 如河滩沙地、晒场等, 往往扩大了面积。③色调: 是指相对黑白度, 它是地物反射的数量。它受许多因素的影响, 太阳角度和反射的光谱, 会使水体由黑变白, 光滑的黑色沥青路面, 会使图象上的色调变浅, 雨季的路面则又显示深色。所以地物的颜色、光照条件、反射能力、摄影季节等都会影响图象的色调。④阴影: 它对判读微域地貌和细部差别都很重要。影响阴影的因素主要是摄影时的太阳高度, 太阳愈高其受光面与背光面的亮度差别越小, 若地物的高度愈高, 阴影的差别就越大。当物体很小或与周围环境没有色调反差时, 这种阴影对识别地物特别有用。

(b) 地面验证 首先要在遥感区建立宏观概念, 然后验证判读标志, 提高判读准确率。选择不同类型的样方区, 应用地学分析, 重点解决图象与实地相互之间的机理关系。它不象航摄调绘那样铺面, 也不象常规填图那样每处必到, 而着重判读标志的验证。

(c) 几何纠正与转绘 受摄影承影面不垂直于水平面以及地表起伏等影响, 造成航片上象元点位移, 影响因素有: (象元点位移用 Δ 表示)

大气折光 $\Delta a \leq 0.03\text{mm}$; 地球曲率 $\Delta b \leq 0.03\text{mm}$; 象轴倾斜 $\Delta \alpha \leq 5\text{mm}$; 地表起伏 $\Delta h = 10\text{mm}$ (当比高为500 m); 象片与成图比例尺 $\Delta m \leq 6\text{mm}$ (距象主点70mm)。

按1:5万成图精度要求允许误差在 ± 0.1 , 因此我们只考虑象片倾斜、地面起伏、比例尺的影响。

内容转绘是影响成图精度和量测面积的重要因素, 采取因地制宜, 平坦地区采用纠正仪、丘陵地区用辐射格网、山区用地形格网等不同方法^[6]。

3. 从航摄图中进行专题提取

这是从遥感的广义信息获取资料的一种有效方法。在现有大比例尺航摄图中, 按正式规范和图式规定, 就有较多的反映地表覆盖要素: 1:5万计有49种, 1:10万计有58种, 1:1万则有60种。充分利用这些信息, 对资源清查是有现实意义的。

从航摄成图中提取普通地物要素如河流、高程、居民点、交通线等, 是多数已经采用的方法, 并作为平面控制的基础, 但从中提取专题要素, 进行的还不多。我们在四川盆地水田要素专题提取中曾作过这种尝试:

(a) 掌握特点摸清规律 四川盆地的水田, 形成它的分布集中、类型复杂、散布冬水田的独特风格。它占全省耕地一半, 而90%的水田又集中在盆地。再从环境背景分析, 750米为盆地与周围山地交接线, 内部平均为500米, 最低河谷为200米, 这就是水田分布的基本范围。因此分析水田分布的地质基础、地貌格局、水系结构、气候特征一系列相关因素, 以宏观控制微观, 以微观充实宏观界线, 是提取专题要素的有力依据。

(b) 旁证博引相互参照 从四川盆地的形成和方山丘陵的侵蚀模型, 得出丘间地面积与水田分布成正比的系数。由于盆地构造近似水平, 白垩纪红砂岩与页岩交互, 受河流的深切割, 形成阶梯状方山, 再受侵蚀程度的不同而形成高、中、低丘差别, 高中丘深切故而谷窄, 低丘谷宽而谷间地宽阔, 这与水田分布的模式完全吻合。再者由于盆地水系都是向心状结构, 切割破碎, 形成树枝状和羽毛状, 而水田也是分布在这些河流的沟和冲中, 也相应

地形成与沟冲一致的平面布局。解译这些机制因素,不仅是进行专题提取所必要的,而且这些机理用到生产规划中也是非常重要的。

(c) 与其他要素相匹配以影象为基础的水田界线,实际上可以反映出自然边界的不少“痕迹”,为研究地学、生物学以及农业等学科提供直接和间接的界线,如水稻土壤、人工植被、平原边界、亚热带气候等界线,还可以作为环境背景的基础图件,与相应的水文地质、地下水埋藏深度等图件相匹配,就可以进一步研究本地区农业的利用和改造途径。

4. 卫星多波段图象在成都地区的应用

LANDSAT MSS 图象是作为各波段单个信号或单个读数记录下来的,它是瞬息间由扫描仪狭缝探测地面直径为79米的近似圆形的象元组成。这种由无数象元排列和组合而成的地物,在空间状态下对地面目标识别已受到较大的限制,它缺乏清晰的地物细节,往往使相近地物混为一体,大为影响信息判读效果,这是目前技术条件下应用卫星遥感的一种局限性。当随着卫星遥感分辨率的提高和向多波段发展,将逐步恢复它对地物识别的能力,因为任何地物都有自己的反射光谱,这种波谱特性较之形态特征更具有本质的显示。

以下是根据这种波谱特性进行的几种试验:

(a) 频道传感特性最佳显示分析

多波段卫星图象最基本的信息就是灰阶,它是地物反射光谱数量的产物,利用这种光谱段的选择性就能分选地物的差异。据成都幅卫片4种波段分析:MSS7对地表水、土层含水状况均为敏感,河流和人工渠道以及小型水库均有清晰的反映,对地下水埋藏深度在5米以内的土层,都有色调上的区别,而埋藏在1米以内的潜水溢出带就更为明显,从而可以判读出古河道痕迹以及下湿漕田和烂泥田的分布范围,对谷底中的水田和冬水田,都能显现出结构特征。由于第7波段处于近红外区,对热量的反映也很明显,成都城区的扩展和附近县城都隐约可见。MSS6的色调能反映地表物质的对比,而使微域地貌边界清楚,如山前丘陵、牧马山以及粘土堆积台地,均可勾出明显的边界,此处多为旱地,其色调灰浅而明亮,与土层含水量有关^[8]。龙泉山以东的红砂岩丘陵,易于风化而成为紫色土,土多田少故其色调为最浅区。MSS5对植被和森林有较好的对比度,可以看出龙门山一带森林覆盖率达到30%以上,与该区降水丰富(年雨量可达1300毫米)相对湿度大的立地条件一致。对MSS4影象上的分析,可获得良好的地质大轮廓的总体概念,它几乎是把小的细部加以压缩,突出主题骨架,使成都平原与其周围的龙门山、总岗山、牧马山、龙泉山和威远穹窿低山历历在目,从而分析出本区构造与断裂的交错关系(表2)。

(b) 地表覆盖类型反射密度测定¹⁾

以ERTS-3成都幅MSS7负片(1:100万)试验,使用英国SCANID显微密度仪操作。

从分析结果可以看出,选择密度值等级是至关重要的,拉大某种密度基数和压缩某种等级所得增益效果是不同的,因此抽取的密度值要与地物的光谱值十分吻合,把需要提取的要素增益使其界线清晰醒目,不需要的界线减弱或消除。所以必须对试验区的密度值作相关系数的统计分析,然后确定分级方案^[9],才能获得理想的增益效果(表3)。

(c) 成都平原卫星图象光栅信息增强²⁾

这种光学信息处理方法具有容量大、二维平行处理能力,对地物形迹和边缘增强都能取

1) 试验工作是刘琼招、陈民沛等在中国科学院光电研究所的大力协作下进行的。

2) 这是在四川大学物理系合作下进行的。

LANDSAT 的 频 道 传 感 特 性
(成都平原的应用实验)

表 2

频道	频谱范围 (波长)	感光范围 (颜色)	最佳显示	地面覆盖物的判读标志 (举 例)
4	0.5—0.6 ($m\mu$)	绿 色	地 质 轮 廓 地 貌 单 元	根据大地构造、山体走向、山脊、山岭显示出成都平原总体轮廓和周围衔制结构。龙门山、龙泉山和总岗山历历在目。 根据岩层走向、山脊线、沟谷线各种纹形可以区分地貌单元。 第四波段有明显的山体轮廓
5	0.6—0.7 ($m\mu$)	红 色 (光谱低区)	植被森林覆盖 隐伏断层	根据地势高度和相对高度、坡向和色调对比，并参照雨量、相对湿度、森林立地条件，可以分析植被分布范围与森林覆盖率。 根据第四纪覆盖层呈条带状显示和植被森林的直角明显界线，以及水系有明显的偏移和衰夺线性形迹可以判别断层和隐伏断层
6	0.7—0.8 ($m\mu$)	红 色 (光谱高区至 低红外区)	第四纪覆盖层 微域地貌	根据色调对比差异和地域部位，河流分布和冲积扇发展趋势及其动力建造，可以分析第四纪不同类型的覆盖层。 根据色调变化、纹形特征、细部起伏、水系结构等，可以分析微域地貌
7	0.8—1.1 ($m\mu$)	近红外区	水体及地表、 潜水、土层含 水。农耕地中 水田、冬水田， 城市及人口密 集区	根据地下水水位接近地表或潜水溢出带可以鉴别古河道遗迹，从而确定下湿田、漕田、烂泥田的分布范围（其色调最深），根据水田与旱地中含水量，可以区别耕地类型，冬水田的水面反射率与水体相似，从而确定分布范围（并参考季节日期）

表 3

成都幅卫片影像增益测定

抽 取 密 度 值	影 象 增 益 效 果
30—44	相当紫色土，旱地多，水田少
45—58	泥田粘土丘陵
59—72	砂土田，地下水埋深 5 米以上
73—81	二漕田，地下水埋深 1—5 米
82—94	漕田，地下水埋深 0—1 米
95—255	地表水，较大居民地
17—34—43—51—64—73	①成都平原地下水埋藏浅和溢出地带增强
—81—94—106—115—123	②较清楚地显示了平原部分古河道
—131—140—149—212	③岷江、青衣江河谷水稻田影像增强
17—43 44—64 65—81 82—106	①红岩丘陵与荣成穹窿低山界线明显
107—123 124—140 141—212	②金堂峡附近山麓粘土丘陵特别是旱地影像增强
	③岷江、沱江在平原上的分水岭高地影像增强

据：刘琼招、陈民沛测定。

得一定的实效^[5]。从图4信息处理的结果,不难看出对单项地物的区别能力加强,如水田的分布结构,坡地面积的对比,红色砂岩的岗丘以及水体均有相邻界线的辨别能力。再从图5中可以明显地看出青衣江河谷平坝的农田,轮廓界线十分明显,大的地貌单元一目了然,并可以根据色彩变化的异常现象,发现和推断隐伏构造、地下水埋藏深度等一般合成片不易显示的内容。但此种专题内容提取方法,必需严格测定所要判读地物的光谱级差,采取单一要素的抽取,避免相近光谱的混淆,造成异物同值的错判。

(d) 单项要素专题提取试验¹⁾

遥感图象是一种光谱合成的信息,而各种地物都存在自身的光谱差异,因而就有可能把合成的图象按要素分割开来,以满足各门学科分类研究的需要。

采取与多光谱彩色合成相反的分选程序,利用某种光谱对一些地物特有的鉴别能力,按照光谱密度组合的系数,通过不同正、负模片然后进行叠加掩模,即可获得单项要素的提取。图6—7是在成都幅多光谱卫星象片(1978.8.21)上进行试验:

提取水体——

正 MSS5·负 MSS7(红) \ (蓝)
正 MSS5·负 MSS6(黄) /

提取森林——

负 MSS5·正 MSS7(黄) \ (绿)
负 MSS4(品) /

从成都平原水体的显示,明显看出以都江堰为顶点以岷江为干流的十条主要大河,大约每两公里就有一条天然河道,形成放射性水网结构。图面上出现的连续不断的水体,明显的反映出古河



图4 (原图彩色)

采用光栅信息处理,使岷江两岸广大平原与丘陵地区的耕地有明显的反映,从图象上可以看出水田与水系相吻合,坡地与方山相对应。



图5 (原图彩色)

经光栅信息处理后,青衣江河谷平坝的农田轮廓突出,由第四纪冲积层所形成的河漫滩,色调有明显的差异,雅安砾石层覆盖的平顶丘陵,影象呈光亮的米黄色,由于广植马尾松,故反映的色调与影象密度有关。

1) 试验工作由秦保方同志进行。

道的遗迹，从而提示温江、郫县、双流一线漕田与下湿田的分布规律。

由于第7波段属于近红外光谱，故对城市的热辐射感应强烈，故成都市区的散射状与周

水体要素提取

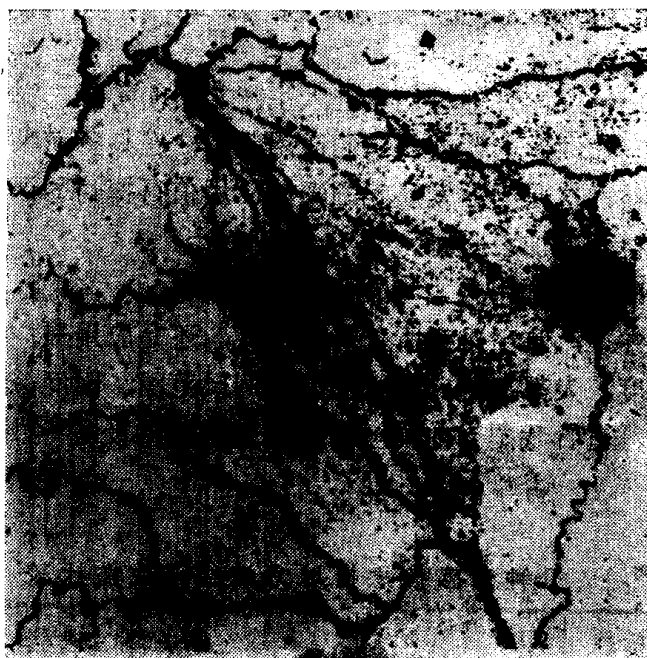


图6 (原图彩色)

这是以灌县都江堰为首所形成的成都平原放射状水系，河道散射，渠网密布。从影像色调上可以看出由连续不断的阴影所组成的古河道遗迹，一些下湿田和槽田等低产田就分布在这里

森林要素提取

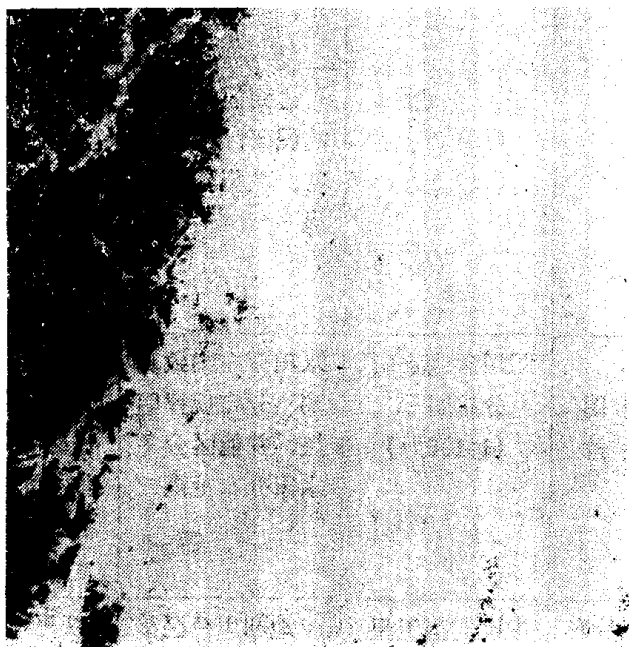


图7 (原图彩色)

这是成都平原以西龙门山一带森林分布的范围，根据当地地势高度和相对高差，以及坡向和色调对比，可计算出这里森林覆盖率达30%以上，与本地年降雨量(1300毫米)、相对湿度的立地条件相一致

围县城都历历在目。因此如何区分不同地物而同居一个光谱区的混同现象，是要深入研究的课题。

三、遥感信息提取方法的效益比较

当前遥感技术的应用，国内外都将逐步进入生产实用的阶段，对它的实用价值已是无可非议的了。但对其解决实际问题的程度，它的适用范围，在具备何种信息来源、设备和技术条件下，如何发挥其效益，这是当前发展我国遥感应用值得探讨的课题。下面根据我们实践的几种方法，从经济效益角度加以对比。

1. 航空遥感信息的不同利用方式与效益比较

在我国当前技术条件下，航空遥感所获得的信息，还是应用最广，效果比较明显的一种遥感方法。按其航高限度，大都在1:1万—1:5万比例尺范围，因而分辨率较高，有现成的平面控制与几何纠正规范，适合我国当前光学信息提取的技术设备条件。据实验的效果如下（表4）：

表4

几种遥感信息提取方法经济效益比较

试验方法		遥感信息种类	成果应用	精度评价	速度与质量 (与常规调查比较)	适用范围
航空 图 象	遥感 红外摄影	航空彩色红外片、地面彩色红外片	二滩一米易地 面覆盖图 (1:5万)	利用红外片彩色差别，结合地面光谱测试和红外片对比摄影，判读界线准确	速度可提高1—2倍，质量可达到详查精度，可进行面积量测	1. 可作为遥感试验或区域典型调查； 2. 组织飞行费用较大，对于大面积进行
	现有航空 遥感摄影	全 色 片	夹江土地利用图 (1:7.5万)	可达到视觉要求的图斑，图形真实，类型界线明显	速度可提高一倍以上，质量可达到普查精度，面积量测误差较大	1. 适用于资源普查，便于推广应用； 2. 时间差距较大，现势性较差
	常规航摄 成 图	航 测 图 航 摄 片	四川盆地水田分布图 (1:100万)	水田分布细致真实，分布规律明显，并能区分冬水田分布范围	速度提高二倍以上，质量可达到概查精度，不能进行面积量测	1. 可和遥感图象结合，有广泛的使用价值； 2. 可作小比例尺专题要素图编制的资料
卫星 图 象	LANDSAT MSS4,5,6,7 (成都平原)	多波段片彩色合成片密度测定 (SCANID) 光栅处理	中国典型卫星象片解释图集：成都平原土地利用 (1:75万)	土地利用分区确切，类型指标有影像根据，对河道与下湿漕田有较好的反映	速度可提高很多，但视条件不同，质量可达到普查精度，若采用磁带处理仍可提高效率	1. 可作大面积资源调查； 2. 对局部地区可重点处理，深入分析

彩色红外遥感图象：对提取地表覆盖类型效果比较好，它所包含的信息量是现有图象最丰富的一种，加之它的分辨率高和二维立体特性，因此它不仅对专业判读有利而且可以直接制成正射影象图和按规范要求的基本地形图。据在二滩一米易地地表覆盖判读实验，所得10大类35种亚类，经当地科技人员验证，认为人力、时间、科学内容都有较明显地提高，所量测的面积与实际比较接近，可作为土地详查的依据。尽管这种方法优点很多，但是现有条件下难以大面积推广，进行一次航空红外遥感，需花费数十万费用。所以只适用在重点地区进行，或附加在航摄成图中。

现有航空遥感图象：对资源遥感与地表覆盖调查仍不失为一种经济有效方法，它是综合利用我国航摄资料的一个重要途径，复制一套航空象片的费用较之新飞行一次经费相差百倍，这使更多的部门都有条件使用。它的缺点是现势性差，无法选择季节和时相，对反映变化较大的地物有一定困难，要加强野外实况调查，促进现势性更新。现四川省农业资源调查已在大邑、眉山、夹江等地区推广使用，并组织二期“航空象片应用学习班”，有计划地向全省推广，这是从生产角度基本上肯定这种遥感方法的应用价值。

从常规航摄成图中提取专题要素的方法，现在和将来都是有一定实用价值的。航摄地形图作业比较正规，精度比较严格，且经过大量作业人员的劳动，也是我国一项传统的“读图”方式，从经济角度也是最节省的，作为一种信息来源也是不应偏废的。

2. 卫星多波段图象分析

对资源调查和地表覆盖分类提取都是有許多潜力可以发挥的。特别它的宏观性（一幅卫片相当航片1000余幅范围）、多时相以及数字化特点都还没有充分应用。从现有光学图象处理技术条件下，对成都幅卫片分析中所进行的几种方法来看，已显示出它的应用前景。具有速度快、效率高、灵活性强等优点，在我国现有技术和设备条件下，仪器简便易于推广，可以与数字图象处理相辅相成。利用多波段分光密度测定和光栅处理，对图象有明显的增强作用。这不仅操作方便而且使更多的用户根据本门学科需要自行选择级差，使分析者的专业知识溶汇于技术实验中，较之单纯的数学分析更具有适应性。采取光学图象的掩模处理，只要能选择好光谱段密度组合的关系，通过不同光谱段正、负模片的组合，可以得到单一分类提取的效果，为分类面积量测数据和分色扫描印刷，创造有利的条件。

3. 遥感制图方法时效的比较

在遥感应用各环节中，目前影响速度和精度的一个重要问题是遥感信息的输出方式，尽管信息来源很快，提取信息的方法也很精确，而输出的信息制成地图，却往往消耗大量的时间，如不加以改进就会逐渐失去遥感快速的作用。仅从内容转绘一项，要占去遥感应用时间的2/3，据我们实验的结果：相同一幅航空遥感图象，用航测单投影仪转绘约需2时50分，可变焦距转绘仪转绘则需6小时，其他交会转绘、辐射转绘等加上辅助时间则需要更长时间。因此，改进仪器操作，设计较为理想的遥感图象转绘设备，是迫切需要解决的问题。

随着我国陆地卫星地面接收站的建成，遥感信息将源源不断的提供，这必将提高遥感技术的快速、准确和对环境的监测管理作用。但是，从国内外遥感发展的实践证明：遥感技术的发展要与环境因素相联系，数字处理与光学分析相结合，新技术与常规方法相辅佐，使数学物理的严密性与环境因素的复杂性相结合，特别是要使信息采集、图象处理、输出成图以及环境信息库等一套系统工程相互联接，才能充分发挥遥感的实用价值。