前 言

遥感技术作为对地观测，提取地表最现势状况的最有利工具，被广泛应用在各行各业，包括测绘，自然资源管理，林业，水利，交通，环境保护，电力电信、防震减灾、城市规划、国防军事等，ERDAS IMAGINE 作为遥感界的排头兵，为大家提供了不仅仅是增强，滤波，纠正，融合等简单的基本应用，而是提供了强大的工具，使你在定量化的分析方面，系统功能的可扩充性方面使您更加得心应手，如专家分类，子象元分类（混合象元），三维可视化分析，数字摄影测量等，同时，还给您带来与 GIS 一体化集成的解决方案，如查询检索编辑 ArcInfo 的地理信息，建立矢量层后的人工解译，直接得到目标的矢量数据，还可将分好类的专题影像转换成 ArcInfo 的矢量数据（Coverage, Shape File）,使分析的结果可以直接为地理信息系统管理与应用，从而发挥更大的作用。

在这本集锦中，我们收录了国内外在各个行业有代表性的研究报告与成功案例，从多个角度来说明 ERDAS IMAGINE 所提供 RS/GIS 相集成的一系列解决方案， 能够很好地解决实际问题，而没有什么遗憾，这也是广大用户所期盼的。

我们编辑这本应用集锦，只是为了给大家一个交流沟通的介质，成为利用 ERDAS IMAGINE 这个好工具实质性地解决我们所面临的各种问题与任务的一个抛砖引玉的帮手。也希望能有更多的专家经验加入到我们的集锦中来，互相勉励共同提高。

目录

第一章 ERDAS IMAGINE 在水利行业应用 1

第二章 ERDAS IMAGINE 城市应用 21

第三章 ERDAS IMAGINE 测绘应用 28

第四章 ERDAS IMAGINE 农业应用 29

第五章 ERDAS IMAGINE 土地领域应用 36

第六章 ERDAS IMAGINE 林业领域应用 48

第七章 ERDAS IMAGINE 海洋领域应用 54

第八章 ERDAS IMAGINE 电信、交通领域应用 57

第九章 ERDAS IMAGINE 环境、资源及野生动物保护应用 62

第十章 ERDAS IMAGINE 军事国防领域应用 98

第十一章 ERDAS IMAGINE 院校应用 104

第十二章 ERDAS IMAGINE 其它应用 105

附件：掌握与熟悉 ERDAS IMAGINE 的可利用资源 123

第一章 ERDAS IMAGINE 在水利行业应用

我国地域辽阔，人口众多，水资源紧缺，时空分布差异大，水旱灾害频繁。从古到今我国人民既受益于水也，受害于水，与水灾干旱进行了长期的斗争。建国以来。在党的领导下，在有关部门和全国人民的共同努力下，水利建设取得了令人瞩目的成就。但随着经济的增长、人口的增加、环境的变化，水资源的问题越来越受到中央及各级政府的重视。因此在传统调查、规划、管理技术的基础上引进先进技术，将更有助于加快信息的获取、更新，促进水利行业发展。

遥感技术作为对地观测，提取地表状况的最有利工具，被广泛应用在各行各业，在水利行业中也发挥了巨大作用。ERDAS IMAGINE 作为遥感界的排头兵，为大家提供了不仅仅是增强，滤波，纠正，融合等基本应用，而是提供了强大的信息提取以及分析工具。使你在信息的获取、使用方面、系统功能的扩充性以及与 GIS 一体化集成等方面得心应手。获取的信息、分析的结果可以直接为地理信息系统管理与应用，从而发挥更大的作用。

系统特点：

ERDAS IMAGINE 是美国 ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统。它以其先进的图像处理技术，友好、灵活的用户界面和操作方式，面向广阔应用领域的产品模块，服务于不同层次用户的模型开发工具以及高度的 RS/GIS/GPS（遥感图像处理、地理信息系统、全球定位系统）集成功能，为遥感及相关应用领域的用户提供了内容丰富而功能强大的图像处理工具，代表了遥感图像处理系统未来的发展趋势。同时，它与 ArcGIS 系列产品的数据与基本功能紧密集成，不需数据转换二者可相互显示、查询、检索、编辑各自的相应数据。如果 ERDAS IMAGINE 再加上扩展功能，还可实现 GIS 的建立拓扑关系、图形拼接及专题分类图的二者相互转换。节省了工作流程中让人头疼、费时费力的数据转换工作，可大大提高工作效率。

ERDAS IMAGINE 是以模块化的方式提供给用户的，可使用户根据自己的应用要求、资金情况合理地选择不同功能模块及其不同组合，对系统进行剪裁，充分利用软硬件资源，并最大限度地满足用户的专业应用要求。ERDAS IMAGINE 面向不同需求的用户，对于系统的扩展功能采用开放的体系结构以 IMAGINE Essentials、IMAGINE Advantage、IMAGINE Professional 的形式为用户提供了低、中、高三档产品架构，并有丰富的功能扩展模块供用户选择，使产品模块的组合具有极大的灵活性，同时购买成本也可大大降低。它不仅可以满足科研与教学的需要，更强调了满足大型工程建设与工作的流程一体化，稳定性与综合性的要求。ERDAS IMAGINE 在全球遥感系统市场份额为 46%，超出其它系统近 30 个百分点，全球用户许可数达到近六万个，广大的用户群体为交流各自的经验与保证用户能尽快获得最新的遥感技术提供了强大的保证。美国影像制图局自 1998 年开始为美国政府选择采购遥感图像处理系统提供依据，这几年利用 PathFinder 项目每年针对各个方面的功能进行了初评，在 2003 年 6 月进行了 PathFinder2003 的最后综合评定，ERDAS IMAGINE 在有 40 多个

软件系统参加的评审中，一举夺魁赢得第一，在 11 个应用功能与开发上的性能评比中获得 9 个第一，这为用户的各种应用提供了最全面的功能保证。

图 1 为其基本模块、部分扩展模块及功能。

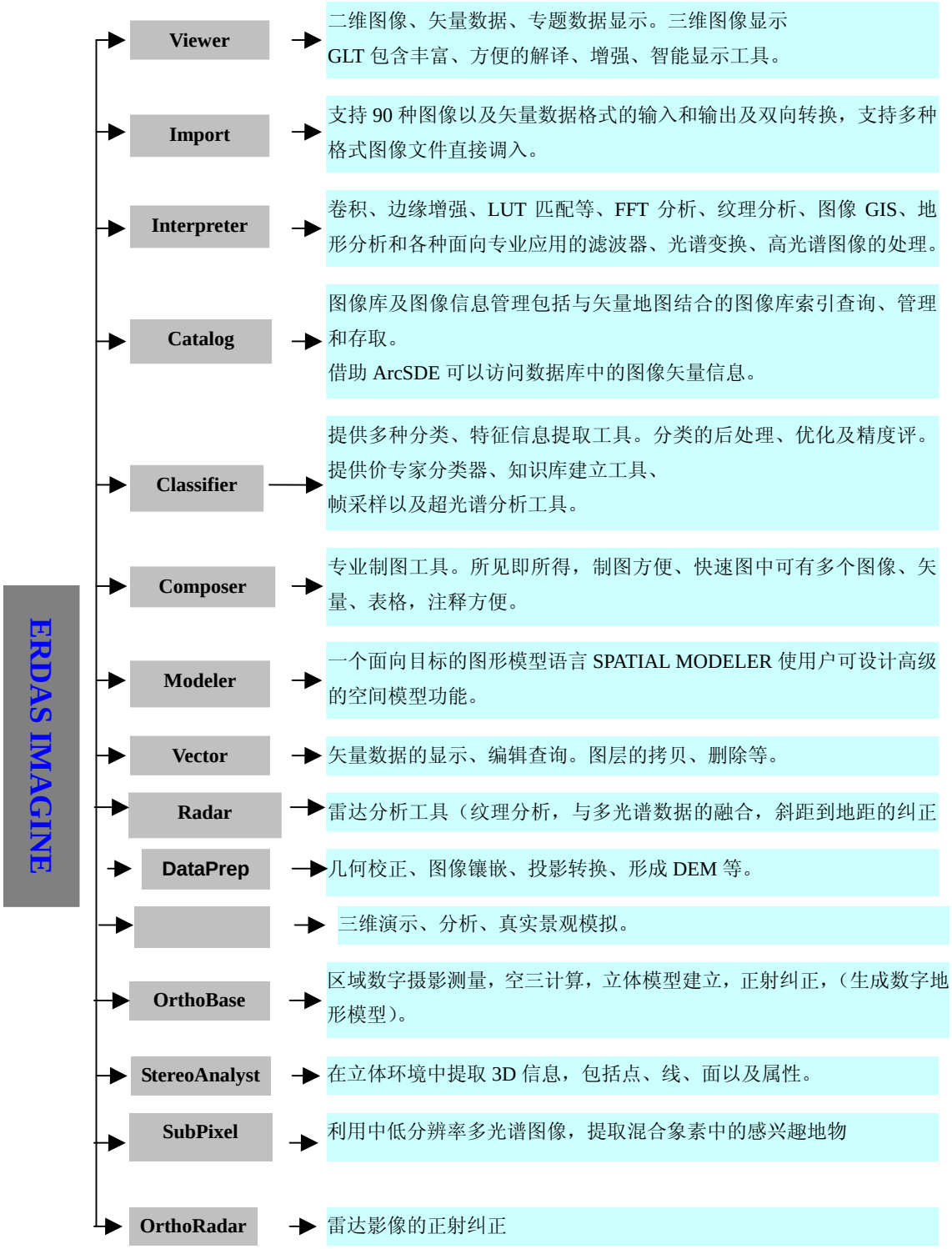


图 1

根据水利工作的性质可以直接使用遥感、地理信息系统的行业分为如下几类

- 水文与水资源
- 水利工程
- 水土保持
- 防洪抗旱
- 农村水利

下面针对 ERDAS IMAGINE 及其扩展模块对以上几类工作的作用进行详细说明

一. **水文与水资源：**根据水资源的任务还可以进一步分为：

水库、地下水的蓄水动态分析：ERDAS IMAGINE 提供了大量的分析工具可以帮助工作人员完成此项工作，如 Modeler Maker，Knowleage Engineer 和 Expert Classifier。分析人员可以收集在某一地区某一时段的气象信息（如降雨量），人文信息（人口数量等），利用 ERDAS IMAGINE 经典的图像处理方法获得当地的岩性及土壤信息、植被类型以及面积信息等，在此基础上可以利用 Modeler Maker 和 Knowledge Engineer 建立相关模型计算降雨渗漏量、植被蒸发量，生活、工业用水量，将降雨的总量减去消耗量后就可以获得补充到河流水库的水量。

由于此项分析牵涉的分析面积会很大，因此可以利用 ERDAS IMAGINE 提供的帧采样工具，利用多分辨率的卫星影像获得高精度的信息。

此项工作的最佳配置是 ERDAS IMAGINE Professional。

江、河、湖、海等的水质监测：经济的发展、人口的增加、以及洪涝、干旱等的影响不但水资源的总量越显紧张，水的质量也受到影响，为了有效地保护、使用紧缺的水资源需要对江、河、湖、海的水质进行必要的监测。ERDAS IMAGINE 提供的子象素分类以及高光谱分析工具可以很好地完成此项工作。利用这些工具和必须的图像可以监测有害物质的分布和含量并可以追踪分析污染物的来源，为污染的治理提供必要的信息。

水质监测部门须配置的软件包是 ERDAS IMAGINE Professional 和 SubPixel 模块

水资源调查、管理：充分、合理地使用水资源的前提是对水资源的分布、水资源量、水资源的消耗信息掌握充分。而这都是遥感技术可以完成的任务。对于人迹罕至的地区，利用遥感图像提供的直接、间接信息对寻找水源非常有帮助。对于水资源的消耗除自然蒸发、渗漏外就是工业、农业、生活用水，而农业用水又占有很大比重，可以通过遥感调查查清农作物种类、面积进而确定其必须的水量，为合理分配水资源提供信息。

此部门需要的软件包最好是 ERDAS IMAGINE Professional

二. **水利工程：**此项工作中需要遥感辅助完成的工作主要是工程前期的现状调查，工程中进程监测，工程后的效益评估。因此主要涉及的功能是调查，而这正是 ERDAS IMAGINE 最擅长的工作。

工作人员可以利用 IMAGINE 提取工程区域的地形、地貌、岩性、土壤、植被信息，利用

Knowleage Engineer 建立决策库，对项目可选的位置、线路进行可行性进行分析评估进而选择最佳的位置、线路。对水利工程对环境的影响进行预评估。这些基础信息可以为项目实施不同阶段的工程人员服务。对牵涉到移民，土地征用等需要补偿的问题可以利用 ERDAS IMAGINE 经典的分类等信息提取方法调查面积。

对进行工程规划如果需要大比例尺成图，可以利用大比例尺航片构建立体相对，在立体的环境中提取需要的信息，建立 3D 信息图。这可以利用 ERDAS IMAGINE 的数字摄影测量模块。利用高分辨率的图像或航片，可以实时对工程进展进行监测。

对于修建水库等水流相对静态的工程，如果评估不同坝高、水位高影响上游的范围，可以利用 ERDAS IMAGINE 的 VirtualGIS 模块中的水层功能快速获得坝高、水位高影响范围，并可以输出为矢量图，进而与其它信息叠加和分析获得其它需要的信息。

从事此项工作的部门最佳配置是 ERDAS IMAGINE Professional。如果需要利用航片进行规划，则需配置 OrthoBase 和 StereoAnalyst。为了 3D 显示工程情况可选择 VirtualGIS 模块。

三．**水土保持**：从事此项工作的部门利用遥感技术的机会是相当多的，如水土流失的调查、水土流失的监测、水土保持工程规划、水土保持工程实施与效益情况调查等等。

对于水土流失调查，调查人员可以利用遥感资料，通过 ERDAS IMAGINE 经典的图像处理方法提取必须的如岩性、土壤、植被信息、土地利用、大型开发建设工程、居民点等信息。利用现有的数字地形高程模型，或用 ERDAS IMAGINE 提供的生成数字地形模型的工具生成数字地形模型，再利用 ERDAS IMAGINE 提供的地形分析工具获得诸如坡度、坡向等与水土流失密切相关的信息。利用 ERDAS IMAGINE 提供的 Modeler Maker，Knowledge Engineer 等分析工具可以建立上述信息与水土流失关系的模型或知识库，以确定水土流失状况。而水土流失监测在调查的基础上可以利用动态监测的工具，对两个时期的结果进行分析以反应水土流失的变化方向。

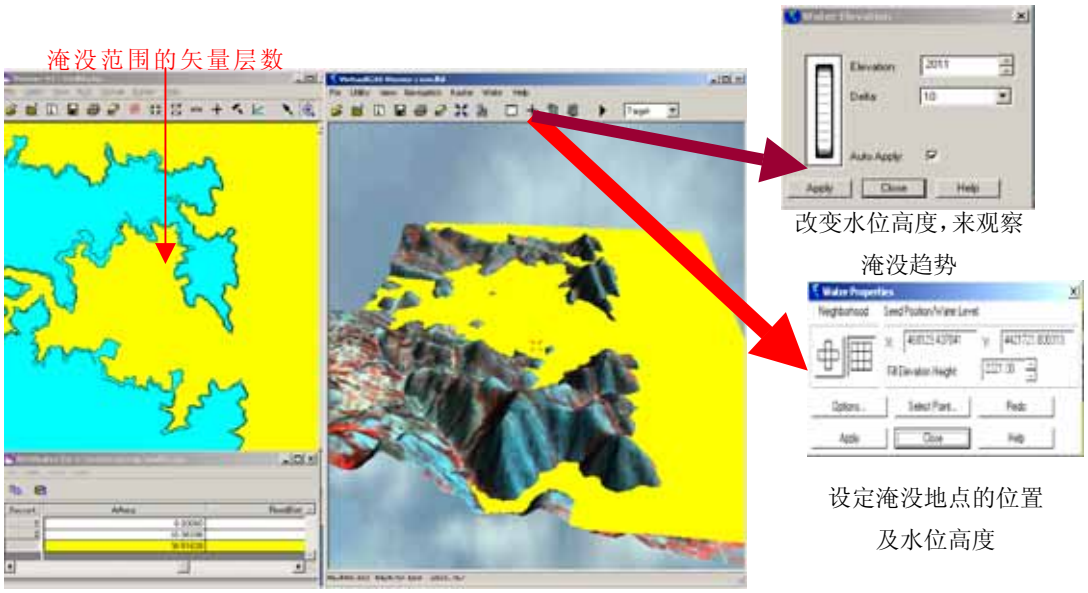
在对水土流失调查与监测的基础上，对需要治理的地区可以利用高分辨率图像对流域进行规划，在图上标注治理措施和面积，即进行水土保持综合规划。此外，还可以利用遥感图像实时调查、监测治理工程的进展、实施以及完成情况。

这些部门需要配置的产品是 ERDAS IMAGINE Professional。为了浏览真实的流域情况，可以增加 VirtualGIS 模块。

四．**防洪抗旱**：自遥感技术应用以来，遥感技术在防洪、抗旱中发挥了重大作用。在灾情发生之前可以利用遥感技术调查居民点、工、矿、农作物的分布等经济信息情况，根据地形、地貌信息利用 ERDAS IMAGINE 的 Modeler Maker 或 Knowleage Engineer。确定受洪灾的危险等级，为紧急避险提供决策信息。

灾害发生后可以根据水体与其它地物光谱明显不同的特点，利用多光谱图像或合成孔径雷达图像快速确定受灾范围。在此基础上根据已有的或实时提取的社会经济信息利用 ERDAS IMAGINE 中的图像 GIS 分析功能进行叠合分析，可以快速对灾情进行快速评估。为救灾、减灾、灾后重建提供信息基础。在此方面水利行业已做了大量工作并取得了成熟的经验，有的已经建立了运行系统。

对于洪水淹没的预演是 ERDAS VirtualGIS 的强项，可以在事发前进行相关的预演与损失估计，从而为领导正确决策提供依据，见下图。



旱情也是困扰我国的大问题，每年都会有不同程度的旱灾发生。确定旱灾范围、预测旱灾的发生，都会对抗旱有重大帮助。大部遥感数据都具有红外波段，对于研究土壤水分非常有利，SAR 图像的回波也与土壤含水量有密切关系。利用 ERDAS IMAGINE 的 Modeler Maker 建立模型可以确定土壤含水量，进而确定干旱程度，确定旱灾等级。如果利用 Knowleage Engineer 结合水源分布和水利工程信息，可确定哪些地区可以挽救，哪些地区需要采取新措施。

从事此项工作的部门可以配置 ERDAS IMAGINE Professional 和 OrthoRadar 模块

五. **农田水利**：随着越来越多高分辨率图像的商业化，在遥感图像上可以清楚地看清农田的细节，这为遥感在农田水利基本建设中发挥作用提供了基础。可以通过高分辨率正射影像直接规划渠道、管道的分布，测量渠道管道的长度，再与本地的数字地形模型或实际测量的高程数据结合，进而确定水源的高度或水头的高度。这些工作可以极大降低野外工作量，而且成图快速直观，适合多部门使用。

这些部门可以配置制作正射影像的软件 ERDAS IMAGINE Professional，并根据情况选择 OrthoBase 和 Stereo Analyst。

应用介绍：国内应用：

ERDAS IMAGINE 在城市水灾模型建立中应用的初步探讨[1]

杨友龙[1]　陈志远[1]　陈建文[2]

（1．汕头大学 土木系，2． 汕头三防办公室）

摘要：本文介绍了遥感技术的发展趋势，初步探讨了遥感在城市水灾模型建立中的应用，阐述了DEM 的生成方法和有限单元法在图象配准中的应用。最后，采用汕头市一个区域的点高程矢量数据建立了DEM 模型，并用三角格网法进行配准和几何纠正，采用Virtual GIS 模块模拟飞行演示并录制AVI 动画文件。

关键词：遥感；数字高程模型；配准

一、卫星遥感技术的发展趋势及在城市水灾模型建立中的应用

遥感是一种以物理手段、数学手段和地学分析为基础的综合性应用技术，具有宏观、综合、动态、快速的特点，克服了传统调查手段高投入、长周期、低效率的缺点。现代遥感史以 20 世纪 60 年代末人类首次登上月球为重要里程碑，随后美国宇航局（NASA）、欧空局（ESA）和其他一些国家，如加拿大、日本、印度和中国先后建立了各自的遥感系统。所有这些系统已提供了大量从太空向地球观测而获取的有价值的数据和图片。

随着计算机技术、通讯技术、数字化技术和传感器技术得进步，卫星遥感水平已经得到很大提高，目前，这一技术正朝高精度、多光谱、高时空分辨率方向发展。1972 年美国发射了第一颗地球资源技术卫星（ERTS-1）(后更名为陆地卫星 1 号（Landsat-1）,标志着地球遥感新时代的开始)。1972 年以后，美国发射了一系列陆地卫星，包括陆地卫星 1 号至 7 号，所携带的传感器由四波段的多光谱扫描仪（MSS,分辨率为 80m）发展到 80 年代初投入使用的专题制图仪（TM, 7 个波段，分辨率除第 6 波段的 120 米外，其余皆为 30m），再到 1999 年 4 月发射升空的陆地卫星 7 号所搭载的增强型专题制图仪 ETM$^+$（增加了分辨率为 15 米的全色波段）。到 80 年代后期至 90 年代初，法国发射的 SPOT 卫星上载有 20m（10m）的高分辨率传感器（HRV 分辨率为 20m,全色波段为 10m）。印度发射的 IRS 卫星上载有 6.25m 分辨率的全色波段。1999 年，美国开始向全球提供分辨率为 1m，用于民用的 IKONOS 卫星资料。清晰度可以和航空摄影照片媲美，使得高清晰度遥感解译成为可能。第二代高光谱成像仪——航空可见光/红外光成像光谱仪（AVIRIS），波段数达到 224 个，每个波段带宽仅 10nm。

在我们承担的国家自然科学基金项目“基于 GIS 的城市综合减灾评估决策系统”中，有一个子系统是水灾预警决策系统。减轻洪水灾害必须考虑两个方面：一是快速而准确地预报洪水事件，二是对洪水事件造成灾害的地点、时间、范围和强度做快速评价。预报的快速、准确的关键是建立正确的洪水模型和迅速获取相关信息，而灾害的评价则基于地球观测系统

[1] 国家自然科学基金资助重点项目（项目批准号 59938180）

的完善，必须使其对天气和太阳光条件的依赖性减弱。空间技术如遥感（RS）、卫星通讯和地理信息系统(GIS)的发展为洪水监测和灾害损失估算提供了有效手段。RS 在水灾预警决策系统中的应用包括，一是建立数字高程模型（DEM），这是洪水模型建立的基础；二是洪水的虚拟演示，可以直观实时的模拟水灾的发展情况；三是灾后损失评估，应用卫星图片结合 GIS 矢量数据以及基础数据库可以对受灾面积和程度，损失情况进行评估。

二、软件选择

遥感软件一般选择性价比比较高的软件，数字摄影测量方面国内适普公司的 ENVI 也不错，本项目选择美国的 ERDAS IMAGINE 软件。ERDAS 公司是世界一流的遥感图象处理和遥感与 GIS 集成软件提供商，其旗舰产品 ERDAS IMAGINE 系统可以处理的遥感图象包括卫星图片（IKONOS、Landsat 和 SPOT 等）、航测图片和雷达图片。集成了矢量数据处理模块，使用的是 ESRI 公司的 Coverage 矢量数据模型，可直接显示，查询，编辑矢量数据及相应的属性数据，支持对矢量的空间分析和从栅格到矢量的转换。同时 ERDAS IMAGINE 提供数量丰富的扩展模块，有 Vector（矢量数据处理），Radar（雷达影像数据），Virtual GIS（虚拟 3 维现实），OrthoMAX（数字摄影测量）和 OrthoBASE（正射影像纠正）等。在应用问题的客户化方面提供图解空间建模语言，EML 和 C 语言开发包，使得解决应用问题的客户化更加容易与简单。

三、数字高程模型（DEM）生成

1．数据源和提取方法

数字高程模型（DEM）是在二维的平面上划分规则的格网，每个格网点以一个 z 坐标值代表该点的高程。提取 DEM 的方法有，一是从立体像对图象提取，数据源包括 RADASAT、SPOT 卫星图象；二是从高程数据，高程点或者等高线矢量数据内插产生，内插方法有人工网络法、三角网法和曲面拟合法等。本文采用的是汕头市 1：1000 的高程点数据。

2．生成步骤

使用 DataPrep 模块的 Create Surface 函数。输入数据选择包含高程数据的点 coverage 文件，选择 Elevation 字段作为 Z 方向属性。输出文件的格网大小选择边长为 20m 的正方形网格（网格越小，分辨率越高）。数据类型选择单精度浮点数，插值方式选择非线性 rubber sheeting，经比较，非线性插值方法产生的等高线比线性插值方法产生的等高线更平滑。最后，使用 DataPrep 模块的 Mosaic 函数将小块栅格图拼接成一整张大图。

四、有限单元法在图象配准中的应用。

数字高程模型（DEM）数据需要经过配准建立投影参考和地理坐标才可以使用。配准是用几何变换的方法将一个格网系统的数据变换到另外一个格网系统，包括几何纠正和投影变换。在需要比较由不同信息源获得的数据或者同一信息源不同时像的数据的时候，建立 GIS 基础数据时，或者在栅格图象上覆盖矢量图等情况下都需要进行图象配准。配准的原理是根据多个地面控制点在两个格网系统中的坐标确定变换方程，此变换方程就确定了两个格网系

统每一个格网点的数据值的对应关系。变换方程的次数称为几何纠正的变换次数，1 次的成为线性变换，2 次和 2 次以上的成为非线性变换。不同次数的变换有不同的应用场合，2 次变换可以用来将经纬度坐标数据转换到平面坐标数据，或者需要考虑到地球曲率变换的大尺度图象等情况，3 次变换可用来纠正有畸变的航拍图象，雷达图象等。高次变换并不意外着更精确的结果，相反，高次变换对格网的扭曲影响更大，结果也更不可预测。为了在具有很多个地面控制点的大尺度图象变换中获得更高的精度和可靠性，可以应用有限单元法。

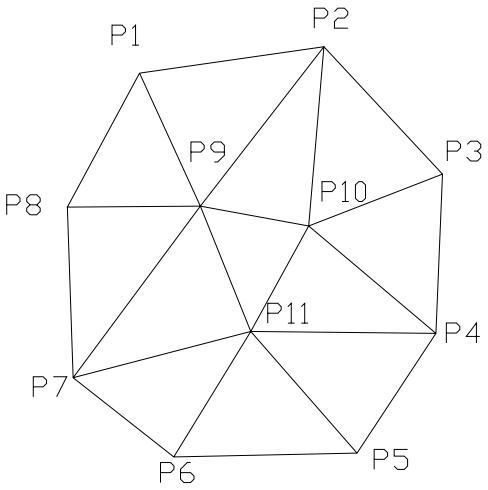


图 1：地面控制点的三角网划分

有限单元法是为了某些工程问题求得近似解的一种数值分析方法，最早出现在力学领域中。这种方法将所欲分析的连续场分割为许多较小的区域（单元 element），这些单元的集合就代表原来的场；然后建立比较简单的函数来表示每个单元的解，组合起来得到集合体的代数方程并引进边界条件，就能求解获得连续场的解答。这是一种从部分到整体的方法，应用到图象的几何变换中可以消除局部图象控制点误差对整张图象的影响。

为了获得局部图象的变换方程，用三角形对地面控制点进行分割，以单个三角形为基本单元进行几何变换。三角形单元划分方法有随机法，Greedy 法，Delaunay 法等，本文采用使用最广泛的 Delaunay 方法，用这种方法配准格网角度变化最小。Delaunay 法的思想是以任意一个三角形的三个顶点做外接圆，其内不包括任何一个其他控制点（图 1 是 11 个控制点的 Delaunay 单元划分）。对每一个三角形单元进行插值，采用 5 次多项式，变换方程为：

$$x_0 = \sum_{i=0}^{5}\sum_{j=0}^{i} a_k \cdot x^{i-j} \cdot y^{j}$$

$$y_0 = \sum_{i=0}^{5}\sum_{j=0}^{i} b_k \cdot x^{i-j} \cdot y^{j}$$

其中 $k=\frac{i\cdot i+j}{2}+j$

五、虚拟三维演示

Virtual GIS 是 ERDAS IMAGINE 优秀的 3 维虚拟现实技术扩展模块，使用 Virtual GIS 以 DEM 数字高程模型为基础，覆盖正射遥感影像数据和矢量数据层，可以模拟飞机飞行的三维场景，直观动态的模拟洪水的发生发展全过程。演示结果可以制作 AVI 文件，在媒体播放器上播放或者插入 PowerPoint 文件中做演示。本文采用汕头市局部的 DEM 图象，对包括背景、观测方位角、飞行路线、太阳高度和太阳方位角等参数进行设置，模拟飞行效果良好。图 2 是在 Virtual GIS 中显示的 DEM 高程图。

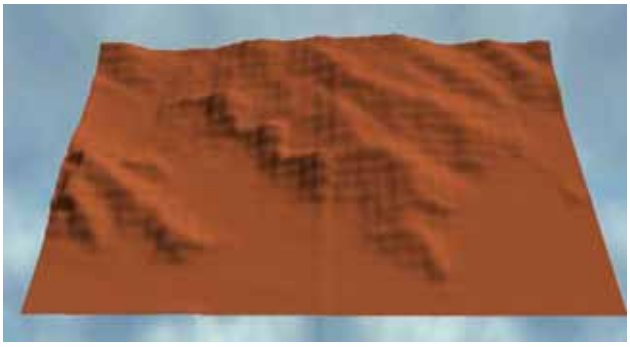


图 2：在 Virtual GIS Viewer 中模拟三维飞行场景

基于 GIS 的洪灾遥感监测与损失估算系统

魏文秋

（武汉大学水利水电学院水文水资源系，湖北武汉 430072）

摘要：基于 GIS 的洪灾遥感监测与损失估算系统，是一个由洪水灾害信息接收与采集、洪水灾害模拟和洪水灾害损失估算组成的较完整的系统。当系统接受和采集了遥感监测与常规观测的信息后，通过图像处理与信息融合，能够迅速确定洪水灾情在空间和时间上的分布。淹没区的经济损失分为直接经济损失和间接经济损失两部分。直接经济损失采用宏观经济分析方法，即按产值（工农业总产值或国内生产总值—GDP）或单位综合经济指标进行估算；间接经济损失根据直接经济损失利用系数折算法进行估算。该系统能够实时确定洪水灾情，并迅速估算出经济损失，可以为防洪救灾决策提供科学依据。

关键词：遥感监测　洪水灾害　洪灾损失估算

1　引言

洪灾的灾情监测与损失估算是防洪救灾决策的依据，历来受到人们的重视，研究成果不少已被用于实际工作中。但是也存在一些问题：一是各部门对同一地区、同一时间内发生的洪水灾害的淹没范围，监测与上报的数据相差很大；二是灾情损失的统计主要依赖于传统实地抽样

调查，时效性难以满足防洪救灾的需要，准确性易受人为因素的干扰；三是在灾情估算中缺乏宏观性数据依据。因而有必要探讨快速、高效的淹没范围确定方法和灾情调查方法，以及洪灾损失的宏观估算方法。本文提出的基于 GIS 的洪灾遥感监测与损失估算系统是一专题地理信息系统，它以洪水灾害为分析对象，在获取洪灾信息后，可以迅速、实时地确定洪水淹没范围，宏观估算洪水灾害经济损失，为防洪救灾决策提供科学依据。

2 洪灾遥感监测与损失估算系统的组成

洪灾遥感监测与损失估算系统在地理信息系统（GIS）的支持下，将数据库与模型库集成，当实时获取洪水灾害的遥感信息和非遥感信息后，可以迅速、实时地提供洪水淹没范围和估算经济损失，为防洪救灾决策提供科学依据。图 1 为洪灾损失遥感监测与损失估算系统的框图。

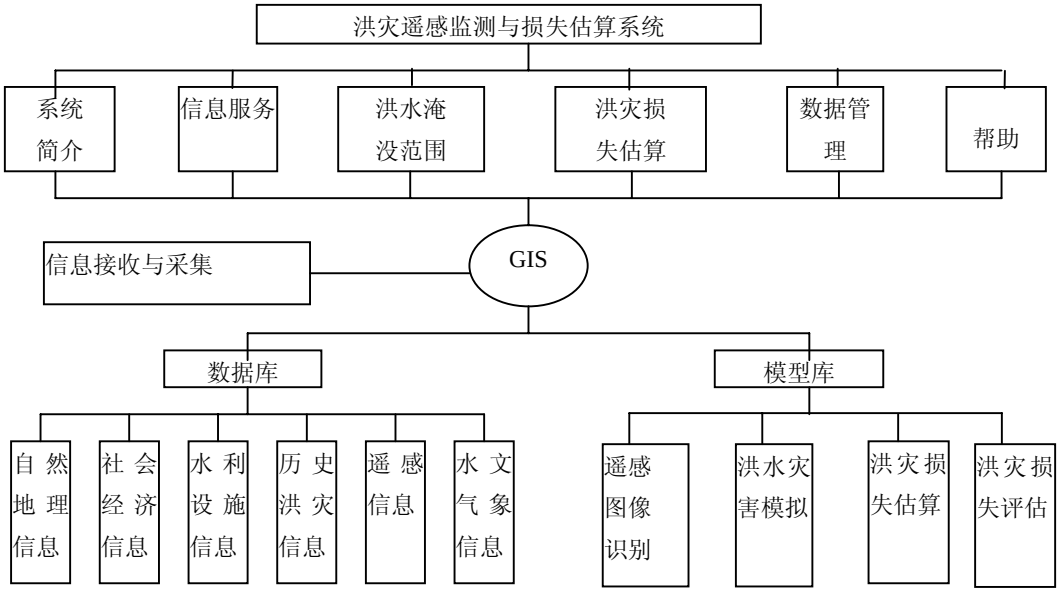


图 1 洪灾遥感监测与损失估算系统总体结构

2．1 信息接受与采集

洪水灾害分析所需的信息内容很多。有些数据是用户提供的，有些是公共服务部门提供的，有些是科研、生产部门提供的规划和实际调查、普查数据。从数据的表达形式看主要包括：①图形数据，主要指各种类型的专题地图、基本地图以及不同比例尺的地形图等。当前，地图仍是地理信息的主要载体，也是 GIS 的主要数据来源。随着通用数据库的发展，大多数基础图件均可以数字方式提供用户使用；②地面站网观测数据，主要是雨情、水情观测台站的长期观测数据；③统计数据，主要是自然资源、社会经济等方面的常规统计数据；④规划数据，这些数据散杂在政府部门的事务报告和区域规划报告中，需进一步整理和编辑处理；⑤遥感数据，指航天航空遥感所获取的各种专题与综合信息。遥感技术提供了一套快速建立现势、统一数据集的工具。尤其是全球定位系统（GPS）能快速廉价地确定地球表面特征的位置属性，并以数字坐标表示，可直接输入数据库，而不要作进一步的处理。

2．2 数据库

数据库是洪水灾害损失估算的基础，它包括：①自然地理信息（包括数字地形数据、行政

区划和土地利用等）;②社会经济信息(包括以县为单位的人口、农作物产量、投入、总产值等);③遥感信息；④水利设施信息；⑤历史洪灾信息;⑥水文气象信息等数据库。

2．3 模型库

模型库是为利用数据库的数据进行快速评估提供方法，这些模型包括：①遥感图像识别，采用 ERDAS 图像处理软件，进行遥感影象数字处理、水体边界提取、洪水淹没范围估算、土地利用类型识别等。②洪水灾害模拟，在 GIS 基础软件 ArcInfo 支持下，利用空间分析技术，对洪水灾害进行动态模拟，再现洪水灾害的发展过程，并可确定洪水淹没范围，统计淹没面积、水深及受灾村镇、人口、受灾农田和交通线等。③洪灾损失估算方法，利用宏观经济分析方法估算洪水淹没区洪灾经济损失（包括直接经济损失和间接经济损失）；④洪灾损失评估，分别对多年平均的洪灾损失和某一典型年的洪灾损失（例如特大洪水年、某一设计标准洪水年份）进行评估，它们是在洪灾损失估算的基础上进行的。

3 洪灾遥感监测与损失估算系统的工作流程

3．1 洪水灾情实时监测—信息接收与采集

灾情监测包括雨量站、水文站观测的雨量、蒸发量、水位、流量、流速等，也包括遥感技术监测洪水发生、发展和雷达测雨获得的信息。在灾情监测中，要注意常规方法与高新技术相结合，从微观测量到遥感技术的宏观观测，可以全方位的实时把握洪灾态势。

3．2 洪水灾情信息处理

利用 ERDAS 图像处理软件，对灾前的遥感影象进行处理，以得到灾前的土地利用类型图，结合实地调查的各类数据，制作各种分类背景图，如人口分布图、村镇分布图等；对灾中、灾后的遥感影象进行处理，以得到洪灾过程中不同阶段的淹没范围图，以及灾后的灾情图。利用数字高程模型（DEM）制作数字高程图。当上述分层图制作完成后（有的可以事前制作，如灾前的各类背景图），就可通过图像叠加等技术，得到所需的洪灾场景，如将淹没范围图与土地利用类型图、数字高程图叠加，就可得到不同土地利用类型的淹没情况，并能统计出各种土地利用类型的淹没面积和相应水深，又如将洪灾过程中不同阶段的淹没范围图顺时序连接，就可以得到洪灾的动态过程。

洪水灾害模拟中还设计有洪水演进（水力学）模型。在已知入流的情况下，可以快速计算出洪水淹没范围、淹没水深、流速、淹没历时，再现洪水灾害场景。同时，该模型还具有预报洪水灾害的能力。

3．3 洪灾经济损失估算

将洪灾信息处理所得灾情数据与当地社会经济数据相结合，分行业、分类别统计估算某一行政区、某一流域或某一防洪区内的经济损失。

洪灾损失的统计一般按农村和城市分别进行。城市又有大、中、小城市之分，也应分别统计。因为洪灾损失统计工作的繁杂特点，统计中常作抽样调查，其相似区域的损失就通过类

比计算获得。

4 洪灾经济损失计算方法

洪灾经济损失可分为直接损失和间接损失。由于对洪水灾害损失，特别是间接损失缺乏明确的定义以及资料不足，加上缺乏统一的统计方法，所以洪水灾害损失的不确定性很大。根据目前的研究水平，洪水灾害损失估算应力争在直接损失研究的同时，兼顾间接损失和非经济损失，坚持直接损失估算与间接损失估算相结合的原则。

4．1 洪水灾害直接经济损失估算方法

洪灾直接经济损失的估算，可根据不同的资料条件，按产值或单位综合损失指标进行估算。

4．1．1 按产值计算直接经济损失

按产值计算直接经济损失，可以采用国内生产总值（GDP）或工农业生产总值来计算，其数据可由受灾区域的社会经济基础情况统计年鉴获得。

$$S_D = \alpha_G S_G (1+f_G)^T \qquad (1)$$

式中，S_D 为洪水淹没区单位受淹面积直接经济损失（元/亩）；S_G 为洪水淹没区单位面积产值（元/亩），它可以用国内生产总值（GDP）或工农业生产总值除以淹没区面积来计算；α_G 为洪水淹没损失率（%）；f_G 为洪水淹没区洪灾损失增长率（%）；T 为统计的年份至计算洪灾经济损失年的年数，T=0 为统计的当年，T=1 为统计年份的后一年，……。

在上述建立的洪灾损失估算公式中，涉及到的参数包括：洪灾损失增长率 f_G 和洪水淹没损失率 α_G。参数选择得是否恰当，直接影响到洪灾损失经济估算的结果是否合理。

（1）洪灾损失增长率 f_G

洪灾损失增长率 f_G 是指同一地区遭受同样的洪水灾害，因为经济增长所增加的损失率，可根据有关资料选定。一般洪灾损失增长率 f_G 应小于当地工农业生产总值的增长率，根据我国目前经济发展情况，建议取值为 0.1%～3%。例如，广东省防洪规划（珠江流域）综合说明报告中，取值为 0.2%～1.5%；湖北汉江某防洪规划工程 f_G 取为 3%。

（2）洪水淹没损失率α_G的确定

洪水淹没损失率α_G是指在一场洪灾中财产损失的程度。财产损失的程度与洪水的大小密切相关。在确定淹没损失率α_G时，需要大量的历史洪灾资料、社会经济资料与区域自然地理资料等。如果洪灾损失的资料比较充足，可以按洪水发生的频率分别统计大小不同洪水的损失，根据淹没区具体情况，利用式（1）综合分析不同频率洪水的淹没损失率α_G，绘制出洪水频率（P）～损失率（α_G）曲线。

对于缺乏资料的地区，建议参考表 1 进行取值，该表是根据我国有关部门的统计资料得到。

表 1　洪灾损失率α_G的取值范围

洪水频率 P (%)	75	50	20	10	5	3.33	2	1	0.5
洪灾损失率 α_G (%)	0.008～0.012	0.128～0.192	1.824～2.736	3.728～5.592	5.696～8.544	8.264～12.396	10.36～15.54	12.72～19.08	20.24～30.36

4．1．2 单位综合经济损失指标法

单位综合经济损失指标法包括有两种综合损失指标：亩均综合损失指标和人均综合损失指标。亩均综合损失指标是指洪水淹没区单位受淹面积上平均的直接经济损失（元/亩）；人均综合损失指标是指洪水淹没区每人平均的直接经济损失（元/人）。单位综合损失指标值随地区经济发展水平不同而存在较大差异。

4．2　洪水灾害间接经济损失估算方法

洪水灾害间接经济损失涉及的面较为广泛，范围无明显界限，其内容繁杂以及层次深度难定，全面完整精确定量计算困难，目前国内外尚无公认成熟的计算方法。因此，洪灾间接经济损失的计算，主要采用如下系数折算法。

洪水间接经济损失计算的系数折算法是通过典型区域抽样调查，对抽样的数据进行处理和分析，找出洪水给不同行业或事业造成的间接损失与直接损失之间的关系：

$$S_{ID}=\sum_{i=1}^{n}S_{ID,i}=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i S_{D,i} \qquad (2)$$

式中 $S_{ID,i}$ 为洪水给第 i 行业或部门造成的间接损失；$S_{D,i}$ 为洪水给第 i 行业或部门造成的直接损失；n 为淹没区计算的各种行业或部门土地利用状况总项目数；λ_i 为折算系数。

以上间接损失与直接损失关系式随地区（山区、丘陵、平原）、经济状况（发达、一般、落后）、地理环境（城市、农村）、行业或部门类型（工业、农业等等）、受灾面积、洪灾程度而异。根据国内外的有关统计资料，一般可按直接经济损失的 20%～30%或更大一些的百分比来考虑。

4．3 洪水灾害总损失的估算方法

洪水灾害总损失（S）等于洪灾直接经济损失与间接经济损失之和，即

$$S = S_D + S_{ID} \qquad (3)$$

5 系统应用实例

现以湖北省荆江分蓄洪区 1998 年洪灾为例，说明该系统的应用。荆江分蓄洪区面积为 921．34km^2，有 8 镇 2 乡 4 个农林渔场，195 个村，12 万多户。1998 年总人口近 50 万，区内工农业总产值近 15 亿元，是公安县的主要粮棉油产区和骨干工业基地。

（1）淹没范围图的制作

淹没范围的确定，是洪水发生前后的对比过程，它包括关键的三步：一是灾前水域的界定，二是洪灾时的水域界定，三是将上述两水域图迭加求淹没范围与面积。由于遥感图像所限，采用 1996 年 9 月 25 日 Landsat TM 图像制作灾前水域图，用 1998 年 8 月 7 日星载 SAR 图像制作洪灾时的水域图，两图配准复合得到淹没范围图，如附图 1 所示。

（2）数字高程模型（DEM）的制作与淹没水深计算

利用该区 1：10000 的地形图制作数字高程模型（DEM），与淹没范围图叠加，可以获取淹没水深分布图。也可用来进行洪水演进，得到淹没水深分布与淹没范围图。

（3）土地利用类型图的制作

仍采用 1996 年 9 月 25 日 Landsat TM 图像制作土地利用类型图，如附图 2 所示。与淹没范围图叠加，可以得到各种土地利用类型的受淹面积。

（4）图幅叠加与灾情统计分析

将土地利用类型图分别与淹没范围图、淹没水深分布图做叠加分析，就可以统计出不同土地利用类型的淹没面积与水深，如表 2 的第（2）、（3）栏所示。

（5）洪灾损失估算

由上述得到的不同土地利用类型的淹没面积与水深，按一定的淹没损失率分类估算直接经济损失，如表 2 的第（4）、（5）、（6）栏所示。

间接经济损失取直接经济损失的 20%，则本次洪灾总损失为

$S = S_D + S_{ID}$ = 22351+22351×20% =26821 万元

表 2　洪灾直接经济损失估算表

统计项目 / 类别	淹没面积（km^2）	平均水深（m）	单位面积价值（元/亩）	损失率（%）	直接经济损失（万元）
（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）
旱 地	8．36	0．32	900	80	903
水 田	24．68	0．45	1200	80	3554
渔 场	1．24	0．86	4000	75	558
农村居民地	7．58	0．43	/	/	3866
城镇用地	6．71	0．57	/	/	13420
其 它	0．51	0．3	/	/	50
总 计	49．08	/	/	/	22351

6　结语

洪灾遥感监测与损失估算系统以地理信息系统为支撑，将洪水灾害数据库和专业模型库集成在一起。在遥感监测的基础上，可以对洪水灾害进行模拟，再现洪灾场景。运用宏观经济分析方法，采用国内生产总值（GDP）和工农业生产总值等宏观经济指标，或者采用单位综合经济损失指标（如亩均综合损失指标、人均综合损失指标等），建立了洪水灾害经济损失估算方法，估算洪水灾害的直接损失与间接损失。此外，系统还可以进行洪灾损失评估，包括多年平均洪灾损失评估、某一典型年的洪灾损失（例如特大洪水年、某一设计标准洪水年份）评估，以及预评估等，这些评估都是在洪灾损失估算的基础上进行的。

系统结构合理，操作简便，易为非专业人员掌握。

参考文献

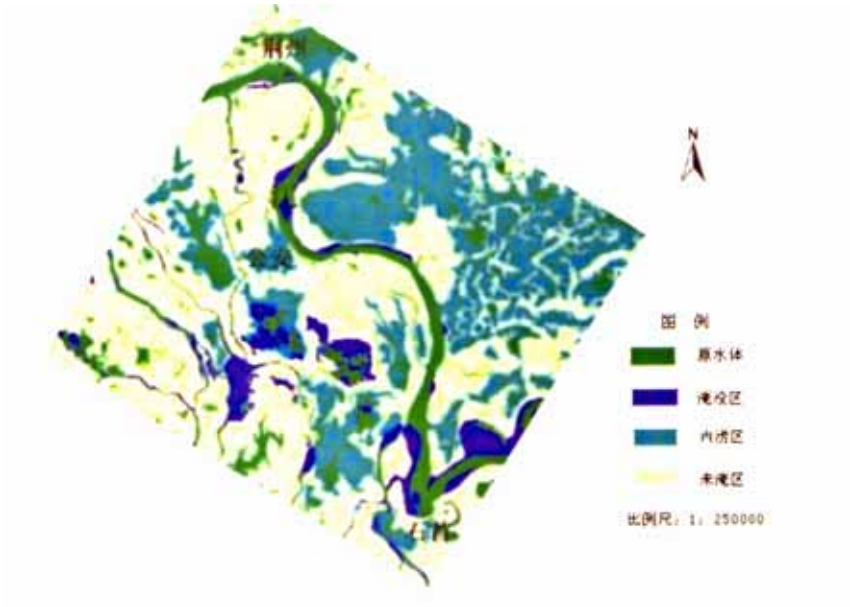
1　魏文秋，赵英林. 水文气象与遥感. 武汉：湖北科学技术出版社，2000

2　陈秀万，洪水灾害损失评估系统．北京：中国水利水电出版社，1999

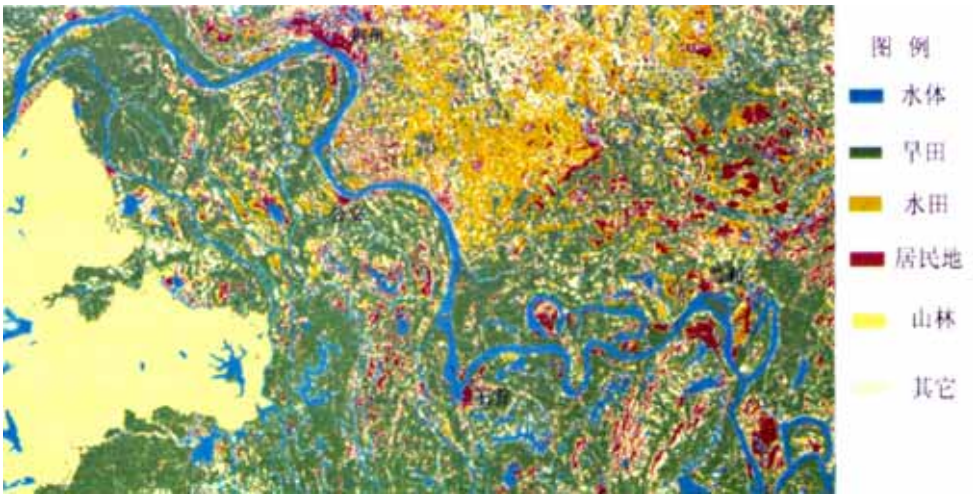
3　张金村，魏文秋. SAR 与 TM 复合提取洪水信息. 第四届 ArcInfo 暨 ERDAS 中国用户大会论文集. 北京：地震出版社，2000

4　张金村，魏文秋，洪水灾害的遥感监测分析系统研究，灾害学，2001（1）：39～44

附图 1 荆江分蓄洪区淹没范围图（1998．8．7）



附图 2 荆江地区土地利用类型图（1996．9．25）



- **水利部水土保持监测中心基于 ArcInfo 与 ERDAS IMAGINE 软件建立“全国水土流失本底数据库”**

近年来洪灾、水患不断，水土保持、水土流失问题日益严重，引起各有关方面密切关注。我国目前尚没有一个全国性的水土保持监测网络，各流域的基础地理信息、水文专业信息匮乏，而新型计算机技术的应用基本上是空白。形势的发展越来越迫切需要采用一种高效手段，全面、动态地监测全国水土流失的状况。

经过长时间的论证、比较，水利部水土保持监测中心近日正式签约购买 ESRI 公司的 ArcInfo、ArcView 系列软件，同时还购买了 ERDAS Imagine 遥感图像处理与三维可视化分析系统，准备在遥感影像数据、DEM 数字高程等多种数据源的基础上，建立“全国水土流失本底数据库”，实现水土流失的动态监测，并构成三维立体景观，为全国水土保持工作的科学规划及有关领导部门的准确决策提供科学依据及实时实地的立体景观分析。

富融科技有限公司有关负责人表示，将以此次合作为契机，与水土保持监测中心全力配合，大力推进地理信息技术在水土保持领域的应用，将水土保持的管理水平提高到一个崭新的高度。

- **ESRI GIS 技术和 ERDAS 遥感技术在长江水利委员会生根开花**

长江水利委员会 948 高新技术引进合作项目，经过近两年国内外调查与专家评定于最近与富融科技有限公司签订合作协议，全面引进美国 ESRI 公司的 ArcInfo 系列地理信息系统软件和 ERDAS 公司 IMAGINE 遥感图像处理系统。长委将利用引进的地理信息系统和遥感图像处理系统软件，对今后的防洪预测、抗洪救灾、灾后重建、堤坝建设，旱情监测等重大应用提供更加科学的预测与决策数据，建立一个完整的长江中下游地区防洪抗旱减灾地理信息库，使得各方面的工作更加完整、更加系统与科学化，能够圆满地完成国家下达的各项工作任务。可以说长江水利委员会与富融科技有限公司的合作已进入了长期、互惠互利的发展阶段。

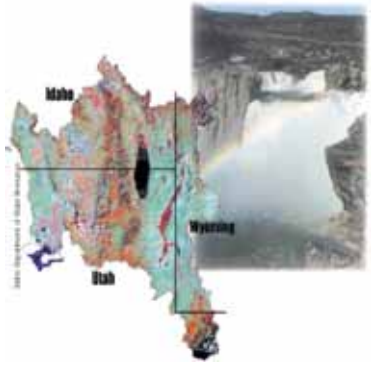
- **ESRI GIS 技术和 ERDAS 遥感技术在水利行业生根开花**

长江水利委员会 948 高新技术引进合作项目，在经过近两年国内外调查与专家评定于最近与富融科技有限公司签订了合作协议，全面引进美国 ESRI 公司的 ArcInfo 系列地理信息系统软件和 ERDAS 公司 Imagine 系列遥感图像处理系统。长委将利用引进的地理信息系统和遥感图像处理系统软件，对今后的防洪预测、抗洪救灾、灾后重建、堤坝建设等重大应用提供更加科学的预测与决策数据，使得各方面的工作更加完整、更加系统与科学化，能够圆满地完成国家下达的各项工作任务。可以说长江水利委员会与富融科技有限公司的合作已进入了长期的、互惠互利的发展阶段。

- **水利部遥感应用中心利用 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统 ArcInfo 地理**信息系统软件，建立了防洪减灾评估运行系统（一期），并在今年的抗洪任务中发挥了重大作用，完成了九批次遥感监测评估（五次航天遥感、四次航空机载遥感），取得了大量灾情信息及评估结果，并分批提交给国家防汛抗旱总指挥部和国务院办公室，为抗洪减灾做出了应有贡献。

应用介绍：国际应用

- **创建北美的水利模型**



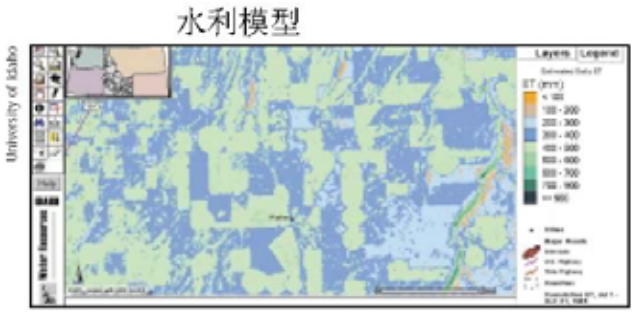
美国西部的大部分地区，水资源匮乏是生活的主要障碍。如，爱达荷州 2001 年降雪很少，炎热的气候加上很少的降水，在当年的中期其 44 个县中的 25 个就出现了严重的干旱。

爱达荷州水资源部（IDWR）负责其水资源管理，它是自然资源 GIS 的首要应用单位。但是水资源的匮乏和管理问题并不仅限于州范围内。Bear 河流是爱达荷州的主要水源，它覆盖爱达荷州、犹他州和怀俄明州共 7465 平方英里，约包含 470000 公顷的农作物和草地。爱达荷州水资源部只负责管理流经三州的 Bear 河流在爱达荷州的部分。而整个河流的管理部门则负责预测整条河流在每一州中每年水资源的耗损情况。

合作、图像和建模工具

在 2000 年中叶，Ratheon、Lexington、Massachusetts 和 NASA 以及 IDWR 和爱达荷州大学（UI）的生物、农业工程和土木工程系发起了一个项目，项目利用 25 个模型分析遥感图象，使用土地的表面能量平衡算法（SEBAL），这些方法使 IDWR 可以利用 ET（植被吸收蒸发造成的水分损失）精确地计算 Bear 河流被植被消耗的水份并精确制图。

ET 是紧跟降雨之后影响水份平衡的第二重要因素。IDWR 已经计算了 ET，但方法却费力且昂贵。IDWR 需要高效、经济的方法精确地预测 ET 并改进水资源管理的方法。



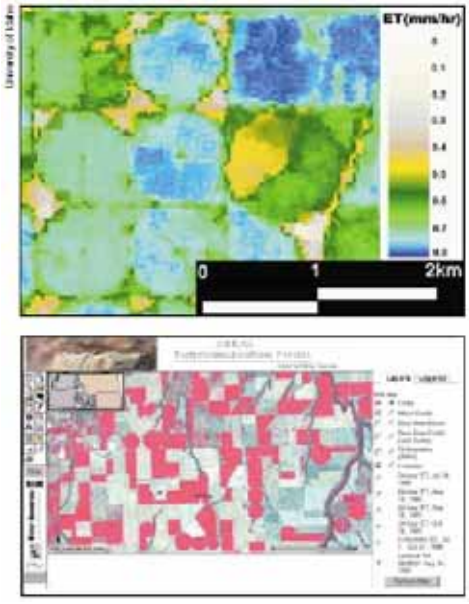
IDRW服务器上用ArcIMS发布的图像，显示用SEBAL和IMAGINE预测的季节ET值

“ET 可以很好地测量灌溉效率和水份散失总量，”UI 水资源工程教授 Dr. Richard Allen 说。“利用图像预测 ET 可以减少大量的野外调查和其它费时的工作……。”

爱达荷州项目是 SEBAL 首次在北美应用，这也是 Raytheon 地球观测系统数据和信息系统（EODIS）增强项目资助的九个工程项目之一。NASA 发起的活动使 EODIS 的数据和技术应用更广泛。

学习软件、运行模型

在 1980 年，沿 Bear 河流建立了五个气象站，在此之前国家气象局还建立了 11 个站。这些站收集太阳辐射、气温、风速、降雨和湿度数据。除此以外，沿河还有三个测渗仪直接测量每周的 ET。通过分析 1985 年的数据，当年的太阳辐射量很大，表明有可能获取无云的含有热红外信息的 TM5 影像。



根据表面能量平衡，SEBAL 估测了 ET 值。TM 波段 1-5，7 提供了短波辐射能量平衡数据。可见光和近红外波段可以提供归一化植被指数（NDVI），SEBAL 用它描述和预测与地表面状况有关的空气动力和能量平衡参数。TM6 波段提供长波辐射的能量平衡数据，此波段的信息也作为预测 ET 的限制因子。IDWR 的高级遥感分析员 Tasumi 在从 Bill Kramber 那里接受了为期一周的 ERDAS 培训，从 Bastiaanssen 那里接受了一周的 SEBAL 培训后，就可以建立与电子表格公式相似可视化模型。在项目的前段，Tasumi、Bastiaanssen 和 Allen 利用电子表格分析了大量的样本点，建立和实现决策模型，

运行模型、验证空间结果，开发最终模型。

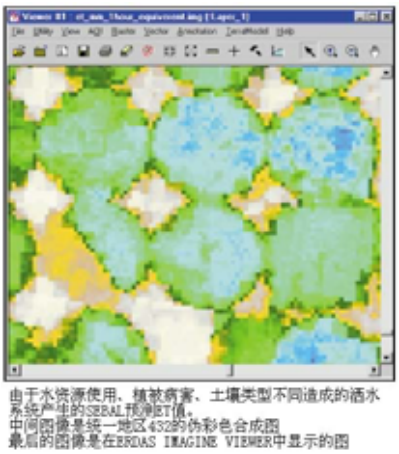
较好的信息

利用 SEBAL 和卫星图像，项目组可以演示、优化应用，并在时间/财政允许的范围内验证了可以直接计算总的 ET 流的地理图象方法。ET 数据为 IDRW 提供了高效的区域水资源管理工具，并可以得知到底有多少水资源可以补充地面河流系统。

“与只限于县范围的传统方法相比，现在我们可以以 30 米分辨率的图象计算 ET，”IDWR 的 GIS 主任说。“并且可以很容易累计，结果我们拥有了很高质量的数据集，而且很好用。”IDWR 第一次可以产生统一的客观数据，使不同应用的项目全部可以使用。Morse 希望数据可以广泛应用。

Allen 相信 SEBAL 的应用将扩展到美国西部，客观地解决河流的影响、灌溉水平和使用等问题——灌溉/水电、地下水回灌以及娱乐等。“大范围模拟水资源活动时使用图像和 SEBAL 是重要的进步。”

Bear 河流项目第一阶段工作与 2000 年 12 月完成，并因此获得了 IDWR 从州政府和 Raytheon 为其第二阶段工作申请的资金。第二阶段工作将于 2001 年一月启动，其目的是研究 Snake 河流平原的蓄水层问题。第二阶段的工作将使用 Landsat7 图象，AVHRR 图象，MODIS 图象，NASA 的图象等。


由于水资源使用、植被病害、土壤类型不同造成的洒水系统产生的SEBAL预测ET值。
中间图像是统一地区4328的伪彩色合成图
最后的图像是在ERDAS IMAGINE VIEWER中显示的图

第二阶段将继续对 IDWR 的 SEBAL 进行评价、完善，其主要目的有三：

- 帮助 IDWR 预测蓄水层下降，用 SEBAL 的 ET 结果与 IDWR 记录的从井中抽水进行灌溉的水量数据进行比较。
- SEBAL 的 ET 与测渗仪的 ET 数据全部集中到 UI Kimberly 研究站进行比较，以便定量地评估 SEBAL 对 Snake 河流平原农业 ET 的预测效果。
- 利用 Landsat7 和 Landsat5 图象， IDWR 将评估 SEBAL 方法对建立 Snake 河流平原底下水模型的作用。EarthSat Corp.、Rockvill、Maryland 做正射纠正的

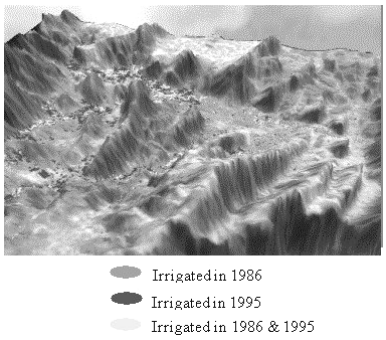
“今年是本州非常干旱的一年，Snake 河流平原的蓄水层负责灌溉 2 百万公顷的农业用地，” Kamber 说。“AVHRR 和 MODIS 数据计算的 ET 将帮助建模。”

第一阶段的图现可以在www.idwr.state.id.us/gisdata网站上获得，此网站是利用 ESRI 的 ARCIMS 建立的。第二阶段的图今后也将公布。IDWR 将利用 ERDAS IMAGINE 的 VirtualGIS 建立 3D 视图，以建立真实的景观和数据浏览。

- **寻找水源**

在也门，夏季是作物的主要生长期，此时主要依赖降雨和可提供相当于 10-30 厘米降水的灌溉措施辅助。昂贵的经济作物如蔬菜和水果常年种植，常年消费。在旱季这些作物需要相当于 50-100 厘米降水的水量。因而干旱的冬季对这些作物构成威胁。

20 世纪 70 年代和 80 年代，可以用于灌溉的水源主要来源于干涸河道低地的南部。过量开采地下水使低地的水源很快干枯，不能再作为降雨的补充。由于水源缺乏，灌溉作物趋于向干涸河道的北方迁移，在那里有更多的水源。



东方和非洲研究院、伦敦大学利用 ERDAS IMAGINE 进行研究，探测灌溉的迁移和评估水源情况。利用 ERDAS IMAGINE 高级但易用的图像处理功能，分别对 1986 年 1 月和 1995 年月 1，2 景冬季 TM 影像计算其 NDVI 和其它的植被指数，并进行比较。对这些图像的解译结果突出表现了植被的生长状况，进而可以预测水源情况。

ERDAS IMAGINE 的地形分析功能提供了对用于水利模型的高程数据的图形化模拟。这对生成坡度图像突出显示高程的变化以及对地形根据其陡峭程度编码并用不同的颜色显示非常有用。还可以利用产生的坡向图显示每一象素的坡向。坡度和坡向图对确定径流方向都有很大帮助，进而帮助确定适宜作物生长的充足水源的位置。

- **洪水监测**

利用 ERDAS IMAGINE，规划者可以确定高洪水危险区域，以减少损失和提高保险金额。

在 1993 年，美国的密西西比河、密苏里河、伊利诺斯河的洪水对财产和农业用地造成了很大的损失。因此需要快速探查洪水的范围，确定仍然受威胁的区域，通过设置防护措施和蓄滞洪水等措施防止进一步的损失。

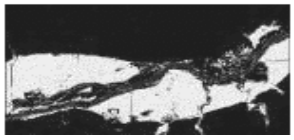
利用 ERDAS IMAGINE，两景陆地卫星图像（洪水前和洪水时）纠正到 state plane 投影系统以便精确测量受洪水影响的区域。



洪水前



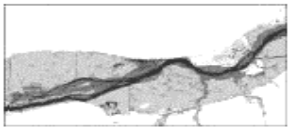
洪水中



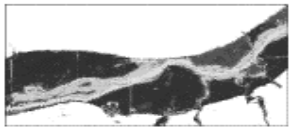
洪灾区

洪水前与洪水中图像的比较马上反映出洪灾的范围。

两景图像都利用监督分类的方法进行了分类，分离出水/陆地的边界，水位升高后还会淹没的土地等。这些信息可以帮助建立防范措施以减少进一步的损失。



土地利用分类



洪水危险评估

ERDAS IMAGINE 可以生成数字高程模型，因此可以清楚地确定受洪水威胁的地区。低于当前平均洪水位的地区全部划分为高危险区，这些地区需要采取紧急保护措施。洪水淹没区和高危险区域的土地价值数据是定量确定潜在经济损失的依据。这些信息对于保险计算和再保险确定保险的危险性非常有用。

以上这些充分显示了 ERDAS IMAGINE 实时应用的效益。

第二章 ERDAS IMAGINE 城市应用

应用介绍：国内应用

RS&GIS 在北京地区景观格局研究中的应用

吕洪利
北京信息技术应用研究所 100091

摘 要 本论文应用遥感（RS）技术与地理信息系统（GIS）技术定量地分析与研究不同尺度下的北京地区景观格局。利用GIS 中的各种空间分析技术，结合专家知识，对北京地区的生态环境梯度与干扰强度进行了区划，并在此基础上运用统计分析以及其它分析技术在中、宏观的尺度上对北京市不同干扰强度下景观格局的特征进行了分析，其成果对于北京市景观规划，城市生态环境规划以及城市规划具有重要意义。

北京及北京周边地区人为干扰强度大，变动频率高，人口增加迅速，道路交通，商业网点，居民区及工业增长快，其结果不仅使土地利用结构迅速变化，生态环境质量也日渐下降。景观生态研究主要是分析在人为和自然干扰条件下斑块镶嵌体结构的空间分布特征，演变过程，进而诱导其演变过程向良性生态系统过渡。随着计算机技术的发展，使用遥感和地理信息系统来定量地研究景观格局已成为一种趋势。本研究的目的在于利用遥感和地理信息系统技术来研究北京市的景观格局，定量地描述和分析北京景观格局的影响因子和现状，研究成果对于北京市景观规划，城市生态环境规划以及城市规划具有重要意义。

一、研究方法与技术路线

北京市有 18 个区县，面积达 1.68 万平方公里，其区域内地形地貌因子复杂，山区面积达到 62%，平原面积占 38%，由于经济发展不平衡，不同区域干扰强度不尽相同。根据北京地区的这些特点，以及景观规划、生态环境规划的要求，本论文采用宏观尺度（以全市为对象）与小尺度（以十三陵林场为对象）的点面结合方法，利用遥感图像勾绘景观分布图，并采集其他有关数据和资料，应用 GIS 建立了空间数据管理系统，同时应用空间分析技术和专家分类技术编制了环境梯度分布图、干扰强度分布图等专题图件，并在此基础上分析了不同干扰情况下北京市景观格局特征。

技术方案的工作流程为：搜集资料——>遥感图像处理及制图——>建立空间数据库——>确定分类原则——>选择主导因子——>对研究区的环境梯度和干扰强度进行区划——>分析生态环境与影响因子的关系——>分析不同干扰强度下景观格局的特征。研究的技术方案如图 1，其中主要用到的 GIS 空间分析技术有叠置分析、聚类分析、拓扑分析和空间统计分析等等。以下对这些空间分析技术的应用进行简单介绍：

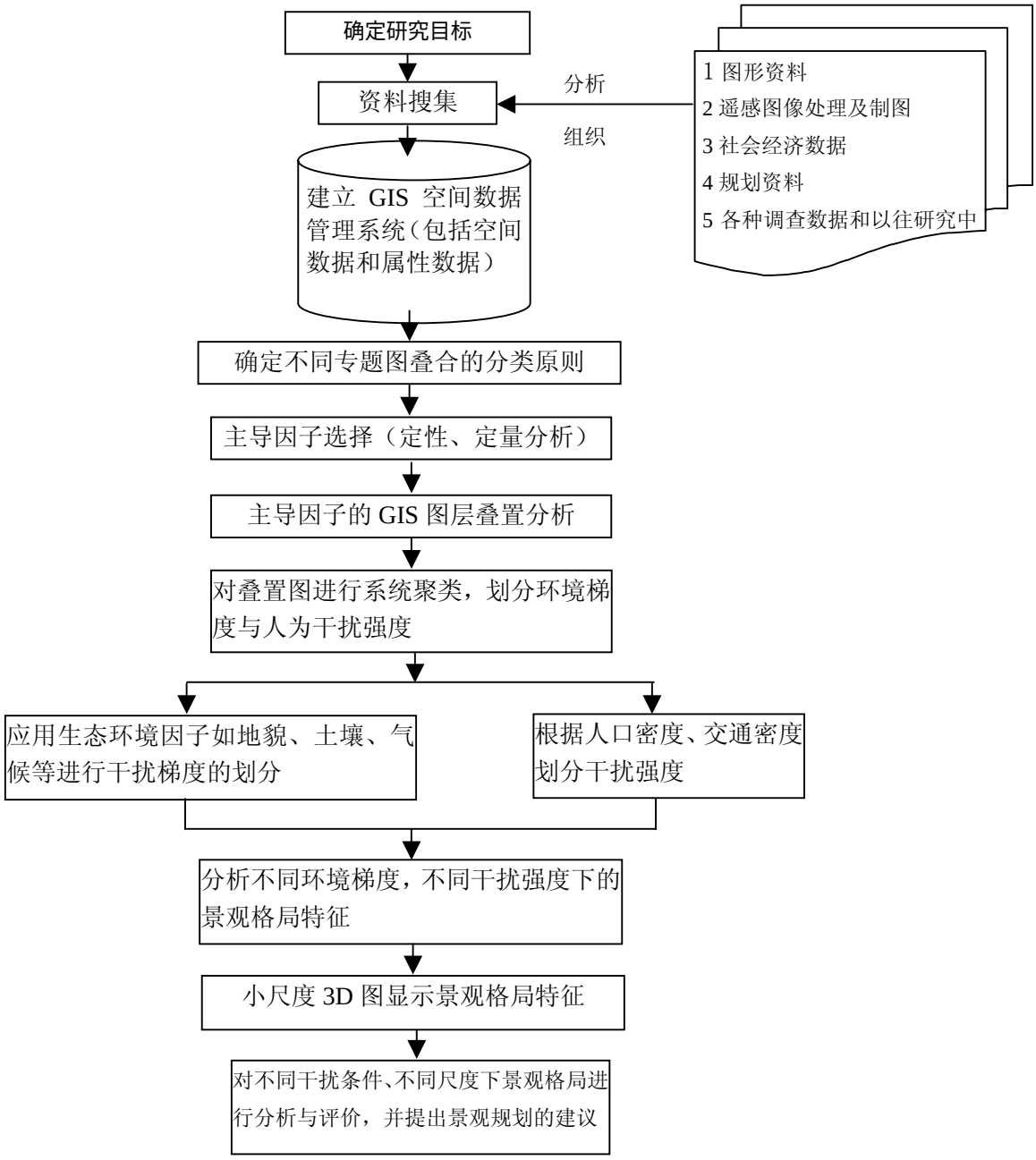


图 1 研究的技术方案

（1）叠置分析：

本研究中主要采用基于矢量数据格式的分析，如视觉信息叠置、点与多边形叠置、线与多边形叠置、多边形叠置等均有所应用。

如在划分生态环境梯度时，我们首先对其相关指标进行量化分级，然后运用多边形叠置技术将全市地貌图和土壤类型图叠置，在叠加图的基础上再将全市年平均温度图和年降水量分布图逐一叠加到图上，这几个因子作为分类层次的主导因子，分析叠置结果可以得出全市生态环境的宏观特征和类型的分布规律。此外，在本研究中还广泛应用视觉叠置技术，从而可以直观地看出不同图层之中景观要素间相互关系。

（2）空间信息分类

研究中通过叠置分析派生出大量新数据，但这些数据不能显示出很强的规律性，根据划分环境梯度或干扰强度的目的和原则对数据进行聚类分析，通过近似生态环境特征的聚类能够使得这些空间信息显示的规律性增强。本研究中我们采用的是系统聚类分析，经聚类得到北京市干扰等级区划图。

（3）拓扑分析

对整个北京市划分出干扰强度后，在此基础上计算景观格局指标，此时需要用到更多的 GIS 空间分析方法。如利用 GIS 缓冲区分析提取在某一类干扰强度区域上的景观要素；利用 GIS 对选出的斑块进行几何量测，提取其面积、周长，以及同类斑块之间的距离等指标，并对这些斑块进行景观格局指标计算和统计分析。

（4）空间统计分析

本研究中用到空间统计分析方法对原始空间数据及派生出空间数据进行常规统计分析，如对空间数据求均值、方差、总和、频数，并将原始空间数据和各种分析方法得到的中间结果用描述景观格局的数学模型来计算，得到各种分析景观格局的指标值，以揭示北京市在不同尺度或不同干扰强度下的空间格局。

二、研究实践

1、软件平台的选择

本研究涉及大量的空间数据，包括遥感图像数据、GIS 图形数据及其它数据资料，对其管理主要包括遥感数字图像处理、图形图像的输入、转入及属性数据的录入、编辑整理、检查验证，图形数据库和属性数据库的建立，查询，空间分析，制图等等。综合考虑实用性、经济性、方便性这几方面的因素，选用 Windows 操作系统平台下 ERDAS 为数字图像处理软件平台，Arcview3.2 作为 GIS 软件平台，并选用了 SPSS10.0 作为辅助统计分析的工具。Arcview3.2 具有较好的性价比，并且其空间分析功能、3D 分析功能等扩展模块可以增强其功能，扩展性好，是国内外桌面 GIS 中的佼佼者。从技术上看，Arcview3.2 以矢量空间数据结构为基础，对数据的管理采用多层信息管理模式，有利于空间分析，还能利用其二次开发工具 Avenue 和 Dialog Designer 根据用户的需要建立自己的扩展功能。

2、空间数据的获得

本研究使用了大量信息源，包括卫星遥感图像、各种专题图件与规划和调查资料。资料包括北京山区县 1996 年连续清查数据，北京市昌平区十三陵林场 1996 年二类调查数据，以及本实验室其它与北京市相关研究课题中所获取的图表资料与得出的结论，用于辅助分析北京市的景观格局。遥感图像为 1998 年 5 月经 ERDAS 数字图像处理的北京市 1∶10 万 TM 图像和十三陵林场 1∶2.5 万 TM 图像，专题图件包括 1∶60 万北京市地貌类型分布图、土壤分布图，1∶5 万森林资源分布图，1∶120 万北京市降水分布图、1∶120 万年平均气温图，1∶20 万交通道路分布图、1∶60 万人口密度分布图，1∶60 万水资源分布图，十三陵林场 1∶2.5 万森林资源分布图与 1∶1 万地形图等。

3、景观类型图的制作

景观类型图是从遥感影像图解译制作而成。根据目的、研究对象特点和遥感图像分辨性能，参考国内常用的土地利用现状的分类系统，以植被优势成分为主要依据划分景观类型斑块，建立了景观要素分类系统，并确立了相应的划分标准和遥感图像判读特征。根据遥感图像的采用目视判读的方法对北京市的遥感图像进行判读区划，清绘，制成景观要素斑块图，并且进行了部分地区抽样验证。在 GIS 软件支持下，经数字化、图形编辑、拓扑生成等过程并输入相应的属性数据，生成研究地区景观类型图层和相应的属性数据库。

4、空间数据库的建立和管理

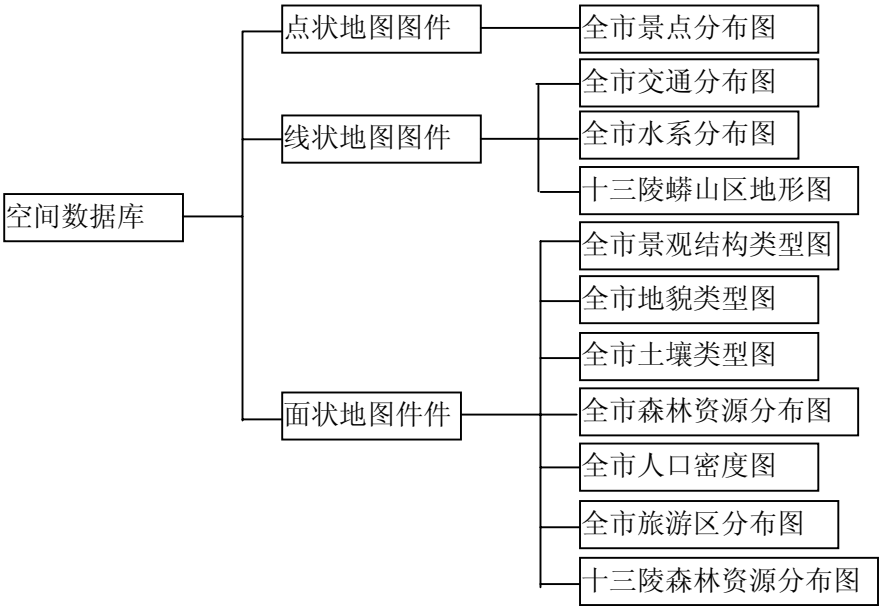


图2 北京市景观格局研究中建立的空间数据库

本研究中的各种图件资料经过数字化进入 GIS 系统，并建立其空间数据库（见图 2）。

5、分析北京市不同环境梯度与干扰强度下的景观特征

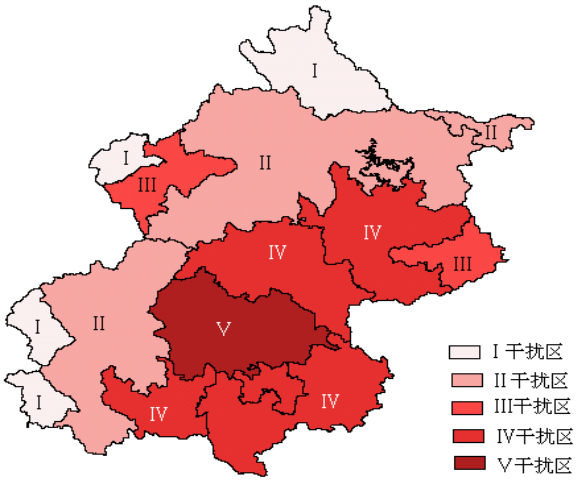


图3 北京市干扰强度区划图

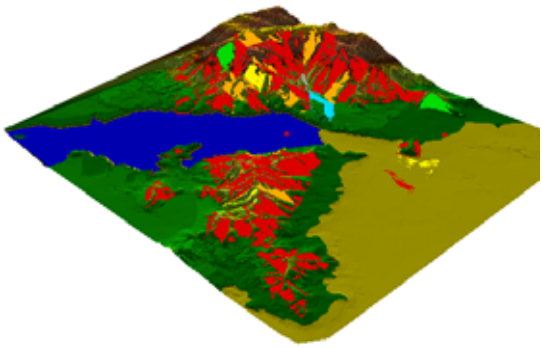


图4 十三陵部分地区森林类型三维分布图

本研究认为对于北京这样一个人地关系复杂的地域来说，不能单从某个角度进行分析，否则将失之偏颇，考虑到对北京地区的总体特征把握，分析的重点将放在宏观尺度分析上，在小尺度上对局部地区进行分析。在建立景观格局空间数据库的基础上，按照综合性、主导因素、科学实用和差异性原则，选取区划的主导因子，利用 GIS 空间分析中的叠置分析、拓扑分析和聚类分析，自然属性库分类并结合专家知识或经验进行合并的方法，区划出北京地区的生态环境梯度与干扰强度（见图 3）。在研究中将生态环境梯度划分为 22 类，将北京市的干扰强度划分为 5 类，分析了各类生态环境的特征，并在此基础上运用统计分析以及其它分析技术，结合各种景观生态学的数量指标，在中、宏观的尺度上进一步分析了北京市不同干扰强度下景观格局的特征。最后，运用拓扑分析、统计分析与 3D 分析等空间分析技术，以十三陵地区蟒山和汗包山分区为例，研究了小尺度情况下分析景观格局的技术与方法，并从三维角度分析了十三陵局部地区的景观特征（见图 4）。

7、结论

（1）应用空间分析技术研究景观格局是一种可行的方法与技术。以 GIS 空间分析技术不仅能够快捷方便地从景观格局空间数据库中提取各种有意义的景观格局信息，对景观格局特征有效进行分析，并且还能与遥感技术、GPS 技术很好地结合，准确快速地更新较大区域的信息，还可以根据需要选择表格、2D/3D 图等形式显示与输出分析结果，从而更好地揭示景观的空间格局特征。

（2）研究证明，利用叠置分析和聚类分析等空间分析技术研究生态环境梯度和不同干扰强度下北京市景观格局的思路是正确的，所作北京市干扰强度区划和生态环境梯度是合理的。

（3）在生态环境梯度、干扰强度分类的基础上，对北京市景观结构图按干扰强度分级中的区域进行景观结构分析，包括破碎化、异质化、斑块大小等因子与干扰强度的关系，从中看出人类对北京市土地类型的改造程度较大，人工景观面积占绝大多数，证明北京市受人为影响的程度较大，不同干扰强度下呈现不同的人类活动情况与植被分布变化等生态特征，具体指标分析略。

（4）通过本研究对北京市的景观格局分析，可以看出北京市远山区受人类活动的干扰较小，从远山区到城中心，人类干扰程度呈逐渐增大的趋势。平原地区主要以人类聚居处和农田为主，属于环境利用程度最大的区域。京郊山区主要分布有山地次生林，形成北京市的生态屏障，提供了多种生态服务功能，如水源涵养，保护生物多样性、水土保持、土壤肥力的更新与维持等等，对保护北京市的生态环境有着特殊的意义。

（5）在景观研究中使用 GIS 利用三维技术进行景观结构分析，将三维图与其它图的叠合可以得到直观有效的分析结果，也可以增加景观规划的功能，是一种值得引进景观格局分析的新技术。

三、问题与讨论

1、景观格局的动态分析不够：从长远的发展来看，应该结合多方面的调查，从内容和时间范围上扩充景观格局空间数据库，对北京市景观格局进行动态分析，以便采取相应的保护、恢复等措施。

2、应用空间分析技术研究景观格局的软件系统的集成程度和智能化程度不够高：在景观格

局综合分析中遇到的问题千变万化，很难预先估计出所有的问题和操作，许多地方还必须借助人的经验来判断，今后应建立专家知识库，以开发更具启发式的交互功能，得到各种可能综合分析结果，提高智能化的水平。

参考文献

[1] 肖笃宁，景观空间结构的指标体系和研究方法，景观生态学理论、方法及应用，中国林业出版社，1991：92～98。

[2] 龚健雅，当代GIS 的若干理论与技术，武汉测绘大学出版社，1999。

[3] 傅伯杰，黄土区农业景观空间格局分析，生态学报，1995，15(2)：113～120。

[4] 邱扬，张金屯，地理信息系统(GIS)在景观生态研究中的作用，环境与开发，1998，13（1）：1~4。

[5] 苏文贵，景观生态研究与地理信息系统，景观生态学理论、方法及应用，中国林业出版社，1991。

[6] 王让会，GIS 与地理分析，地理科学进展，2000，19（2）：104~109。

[7] Monica G. Turner and Robert H. Gardner, Quantitative Methods in Landscape Ecology: An Introduction, Quantitative Methods in Landscape Ecology, New York, Springer-Verlag, 1990a.

应用介绍：国外应用

• Ventura 城从图像中受益

1999 年，加利福尼亚的 Ventura 城开始优化其 GIS，方法是向其中增加地理图像。这次工作的经验将指导将来对数字正射相片数据库进行实时的维护。

Ventura 的实际名称是 San Buenaventura，坐落在洛杉矶北 70 英里的太平洋海岸。城市之西有太平洋和 Ventura 河，之南是 Santa Clara 河，北部是横断山脉的山脚，东部是 Paula 绿色地带的大片农地。城市面积有 21 平方英里，里面居住着 105000 人。海洋带给城市凉爽、地中海式的气候，这一气候吸引了许多人。1866 年建立的 Ventura 城是太平洋海岸最古老的城市之一。

GIS 项目：

1980 年经过对自动制图系统进行广泛的调研之后，选择了在 SUN 工作站上运行的 ESRI 的 ArcInfo 软件。

1999 年 Ventura 发起了“抓住未来”的活动，其目的是预测城市将来的景象并对综合规划的更新指明方向。与此同时一个顾问建议利用 GIS 和制图使城市的土地开发活动顺序化。出于对 Y2K 的关心，又有额外的资金用来更新 GIS。

作为更新的一部分，GIS 迁移到 NT 平台，增加了更多的桌面功能，向城市的工作人员展示了一个容易使用的新时代。城市也购买了 ERDAS IMAGINE 软件将图象与 GIS 结合。

图像决策：

每 5-6 年对城市航拍一次，制成了几幅 44*66 英寸用航片镶嵌的壁挂图向公众展示。但这些壁挂图不能在 GIS 中使用。这些图需要更新并转化数字形式。

为了证明数字图象的价值，首先获取了 11 幅新的 USGS DOQQ 图。这些图象利用 ERDAS IMAGINE 进行了镶嵌并投影转换为加利福尼亚的 State Plane 投影，利用 LizardTech 的 MrSid 软件压缩制成了 GIS 的第一幅图像数据层。

接下来，工作人员下载了 USGS 的数字高程模型并将图像叠上来显示正射纠正图象的价值，同时派生出其它 GIS 数据层，如：坡度、坡向、阴影地形以增强基本图层。两张 10 米的 USGS DEM 提供了城市 3D 模拟以及建模所需的细节。城市的全部图象从加拿大安大略湖渥太华的 Intermap 技术公司获得。

在最初的规划阶段设有一个区域公园，城市用 10000 美金制作了 1 英尺分辨率的全色数字正射相片，面积为 0.25 平方英里。尽管昂贵，但图像却显示其了在 GIS 领域中的作用。

为了替代 124 平方英里的彩色挂图，并将图象与 GIS 结合，需要分辨率小于 1 米的高分辨率正射数据。

通过深入调查其选项后，选择了维吉尼亚 TASC Chantilly EMERGE 的数字数据采集系统。TASC 提供了一系列的数字正射图象产品，不用地面控制或立体相对图象采集这些图象满足 1：10000 国家制图精度标准。2 英尺分辨率的彩红外图象利用 ERDAS IMAGINE 转换为自然色图像，这些图象为 GIS 分析使用也为显示绿色植被情况。

GIS 融合：

ERDAS IMAGINE 成功地将 USGS DOQQ 与 GIS 中使用的坐标系统结合。由于要与城市的矢量相适应，最初要将图像投影转换为需要的投影的工作并不成功。图 5 显示了以 USGS 图象作为参考时出现的偏移。当 EMERGE 以加利福尼亚 State Plane NAD27 的投影提供数据时问题就解决了。

获得的经验：

自从图象获取开始，大量小面积的重要改进项目都使用正射影像产品。GIS 的工作人员在项目的初始阶段准备可以传递的 GIS 数据格式，例如：地理调查和等高线。所有项目的航空相片都扫描了并包括全球定位系统或地面控制和相机参数。IMAGINE OrthoBASE 使用这些信息使原来不可用的影拷贝资料转换为 GIS 可以使用的图层。

在进行必要的更新前，获取的图像在今后 3-5 年将为城市服务，使用户可以有时间了解图像的价值。与图象获取和 GIS 维护有关的费用将由 Ventura 城的各个部门共同承担。图象与 GIS 的结合也帮助地方政府的决策制定者了解图像可以做什么以及其在明智的决策中的重要性。

随着对周围土地资源日益增长的压力和对发展规划兴趣的增强。地理图象及其提供的视觉效应在城市未来中将起关键作用。

第三章 ERDAS IMAGINE 测绘应用

应用介绍：国内应用：

- **ERDAS IMAGINE 获得测绘系统 DOM 生产准入**

2 月 23 日至 3 月 1 日，国家测绘局国土测绘司牵头，由黑龙江省测绘局组织在哈尔滨举办了一个范围广泛，用于 1:5 万 DOM 生产的遥感图像处理软件测评活动，富融科技有限公司代理的 ERDAS IMAGINE 软件在此次评比中从众多类似软件中脱颖而出，以其操作界面方便易用，易于客户化，纠正方法多(不仅可进行影像对影像，还可影像对地形图、对数字化仪及从键盘输入大地坐标)，镶嵌方法灵活多样，影像融合的算法突出，效果好；所提供的工种生产流程清晰而方便，适合于单片式区域性大规模生产，制作专题图方便等等优点而获得了专家的一致好评，成为 1:5DOM 生产的首选软件，也为广大用户提供了一个先进实用的、性能价格比最优的生产软件。

国家基础地理信息中心利用 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理软件在 1:25 万基础地理信息图库建立的国家重点项目中，将 DEM、矢量数据与遥感影像相结合，进行分类与三维动态显示分析，为领导引进正确决策提供了一目了然、身临其境的手段和方法。

中国测绘科学研究院利用 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理软件，在 95 重点科研项目中完成了基于栅格的珠江三角洲地区土地利用数据和动态监测系统，充分实现了遥感影像与 ArcInfo COVERAGE 数据的矢栅一体化分析解决方案。

第四章 ERDAS IMAGINE 农业应用

应用介绍：国内应用：

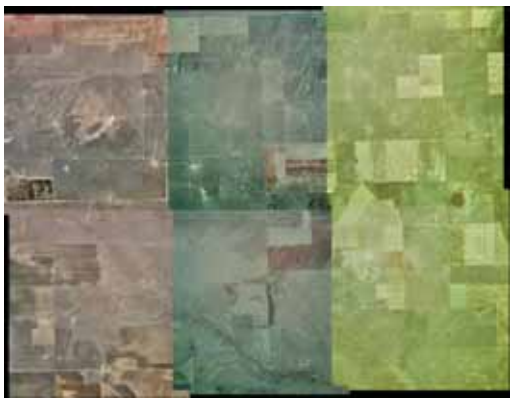
- **ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统用于农业遥感中心农作物估产项目**

近日，农业部遥感中心与陕西农业遥感中心经过国内外的考查调研及农作物估产应用领域的研究发展动态，经多方比较，最终选择了性能价格比最佳的 ERDAS 公司的 IMAGINE 遥感图像 GIS 软件，该软件具有世界上独一无二的专家系统分类器及图解建模工具，为图像的 GIS 分析与应用提供了方便与实用的工具。

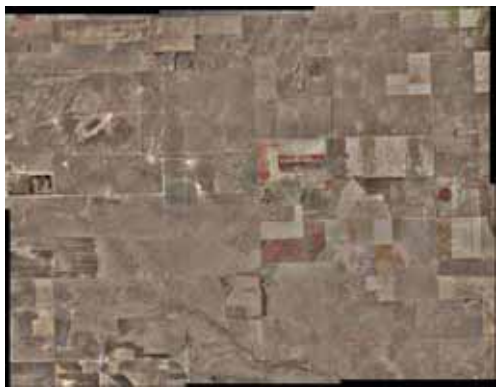
国产卫星传感器为广大用户提供最佳服务，中国资源卫星应用中心，年前与富融公司签约，购买了 ERDAS IMAGINE 和 ESRI 的 ArcInfo 系列软件，为国产卫星图像的广泛应用提供前瞻性的研究与示范，并为随后的应用提供优质的服务，该中心已完成了二个系列软件的培训，特会为广大用户提供国产卫星图像的全方位服务。

应用介绍：精准农业：

- 使用航空相片管理农业用地



三个不同时期获取得六个数字正摄影像图



使用 SOCET SET (Dodger)处理后的正摄影像图

影像提供：USDA Arial Photography Field Office (APFO)负责从各种来源收集数字正射影像、格式化影像和发送影像以供 USDA Field Service Centers 使用。

从帮助农场主进行环境保护项目到减少自然灾害，美国农业部农场服务署(FSA)帮助确保美国农业正确有效地发展。在本项目中，FSA 大大依赖于 APFO 的支持，APFO 保存了该郡大部分地区 1955 年以来时间间隔为 5 到 7 年的行摄影像。

1994 年，议会建立了一个本地化管理系统以使农场主可以参加联邦农业项目。为了具备使用联邦资源的资格，如借贷、服务和津贴，农场主必须保持与 USDA 一样正确的记录。在这个过程中，航摄照片可以作为一种参考工具简单且直观的反映农场细节，如种植面积、种

植种类、谷物的位置等等。该郡的农场主委员会依靠 APFO 的影像来提供它们的资格证据，并保持了准确的农场边界以及植被种类和数量的纪录。

一个利用现代地理空间技术的主要 APFO 项目就是管理以郡为单位的正摄影像获取。正摄影像是指已经被地理纠正过、在地理空间上可以准确代表地球表面的航空影像。由于气候和大气条件的影响以及飞机的转动和倾斜，没有经过正摄纠正的航空影像包括各种各样的扭曲，而正摄影像就是经过消除扭曲的处理的影像，它包括了一个影像的直观细节，而且与地形图一样精确。以前将原始影像作正摄纠正的过程是非常繁琐的手工操作，而现在有与高精度的数字摄影测量系统的发展，我们可以借助计算机完成这个过程。

正摄影像的实用价值非常明显：APFO 的 GIS 分析专家 Kent Williams 说，农场主可以简单地指着影像上的某一处说这种庄稼在这儿，农场边界在那儿等等。全数字化的正摄影像的更大作用就是它可以直接将农场记录输入一个自动化的可以存储和更新所有郡边界的 GIS 数据库系统。

在地区级有这样一种资源将简化和加速农场主的联邦应用过程，而且可以帮助更快地解决土地纠纷问题。APFO 创建和收集的正摄影像将用于稳定农场收入、保护土地和水资源、以及恢复受自然灾害影响的农场。其它正摄影像应用包括土地改良、城市规划、更新植被、环境分析、以及安全管理等。

APFO 开始集中在使用现代 GIS 数据库维护和管理约 6 年前有农业纪录的正摄影像。APFO 买了一套 Leica Geosystems 的 SOCET SET 数字摄影测量工作站和高精度的 Leica DSW200 航空胶卷扫描仪。FSA 文字农场记录已经实现自动化了。大多数正摄影像和航空照片还留在打印的或胶卷文件上。

目前 APFO 使用一个由 16 个 SOCET SET 数字摄影工作站组成的复杂网络系统来综合正摄影像和实现户内生产。APFO 也使用 3 个 Leica 航空胶卷扫描仪（2 个 DSW200 和 1 个 DSW500）数字化收集到的胶卷影像。DSW500，最强的和最可靠的扫描仪之一，可以直接扫描航空摄像机（如 Leica RC30）拍摄的航空胶片。使用 SOCET SET 的 ORIMA 进行空中三角测量，使用 PRO600 进行要素采集，您就可以获得全世界最好的数字摄影测量软件的功能。

大量 USDA 数字正摄影像是在国家数字正摄影像项目(NDOP)中获取的，APFO 利用政府以前收集的影像和新收集的影像来编辑所有郡的正摄影像。

生成整个郡的正摄影像的一个问题是一幅正摄影像往往只覆盖了一个郡的某个区域，这就要求调和不同时间不同系统收集到的影像。一些 APFO 收集到的某个郡的影像可能已经具有数字格式，但其它影像可能还在胶卷上。在这些情况下，APFO 首先使用 DSW500 扫描仪扫描胶卷，然后使用 SOCET SET 制作正摄影像。一旦该郡的所有的影像都输入 SOCET SET，就可以使用它做不同影像间的补丁匹配（patch match）和色调匹配（tone match），平滑异常并生成一幅无缝镶嵌图像。最后的结果就是覆盖整个郡的单幅正摄影像。

除了协助正在进行中的土地相关项目（如 FSA 庄稼监控）和日用品支持项目，APFO 还把航空影像提供给大量的其它政府机构和个人用户。APFO 存档的影像为很多领域的研究和应用提供了重要的历史参考，如林业、灾害反应和农业等。APFO 将把以郡为单位的制作完成的正摄影像公布给公众。APFO 主管 Ronald Nicholls 说，让每个 FSA 有每个郡的完整正摄影像将给农场主和其它机构提供巨大资源。

• ERDAS IMAGINE 协助农业资源调查、分析和管理

卫星遥感技术在农业部门经过 20 多年的应用实践，已经成为实现农业资源调查和动态监测必不可少的工具。作为主要数据源，遥感影像、航摄影像以及其它方式获取的影像在农业资源调查、分析和管理中起着非常重要的作用。ERDAS IMAGINE 作为世界上最先进的地理图像处理软件，是业界唯一的 3S 集成的应用系统，可以充分开发和利用各种影像上的农业用地类型的定量和定性信息，从而为农业资源调查、动态监测以及农作物估产等应用提供更准确、有效的信息，为全国，各省，重点城市的农业资源调查提供宏观监控的决策依据；同时，ERDAS IMAGINE 8.6 与 ArcGIS 8.3 直接紧密的集成（读取 ArcCoverage/Shape，创建编辑 coverage/shape，作为 ArcSDE 的客户端，调用起管理的海量数据（矢量和影像），大大提高了建立，使用和分析农业资源 GIS 数据库的效率，可以构建一个工作流程一体化和完整的应用系统。

使用 ERDAS IMAGINE 处理遥感影像、航摄影像以及其它影像，已经在以下几个农业应用领域发挥了重要作用：

1. **农业资源动态监测及农业规划：**使用 ERDAS IMAGINE 核心模块对遥感影像进行图像增强、分类，可以得到相应的农业资源分布图，然后对这些分布图进行叠加等处理，能够获取农业资源的变化信息，包括变化位置、面积等，帮助我们及时地掌握农业资源的时空变化和演变趋势，为农业生产、农村经济发展的宏观管理服务。同时，ERDAS IMAGINE 对遥感数据的分析结构还可以清晰的反应农业资源条件是否适宜，为因地制宜地指导农业生产提供科学依据，服务于农业结构调整。

2. **农作物长势监测和产量预报 / 精细农业：**使用 ERDAS IMAGINE 能够有效地进行农作物长势监测和农作物估产。（应用）

3. **草地资源与草畜平衡监测：**我国草地面积占国土面积的 30%以上，但畜牧业生产水平低、草地退化问题严重，遥感技术、地理信息系统技术和全球定位系统技术正在发挥着重大作用。ERDAS IMAGINE 凭着其完备的遥感图像处理功能和与 GIS 紧密的结合，为草地资源及草畜平衡的动态监测提供了巨大帮助。

4. **农业灾害检测结果，包括灾害影响的位置和面积：**IMAGINE 可以处理受灾区域灾前和灾后获取的影像，得到相应的受灾区域地物类型图，再进行叠加处理，得到受灾区域受灾前后对比情况，进行灾害损失评估。

值得一提的是，ERDAS IMAGINE8.6 的新功能区域帧采样工具可以利用多分辨率图像和采样统计技术对大区域进行农作物种植面积评估，它可以提高精度降低成本，非常适合于大范围的农业资源调查。

除了遥感专业分析以及为 GIS 准备数据以外，使用 ERDAS IMAGINE 核心模块还可以实现简单的三维景观观察，而利用 IMAGINE VirtualGIS 模块，通过输入 DEM、图像、矢量，3 D 模型以及其他信息，可以建立、显示研究区域农业资源分布三维景观并进行相关的分析。

星系精细农业服务有限公司利用ERDAS IMAGINE向农场主显示其农田中作物的变化范围。这使农场主可以有目的地改变施肥活动以便提高产量，避免浪费，获得最大收益。

SPOT 图像数据以及星系精准农业服务有限公司的作物变化数据，以适合农场管理的分辨率提供。将这些数据与其它传统方法获得的数据进行分析可以帮助农场主根据土地的不同状况调整农业投入。



图为 1996 年 6 月与农作物有关的土地图像，其上叠加了地块边界数据

数字产量图、卫星图像、土壤类型和营养图、作物和耕作历史等多种信息集成到地理信息系统中，经过处理形成作物活力图。将活力图输入决策支持系统，由经验丰富的用户交互操作产生费用、收益和附加值等信息的最终结果。作物的耕作变化模式根据作物和气象条件分为为永久、临时或有潜力耕作。

图片中显示的是几片土地的增强图像，其中红色代表高产量，蓝色代表低产量。

令人惊奇的是，分析结果表明作物生长好的地块的土地养分严重退化，这解释了作物的高强度生长消耗了土壤保存的养分。

利用实时 GPS，J&H Bunn 领导的施肥小组将肥料在精确的位置以精确的量布施来帮助农场主避免浪费和获得最大的收益。

- **影像技术满足葡萄园的管理需求**

从一开始，葡萄酒的增长就是科学与艺术的结合。在葡萄园管理中大量的使用遥感和 GIS 技术，对于改善效率，增加产量，生产高质量的葡萄有很大的帮助。

现在遥感再加上相应的各种处理工具帮助种植者识别长势、强调水质变化、查明葡萄园 的问题以及将问题与葡萄园地形相关。依据此结果，种植者较好地掌握葡萄园发生什么事以及为什么发生。

葡萄园管理者最早自 1993 年开始利用多光谱图象作为工具来管理葡萄园。在早期的应用中，利用红外相片来粗略反映植物长势。虽然浓密的植被在影像上显示明亮区域，但是浓密的植冠只告诉我们植物健康状况的一部分情况。

VESTRA 资源公司（位于加利福尼亚）利用 ERDAS IMAGINE 软件帮助种植者来标识营养供给不足、灌溉需求，规划收割策略以及追踪成本。通过结合多光谱影像和数字土壤类型图，灌溉类型图、高程图、根系存储图、无性繁殖图、营养供给图、病害图以及虫害图，种植者就可以建立一个从广泛视角看葡萄园所存在的问题的系统，从虚拟真实中掌握葡萄园的第一手资料。

历史沿革

将多光谱影像引进葡萄酒工业是在 1993-1995 年与 NASA 合作时引进的，葡萄根瘤蚜早期重点的葡萄树遥感分析（GRAPES）利用机载影像去检测由根瘤蚜造成的葡萄园损坏程度，1997 年均一化分割收获的树冠遥感分析（CRUSH）演示显示了影像在未遭破坏葡萄园中与葡萄酒质量相关的价值。

目前，NASA 也加入进葡萄树环境估计项目中（隶属于 NASA 技术用于葡萄栽培的集成成大项目）VINTAGE，项目开始于 1999 年葡萄生长季节，主要研究人员来自 NASA Ames 研究中心、加利福尼亚州立大学、加利福尼亚大学、Lawrence Berkeley 实验室以及 Montana 大学，协作单位有加州的 Robert Mondavi 酿酒厂，VESTRA 资源公司和非盈利组织海湾区域信息共享协会以及加州的 Mountain View。

将多光谱影像处理为标准差分植被指数影像（NDVI）是其中一种分析类型，它能使种植者从地理影像中提取信息。NAVI 分析了红波段与红外波段间在响应上的差别，而且其对植被冠叶区域指数高度敏感，是长势的一个指标。NDVI 还一定程度上补偿了改变照明条件、表面坡度、坡向、土壤亮度以及其他潜在混淆因子的影响。

利用 GIS、GPS 或正射影像，种植者能将多光谱影像与地面坐标相连接起来，允许他们将精力关注于较小的葡萄园地块。利用这些小地块所得到信息，种植者全面了解葡萄健康状况或在某一区域内的重点，从而将这些信息应用于不同的收获或灌溉模型中。

为了灌溉管理以及作为财产发展工具，葡萄园管理者每年都利用影像估计植被健康状况。它允许管理者去监测营养状态，开出灌溉处方，评估病害。长势不好的葡萄回减低叶绿素，从而在影像上探测到。葡萄园管理者随后去实地检查该区域以便确定其产生的原因。经过实地检查，管理者能利用影像画出受影响区域的准确面积，而不是整块葡萄园。

影像有利于表示出需要改善灌溉的区域。例如，葡萄园影像显示在山顶的重点，灌溉系统的现场检查表明葡萄树没有得到适当水分，葡萄园管理者然后就要调整灌溉量和时间，从而配合季节象和微气候条件。

已有能生产高质量葡萄的葡萄园影像数据还能为葡萄酒厂商提供道路服务，如寻找相同适当的葡萄园址，所需要的信息包括如土地类型和深度，受限制的坡度与坡向，及相应的海拔高度。黑白正射影像提供了显示这些土地要素的基本必要的地图。

谁在使用影像？

在 Robet Mondavi 葡萄酒厂，他的葡萄园技术经理 Daniel Bosch 参加 GRAPES、CRUSH 和 VINTA 项目，他使用多光谱影像针对不同收获量尽最大可能地得到葡萄的高质量和一致性，增加额外质量的葡萄酒成分，产生最大利润；他还利用影像取得了一致的作物工作量，做法是准确标识出发芽率或灌溉管理能够进一步改进的区域。

在 1982 年 Gordan Family Ranch(GFR)将 200 公顷胡桃种植转换为 merlot, 红葡萄酒的 sauvignon，Chardonnay 酒和 Zinfandel。1996 年 GFR 开始建立 GIS 系统同时使用数字影像---黑白正射影像和每年的多光谱影像---并结合地面数据，为土壤图、剪除权重、支架类型、生长信息以及灌溉时间。正射影像有助于建立一棵一棵计数葡萄树根系，繁殖选择和在园内位置的系统。

Ranch 雪湖的 David 和 Cynthia Orr 负责管理在加州湖县 1200 公顷的　　红品种（85%为红葡萄酒 sauvignon）的葡萄园。从 1998 年开始，他们种植了 600 公顷左右的 Cabennet Sauvignon 、cabernetfranc 、merlot 和 petite sirah 葡萄树，同时采用了 19 种土地类型。从这个发展项目的开始阶段，他们就使用了 GIS 和影像。“利用 GIS 和遥感影像，我能够由在计算机上进行虚拟管理中剔除高成本问题，特别的是在实施之前就可避免掉，节省了开支和劳力。” Davicl Orr 如是说。

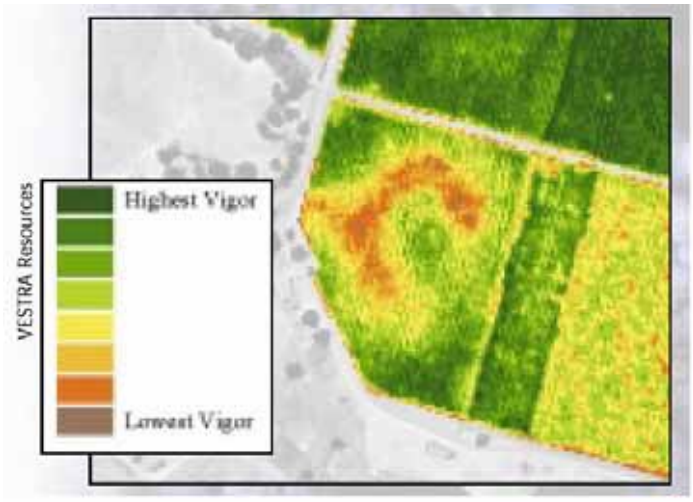
影像选择

不是每一个人使用多光谱影像都采用一样的方法。有些种植者用来管理其业务的　　方面，而另分一些人则它做有限的基础。随着高分辨卫星影像的发射成功与销售，葡萄园管理者将可有更多的选择，这里包括可靠的、更便宜多种途径的影像获取。

• ERDAS IMAGINE 帮助生产高质量的葡萄酒

一瓶价值 30 美元的葡萄酒和一瓶经过特别储藏价值 130 美元的葡萄酒会有什么不同呢？当然是葡萄的质量。

当越来越多的葡萄园污染加利福尼亚的山体时，要求使用加利福尼亚的 VESTRA 资源 GIS 和地理影象技术来改进葡萄酒的质量和浓度的呼声渐增。于是在这种情况下，VESTRA 用 ERDAS IMAGINE 来做可视化，、影象处理和分析，以便生产精确的、有价值的信息，使种植者可以马上用它来管理葡萄园。



这是新的葡萄园放大图。橘红色表示低洼地。
这些信息帮助葡萄园管理者调整他们的灌溉类型

葡萄种植者们希望手头有广泛的信息来高效地计划他们的收获时间和种植模式，监测植物的长势，跟踪疾病情况等。VESTRA 使用 ERDAS IMAGINE 处理影象，形成植被指数（NDVI），进行变更探测，正射纠正数字影象，卫星波段融合及其它的一些客户指定的影象分类。

在正射纠正过程中精确校准影象，影象中的信息与地面上的点相匹配可以帮助种植者确定每亩的植被量或是对土壤和植被类型进行比较。在影象校准之后，VESTRA 用 ERDAS IMAGINE 的 Model maker 建模工具建立一系列的模型程序。

“我们最少有 70%的时间在使用 Model maker，”VESTRA 资源探测影象分析家，Shlemon Youkhana 先生如是说。Youkhana 用 Model maker 建模工具建立了 NDVI，用以确定卫星影象上的哪个波段能产生必要的植被信息，把外业数据转换为叶面积指数，以通过葡萄树来进行单位预测，并且确定了如何操作 8 字节或单浮点数据才能够产生最好的影象效果。

“Model maker 建模工具可以使我们结合客户指定的标准快速地产生分类影象来提供他们所需要的信息，”Youkhana 说。“Model maker 建模工具帮助我们把精确的基于影象的信息融入现实世界中并使其具有意义。”

VESTRA 也在研究如何将外业数据，影象，和天气现象结合进 GIS 环境里面来支持指示器的预测模型，例如：叶面积指数和水的吸收模式。这些数据可以帮助种植者们更好的调整他们的灌溉计划，以及其它更有前途的应用。



这是带有等高线叠加的正射影像，它显示了新的种植方法，即种植者可以获得对葡萄树的种植管理

对 Snows Lake Ranch 葡萄园的管理者 David Orr 富有意义的是通过使用卫星影象，他的投资已经得到了商业上的回报。Orr 说：“我能够确定将来的问题或是潜在的损害。”

卫星影象改变了 Robert Mondavi Winery 收获葡萄的方式。在收获葡萄之前，葡萄园的技术管理者 Daniel Bosch 带着掌上电脑绕着葡萄园巡视。屏幕上是经过处理的多光谱影象，用来作为 NDVI 影象地理参照。他在 NDVI 影象上标记生长变化情况和葡萄园内应该收摘的地方。酿酒厂也使用传统方法来评价葡萄的成熟程度：果味，食糖取样，用滴定法测量酸度和 PH 值。可是现在，可以根据葡萄的实际成熟程度来有计划的收获远胜于整块地的收摘葡萄。

• IMAGINE 在澳大利亚精准农业中心

Tom Bishop 来自位于悉尼大学的澳大利亚精确农业中心，他正利用 ERDAS IMAGINE 进行其 PhD 研究。

Tom Bishop 的主要研究方向是利用辅助数据层（A）预测围场内土壤的精确变化，（B）对围场分带便于不同的管理。采用的辅助数据包括：数字区域模型、航空相片、产量数据及土壤电导率的数据。

Tom Bishop 的研究场地是北 NSW 内 Moree 附近的两个商业农场。这一研究的第一步是利用 ERDAS IMAGINE（栅格操作）及 ARC/INFO（矢量操作）建立农场地理信息系统。

目前，利用 LANDSAT 中红外波段进行土壤养分预测的研究成果令人鼓舞。

第五章 ERDAS IMAGINE 土地领域应用

应用介绍：国内应用：

陕北地区植被、土地利用类型遥感分类方法研究

刘安麟　李登科　邓风东　张京红　戴进
（陕西省农业遥感信息中心，西安，710015）

提要：利用 TM 遥感资料，采用计算机监督分类，对陕北黄土高原地区的植被、土地利用及植被覆盖度进行了大规模的遥感调查，并按 1：10 万比例尺将调查成果制图。对资料处理、分类模版构建、遥感分类、图像处理方法等进行了研究。对遥感分类结果进行了验证。使用 TM 影像进行黄土高原丘陵沟壑区 1：10 万比例尺的植被、土地利用及植被覆盖度调查与制图是可行的。能较真实带反映丘陵区的基本特征，基本上可以满足二级分类调查要求。

关键词：遥感调查　TM　黄土高原

1. 引言

在未来的西部大开发当中，生态环境的恢复与重建是一项十分重要的基础性内容。其中，退耕还林、植树种草是生态环境的恢复与重建的核心工作。这当中涉及到植被及土地利用的调查与规划。

陕西省地处我国西北地区的东部，总面积 20.56 万平方公里。其中，陕北黄土高原总面积为 10.64 万平方公里，占全省总面积的 52%。该地区干旱少雨且降水时空分布不均，土壤沙化及水土流失严重，植被覆盖率低下，生态环境恶劣并呈继续恶化趋势。这里是黄河中下游泥沙的主要源地之一。除自然原因以外，人类活动加速土壤侵蚀是造成这种状况的一个十分重要的原因。由于陕北地区经济与社会发展相对较为落后，以往的资源开发往往以牺牲环境为代价，这种非科学地开发活动对环境的破坏具有广泛的普遍性。因此被列为国家生态环境治理的重点区域之一。

生态环境的恢复与重建是一个规模宏大的系统工程，时间较长，投资巨大，见效较慢，这就要求对工程的规划应当有相当的预见性。我国西北地区地形地貌复杂，气候差异大，生态环境多样，土地可利用性和承载力较差。在此条件下，要科学而有效地进行生态环境建设，首先就要对当前生态环境状况进行详细的调查与了解，并在此基础上进行充分的科学论证与规划，以保证工程建设的有效实施。

生态环境状况的调查有着相当的难度和复杂性，这是由自然环境状况所决定的。因此，在实际调查工作当中，多种技术手段的综合运用是必然的。在目前的各种技术方法当中，利用卫星遥感技术进行生态环境状况的调查是一项令人瞩目的方法。近年来，随着计算机技术、通讯技术、数字化技术和光学技术的进步，卫星遥感技术水平已得到很大提高。卫星遥感技术的应用，可以克服传统调查手段高投入、长周期、低效率的缺点，进行快速、准确地区域资源与生态环境状况调查，提供全面、准确、宏观、直观的生态环境调查资料。这种特点与生态环境建设的要求是相适应的。

管海晏等曾利用 MSS 和部分 TM 遥感相片做过陕西省国土资源遥感调查，主要采用目视解译分类的方法，人工勾绘制图，成图比例尺 1：500000（部分图件 1：250000）。为充分了解陕北地区生态环境的现状，我们利用 TM 资源卫星遥感资料，采用计算机监督分类方法，对陕北地区 28 县的植被类型、植被覆盖度及土地利用类型进行遥感调查，覆盖面积 84000 平方公里。调查成果按 1：100000 比例尺成图。从前期对延安市宝塔区和安塞县的调查试验结果来看，精度基本令人满意。目前已将成果提交有关部门应用。

2．研究方法

2．1 遥感资料处理

调查的基准年份定为退耕还林（草）工程开始实施前的 1997 年。根据调查内容的要求，我们选购了 1997 年调查区域范围内植被生长季和非生长季（用于对照）Landsat-TM5 的全波段数字遥感影像作为调查所用的基础性资料。

首先是对遥感图像的几何精校正。我们采用经 GK 投影校正后的地形图作为工作底图，在 ERDAS 平台下对遥感影像进行计算机几何精校正处理，校正误差控制在一个像元之内。之后再进行拼接及镶嵌处理。图像分幅按照县级行政区划进行，即按照县级行政边界对图像进行裁剪，成果图像统一按照这种方式进行表达。

在陕西省生态环境建设工程当中，增加植被覆盖面积、改善植被覆盖状况、逐步减少水土流失为其主要的建设内容。因此，地表植被分布及覆盖状况成为本遥感调查的重要内容。由于植物叶片的叶绿素、内部结构和水分状况决定了植物的反射光谱特征。LandSat 上的 TM3、4、5 波段分别获取了这三种植物的有效信息。当 TM4、5、3 分别赋予红、绿、蓝三色合成假彩色图像时，所得到的图像色彩最为丰富，所含信息量也最大，有利于植物类型及其分布状况的判别。研究证明，TM4、5、3 是适合于植被遥感的较好的 TM 波段组合。基于以上理由，本项工作主要运用 TM4、5、3 波段合成的假彩色图像作各种分类的基础图件。

2．2 地理信息资料

基础地理信息采用全国 1：25 万基础地理信息数据库信息，主要利用边界层、居民地层和水系层。首先将各个层面进行拼接，再进行投影变换，投影格式与遥感图像的投影格式保持一致。文中所述各图像中的地理信息即基于此。三维分析采用 1：5 万 DEM 数据进行。

2．3 野外调查及训练样地的建立

野外调查的主要目的在于了解区内不同地貌类型区的植被类型及其覆盖度、土地利用状况，将分类系统规定的各类型在实际与遥感图像作对照，研究实际各类型在图像上的成像规律和影像特征，如颜色、形状、结构、阴影等。研究各种地类与周围地理条件的关系，为室内的判读分析建立起感性认识，并总结出应用TM影像判读各类型的直接和间接标志，以解决室内判读分类中的定性、定位、定量上遇到的一些问题。

在野外调查时，我们对所选调查点的植被类型、生长阶段、颜色、高度、植被覆盖度、土地利用类型、土壤状况等进行详细的调查和测量，并利用 GPS 测量相关的经纬度，其水平误差小于 15 米，这样其定位误差可以控制在一个像元之内，满足分类定位要求。

将各个合格的调查点作为初选的训练样地，供遥感分类时筛选使用。

3．遥感解译分类系统

构建遥感解译分类系统的总原则是：在国家或有关部门分类标准的规范下，根据解译对象的特点和要求，最大限度地使用遥感信息。以下分而述之。

3.1 植被类型分类系统

3.1.1 分类原则

（1）植被类型的分类能真实地反映出试验区范围内生态环境的变化，为本区农、林、牧的合理分区提供科学依据。

（2）与《中国植被》中的高、中级分类原则相一致。即在划分高级类型时，侧重于外貌、结构和生态地理因素，而在确定中级以下分类单位时，除考虑以上因素外，主要着重于植物种类组成。

（3）应适合遥感制图的特点。基本分类单位为群系（中级单位）。此分类单位主要以群落中主要层面的建群种为划分依据。

3.1.2 分类系统

根据以上原则，遥感调查区内植被分类系统宜采用一级，即植被型（高级），至于二级群系（中级）可根据遥感资料分辨率的大小再作进一步划分。按照延安市宝塔区实际出现的植被类型，本文采用的植被类型分类如表1所示。

表1　　植被类型分类表

分类	含义
1、常绿针叶林	侧柏林、松树林
2、落叶阔叶林	辽东栎林、山杨林、刺槐林、杨树、旱柳杂木林、村庄四旁杂木林（杨、柳、杜梨、榆、零星苹果树、枣树等与零星农田建筑结合）
3、落叶阔叶灌丛	狼牙刺、山桃、沙棘、黄刺梅、柔毛绣线菊、虎榛子、柠条
4、草原	铁杆蒿、茭蒿、长芒草、白羊草、百里香、星毛委陵菜、黄花蒿、沙打旺、紫花苜蓿
5、草甸	细叶苔草、荆三棱湿生草甸
6、农田植被	玉米、谷子、豆类、小麦、荞麦、糜子、油料作物（一年一熟）、蔬菜
7、果园	苹果、山杏、枣、核桃林

3.2 土地利用分类系统

3.2.1土地利用分类原则

（1）服务于资源清查和区域治理。在划分土地利用类型时，应能够较好地反映实际情况和土地利用的规律性，以及制图比例尺的可能性，便于使用。

（2）显示该区域的地理规律和土地利用特征：反映自然、经济、生产技术和社会历史等条件对土地利用的综合影响和不同地理条件的不同土地利用类型组合。

（3）与现行国家分类系统一致。本分类系统在高级分类上与农委颁发的分类系统保持一致，低级分类在考虑遥感影像解译能力的基础上与当地实际出现的土地利用类型相一致。

（4）发挥遥感信息优势。

3.2.2土地利用分类系统

国家土地利用分类系统的一级分类主要根据土地的用途和覆盖特征，二级分类主要依据土地的经营特点和利用方式，三级分类主要依据地貌特征和覆盖物的种类。依据国家土地分类系统、TM图像对土地利用状况的识别能力以及分类区域当中实际出现的土地利用类型，本工作当中的土地利用分类至二级，共计12类。限于篇幅，表略。

3.3 植被覆盖度划分

本文所采用的植被覆盖度以下式表示：

$$P = \frac{Pt}{Pf} \times 100\% \qquad (1)$$

式中，Pt为植被冠层水平投影面积，Pf为植被分布所占土地水平投影面积。其含义为制图区域内植被分布的密度，是确定植被资源（森林资源、草场资源等）和土壤侵蚀程度的重要参数。植被覆盖度用百分数（%）表示。按照植被生长状况和覆盖面积大小划分为六个等级，即：大于90%、70-90%、50-70%、30-50%、10-30%、小于10%。

4．遥感解译

本项研究以土地利用分类为主，考虑到植被类型分类和植被覆盖。根据 TM 资料的光谱分辨能力，尽量划分更多的类型，最终分别综合合并，制作分类专题图。整个遥感解译在 ERDAS 平台下，采用监督分类的方式进行。

4.1 训练样地筛选和分类模版的建立

首先根据解译对象的分类要求，对初选的训练样地进行筛选。在野外调查后及熟悉了全区土地利用状况的基础上，根据地物的光谱特性和样区土地利用特征所建立的标志特征，直接在图像上读，并选取各种地类的感兴趣区域（AOI），在此基础上构造遥感解译模版。在图像预分类的基础上，分别依据植被和土地利用类型分类系统进行综合合并，构成植被分类和土地利用分类专题图。进行遥感监督分类。

需要说明的是，在黄土丘陵沟壑区，梁沟地貌十分明显，故在分类过程中采用对同类别的多种影像（如阴坡、阳坡）进行各种训练，再合并为一大类。

在进行植被覆盖度的遥感分类时，不能直接采用假彩色影像进行。研究表明，归一化的植被指数（NDVI）与植物生长量和植被顶冠密度有关。因此，我们首先做出遥感解译区域内的 NDVI 图像，作为构造植被覆盖度遥感解译模版所使用的基础图件。再根据野外调查时实测的植被覆盖度数据，建立分类模版。NDVI 算法如下：

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \qquad (2)$$

式中，IR 为红外波段，R 为红光波段。

在构造分类模版时，我们先进行了大量的试验性分类，对产生的模版按实际情况合并、变更和删除，并采用各种统计方法对模版进行评价，以确定各分类模版的代表性。

4．2 遥感分类

遥感分类采用最大似然法作为有监督分类的参量规则（MAXIMUM LIKEHOOD），分类方程如下：

$$D = \ln(a_c) - [0.5\ln(|Cov_C|)] - [0.5(X - M_C)T(Cov_C{}^{-1})(X - M_C)] \qquad (3)$$

式中，D 为加权距离；X 为象素的测量矢量；M_c 为类型 C 的样本平均矢量；a_c 为任一

象素属于类型 C 的百分概率；Cov_C 为类型 C 的样本协方差距阵。

分类完成以后，将分类后的图像进行拼接处理，并进行滤波处理，消除噪音、平滑类界，进行制图综合，然后叠加行政边界、制作图例、添加注记等，完成成果图件。

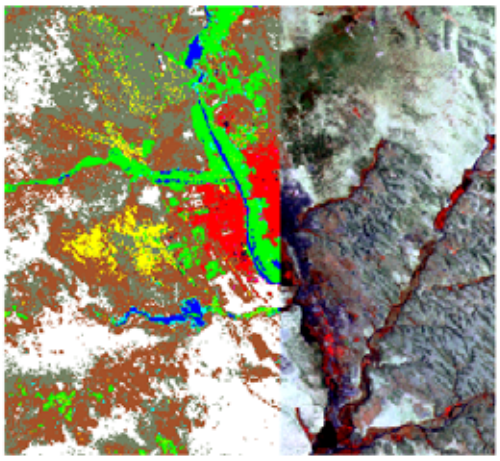
4.3 精度控制

4.3.1 遥感图象几何精矫正精度

采用多项式纠正法，将遥感图象纠正到 1：10 万的国家标准地形图上，其系数是通过最小二乘法的原理确定的，当 GCP（Ground Control Point——GCP）点的个数大于（n+1）（n+2）/2（n 为阶数）时拟合曲面所反映的只是一种拟合趋势。我们在实际纠正过程中选择在图象中均匀分布的 14-15 个 GCP 保证了误差较大的点对整幅图象的影响不会很大，而且每个点的最大误差不超过 30M 即 1 个象元。

4.3.2 遥感分类精度控制

分类采用了最大似然法，通过野外调查资料以及部分其他资料和判别者的经验等确定了分类模版，然后根据模版对研究区域进行分类。模版各项的选择是根据国家土地利用分类标准以及图像的分辨率决定的。利用 ERDAS 的模版评价工具，我们可以对模版进行评价。类别的可分离性是计算任意类别间的统计距离，这个距离可以确定两个类别之间的差异程度。也可以确定在分类中效果最好的数据层。类别间的距离是指：欧氏光谱距离、Jeffries-Matusta 距离等，我们在实际中采用的是欧氏光谱距离，对模版的评价表明，经筛选建立的各个分类模版均保持有足够的欧氏光谱距离，即可以很好地按照模版把各类地物分离开来。图 1 是遥感图像与分类结果图像的对比情况。



（分类图像）　　（遥感图像）

图 1．榆林城区附近分类土地利用分类结果与遥感图比较

5．遥感分类结果

我们将部分地区的遥感调查结果与同年地面人工进行的土地利用详查结果进行了比较。主要类型如耕地、林地、草地等面积与分布和统计结果是非常接近的，它们的相对精度超过了95%。国土面积相对误差仅为 0.02。图 2、图 3 分别为陕北地区植被类型、植被覆盖度的遥感调查结果示意图。该图正确地反映了陕北黄土高原地区植被的分布状况。而植被覆盖度在很大程度上反映了这个地区土壤侵蚀和水土流失的状况。



图 2　陕北地区植被遥感分类图

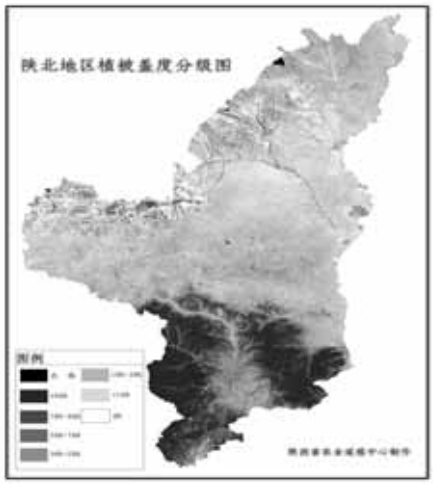


图 3　陕北地区植被覆盖度遥感分类图

6．结语

使用 TM 影像，采用计算机监督分类的方法进行黄土高原丘陵沟壑区 1：10 万比例尺的土地利用现状调查与制图是可行的。30 米分辨率的 TM 图像对破碎的黄土地貌进行了自动综合，能较真实带反映丘陵区的基本特征，TM 图像调查基本上可以满足二级土地利用现状的分类调查要求。

使用精加工处理的 TM 图像，平面位置精度可以满足 1：10 万比例尺专题调查制图的精度要求，可直接在 TM 图像上判读制作土地利用类型模板，利用计算机进行监督分类和面积统计，方便地叠加各种地理信息，灵活地输出不同比例尺的电子图件或打印输出硬拷贝，可以减少传统的人工转绘程序，提高工作效率和制图精度。

在分类当中，相对精度较差的类型是居民点及工矿用地、交通用地和水域，这主要是由混合像元问题而引起。处理此类问题，在混合像元处理的理论和算法上还有待进一步改进。

参 考 文 献

[1] 王正秋，浅谈黄土高原生态环境建设，《中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会文集》，四川科学技术出版社，1999，453-454

[2] 吴钦孝等，黄土高原水土保持目标及其实现对策，《中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会文集》，四川科学技术出版社，1999，275-277

[3] 管海晏等，陕西省国土资源遥感应用研究，煤炭工业出版社，1994

[4] 李登科、刘安麟等，延安市宝塔区植被、土地利用类型遥感调查，中国气象学会2000学术年会论文集，气象出版社，2000

[5] Tucker, C.J., J.A.Gatlin, and S.R.Schnider, 1984:Monitoring vegetation in the Nile delta with NOAA-6 and NOAA-7 AVHRR imagery.Photo. Eng. Remote Sens., 50,53-61

[6] Schneider, S.R., D.F.McGinnis, Jr., and G.Stephens, 1985:Monitoring Africa's Lake Chad basin with LANDSAT and NOAA satellite data. Intl. J. of

Remote Sens., 6(1), 59-73

- **卫星遥感技术用于土地资源的动态监测**

为贯彻《中共中央、国务院关于进一步加强土地管理切实保护耕地的通知》，从宏观上把握土地资源的动态变化状况，受国家土地管理局和河南省土地管理局的委托，中国测绘科学研究院近期承接完成了河南省土地遥感动态监测工程项目。

本次监测范围覆盖河南全省，以完整的地(市)级行政辖区为独立监测区，以完整的县级行政辖区为统计单元，全省共计有 18 个地级监测区。采用了两个时相(1991 年，1997 年)、覆盖全省的陆地卫星 TM 影像，共计 24 景影像。

在每一个监测区，分别对两个时相的卫星影像数据进行处理，获行了以县级行政辖区为单位的用地状况，包括农用地、非农建设用地和未利用土地等，共计 9 类，并重点对城镇建设用地和农村居民点的扩展程度及其占用耕地的情况作了定位、定量的监测。这次项目的实施是基于美国 ERDAS 公司 IMAGINE 遥感图像处理软件和 Arc/Info 软件，充分利用了其简单、易用、灵活的增强、几何纠正(包括航片正射纠正)、多幅影像镶嵌、分类功能，以及与 GIS 的高度集成性，使测绘研究院摄影测量与遥感研究室。用了不到 5 个月时间，完成了河南全省的监测任务，制作了大量的图件、图册和统计图表，及时为土地管理部门提供了较为客观的管理决策依据。有关成果见 98 最近一期《遥感信息》杂志。经验表明，采用工程化的组织形式，运用卫星遥感技术进行土地资源的动态监测是有效、可行的。

应用介绍：国际应用：

- **ERDAS IMAGINE V8.6—建立国土资源管理 GIS 的高效助手**

在当今土地利用动态监测领域中，卫星遥感已经成为实现高效动态监测必不可少的工具。遥感影像、航摄影像以及其它方式获取的影像作为 GIS 系统中的重要的数据源之一，也在土地利用动态监测中起着非常重要的作用。ERDAS IMAGINE 作为世界上最先进的地理图像处理软件，是业界唯一的 3S 集成的应用系统，可以充分开发和利用各种影像上的土地利用和土地覆盖类型信息，从而为土地利用动态监测提供更准确、有效的土地利用变化的信息，为监测全国，各省，重点城市的土地利用变化提供宏观监控的决策依据；同时，ERDAS IMAGINE 8.6 与 ArcGIS 8.3 直接紧密集成，可以读取、创建和编辑 Arc Coverage/Shape，作为 ArcSDE 的客户端，调用且管理海量数据（矢量和影像），大大提高了建立，使用和分析 GIS 数据库的效率，可以构建一个工作流程一体化和完整的应用系统。

一． 系统介绍

ERDAS IMAGINE 是美国 ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统。它以其先进的图像处理技术，友好、灵活的用户界面和操作方式，面向广阔应用领域的产品模块，服务于不同层次用户的模型开发工具以及高度的 RS/GIS/GPS（遥感、地理信息系统、全球定位系统）集成功能，为遥感及相关应用领域的用户提供了内容丰富而功能强大的图像处理工具，代表了遥感图像处理系统未来的发展趋势。同时，它与 ArcGIS 系列产品的数据与基本功能紧密集成，不需数据转换二者可相互显示、查询、检索、编辑各自的相应数据。如果 ERDAS IMAGINE 再加上扩展功能，还可实现 GIS 的建立拓扑关系、图形拼接及专题分类图的二者相互转换。节省了工作流程中让人头疼、费时费力的数据转换工作，可大大提高工作效率。

ERDAS IMAGINE 是以模块化的方式提供给用户的，可使用户根据自己的应用要求、资金情况合理地选择不同功能模块及其不同组合，对系统进行剪裁，充分利用软硬件资源，并最大限度地满足用户的专业应用要求。ERDAS IMAGINE 面向不同需求的用户，对于系统的扩展功能采用开放的体系结构以 IMAGINE Essentials、IMAGINE Advantage、IMAGINE

Professional 的形式为用户提供了低、中、高三档产品架构，并有丰富的功能扩展模块供用户选择，使产品模块的组合具有极大的灵活性。同时购买成本也可大大降低。



图 1：ERDAS IMAGINE 8.6 界面

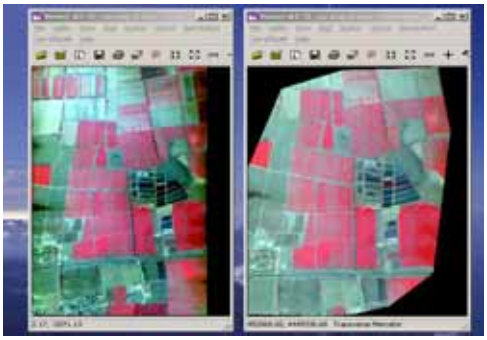
ERDAS IMAGINE

Viewer	二维图像、矢量数据、专题数据显示。三维图像显示 GLT 包含丰富、方便的解译、增强、智能显示工具。
Import	支持 90 种图像以及矢量数据格式的输入和输出及双向转换，支持多种格式图像文件直接调入。
Interpreter	卷积、边缘增强、LUT 匹配等、FFT 分析、纹理分析、图像 GIS、地形分析和各种面向专业应用的滤波器、光谱变换、高光谱图像的处理。
Catalog	图像库及图像信息管理包括与矢量地图结合的图像库索引查询、管理和存取。 借助 ArcSDE 可以访问数据库中的图像矢量信息。
Classifier	提供多种分类、特征信息提取工具。分类的后处理、优化及精度评。提供价专家分类器、知识库建立工具、帧采样以及超光谱分析工具。
Composer	专业制图工具。所见即所得，制图方便、快速图中可有多个图像、矢量、表格，注释方便。
Modeler	一个面向目标的图形模型语言 SPATIAL MODELER 使用户可设计高级的空间模型功能。
Vector	矢量数据的显示、编辑查询。图层的拷贝、删除等。
Radar	雷达分析工具（纹理分析，与多光谱数据的融合，斜距到地距的纠正等）。
DataPrep	几何校正、图像镶嵌、投影转换、形成 DEM 等。
VirtuGIS	三维演示、分析、真实景观模拟。
OrthoBase	区域数字摄影测量，空三计算，立体模型建立，正射纠正，（生成数字地形模型）。
StereoAnalyst	在立体环境中提取 3D 信息，包括点、线、面以及属性。
SubPixel	利用中低分辨率多光谱图像，提取混合象素中的感兴趣地物
OrthoRadar	雷达影像的正射纠正

图 2：为其相应图 1 的基本模块和部分扩展模块及功能。

二、应用解决方案

使用 ERDAS IMAGINE 处理遥感影像、航摄影像以及其它影像，可以生成以下用于建立土地利用动态监测的精确影像/GIS 信息：



1. 生成地理配准的高清晰遥感影像层

使用 ERDAS IMAGINE 核心模块对遥感影像进行地理配准和图像增强，融合等处理手段，可以生成具有地理空间坐标的遥感影像，作为影像数据层输入 GIS 系统中。还可以快速高效生成正射纠正的高质量卫星/航摄影像层。

2. 利用立体相对生成 DEM 层

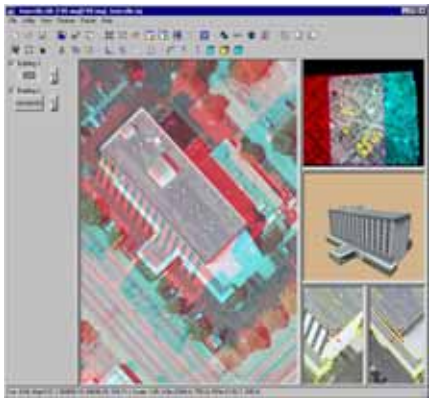
IMAGINE OrthoBASE Pro 除了可以对卫星影像和航摄影像进行高精度快速的正射纠正，还可以利用立体像对直接提取 DEM 数据。此外，ERDAS IMAGINE 核心模块也可以利用已知的坐标数据采用不规则三角网格内插出相应的数字高程模型 DEM。



3. 直观的土地利用分类层

IMAGINE 核心模块不但提供了种类齐全的分类算法、分类后精度评估工具，还提供了大量的分类后处理工具以提高分类精度。经过高精度分类处理后的具有地理坐标的土地类型分类图，可以直观的反映各种土地利用类型的范围和位置。

4. 土地利用类型矢量层



ERDAS IMAGINE 核心模块可以直接矢量化 Viewer 视窗中的影像内。为了实现与各种 GIS 平台的接轨，IMAGINE 提供了一个高效的扩展模块——Vector 模块，它直接采用了 ArcInfo 的 Coverage 数据结构，能够方便地建立、显示、编辑和查询 ArcInfo，完成拓扑关系的建立和修改，还可以将分好土地利用类型的专题影像经栅格/矢量直接转换为 ArcCoverage/Shape，从而作为更新 GIS 数据库或者 GIS 中数据层之一。

如果您需要直接从立体相对上提取土地利用类型的 2D 或 3D 信息，IMAGINE 还提供了 Stereo Analyst 立体分析扩展模块。该模块直接运行在 ESRI ArcGIS V8.3 上，可以直接更新 Geodatabase 中的数据。

5. 土地利用类型变化检测结果，包括变化的数量和位置

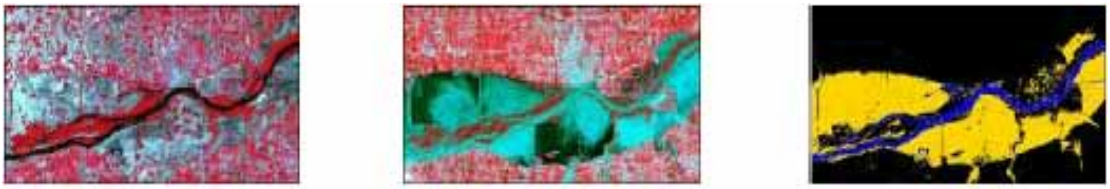
使用 IMAGINE 不但可以处理不同时间获取的影像，得到相应的土地利用类型分类图，还可以对这些分类图进行叠加等处理，获取土地利用动态变化信息。



时像 1 *时像 2* *变化监测结果*

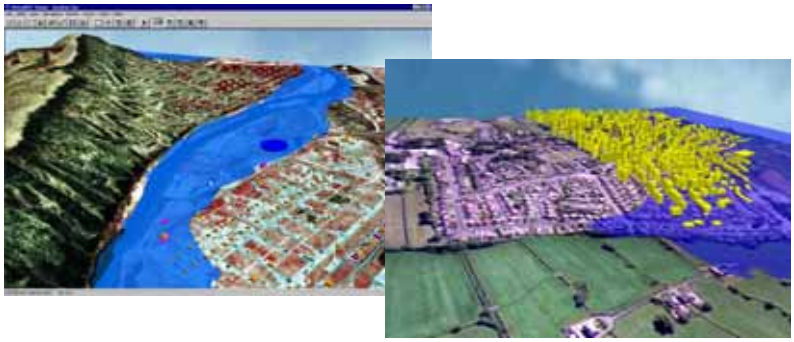
6. 特殊年份受灾害区域检测结果，包括灾害影响的位置和面积

IMAGINE 可以处理受灾区域灾前和灾后获取的影像，得到相应的受灾区域地物类型图，再进行叠加处理，得到受灾区域受灾前后对比情况。

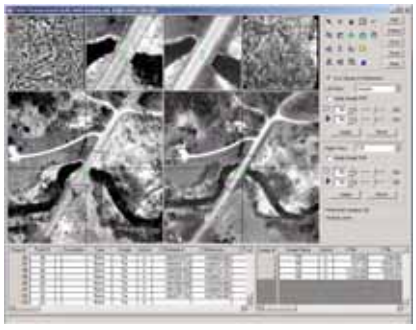


7. 三维可视化

除了遥感专业分析以及为 GIS 准备数据以外，使用 ERDAS IMAGINE 核心模块还可以实现简单的三维景观观察，而利用 IMAGINE VirtualGIS 模块，通过输入 DEM、图像、矢量、3D 模型以及其他信息，可以建立、显示和分析研究区域土地利用类型三维景观并进行相关的分析。



- 使用 ERDAS IMAGINE 进行 Wisconsin 州未来土地利用规划



上图为在 ERDAS IMAGINE Viewer 中选择地面控制点（GCP）。为了遵循 Wisconsin 州通过的“smart growth”立法，州委员会计划使用 IMAGINE OrthoBASE 更新其 10 个郡的土地利用总目录。

这个 IMAGINE Viewer 中显示了 Waupauca 郡的影像。Waupauca 郡是未来土地利用规划项目中已经完成了地理配准的两个郡之一。

Wisconsin 州 Winnebago 郡的当地居民在 Fox River 河中划船。一旦 Wisconsin 中东部郡的土地利用总目完成，委员会将依照“Smart Growth”的指导方针确保居民能够继续享受这样的娱乐活动。



正如美国的其它州一样，Wisconsin 州也存在一个逐步扩大的问题：现有的土地利用趋势不再能从社会、经济和环境等各个方面满足人们的需要了。各州对城市中遗弃的基础设施的经济损失和社会损失的质疑越来越强烈，但是还在重复建设。现在人们对日益增多的乡村城市化、乡村特征丢失、以及这些对农业经济和休闲机会造成的影响的关注已经变得非常普遍。

1999 年 Wisconsin 州通过了该时期最具雄心的土地利用立法，称为“Smart Growth”，它强调政府间合作的重要性，重点是限制城镇蔓延和促进土地利用。虽然“Smart Growth”有很多种定义，但是一般来讲它是指优先改善服务性设施，如已存在社区或其附近地区的学校、道路、住房和交通，而不鼓励在空旷的乡村地区建设新的房屋、商业开发和公路。

“Smart Growth”立法要求，从 2010 年 1 月 1 日开始，任何当地政府单位的影响土地利用的项目或行为都必须与已采用的综合规划相一致。这项立法确立了 14 个当地土地利用目标，各团体在制定政府资助的综合规划时必须考虑这些目标。

Wisconsin 州中东部区域规划委员会（Menasha， Wisconsin， USA）在 20 世纪 70 年代早期就已经有一个区域规划。然而，近来的 Smart Growth 立法建立了新的综合的、明智的发展标准，已有的区域规划应根据这个标准修改。

区域综合规划过程的一个关键部分就是更新区域土地利用总目。由于委员会均使用航摄相片作为其它规划过程（如休闲和开放空间规划）的输入数据，他们决定使用地理制图软件进行项目的数字化，使用正射影像作为参考。

Leica Geosystems 的 IMAGINE Advantage 和 IMAGINE OrthoBASE 正被用来对四个郡进行完全的地理配准，包括从处理航摄相片到正射纠正图像的所有过程。其余郡已有的正射航摄相片也可以应用到这个项目中。

委员会配备了以下装备来启动项目：

- 各郡的数字格式的正射影像（由其它方提供）
- 需要配准的数字格式的原始相片
- 相机校准报告
- 项目信息（如区域参数）
- 数字高程模型(DEMs)

在确定影像和将其输入 IMAGINE OrthoBASE 之前，设置参数是必要的，如参照系或投影、参考单位和特殊帧信息（如定向参数）。一旦这些参数设置好，原始影像文件就可以加入 IMAGINE OrthoBASE 中了。

将基准点或参考点加到所有相片上来建立一个精确的影像调整系统。然后将控制点加入所有影像中，包括每幅影像的中心点（使用参考照片）和四个位于边角的重叠区域的控制点。将 DEM 点输入 IMAGINE OrthoBASE，所有控制点的 z 值就自动更新了。

使用 IMAGINE OrthoBASE 的自动连接点提取功能可以立刻确定多幅图像之间的位置，称为连接图像。执行空中三角测量过程来确定项目图像、传感器模型和地面的关系。观察控制点残差，在控制点的 RMSE（均方根误差，用来指示计算结果与观察结果的符合程度）不可接受（>10）的区域重新运行空三。重复这个过程来调整点，直到 RMSE 可接受（<3）。

然后，处理正射影像来配准原始照片。使用镶嵌工具，将原来四个区大小（section-sized）的图像 tile 剪切掉 25%，再进行自动色彩平衡，然后用羽化工具调整重叠图像，就可以生成市镇大小(township-sized)的图像 tile。

将这些 tile 修剪成所需的矩形幅，再作一些亮度和对比度调整使每个郡的图像看起来比较协调。最后，以 15:1 的比例压缩相片使之能够被将来的规划项目使用。

目前为止，委员会已经配准了 Waupaca 和 Shawano，计划在 2004 年底完成 Menominee、Waushara 和部分 Marquette。其它 5 个郡现有的相片将被放入一个共同坐标系，并将其镶嵌和修剪成标准格式，以供未来土地利用总目录、相片存档项目和其它规划项目使用。

- 泰国选择 ERDAS IMAGINE 和 ORTHOMAX 完成大型制图工程

泰国土地局（DOL）为其航测部购买了 IMAGINE（包括 ORTHOMAX 模块）软件，生成正射地图来更新原来的地籍图，并支持一个大型的土地所有权认证计划。DOL 目前正在使用两种比例尺的航空照片来生产财产界线图，该图将用于向土地所有者颁发所有权证书。ORTHOMAX 可使用户从航片或卫片上提取 DEM 数据进行快速的正射矫正，正射影像能够用于在屏的现存矢量地图的更新工作。

- 澳大利亚地质调查局选择 ERDAS IMAGINE 软件，更新 GIS 数据和 3D 可视化研究

澳大利亚地质调查局（AGSO）负责生产和更新整个澳洲大陆的一系列地质图和其它专题图。由于 ERDAS IMAGINE 软件提供了快速而简便的方式：从光栅数据生成或更新已有的 GIS 数据库中的 ARC 矢量数据，AGSO 将使用多种数据源：卫星影像，航空照片等，利用 IMGINE 软件和 ArcInfo 数据库来解释和绘制地下地质状况，而不需要任何文件转换。同时 AGSO 还将采用 IMAGINE VIRTUAL GIS 模块来研究多层地质数据集的 3D 可视化制图工作。

第六章 ERDAS IMAGINE 林业领域应用

应用介绍：国内应用：

- **林业部规划院选购多套 ArcInfo 软件及 ERDAS 软件用于荒漠化监测**

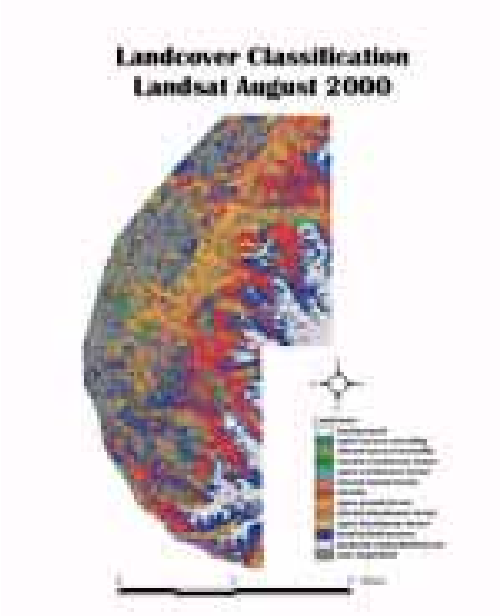
日趋严重的全球荒漠化问题正受到世界各国政府部门的高度重视，各国纷纷选用先进的高尖端技术用于本国防治荒漠化研究工作。

林业部规划院目前选购了多套 ArcInfo GIS 软件和 ERDAS 遥感图像处理软件用于我国的荒漠化的监测。该系统建成后，将为我国防治荒漠化的决策部门提供科学的理论依据，并进一步将这一技术应用到我国湿地及生态资源监测与治理之中。

应用介绍：国际应用：

- **Anchorage 市使用 ERDAS IMAGINE 减少森林火灾**

（本文图片均由 IGIS Technologies, Inc 提供）



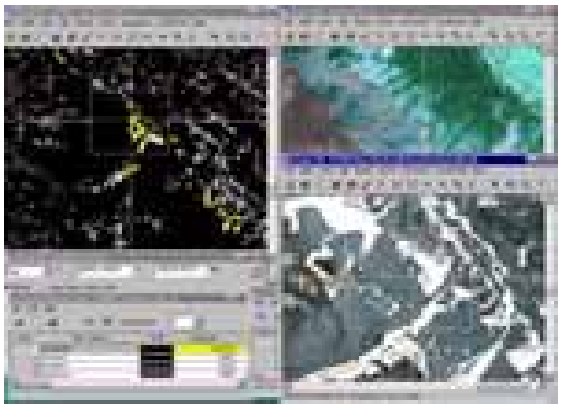


左图中前方为易发生森林火灾的区域；
上图为 Anchorage 市区远眺

上图显示了 IGIS Technologies 公司使用 ERDAS IMAGINE 处理而成的地面覆盖分类结果。类别包括公开的和保密的云杉死亡率、灌木丛、植被稀少地区/荒地等。

下图的 IMAGINE Viewer 窗口显示了非监督分类的处理过程。窗口中右侧的图像用来帮助标识左侧图像上的不同类别。

Alaska，第 49 个加入联邦的州，以其如画的风景、纯净的水资源和丰富的野生生物闻名于世。然而人们所不知道的是，就在过去几年中，身长小于 1/4 英寸的昆虫群袭了这个州



Anchorage 市的云杉树。云杉树皮甲虫横行 Anchorage 市郊野，造成了超过 85，000 英亩的林地干枯、腐烂，产生了该地区的主要森林火灾隐患。这个隐患使 Anchorage 市政府（MOA）在 2001 年被 USDA 林业局列为“危险区”，也促使该市政府开始着手利用遥感技术减少其森林火灾隐患。

森林火灾减缓项目(The Wildfire Mitigation Project)成为以下几方的共同努力：MOA 数据/GIS 资源部、Anchorage 消防队、Alaska 自然资源处（DNR）森林部、土地管理局（BLM）、Anchorage 土壤与水源保护部（ASWCD）以及 University of Alaska Anchorage。市政府与位于加州 San Diego，提供 GPS、GIS 和遥感解决方案的 IGIS Technologies (IGIST)公司签订合同，以达到以下目标：评估 Anchorage 市郊结合带的森林可燃物结构；开发火势预测模型；评估森林火灾危险。

IGIST 创建了一幅土地覆盖图和一幅 Anchorage 市郊结合带的火灾图。该公司使用 IMAGINE Professional V8.5 对一幅 2000 年拍摄的 Anchorage 地区 Landsat TM 影像进行非监督分类。对森林总目录的标识使用多分辨率影像确定，包括 1 米分辨率的航空相片、4 米分辨率的 IKONOS 影像、50 米分辨率的 USGS 土地覆盖图，以及与分类影像相邻的 GPS 横断面（GPS transect）。

分类影像是生成用于确定火灾的空间模型的核心成分。IGIST 与 MOA、DNR 以及 Anchorage 消防队合作建立了一个这样的空间模型，它有下 7 种主要输入数据：

- 植被分类 Vegetation classification
- 斜坡 Slope
- 地貌 Aspect
- 受甲虫侵害的云杉区域 Beetle spruce kill areas
- 侵害区域到道路的距离 Distance to roads
- 侵害区域到最近的水源的距离 Distance to nearest water source
- 人口密度 Population density

这些输入也与 IMAGINE Spatial Modeler 相关联。根据火灾等级给每个类赋数字权重，最终输出的结果就是按照权重给各类排序。

举例来说，如果一个遭侵害区域离水源很近，它就被赋予一个小的火灾权重；反之，如果这个区域离水源很远，就赋一个比较大的权重，意味着这个地区有中高级（moderate-to-high）火灾危险。

DNR 林业部将土地覆盖层与 FARSITE 联系起来。FARSITE 是一个基于 GIS 的程序，

它模拟了在不同地形和天气条件下火灾扩散过程中火的增长量（growth）和变化过程(fire behavior).

将植被层信息加入 FARSITE 中可以生成燃料模型，燃料包括草、灌木丛、以及所有能够增加森林火灾隐患的木材。分析者可以操作和分析分类过程，从而帮助开发最能代表 Anchorage 林地情况的定制火势模型。这种开发将是一个不断进行的过程，因为会不断出现更好的影像和数据，而且林地条件也会发生变化。

以后的年份中 MOA 将持续获取更好的影像和数据，因为林地条件会随时间改变。这个项目的步骤可以重复进行，以确保市政府可以获得用于将火灾对人们的生命、财产和自然资源的危害降到最小所需要的最新信息。这个项目证明了 Anchorage 能成功地将 GIS 软件和过程与高效的防火措施结合起来。目前 MOA 已经具备了用来促进森林健康管理、查明森林火灾危险以及通告公众的信息和指导方针。

- **密歇根州森林制图**

自然资源森林管理密歇根州分部（MDNR）具有了精确制作森林受破坏图的能力，因此感谢 ERDAS 公司特殊项目组的创造性思维和专业的编程能力。新的 GPS 移动图像显示工具使 MDNR 在飞行过程中可以自动将环境数据和航空调查记录到小型电脑中。这减少了人工的工作量并改进了森林制图的精度。这个项目在奥斯汀、得克萨斯州举行的西南 2000 政府技术展览会上被评为最佳方案。

“这个新的工具帮助我们监视森林受到的破坏，将 GPS 与规划和飞行有机结合，”MDNR 森林健康、清查、监测和 GIS 项目的领导，Frank Sapio 说。“这套软件的设计非常优秀，我们对我们目前拥有的非常满意。”

MNDR 希望软件能帮助他们保持飞行路线、免除数字化工作、减少数字化数据的后处理工作量。此外，这套软件允许 MDNR 在一次飞行过程中可以进行多个观测，这强化了飞行任务，使实时检测采集数据成为可能，因此提高了飞行时记录数据的质量。

使用传统的方法：

密歇根州拥有一千九百万英亩森林和四百万英亩州的森林系统，因此密歇根州拥有全美国最大的州管理的森林系统。MDNR 森林健康、清查、监测和 GIS 项目负责对州的森林资源进行全面监测。项目负责分析地貌变化和破坏特别是追踪如吉普赛蛾对树木的破坏，它们曾对森林造成巨大破坏。15 年来建立的森林干扰的空间数据库对设计收获和拯救战略以及理解病虫害的爆发及蔓延非常有用。

MDNR 曾经使用传统的遥感技术分析多光谱和全色卫星图象，并利用飞行时进行目视调查绘制在纸图上的更新信息进行验证。纸上追踪或叠合的图数字化进 ArcInfo。这一过程劳动强度大且数据中易引入误差。因此 MDNR 向 SPT 求助。

飞行：

使用新的软件，MDNR 现在可以在飞行时快速精确地捕获植被差别，方法是直接将要素数字化进入小型电脑。

在飞行前，MDNR 记录飞行线路坐标并在微软 Access 数据库中为感兴趣的要素分配特殊的颜色。飞行时，分析人员从数据库中访问飞行任务并调入飞行路径并将相关的图放在屏幕上。飞机上的 GPS 设备精确定位飞机位置。现在仍有一个分析人员进行目视调查，但不是在飞行时手工记录信息飞行完后再传送，而是直接以彩色的多边形形式在图象上绘制存入数据库中，其他人可以立即使用。飞行时多个用户可以同时通过共享驱动器或以太网连接进行数据采集和协调。

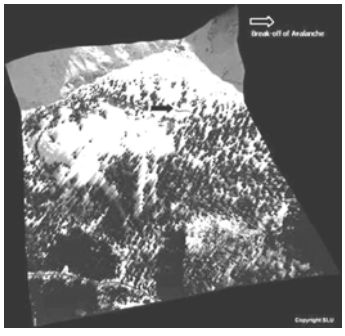
开发这个解决方案遵循一个关键步骤。第一，SPT 开发了一个原型 GPS 追踪工具帮助评价飞行位置根据飞行方案保持飞行路线。然后，SPT 继续开发 GPS 追踪工具使 MDNR 的制图过程更加自动化。2000 年一月，最终软件提供给了 MDNR。

GPS 移动图像显示提供：
*实时 GPS 追踪工具。
*飞行设计工具确保保持飞行路线
*向导引导用户进行采集信息设置和选择
*内置与微软 Access 数据库连接
*定制触摸屏显示，允许在不稳定的环境中在屏幕上数字化
*流水线式的数字化对话框与容易使用的标签界面
*自动存储、clean 和 build 以 ArcInfo 矢量采集的数据

MDNR 的观察员学习软件和为 2000 飞行季节准备的过程中对软件进行测试，但到 7-8 月份软件可以达到完全的实用化。

ERDAS IMAGINE 中这个令人激动的插件现在其它用户也可使用并将作为图片领航进入市场。GPS 和飞行中数字化能力的结合产生了功能强大的省时的工具，可以为森林管理和其它利用航空调查对大范围制图的应用服务。可能的应用包括可通行设施制图、管线制图以及监视河道等。

• IMAGINE OrthoBASE 用于德国巴伐利亚州森林一期项目



德国遥感与环境研究公司 SLU 选用 IMAGINE OrthoBASE 模块为巴伐利亚州林业管理部门演示使用数字摄影测量进行各种雪崩障碍规划的优点。SLU 之所以选择 IMAGINE OrthoBASE 是因为他们需要一个对传统航空相片（HASS 中等尺寸的相机）进行快速而价格低廉的正射纠正解决方案。演示是在慕尼黑 LUDWIGS-MAXIMILIANS 大学的土地利用规划和自然保护研究所进行的，同时巴伐利亚管理当局还咨询了用于林业管理的最新技术的成本和效益评估。

基于一期项目的结果，SLU 公司的总经理马丁博士认为他们现在已经不再像以前那样只依赖于航空测量公司生产的正射影像，而是能在任意的时间快速提供正射影像。而这些正射影像可精确地表明雪崩、雪崩障碍及将来可能发生雪崩的地点。这在以前，林业管理部门只能依赖传统的制图方法，花费若干个星期到野外勘测，从而对障碍进行规划。尽管野外勘测仍然是必需的，但数字正射影像，影像地图及其它属性信息（如建设年代、障碍类型、障碍处损坏的数量等）将会大大减少所需野外勘测的次数及使得规划

变得即快又容易。马丁博士还强调了无论是何种应用（雪崩或洪水），他们都可确定测量参数。

- **子象元分类和 TM 图像结合分析国家森林中云杉甲虫爆发实用性的评估**

J. Johnson, P. Greenfield 和 A. Steve Munson（1998 年 6 月 23 日）

对大面积森林病虫害流行的制图和监测，典型的方法是利用航空草图和必要的地面调查。这两种方法对人迹罕至的荒蛮之地或航空制图非常昂贵的地区应用会受限制。森林健康事业队（FHTET）和森林健康保护组织（FHP）、Manti_LaSal 国家森林、遥感应用中心合作研究利用子象元技术处理 TM 图像调查云杉甲虫的爆发。

研究区是位于犹他州中东部 Manti_LaSal 国家森林的 Wasatch 高原的一部分。三个时期的 TM 影像利用子象元技术进行处理，并将其结果与现存的地面调查数据和航空绘制的草图进行比较。

在害虫泛滥区和无害虫区，子象元技术成功地探测出云杉的死亡率，但未能区分甲虫造成的死亡与其它因素造成的死亡。当地理范围非常大不能全部充分进行常规航空制图以及感染虫害后很长时间树木还有针叶的情况下，子象元技术是其它森林健康监测技术的有效补充。

- **利用子象元分类在 TM 影像上区分柏树和蓝果树**

R. Huguenin, M. Kraska, D. Van Blaricom 和 J. Jensen
摄影测量与遥感 Vol. 63, pp. 717-725, June 1997

利用子象元光谱分析技术在 TM 影像上区分南卡罗莱纳州和乔治亚洲的光秃柏树和蓝果树橡胶树湿地。子象元技术可以区分混合象元中的柏树和蓝果树。

对每一树种有 200 个象元进行地面调查，以独立地测量多分和少分的误差。柏树的总精度为 89%蓝果树的总精度为 91%。地面调查表明，当柏树和蓝果树处在纯象元中或与其它树种或水混合时可以成功地区分。

与传统的分类技术比较（ISO-DATA 聚类、最大似然法、最小距离法），子象元分类的柏树和蓝果树的结果效果很好。在柏树和其它树种混淆严重的大面积湿地中，柏树可以用子象元分类区分出来，而传统的分类方法区分不出来。



全球森林观察监测世界森林所面临的威胁，例如印尼的火灾

- **监测世界的森林资源**

公众越来越清楚地注意到世界上森林受到的威胁，这应感谢遥感图像、GIS、制图软件、国际互联网以及地面观测的有机结合。

世界上现存的边缘地区的森林正在被迅速地制成木材并被开发。“两年前，我们统计只有五分之一的世界遗留的森林还是边缘森林或未

受影响的大片森林”，世界森林观察主任 Dirk Bryant 说，“以现在的扩展速度，我们预测在今后的 10 到 20 年另外的 40%也将失去。现在看来我们低估了一些地区的危险程度”。

例如加拿大、Gabon、Cameroon 二月末发布的图象和报告（世界资源研究院发起的全球森林观察活动）显示了在 Congo 盆地森林中大面积采伐、在加拿大森林中过度采矿以及能源和道路的建设等。

有环境组织、工商组织以及七个国家的 75 个合作者在与全球森林观察共同工作。ERDAS、ESRI 以及 IKEA 是世界森林观察的主要捐助商。

“世界森林观察无疑是世界上正在进行的最重要的森林资源监测项目”，ERDAS 副总裁 Bruce Rado 说。“这个项目跟踪森林开发的项目对已有法规的遵守情况”

今年，在加拿大、智利、俄罗斯、美国、委内瑞拉的世界森林观察的工作人员和合作者将使用 ERDAS IMAGINE 软件。本组织把 ERDAS 的产品作为项目的主要软件分析卫星图像，对森林的范围、状况精确制图，识别威胁如，采伐、开矿、建设道路以及其他的森林开发等。

“ERDAS 被列在项目的需求列表中，我们很感谢 ERDAS 公司的加盟”，Bryant 说。“本项目的主要任务就是为数字隔阂建立桥梁并将 ERDAS 这样的工具送到技术缺乏地区的合作者手中。”

ERDAS 提供了专业软件、IMAGINE OrthoBASE、IMAGINE VirtualGIS、立体分析模块以及培训和技术支持。全球森林观察也使用了 ESRI 产品如：ArcInfo、ArcView GIS、ArcView 空间分析、ArcView 图像分析。ESRI 的互连网地图服务软件在密苏里州大学的网站上发布数据。

全球森林观察项目解决了森林信息的访问以及信息定制透明度等老问题。今后五年，这一国际网络将覆盖 21 个国家和 80%的世界遗留边缘森林。这个组织成功地确定和促进了森林的管理活动，帮助政府更好地管理森林，为森林管理的伙伴提供本地区的组信息。

“关键是有效的信息”，WRI 总裁 Jonathan Lash 说。“全球森林观察将社会、人、活动分子和木材的消费者放在一起，为他们提供森林正在发生什么变化的信息。”

全球森林观察在几年前几乎是不可能的，根据 WRI 会议主席 Bill Ruckelshaus 所说。“由于本地组织的发展、国际互连网的扩充、其它数字技术、环境政府商业组织参加合作，这已成为现实。”

“我们已经承诺到 2000 年 9 月 1 日将不再使用从自然原始森林中采伐的木材，”IKEA 北美主席 Jan Kjellman 说。“为了达到这一目的，我们需要知道哪里是自然原始森林，哪里需要保护。”IKEA 是世界最大的家具厂商，在 28 个国家有 156 个商店。

“全球森林观察项目是怎样利用技术保护环境的很好模式，”ESRI 总裁 Jack Dangermond 说。“感谢新的技术，它使我们处于有利的位置来阻止对世界遗留原始森林的威胁。”

第七章 ERDAS IMAGINE 海洋领域应用

应用介绍：国外应用：

• 利用 ERDAS IMAGINE 进行海岸线保护规划

Lancaster 城市委员会（LCC）作为一个地区的海事机构，负责海岸线保护。1977 年及 1983 年的暴风雨导致 Morecambe 和 Heysham 等旅游胜地遭受洪水并造成严重破坏。为了防止灾害的继续发生，该委员会正在应用 ERDAS IMAGINE 软件对已有的海岸保护设施进行更新工作。此项目第一阶段的工作已于 1989 年完成，新一阶段的工作将于 1999 年年末启动。本项工作的开展已得到农业部、渔业部和食品部门（MAFF）的认可。

LCC 为了周期性地对项目的作用及有效性进行监测及检查，1989 年进行了一次航空调查，1993 年进行了第二次，1995 年后每年一次。这些数据是以航空相片的方式存储，发布和查询都不方便。自 LCC 购买了 ERDAS IMAGINE 后以上的种种不便都得到解决就，它可以提供更有效、更快速的方法处理获得的图像。通过进行投影转换，同时相图像镶嵌，和原来的扫描图像、军事调查获得的高程数据以及其它调查数据的比较，使得 LCC 可以对海岸线进行精确的监测。

更重要的是，LCC 可以叠合同一地区不同时相的数据，识别随时间产生的变化，进而为项目提供参考。这确保 LCC 对真实情况而不是对感觉到的变化进行有目的的评价。

ERDAS IMAGINE 的镶嵌工具可以将许多航空相片镶嵌为一整张海湾图像。这为委员会提供了有利的证据，显示了 Kent Channel 在过去 50 年中的移动。而且利用航空相片替换军事调查数据，减轻了军事调查版权的工作量。

• 英国海事管理机构将 ERDAS IMAGINE 软件应用于海岸保护项目

英国兰开夏（Lancaster）城市委员会（LCC）是地方海事管理机构，负责其辖区内的海岸保护工作，目前，该委员会正将 ERDAS IMAGINE 软件运用于一项正在进行的用以改进现有海岸城市防御体系的综合资本运营项目中，这个项目是由 LCC 实施的，原因是 1977 和 1983 年的几场严重的暴风雨造成了 Morecambe 海湾中 Morecambe 和 Heysham 沿岸的许多旅游胜地的严重洪涝灾害以及设施的破坏。

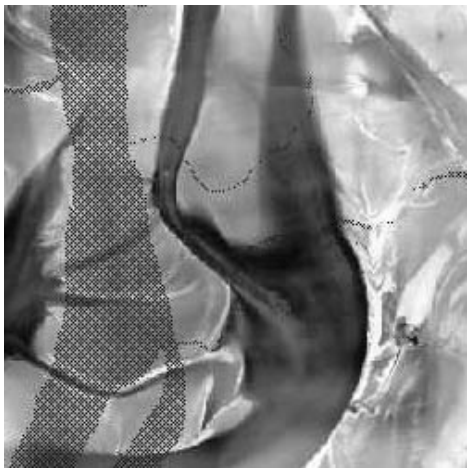
“ERDAS IMAGINE 软件使我们能够做出快速、有效的反应，这对海岸线管理计划以及保护全海湾内的各项设施将是非常有益的。”LCC 的资深工程师 Nigel Cross 如是说。

农业、渔业及食品部（MAFF）批准了 LCC 的所有资本运营项目并积极鼓励海岸线管理计划（SMP）在英格兰与威尔士海岸线段的进一步实施。LCC 的第一期加固工程已于 1989 年完成，内容是建设一条与海岸相连的石质防波堤。最近一期的加固工程是另一条海岸石质防波堤的建设，将于 2000 年的晚些时候开始。

航空摄影测量已于 1988 年和 1993 年进行了二次，1995 年后每年航摄一次，以帮助 LCC 监测加固工程的有效性以及资本运营项目的影响（效果），这些测量获得了大量的地理影

像，购买来的 ERDAS IMAGINE 软件为 Lancaster 郡提供了一种更快速、更有效地处理这些影像的方法。

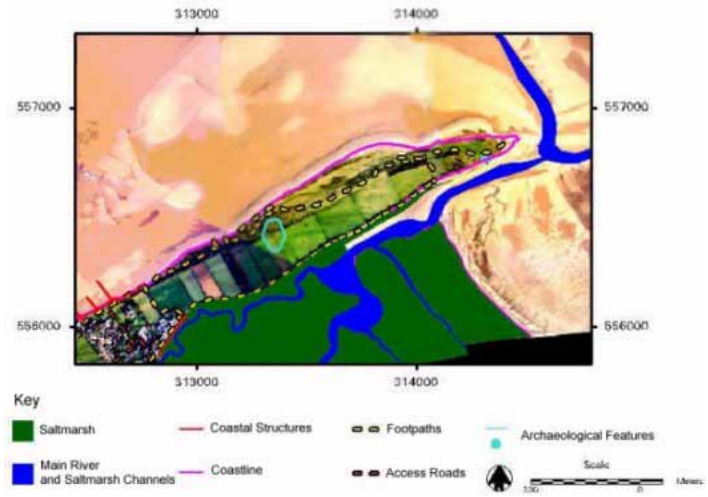
LCC 正在利用 ERDAS IMAGINE 系统对海岸线的演变进行准确监测。ERDAS IMAGINE 的地理正射纠正和镶嵌工具使得 LCC 能够将多个航片连接在一起制成一幅无缝的海湾影像图，并且还可以集成其它数据，包括扫描的历史地图，英国地形测量局的关于岸前的高度与旧有海平线的测量信息等。经过这些处理后的信息使 LCC 得到了 Kent 河道在最近 50 年摆动的清晰而明确的证据（见下图）。



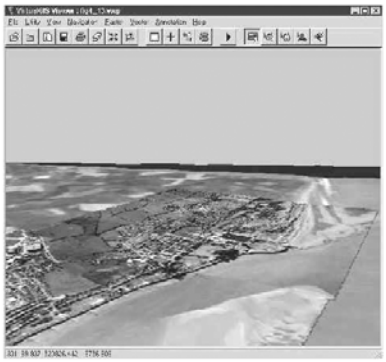
LCC 使用 ERDAS IMAGINE 软件将英国地形测量局的底图替换为经过地理正射纠正的航测底图。一方面提供给非专业人员一个关于本区域的易于理解的可视化地图，同时也使得 LCC 避免了在网上发布 SMP 数据涉及到的版权负担。此外，ERDAS 地理影像工具的使用促进了 LCC 与其他组织的合作与数据共享，并将 SMP 以及整个海湾的保护工作带来益处。

左图为一幅覆盖了约 1.5 万公顷的具有 12 个地理参考的航片镶嵌图，摄于 1997 年 10 月（英国自然/环境署数据，版权所有）。由于拍摄于低水位（季节），肯特河（kent）的主河道位置非常清晰。蓝色覆盖区域为 25 年前主河道的位置（ordnance survey 数据，版权所有），这幅图像清晰地表明了主河道的显著位移。

- **海岸线的管理**



遥感是获取环境状况的重要数据源，利用遥感可以提供管理海岸的信息。然而，在海岸线的实际管理工作中使用这些数据却经常被人们忽略。原因之一是需要这些数据的人员不可能从遥感数据中提取需要的信息解决迫切的任务和影响海岸的问题。



阿伯丁大学利用 ERDAS IMAGINE 从遥感数据中提取信息，使遥感数据可以为解决海岸管理以及其它问题服务。

图像中能识别的数据可以注记。上图显示了海岸航空

相片上的注释。其中共有七层注释分别表示盐沼地，主要河流、盐沼通路、海岸线、海岸结构、小路、道路以及古迹特征。这些就是海岸类型、位置以及对自然沉积物移动的影响信息，海岸受侵蚀以及增高的信息，访问点（小路和道路）的位置和状态信息，古迹的位置信息等。

利用 RDAS IMAGINE 中的 Virtual GIS 模块，将遥感图像覆盖在同一地区的数字高程模型上，从三维的角度观察图像。IMAGINE 中的 Virtual GIS 模块可以任意旋转图像和改变观测角度，因此可以从不同视角观测图像。还可以任意定义飞行路线以飞行的方式观察研究区。在图 2 中河口和沙丘的关系、它们和海岸线的关系一目了然。这一技术可以帮助确定风力涡轮的位置（对景观的影响）以及模拟海平面增高的情况及对海岸的影响。

- **利用子象元分类进行自动测海制图**

R. Huguenin, E. Boudreau, M. Karaska

ERIM 第四届海洋、海岸环境遥感国际会议 1997 年 3 月 17-19 日 佛罗里达 奥兰多

自动测海分析采用应用分析光谱解析过程（AASAP）。AASAP 是多光谱图像处理软件包，它可以进行自动子象元分析。它可以探测只占象素一小部分的感兴趣地物的光谱。

它通过从象素的背景中识别不需要物质的光谱进而在分析中将其去掉，因而可以从表示水体的象素中将地形和表面反射（天空和太阳反射）的光谱自动的识别和去掉。它也可以将表示复合深度和底层物质的象素分为单独的成份，如：浅层珊瑚和深层的沙地等。这可以更精确地确定水体的剖面和底层反射物质的特征。

AASAP 提供了对处理的图像自动计算大气纠正因子的功能。这可以削减将底层反射从数字数值向校正反射转换，也就是利用标准对数反射回归分析方法自动计算深度。

可以将从一景图像获得的特征信息应用于其它的图像。输出结果包括每一象素中底层物质的百分比和深度，以及平均深度和每一象素的可信度值。

第八章 ERDAS IMAGINE 电信、交通领域应用

应用介绍：国际应用：

- **ERDAS 软件帮助巴西电信公司扩展业务**

巴西 Embratel 电信公司与 ERDAS 公司及当地代理 Imagem 公司紧密合作，完成开发了 IMG LINK 应用系统，主要是基于 ERDAS IMAGINE 的决策支持系统。

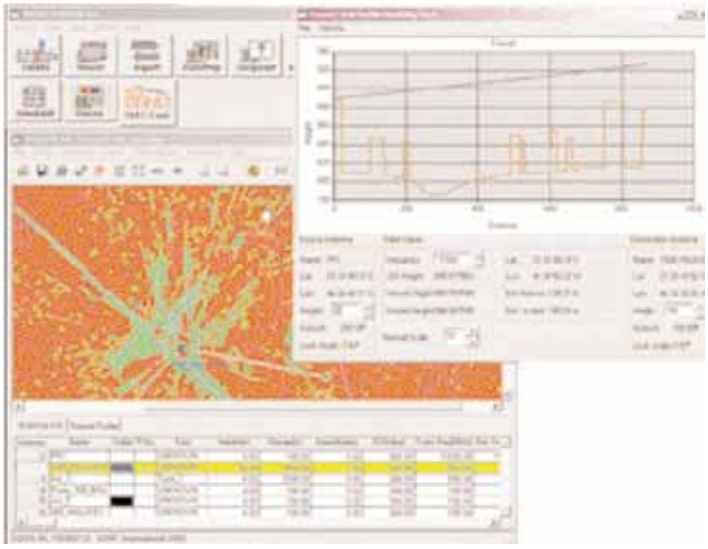
近一年时间内，ERDAS 公司的 SPT 开发部和 Imagem 公司的技术人员一起开发出了 IMG LINK 以满足 Embratel 公司精确定位信息和 Fresnel 区域可视化的需求。Fresnel 是一个用于计算微波天线和障碍物间，以及障碍物之间通视性的技术。

系统对巴西城市、首都以及地形元素，包括建筑物高度建立了一个数据库。利用分析结果 Embratel 公司可以快速做出决策，从而节省了时间与资金，而且减少了大量野外工作。Embratel 公司还利用该系统来确定其整个网络塔站与天线的理想位置。

该系统的简单操作还能让分析者方便地画出塔与 Fresnel 区域可视化的高程剖面图。系统的主要技术特点是安装设置天线的交互可视化研究。另外一个主要优点是自动设置和分析 Fresnel 曲线，该曲线表明了塔站设置的最佳位置和高程。

IMG LINK 还支持需要 Internet 接入的宽带公司的需求，以及移动电话公司需要通过基站无线电接入的需求。现在随着其北部设施扩充的同时，Embratel 公司正在协商实施其在巴西东南部的设施扩充计划。

见下图所示：



- **波兰最大移动通信公司购买 ERDAS IMAGINE 软件**

PTK CENTERTEL，波兰建立最早也是最大的移动通信公司购买了 ERDAS IMAGINE 地

理影像处理软件，用于开发覆盖全波兰精确的蜂窝网络。现在 PTK CENTERTEL 公司正使用 ERDAS IMAGINE 的完善工具和 Virtual GIS 三维可视化分析模块分析全国的土地覆盖和土地利用信息，重点工作是对影像进行编辑、矢量分析和 3D 视线分析。

PTK CENTERTEL 公司与 ERDAS 公司波兰代理 GEOSYSTEMS POLSKA 合作，正完成另一个项目中利用 ArcInfo 空间矢量数据进行精确建立电磁波传递模型和有效确定电信无线位置，从而完成蜂窝网络规划。GEOSYSTEMS 公司的有效工作和 PTK CENTERTEL 公司所提供的高质量的数据确保了在随后的项目中充分利用 ERDAS IMAGINE 软件进行空间数据更新、编辑和进一步分析。前一项目所用的空间数据包括华沙地区土地覆盖和土地利用信息，这主要是基于 7 个波段的 landsat TM 影像何用于定位电信发射塔的 5 米分辨率的数字地形模型（第二阶段将使用全国 50M 分辨率数据）。利用 ERDAS IMAGINE 和其扩展模块 VIRTUAL GIS（强大的三维可视化分析工具），GEOSYSTEMS POLSKA 公司还完成了影像纠正和分类处理，随即产生了精确而真实的全华沙地区 DTM，其中包括了所有建筑物，并以航空相片获取了正射影像图何以 ArcInfo 矢量格式的土地覆盖图。

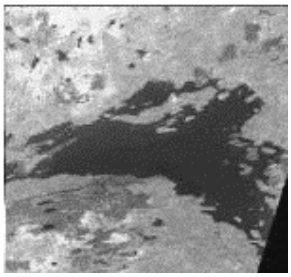
- **手机网络设计**

利用高程和土地覆盖类型信息，ERDAS IMAGINE 可以让工程技术人员在室内设计手机网络，减少开支，提高最终方案的设计质量。

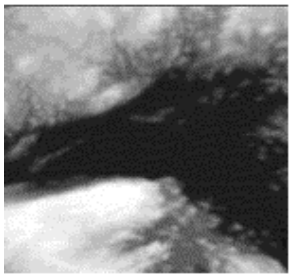
手机已经成为人们生活中不可分割的一部分。因此，人们希望低成本、线路质量高和覆盖面积大，这迫使 Vodaphone，Orange 和 Cable&Wireless 等主要服务商通过理想的网络设计来提高其服务质量。

服务质量主要以用户在不同位置获得的信号强度来体现。而信号来源于布置在地面上的天线网络。然而，在很大面积内由于许多环境因子的影响，设计出理想的天线网络很难。影响网络设计的环境因子包括：土地覆盖类型、高程变化、建筑物的形状、混合物和各种地物的形态。对世界上许多地区来说，这些信息以及相关的图件很难获得，而利用在地面上测量的方法是很昂贵的。

利用 SPOT 卫星的立体相对，可以获得任意感兴趣区的高程数据，相同的图像还可以进行土地覆盖类型分类，利用这两类数据，电讯公司即可以利用其专业软件在室内计算、模拟不同位置的天线的信号强度，而不必进行实地考察。通过在模型中设置不同的参数，如天线的数量、位置、高度，设计人员即可以找出费用最低，覆盖面积最好的天线位置。利用图像作为地图，设计者可以确保所有的城镇和道路都有很强的信号。



立体相对中的一景用于土地分类和高程分析

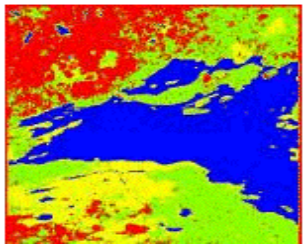


用于电讯设计的数字高程模型

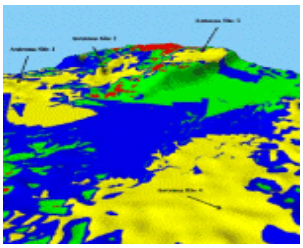
对新的网络，每一天线都和其它的共同作用以对某一地区完全覆盖。从前，测量天线信号

的唯一方法是在可能安天线的地点安装临时天线，然后利用移动测量设备在天线周围测量一些点的信号强度。如果网络中一个天线的位置被取消（如设计的限制），则整个网络需要重新设计和测量。这是非常浪费时间的，而对世界上的一些地区简直是不可能的。利用卫星图像可以获得某一地区的高程以及土地覆盖类型数据，而这两类信息影响信号的相对质量。在专业的软件中利用这些信息，整个的设计过程可以在室内完成。对设计新网络，利用这类方法可以提高效率和速度而减少总的分析费用。

SPOT 卫星可以从不同的角度对同一地区成像。如果可以从不同的位置观察同一物体（立体），就可以确定一个物体是否比另一个物体远。利用同样的原理，遥感图像处理软件可以从立体相对中提取出高程数据。



对 SPOT 影像分类的分类图



电讯网络覆盖范围的 3 维显示

在一景 SPOT 影像中，一小块地区的土地利用地面调查数据可以用来对整景的图像进行分类。对电讯来说，可能需要的类型有城镇、草原、开阔地和水体。专业的电讯软件可以测量每一土地利用类型对信号强度的确影响。如森林可能比草地或开阔地更能削弱信号强度。

工程人员就可以决定在那里安放天线，发射器的功率多大，天线需要安多高。利用这些选择的点和获得的地理信息，电讯的模型软件可以产生信号强度图。如果覆盖范围不理想，工程人员可以移动一个或多个天线，并重新计算覆盖范围。重复这一过程直到产生理想的覆盖范围。

这一技术在世界范围内应用于设计、维护新的和原有的无线电网络。相关的公司能够为目前和将来手机的需求进行更好的设计。这一设计流程不但给直接的参与者带来好处，也为其它的领域带来好处，如在一著名的自然风景区安装天线会大刹风景，设计者就可以在保持信号强度的前提下将天线的数目降为最少，而又不会增加设计费用。

- **BP 利用 ERDAS IMAGINE 设计管道的路线**

2000 年 4 月，BP 参加了一个项目，为从卡普萨到地中海的管线设计线路。这项工作要将不同的数据、各类地图、卫星影像集成到一起，为管道工程师、地形分析专家、环境专家、安全评估人员生产大量的纸图，以便他们做出各自的建议。纸图打印费时，更新困难，容易过时。介质的不变性和房间的环境经常限制重要的会议。

很快发现，不同的工作组一起在 Sunbury 的‘HIVE’中工作效率很高。HIVE（高度交互的显视环境）是一个大的屏幕利用 CRT 投影仪以及 3D 软件显示表面和地形。

应用软件是 ERDAS IMAGINE 的 VirtualGIS 和 ESRI ArcView，在 SGI Onyx2 上运行。

HIVE 环境的优势是巨大的：数据的实时漫游、动态编辑、灵活的图像处理，及时的测量

和坐标获取，数据融合和比较。利用 ERDAS IMAGINE 的 VirtualGIS 对有问题的区域进行立体显示以便了解要克服困难。

利用等高线生成数字高程模型，将 TM 影像覆盖和地形图其上。利用 ArcView 比较和分析地形分析专家、环境专家、安全评估人员的分析数据。将这些数据集合在一起形成图像就可以快速判断路线，决策快速而需要很少的实地考察。

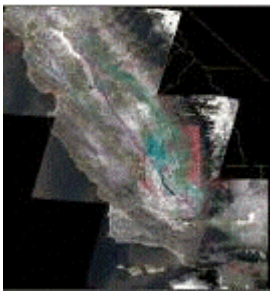
BP 数据集成专家 Paul Batey 说："HIVE 环境允许我们将不同领域的工作人员组织在一起工作，充分利用 ERDAS IMAGINE 和 VirtualGIS 的强大显示功能。这减少了处理时间进而节约了开支。我们利用 HIVE 向国家及公司的 VIP 代表演示我们的建议。而我们第一阶段的工作只用了 6 个月就得到认可。"

- **选择运输走廊**

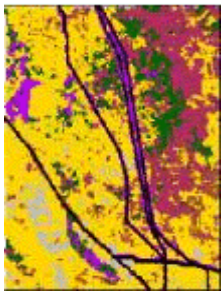
ERDAS IMAGINE 为选择运输线路提供了非常方便的工具。利用卫星影像以及其它地理信息，就可以对大面积的研究区进行快速，高效的分析。

Parsons Brinkerhoff 是一家美国工程公司，它利用 ERDAS IMAGINE 进行在洛杉矶和旧金山之间建立高速轨道的可行性研究。此项研究需要考虑环境影响、社会文化影响、土地利用的变化以及工程问题以便找到最好路线。

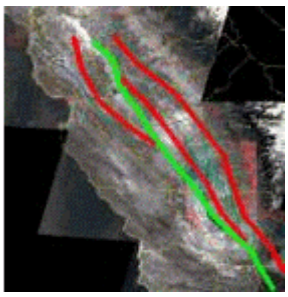
利用 ERDAS IMAGINE 将大量的 TM 影像快速准确地配准到美国地图投影系统，确然后将这些影像拼接成整个研究区的一幅无缝影像。在整个研究区内选择一小块地区，利用地面调查的方法绘制其精确的土地利用图。利用此图的信息与监督分类的方法，对研究区内的其它地区进行自动分类产生对本研究重要的土地利用类型，如农田，水源和城镇。



研究区：萨克拉曼多至旧金山的卫星影像图



实验区的土地利用类型表



走廊分析，绿色是选择的线路，红色是排除的线路

在项目的第一阶段，利用土地利用类型数据和其它信息对两城市间三条可能的路线进行了比较。经过短时间的评估后，选择了一条线路，并将其划分为 58 片。对每一片都进行了从一端到另一端的可选路线进行了研究。研究者每建议一条新的路线，都要进行如下的研究：

1. 在线路两侧对可能的环境影响设置缓冲区。
2. 在缓冲区中测量每一土地利用类型的面积。
3. 如果缓冲区中的某土地覆盖类型受环境影响较大，则需要对图像进一步处理，以提供对潜在危害性更有力的分析。
4. 考虑其它的环境因子，如生物多样性等，进一步研究。
5. 测量每一线路的质量并根据其它选项进行最后评定。

每一段的路线确定后，将数据输入地理信息系统与其它的因子一起考虑设计新的车站位置。考虑的因子包括空气质量、社会经济影响、地震信息以及声音影响范围。每一线路根据四个主要类别打分：自然环境影响、社会和文化影响、土地利用影响、工程/环境限制。最后得分最高的路线被定为最终的建议路线。

上述工程中应用的技术表明，ERDAS IMAGINE 为大的建设项目进行精确设计服务的潜力非常巨大。研究时间缩短和费用降低所产生的效益更是显而易见。而最大的效益是可以永久地降低地形的退化。

第九章 ERDAS IMAGINE 环境、资源及野生动物保护应用

遥感在厦门环境保护中的应用

孙飒梅
（厦门市环境信息中心，厦门市湖滨南路 56 号，361004）

城市及其所辖周边区域是人类活动最集中、最频繁的区域，城市中涉及人类的自然过程、生态环境过程、经济过程、文化过程等都异常活跃，它构成了一个特殊的城市生态环境综合体。为此，我们需要更好地了解我们所生活的空间，从环境规划与管理角度看，我们有以下的需要：

— 快速反映环境现状
— 数据类型与表现的多样化
— 数据统计的准确与翔实
— 不同类型绿地确切的地理位置
— 方便简捷地检索上述数据
— 易于数据的再加工与综合分析

卫星遥感作为对地观测的最佳工具，给了我们能够快速准确了解地球表面各种人为与自然变化相作用的结果的便利。卫星遥感影像具有如下的特点：

— 覆盖范围大
— 重复摄影周期短
— 可定量化分析
— 成本低
— 可快速成图

为此，在最近几年我们利用 ERDAS 公司的 IMAGINE 遥感图象处理系统及 ArcInfo GIS 在厦门环境遥感应用中做了一些研究，并取得了初步成果，现简介如下。

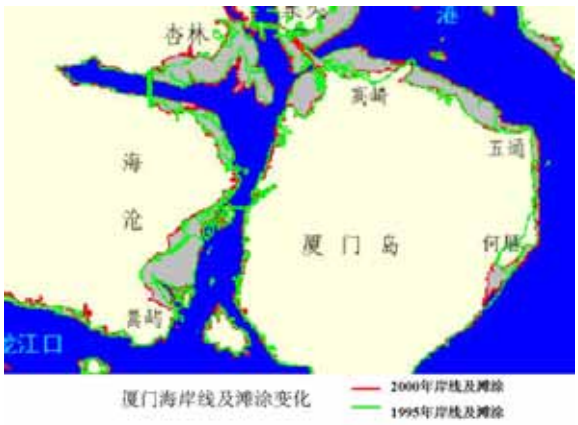
应用实例

我们在这几年主要做了为下工作：

1、 利用陆地资源卫星影像（TM）完成的项目

— 厦门地区绿化覆盖率的分析

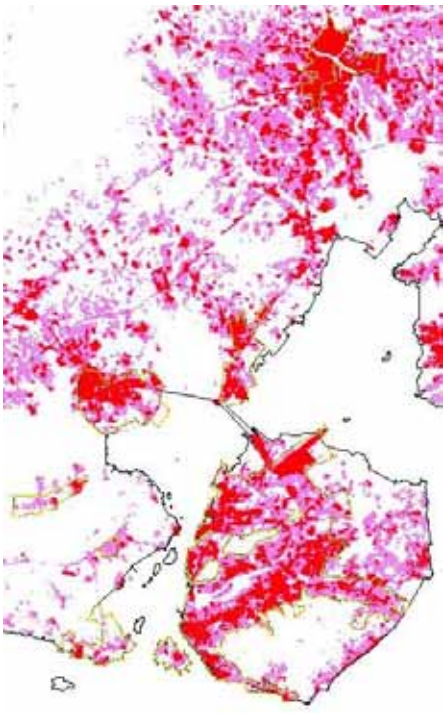
经对图象的分类统计分析，高山地区和远离河道的山区其植被覆盖率一般高于 70%，而河道两侧的植被分布极不均匀；城镇或城市居住地植被覆盖率低于 30%；天然林所剩不多，次生林品种单一，结构简单。



厦门海岸线及滩涂变化

— **海岸线变化分析**

对比期间影像图的分类结果，该海区在 96-98 年 30 个月内滩涂面积增长了 4。5 平方公里，速度很快，这说明水土流失的增加。



— **土地利用现状分析**

— **城市热岛效应强度分析**

右图 2000 年 9 月 9 日

TM 热红外波段分析所得的厦门市中心区热场分布图

— **九龙江流域地形地貌分析及源头的保护与开发**

— **华安县沿溪生态环境现状分析**

— **红树林的动态的监测分析：**分析了 1995 年 1 月 1 日、2000 年 4 月 18 日、2000 年 9 月 7 日三个时期的 TM 图像，明显地看到红树林的面积在各种因素的破坏下退缩的情况。

2、 IKQNOS 高分辨率影像的应用：

- 水产养殖业调查
- 绿地结构与三维可视化分析
- 道路建设现状与规划
- 城市小区生态建设与规划

通过实践在取得成果的同时，我们也认为 ERDAS IMAGINE 作为业界唯一一个将 RS 与 GIS 紧密集成在一起的面向生产应用的系统，为项目的顺利圆满完成，起到了基础与保证的作用，提高了工作效率，而且省却了数据集成时，因不同系统而造成的不必要的浪费人力物力的数据转换及其带来的信息丢失问题，这在实际工作与工程当中是非常重要而不可忽视的问题，将影响到项目完成质量的好坏与是否成功。

水源保护区划界的遥感与 GIS 技术研究

林桂兰　庄翠蓉　孙飒梅　　郑建华　欧寿铭　洪俊明
（厦门环境信息中心 厦门 361004 ）　（厦门环境科学研究所，厦门 361012）

摘要 *科学合理地划定水源地的保护范围是一项技术含量较高的工作。本文以厦门市饮用水源中的北溪引水渠(管道)和坂头水库为例，根据饮用水源保护区划分原则，研究基于数字化的地形图建立数字高程模型并自动生成汇水区盆地和流域范围的GIS 技术、获取相关自然环*

境专题信息的遥感技术、以及综合利用社会和自然等多种数据源进行保护区范围界定的方法。重点探讨数字高程模型的建立以及汇水区盆地和流域边界自动生成的GIS 方法。

关键词 *遥感与GIS　数字高程模型　水源保护区划界*

1　引言

水源保护一直是保障人民生活安康和环境保护的重要工作。厦门市内淡水资源缺乏，很大程度上依赖于北溪(九龙江)的客水和坂头水库、汀溪水库等。北溪引水工程由北溪引水左干渠和北溪引水特区供水管二工程组成，对厦门城市用水的供水量已占城市用水的 80%以上，工程沿途的自然地理条件基本相同，工程所处区域地势西北略高，东南较低，为沿海低山丘陵地带，多数为阶地或低丘，东部、南部地势较低，为沿海泥质海滩地，渠堤地面高程 1.3~20m 之间。坂头水库是厦门市重要的中型水利工程之一，主要为厦门市城市供水兼灌溉用水，区域地形四周高中间低，形成以水库为中心的窄长盆地，相对高差大，为一个相对独立的区域。界定生活饮用水地表水源保护区，做好生活饮用水地表水源保护区管理及其生态保护，是功在当代利在千秋的大事。

为了使保护区范围的划定具有可操作性同时又遵循自然环境地形特征，必须获取相关的社会经济数据和实地调查的自然数据。目前，利用遥感与 GIS 技术作为水资源或流域研究的技术手段已相当普及并体现着其优越性[1~4]。遥感影像能够快速客观地反映地表信息从而得到所需的多种专题信息，GIS 技术能够综合利用多种数据源(包括地理空间数据和属性数据)建立分析模型用以辅助规划、管理、决策等。本文主要探讨基于数字地形图和水系分布图，建立数字地形模型和进行引水渠(管道)缓冲区分析，利用遥感影像获取保护区内的自然环境现状，辅助保护区划界，实现保护区范围的半自动界定，使保护区范围的划定更具科学依据。

2　技术路线

2.1 饮用水源保护区范围划分原则

(1)对水库等大面积保护水体，以被保护水体为中心，将外延第一重山山峰的连线所包括的所有陆域和水域划分为一级保护区；将基于地形图界定的全流域边界线所包括的除一级保护区以外的所有陆域和水域划分为二级保护区。

(2)输水管道或渠道、暗涵等的保护等级的划分按照管道、渠道或暗涵等边缘向两侧水平外延 5 米的范围内划分为一级保护区，在一级保护区以外再向两侧外延 30 米的范围内划分为二级保护区。在输水管线的保护等级划分中，如一级或二级保护区范围内如有公路（包括便道）、山脊、渠道等明显界线则可以此为界。

2.2 技术流程

饮用水源保护区范围的划分，必须综合考虑自然环境和社会环境以及法律法规地方管理条理等因素，如区域地形特征、生态环境、行政区管辖界限、城市规划、环境功能区划、地表水环境质量标准等。综合考虑上述要求，利用 Arc/info GIS 和 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统软件，逐步进行处理，总技术流程如图 1。首先，从水系图层中对要求保护的引水渠（管道）图层直接进行 Buffer 分析，得到引水渠（管道）缓冲区。然后，利用等高线和高程点、水系图层建立数字地形模型，在此基础上推算出汇水区盆地和流域范围；同时，利用水系分布图对卫星遥感影像进行几何精校正、分类解译得到自然生态环境专题图。最后，综合行政管理区边界图层、道路图层，根据水源保护区划分原则，对引水渠（管道）缓冲区、汇水区盆地和流域范围进行 GIS 分析，得到水源保护区范围。

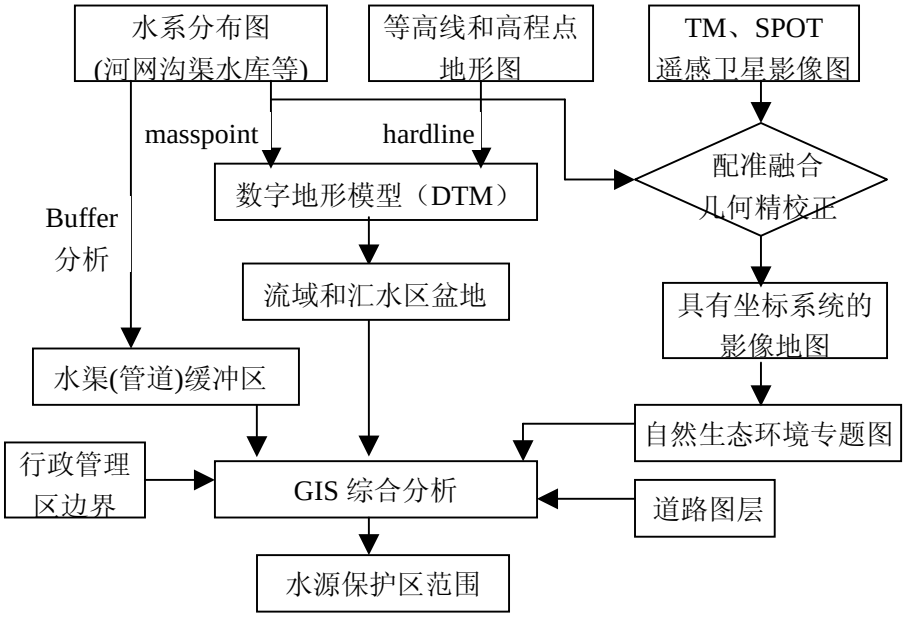


图1 饮用水源保护区范围界定遥感与GIS 综合分析流程图

3、处理步骤分析

3.1 地形数据和遥感数据的预处理

地形数据一般从测量部门获取，必须进行数据格式转换。在CAD 数据格式转换成Arc/info 数据格式时，其属性数据往往会丢失。应采取相应的办法予以解决，如先在 CAD 中把所需的图层分离出来，并把所有的图幅拼接完毕，再进行数据格式转换。

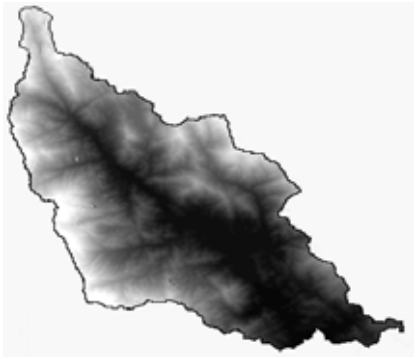
遥感数据的预处理包括辐射归一化、图像增强、配准融合、几何校正、伪彩色合成等。特别注意的是必须使遥感影像与水系、地形数据、行政区等矢量图层具有一致的坐标系统。为了获得详细的地表环境状况，尽量选购地面分辨率较高的遥感数据。本研究选用了 2001 年 3 月 4 日的美国 LandSat—ETM 影像数据，并对其地面分辨率为 30 米的 6 个波段和 15 米的全色波段进行融合处理。

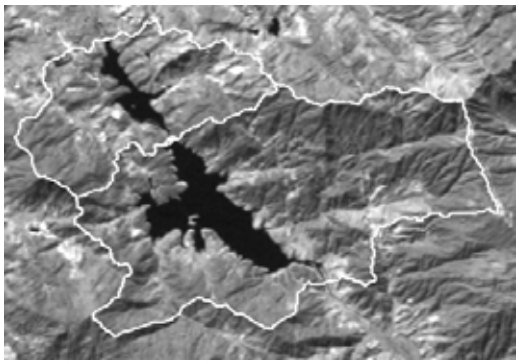
3.2 建立数字地形模型并初步划定保护区范围

传统的 GIS 流域范围界定是以数字化的地形图等高线和高程点 coverage 作为 Masspoints，以水系(line coverage 和 polygon coverage)作为硬断线(breaklines),用 createtin 命令建立不规则三角网数据模型,再用 TINLATTICE 从 TIN 产生格网化的栅格数据，最后用 flowdirection 命令从 DEM 生成流向格网，用 Basin 命令生成汇水区盆地，用 Watershed 命令生成流域范围。但是，利用该方法产生的汇水区盆地大小与格网大小的选取直接相关，生成的汇水区盆地过于细碎，其中包含很多伪下陷区域；流域范围的确定也与出水口像元的选取准确性直接相关。因此，本次分析试着采用 ARC 命令下的 TOPOGRID 建立水文纠正数字高程模型(hydrologically correct digital elevation models)的方法[5,6]。该方法在国外已进行过大量的应用研究[7,8] 。

TOPOGRID 接受点、线和多边形图层作为输入。为了得到比较精确的 DEM，本分析选取 10M^2 作为网格单元大小，将等高线图层(line coverage)、高程点图层(point coverage)、

河流沟渠等水系图层(line coverage)、水库图层 (polygon coverage)等输入 topogrid。TOPOGRID 使用有限次重复内插技术，其处理结果生成输入图层边界范围内以 LAKE Coverage 作为最低高程的 DEM。由于其缺省的子命令 ENFORCE ON 的作用，通过调整其 TOLERANCES 子命令的{tol1}容限值，可以剔除伪下陷区域，同时在其输出选项中可直接得到流域范围即二级保护区范围如图 2。再用 flowdirection 命令从 DEM 生成流向格网，用 Basin 命令生成汇水区盆地 (第一重山)即一级保护区范围如图 3。为了验证其准确性和合理





性，图 2 叠加了生成的 DEM（依灰度从深到浅而高度从低到高）作为背景，从 DEM 的纹理可以清晰地看出整个流域范围覆盖的正确性；图 3 叠加了遥感影像图作为背景，从影像图的纹理同样可清晰地看出汇水区盆地边界与山脊很好地吻合。

图 2　水库流域范围图　　*图 3　水库第一重山汇水区盆地范围图*

3.3 利用遥感分析初定保护区范围内的自然生态环境

为了最大限度地保障资源与环境承载力(或环境容量)的正常调节作用与正常功能的发挥，寻求资源利用与生态系统可接受阈值之间的动态平衡，必须对将要划定的作为法定保护范围的区域进行翔实的调查。对于水源保护区来说，重要的自然生态环境因素有人类生活生产活动及其对水源的污染影响、植被覆盖密度及其对涵养水源能力的影响、水土流失及其对蓄水区的淤积影响等。因此主要应获取以下信息：

一、地表覆盖或土地利用状况：根据卫星遥感数据的可分辨性和水源保护需要获取以下地表覆盖类型：林地/果园、草灌地、耕地、居住用地、建设开发裸地、水域等。选择具有部分监督功能的模糊迭代自组织数据分析法(Fuzzy-Isodata)[9]，能够充分利用地物光谱特征、空间分布特征、地学常识、专家解译经验等辅助信息提高分类准确度和精确度。表 1 为遥感影像分类解译得到的坂头水库流域范围的土地覆盖类型的面积。现有资料中可用来比较的数据有水域面积和流域汇水面积。测量数据中，水域面积为 340 公顷，误差为 1.18%；流域汇水面积 67.3KM^2，误差为 0.82%。

表 1　坂头水库流域土地覆盖类型的面积（单位：公顷）

流域汇水面积	林地/果园	草灌地	耕地	居住用地	建设开发裸地	水域
6785	5869	432	64	53	31	336

二、植被覆盖密度：采用植被指数法。选用归一化差值植被指数，它与植被分布密度呈线性相关，是植物空间分布密度的最佳指示因子，但当植被覆盖度小于 15%时，数值高于裸土的指数值；当植被覆盖度大于 80%时，检测灵敏度下降。或者采用 Tasseled Cap 变换的绿被指数，它排除了土壤背景的干扰。

三、水土流失分析：水土流失量无法从遥感数据直接得到，采用土壤侵蚀量遥感信息模型[10]进行估算。在厦门地区主要的土壤侵蚀是由于雨季的水力侵蚀，因此选用水力侵蚀量遥感信息模型。首先从 DEM 提取坡度信息和沟谷密度信息，利用遥感影像提取的植被覆盖度信息，

另外还必须获得水文因子信息和土质因子信息，然后建立模型进行计算。

3.4 综合社会和自然环境因素界定保护区范围

坂头水库四周群峰环抱，居住在二个水库周围的居民有林场职工及其家属、两个乡村的村民以及部队驻军，大都位于远离水库的第一重山以外，总人口约 5000 余人，主要从事农、林、果、牧业生产。没有工业生产也就没有工业废水排放，目前主要的污染源是居民的生活污水、畜禽粪便废水以及农田果园使用的农药化肥等，这些污、废水一般都经过农田或长距离的山谷，经过自然净化后才进入水库，对水质未产生明显的污染或只有轻度污染。但是近几年来，由于生态旅游、森林旅游的兴起，厦门市内一些单位的职工、学生经常自发到水库周围游玩、野炊，在水库沿岸扔弃一些饮料空瓶罐和食品袋，虽未严重污染水源，但多少影响了环境景观。因此，保护区范围的划定除了考虑流域的自然分界外，还必须综合考虑地表覆盖、人类活动、生态环境、行政区管辖界限、城市规划、环境功能区划、地表水环境质量标准等因素，然后根据提取的专题信息采用 GIS 的空间分析方法或人工调整最终确定，使界定的保护区范围具有管理操作的可行性。

4 结论及存在问题分析

利用遥感与 GIS 技术进行水源保护区的划定，能够客观地遵循自然地貌特征和水文特征，使保护区范围最大限度地与自然环境和谐一致。但是在本研究的过程中仍存在一些问题，如利用遥感数据获取的植被覆盖密度由于成像机制尚未研究清楚[10]，其定量化主要仍采用野外实地调查、然后进行灰度分割的办法；水土流失分析中的一些因子由于缺乏资料并未实际获取，仍然根据经验进行人工判译。目前的遥感工具软件尚没有提供具有部分监督功能的模糊迭代自组织数据分析法(Fuzzy-Isodata)，必须自行编程。当流域地表自然环境的地物光谱特征能够比较清晰地分辨时，可以采用非监督分类的办法，先对整幅影像进行 ISOClass 聚类，再进行人工判译及后处理修正。但总的来说，该保护区范围的界定手段在目前是比较先进的，得到的结果要比以前的更科学合理。

参考文献：

[1] 李纪人，遥感与地理信息系统在防洪减灾中的应用[A]，童庆禧，郑立中，中国遥感奋进创新二十年学术论文集[C]，北京：气象出版社，2001，307~311

[2] 郭铌，杨兰芳，黑河流域生态环境气象卫星遥感监测研究[A]，童庆禧，郑立中，中国遥感奋进创新二十年学术论文集[C]，北京：气象出版社，2001，353~357

[3] 周成虎、万庆、黄绚等，遥感与GIS 在洪水灾害监测与评估中的应用研究[A]，徐冠华、李德仁、刘先林，遥感在中国[C]，北京：测绘出版社，1996，171~178.

[4] 刘亚岚、王世新、魏成阶等，利用星载SAR 快速监测评估我国的洪涝灾害[J]，遥感信息，2000, 57:32~35.

[5] Hutchinson,M.F. Calculation of hydrologically sound digital elevation models. Third International Symposium on Spatial Data Handling, Sydney. Columbus, Ohio: International Geographical Union，1988.

[6] Hutchinson,M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits[J]. Journal of Hydrology, 1989, 106: 211-232.

[7] Hutchinson, M. F. and Dowling, T. I. A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia[J]. Hydrological Processes, 1991, 5: 45-58.

[8] Hutchinson, M. F. Development of a continent-wide DEM with applications to terrain and climate analysis. In: M. F. Goodchild et al (eds), Environmental Modeling with GIS. New York, Oxford University Press, 1993, 392-399.

[9] 周成虎、骆剑承、杨晓梅等，遥感影像地学理解与分析[M]，北京：科学出版社，1999，199~203.

[10] 马蔼乃，遥感信息模型[M]，北京：北京大学出版社，1997，83~91

遥感和 GIS 技术在西部地区生态环境现状调查中的应用

刘玉平　王桥　申文明

国家环保总局信息中心

摘要：为配合西部大开发，掌握西部地区生态环境现状，为西部地区经济结构战略性调整和重大建设项目布局提供决策依据，国家环保总局利用遥感技术和GIS 技术对西部12 省区的生态环境现状进行调查。本次遥感调查以美国陆地资源卫星Landsat 7 ETM +/Landsat 5 TM 2000 年数据为主，共计 338 景。通过调查得到西部地区 2000 年生态环境现状和95/96 年至2000 年的动态变化，并对8 个具有生态环境代表意义的典型区的80 年代、90 年代和2000 年三个时相的生态环境动态变化。分析得出西部地区土地覆盖/土地利用结构特点，近年来的变化趋势；目前存在的主要生态退化问题和发展趋势。

关键词：西部地区　　生态环境　　遥感和GIS

西部地区包括内蒙古自治区、陕西省、四川省、重庆市、贵州省、广西壮族自治区、云南省、宁夏回族自治区、甘肃省、青海省、新疆维吾尔自治区和西藏自治区十二个省、自治区和直辖市，面积 597.6 万平方公里，占全国国土总面积的 71%。为配合国家西部大开发战略，确保西部大开发过程中社会、经济与环境的可持续发展，国家环保总局组织局内外有关单位和西部各省区市，对西部地区的生态环境现状进行遥感调查，以摸清西部地区生态环境的现状和动态变化，为西部大开发中的环境保护提供新的、全面和翔实的信息基础。

1．西部地区生态环境现状遥感调查技术路线

1.1 西部地区生态环境现状遥感调查目标和范围

1、以服务西部大开发为宗旨,开展面向整个西部地区的生态环境遥感调查，为国家进行西部地区生态环境建设和管理、为西部地区生态功能区划和生态环境保护规划提供可靠的支持；

2、利用陆地资源卫星的早期和最新时相遥感数据为主要信息源，建立中国西部地区生态环境本底数据库，摸清西部地区生态环境现状和动态变化，为西部地区的生态环境监督、管理和决策提供新的、全面和翔实的信息基础；



3、利用遥感技术、地理信息系统技术，结合各种空间数据和统计数据，分析西部地区生态环境变化特征，及时发现生态环境存在的问题，寻找其成因和对策，为确保西部经济的可持续发展与资源环境的可持续利用提供科学依据。

中国西部地区生态环境现状调查范围见上图

1.2 总体技术路线和技术流程

中国西部地区生态环境遥感调查技术流程是一个体现综合考虑技术全要素和全过程的概念流程。设计的基本指导思想集中体现为充分利用现有条件、现有资料的可获取性及其时空代表性，通过全面、客观而科学的分析与计算方法，立足于利用美国陆地资源卫星遥感信息对环境要素现况的全面和现势性反映，依靠 GIS 技术支持下的多专题信息数据的组织与管理以及定量化综合分析结果的产生，最终依靠这些专题数据的整体优势，实现遥感与地理信息系统技术在区域环境分析工作中的全面应用，包括系列专题分析，指标体系建立、数据库建设、环境评价及动态监测结果等。总体技术路线与流程见图 2。

鉴于生态调查的多数据量和复杂的图像处理、空间分析的需求，技术实现的软件平台选用了引领 GIS 和 RS 技术发展的主流软件——美国 ESRI 公司的 ArcGIS 系列地理信息系统软件和 ERDAS 公司的 ERDAS Imagine 遥感图像处理软件，具体为 ArcInfo 8.0，ArcView 3.2 及相关扩展模块和 ERDAS Imagine 8.4。

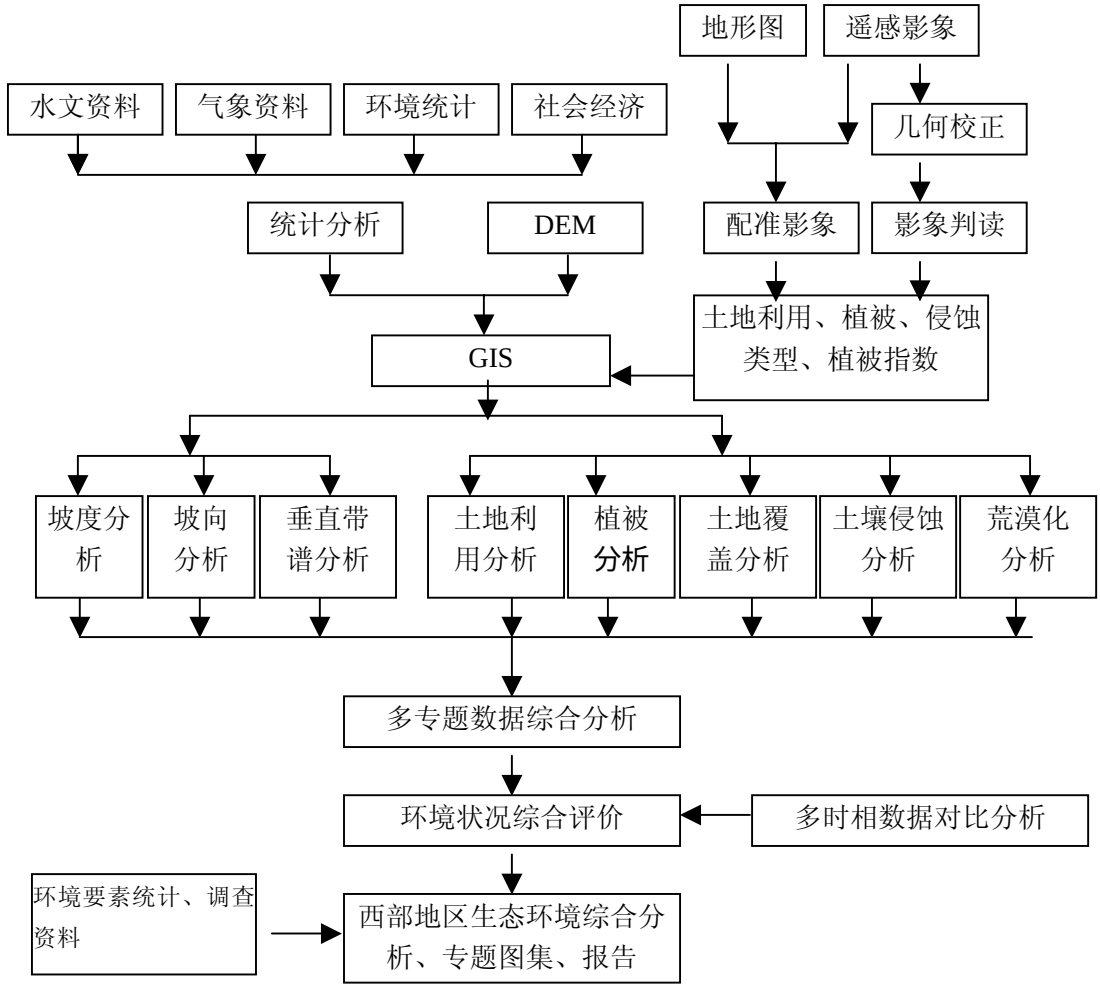


图 2 中国西部地区生态环境遥感调查技术流程

1.3 西部地区生态遥感调查土地分类系统

西北地区地理环境复杂、土地类型多样。土地分类系统根据我国土地的特点和本次生态环境宏观调查的要求来划分，主要遵循以下四项原则：

• 土地的自然生态和利用的双重属性。不管其利用与否，按土地的性质、特点及其利用的方式划分类型，以反映土地自然生态和利用状况。

• 根据利用遥感技术开展土地分类调查及可能达到的规定精度，对低于应用陆地卫星 ETM+图像判读的地物，均不能单独列入分类系统。

• 监测土地动态变化的连续性。将反映土地动态变化的要素作为某些土地类型的主要标志进行定性、定量划分，如草地覆盖度与土地沙化以及水土流失关系很大，因此在草地分类中以覆盖度大小来划分二级类型。

• 国家宏观决策的需要。在分类上，一方面尽可能与国家决策部门的要求相吻合；另一方面适应于西部生态与环境范围快速调查的需要。

根据上述四点原则，西部生态与环境土地分类采用全国三级分类系统：一级分为 6 类，主要根据土地的自然生态和利用属性，有耕地、林地、草地、水域、城乡、工矿、居民用地和未利用土地；二级分为 25 个类型，主要根据土地经营特点、利用方式和覆盖特征。

2．西部地区生态环境现状及其动态变化遥感分析

2.1 技术流程

以中国环境监测总站“全国资源环境本底数据库”的 1995/1996 年土地利用/土地覆盖数据为基础，依靠 2000 年的分县陆地卫星 TM 数据为更新信息源，通过 1995/1996 年和 1999/2000 年的土地利用/土地覆盖变化的比较分析，提取西部地区土地利用/土地覆盖的动态变化信息，计算形成 2000 年土地利用/土地覆盖状况、1995~2000 年各种土地利用/土地覆盖类型的动态变化，进而分析出西部地区土地利用/土地覆盖状况及其变化的主要特点和趋势。技术流程见图 3 和图 4。

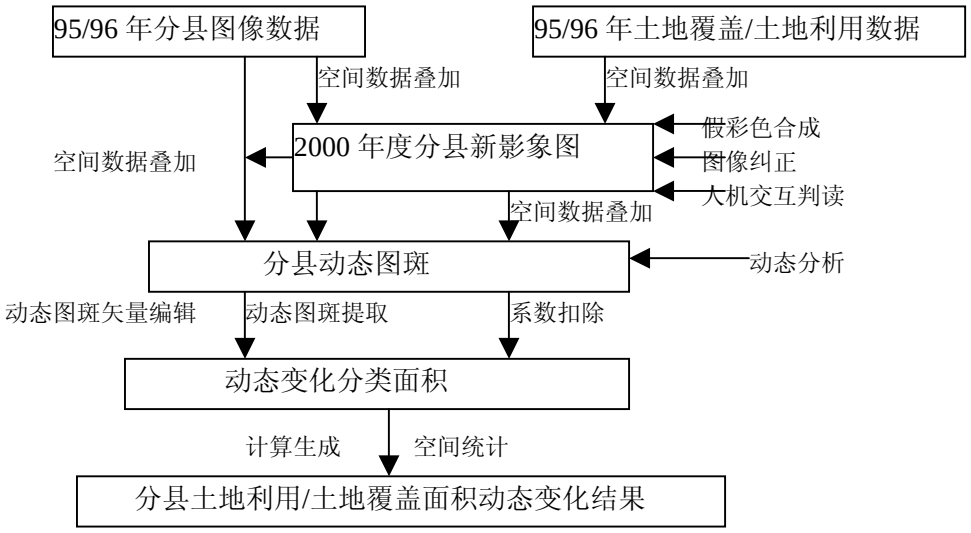


图 3 中国西部地区生态环境现状与动态变化遥感分析总体技术流程（1）

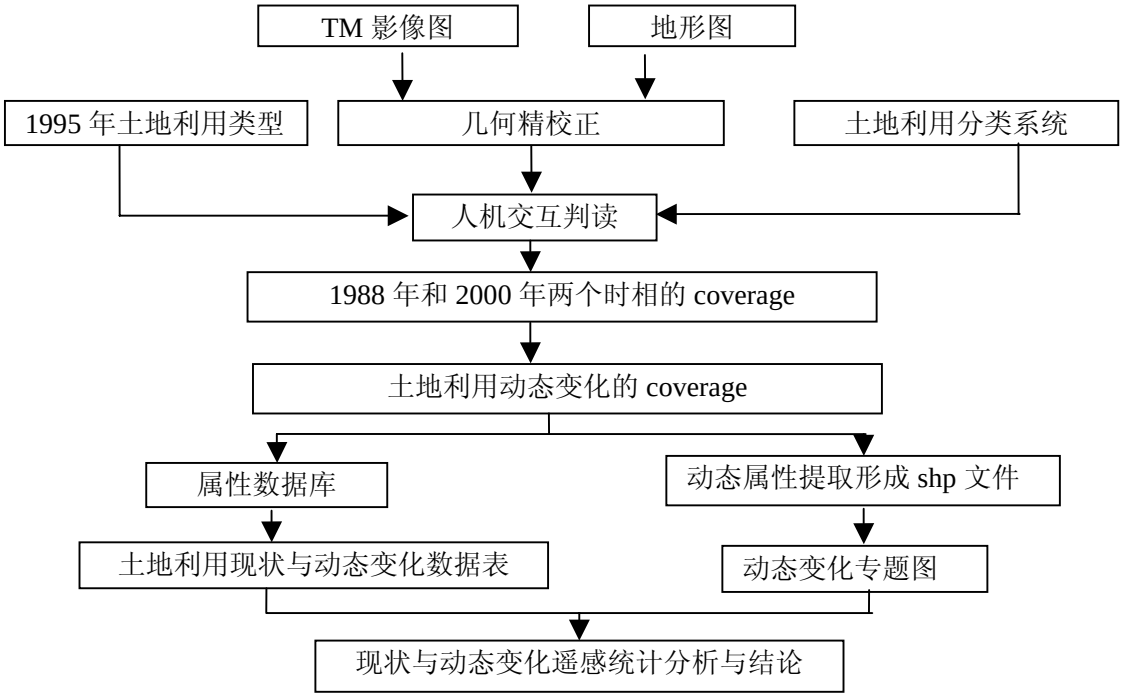


图 4 中国西部地区生态环境总体技术流程（2）

2.2 西部地区生态环境现状结果分析

西部地区土地覆盖总体状况统计结果如表 1，分省市区土地覆盖结构如图 5 所示。其中，耕地 5203.9 万公顷，占西部十二省市区总面积的 7.74%，林地 11370.5 万公顷，占西部总面积的 16.90%，草地 24425.4 万公顷，草地面积占有较大比例，占西部总面积的 36.31%，水域 2608.8 万公顷，占西部总面积的 3.88%，城镇建设用地 1434.5 万公顷，由于本地区社会经济不甚发达，城镇建设用地面积较少，占西部总面积的 2.13%，未利用土地 22219.7 万公顷，占西部总面积的 33.03%，也占有较大比例。西北地区主要省区土地覆盖/土地利用现状图见图 6-8。

表 1 2000 年西部地区土地覆盖面积 单位：万公顷

行政区	耕地	林地	草地	水域	城镇、工交用地	未利用土地	总计
甘肃	536.2	390.7	1397.6	38.2	112.7	1570.5	4045.9
宁夏	142.5	25.9	242.9	10.7	40.3	55.5	517.8
陕西	562.3	468.5	818.9	28.9	137.7	40.8	2057.1
新疆	490.2	361.1	4800.9	509.7	136.9	10099.7	16398.5
内蒙	953.7	1643.9	5671.2	170.8	252.5	2740.1	11432.2
重庆	275.7	312.9	123.8	12.8	98.3	0.2	823.8
贵州	389.1	946.0	327.5	10.9	86.9	0.5	1760.9
四川	878.3	1648.8	1749.7	63.0	322.6	174.7	4837.1
云南	473.1	2307.6	895.9	37.4	91.7	25.0	3830.6
广西	348.7	1594.7	240.9	49.2	131.0	0.5	2365.1
青海	67.6	272.2	3802.2	264.3	22.2	2737.6	7166.1
西藏	86.5	1398.2	4353.9	1412.9	1.7	4774.6	12027.7
总面积	5203.9	11370.5	24425.4	2608.8	1434.5	22219.7	67262.8
比例(%)	7.74	16.90	36.31	3.88	2.13	33.03	100.00

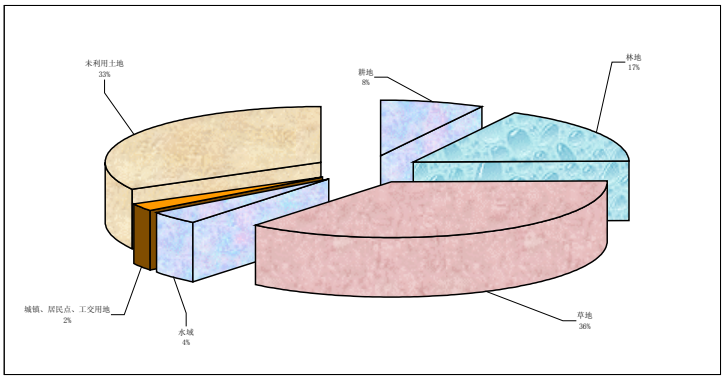


图 1-8 西部地区土地覆盖结构图

2.3 西部地区生态环境动态变化

根据本次遥感解译结果，耕地面积增加 120648 公顷，林地减少 614980 公顷，草地减少 1196513 公顷，水域增加 169780 公顷，城镇、居民点、工交用地增加 192453 公顷，未利用土地增加 242793 公顷。从生态系统质量角度分析，以反映人类扰动强度的耕地面积和城镇、居民点、工交用地在扩大，反映具有生态价值的自然斑块覆盖率的有林地、灌木林地、疏林地、其它林地和高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地在减少，同时，因生态环境条件恶劣而未能利用的土地在增加，因此，总体上西部地区生态质量在下降。

1995 年和 2000 年西部地区土地覆盖总体状况统计结果如表 2，近五年来西部地区各省市区土地覆盖变化不同类型其变化幅度各不相同，西部地区土地覆盖类型净增减量统计结果如表 2-2 和图 2-1。西部地区土地覆盖类型净增减图百分比如图 2-2 所示。

表 2 （1995-2000）两期西北地区土地覆盖面积比较 单位：万公顷

行政区	类别	耕地	林地	草地	水域	城镇、居民点、工交用地	未利用土地	总计
甘肃	2000年	536.215	390.747	1397.756	38.231	112.691	1570.631	4046.271
	1995年	533.266	389.358	1401.916	38.377	111.761	1571.594	4046.271
宁夏	2000年	142.513	25.858	242.974	10.662	40.293	55.529	517.827
	1995年	134.425	26.189	250.524	10.161	39.673	56.855	517.827
陕西	2000年	562.321	468.525	818.991	28.921	137.719	40.853	2057.329
	1995年	561.950	467.443	822.659	28.957	135.550	40.770	2057.329
新疆	2000年	490.253	361.109	4801.360	509.764	136.897	10100.727	16400.110
	1995年	450.831	359.258	4870.145	501.679	130.023	10088.175	16400.110
内蒙	2000年	953.777	1644.047	5671.775	170.783	252.515	2740.408	11433.305
	1995年	891.476	1673.227	5722.321	166.021	251.937	2728.323	11433.305
重庆	2000年	275.750	312.976	123.787	12.851	98.347	0.189	823.901
	1995年	276.982	313.235	123.863	12.824	96.809	0.189	823.901
贵州	2000年	389.140	946.107	327.559	10.899	86.924	0.468	1761.097
	1995年	385.429	957.628	320.475	10.780	86.317	0.468	1761.097

四川	2000年	878.405	1648.937	1749.839	63.035	322.675	174.718	4837.609
	1995年	880.043	1663.100	1738.281	61.929	319.533	174.725	4837.609
云南	2000年	473.163	2307.824	895.956	37.369	91.757	24.959	3831.027
	1995年	472.357	2316.593	889.289	37.203	90.627	24.959	3831.027
广西	2000年	348.775	1594.907	240.944	49.183	130.966	0.533	2365.308
	1995年	346.671	1596.239	242.428	48.785	130.652	0.533	2365.308
青海	2000年	67.575	272.277	3802.584	264.371	22.161	2737.826	7166.794
	1995年	63.808	272.544	3811.276	262.375	20.820	2735.971	7166.794
合计	2000年	5117.886	9973.313	20073.527	1196.070	1432.945	17446.840	55240.580
	1995年	4997.237	10034.813	20193.173	1179.092	1413.701	17422.560	55240.580

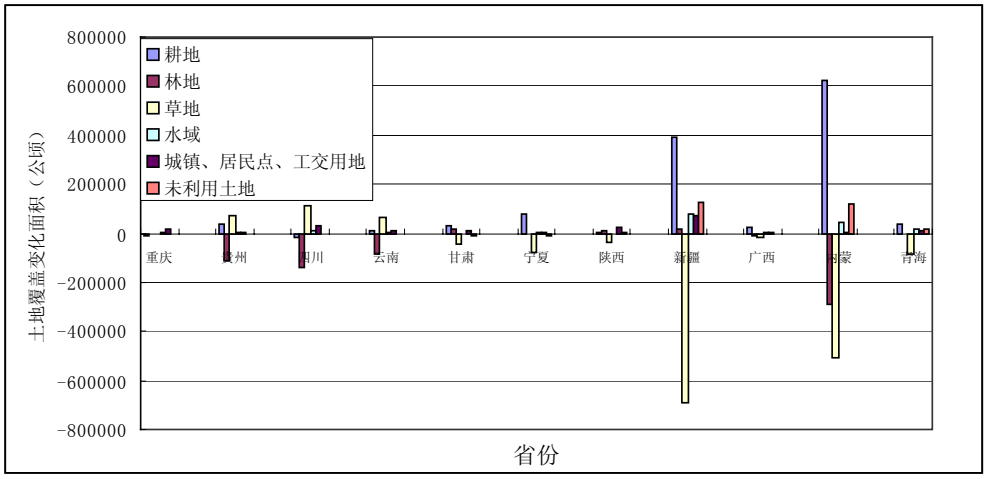


图 2-1　西部地区分省土地覆盖变化

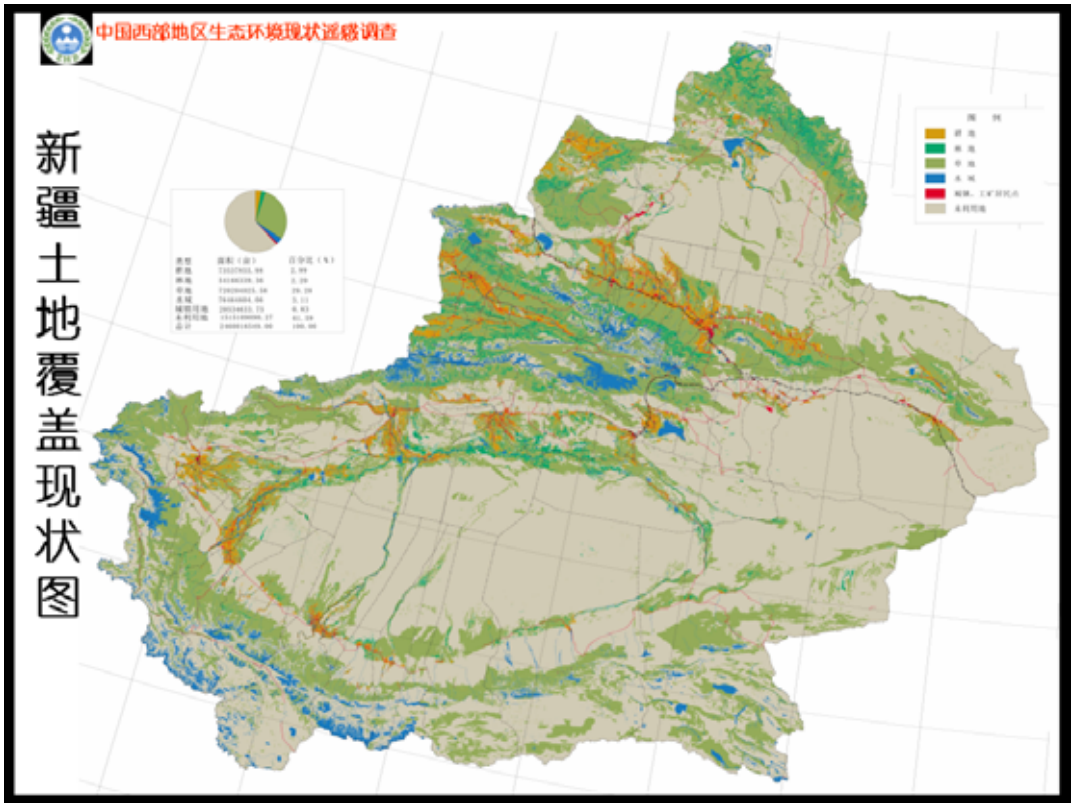
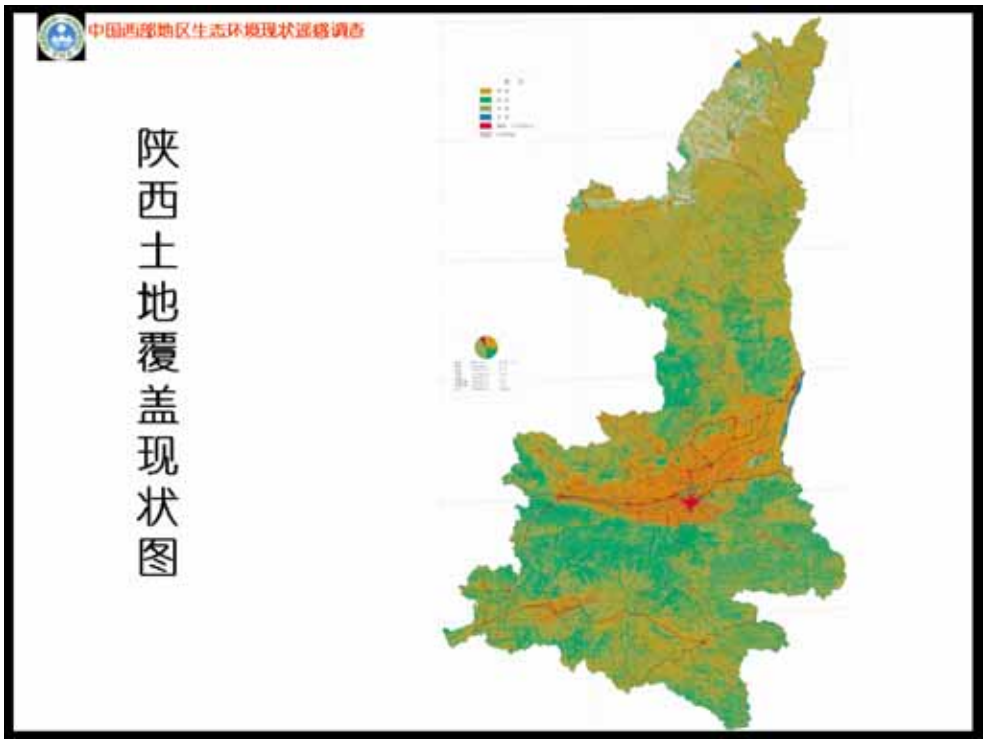


图 2-2　西部地区土地覆盖变化





3．结论

1．　遥感和 GIS 技术在西部地区生态环境现状调查中的应用，系统的反映了西部地区生态环境的空间分布与空间统计状况、生态环境质量状况、存在的突出问题和生态环境变化的

空间规律特点，为西部地区生态环境保护工作开展建立了全面的信息基础。

2. 西部十二省市区耕地 5203.9 万 hm^2，占西部总土地面积的 7.74%；林地总面积 11370.5 万 hm^2，占西部总面积的 16.90%，其中，高质量的有林地面积 5464.17 万 hm^2，占总林地面积的 48.06%，主要分布在西南地区和内蒙古东部地区；草地 24425.4 万 hm2，占西部总土地面积的 36.31%，总体上西部地区草地生态环境质量较差，在西南各省和内蒙古东部地区高覆盖草地所占比例较大；水域总面积 2608.8 万 hm^2，占 3.88%，西部地区水域面积 36321.03 万 hm^2，以冰川和永久雪山为主，其次是湖泊；由于本地区社会经济不甚发达，西部地区城市化程度较低，城镇建设用地面积较少，占西部总土地面积的 2.13%；西部地区未利用土地面积大，达 22219.7 万 hm^2，占西部总土地面积的 33.03%。

经过 1995 年和 2000 年遥感调查结果比较分析，耕地面积增加 120.65 万 hm^2，在 1995 年基础上增加 2.41%，林地减少 61.50 万 hm^2，在 1995 年基础上减少 0.61%，草地减少 119.65 万 hm^2，在 1995 年基础上减少 0.59%，水域增加 16.98 万 hm^2，在 1995 年基础上增加 1.44%，城镇、居民点、工交用地增加 19.25 万 hm^2，在 1995 年基础上增加 1.36%，未利用土地增加 24.28 万 hm^2，在 1995 年基础上增加 0.21%。从生态系统角度分析，以反映人类对生态系统扰动强度的耕地面积和城镇、居民点、工交用地在扩大，反映具有生态价值的自然斑块覆盖率的有林地、灌木林地、疏林地、其它林地和高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地在减少，同时，生态环境恶劣而未能利用的土地在增加，因此，总体上中国西部地区生态质量在下降。其特点表现为（1）农业耕地增加以毁林、草为代价，（2）林地退化为草地及未利用地，生态功能在下降，（3）草地退化使生态系统更加脆弱，（4）城市发展占用大量优质耕地。

基于 ERDAS 和 ArcInfo 的荒漠—绿洲景观分类研究

王兮之[1] 施维林[2] 张军[1] 葛剑平[1]

（1、北京师范大学生命科学学院，100875；2、浙江绍兴文理学院理学院生物系，312000）

摘 要：本文在 SOPT 4 多光谱卫星遥感数据的基础上，以新疆塔克拉玛干沙漠南缘中部的策勒绿洲为例，利用ERDAS image 和ArcInfo，对其荒漠—绿洲景观类型进行分类，揭示了策勒绿洲的景观分布类型与特征。

一、引言

干旱区主要是由山地、 绿洲和荒漠三部分组成，其中绿洲是干旱区独特的景观类型，也是最具生命力的组成部分。而荒漠—绿洲界面是绿洲赖以存在的屏障，又是生态脆弱带。在干旱区，绿洲化与荒漠化是相互对立并互为消长的变化过程，标志其变化的是荒漠—绿洲界面的变迁。绿洲被沙漠、戈壁等分隔包围；绿洲是一种脆弱而具有不稳定性的生态系统，荒漠—绿洲界面最易变迁，“沙进人退”、绿洲迁移在干旱区是普遍存在的现象。准确地掌握绿洲化与荒漠化之间相互演变转化的类型特征，是遏制荒漠化进程、维持绿洲稳定性的必要前

提。

景观生态学是研究景观的结构、功能及其空间格局分布的动态变化过程。景观格局分析主要研究斑块在景观中的分布规律，分析空间格局的目的在于在无序的景观上发现潜在的有意义的有序或规律，只有认识了空间结构是什么样的和为什么是那样的，才有可能进一步设想和规划更合理的景观格局，景观格局分析必须在景观分类的基础上进行。本文利用 SPOT 4 遥感数据通过 ERDAS 和 ArcInfo 软件的处理和分析，对研究区进行了景观分类，揭示了策勒绿洲的景观格局分布特征。

二、研究区概况

在新疆有大小绿洲 800 多块，占全疆土地总面积的 4.27%,却承载着全疆 95%以上的人口，而沙漠、戈壁等荒漠面积占土地总面积的 47.7%，绿洲被沙漠、戈壁等分隔包围，绿洲具有不稳定性。策勒绿洲位于塔南中部（塔南指塔克拉玛干沙漠南面与昆仑山北麓之间的地区），位于东经 80° 03′ 24″-82° 10′ 34″，北纬 35° 17′ 55″-39° 30′ 00″，是一个典型的荒漠—绿洲生态系统，它的形成和发展完全依赖于发源于昆仑山北麓的策勒河。多年来由于人口的增加、开垦活动的加强、使水源南退、地下水位下降，加速了下游地区植被的退化和沙漠化的发展。

三、景观分类

景观分类存在不同的分类体系：按人类影响强度的景观分类、以土地利用方式为主的景观分类、据自然度不同的景观分类、以及植被类型或地貌特征为主的景观分类等分类方式。本文主要根据自然地貌和地表的植被特征对 SPOT 4 遥感图像数据进行分类处理。

1、数据特征

所用的 SPOT4 多光谱资料 (4-209—275 Scene) 是 1998 年 9 月 26 日的一景数据。SPOT 4 是法国政府 1998 年 3 月 24 日发射最新的 SPOT 系列的探测卫星，数据成像面积为 60km×60km，周期为 26 天，其各个波段的特性见表 1。其中第 4 波段 (WSIR, 短波红外波段)对土壤湿度，植被覆盖和叶片含水量特别敏感。

表 1 SPOT4 多光谱卫星资料(HRVIR)的特性

波段序号	波长/μm	分辨率/m
1	0.50～0.59（绿）	20
2	0.61～0.68（红）	20
3	0.79～0.89（近红）	20
4	1.5～1.75（短波红外）	20

2、研究方法

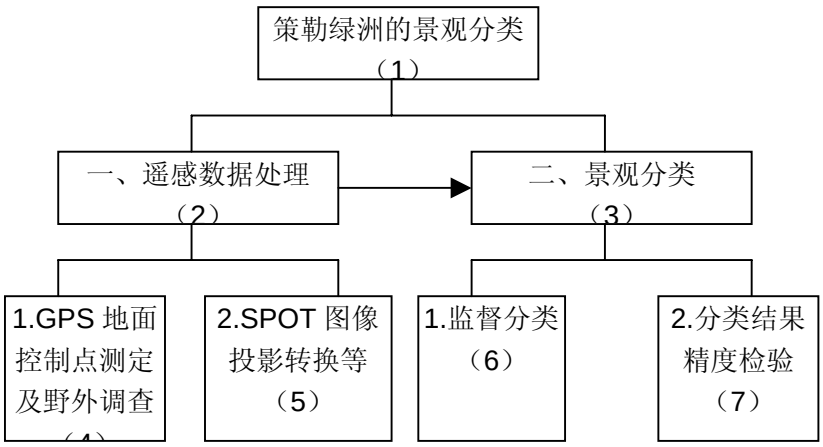


图 1 研究方法流程图

3、监督分类过程

图像分类就是基于图像像元的数据文件值，将像元归并成有限的几种类型、等级或数据集的过程。通常图像分类主要有两种方法：非监督分类和监督分类。非监督分类运用 ISODATA（Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique）算法，完全按照像元的光谱特性进行统计分类，常常应用于对分类区没有什么了解的情况。监督分类则更多的借助了人的先验知识进行分类控制，常用于对研究区比较了解的情况。监督分类主要进行以下几个步骤：建立模板（训练样本）、评价模板、确定初步分类图、检验分类结果、分类后处理、分类特征统计、栅格矢量转换。在监督分类过程中，首先选择可以识别或借助实地勘察研究区地面信息可判定其类型的像元建立模板，然后基于该模板用监督分类方法使计算机系统自动识别具有相同特征的像元。对分类结果进行评价后再对模板进行修改，多次重复后建立一个比较准确的分类模板，在此基础上最终形成景观分类。监督分类是基于分类模板来进行的，而分类模板的生成、管理、评价和编辑等功能由分类模板编辑器来负责。

在 ERDAS IMAGINE 图像处理软件中主要是利用 GPS（全球定位系统）所测定的具有明显地面特征的经纬度数据，然后使用 GPS 本身的数据转换功能转换为大地坐标格式的地面控制点（GCP）数据。对获取的 SPOT 4 数据输入、纠正、投影转换为具有大地坐标的图像文件。利用手持式 GPS 实际野外测定的相应研究区可识别地物的准确位置，借助 ERDAS 图像处理软件中分类模块的监督分类模块进行分类。对获取的策勒绿洲 SPOT 4 图像进行几何纠正与增强处理，然后利用 GPS 测定在可识别的具有明显标志的经纬度地面控制点（GCP）将数据（如大桥、水体和植被边界等）转换为大地坐标格式、输入 ERDAS 软件，再对该图像进行投影变换为 UTM 方式，用监督分类方法进行分类，最后形成策勒绿洲的景观分类图。

四、 结果与分析

1、策勒绿洲景观分类

策勒荒漠—绿洲景观主要包括山地、荒漠和绿洲三种生态系统：1）山地系统中有山体与山坡地；2）荒漠系统包括戈壁、沙漠、冲积地和半荒漠等；3）绿洲系统是由耕地、居民地与绿洲边缘组成，再加上水体（水库和河流）构成了策勒的景观分布格局。策勒景观具有如下特点：荒漠—绿洲景观是以戈壁荒漠为基质，绿洲为较大斑块，河流为主要廊道的景观构型。绿洲斑块是人类生存和进行农业生产的地区；河流是绿洲存在和发展的必不可少的基本

条件；绿洲的植被类型单调、结构简单。下表为分类图的详细景观类型说明。

表 2　策勒荒漠—绿洲景观分类图说明(类型与特征)

类名	颜色	特征
山体	灰色	昆仑山北麓山地，极稀疏植被
山坡地	浅黄	砾石、粘土混合，稀疏植被
壤质戈壁	赭色	砾质荒漠、无植被、地势平坦。
水体	蓝色	灌溉用水库与较宽河道。
砾质戈壁	棕褐色	粘质荒漠，分布极少量植被。
河床	蓝绿色	季节性河流的河床，以鹅卵石为主
冲积地	蓝青色	季节性河流冲击的滩地，有少量植被分布
冲击扇	灰绿色	洪水冲击扇，分布较多植被。
流动沙丘	金黄色	流动风沙土，无植被。
耕地	深绿色	灌淤土为主，主要作物有棉花、玉米等
沙漠	黄色	塔干沙漠南缘，基本无植被
半荒漠	淡绿	分布少量荒漠植被如骆驼刺等
半固定沙丘	橘黄色	半固定风沙土，有少量柽柳、骆驼刺等
绿洲边缘	新绿色	绿洲边缘地带有大量的芦苇、胡杨、柽柳等植被

2、误差矩阵分析

策勒景观分类误差精度的检验是根据监督分类误差矩阵表的计算结果得出。当运用计算机辅助解译遥感卫星数据时，对于较大范围的遥感数据的分类结果进行精度检验，当总的分类精度为 75%左右时其结果便可以接受。结果显示分类精度达到 90%以上有：耕地、冲击地、冲击扇、河床、砾质戈壁、沙漠、水体，分类精度达到 80%以上的有壤质戈壁、山坡地、绿洲边缘、半固定沙丘，分类精度低于 80%的有半荒漠、移动沙丘、半固定沙丘、山体，精度较低的原因是它们的光谱特征与其它类型的十分相似，因此造成了它们的分类精度低。分类结果总的平均精度达到 85%以上。

表 3 策勒荒漠——绿洲景观的监督分类误差矩阵表

Reference Data　　(单位:像素个数/类型)

分类数据	耕地	沙漠	绿洲边缘	半荒漠	移动沙丘	半固定沙丘	冲击地	冲击扇
耕地	117037	0	2098	39	16	102	0	0
沙漠	0	138753	0	17534	3546	183	161	0
绿洲边缘	3040	436	25555	4416	31	142	6	0
半荒漠	4	8036	1372	49181	1032	478	112	0
移动沙丘	0	2485	0	746	45740	13875	60	248
半固定沙丘	0	46	0	23	15201	94820	19	1270
冲击地	0	815	3	1329	189	174	26633	189
冲击扇	0	5	0	5	1680	15360	0	68467
壤质戈壁	0	147	0	415	1498	826	1191	1335
砾质戈壁	0	0	0	4	2594	2544	23	289
河床	0	0	0	1	0	12	750	59
山体	1823	52	161	563	459	1119	256	8
山坡地	453	249	180	804	41	420	210	14
水体	509	0	0	0	1	0	0	0
合计	122866	151024	29369	75060	72028	130055	29421	71879

	Reference Data						
分类数据	壤质戈壁	砾质戈壁	河床	山体	山坡地	水体	行合计
耕地	0	0	0	338	193	219	120042
沙漠	63	0	0	26	3030	0	163296
绿洲边缘	382	0	0	969	3865	13	38855
半荒漠	589	0	0	2568	15397	0	78769
移动沙丘	2357	3082	0	1250	838	0	70681
半固定沙丘	820	3429	0	12	13	0	115653
冲击地	35988	1218	563	314	10152	0	77567
冲击扇	7370	730	0	4	6	0	93627
壤质戈壁	324407	9778	0	189	569	0	340355
砾质戈壁	7440	634874	0	257	439	0	648464
河床	15	2326	94722	6	33	0	97924
山体	1351	747	790	60635	18371	50	86385
山坡地	2063	819	15	14522	397072	7	416869
水体	0	0	0	757	66	3166	4499
列合计	382845	657003	96090	81847	450044	3455	2352986

----- End of Error Matrix -----

五、讨论

策勒绿洲景观分类以及对绿洲景观特征的研究，只是对塔南绿洲及其相似绿洲带景观的初步结果。在掌握较大尺度的绿洲景观空间分布格局的同时根据不同的研究目的，如关注绿洲的植被类型，可选取较小范围感兴趣的区域即荒漠—绿洲交错带，进行进一步细化分类，更精确地定量研究局部景观特征。如果能利用遥感数据分别形成塔南地区各个绿洲和整个塔南地区的景观类型与自然景观图，可以从不同的尺度上了解各绿洲的自然地貌、植被和人工农业生态系统的分布状况，有利于从整体宏观上把握塔南绿洲带及各个绿洲的景观结构、功能以及变化的过程。如能获取不同时相的 SPOT 4 数据或其它类型的遥感数据，则可以利用相同的数据处理方法，然后输入 GIS 系统对塔南地区的整个景观结构、功能以及动态变化的过程中的景观特征参数如破碎度、连通性、分维数、多样性指数等的变化过程进行有效的分析。另外借助 3S（GIS、GPS、RS）技术的各自优势，在收集荒漠—绿洲景观中土壤、植被、气象、经济等方面的数据基础上，建立研究区的综合性荒漠—绿洲景观数据库。通过以上四个方面分析研究可以对一个地区不同尺度生境有相对完整的了解，从而进行研究区动态监测和科学合理的规划与管理。

参考文献

[1] 黄文房. 绿洲发展与生态环境建设. 乌鲁木齐：新疆科技卫生出版社.1998，1-36.

[2] 许慧，王家骥，景观生态学的理论与应用. 北京：中国环境科学出版社. 1993，148-176.

[3] 李小明，张希明.塔克拉玛干沙漠南缘绿洲生态系统.干旱区研究，1995，12(4):10-16.

[4] 党安荣，王晓栋，程晓峰. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法. 北京：清华大学出版社，2002，PP.189-238.

[5] ERDAS Field Guide.1997.Fourth Edition, USA: PP.213-258.

[6] ESRI, Understanding GIS, GIS by ESRItn, 1995.

遥感和地理信息系统在福建省湿地资源调查中的应用研究

肖 胜

（福建省林业科学研究院，350012）

摘要：本文论述了在遥感和地理信息系统技术的支持下，运用 ArcInfo 及 ERDAS IMAGINE 平台，分析解译卫星图像，同时结合实际调查数据，建立福建省湿地资源 GIS 数据库，对福建省湿地资源特征进行空间分析，对各种湿地类型进行划分，并完成系列湿地专题制图。

关键词：遥感；地理信息系统；福建省；湿地资源

湿地系指天然或人工、长久或暂时性沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带，带有或静止或流动、或为淡水、半咸水、咸水水体者，包括低潮时水深不超过 6 米的海域。湿地是重要的自然生态系统和自然资源，它不仅在净化环境、调节气候、改善人民居住条件质量等方面有重大作用，同时是具有巨大开发潜力的自然资源，有着巨大的经济、生态和社会效益，是实现社会可持续发展的重要基础。及时准确地掌握和研究湿地资源的现状和动态对湿地的合理开发、利用、保护有着重要的意义。遥感技术是近年来正在蓬勃发展的一门综合性的探测技术，因其具有观测范围广、多波段成像、周期性重复观测、数据管理方便等优点和特长，作为一个新技术手段已被越来越多地应用在资源调查和监测上，它为获取湿地资源环境状况提供了有效的信息源；而地理信息系统是综合有效地采集、存贮、管理地理信息并能对地理信息进行空间检索查询和分析处理的系统，可以对多种来源的时空数据进行综合处理、集成管理和动态分析，它为湿地各种数据库（图形和属性）的信息管理提供了可靠基础。

福建省地处我国东南沿海，属温暖湿润的亚热带海洋性季风气候，降雨量丰富，自然条件优越，森林覆盖率高，海岸线长，因而湿地资源丰富且类型多样。根据国家林业局的相关文件精神要求，1999 年～2001 年期间福建省全面开展了湿地资源本底调查，由于此次调查工作的任务重、要求高，因此为了降低野外调查的劳动强度、节省成本，在调查中应用了卫星遥感技术和地理信息系统技术，提高了调查质量和调查成果的科学性。本文以此为背景，论述遥感和地理信息系统技术在福建省湿地资源调查中的应用，探讨它们在湿地资源调查中可实际运作的方法体系，为今后福建省湿地资源动态监测体系的建立提供有效保证和奠定坚实的基础。

1 遥感信息源和相关材料

卫星遥感信息源采用美国陆地资源卫星 Landsat – 7 号 ETM + 数据，采集时间为 1999 年～2001 年期间。其它相关材料为全省地形图、相关海图、中国海岸带和海涂资源综合调查图件和报告、各种历史文字资料等。调查过程中使用的图像处理系统和地理信息系统分别为：ERDAS IMAGINE 和 ArcInfo，使用的计算机系统为 SUN 工作站。

2 湿地调查的范围和主要任务

依据国家林业局的相关规定，湿地调查的范围是面积在 100 公顷以上的湖泊、沼泽；近海和海岸带湿地；库塘；河床（枯水河床）宽度≥10 米、面积大于 100 公顷的河流以及其它具有特殊意义的湿地。湿地资源调查的主要任务是查清福建省湿地现状，建立湿地资源数据库，综合评价福建省湿地资源及其利用现状，提供全面、准确的调查材料、图表材料和调查分析报告，在调查的基础上建立福建省湿地资源研究监测网络。

3 技术路线及相应过程

3.1 遥感卫星数据的处理

遥感卫星数据的处理过程均在 ERDAS IMAGINE 中完成。首先将获取的卫星影像数据 利用 IMPORT 功能导入到系统中，成为 img 格式，并进行相应的大气纠正、几何纠正和图像增强等预处理。福建省卫星影像覆盖 PATH/ROW 有 118/041、118/042、119/040、119/041、119/042、119/043、120/041、120/042、120/043、120/044、121/041、121/042 等，将几何纠正后的、统一坐标投影系统的影像进行拼接，为了分时作业，可依据需要按调查范围拼接成几块进行处理。

为了增大处理分析精度，提高影像的分辨能力，使用 ETM 数据中的 15 米分辨率全色波段，将其与其它几个波段进行融合，并通过彩色合成，形成分辨率较高彩色遥感影像。融合方法采用主成分变换（Principal Component）融合法完成，首先对原始 TM 数据进行主成分变换，然后把 15 米分辨率的全色波段拉伸到第一主成分数值范围，但又保持其本身的直方图不变，然后代替第一主成分，并进行主成分逆变换，得到融合图像。最后融合图像的 R、G、B 合成采用 3、2、1 和 5、4、3 两种彩色合成方案，形成工作底图。

3.2 基础地理信息系统数据的建立

依据调查的需要，利用地形图，建立基础地理信息系统数据库，包括：省界、市界、县界、高速公路、国道、铁路、主要居民点等。

3.3 湿地类型的划分

根据《全国湿地资源调查与监测技术规程》的要求，将湿地划分为重点湿地和一般湿地。

重点湿地（符合以下条件之一的湿地）：①已列入《湿地公约》名录的国际重要湿地；②已列入国家级自然保护区的国家重要湿地；③已列为省级保护区的湿地；④省区特有类型的湿地；⑤具有省区特有的濒危保护物种的湿地；⑥面积≥10,000 公顷的湖泊、沼泽、水库；⑦20,000 只以上水鸟度过其生活史阶段的湿地，或者一种或一亚种水鸟总数的 1%终生或在生活史的某一阶段栖息的湿地；⑧红树林。

一般湿地：除重点湿地以外的面积≥100 公顷的湿地。

3.4 编制湿地类型解译标志

对处理后的卫星遥感影像进行特征对比分析，根据遥感影像上反映出来的形状、大小、色调、灰度、亮度、形状、纹理、结构等影像特征分析，结合地形图进行必要的野外踏勘，利用全球定位系统接收仪进行定位，同时记录定位点相应的地表地物特征，形成对应关系，建立各种湿地类型的影像解译标志（直接和间接标志），同时结合湿地调查的范围区域和分类，编制解译标志图表，利用该解译标志图表有助于在复杂多样的信息中正确识别各种类型的湿地，确定各类湿地的空间位置、几何形态和相互关系，从而充分利用遥感技术的优势和可能

达到的调查精度。

3.5 湿地类型解译

对遥感图像进行分类(可视掌握材料数据的具体情况或不同地区采用监督分类或无监督分类),依分类后图像大致确定基本类别,然后在 ArcInfo 中将融合后的彩色合成图像作为底图,在底图之上建立湿地线型或多边形（LINE、POLYGON）图层，利用解译标志对卫星影像进行判读解译，在解译过程中可同时打开多个窗口，调用分类后的遥感图像进行参照对比，对不同的湿地类型进行一一区别，用鼠标在屏幕上跟踪湿地类型图斑或湿地类型边界，每块区域按照从上到下、从左到右的顺序进行作业。解译作业完成后还要依照不同的地带（如流域、河口、海湾等）进行统一检查，以防止错误和遗漏。解译实例见福州闽江口附近地区湿地解译图。如图 1 所示，红线表示解译的类型边界线。

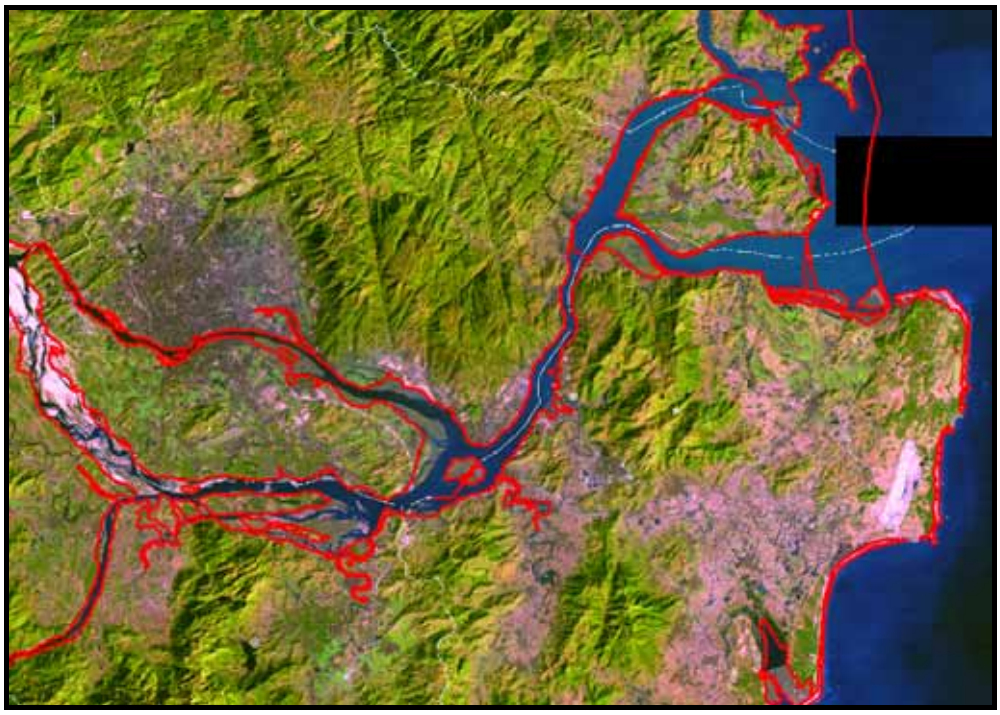


图 1　福州闽江口附近地区湿地解译图实例

3.6 遥感信息源无法解决的类型调查

用 Landsat ETM 可进行大部分的湿地类型的判读和解译,但对于近海水深不超过 6 米的海域这一类型的解译则较为困难，在卫星遥感图像上无法确定 6 米等深线的范围。因此该类型的区域调查界定则不采用卫星影像数据，而采用地形图和相关海图来进行。

将地形图或海图扫描录入计算机，以扫描图像作为底图，用 ArcInfo 系统数字化等深线，内插出 6 米的等深线，然后与福建省海岸线进行合并，形成多边形。并依据 TIC 点的坐标进行 Transform 和 Project，使之与其它图层的坐标及投影一致。

3.7 福建省湿地类型地理信息系统的建立

经过图像解译和数据汇总，建立湿地类型的地理信息系统数据库。依据《湿地公约》中关于湿地的定义，同时结合全国调查的技术规程，依照福建省具体情况，福建省湿地类型数据

库分为：

I 近海和海岸湿地类（低潮时水深 6 米以浅的海域及其沿岸海水浸湿地带）

I_2 浅海水区域：低潮时水深不超过 6 米的永久性浅水域，植被盖度＜30%，包括海湾、海峡。

I_3 珊瑚礁：由珊瑚聚集生长而成的湿地，包括珊瑚岛及其有珊瑚生长的海域。

I_4 岩石性海岸：底部基质 75%以上是岩石，少于 30%的植被覆盖的硬质海岸，包括岩石性沿海岛屿、海岩峭壁。本次调查统计指低潮流水线至高潮浪花所及地带。

I_5 潮间沙石海滩：潮间植被盖度＜30%，底质以砂、砾石为主。

I_6 潮间淤泥海滩：植被盖度＜30%，底质以淤泥为主。

I_8 红树林沼泽：以红树植物群落为主的潮间沼泽。

I_{11} 河口水域：从近口段的潮区界（潮差为零）至口外河滨段的淡水舌锋缘之间的永久性水域。

II 河流湿地类（本次平均宽度≥10 米，面积大于 100 公顷的全省主要水系的四级以上支流）

II_1 永久性河流：仅包括河床和低河漫滩。

V 库塘类

V_1 水库、池塘：为灌溉、水电、防洪等目的而建造的人工蓄水设施。

根据这些解译出来的湿地类型，在 ArcInfo 中建立表 1 所示的地理信息系统数据图层。表中湿地类型的数字是依据调查规程中的数字代码，福建省没有的图层或面积少于调查要求的则不体现。另外，还根据野外实地观测的 GPS 数据，下载到计算机中，建立了“福建省国家重点保护水禽”分布点的点状（Point）图层。

表 1　福建省湿地类型 GIS 图层库

图层		湿地类型	
I	I1	近海和海岸湿地类	1、浅海水区域
	I3		3、珊瑚礁
	I4		4、岩石性海岸
	I5		5、潮间沙石海滩
	I6		6、潮间淤泥海滩
	I8		8、红树林沼泽
	I11		11、河口水域
II	II1	河流湿地类	1、永久性河流
V	V1	库塘类	1、水库、池塘

3.8 成果图绘制输出

将各种信息数据进行组合迭加，对各种线状图层数据指定不同的线型和颜色，对各种多边形图层数据指定不同的填充图案、标注和颜色，对各种点状图层数据指定不同的符号和颜色，并定义图件的比例尺，形成成果图用绘图仪输出。输出图件有：《福建省湿地分布图》、《福建省湿地自然保护区分布图》、《福建省国家重点保护水禽现状分布图》等。

4 结语

4.1 利用遥感和地理信息系统技术，进行湿地资源调查的方法可行，相对于常规方法，具有资料新、速度快、专题制图美观、可操作性强、各类信息管理方便，同时大大降低了野外调查的工作量，节省了调查成本，缩短了调查时间，提高了调查工作效率，具有十分广阔

的实用价值和应用前景。

4.2 本次调查建立了福建省湿地类型的地理信息系统和遥感图像解译处理方法，对福建省湿地资源实行全方位的计算机管理，为将来建立福建省湿地资源监测体系提供了系列的技术方法手段和第一期的数据库基础。

4.3 采用高分辨率的卫星影像波段与多光谱波段进行融合，可以大大提高遥感影像的细部纹理，提高其分辨能力，既有利于人工判读正确率，又有利于计算机自动分类。

参 考 文 献

1 张柏.遥感技术在中国湿地研究中的应用.见：遥感技术与应用，1996,11(1):67～70

2 应顺东,金晓俊.卫星遥感技术在湿地资源调查研究中的应用.见：浙江林业科技，2001,21(3):83～88

3 黄慧萍.遥感技术在广东省湿地类型调查中的应用.见：国土资源遥感，1996,30(4):9～15

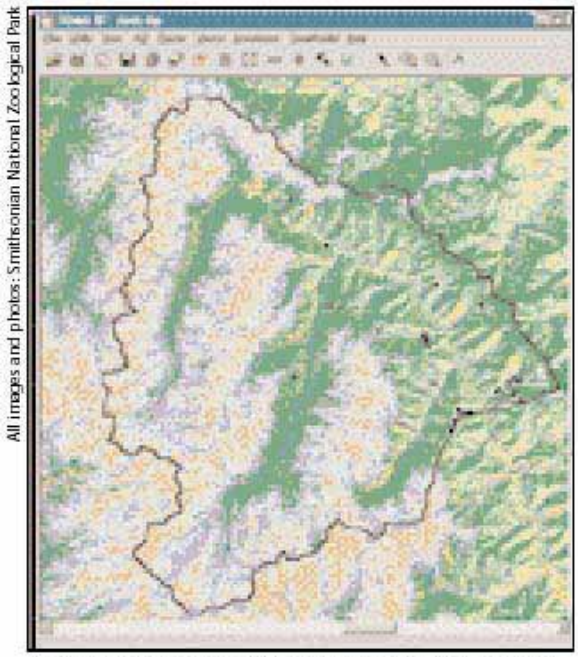
4 肖胜.森林资源管理的遥感技术应用研究.见：福建林业科技，1998,25(3):6～10

应用介绍：国际应用：

ERDAS IMAGINE 帮助保护中国野生大熊猫



濒临灭绝的大熊猫生活在中国四川省、甘肃省、陕西省的山区。历史上其分布甚广，数目超过 100,000 只，然而 13 年前的调查显示当时的数量不足 1,200 只，最近的在两个地区的调查结果显示数量还在减少。



黑色边界所包围的区域为WANG LANG大熊猫保护区的主要土地覆盖分类（基于LANDSAT ETM影像），零星黑点表示曾发现大熊猫。该数据库用于大熊猫栖息地适应性制图和制作培训手册。

目前大熊猫的总体状态未知，1999 年 11 月中国政府发起了一个为期三年对大熊猫进行全面调查的工作，面积覆盖 1,000 平方公里 25 个保护区。

研究人员相信大熊猫被分割在 30 个地区，因此没有基因交换的机会。Smithsonian 国家动物园的工作人员希望促进保护区、政府、其它研究者以 GIS 为共同语言通力合作。将 ESRI 的 GIS 和 ERDAS 软件结合，研究人员希望找到将不同居住地

的熊猫连接起来的方法，并促进其基因交换。

2001 年 6 月在四川省卧龙自然保护区首次为野生动物管理了举行 GIS 和 RS 课程。使用 ERDAS IMAGINE 和 ESRI ArcView 软件，六个动物保护区的工作人员、北京大学以及林业调查规划部门共同参加的培训。

在学习班中，学生们学习了怎样收集、保存数据分析野生熊猫的分布，以及课程完成后怎样继续使用 ERDAS 和 ESRI ArcView 软件工作。利用 ERDAS IMAGINE 分析卫星图像，采集地面数据、评估分类精度。

培训组织者的目的是综合使用各方提供的基本数据、卫星图象以及熊猫的生活地区环境信息如高程、河流、道路等信息，利用 ERDAS IMAGINE 和 ArcView GIS 工具开发熊猫适宜性模型。

“我们的最终目的是使这一培训班成为年度活动，培训新的人员，为已经参加过培训的人员提供更高级的课程”，Melissa Songer 说。

“使用这些工具可以跨保护区研究熊猫生活区的景观，这些因素如不借助 ERDAS IMAGINE 和 ArcView 很容易被忽略，” Songer 说，“……如果有一天需要将人工饲养的熊猫放回大自然，GIS 将是确定成功放养的关键工……。”

- **地理图像使非洲的自然资源保护更进了一步**



Kruger 国家公园（KNP）位于南非东北部，面积 19000 平方公里，每年吸引世界各地的游客约一百万人。此公园由南非国家公园管理，最近 KNP 与津巴布韦和莫桑比克的保护区 Gaza_Kruger_Conerhezou Transfrontier 公园合并。公园由和平公园基金开发，非常重视地理空间信息技术。

KNP 的科学服务部建立了一个 GIS 实验室，实验室拥有基本的 GIS 数据库，数据库中有矢量数据、扫描图以及遥感图像。GIS 实验室以 ERDAS 公司和 ESRI 公司的产品为标准，他们使用的软件包括：IMAGINE Professional 8.4、ArcView 3.2a、ArcView Spatial Analyst、 ArcView 3D Analyst、ArcInfo 8.0。这些软件为 GIS 实验室的工作人员服务，也为互访的需要 GIS 设备和技术的科学家使用。南非火灾和大气研究活动 2000（SAFARI2000）由世界各地的科学家和大的组织机构参加，包括 NASA、Oak Ridge 国家实验室、乔治亚大学、 Witwatersrand 大学。由于其地貌质朴，KNP 将被作为重要的研究基地。为了进行这项研究，GIS 实验室正在利用全公园的 LandSat 7 ETM+图像。将来还会用到 IKONOS 和 Terra 卫星影像。实验室还有大量国家海洋和大气研究组织测量的高分辨率辐射数据文档，这些数据被 Pretoria 的土壤、气象和水资源学院经常访问。

随着对公园研究的深入，科学家需要越来越多的航空相片，非常幸运的是，河流研究项目以及其后的 Savanna 河流边界项目近些年来已经以 1：10000 和 1：20000 比例航摄了公园的大部分。边界项目的重点是研究养分和能量在 Savanna 和 riparian 生态系统间的流

动。航空相片用来帮助确定边界。

GIS 实验室计划开发图像管理和处理系统（IMAPS）进行图像的备份、存档、恢复、归档和形成元数据。普通产品包括背景、植被指数、火灾斑图等，特殊的图像处理为特殊的研究服务。独立的瑞士研究者-Lukas Mathys 正在利用 ERDAS IMAGINE 为 KNP 稀有羚羊建立居住适宜性模型，他使用的数据有 LandSat 7 和地貌数据如，地理、土壤、植被和坡度。

开发这样一个模型的第一步是使用植被图，包括通用和特殊的生态分类，如：植被覆盖、树密度、湿和干的草地。湿地和 Savanna 高地间的群落交错区好像是羚羊的主要牧草区。

首先，利用 ERDAS IMGINE 的非监督分类工具进行分类，然后利用笔记本电脑中安装的 ERDAS 的 ViewFinder 显示参考地区图进行地面调查。随后利用 ERDAS 的监督分类进行优化来区分和提取生态参数。羚羊出现地区的光谱统计值、水文信息和其它的要素在选择训练区前先调查。ERDAS 的点增长工具用于研究河岸、开阔水域、沼泽、湿草地和干草地的光谱特征信息。

ArcView 的 Splus 以及 Splus 扩展使用图像统计信息建立模型。今后大量动物将用 GPS 的无线电项圈跟踪，它们出现的位置将标在 Mathys 产生的图层上。这一方法允许科学家优化三种羚羊的居住预测模型，并分析在不同的生态区内这些动物会停留多长时间。

由于火是影响生态功能的重要因素，因此火的监测和管理是遥感和图像处理的基本应用。大部分公园火每 2-3 年爆发，从遥感图像上获得的焚烧地区间的地面差异和焚烧的斑痕更新了用遥感进行的火情制图。

KNP GIS 实验室自其建立已经经历了几个发展阶段。最初在项目-项目的基础上集中进行栅格的空间分析，实验室的主要任务是开发通用的 GIS 数据库（大部分是矢量）提供基本的研究数据，通用的制图和空间查询。然而随着矢量数据库建立的圆满完成，工作重点转向图像处理。IMAPS 的开发是公园 GIS 实验室今后的主要任务。

- **ERDAS 帮助卢旺达恢复大猩猩的生活环境**

山猩猩居住在卢旺达、乌干达、赞比亚的热带雨林中，在所有的猿类中它们是快要濒临灭绝的。生活在火山坡上的山猩猩与当地的农民争夺粮食和空间，由于疾病、战争和偷猎近年来它们的数量锐减。保护人员估计还有不到 350 只山猩猩幸存。

最进由于 ERDAS 公司捐赠的软件以及在 MacArther，Turner，Daniel，K. Thorne 基金会的资助下，山猩猩的数量有可能会增加。卢旺达政府和卢旺达大学的科学家正在利用这些捐赠品建立国家第一个遥感和 GIS 中心。通过与 Dian Fossey 大猩猩国际基金会和美国学院机构合作，这个中心最后将成为地理信息的交换中心。其中的信息将帮助国家解决社会、经济和环境问题，保护世界上最后仅存的山猩猩。改进国家的基础设施和鼓励合理的土地使用规划对猩猩的长久生存至关重要。这些改进也将影响卢旺达的经济，因为猩猩旅游业在吸引国外投资方面位居第二。

GIS 和遥感技术将帮助卢旺达政府更新地图、管理农用土地、让农民居住进村庄和探测矿物。NUR 的学生将这些技术应用于农业、社会科学、土地使用、城市规划、气象以及地学的应用中。

ERDAS 软件对卢旺达这个国家很关键，因为它们缺少详细的空间数据和精确的地图。Nickolas Faust 是乔治亚 GIS 技术中心的主要研究科学家和副主任，他在卢旺达负责安装设备、开发培训和授课。他说：“图像是获得各项工作都可使用的高精度底图的最好方法”。

使用 IMAGINE 专业软件，研究者将 Dian Fossey30 年前收集的以及随后由 DFGFI 科学家增加的人口数据与卫星图象结合。结果将帮助研究人员确定一个地区的承载能力，以作为测量未来生活环境减少的基线。

DFGFI 主席 Clare Richardson 说：“这项工作表明：地理图象和 GIS 已经成为土地保护，特别是生态系统管理和濒临灭绝动物保护的基本工具”。与世界范围的大学合作，DFGFI 愿意提供 GIS 和地理处理设备/培训帮助其它的组织保护濒临灭绝物种。

ERDAS 亚太边缘区域经理原欧洲、非洲和中东地区经理，Kaushik Chakraborty 说：“这些主流技术经成为艺术性地保护活动、帮助保护人员解译基线数据、监视和预测变化，交流成果的基础。使用与政府和大的商业机构相同的分析和规划工具，保护人员可以为自己科学和明智地平衡工作领域”。

- **火山危害图的三维可视化**



图 1. 左图为 Galeras 火山危害图；右图为左图覆盖在 Landsat TM 影像的彩色合成图（3R-2G-1B）上

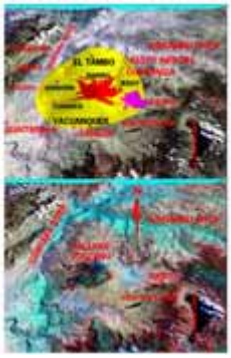


图 2. 左图为 Galeras 火山地区数字高程模型；右图为 Landsat TM 5 彩色合成图（4R-5G-2B）

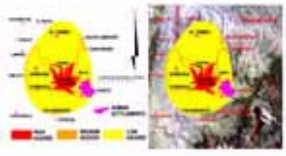


图 3.上图为危害图的透视图；下图为 Landsat TM 5 彩色合成图（4R-5G-2B）。观察方向由南向北

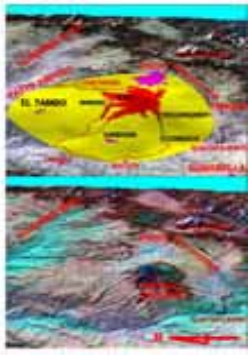


图 4.观察方向为由西向东的透视图和 Landsat TM 5 彩色合成图

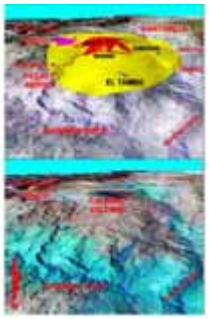


图5.观察方向为由北向南的透视图和Landsat TM 5 彩色合成图

火山喷发虽不常见，但是一旦发生，由于其突然性和爆炸性，猛烈的熔岩流会给流经地区造成巨大的灾害。在人的一生中一个火山的喷发次数一般不超过 1 次，但哥伦比亚的 Galeras 火山不是这样。

Galeras 火山是哥伦比亚境内最活跃的火山，位于哥伦比亚西南安第斯山脉中，海拔高度 4200 米。Galeras 火山的主要火山口距离 Pasto 市 8.5 公里，该市人口 230,000。该地区的其它居民点（如 Jenoy and Nariño）到火山口距离小于 5 公里。火山的周边地区还有其它城市，如 Sandona、Consaca 和 Yacuanquer，人口合计约 80,000。Pasto 建于大约 460 年前，而 Galeras 的喷发周期为几年。

1993 年 1 月 14 号，Galeras 火山突然喷发，导致正在参观它的 6 个科学家和 3 个游客不幸身亡。

火山危害地带图（Volcanic hazard-zone map）或许是政府官员和市民用来计划火山突发事件的最简单易懂的信息，呈现火山活动的历史和未来的最常用方法就是在该图上从某一特定火山或水文危害中圈出危险区域。危害地带必须圈出所有可能被火山喷发影响的区域，而且还应该标明火山喷发的重复间隔。政府机构必须参考社会、经济和政治因素来评价火山危害地带图，从而指定长期土地利用规划。事实上，如果人们能在火山喷发前预先得到通知并有所准备，而且火山喷发后能立刻得到警报，人们就有足够的时间撤离。

Galeras 火山口附近有三个危害地带：高危害地带、中危害地带和低危害地带。高危害地带是指非常强烈的火山喷发发生的地带，在该地带不会有任何人或物幸存。中危害地带是一个过渡带，它是指可能被高危害地带的一些强烈的火山喷发所影响的地区。低危害地带是最大的区域，虽然该地带的人和物不会受到很大威胁，当规划建筑物类型时应该考虑该地带。

为了帮助市政官员在火山危机中作决策，火山学家必须建立与官员、新闻媒体和当地居民更有效的沟通，达到这一目的方法之一就是创建有效的可视化工具（火山危害图），否则政府官员或公众可能不会相信科学家的断言。

使用 GIS （尤其是 ERDAS IMAGINE；用 ERDAS Interpreter 处理 Landsat TM 5 数据，ERDAS Vector 显示和编辑 Galeras 火山危害图，Image drape 作三维可视化生成透视图，以及 IMAGINE VirtualGIS 作场景可视化），我们就可以在必要时显示整个覆盖某一火山区不同危害区域的光谱数据。除了遥感数据和地面高程模型，火山危害图似乎是帮助决策者理解火山危害形势的最好方法。遥感影像与地面信息一起使用可以广泛应用于火山过程的危害评估。将两景 Landsat TM 5 影像镶嵌得到 Galeras 火山影响区域全图，然后生成了两个彩色合成图，一个帮助当地居民观看地形，另一个用于地质研究。将 Galeras 火山危害图覆盖到第一个彩色合成图上，人们就可以在三维图形中交互式地查询图像和矢量数据。

每个图都使用高程数据、符号和区域来表征一个二维空间中的三维世界。计算每个网格内高程的平均值，然后生成高程值数字化矩阵，就可以从研究区地形图中创建一个数字高程模型。数字图形提供了更多将危害区域和真实景观联系起来的选择，已经证明几种数字图可以高效地帮助火山学家与公众交流。一种帮助非地质学家形象化和理解火山危害图信息的有效方法就是将不同的危害地带图与遥感图像一起覆盖（drape）到数字高程模型上。

火山危害图与遥感数据和数字高程模型一起可以有效地帮助负责当地社会公共财产的官员解释火山危害形势，还可以用来开发长期土地利用规划和设计撤离路线。这些数据生成的透视图可以三维方式表现，使非地质学家也可以看到作为三维世界的三维表现的火山危害图，在图上地形特点及其对火山危害的影响一目了然。

- **ERDAS IMAGINE——遥感气象资料处理的好工具**

卫星遥感数据是气象分析的主要资源。各种气象卫星可以应用于监测各种尺度的天气系统，进行短期和中长期天气预报、气候预测、环境监测以及全球环境变化的研究。ERDAS IMAGINE 作为世界上最先进的地理图像处理软件，是业界唯一的 3S 集成的应用系统，可以充分开发和利用各种气象卫星数据中的气象信息，如 NOAA、风云一号等。同时，ERDAS IMAGINE 8.6 与 ArcGIS 8.3 直接紧密的集成（读取 ArcCoverage/Shape，创建编辑 coverage/shape，作为 ArcSDE 的客户端，调用起管理的海量数据（矢量和影像），大大提高了建立，使用和分析 GIS 数据库的效率，可以构建一个工作流程一体化和完整的应用系统。

除了遥感专业分析以及为 GIS 准备数据以外，使用 ERDAS IMAGINE 核心模块还可以实现简单的三维景观观察，而利用 IMAGINE VirtualGIS 模块，通过输入 DEM、图像、矢量，3 D 模型以及其他信息，可以建立、显示和分析研究区域气象资料的三维景观并进行相关的分析。

在气象系统中，还有一个重要的任务就是为各行各业提供气象或者相关的服务，而为农业估产，生态保护，防洪减灾则是主要的应用。陕西省气象遥感中心为省政府做了延安地区的生态本底调查，以及全省 DEM 数据应用于退耕还林还草等项目，为政府决策提供依据；江西气象局科研所利用 ERDAS 除了内部的气象业务，每年为江西省的防灾减灾贡献他们的力量；宁夏，辽宁气象科研所在完成本职工作的基础上，积极参与当地政府的各项科研与实践任务，当好在气象领域的参谋。

- **国际鹤基金会利用地理图像研究赞比亚莫桑比克三角洲地区的生态变化**

坐落在美国威斯康星州 Baraboo 的国际鹤基金会（ICF）的 GIS 和遥感实验室正在利用 ERDAS 软件研究赞比亚河下游及莫桑比克三角洲地区 40 年中生态环境的变化。这一项目是南非及莫桑比克政府和非政府组织合作项目的一部分，目的是促进、改善赞比亚河流下游野生动物和人口对水资源管理的需求。本项目也将作为模型评估和改进大坝对下游平原地区的影响。

研究者正分别研究 1959 和 1975 年 Karibahe Cahora Bassa 大坝建成后赞比亚三角洲随时相的变化。ICF 非洲项目主任 Rich Beilfuss 说“科学家警告，这些大坝甚至在建成前就已产生了可怕的影响。包括：海岸侵蚀、红树林减少、高地植被替代湿地植被以及树木侵入冲击平原等。”该项目组还正在评估潜在影响，并建立在下游条件下不同洪水发生策略的作用模型。

对于莫桑比克项目试验室正利用 ERDAS IMAGINE 和 IMAGINE OrthoBASE 处理 1960 年，1970 年获得的航空像片、1970 年，1980 年，1990 年获得卫星图像。利用从图像获得的信息，研究人员将从大小和分布方面定量化研究三角洲一段时间内植被群落的变化与洪水深度、延时及频率的关系。

“卫星和航空像片使我们可以追溯过去的情况，”ICF GIS 和遥感协会的 Dorn Moore 说，“我们将定量分析在此地区发生的变化。反过来，将告诉管理者过去及未来制定的策略将会产生怎样的影响。”

IMAGINE OrthoBASE 用来镶嵌航空像片以便在 IMAGINE 中进一步处理。利用正射纠正的数据产生土地覆盖分类图。此图作为研究大坝建成前三角洲地区生态状况的底图。此底图与 1972 年陆地卫星多光谱图像、1986 年，1996 年陆地卫星 TM 图像监督分类的结果叠合来评价不同覆盖类型随时间的变化。处理结果将通过实地考察和调查结果验证。

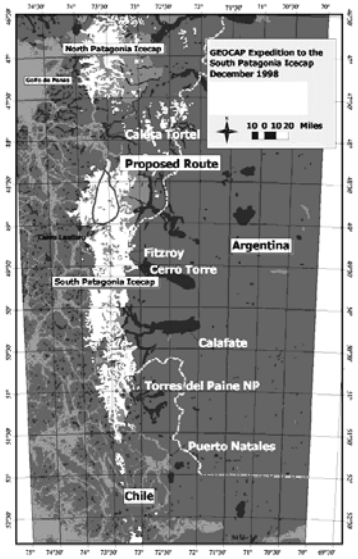
分析各种植被群落不同尺度的变化，对解译三角洲的历史、未来情况非常有用。赞比亚三角洲的恢复将极大地依赖于对此大河系未来的状况达成共识。

- **喜马拉雅山地专家使用 ERDAS IMAGINE 软件进行环境管理**

位于尼泊尔加德满都的国际山地综合发展中心（ICIMOD），今年 6 月选择了 ERDAS IMAGINE 软件作为主要的环境管理项目的培训和分析工具，涉及兴都库什-喜马拉雅山区的环境灾害起因研究，建立自然资源管理项目等。ICIMOD 已决定购买 26 个 IMGINGE 使用许可，安装在各个成员国的实验室中的 IBM RISC 工作站和运行 WINDOWS 95 的 PC 机上。

- **探险队利用地理图像在巴塔哥尼亚冰帽地区导航**

由美国的四个地理学家组成的 8-99 探险队跨越了部分南巴塔哥尼亚冰帽，试图到达智利南部的 Cerro Lautaro-一个活火山所在地。探险队利用 ERDAS IMAGINE 软件和他们的登山经验，安全地设计了他们的行进线路并首次制作了那一地区的精确地图。



GEOCAP 探险队的队长，Kyle Bohnenstiehl 说“根据从图像中所看到的雪和冰的状况能设计我们的路径这一点很重要。”

带着 ERDAS IMAGINE OrthoRadar 软件制成的 1：10000 的影像图，GPS 及卫星电话，1998 年 12 月探险队开始了为期 36 天的探险，并于 1999 年 1 月完成。在互连网站点上利用铱星电话接收实时的更新信息，跟踪他们的进展。

研究全球气候变化的本地紧急救援行动机构和研究人员正在使用探险队刚更新的基础图。

该基础图是由 IMAGINE OrthoRadar 校正的合成孔径雷达图像与陆地卫星无云的 TM 图像融合产生的。地理探测导航系统及 GPS 采用 UTM 坐标系统，并打印出 1：10000 的硬拷贝图以供实地使用。

利用 IMAGINE VirtualGIS 生成那一地区的三维飞行图帮助探险队目视分析及设计路

径。

他们连续收集了冰崩地区的 GPS 数据及地面控制点数据并注在地图上。实地检测结果表明精度小于 10 个像元，这使探险队有信心在能见度为零的条件下只依靠他们制作的地图及 GPS 数据指导他们前进 10 公里。

- **KEW 皇家植物园保护项目选用了 ERDAS IMAGINE**

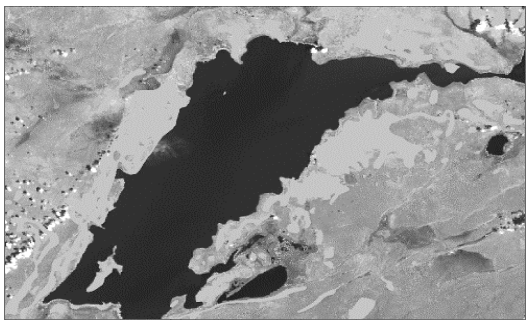
KEW 植物园千年种子库项目（MSB）于 2000 年 11 月份起动，这是迄今为止建立的最大保护项目之一，它是一个国际联合项目。主要是帮助保护世界上超过 24000 种植物种属不被灭绝，其主要目标是到 2010 年搜集和保护全球绝种植物的 16%。分析森林荒漠化数据和最新的影像对这些非现场保护特别有用，而且证明了在针对千年种子库搜集行动中极其有价值。

ERDAS IMAGINE 软件近来用于赞比亚北部 Itigi 灌木丛植被制图。该地区与扎伊尔和坦桑尼亚接壤，该区域生长着众多分布世界各地的植物种类。该项目就是为了了解过去 25 年来厚密覆盖的趋势，以确定 Itigi 灌木丛是否是有危害的生长地。

1976 年航空测量得到的原始植被图用于建立 1250 万各种植被覆盖类型的最早种类和分布，这些图用 ERDAS IMAGINE V8.4 软件再分别与 1984 年，1990 年和 1999 年的 TM 影像进行比较，以便可视化及估计随时间的变化。各种分类和增强技术应用于这些数据集以便建立一个自动化相邻土地覆盖类型来区别 Itigi 灌木丛的方法。ERDAS 技术使得在皇家植物园的 GIS 部门能够在三个时相卫星影像上区别出常绿和落叶灌木。而且还能从周围环绕的光谱相近的‘miombo’林地中区别出灌木丛的类型。利用二值掩膜去除那些超过灌木丛最大限度的面积和在 1976 年地图和再生特征的辅助下，ERDAS 软件在影像识别上增加了用户精度达到 97%。ERDAS IMAGINE 还用于几何纠正 TM 影像，结果分类影像以及镶嵌 1976 年 Ermond 植被图。

调查显示该区 Itigi 灌木丛覆盖在过去的 23 年中减少了大约 71%这样的持续破坏率在未来 9-19 年间将会导致所剩 Itigi 灌木丛遭全部破坏。基于这个项目的调查结果，建议必须从现在起紧急实施种子收集运动。

图1 自1976年至1999年12月ITIGI灌木丛的破坏程度在LANDSAT背景下波段4灌木呈绿色。



1990 年 Landsat 与假彩色合成（波段 2-兰，波段 3-绿，波段 4-红）

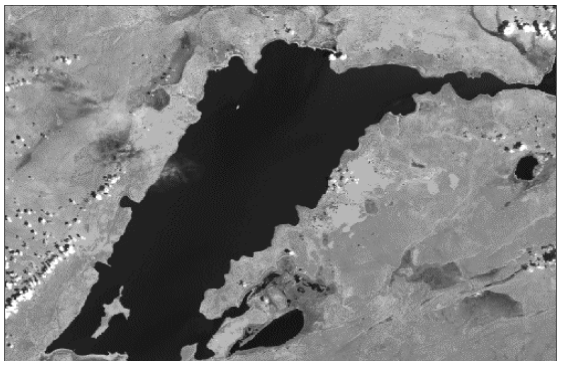


图 2 Itigi 灌木丛研究区位于赞比亚北部，林迈与扎伊尔和坦桑尼亚国际边界线。感兴趣区域面积超过 180 万公顷。

- **为巴伐利亚州的湖泊“号脉”**

巴伐利亚湖中的芦苇数量在过去二十年中急剧减少，慕尼黑大学研究报告指出 Chiemsee 湖减少了 50%，Ammersee 和 Starnbergersee 湖下降达 90%（见图）

为了停止然后反转这种趋势，了解有关该地区出现这种急剧减少的详细知识是非常必须的，航片和 GIS 是建立历史和当代芦苇床概况的完美工具。



对于河流生态采用相类似的方法，巴伐利亚州水资源管理办公室已经发起这一计划，并继续实施对那些开发的水体进行维护和规划，这些规划反映出了芦苇对这些生态系统的重要性。

芦苇与水：

当调查芦苇数量下降时，人们必须区分那些部分生长在水中和生长在陆地上的芦苇的差别。虽然从外在讲两种类型的差别几乎没有，但他们对生态的需求却是差别很大。

另外由于其净化水重要功能（芦苇是主要的污水处理植物），芦苇提供了对侵蚀的保护和为鸟类鱼类提供了繁殖与产卵的栖息地。它对景观的视觉影响可以省略掉。这对于高山植物这样的湖来说是较特别的，因为那里植物是主要特征。

在寻找芦苇数量下降的原因当中，我们发现没有单一原因影响而是负影响的组合：春季供水根系进入地表；由于劫掠水禽或度假者用船或脚踩进入芦苇区域的毁坏；沿船只残骸和水藻簇的波浪作用使芦苇长期受到压迫。



图 1 在 Starnbeggersee 湖林 Rosseninsel（Rose 岛）的芦苇保护树栏

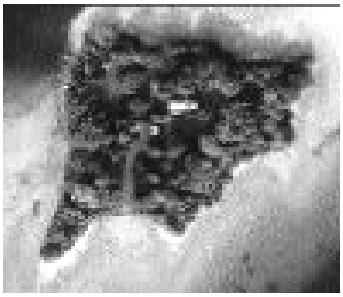


图 2 显示 Roseninsel 细节的正射影像（1992 年）

项目

在建立 Chiemsee 湖和 Starnbergersee 湖的管理规划中，州行政当局提供了比较历史与现在芦苇航空影像的计划。其结果（用 Arcview 进行统计计算）显示了若干年芦苇覆盖区的动态发展历程，基于这项研究，芦苇数量的下降可通过对洪水、度假者闯入、船只和富营养相关的影响建立模式作进一步的研究。

筛选证据

下面的数据用于 Starnbergersee 湖芦苇区域的评价：

- 442 幅摄于 1999 年夏天的无参数 Hasselblad 像机的航片，比例尺为 1:1 万。
- 分辨率为 50m 的数字地形模型。
- 0.8 米分辨率的巴伐利亚 SLVA 州的正射影像。
- 用于立体评估的历史航片（数字化）：
- 1992 年航片（无参数）Hasselblad 相机，见图 2
- 1978 年整个湖区的航片
- 1962/63（数据不完整）
- 1956/58（数据不完整）

处理与解译

442 幅 1999 年获取的航片利用 ERDAS IMAGINE orth0BAS 软件进行处理：寻找合适的地面控制点（GCPs）因为湖区 75%是水，而湖岸边由于树林覆盖而难于选择控制点，但由于 ortho BAS 的优势就是能用最少的控制点来获得最高的精度。而且具有三角测量原差功能。图 3 和图 4 非常准确地制作出正射影像镶嵌图，经与 1：5000 的综合地籍图比较，结果表明精度优于该地籍图。

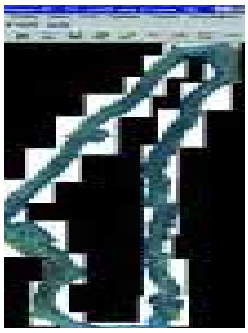


图 3 沿 Starbergersee 湖岸边影像镶嵌图



图4 显示Roseninsel 细节的正射的正射影像镶嵌图

湖岸线

首先产生湖岸线，这可以从综合地籍图上的图解方式描绘出来。在芦苇床范围内。过渡区（芦苇部分在水下，部分生长在陆地）的水高度可通过验证正射影像来确定如下三类差别：

- 不同高度的芦苇丛
- 不同颜色的芦苇区域
- 父系密度

区域性（zoning）

为了解译的目的，我们区分出两类芦苇区域：

- 扩展的密度的覆盖类
- 具有低父密度的稀少类或补丁样生长类。

基于正射影像在 ArcView 下将这些区域数字化，每一区域分别绘出。对于密度，与补丁式芦苇轮廓分明的区分有时需要结合实地调查才能划分芦苇扩展增加的独立区域的坐标由 GPS 和 ERDAS 的 Stereo Analyst（立体分析）模块来确定。如果那些芦苇丛是退化生长或重新生长初期的话，就要借助像片测量和实地调查来确定。

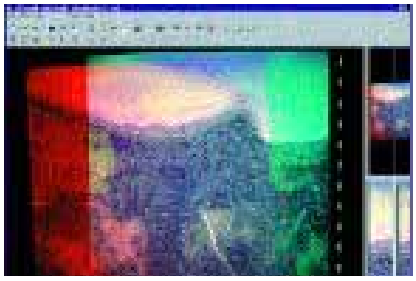


图5 芦苇区域的立体影像（建立于ERDAS Stereo Analyst 模块）

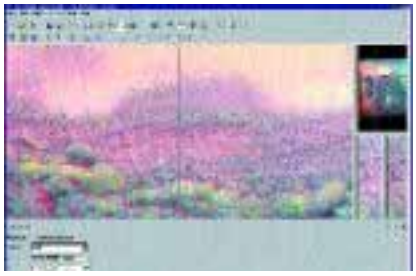


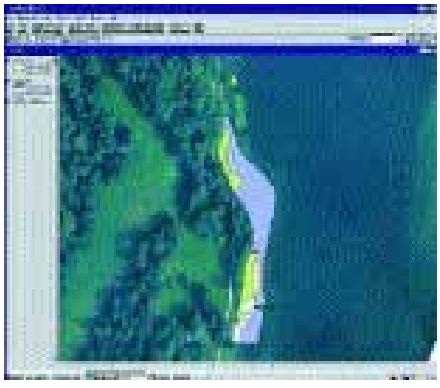
图6 立体像对的细节

历史数据

芦苇覆盖区域的历史数据要转换进 ArcView，鉴于这一目的。来自于没有几何配准的可用数据首先要与新的正射影像进行配准，然后纠正并数字化，其结果（见图 7 和图 8）显示偶然误差在相对与时间和该区域制图成本上是可接受的。

成果

芦苇注册者发现芦苇退化已经减慢，诸如竖立栅栏的保护措施得到鼓舞性增长，在我们所建议的数据基础上，我们可以集中精力于那些以上措施已取得最好结果的区域。



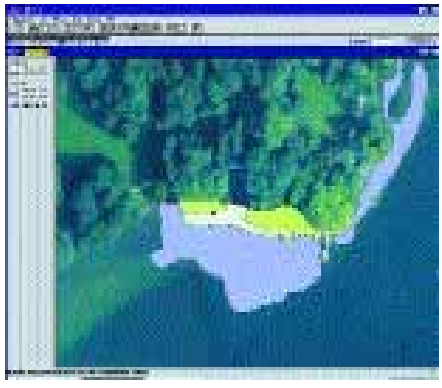


图 7 和图 8 在 ArcView GIS 层中的正射影像，显示了在两个湖边位置的芦苇的退化情况（1963 年蓝色，1999 年绿色）。

- **莫哈韦沙漠生态系统项目利用 ERDAS IMAGINE 建立沙漠的数据交换中心**

莫哈韦沙漠生态系统项目购买了 ERDAS IMAGINE 图像处理软件，用它建立空间数据交换中心。莫哈韦沙漠和加利福尼亚沙漠中参加沙漠生态系统保护项目的私人、州及联邦政府自然资源管理者都可以访问此中心。

总部设立在加利福尼亚的 Barstow，由国防部资助莫哈韦沙漠生态系统项目负责获取南加利福尼亚、内华达、亚利桑那州、犹他州等地 5 千多万公顷的地理空间数据，并提供访问的数据。在这一地区中有约书亚树和死谷国家公园，莫哈韦国家保护区和一些军事设施。每一地区都要进行不同的环境评估和生活环境的保护。

“每一地区中都有很丰富的空间数据集，我们的任务是为他们提供生态环境保护方法，”项目 GIS 分析/数据管理专家 Jeff Foisy 说，“我们的目标是为不同的地区提供它们范围外的数据，以便他们考虑周围的生态环境和周边地区的发展。”

Jeff 和他的同事利用 ERDAS IMAGINE 处理了大量的数据，包括 Landsat，SPOT，IKNOS 以及 AVHRR 的图像，生产了标准的地理信息以便将来在项目的站点上发布。

“在 90 年代中期项目的启动阶段，我们只有小比例尺的数据，但是现在我们利用高分辨率的图像增加数据的内容，”Foisy 说。

此项目之所以选择 ERDAS IMAGINE 是因为在以 3D 模拟莫哈韦沙漠的情况并为空间管理机构产生演示的过程中，它运行的非常好。而且，ERDAS IMAGINE 与 ESRI 的产品完全兼容，此项目选择了 ESRI 的软件来存储空间数据并通过互连网发布。

数据交换中心的用户包括国家公园、土地管理局、国防部、渔业/野生动物及本地区的一些组织。有两个项目正在利用这些数据在地区范围内调查哪些沙漠龟受到了威胁，评价 Fort Irwin 军事保护区的扩大对周围地区的影响。

除了建立数据交换中心，莫哈韦沙漠生态系统项目还为本地区的其它组织提供 ERDAS IMAGINE 高级的图像分析服务。例如，莫哈韦沙漠项目与 BLM、沙漠研究院、犹他州州立大学合作建立空间模型以确定 BLM 在莫哈韦沙漠西规划的一些项目怎样受城市扩张的影响。

- **环境监测**

BKS 测量有限公司利用 ERDAS IMAGINE 处理、解译了航空相片和卫星影像。软件的多功能特点正适合 BKS 的多种空间数据应用，应用包括：

• 2D 矫正和正射纠正以及图像的无缝拼接。

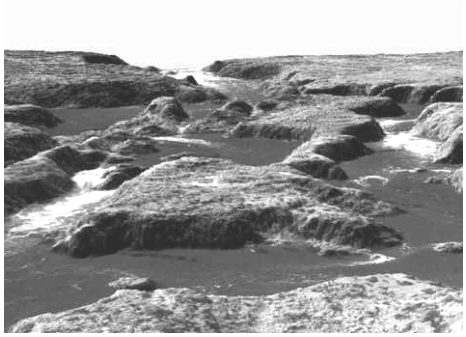
• 环境监测。

• 高级的土地覆盖分类以、向矢量的转化以及直接的矢量化。

• 建立乡村/城市模型

• 3D 表面模型以及各类视图。

• 实时的贯穿飞行。



此图像是 BKS 利用 ERDAS IMAGINE 的虚拟 GIS 软件进行贯穿飞行时采集的，此工作是乌干达水利项目的一部分。

- **热能流失监测**

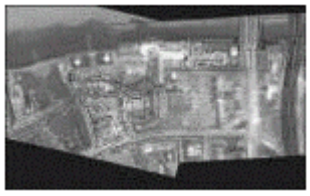
利用 ERDAS IMAGINE 可以定位由于绝缘问题而使热量泄露的建筑物，以便采取补救措施保护热能源。

能源目前是一个热点，特别是根据 21 世纪议程，在 21 世纪全球要减少环境污染和能量流失达到 30%。在英国，1995 年的家庭能源保护方案规定本地政府有权监视和确定能量流失的地点以便提出热能的保护建议。



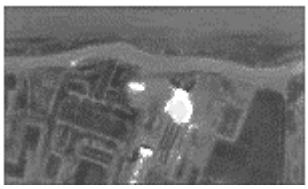
利用高分辨率热红外线图像，可以很容易探测到地表的温差和小于 1 米的地物。

机载热红外设备可以利用 8-14 微米的光谱探测热红外辐射，这非常适合环境温度成像。



灰度图像根据辐射等级赋予不同的颜色，最热的地区是红色，渐变到黄色为最冷的地区。图象中热的地区非常清楚。

拍摄到图像后，利用一系列控制点将其匹配到英国国家格网上，这些控制点是从 ERDAS IMAGINE 制作的 1：10000 的图上获得的。然后将图像拼接到一起以形成覆盖整个地区的连续图像。



利用大比例尺的地图匹配到英国国家格网的图像。

利用此图像可以识别热量流失的建筑物，管道泄露，非法将废水排入河流等。

热图像表明高热从绝缘不好的建筑物中流出。

为了定位私人财产，热泄露的结果图与具有邮政编码和地址的数据库匹配以便确定所有者进而通知其改进利用热能的效率。

- **苏格兰利用 ERDAS 软件的帮助保护其珍贵的泥炭地**

苏格兰的自然遗产保护机关是一个政府组织，负责动植物的生活环境、物种以及地貌的保护和改善，此组织利用 ERDAS 软件调查了苏格兰的沼泽资源。

英国以具有特殊科学意义基地和特殊保护区的方式保护了一定数量的沼泽生态系统。苏格兰有一百多万公顷沼泽集中分布在北部的凯思内斯郡和萨瑟兰郡以及赫布里群岛外的里威斯和哈里斯。

此项工作是第一次将卫星图像的分类图和传统的地面调查数据结合形成大比例尺图的工作之一。SNH 主要利用 TM5 的卫星图象来判读沼泽的范围、分布和状况以及一段时间内发生的变化。这些调查可以帮助规划人员、生态学家和其他人员决策如何在泥炭地附近修建道路、建筑物，进行森林以及农业的开发等。

工作中利用 ERDAS 机 IMAGINE 软件进行图像处理，SNH 很容易判读沼泽。SNH 利用 ERDAS IMAGINE 的自动分类功能确定泥炭资源的范围和状况，在大范围内进行沼泽类型的调查，而这是传统的方法做不到的。卫星图像的红外信息可以突出显示含水量高的植被，从而进一步确定沼泽地。

利用最新发布的 ERDAS IMAGINE 8.4 中令人振奋的专家分类工具，SNH 正在进一步改进其成果。专家分类器是地学应用领域中的第一个商业版的专家分类器，它使用户可以建立专家系统进行图像分类、分类的后处理以及优化，建立高级的空间模型等。

最近 SNH 购买了 VECTOR 模块，通过应用发现此模块是在指定地点基础上处理全部数据方便而功能强大的工具。

苏格兰沼泽调查官员 Geoff Johnson 说：“在本项目中我们之所以选择 ERDAS 作为图像处理软件就是因为它与 ESRI 产品的无缝集成，强大的处理功能以及方便易用。ERDAS IMAGINE 为我们提供了经济、容易、无风险的采集高精度信息的方法，而这是派人员进行地面调查而达不到的。至 2000 年夏季，对 5 景卫星影像进行了处理，苏格兰 90%的土地进行了调查。覆盖凯思内斯郡、萨瑟兰郡和奥克尼郡的卫星影像很重要，因这些地区的沼泽高度集中。八月进行了图像的处理及解译，九月下旬产生最终报告。

第十章 ERDAS IMAGINE 军事国防领域应用

应用介绍：国际应用：

- **美国边境巡逻进入了情报成像（imaging intelligence）新时代**



该影像是 California 和 Mexico 边境地区影像，显示了在汽车中可以使用与运行着 ERDAS IMAGINE 的笔记本相连的 Leica GPS 收集地面控制点（黄色点）。



Leica Geosystems, GPS 的 Greg Pendleton 在收集地面控制点，美国边境巡逻部队的 Daniel Isenberg 在协助工作。



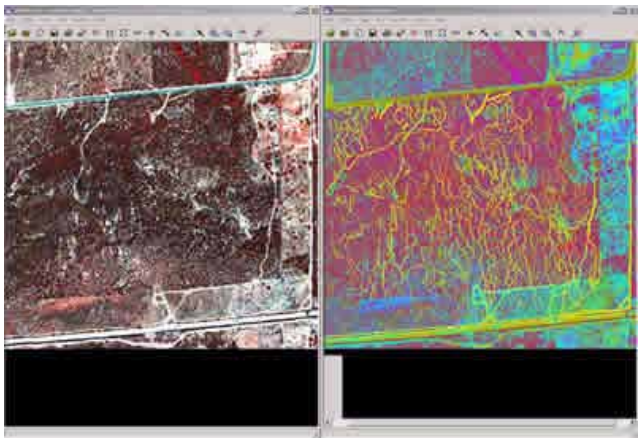
将 Leica 激光测距双眼望远镜与 Leica GPS 单元连接后，无需进入 Mexico 就可以收集该地的地面控制点。

Greg Pendleton、Daniel Isenberg 和 California Air National Guard 的 Jane Madsen 在测定控制点。The California Air National Guard 沿美国/墨西哥边境飞行了 13 英里，用胶卷相机采集图像。



Daniel Isenberg 在看远处的墨西哥。车上

的 Leica GPS 天线与一个车内 GPS 单元连接起来，车内的 GPS 单元与 ERDAS IMAGINE 连着。使用 GPS 工具，小组成员可以在图像上找到他们的位置。



图中右边影像显示了ERDAS IMAGINE的边缘监测分析结果，用以识别非法移民的脚印。左图是原始图像。

一个 Leica Geosystems 解决方案帮助了位于 San Diego 的美国边境巡逻部队将影像引入保安工作中。美国边境巡逻部队的主要工作是阻止美国与墨西哥和美国与加拿大边境的非法毒品交易和非法越境活动，也在公共设备管理、搜寻和营救工作、以及环境保护等方面起到重要作用。

截至 20 世纪 90 年代末，边境巡逻署已经从一个“资金不足、缺乏人手和资源的机构”转变成了一个有 2000 个分支机构、装备着新的 IT 系统和地理空间工具的先进机构。美国边境巡逻部队的现代化改造正处于高峰时期，最新的改造包括地理成像、GIS 和 GPS 一体化，红外航摄相片，和用于记录边境活动的高效传感器。

将地理成像引入该署的保安工作改变了其调查模式，为跟踪和阻止非法越境带来新方法。

在 1999 年秋天结束的第一个地理空间行动中，该署建立了一个用来设定预测模型范围的 GIS 基线，并使用装有地震传感器和红外传感器的精确监视设备获取与边境活动有关的时间和坐标数据，然后输入 ESRI 的 ArcView GIS。从这以后边境巡逻与 Leica Geosystems 开始了更密切的合作，将 San Diego 郡内大约 100 英里的红外航摄照片输入不断扩大的 GIS 项目。

从 2001 年起，Leica Geosystems 代表开始协助美国边境巡逻部队和 California Air National Guard 的野外实践以作概念研究。野外测试过程中，将 Leica GS5+Integrated Antennae 天线放在卡车顶部收集数据流，并立即将数据流传送到卡车内部运行 ERDAS IMAGINE 软件的笔记本上。当卡车在非法移民和毒品交易者出没的复杂公路和铁路网中行驶时，Leica 设备会获得卡车的具体位置，并在 ERDAS IMAGINE 中自动显示出来。在显示该区域地理配准的图像的视窗内，一个箭头会随卡车的行驶指示其移动过程。

一旦完成确认和识别出一个“好”位置，小组就会使用 Leica 的矢量测距仪（VECTOR Rangefinder）、GS5+Integrated Antennae 和 GS50 GPS 系统勘测和收集地面控制点 GPS。这个过程需要连续收集 60 个点，因为道路和铁路网非常复杂而且又缺乏人造目标。收

集到的 60 个 GCP 点用来正射纠正新获取的红外航摄影像，这个过程在 IMAGINE OrthoBASE Pro™中完成。

为了帮助巡逻队构建非法移民和毒品交易者使用的路线网络的轮廓，San Diego State University (SDSU)正在使用 ERDAS IMAGINE 开发分析红外相片光谱特征的算法。SDSU 研究人员正在他们的 NASA 附属研究中心(ARC)进行这个项目，项目的研究重点是使用直升机低飞拍摄的高分辨率多光谱影像监测脚印痕迹和植被的变化。ERDAS IMAGINE 用来从被踩踏植被中识别健康植被，从而揭露路上的变化。这样收集到的信息将帮助巡逻队理解边境活动的主要成分。

新图像将会被不断获取并用来评价跟踪系统的变化。ERDAS IMAGINE 软件使巡逻队具备了“处理栅格图像的所有能力”和建立提取要素光谱特征的新模型的能力。IMAGINE VirtualGIS™用来建模和实现可视化。

另一个测试的应用软件是阻止网格图（impedance grid）项目。通过将坡度、角度、植被和地形数据与传感器数据结合起来，该署可以精确地定位禁止点。一旦发现越境行为，该署就可以在屏幕上查明越境人将会到哪里，并以分钟为单位估计什么时候到。

若想了解详情请登陆：http://www.ins.usdoj.gov/graphics/index.htm.

- **美国军队战术训练部门选择 ERDAS IMAGINE**

美国军队战术训练部门选择 ERDAS IMAGINE 进行任务演练：第一个军队战术训练部选择了 ERDAS IMAGINE 这套图象制图和显示软件建立了体育馆大小的地形模型（大约 50 英尺*120 英尺），用于美国后备役师的任务演练使用。

指挥部门为四个预备役师的将军和参谋机构设计并计算机模拟了训练内容。训练的一个重要方面是在总的军事框架内让以团为单位的演练与师级单位的战略规划同步。

我们面临的问题是创建一个演练地区的地形模型，这个模型可以用卡车运输，而且要节省军费、耗时少。我们的方案是使用 ERDAS IMAGINE 放大一张军事地图，使师级指挥官可以显示各个团的计划并与友邻单位同步行动。”训练部指挥官 Major Mike More 说。

ERDAS IMAGINE 是一个复杂的与地理图像系统紧密结合的系统，它采用向导式的界面以避免复杂的操作过程如，显示、管理、分析、测量和将任何类型的地理图象与空间信息在 2D 和 3D 环境中结合综合等。使用 ERDAS 的制图工具和注视工具，训练部门创建了一张体育馆大小的地图其上印有团的训练图。使用镶嵌工具，将训练区的航片放大到适当的比例以帮助师指挥官察看地形信息。最后利用 ERDAS 的 VirtualGIS 贯穿飞行功能动态显示地形信息。

More 说：“ERDAS IMAGINE 使我们利用现有的技术创建了训练工具，否则我们不可能完成任务。”

- **战场中的地理技术：海湾战争的经验**

本文介绍了英国军队中地理支持的使用，回忆了海湾战争中面临的挑战，回顾了地形分析的开发和使用并介绍了当前战场中可以使用的地理支持技术。

在海湾战争期间，陆军、空军进行计划、训练、战斗所必须的地理支持是由军事测量单位提供的，而现在是由国防地理和图像情报机关（DGIA）负责。DGIA 由三个独立的部门组成：国防地理中心（DGC）、地理工程组（GEG）、联合空中侦察情报中心（JARIC）。对地面行动部队的直接支持是由皇家工程兵中的专业地理官员和士兵负责，而这些人大部分在 GEG 服役。

在冷战期间，军队中对与地形有关的信息不是很看中。但海湾战争开始后，大量地面部队被派到沙特阿拉伯，而部队展开行动并未预先计划，部队对此荒芜、陌生的地区一无所知，此时地理支持突然显得非常重要。此时急需地图以便计划行动、用于作战、地形分析、判断地形对军队行动的影响等等。这些图都是在美国编制的然后迅速发到部队手中。测量单位的一些人员派到部队帮助使用手持 GPS，手持 GPS 的使用是海湾战争制胜的关键因素。海湾战争中对地形的分析也是很迫切的，但由于冷战的影响许多地形分析的系统被挪做它用，因此战争需要的地形分析全部是由人工通过夜以继日的工作完成的。因此开始开发地理分析系统，但尚未完成海湾战争结束了。

海湾战争给了我们许多深刻教训，这些教训直接与当前地理支持的构成有关。

首先，在陌生地区进行军事行动地理支持是十分重要的，许多战例已经证明了这一点。正如一位前军事测量的官员所说：“对军队来说，地理支持所占的比例与作战地区的面积成正比例，而不是与军队的人数有关。”因此，尽管从事地理工作的人员少，相距较远，但他们全部隶属于首脑部门，配备有为满足作战要求快速提供解决方案的系统。自海湾战争以来，尽管每次军事行动的地区不同，无论是巴尔干还是塞拉立昂，从军事行动的初始就有地理人员参加行动。

地理支持的重要性自海湾战争来，越来越受到重视。这一点可以从地理支持单位的设备进行全部重新配备反映出来了。以前技术人员和指挥机关配备的是膝上 PC 临时地理系统，可以简称为 PIGS！运行称作 MUSE 由防卫制图机关编制的软件，它具有将栅格图像和军事图形叠合的功能、具有有限的 3D 功能，可以进行简单的视线分析和关键区域制图。

PIGS 逐渐被两个改进系统替换，直至被当前称作 PROGRESS 的服役系统完全取代。PROGRESS 是一个功能强大的膝上电脑系统，装有历经市场考验（COTS）的地理信息系统和图像处理系统：ESRI 的 ArcView、ERDAS IMAGINE 以及图形和办公软件包。当我写此文章时，正有装备 PROGRESS 膝上电脑系统的军士在塞拉立昂挥汗如雨地进行工作，绘制诸如塞拉立昂军队控制区域、叛军控制区域、军队的部署、和平进程的状态、解除武装的协议等信息的图形。下一代即第五代膝上电脑地理支持工具正在开发并取得显著进展。

地理信息单位现装备有移动 GIS 工厂，超级电子战略信息系统（TACISYS）。在军用标准 8 吨卡车的箱中安装的此类设备是软、硬件的大集成。这类系统起初是以 UNIX 为平台的，现逐渐向 NT 迁移，系统使用 ArcInfo、ArcView、ERDAS IMAGINE、ERDAS VirtualGIS、Adobe Premier、办公软件等管理来自不同信息源的数据并生成各类信息产品。系统中有各类数据转换的工具，可以使用 NATO 和美国的数据集，结果可以输出 A4-A0 等各类幅面。最近 TACISYS 采用智能交换进行升级，极大地提高了网络数据交换的速度、RIP 软件加速输出到新一代打印机。美国开发的通用地形信息系统软件用来进一步增强 TACISYS 的功能。

在上述提到的运输工具上与指挥机关在野外共同行动，技术士兵可以在极短的时间内-分

级，提供特殊地区的区域分析结果，以及与即将采取的行动有关的其它图形信息。他们在独立的环境中工作，根本不需要更高级的技术人员的支持。他们的基础数据是 Felham 的 DGC 提供的，这些数据和最新的或当地获得的数据综合，产生当前的真实信息，以各种方法输出，如：贯穿飞行的 VHS 录像。通过卫星可以将图象和空间数据从 UK 传输到实地行动的地理支持人员。

最近在科索沃使用 TACISYS 活动了六个月的一位人员说，最新的路径分析绘图和智能 GIS CD 一但准备就绪，就向热烤饼一样被一抢而空。正是在这种极新的信息基础上，地理及军事混合信息以很容易接收的方式建立，指挥官将以此为基础作出决定，其中许多决定是很重要的甚至影响战斗的胜负。在军事行动地区，TACISYS 已成为首脑机关的关键组成部分。

海湾战争的另一点经验是可以传送的地图产品和打印功能是行动的基本需求。这已经通过开发地理支持系统完成了，在重型卡车上标准 ISO 容器中装载的系统可以完成全部的打印任务。在 UN 以及随后的 NATO 干预 Balkan 事物的过程中，安装在一废弃砖场的这种系统随时间的继续充分显示了其重要作用。最近工作人员通过局域网络已经可以将数字信息从一个运输工具传导到另一运输工具。

作为从海湾战争中取得的经验教训应用，采取军事行动的英国军队首先要取得来自基地和实地的地理技术的支持。技术设备由高技术军官和技术人员运行，在正确的地点、正确的时间提供正确的数据供行动部队使用。

海湾战争过去十年了，但正是因为从战争中汲取了许多经验，许多实用的系统正在当前冲突的地区得到使用，那些看似疯狂的制图工作，以及沙漠导航设备都使得行动的指挥获得更多更准确的信息，可以安心地指挥。

- **英国皇家空军（RAF）投资 ERDAS 软件**

英国皇家空军（RAF）投资了 9.91 亿英镑用来改进他们的“狂风战斗机”系统。为了避免在冲突中，对非军事目标的打击，RAF 签署了“狂风”战斗机的升级程序。



EDS 国防部选择了 ERDAS IMAGINE 作为创建影像地图数据库的主要影像处理工具，用于取代现有的“狂风”高级任务规划辅助系统（TAMPA）。该系统将配置的 70 多个 ERDAS IMAGINE 使用许可，将作为 TAMPA 项目的一部分应用于整个 RAF“狂风中队”。ERDAS IMAGINE 实时校正的独特功能及其对多种军用数据格式的支持使得它成为 TAMPA 的首选。

作为一个独立项目的一部分，MATRA Bae 防卫部门向 ERDAS 公司签署了一份新合同，将用于开发下一代的由 EF2000 鹞式飞机携带的空对地导弹系统。

- **ERDAS Imagine 软件协助波黑和平谈判**

1996 年初，穆塞克三方代表在美国俄亥俄州的代顿(Dayton，Ohio)举行了举世瞩目的波黑和平谈判。在谈判中，ERDAS Imagine 软件被用来绘制波黑通向和平的艰难之路，绘制构成新国家的边界线。

ERDAS 公司总裁 Lawire E.Jordan III 说，“三方土地边界的确定是谈判的关键所在”，谈判中当每一项边界线被提出、绘图修改和重画时，ERDAS Imagine 软件使每位谈判者能快速直观和准确地看到每次边界的变化是如何分割道路和城市以及影响自然资源的分配的。

ERDAS 的军事技术专家在这次谈判过程中，被召到莱特皮特森空军基地以帮助国防制图局（Defense Mapping Agency）进行快速制图。为了加速谈判进程，国防制图局利用了美军的多光谱图像产品系统（MSIP），这是一个使用 ERDAS Imagine 软件作为图像分析和地图更新的地形可视化工具。

ERDAS 公司军事系统部经理介绍说，谈判代表在醋酸酯地图上画出他们的建议边界，然后国防制图局的技术人员将这些边界加入到已被调入 MSIP 系统中的数字地图上。

边界线的改变象在计算机屏幕上画条线一样容易，基于 ERDAS Imagine 的系统在图上建立新的边界线，一个图形输出文件被传到国防制图局的远程复制系统(RRS)，然后绘出实际地图返回给谈判代表进行审议和通过。

使用基于 ERDAS Imagine 软件的 MSIP 和 RRS 系统，技术人员仅需几分钟时间即可输入新边界，并制作和输出新的地图供谈判使用。在三周的谈判期间，这两个系统建立、修改和输出了 3000 多幅地图，最终的波黑和平协议中就包括其中的 100 多幅由三方总统签字加印的地图。“能够参加这个决定历史的重要事件，是一次非常难得的经历。”费莱德·伍德一位参加这次协助工作的 ERDAS 军事系统应用专家说。和平之路如此艰难，维护和平可能更为艰难，这也正是为什么美国军方的又一次选择使用 ERDAS 软件进行维护和使命的重要原因。

“今天，被派往波黑进行维和使命的美国空军飞行员和部队将不会在不熟悉的地形上飞行和跋涉。”ERDAS 公司总裁 Lawrie Jordan 说：“这几周他们一直在基于 ERDAS 软件的系统和数字地形上进行战斗和后勤计划的演练。”

在代顿和平谈判很长时间之前，ERDAS 软件就为北约维和部队所使用。当北约维和部队最初开入波黑时，很难找到现势性好的地图甚至用于最简单的调查目的地图也找不到，然而几天之内波黑的卫星图像就被送到北约部队手中，他们使用配有 ERDAS Imagine 软件的 MSIP 战地野外工作站系统进行大量的绘图工作。

ERDAS 公司作为图像 GIS 领域的领导者从 1978 年以来一直提供易于剪裁的易学易用的软件和世界级的客户支持，它的几千个用户分布在 95 个国家的石油/天然气/矿产开发，自然资源管理，城市和区域规划，环境监测，林业，院校，水利和军事等应用领域。

第十一章 ERDAS IMAGINE 院校应用

应用介绍：国内应用

更多院校青睐 ArcInfo 和 ERDAS IMAGINE 软件

自去年用户大会以来，有越来越多的院校、系所认识到 GIS 和遥感图像处理系统在地学教育、科研和开发方面的重要性，经过慎重选择比较，又有十多所大学购买的 ArcInfo 和 ERDAS IMAGINE 软件，如：清华大学 3S 中心、北京大学景观规划设计中心、兰州大学、北京林业大学、中国农业大学、中国地质大学、郑州测绘学院、武汉水利电力大学、河海大学、广西大学、福州大学、汕头大学、青岛大学、成都理工学院等。学校的智力优势与先进的软件结合，将在其今后的工作中发挥不可估量的作用，并能迅速提高 GIS 与遥感在国民经济建设与培养高素质人才方面的实际应用水平。

清华大学建工学院在 211 建设中采用了 ArcInfo 和 ERDAS IMAGINE 软件，不仅在建筑设计领域的教学方面发挥了应有的作用，而且在科研方面起了巨大的推进作用，如在其与云南省校联合项目中，在新建国家保护公园：澜沧江流域规划等课题中，利用上述软件，完成了相应规划、三维景观专题图。

南京大学城市规划与环境系、中南工业大学 GIS 研究中心、河北师范大学、北京师范大学的院校在 211 工程经费支持下，采用 ERDAS IMAGINE 和 ArcInfo 软件，将在学校研究生培养和对外合作中发挥更大的作用。

第十二章 ERDAS IMAGINE 其它应用

遥感技术用于洲滩型血吸虫病流行区钉螺孳生地生态监测的研究

张世清 姜庆五 复旦大学公共卫生学院 上海市医学院路 138 号 200032

[摘要] 目的：应用遥感技术探索适于洲滩型血吸虫病流行区钉螺孳生地生态监测的合理指标。

方法：选择长江安徽段东至县境内的一洲滩型血吸虫病流行区 3 个相邻的洲滩作为遥感分析的研究现场。运用 Idrisi 遥感分析软件对遥感数据进行多波段信息合成并进行计算机非监督分类，计算反映地物绿度和亮度的 GVI、NDVI、BI 值，结合现场调查情况，对上述各类处理结果进行综合分析。

结果：NDVI、BI、GVI 能够定量地描叙地物的特征，不同类型的地物，其 NDVI、BI、GVI 值有所差异，其中适宜钉螺孳生环境的 NDVI、BI、GVI 值 95% 参考值范围分别 0.0522—0.3566、29.3404—40.3135 和 2.4162—28.2672。NDVI 分类显示 5、6 类为钉螺的主要孳生地，4 类地区为钉螺潜在扩散区域，其 NDVI 值为 0—0.1。GVI 分类显示钉螺的孳生环境主要为 5、6、7 类，其中 4 类地区是钉螺迁移扩散的潜在区域，其 GVI 值为 2—10。NDVI、GVI 均显示 2、3 类地区暂不适宜钉螺孳生。

结论：通过合理分组重新形成的 NDVI、GVI 指数图不仅能够反映洲滩钉螺孳生地以及钉螺潜在扩散区域的分布范围，而且能够反映洲滩的演变规律，即新生滩地的形成和植被的生长情况。

[关键词] 遥感； 钉螺分布； 植被指数； 洲滩

遥感图像以密度和色调的差异真实地记录了地面物体反射和辐射光谱能量的差异，不同地物由于结构和成分不同，反射光谱特性也不同，由此成为进行地面物体类型和态势判别的理论依据。遥感技术作为一种新技术已逐步应用于流行病学领域，成为流行病学宏观研究的有效工具，并在某些虫媒病及其媒介[1、2]、血吸虫病[3]、自然疫源性疾病[4]等领域内取得了一些成功的经验。血吸虫病是媒介传播疾病，钉螺是其唯一的中间宿主，在我国钉螺孳生地主要为水网、湖沼、山丘 3 种类型。但目前我国钉螺面积的 94.08%分布于长江流域的湖沼地区[5]。钉螺的生存繁殖与环境因素密切相关，诸多的环境因素中，植被的分布和类型是其不可缺少的因素之一，植被提供了钉螺生存繁殖的微小环境，保护它们直接遭受烈日、暴风雨以及高温的袭击。有研究表明[6]钉螺的分布与植被的盖度呈正相关关系，总盖度越高，钉螺分布越多，盖度超过 60%就可发现钉螺，而盖度在 20%以下的地区则无或甚少钉螺。长江流域的洲滩型血吸虫病流行区环境复杂，受自然、环境等因素的影响，钉螺分布面积呈逐年上升趋势，严重地影响了我国血吸虫病的控制进程。本研究拟应用遥感分析技术，对洲滩地区钉螺孳生地的生态环境在宏观上进行分类，并对适宜钉螺孳生的各类环境进行初步量化分析，以便快速掌握洲滩地区钉螺孳生地环境的变化以及钉螺的扩散趋势。

材料和方法

1、 卫星遥感数据：购置中国科学院遥感地面接受站接受和处理的 LANDSAT 5 卫星专题制图仪（TM）遥感数据，轨道 121/03900，日期为 1998 年 4 月 3 日，像素大小为 30.0m。

2、 卫星遥感数据分析：应用 Idrisi 分析软件，分割研究区域卫星影像图，并对研究区域进行以下处理和分析：

2.1 假彩色合成：将 TM3、TM4、TM5 波段数据分别赋予蓝色、红色、绿色，对研究试区遥感数据重新进行假彩色合成，形成研究区域的假彩色合成图。

2.2 非监督分类：应用非监督分类的聚类分析模型，对上述假彩色合成图片进行非监督分类，分类类别定义为 10，形成研究区域的非监督分类图。

2.3 校正植被指数（NDVI）：NDVI 是利用遥感数据将绿色植被从土壤背景中分离出来，在不同程度上反映地面植被的盖度。其计算公式为：

NDVI=（TM4-TM3）/（TM4+TM3）

2.4 穗帽变换绿色植被指数（GVI）：GVI 是从原始遥感图像中通过正交转换所提取的一个新的分量，反映绿色生物量的特征。其计算公式为：

GVI=[（-0.24717TM1）+（-0.16263TM2）+（-0.40639TM3）+（0.85458TM4）+（0.05493TM5）+（-0.11749TM7）

2.5 亮度指数（BI）：TM 虽有 7 个通道数据，但其光谱信息基本上归属于 3-4 维，即亮度、绿度、湿度和热度。不同的地表覆盖，反映为遥感卫星光谱数据的不同亮度值，亮度指数是不同地表覆盖反照率的函数。其计算公式为：

$BI=1/3[（TM2）^2+（TM3）^2+（TM4）^2]^{1/2}$

3、 研究试区基本情况：所选择的研究试区位于安徽省东至县境内 3 个相邻的洲滩，通过现场调查，滩地的植被类型主要有芦苇、杂草、意大利白杨、油菜等，居民多数沿圩堤附近居住，圩内种植油菜和小麦。圩外滩地和圩内部分沟渠均有钉螺分布。

4、 研究试区 NDVI、BI、GVI 数值分级图：在形成 NDVI、BI、GVI 数值图的基础上，选择一定数量有关地物样本，计算各类型地物 NDVI、BI、GVI 均数及 95%参考值范围。根据各类地物 NDVI、BI、GVI 值，按不同的组间值分别将试区 NDVI、BI、GVI 数值图重新分成 10 个级别，形成研究试区洲滩 NDVI、BI、GVI 数值分级图。

结果

1、 假合成图像：计算机处理的研究试区假合成图像（图 1），经目视判译可将整个滩面环境划分为 7 类，与现场观察结果相比较，分别为芦苇、草地、意杨、意杨套种油菜地、裸地、农田、居住地。

2、 非监督分类：对上述假彩色合成图像进行非监督分类（图 2），结果显示整个洲滩环境被分为 3 类，而滩地植被被笼统地划分为 1 类，不同类型的植被环境未能区分开。

3、 不同类型地物 NDVI、GVI、BI 的分布特征：根据上述各指数计算公式，应用分析软件计算并形成整幅遥感图像各指数分布图，统计有关地物各指数分布范围。结果表明不同地物特征其 NDVI、BI、GVI 值有所差异，其中适宜钉螺孳生繁殖地物环境（芦苇和草地）

的 NDVI 值的 95%可信区间范围为 0.0522—0.3566，两类植物环境 NDVI 的均数值分别为芦苇 0.2284，草地 0.1629；BI 值 95%可信区间范围为 29.3404—40.3135，BI 的均数值分别为芦苇 38.4301，草地 31.0817；GVI 值 95%可信区间范围为 2.4162—28.2672，NDVI 的均数值分别为芦苇 7.2011，草地 22.1604。其它类型地物的 NDVI、BI、GVI 值参见表 1。各类地物间 3 个指数值比较可以看出农田与钉螺孳生地环境存在交叉，BI、GVI 能够区别不同的水体，即将长江水体和湖水区分开。

表 1　不同类型地物 NDVI、BI、GVI 均数及 95%参考值范围

地物	NDVI		BI		GVI	
类型	均数	95%可信区间	均数	95%可信区间	均数	95%可信区间
江　水	-0.3991	-0.3410~-0.4490	23.5782	22.2826~24.8738	-31.8619	-33.6925~-30.0313
湖　水	-0.3801	-0.3067~-0.4534	31.5875	30.2053~32.9697	-22.0259	-24.1846~-19.8672
城市	-0.0804	-0.0100~-0.1708	29.2604	23.6070~34.9138	-6.1739	-12.3310~0.0168
农　田	0.2612	0.1471~0.3753	37.3979	32.6704~42.1254	12.5939	3.4513~21.7365
芦　苇	0.2284	0.1002~0.3566	38.4301	36.5467~40.3135	22.1604	16.0536~28.2672
草　地	0.1629	0.0522~0.2746	31.0817	29.3404~32.8230	7.2011	2.4162~11.9860
沙　地	-0.1041	-0.266~0.0578	27.2801	24.8434~29.7170	-4.5462	-10.8539~1.7735
意　杨	0.3887	0.346~0.4314	43.5119	39.6973~47.3265	48.8431	45.1158~52.5704
套种油菜						

4、 研究试区洲滩 NDVI、BI、GVI 数值分布：根据研究试区 NDVI、BI、GVI 值分布范围，以及各类地物各指数值特征，将研究试区 NDVI、BI、GVI 数值图分成 10 个类别，各类别划分范围见表 2。经重新划分后，GVI 数值图（图 3）中可以判别出钉螺的孳生环境主要为 5、6、7 类。结合洲滩滩貌现场调查情况，1 类为水体、2 类为新淤积的沙地、3 类为裸地（土壤含沙量较低，有少量植被）、4 类植被稀少，图 3 可见的 3 个大小不同的洲滩其 GVI 分布规律从江边依次为 2→3→4，由此可清楚地展现洲滩的演变规律及钉螺扩散规律，其中 4 类地区是钉螺迁移扩散的潜在区域，其值为 2—10，2、3 类地区暂不适宜钉螺孳生，其值为 -25—2。BI 数值图（图 4）中钉螺孳生环境主要为 5、6、7 类，但难以显示洲滩环境的演变过程。NDVI 数值图（图 5）中 5、6 类为钉螺的主要孳生地，2、3、4 类所反映的地物类别同 GVI，各类别分布范围也与之雷同。

表 2　不同类别 NDVI、BI、GVI 数值范围

类别	NDVI	BI	GVI
1	-1.0~-0.2	0~20	-100~-25
2	-0.2~-0.1	20~23	-25~-15
3	-0.1~0.0	23~25	-15~2
4	0.0~0.1	25~30	2~10
5	0.1~0.2	30~35	10~20
6	0.2~0.3	35~37	20~30
7	0.3~0.4	37~40	30~40
8	0.4~0.5	40~45	40~50
9	0.5~0.8	45~50	50~60

10	0.8~1.0	50~100	60~100

讨论

分布于长江流域的洲滩具有冬陆夏水的特征，长江汛期被洪水淹没，大量泥沙随洪水沉积在某些江段，不仅使老的洲滩淤积明显，滩地面积逐年扩大，而且新生洲滩也是逐年露出水面，导致钉螺孳生地不断扩大，调查表明[7、8、9]近年来洲滩钉螺面积大幅度上升，导致我国血吸虫病防治效果难以巩固。与此同时，洲滩地区面积大并且环境复杂，传统查螺方法需耗大量的人力、物力和财力，且难以满足总揽区域钉螺分布状况的要求，因此寻求一种新技术手段来普查螺情已成为急待解决的问题。

遥感技术是 20 世纪 60 年代以后蓬勃发展起来的一个新兴的科学技术领域。它通过各种传感器接受和记录来自地面物体发射和反射的电磁波辐射信号，并经过图像处理或人工判读，从中提取出与应用目标有关的信息。遥感技术的发展为地面状况及其变化的监测提供了优越的手段。近年来，随着遥感技术应用领域的不断拓宽和学科间的交叉渗透不断加强，遥感技术已成为疾病控制和监测，尤其是虫媒传播疾病的控制和监测的重要手段。如根据不同波段复合图象所反映的信息能够区分和识别滩地植被[10]，以及不同时段的遥感卫片资料，可监测江洲滩的变化以了解钉螺孳生地的变化[11]。由于洲滩植被环境既是钉螺孳生的重要环境，又可反映土壤和水淹情况，同时在遥感影像还能得以反映，因此，利用洲滩植被信息，能够判译钉螺孳生地环境分布情况。本研究通过对不同波段遥感信息进行复合形成近似自然的假彩色合成图像、对假彩色合成图像进一步进行非监督分类处理、计算并分析反映地物绿度和亮度的 GVI、NDVI、BI 值，以探索适于洲滩型血吸虫病流行区钉螺孳生地生态监测的合理指标。

研究结果表明，在对地面环境比较熟悉的条件下，多波段信息复合图像在宏观上能够反映地物的分布范围，但缺少量化指标，在环境复杂且不熟悉的情况下，实际应用意义有限。非监督分类图像只能区分出主要地物，尚不能够全面反映洲滩植被的更具体的分布情况。NDVI、BI、GVI 能够定量地描叙地物的特征，不同类型的地物，其 NDVI、BI、GVI 值有所差异，研究显示适宜钉螺孳生环境的 NDVI、BI、GVI 值 95%参考值范围分别 0.0522—0.3566、29.3404—40.3135 和 2.4162—28.2672。根据各类地物 NDVI、BI、GVI 值均数及 95%参考值范围对 NDVI、BI、GVI 数值进行合理分组，形成具有 10 个类别的各指数分布图，结果显示，NDVI、GVI 指数图不仅能够反映洲滩钉螺孳生地以及钉螺潜在扩散区域的分布范围，而且能够反映洲滩的演变规律，即新生滩地的形成和植被的生长情况。本研究中 NDVI 显示 5、6 类为钉螺的主要孳生地，4 类地区为钉螺潜在扩散区域，其 NDVI 值为 0—0.1。GVI 显示钉螺的孳生环境主要为 5、6、7 类，其中 4 类地区是钉螺迁移扩散的潜在区域，其 GVI 值为 2—10。NDVI、GVI 均显示 2、3 类地区暂不适宜钉螺孳生。

卫星资料通常可提供我们三个方面信息，即光谱信息、空间信息和时间信息。其中最常的是光谱信息。卫星所提供的光谱信息常出现同物异谱或异物同谱的现象，计算机自动分类是以光谱特征为依据的，所以不能简单地依据光谱数据来鉴别地物，尤其在地物类别属性差异不明显的情况下，难以将其区别开。TM3、TM4、TM5 分别赋以蓝、绿、红的复合图像，能够获得近似自然彩色的合成图像，适合于非遥感应用专业人员使用。不同生活型的植物，其生活节律、生命周期的不同可以由植被指数（NDVI、GVI 等）真实地记录下来。不同的 NDVI 和 GVI 值反映了植物光合作用的强度和生命力的大小，也是植物类型差异的一种表现，因此可以用它们作为植被信息来识别洲滩生态的监测。

需要指出的是本研究中计算所得的 BI、NDVI、GVI 数值是反映某一时段地物特征的信息，而不同的时段其值会有所不同，本研究中所使用的遥感数据是取自春季 4 月份遥感图像，因此，各指数的参考值范围是反映该时段的地物特征表现。

参考文献

1.LOUISA R. BECK, MARIO H. RODRIGUEZ, SHERI W. DISTER, et al. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify vollages at high risk for malaria transmission.

Am. J. Trop. Med. Hyg, 1994,51(1):271-280

2.K. O. Pope, E. J. Sheffner, K. J. Linthicum, et al. Identification of central Kenyan Rift valley fever virus vector habitats with Landsat TM and evaluation of their flooding status with airborne imaging radar. REMOTE SENS. ENVIRON, 1992,40:185-196

3.Eleanor R. Cross, Charles Sheffield, Rick Perrine,et al. Predicting areas endemic for schistosomiasis using weather variables and a landsat data base. Military Medicine. 1984 Oct;149:542-544

4.Dister SW，Fish D，Bros SM，et al. Landscape charaterization of peridomestic risk for Lyme disease using satellite imaginery. Am J Trop Med Hyg, 1997,57:687-692

5.王立英，姜庆五，刘建翔，等. 1999 年全国血吸虫病疫情通报. 中国血吸虫病防治杂志， 2000，12（6）：321-323.

6.钟久河，张绍基，刘志德，等. 鄱阳湖钉螺分布与植被土壤关系. 中国血吸虫病防治杂志，1995，7：206-209.

7.徐善来，陈季然. 望江县 1990-1999 年江滩新发现钉螺分布情况的报告. 实用寄生虫病杂志， 2000，8（1）：24.

8.孙乐平，周晓农，曹奇，等. 江滩型血吸虫病流行区江滩冲淤变化的定量研究. 中国血吸虫病防治杂志， 1998，10（4）：212-214.

9.谢朝勇，杨惠敏，裘伶，等. 1998 年长江洪水后南京钉螺扩散分析. 实用寄生虫病杂志 ， 1999，7（4）：187.

10.林涛，姜庆五，张世清，等. 遥感图像对江滩型血吸虫病疫区分类研究 中华预防医学杂志 2000，34（5）：263-265

11.周晓龙，孙宁生，胡晓抒，等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测---长江洲滩钉螺孳生地的监测 中国血吸虫病防治杂志 1999 11（4）：199-202

图1 洲滩环境假彩色合成图像

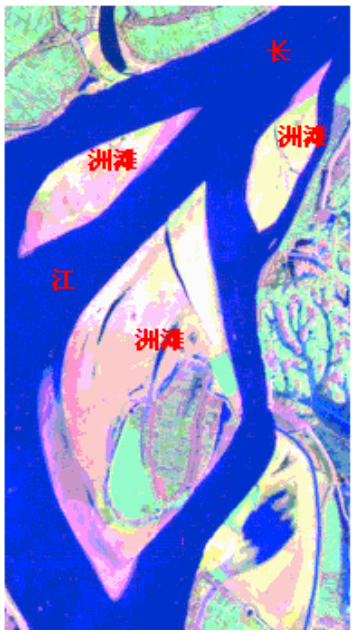


图 2 洲滩环境非监督分类图

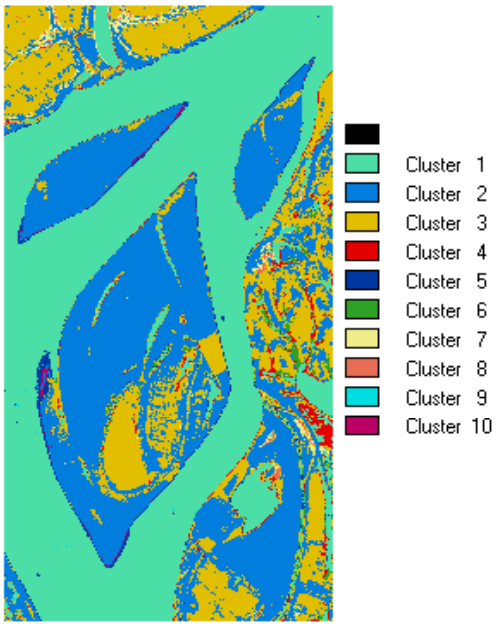


图3 洲滩环境GVI分布示意图

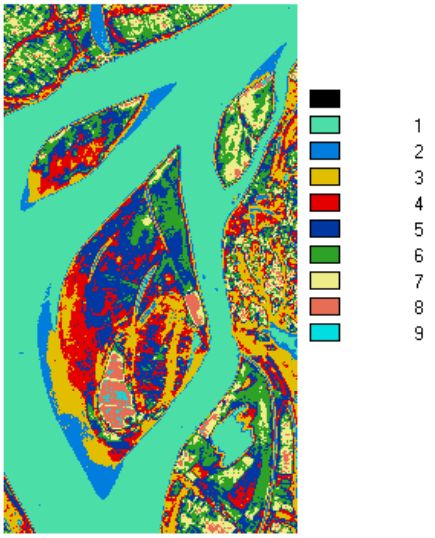


图4 洲滩环境BI分布示意图

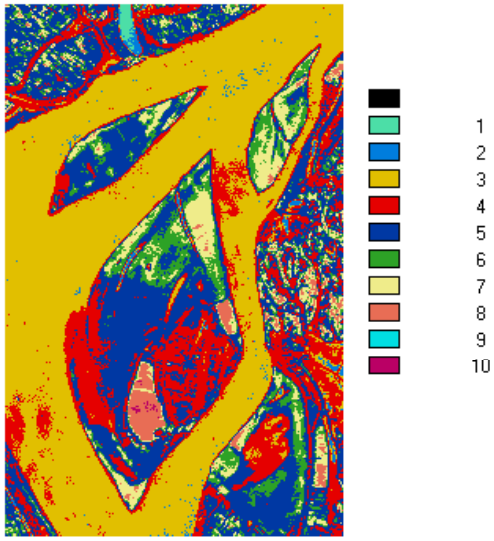
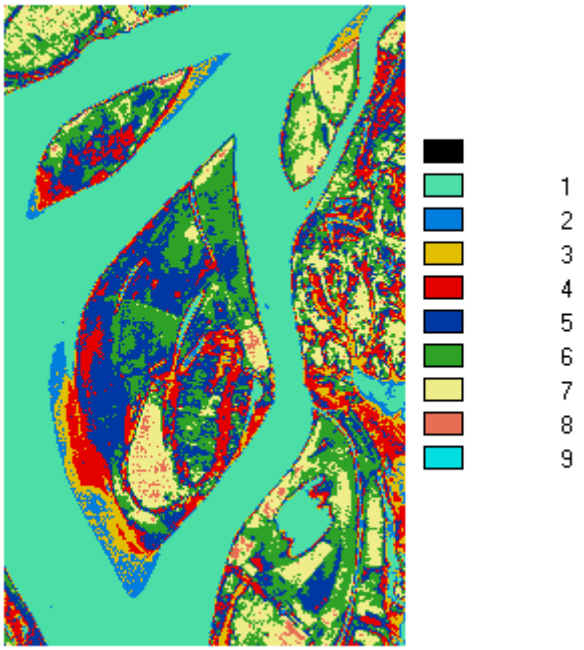


图 5 洲滩环境VI分布示意图



- ERDAS IMAGINE 图像处理软件帮助设计者开拓领带市场

多年来，Douglas Way 博士一直使用 ERDAS IMAGINE 进行卫星遥感影像处理研究方面的工作，他很早就萌生了一个念头：将处理结果应用到服装上。在 2001 年，他帮助成立了一家制作和销售领带的公司——TerraTies 领带公司，专门出售印有特殊地貌的卫星影像的领带。



TerraTies 公司使用 ERDAS IMAGINE 处理特色地区的卫星数据。ERDAS IMGINE 提供了简单易用的向导模式，使用户可以方便地进行可视化、图像处理、分析、测量以及将地理图像融合到 2D 和 3D 环境中。TerraTies 对卫星数据进行非监督分类、分类后处理等过程，然后印到公司生产的丝质领带上。这些领带一共有 7 种模式，每一种有 4 种颜色，总体上分为三个系列：沙漠系列、岩石和起伏地貌系列、以及海和岛屿系列。

由于其独特性，TerraTies 领带首先吸引了众多 GIS 专业人员和遥感图像处理人员的兴趣，随后其市场迅速扩大。目前，TerraTies 已经成为享誉北美的领带公司，其“佛罗里达海湾”版领带已经被评选为全美最受欢迎十大

领带之一。他们的在线店铺网址为：www.terraties.com

- **Geosense 使用 ERDAS 摄影测量软件进行大区域低投入的正射纠正和 3D 数据准备**

Zubran Solaiman, Dave Horner and Martin Tocher Geosense Ltd.

简介

近期摄影测量软件的发展正在改变航空摄影测量界的面貌，作为行业的引导者，ERDAS 开发出了一系列费用较低的摄影测量软件包，尤其是专门为非摄影测量专业人员开发的 OrthoBASE、Stereo Analyst 和 VirtualGIS。本文描述了 Geosense 公司如何使用这些新的软件包提供大量低投入的解决方案。

Geosense 是一个独立的遥感和 GIS 数据集提供商，广泛致力于电信、灾害制图以及 3D 建模等行业。此外，Geosense 在大数据量摄影测量和卫星项目方面也非常专业，其项目覆盖世界各地，目前主要在英国等欧洲国家开展。

Geosense 领先投资于遥感和 GIS 的新一代软件中。它与 ERDAS 密切合作，以开发质量高且投入合理的解决方案和产品。使用 ERDAS 的 OrthoBASE 软件，Geosense 可以每个月正射纠正超过 3000 平方公里的航射影像。

Geosense 优先选择了 OrthoBASE 而不是其它摄影测量软件是因为 OrthoBASE 不但价格低廉，而且能够通过工作区三角测量快速并精确地正射纠正航射影像。此外，友好的用户界面和高水准的自动化使非摄影测量的专家也可以方便有效地操作软件。

Geosense 也在 Stereo Analyst 中使用 OrthoBASE 的三角测量来捕获 3D 数据和分析，然后使用 Virtual GIS 对这些数据进行 3D 可视化和真实世界（real-world）建模。从三角测量到数据采集到 3D 显示，整个过程无需任何格式转换，完全是一个无缝的生产流程线。



Figure 1: Objects generated in ERDAS Stereo Analyst and viewed in ERDAS Virtual GIS. **Note**: Models were textured with terrestrial photography using third party software.

Copyright: Geosense Ltd.
Data Source: Getmapping plc.

下面简明介绍一下 Geosense 使用 OrthoBASE 完成的正射纠正项目和 ERDAS Stereo Analyst 的一些应用。

ERDAS OrthoBASE

空中三角测量（简称空三）可以有效并准确地对大面积区域的航射影像做正射纠正，以建立影像、相机和地面的关系。空三的准备阶段包括选择相应的相机模型，以及定义适当工作区属性，如基点和投影。

过去的 18 个月中，Geosense 已经建立了一条成熟的快速处理大面积影像的工作流程。Geosense 与 Getmapping PLC 一起生成了整个英国的 25cm 分辨率的正射影像。



Figure 2: Aerial photograph orthorectified to OS landline data

Orthorectification: Geosense Ltd
Aerial data source: Getmapping plc
Landline data source: Ordnance Survey

生产无缝数字影像的关键因素是色彩平衡。通过在三角测量前对单幅影像进行色彩平衡，我们可以生成整个国家的色彩均衡的影像集。

首先将数据分为可管理的工作区（通常 30 到 40 帧），然后计算影像金字塔层以增强数据的显示。然后使用矢量控制数据三角测量每个工作区，生成一个英国地区 10 米 DTM。

通常我们使用校准图像和重叠控制信息检查三角测量的结果（图 2），这样就可以在重采样前检测错误。

正射纠正后的图像可以使用 ERDAS 的镶嵌工具进行无缝镶嵌。在镶嵌过程中，Geosense 将数据切割成 1 公里大小的图片（tile）。这样会使数据更易管理，而且操作起来更具灵活性。项目的最后阶段是目视检查每一个 tile，清除切割线和扫描过程产生的杂质（如灰尘和划痕）。最后的结果是一幅完全色彩平滑、无缝的整个英国的准确图像数据。

ERDAS Stereo Analyst

除了为 Getmapping PLC 提供正射纠正服务，Geosense 还使用立体像对创建了一系列的 3D 产品和服务。

Geosense 使用 ERDAS 的 Stereo Analyst 和 VirtualGIS 软件包来捕获、编辑和显示 3D 矢量数据。通过在 Stereo Analyst 中直接观察 OrthoBASE 工作区文件，Geosense 能够快速采集 3D 数据而无需重新创建工作区三角测量属性数据。

ERDAS Stereo Analyst 是一个快速且易用的观察和捕获 3D 数据的软件(图 3)。

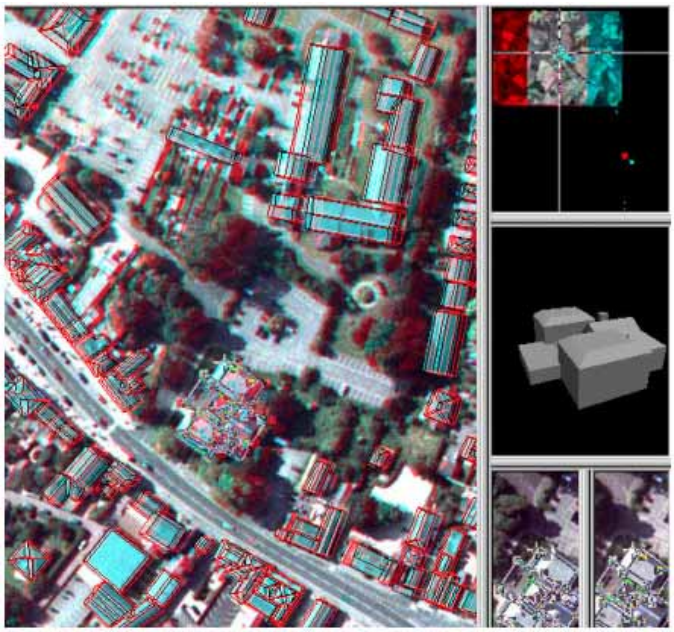


Figure 3: Acquisation of 3D data from aerial photography with ERDAS Stereo Analyst

Copyright: Geosense Ltd.
Data Source: Getmapping plc.

3D 数据模型的应用有很多，如 Chen (1999)认为由于许多国家现在正在进行一些大规模项目的环境影响评价，所以 3D 建模是一个重要的应用。ERDAS Stereo Analyst 的用户可以根据具体应用来控制模型的几何内容，例如，在规划新的高频长波段电信塔时，屋顶结构非常重要；而进行街道规划时，只需要简单的块模型就足够了(Chafer, 2000)。

当影像以立体方式观测时可以消除位移误差，如高建筑物的位移误差。因此，ERDAS Stereo Analyst 可以用来捕获精确的要素位置和更新已有 GIS 数据库。

Geosense 近期完成了一个生成 15 平方公里的 5 米 DEM 数据的英国市政工程项目，使用 Stereo Analyst 数字化高度和断线，从而生成了一个沿指定管道的准确地形模型。由于摄影测量的费用很高，以前很少有市政工程项目得到这种数据。然而，新的低费用摄影测量产品 ERDAS Stereo Analyst 正在帮助扩大这个市场。

另一个 3D 矢量捕获的应用是获取一个主要电信项目中涉及的建筑物高度信息(图 4)。这里



Figure 4: DEM of London.

Copyright: Geosense Ltd.

使用 Stereo Analyst 采集建筑物高度、道路等级和其它空间数据的真 3D 矢量数据；然后生成了一个 10 米精度的 DTM 数据；最后将该数据导出到 VirtualGIS 中进行质量检查和分析。这种数据对规划新的电信基站非常重要，还能够节省电信服务商上百万英镑的基础设施投资。

从上面的例子可以看出，Geosense 使用 ERDAS OrthoBASE 和 Stereo Analyst 完成了广泛的应用(图 5)。ERDAS 帮助 Geosense 为我们的客户提供了最新的低费用高效率的解决方案。

References:

Chen, W. (1999) 3-D city: prototyping techniques for urban design modelling GeoComputation Conference 1999 http://www.geocomputation.org/1999/gc_002.htm

Chafer, S. (2000) Geographic data for radio propagation: making the right choice, BNSC Seminar, 2000 AGI Conference at Earls Court, London

Geosense Limited
Virginia Villas
High Street
Hartley Wintney
Hampshire

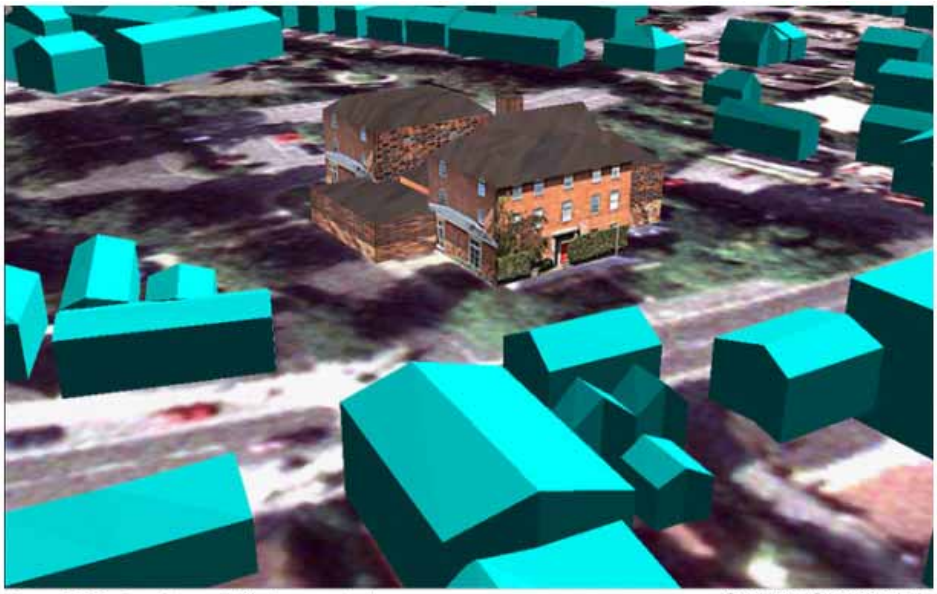


Figure 5: 3D shapefiles and objects generated by ERDAS Strero Analyst.

Copyright: Geosense Ltd.
Data source: Getmapping plc.

RG27 8NW

Tel: +44 (0)1252 843663 +44 (0)1252 844225
Fax: +44 (0)1252843648
Email: info@geosense.co.uk Web: www.geosense.co.uk/

- **使用 ERDAS 地理制图软件重构北美土著遗迹**

位于新墨西哥州西北的 Gallup 是当代美国土著文化中心，也是 McKinley 郡的郡政府所在地。整个郡内有数不清的前哥伦布（即哥伦布到达北美之前）文化（称为 Anasazi）的遗迹。在公元 300 年到 1300 年间，Anasazi 占据了整个 Four Corners 地带。使用地理制图技术，当地的科学家得以使几百年前 Anasazi 遗弃的建筑废墟在虚拟现实世界中重获新生。郡 GIS 中心已经花了约 8 年时间与 Navajo Nation Historic Preservation Department、Chaco Culture National Historic Park 一起来记录和虚拟重建这些古代遗迹及其周围环境景观。一个具有特殊历史意义的项目是重建 Pueblo Bonito，它是 Chaco Culture National Historical Park 公园 Chaco Complex 中心的卓越建筑。

Pueblo Bonito（PB）建在峡谷壁高耸的砂岩悬崖之下的 Chaco 大峡谷底部，有着复杂的结构和约 50 万年的历史。最后的 PB 有超过 350 个矩形房间，一些有 4 层高(50-60 英尺)，还由大约 50 个举办仪式的礼堂（称为大地穴），PB 的平台和道路由土砖铺成。整个 PB 综合体大约覆盖了 10 英亩，被认为是美国西北部最突出的前哥伦布建筑。

虚拟重构这样一个大而复杂的结构，而且要重建 700 年前的地形非常不易。几百年的风霜雨雪和地心引力已使 PB 大块的墙壁变成了一堆堆瓦砾。此外，1941 的 Threatening Rock，一个巨大的砂岩岩石倒塌后摧毁了 PB 大部分。而且百年来的挖掘和开发活动已经损坏了 Anasazi 地面改造的大部分信息。对这些地面改造的辨认是解释前哥伦布时期的道路和其它地表文化特点的关键因素，因此增加了重建的难度。

一系列详细的峡谷底部 1 英尺间隔等高线图提供了解释和定位目前已经消失的景观要素的关键线索。除了 1934 年的等高线图，研究小组还编辑了大量信息源以确保最终的虚拟重建能够真实反映几百年前的峡谷面貌。该项目使用的支持信息包括 1929 年 Charles Lindbers 拍摄的倾斜航空相片、19 世纪晚期的地面照片、洞穴挖掘记录、发表的报告、高精度多光谱影像以及地下地球物理数据。

在 ERDAS IMAGINE 软件的帮助下，Pueblo Bonito 正被逐渐重构。使用 IMAGINE OrthoBASE Pro™从 1:3,000 比例尺的 1973 年拍摄的航空相片中建立工作区三角测量立体模型，然后使用 Stereo Analyst 获取 ESRI Shapefile3D 格式数据，以填补 1934 年图上没有的地表数据。然后修正综合地表数据来反映每个主要结构段的真实建筑景观的外观。此外，研究小组创建了包括要素高度、类型、建筑时间等信息的多边形 Shapefile 文件。然后将景观 TIN 数据和 ESRI shapefile 文件无缝拼接，再用 IMAGINE VirtualGIS 来模拟 PB 重建结构的飞行场景。飞行功能使视窗可以简单的将建筑以及建筑与周围人文和自然环境的关系可视化。

历史学家和考古学家使用 GIS 技术结合不同数据源，可以创建一个接近真实的模型来重现西北部历史上的这一重要片断。假定可以得到时间和资源，那么这里的 Pueblo Bonito 重建将会最真实。1998 年，在项目的最初阶段使用手工绘图和固体建模技术（使用 styrofoam），但很快人们发现这些技术不能满足交互式综合大量不同数据源的需要。只有转换到数字媒介，在严格的地理空间框架中，大量的信息层才能够以一种有意义的方式结合起来。这个转变有效地将项目从简单的生产解译图像的练习提高到制造包含空间上精确的、真实世界的坐标的三维空间分析模型。前者的最终产品是仅用来介意演示的图像；而在后者中图像只是一个综合空间/纹理数据库（如 GIS）中的产品之一。有必要提醒大家，这个数据库的建立还处于早期，而且由于增加或更新信息，Pueblo Bonito 目前的影像会有很大的变化。

GIS 中心正在建立交互式 GIS 数据库以组织和维护研究数据，从而方便将来对 PB 及其周边地区的研究。多年来在 PB 人们已经发现数以万计的考古物品（骨头、珠子和陶器），因此很难管理、分类和组织。通过使用 GIS 技术重建 PB，GIS 中心现在已经创建了这些考古物品的空间数据库。

GIS 小组在 PB 的工作正在进行中，因为对 Anasazi 建筑和建筑景观的制图、记录、和解译是一个持续的学习过程。例如，当小组目前的 PB 三维模拟完成后，他们会移动到 Chaco Canyon 的其它地点，这样可能带来对 PB 的新的理解和认知。项目的目标就是新的知识和理解，因此前面完成的项目会因需要重新访问和更新。

PB 项目的目标是建立一个信息全面的、长期的建筑及其内容的管理策略，以服务于保存、保护、研究、解译和北美土著社团。虽然还处于初期，我们的研究已经揭示了一幅 Chaco Canyon 的新图像，在这幅图像上现在的农业村庄将被一个位于中北美传统中的中心区域的公共建筑物的真实景观所取代。

由于缺乏结构稳定性和其它因素，PB 永远不能被重建。GIS 中心将使用 GIS 技术获取的信息在虚拟现实中重建 PB，这样后代就可以欣赏这以结构的复杂性。

附注：

Smithsonian 出版社将要在 2003 年春天出版关于 Pueblo Bonito 的一卷，名为“Pueblo Bonito, Center of the Chacoan World”。该卷将包括一章介绍这一西南历史上标志性建筑的重建工作。

- **微软发布真三维飞行模拟 2002 游戏——其真实的三维景观来自 ERDAS IMAGINE**



Flight Simulator 2002（飞行模拟 2002）游戏是由微软公司开发的先进图形飞行模拟游戏。它现正热销于全美、欧洲、亚洲和其它市场。值得注意的是该款游戏中极具真实的地表覆盖和景观是由 ERDAS IMAGINE 的 VirtualGIS 建立的。

据微软称飞行模拟 2002 游戏是飞行模拟特许历史上最具革命性的版本。其产品的华丽、可视化精确的地表和植被景观，在充满竞争的计算机模拟游戏世界里，提供了真实逼真的关键元素。

微软利用航空和卫星影像、土地分类数据以及数字地面模型（DEM），增强了玩家在屏幕上看到的景观与风景。飞行模拟器和战术飞行模拟器总是位列最好销的计算机游戏之列。此两种游戏均由微软的行动、战术和模拟产品部所开发。

- **政府资助的基础研究将在遥感和地理信息系统未来的发展中起作用——ERDAS 总裁在美国国会听证**

9 月 28 日 ERDAS 总裁 Lawrie E.Jordan，在美国众议院的基础研究委员会听证会上说：“政府资助的基础研究对遥感和地理信息系统产业的继续成功至关重要，但是科学研究必须建立在商业技术基础上并与之结合。”

Jordan 向委员会的委员们讲述了卫星成像，地理空间数据处理和地理信息系统技术基础研究是如何促进影像信息时代的到来，而影像信息时代正在为环境保护和提高产业的效率做出贡献。在不久的将来，当高分辨率成像卫星发射后，地理信息的积极影响和价值都将会有巨大提高。“地理影像技术和地理信息系统的结合对普遍提高我们整个社会乃至全球的生活水平有着不可估量的作用”Jordan 说。

Jordan 指出学术界和商业界为遥感和地理信息系统的成功都做出了贡献。他赞扬美国政府对私人企业所做支持，并介绍了一个政府支持私人企业并促进商业活动繁荣的多阶段计划。

- 政府开发的遥感算法和软件应当充分利用已有商业技术，并直接加进商业软件包，政府和私人企业应共同合作以达成这个目标。
- 政府应为图像处理算法和地理空间数据的开发提供基金，因为图像处理技术的任何改进将极大促进全球发展。
- 政府应采用现有数据格式而不是试图创造新的数据格式。这就是说政府应该用开放的、已成文的和免费的商业数据格式向用户提供地理空间数据；

现在已经有许多政府机构从商业部门购买卫星影像，软件工具和地理空间信息，Jordan 高度赞扬这一点，认为这些将大大促进私人企业的发展。

最后 Jordan 对地理空间信息的将来提出自己的看法，他认为随着 1 米分辨率或者说个人尺度影像的到来将会在一般用户中产生对空间信息的巨大需求。Jordan 预见了一个具有电视、电话和个人电脑等功能的新的信息产品将通过国际互联网把地理空间数据带入到每个家庭和办公室。

• Space Imaging 公司选择 ERDAS IMAGING 软件以生产其增值产品

位于克罗拉多州 Thornton 的 Space Imaging 公司是信息产品的主要供应商之一。Space Imaging 经销的影像有美国的 Landsat、印度的 IRS、欧洲的 ERS、加拿大的 RADARSAT 和日本的 JERS。今年夏季，Space Imaging 公司发射了一米分辨率的卫星——IKONOS。

最近 Space Imaging 公司选择 ERDAS 公司的 ERDAS IMAGINE 软件，用以生产其地球信息 CARTERRA 系列产品。此次购买了 13 套 IMAGING Professional IMAGINE，9 套 Essential 和 5 套 IMAGINE Vector 模块，用来生产 CARTERRA Plus Landcover、CARTERRA Plus Streets、CARTERRA Plus Civil 和 CARTRRA Digital Ortho Quad 等增值信息产品。

其中：

CARTERRA Plus Streets 是交通失量图产品，其中包含有关高速公路，街道和道路高精确度的信息。利用先进的 Space Imaging 的算法，ERDAS 软件将被用作从 IKONOS 一米的影像中获取失量因子。

CARTERRA Plus Civil 是一个失量产品，其中包含了有关城市、国家、户口统计调查区，市民边界区的边界信息。

CARTERRA DOQ－5 是高精度的数字校正影像图，它的文件是标准的 USGS 四角形的格

式，利用 Space Imaging 专有的算法，ERDAS IMAGINE 将融合 5 米分辨率的 IRS 黑白影像与 20 米分辨率的 IRS LISS 或 25 米分辨率的 Landsat TM 影像。

Space Imaging 公司的执行总裁 John R.Copple 说："我们对所选择 ERDAS IMAGE 公司产品作为我们的增值产品处理系统的必备工具之一很有信心，因为我们认为，我们选择的是一个有悠久历史，并有光明前程的公司。" Space Imaging 公司信息与数据服务部经理 Barry Barlow 说："我们选择了 ERDAS IMAGINE 是因为它是市场上最综合的影像处理软件，它可以处理来自不同卫星的影像，并可以输出栅格图或矢量图。"

在同类三维景观可视化软件中 IMAGINE Virtual GIS 被评为最优

美国国家图像和制图局（NIMA）对近 40 个厂家和同类景观可视化软件进行了评比，最终 IMAGINE Virtual GIS 被评为第一名。IMAGINE Virtual GIS 是 ERDAS 公司的 ERDAS IMAGINE 地理影像软件的一个集成部分。此次能够得到如此的殊荣，完全得益与其超级的三维景观可视化的性能表现、低廉的价格、简便易使用以及跨平台操作的能力。

ERDAS 总裁 Lawrie E.Jordan 说："能够得到像 NIMA 这样的权威机构的认可，我们非常荣幸。虽然我们知道这并不意味着此奖项是 NIMA 对任何的产品的认可，而是对 IMAGINE Virtual GIS 的先进功能的承认，对此我们及所有的用户还是对此感到非常高兴。"

IMAGINE Virtual GIS 为 3 维环境下的可视化分析工具提供了 GIS 的功能。它能够使用户对 3 维图像进行实时地查询与交互操作，而这个 3 维透视图像可以是任何形式的栅格或矢量的空间地理信息。其主要的功能包括：3 维可视化分析，交互可视化、威胁分析以及 3 维对象的链接集成，实时贯穿飞行，同时能够建立无论数据大小的虚拟世界。

对 ERDAS 软件的评价结果是由 NIMA 的 Technology Assessmentand Insertion 办公室经过 9 个月的评估得出的，此行动叫做 Pathfinder 99（寻路者 99），目的是为国防部和其它的政府部门采购最优的影像和地图产品时，提供参考。寻路者计划是从 1996 年开始的，去年为遥感图像处理软件和 GIS 软件在某些特定操作功能进行评估与分级。

- **立体分析（Stereo Analyst）将 IKDNOS 立体影像带入桌面 PC 应用**

作为 Space Imaging 公司的一个战略商务伙伴，ERDAS 公司于近期发布了立体分析模块，这是一种面向桌面 GIS 应用的基于视窗的 3-D 地形要素收集和立体观察工具，完全支持 8 位和 11 位的 IKONOS 立体像对的显示与处理。

"立体分析（模块）提供了对 IKONOS 立体影像数据的直接访问功能，" ERDAS 的摄影测量产品经理，Mladen Stojic 说，"通过 DLL 的使用，用户可以跳过输入这一步，然后直击按钮打开像对集。"立体分析模块是第一个实用的 3 维 GIS 信息获取工具，它提供了一个简化的用户界面，从而使得运用数字摄影测量技术时遇到的问题最少。对于要素收集、空间属性及非空间信息等半自动或全自动的处理，加快了在桌面 GIS 环境下收集与解译的过程。用从高分辨率影像中得到的 3 维地理信息，如 IKONOS 立体像对，该软件使得用户能够同时编辑与更新一个 2 维 GIS 系统，这就显著地提高了 GIS 系统中信息的精度。

对 IKONOS 立体影像的支持是 ERDAS 与 Space Imaging 系列技术合作中的另一个项

目，这个合作项目始于将 ERDAS IMAGINE 软件结合进 Space Imaging 的 CARTERRA 分析产品中，从而使得 GIS 遥感影像分析、摄影测量、绘图工具集成在一个单一工作站上。最近，Space Imaging 公司将 ERDAS 公司开发的一个新的免费浏览器，ViewFinder 也结合入该公司的影像数据产品中，以支持快速浏览和重新投影 IKONOS 影像。1999 年 10 月，ERDAS IMAGINE 是用于处理和显示 IKONOS 收集的第一幅影像的软件，该 IKONOS 高分辨率传感卫星是于 1999 年 9 月 24 日从加州的 Vandenberg 空军基地发射的。立体分析模块已设计成一个既可独立运行的产品，当然也能非常容易地结合进 ERDAS IMAGINE 和 ArcView GIS 系列产品中。从 GIS 到制图应用程序，立体分析模块适用的范围很广，它也是 IMAGINE OrthoBase（区域网影像正射纠正与镶嵌）和 IMAGINE VirtualGIS（三维可视化分析）模块的很好的补充。

- **特殊项目组**

ERDAS 的特殊项目组提供客户化和编程服务，可以向已有的 ERDAS IMAGINE 增加或定制特殊的功能。

IMAGIZER 项目：本项目为美国政府提供一个小的浏览器以及与浏览相关的工具，这一产品将与标准的地理空间产品一起发放。客户可得到一些控制包在捆绑数据/浏览器的基础上利用 IMAGIZER 开发新的产品。IMAGIZER 是与美国政府合作开发研究工作的基本成份，此工作经修改也支持 JDTM 项目。

全球搜寻项目：这是一个由两部分构成的项目，项目完成后可以通过 WEB 服务获得光栅和矢量两种类型的地理空间数据。“服务器”成分主要利用 ERDAS IMAGINE 的专业级模块作为图像数据的引擎发布到 WEB 页上供通用的浏览器搜寻和显示。第二成份是以 IMAGIZER 为基础的 Viewer，它可以显示从因特网、企业内部网、外部网上下载的图像。对这些文件可以用 IMAGINE 的一些功能进行显示和管理。Viewer 的功能主要是当前 IMAGIZER 版本的功能，通过向下功能减弱的设计使用户利用有限的显示功能进行流线型操作。其它的关键特征还包括利用描述文字和元数据在网上查找图像的搜索引擎。

原型全球定位系统工具：ERDAS 特殊项目组开发了一个工具演示在 ERDAS viewer 中实时引入 GPS 位置信息的能力。此功能可以接收商用 GPS 接收器上的 NMEA 信号，并在 ERDAS 2D viewer 中绘出具体位置。当交通工具移动时，用户可以选择让图像在位置图标的下部在 viewer 中移动。只按一下按钮用户就可以停止所有的移动，可以在屏幕上注释、数字化观察到的现象。这一附加的功能的特征是用户可编程、Tab 键换位、预先配置矢量采集方式。用户定义的颜色和共享文件使用户可以通过网络系统同时采集信息。起初此功能是为航空测量设计的，但许多需要采集地面信息的其它应用也可以使用此工具。

交通基础设施网络建造工具：这一集成了 ESRI-ERDAS 功能的项目开发了一个生产系统，只需按一下键就可以生成特殊的地理空间产品。它利用了 ArcView 中由 ERDAS IMAGINE 支持的图像处理功能以及光栅 GIS 功能和 ArcInfo 的矢量 GIS 功能。其另一特征是有一共享数据目录，IMAGINE 的光栅数据和 ESRI ArcInfo 的矢量文件可以在同一目录窗口中出现。按键的方法允许非专业用户生产简单的地理空间数据，显示和使用大量复杂的产品。ERDAS 提供的工具包括：

*与美国政府选定的立体测量软件集成
*简单、面向 TINet 的菜单驱动系统。
*可以利用美国政府的图像及 ERDAS 的立体分析进行信息提取。
*为 NIMA 的数字点位数据库输入 DEM 或生成 DEM。

战场地形信息系统：这是美国政府的项目，目的是通过增加军事数据的输入/输出工具改进战地系统的能力，增强虚拟 GIS 中的洪水模型，向用户提供细致的服务并增强用户界面。统一的补钉以及升级确保用户系统随时具有最新的补钉以及升级。独创的许可证政策可以在紧急情况或战场损失严重时在现场恢复系统或增加新的系统。

植被健康状况和活力工具：此项目由私人公司赞助，其目的是开发一个功能，使其在室内流程化处理彩红外影像以确定高尔夫场地的植被健康状况和活力。这一独特的功能将极大地提高本已成熟方法的处理能力，为用户极其客户节省时间与费用。如为客户生产材料的时间缩短近 80%，这直接提高了效率，增加了公司的收入。

要素计算工具：ERDAS IMAGINE 的客户化可以将图像分析人员从图像中获得的数据存入数据库。这方便了一段时间内的动态监测和分析。ERDAS SPT 提供这种软件的客户化工作。

GeoTools：ERDAS SPT 正在开发多光谱的处理工具，利用新的分类算法提高地理空间工作站的地理空间数据的处理能力。其工作流程是建立在专家分类器和美国政府的嵌套画面重采样分类方法基础上，这两种方法的结合构成了一个全新的光谱图像处理方法。此项目的初始是根据需要进行的研究，其目的是评估用于生产的复杂地理空间分析工具和研究为美国政府进行大量开发的可能性。

战场方案任务系统原型：通过客户化 ERDAS IMAGINE 使其成为任务计划系统。利用空军的侦察能力实时跟踪各种军事事件以及军事交通工具的活动情况，利用军用无线电输入 ERDAS 进行实时显示。ERDAS 专为大的军事单位开发并以固定价格出售，以减少投资和规划的危险性。

空间技术、探测和规划支持合同：此合同的目的是为美国军事组织提供地形、图像和智能分析能力。任务包括：
数据库开发，历史军事事件的 2D/3D 显示。
为显示和高级的地形应用提供技术咨询。
为训练、模拟和战争游戏提供下一代的地形显示。

美国军队调动控制系统：此项目显示了利用商业制图和图像处理软件（ERDAS IMAGINE）提供数字图像的强大能力和方便性。系统由 informix 数据库获得信息（状态线、单位边界和坐标点）并将其在图像、地图和 GIS 图形的适当位置显示。

战场指挥系统中气象的影响：此项目是为了探究 IMAGINE 虚拟 GIS 从其它地形和气象系统中动态接收气象和气象信息的能力。用户可以观察气象对敌我双方军事活动的影响，这样可以在军事活动和计划中考虑气象，而避免其到来时造成意外。这一工具将和命令和控制系统联合使用以优化军事计划人员的计划。

除完成上述任务外，ERDAS 特殊项目组还为一些特殊数据的编制了输入/输出工具：
OrbView SeaWiFS 输入

Digital Ortho Quad 输入/输出
Digital Terrain Elevation Data(DTED) Level I 和 evel II 输出
ADRG 输出
ASRP/USRP 输出

- **子象元分析可以提高多光谱的分类**

R. Huguenin（地球观测杂志，1994 年 7 月）

此文章概述了大量分类应用从子象元分类中获得的优势。之所以使用子象元分析是因为图像中表示感兴趣的单位以及特征的象素几乎全是混合象素（而很少有例外），象素中不但包含感兴趣的地物，也包含其它地物，这些地物也对象素的光谱有作用。

这里讨论两种应用，第一种显示了子象元分类在混合环境中的性能，另一种显示了子象元分类作为常规多光谱分类的自然扩展是很容易使用的。

结论表明，对大部分应用，子象元分类可以使分析者通过精确的探测而提高精度，产生更多的可区分的类别。

- **从多光谱图像中对亚象元物质进行无参数分类**

E. Boudreau, R. Huguenin, M. Karaska
SPIE Vol. 2758, 1996

对多光谱图像中的亚象元物质进行自动分类的有效方法现已开发出来了。实用分析光谱解析过程（AASAP）可将感兴趣的特殊物质与混合象素中的其它物质分离开来。

AASAP 中包扩一组算法可以进行环境校正、特征信息提取和子象元分类。从图像中可以直接读取大气矫正与太阳角纠正因子，因此从一幅图像获得的特征信息可以应用到其它的图像中去。AASAP 的特征信息提取是从所有的训练样本中提取其共有的特征信息光谱和非参数的特征空间。子象元分类采用背景评估技术为研究的象素计算残差。当残差在特征空间内，则可以判断象素中有某感兴趣物质。

利用 AASAP 从有多种南方黄松的 TM 影像中提取火炬松。独立的地面调查表明有 85%的林班包括 20%多的火炬松，91%的火炬松林班被区分出来。另一个作物应用表明，从德克萨斯州的图像中获得的作物特征信息可用于从堪萨斯州与墨西哥州的图像中提取同样的作物。AASAP 也应用于土壤污染、湿地类型以及通讯线路的探测等。

- **从图像中自动派生的多光谱图像子象元分类的归一化算法**

变化的光照和大气状况妨碍了对光谱图像的自动分析。应用分析公司开发了一个环境矫正模型作为子象元分类的一部分。此模型直接从图像中派生大气和太阳角纠正因子而不用预测模型。黑暗和亮的象素用于计算大气辐射、大气衰减和传感器的传输情况。

每一象素的主要成分可能是由不需要的表面反射构成，如：太阳闪烁、天空的照射以及其它的太阳照射区域物质等。这些光谱妨碍了对大气辐射、大气衰减和传感器的传输情况的正确计算。而在子象元级进行计算，子象元分类软件可以更加准确地计算这些因子，进而提高了环境纠正的效果。

附件：掌握与熟悉 ERDAS IMAGINE 的可利用资源

《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法》

由清华大学人居环境研究中心编写的《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法》一书，已于 2000 年 9 月面世，以内部资料与遥感界的同仁交流。

该书以 ERDAS IMAGINE8.4 的功能模块为基础，从遥感图像处理和遥感应用的方法步骤出发，全面系统地介绍了 ERDAS IMAGINE 的软件功能。全书共分十四章，涵盖了视窗操作、数据转换、几何校正、图像拼接、图像增强、图像解译、图像分类、雷达图像处理、矢量功能、图像库管理、空间建模、虚拟 GIS、命令操作、批处理工具、专题制图输出等所有方面，不仅包括了 ERDAS IMAGINE Professional 级的所有功能，而且包括 Vector、OthorRadar 和 VirtualGIS 三个扩展模块的功能。

该书将遥感图像处理的一般理论与方法融为其中，是一本集遥感图像处理理论、方法、应用于一体的专业图书，不仅对 ERDAS IMAGINE 软件的用户是必备的使用指南，对其他从事遥感应用研究的专业人员也有一定的参考价值。

如有需要者，可以按照下列地址联系：

联系 人：党安荣

通讯地址：北京市海淀区清华大学建筑学院

邮政编码：100084

电话：（010）62783328，62783313

电子信箱：danrong@tsinghua.edu.cn

《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理原理》

该书是中科院地理科学与资源研究所环境信息系统国家重点实验室，也是 ArcInfo 中国培训中心的专家组织编写的。该书将 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统所用到的理论知识，详尽地全面地讲述出来，主要内容涉及了遥感原理，主要商业传感器描述，数字摄影测量，雷达图像处理等专业内容，可以说是学习遥感理论与技术的一本好书，也是目前在国内教学中不可多得的适用教材，与《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法》配合，可以达到理论与实践相结合，事半功倍的效果，也为想出国留学深造提供了一个理论基础。

如有需要者，可以按照下列地址联系：

联系人：朱美兰，曾杉，陆小娟

通讯地址：北京市安外大屯路 917 大楼，中科院地理所信息室，ArcInfo 中国技术咨询培训中心

邮政编码：100101

电话：（010）64889764，64889694，64889633，64889681

传真：（010）64889630
电子信箱：actc@lreis.ac.cn

中国 ERDAS 技术咨询培训中心

中国林科院资源信息研究所作为为中国 ERDAS 技术咨询培训中心，拥有多名既有理论知识、又有 ERDAS 使用经验的专家、学者。多年来连续为国内各行业的企、事业单位的技术人员培训 ERDAS 图像处理系统，取得了很好的效果。

对象：ERDAS 的用户、遥感应用、图像处理人员。

内容：以 IMAGINE V8.4 软件为主要讲解内容，包括：
1 简单的 UNIX/Windows 操作系统命令；
2 ERDAS 软件的基本知识；
3 图像输入、编辑、操作等；
4 卫星影像的配准；
5 影像的增强、滤波等；
6 遥感数据的计算机分类及后处理，包括专家分类器基础；
7 矢量输入、编辑等操作
8 建模；
9 图像的输出、打印等。

讲课方式采用上午在计算机上边讲解，边演示；下午上机实习。配有专门技术人员上机辅导。

联系方式
富融公司：尚东 电话：（010）65541618
Email：dshang@superfull.com
中国林科院资源所：刘杰
电话：（010）62889159
地址：北京 海淀区颐和园后 中国林科院资信所 邮政编码：100091
乘车路线：332、375 路等公共汽车到颐和园，换乘 333 路公共汽车到林研所下车。
Email：liujie@info.forestry.ac.cn