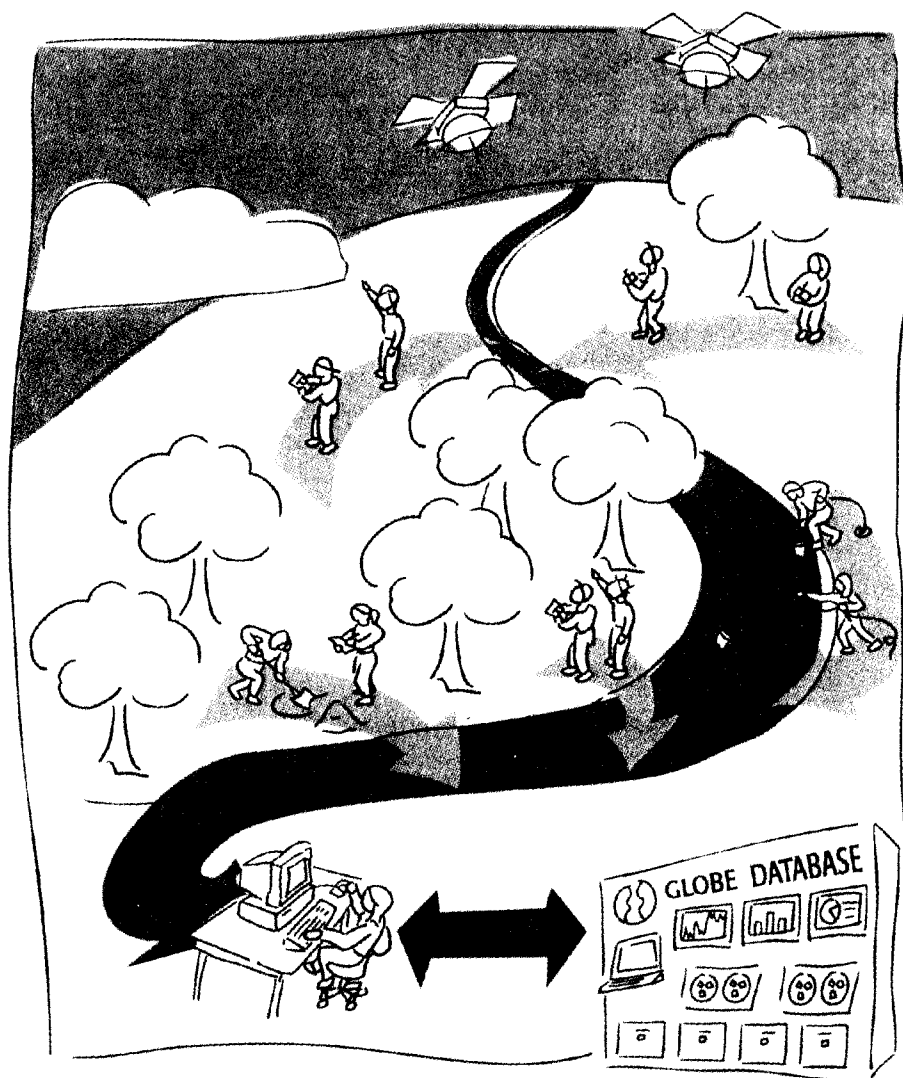


工具箱

工具箱



为 GLOBE 教师手册配备



目 录

GLOBE 测量及其仪器	工具箱 - 3
GLOBE 测量的科学仪器	工具箱 - 5
GLOBE 仪器说明	工具箱 - 8
百叶箱设计	工具箱 - 17
GLOBE 绘图工具的使用	工具箱 - 20
人工分类: Beverly, MA, 影像指南	工具箱 - 21
MultiSpec 影像制作程序介绍	工具箱 - 27
自动聚类指导	工具箱 - 62

GLOBE 测量及其仪器

GLOBE 环境测量主要应用于四个研究领域:大气/气候,水文,土地覆盖/生物和土壤。下文归纳出仪器当前的规格。GLOBE 测量与仪器在技术水平上有所不同。

测量内容	仪器	技术水平
大气/气候		
云量/类型	云图	全部
液态降水	雨量器	全部
固态降水	雪板,雨量器,雪深杆	全部
降水 pH 值	pH 试纸	初级
	pH 笔,一袋 pH 缓冲剂	居中
	pH 计,三袋 pH 缓冲剂	先进
气温:最高/最低及当前值	最高/最低温度计,校准温度计,百叶箱	全部
水 文		
深水区透明度	透明度板,5 米绳	全部
表面水透明度	混浊管	全部
水温	有机液体温度计	全部
溶解氧	溶解氧工具箱	居中,先进
水 pH 值	pH 试纸	初级
	pH 笔,一袋 pH 缓冲剂	居中
	pH 计,三袋 pH 缓冲剂	先进
淡水区导电率	易溶固体(导电率)试验装置,标定溶液	全部
弱咸水区及咸水区的含盐量	比重计,500 毫升透明塑料刻度量筒,有机液体温度计	全部
盐度滴定法—弱咸水及咸水区	盐度工具箱任选	居中或先进的
碱度	水碱工具箱	居中,先进
硝酸盐	硝酸盐工具箱	居中,先进
土壤		
土壤特性—坡度,水平高度,结构,颜色,组分,质地,碳酸盐	量角器,相机,米尺,比色表,样品罐,其它容器,铲子或钻机	全部
土壤特性—实验室容积密度,粒度,土壤 pH 值,肥力	干燥炉,100 毫升刻度量筒,500 毫升透明塑料刻度量筒,比重计,温度计,稀释溶液,pH 试纸、笔或 pH 计,pH 缓冲剂,土壤 N、P、K 工具箱	全部

测量内容	仪器	技术水平
土壤湿度	天平,米尺,干燥炉(土壤),样品罐, 其它土壤容器,钻机(深层采样), 50 米卷尺(测横断面)	全部
石膏块土壤湿度	土壤湿度计,石膏块,PVC 管	任选,先进
渗透性	双环渗透计	全部
土壤温度	土壤温度计	全部
土地覆盖/生物		
土地覆盖图	遥感影像,MultiSpec 软件	全部
物种鉴别	植物分类表	全部
生物统计	量角器和光密度计(可学生自制),	全部
树周长		
树高	50 米卷尺	
树冠覆盖		
土地覆盖		
生物统计	干燥炉(植物)	全部
草的生物量		
位置		
研究区域的经纬度	全球定位系统接收器	全部

GLOBE 测量的科学仪器

我们要正确地利用众多的仪器、物资和装置进行 GLOBE 测量。大多数的仪器可以从供应商中购买，另外一些可学生自制或在校内个体单位定做。GLOBE 测量和仪器在技术水平方面有所不同。在下文中的工具箱一栏，B, I 和 A 表示该仪器从属于一个初级(B), 居中(I), 或先进(A)水平的工具箱。每个工具箱都包含有一套最小的仪器，它是许多学校制定适合其教育水平的 GLOBE 协议所必须购买的。O 表示该仪器不包括在任一工具箱中，可任选购。因为在同一区内的学校可合理地共用一台仪器，或该仪器只用于 GLOBE 协议中的特殊项目。M 表示该仪器可在校内自制或当地解决。

仪器	工具箱 (B, I, A, O, M)	测量	技术水平
云图	O ¹	云量/类型	全部
最高/最低温度计	B, I, A	气温——最高/最低温度和即时温度	全部
校准温度计(有机液体温度计)	B, I, A	气温, 水温, 含盐量, 土壤粒度	全部
百叶箱	B, I, A, M	气温	全部
雨量筒	B, I, A	降水, 液态, 固态	全部
雪板	M	降水, 固态	全部
雪深杆	O, M	降水, 固态	全部
pH 试纸	B	降水 pH 值, 水 pH 值, 土壤 pH 值	初级
pH 笔	I	降水 pH 值, 水 pH 值, 土壤 pH 值	居中
pH 7 缓冲剂	I, A, M	降水 pH 值, 水 pH 值, 土壤 pH 值居中,	先进
pH 计	A	降水 pH 值, 水 pH 值, 土壤 pH 值	先进
pH4 和 pH10 缓冲剂	A, M	降水 pH 值, 水 pH 值, 土壤 pH 值	先进
溶解氧工具箱	I, A	溶解氧	居中, 先进
水碱工具箱	I, A	碱度	居中, 先进
安全装置——塑料手套和保护眼睛的护镜	I, A	水文: 溶解氧, 碱度, 盐度, 标定硝酸盐	居中, 先进
易溶固体(导电率)试验装置	B, I, A ²	导电率——淡水区	全部
标定溶液	B, I, A, M ²	导电率——淡水区	全部
比重计	B, I, A	土壤: 粒度, 盐度——弱咸水/咸水	全部

仪器	工具箱 (B, I, A, O, M)	测量	技术水平
500 毫升透明塑料 刻度量筒	B, I, A	土壤: 粒度, 盐度——弱咸水/咸水	全部
盐度工具箱	O	盐度——滴定法	任选, 居中, 先进
水中硝酸盐工具箱	I, A	水文: 硝酸盐	居中, 先进
Secchi 盘, 绳子	O, M	透明度——深水区	全部
混浊度管	M	浅水区透明度	全部
遥感影像数据	见脚注 ³	土地覆盖图	全部
MultiSpec 软件	见脚注 ⁴	土地覆盖图	全部
植物分类表	O ⁵	物种辨别	全部
50 米卷尺	B, I, A	场所布局, 树周长, 树高	全部
量角器	O, M	树高, 坡度	全部
光密度计	M	树冠覆盖	全部
植物剪枝干燥炉	O	草的生物量	全部
荷兰式钻机 ⁶	O	土壤: 纵剖面, 容积密度, 土壤 湿度	全部
沙钻 ⁶	O	土壤: 纵剖面, 容积密度, 土壤 湿度	全部
泥炭钻机 ⁶	O	土壤: 纵剖面, 容积密度, 土壤 湿度	全部
挖斗钻机 ⁶	O	土壤: 纵剖面, 容积密度, 土壤 湿度	全部
铁铲	O	土壤: 纵剖面, 容积密度, 土壤 湿度	全部
相机	O	土壤纵剖面, 地面: 场所布局	全部
米尺	O	土壤: 深度, 土壤湿度	全部
比色表	B, I, A	土壤颜色	全部
蒸馏白醋	O	土壤: 游离碳酸盐	全部
酸喷射器	B, I, A	土壤: 游离碳酸盐	全部
#10 筛子 (2 毫米网孔)	B, I, A	土壤: 容积密度, 粒度	全部
土壤干燥炉	O	土壤: 湿度, 容积密度	全部
天平	O	重量分析法测量土壤湿度, 土壤 容积密度	全部
土壤罐 - 15	O, M	重量分析法测量土壤湿度, 土壤容积密度—— 深度法或表面法	全部
其它土壤容器	O	重量分析法测量土壤湿度, 土 壤容积密度	全部
稀释溶液	B, I, A, M	土壤: 粒度	全部
100 毫升刻度量筒	B, I, A	土壤 pH 值, 容积密度	全部

仪器	工具箱(B, I, A, O, M)	测量	技术水平
土壤 N、P、K 工具箱	I, A	土壤肥力	居中, 先进
花园泥铲	O	重量分析法测量土壤湿度	全部
PVC 管	O, M	石膏块土壤湿度	全部
石膏块(4 块)	O	石膏块土壤湿度	任选先进
土壤湿度计	O	石膏块土壤湿度	任选先进
双环渗透计	O, M	土壤: 渗透性	全部
土壤温度计	B, I, A	土壤: 温度	全部
全球定位系统接收器	O ⁷	经纬度和海拔	全部

1. 在培训中将为每位 GLOBE 教师提供一册云图。
2. 在淡水区的工具箱中。
3. 遥感影像数据由 GLOBE 或地区协调员提供。
4. 可从 Purdue 大学 <http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/Index.html> 获得。
5. 选择适用于当地的植物分类表; 在培训期间将发给每位教师一册简易植物分类表。
6. 选择适于当地土壤的钻机。
7. 可从 GLOBE/UNAVCO 索取。

GLOBE 仪器说明

大气/气候

云量/云型——全部技术水平

仪器说明:云图

在十种基本云层类型中,GLOBE 云图可显示每种类型中的至少一个可见样图。这些基本类型包括:卷云,卷层云,卷积云,高层云,高积云,积云,雨层云,层云,积雨云,层积云。天空覆盖度可用肉眼估计。GLOBE 计划将为每位参加培训的美国教师及 GLOBE 计划的地区协调员提供一份云图。

液态降水——全部技术水平

仪器说明:雨量筒

降水测量需要使用一个透明塑料量筒,附有直径至少为 102 毫米的收集器。雨量筒至少高 280 毫米,内部有精确度达 0.2 毫米以上的透明量筒。雨量筒的容量要求达到可测量 280 毫米降雨而不溢出。雨量筒的外部形状也必须为圆柱形,其内部量筒溢出的水流应该直接流到雨量筒的外部。外部的量筒必须能在倒转的状态下接收雪样以测量溶雪的水量。须使用特定的材料把雨量筒设置在柱子上。在 GLOBE 计划的教师手册上有关于如何设点的指导。

固态降水——全部技术水平

仪器说明:雪板

日降雪深度可用约 40 厘米 × 40 厘米,厚度不小于 1 厘米的夹板测量。

仪器说明:雨量筒

在液态降水中已加以说明的雨量筒在本测量中将要用到。

仪器说明:雪深杆

雪深不超过 1 米时,常使用米尺。若雪深超过一米,应使用雪深杆。可以用两根米尺首尾相接做成 2 米的雪深杆。

降水 pH 值——全部技术水平

与水文详述的仪器相同:在本测量中将要用到水的 pH 值。

气温——全部技术水平

仪器说明:最高/最低温度计

气温测量需用最高/最低温度计。最高/最低温度计应以摄氏度为单位,最大和最小值标尺的刻度以 1.0℃ 为增值,并能从刻度尺估计 0.5℃。温度计设置在坚固的百叶箱内,并用必要的材料加以固定。厂家标定的温度计的刻度须精确到 +1.0℃。两种温度计的标尺都必须是可调整的。每一个标尺都必须清楚地标明摄氏值,并有指示升降温的“+”“-”符号。另外,每个标尺须有明确的标志以区别哪一个最高温度计和哪一个最低温度计。在 GLOBE 计划教师手册中有如何设点和安装最高/最低温度计的指导。

仪器说明:校准温度计

最高/最低温度计需要使用一个瞬时温度计进行校对。这种瞬时温度计是有机液体温度计,其测量范围为 -5°C 到 50°C 。这种温度计须由厂家标定刻度并经过 N. I. S. T(源于美国的标准与技术国际研究所)标准测试,精确度达到 $+0.5^{\circ}\text{C}$,并有 0.5°C 的分刻度。温度计外层有一个金属套,它在球管底部的位置开有一些孔,以利于空气循环,金属套的顶部也开有一个小孔,以便于把温度计悬挂在仪器百叶箱内,这样就可以对最高/最低温度计进行校对。

仪器说明:百叶箱

百叶箱用于存放最高/最低温度计和校准温度计以确保科学地测量气温。以得到科学的可用的气温测量值。仪器百叶箱必须用隔热水平相当于或超过干燥的白松木(厚1.8厘米)的材料构造。它必须用户外专用油漆涂成白色。百叶箱必须有足够大的通风孔,以利于空气在温度计周围流通。其内部容积至少高45厘米,宽22.8厘米,深15.25厘米。百叶箱前面必须有一扇活页门,并在前面和侧面设有百叶窗。若侧面的上部没有设置百叶窗,则箱子底部和侧面的最上部开设一些小孔,以此加强散热。百叶箱的门必须上锁。百叶箱必须安放在墙上或柱子上。百叶箱顶部向前向下倾斜。百叶箱的各组成部分之间必须用螺丝钉、钢钉或胶水牢牢地固定。接缝处要用抗风雨腐蚀的填充物填封。

水 文

水温——全部技术水平

仪器说明:有机液体温度计

在气温中描述过的校准温度计将会在此项测量中用到。

透明度——全部技术水平

仪器说明:透明度板(专用于深水区)

5米长绳和直径20厘米的盘。该盘需用油漆或其它合适的涂料染成黑白相间的四个匀称的扇面。这种盘必须是特制的,在反复浸入水中,包括海水中时不会变形和受到侵蚀。它必须有一定的重量以确保在用绳子将其放入水中时能保持水平状态。

仪器说明:浑浊度管(用于表面水)

一个透明的塑料管,大约长1.2米和直径4.5厘米,在管的尾端有一个松紧合适的盖子。这个尾端的盖子上必须有涂成黑白相间的四分圆的图案,从管口往下能清晰见到该图案。

水 pH 值——全部技术水平

注:该测量所需的仪器视不同的技术水平而定。请您为学生选择合适的仪器。

初级:

仪器说明:pH 试纸

在这种技术水平下,测量不流动水的 pH 值可以购买条状或卷状的 pH 试纸。该 pH 试纸的测量精确度必须达到 $+1.0$ 单位的 pH 值,测量范围从 pH1 到 pH14。

中级:

仪器说明:pH 笔

在中等技术水平下,测量不流动水的 pH 值可用 pH 笔。GLOBE 仪器的精确度必须达到 +0.2 单位的 pH 值,测量范围从 pH1 到 pH14。操作过程中的温度范围必须在 0℃ 到 50℃ 之间。

pH 笔可用已知 pH 值的缓冲溶液进行校准。

先进:

仪器说明:pH 计

在先进的技术水平下,测量不流动水的 pH 值可用 pH 计。pH 计的精确度要求达到 +0.1 单位 pH 值,测量范围从 pH1 到 pH14,操作温度范围在 0℃ 到 50℃ 之间。该设备能够在不同温度的溶液中自动恢复读数。pH 计可用已知 pH 值的缓冲溶液自动校准。

居中,先进:

仪器说明:缓冲溶液

pH 缓冲溶液用于校准 pH 笔和 pH 计。缓冲溶液标准有 pH4.0, pH7.0, pH10.0; pH7.0 的缓冲溶液只使用于技术水平居中的 pH 笔。

溶解氧——居中,先进的技术水平

仪器说明:溶解氧工具箱

可以购买一个溶解氧测试工具箱。教师和产品制造商欲使用或配备另一版本的工具箱时,需保证它同时也符合以下要求:

- 测量溶解氧的精确度达到 + / - 1 毫克/升以上
- 具有完成 Winkler 滴定(荧光滴定)测量法所需的全部化学药品和实验仪器。这种方法在检验水和废水的标准方法 (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition, 1995, a publication of the American Public Health Association, Washington, DC) 中有详细介绍。
- 有使用该工具箱进行以 Winkler 滴定方法为基础的测量方法的详细说明书。

碱度——居中,先进技术水平

仪器说明:水碱工具箱

可购买一个水碱工具箱。教师和产品制造商欲使用或配备另一版本的工具箱时,需保证它同时也符合以下要求:

- 测量总碱度时,要求精确度达到相当于 6.8 毫克/升的 CaCO_3 (低范围, 低于 136 毫克/升), 和 17 毫克/升的 CaCO_3 (高范围, 高于 136 毫克/升)。
- 具有完成碱性滴定所需的全部化学药品和实验仪器, 其中包括: 1) 溴代甲芬绿甲基红色指示剂, 添加样品的专用勺, 2) 滴定用的硫酸, 以及稀释硫酸到所需精确浓度的方法, 3) 测量容器和滴定瓶。这种方法在 19th, 1995, A Publication of the American Public Health Association, Washington, D. C. 中有详细说明。
- 有使用该工具箱进行酸滴定溴代甲芬绿甲基红色指示剂的测量的详细说明书。

- 塑料手套和保护眼睛的安全护镜。

仪器说明:安全装置

在此项测量中必须使用塑料手套和佩带保护眼睛的安全护镜。

电导率(针对淡水区)——全部技术水平

仪器说明:电极型易溶固体测量器(电导计)

该设备是利用两个距离固定的金属电极测量液态溶液的导电率。这种设备设计成手持式,并使用电池能量,没有附加的电力绳。在相应的不同温度的溶液中,这种设备能自动指示导电率值。测量范围应至少为 0~1990 微西门子/厘米,分辨率为 10 微西门子/厘米,精确度达到 $\pm 2\%$ 全标尺,操作温度区间为 0~50℃。该设备可在标准溶液中校准。

仪器说明:校准标准

KCl 溶液和水或者是 NaCl 和水,它们的电导率约为 450 微西门子 (225.6 毫克/升 KCl 或 215.5 毫克/升 NaCl)。

盐度(对弱咸水和咸水区)——全部技术水平

仪器说明:比重计法

该仪器在土壤粒度中已有描述,也用于此项测量中。需要一个 500 毫升透明塑料量筒和一个有机液体温度计与比重计配合使用。并将用到测量土壤粒度所需的 500 毫升量筒。还需有气温测量用的校准温度计。

仪器说明:盐度滴定法——任选,居中,先进技术水平

可购买一个盐度工具箱。教师或产品制造商欲使用或配备另一种版本的工具箱时,需考虑是否符合以下条件:

- 范围:0~20ppt*
- 最小增值:0.4ppt
- 方法/化学物品:氯化物滴定
- 测试的大约次数:50
- 有使用这种工具箱进行氯化物滴定法测量的详细说明书。

硝酸盐——居中,先进技术水平

仪器说明:硝酸盐工具箱

可购买一个硝酸盐工具箱。教师或产品制造商欲使用或配备另一种版本的工具箱时,需确实考虑是否符合以下条件:

- 范围:0~10 ppm $\text{NO}_3 - \text{N}$
- 最小增幅:对于浓度为 0~1ppm 的 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 要求最小增幅为 0.05ppm $\text{NO}_3 - \text{N}$; 浓度为 1~10ppm 的 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 要求最小增幅为 0.5ppm $\text{NO}_3 - \text{N}$ 。
- 方法/化学:镉还原
- 测试的大约次数:50
- 有使用该种工具箱进行此项镉还原法测试的详细说明书。

* 在对高盐度水进行滴定过程中,可以补充滴定标准溶液。

土壤特性

土壤斜率——全部技术水平

仪器说明:量角器

在土地覆盖中有对量角器的详细说明:在此项测量中将要用到三种高度。

土壤纵剖面图——全部技术水平

仪器说明:相机

可用当地的彩卷照相机。

仪器说明:米尺

持久耐用的带厘米和毫米刻度的尺子

土壤结构——全部技术水平

仪器说明:无

颜色——全部技术水平

仪器说明:比色表

可以购买为 GLOBE 计划专门设计的土壤比色表。该表至少有 200 种颜色,并且是使用 Munsell 系统的颜色表示法。这种活页表能够抵抗风雨腐蚀,表内有大幅裱好的易于阅读的颜色样品图。颜色范围包括所有在国际土壤颜色中能找到的全套色度,并为学生提供鉴定酸颜色的一套精选标准和浓度。想要配备另外一种版本的产品制造商可以与 GLOBE 计划组联系取得全套颜色系列。

土壤组成——全部技术水平

仪器说明:无

土壤质地——全部技术水平

仪器说明:无

游离碳酸盐——全部技术水平

仪器说明:醋

蒸馏白醋。可使用家中常用的醋。

仪器说明:酸喷瓶

需要容积至少为 200 毫升,能安全盛放酸的瓶子。

测容积密度的样品预备,粒度,pH 土壤值,肥力——全部技术水平

仪器说明:筛子

框架上的网孔为 2 毫米的 10 号筛子。

土壤密度——全部技术水平

仪器说明:刻度量筒—100 毫升

容积为 100 毫升的玻璃刻度量筒,分刻度为 1 毫升或更精确,标记刻度值至少为 10 毫升到 100 毫升。

仪器说明:天平和钻机

在重量法测量土壤湿度中用到的天平和钻机也同样应用于容积密度测量。

仪器说明:土壤样品罐和其它土壤容器

在重量法测量土壤湿度中有样品罐和容器的详细说明。

土壤粒度——全部技术水平

仪器说明:比重计

比重计适用于以下需要:

- 测定水和样品比温(如:15.6℃/15.6℃)
- 范围:(地表引力/无单位):1.0000~1.0700
- 最小增幅(无单位):0.0005

仪器说明:温度计

在气温中描述过的刻度温度计也使用于此项测量。

仪器说明:500 毫升透明塑料刻度量筒

一个容量为 500 毫升的塑料刻度量筒,并在 500 毫升处刻有标记。量筒必须是用透明的防冻塑料制成,不可以用玻璃制品。

仪器说明:稀释溶液

六磷酸钠(Sodium hexametaphosphate)粉剂或者是浓度为 10% 的六磷酸钠或不产生泡沫的洗涤剂溶液。

土壤 pH 值——全部技术水平

仪器说明:pH 测量装置

在水文中已经描述过该仪器,在此项测量中将要用到水的 pH 值。

仪器说明:刻度量筒——100 毫升

在容积密度中已经描述过该仪器,在此项测量中将要用到。

土壤肥力——居中,先进技术水平

仪器说明:土壤 N、P、K(巨型营养物)工具箱

该测试工具箱必须:

- 有从提取土壤营养物所需的单位剂量的药剂和容器,要求对 50 个样品中的每一个都做以下测试:土壤含氮量,土壤含磷量,土壤含钾量。
- 基于萃取方式上的使用方式,对氮用锌还原法/铬酸法,对磷用维生素还原法,对钾用钠硼(sodium tetraphenylboron)(浑浊度分析法)方法。
- 有该工具箱的清楚的使用说明书,包括图片。
- 有防水的比色表,用于分析色度测试的结果;有用于浑浊度测试的浑浊度表。

土壤湿度和温度

重量分析法测量土壤湿度——全部技术水平

仪器说明:天平

天平的测量范围达到 300 克,精度为 ± 0.1 克。可以是机械式的天平或电子天平。一般采用当地可方便得到的天平,如当地中学的科学实验室内天平。

仪器说明:干燥炉(土壤)

对干燥炉要求其在温度为 $95^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ 时至少能工作 10 小时,在 $75^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ 温度下能工作 24 小时。干燥炉需有排气口,其内部容积至少为 25 厘米 $\times$ 30 厘米 $\times$ 25 厘米。通常使用当地可方便得到的干燥炉,如当地中学的科学实验室。

仪器说明:微波干燥炉

任何适用于学校使用的微波干燥炉均可。

仪器说明:土壤样品罐

15 个圆柱型的样品罐。一种高 5 厘米,直径为 7 厘米的金属容器,并附有可移动的圆盖;也可以使用同样体积的圆柱型、干净的食品罐。样品罐底部要开一个小孔。

仪器说明:其它土壤容器

15 个足够大的容器,以确保从钻机输送土壤样品入罐时不会遗漏任何样品。可以是玻璃罐子,带盖的塑料食品容器,或其它能在所选用的干燥炉中使用的盛土容器。

仪器说明:用于组合土壤的荷兰式钻机(Dutch Auger)

用于组合土壤的 Dutch 钻机(或 Edelman 钻机),钻头的最小尺寸是 7 厘米宽和 18 厘米长。整体长度(包括钻头和钻身)至少要达到 120 厘米,以适于挖掘深达 1 米的洞。钻机整体焊接牢固。

仪器说明:用于沙质土壤的荷兰式钻机

专为沙质土壤设计的钻机,钻头最小尺寸为 7 厘米宽,18 厘米长。整体长度(包括钻头和钻身)至少要达到 120 厘米,以适于挖掘深达 1 米的洞。钻机整体焊接牢固。

仪器说明:挖斗钻机

挖斗(或河岸)钻机是专为坚硬且易碎的土壤设计的,钻头的最小尺寸为 7 厘米宽,18 厘米长。整体长度(包括钻头和钻身)至少要达到 120 厘米,以适于挖掘深达 1 米的洞。钻机整体焊接牢固。

仪器说明:泥炭钻机

该钻机专为泥炭土壤设计,钻头的最小尺寸为 7 厘米宽,18 厘米长。整体长度(包括钻头和钻身)至少要达到 120 厘米,以适于挖掘深达 1 米的洞。钻机整体焊接牢固。

石膏块土壤湿度——任选,先进技术水平

仪器说明:石膏块

铸成石膏块:大约为 25 毫米高 $\times$ 20 毫米直径;在其中心的不锈钢孔中植入电极;1.5~2.0 米绝缘的铅电线焊接在电极上。

仪器说明:土壤湿度计

手动的 AC 导电率计是与石膏块(上文已经提到)配合使用的;按下校准/补充按钮和数字读数按钮。导电率的数值通常在 0 到 100 之间。这个装置在平时必须要有可接触和移离电导线的两个终端。该装置使用电池能量,并能在偏僻地区手工操作和使用。

仪器说明:PVC 管

PVC 管用于帮助在地面设置石膏块传感器。它有 90 厘米长,直径约 2 厘米。此外需要特殊的 PVC 管记录传感器的位置。这些管要求长 23 厘米,直径约 5 厘米。需要有四根这样的 PVC 管。

渗透性——全部技术水平

仪器说明:双环渗透计

两个同心的金属量筒。内层的量筒直径为 10 厘米~25 厘米。外层量筒的直径至少比内层的直径大 10 厘米。两个量筒的高度都要达到 10 到 15 厘米,两端开口。可以寻找适用于该装置的铁罐代替。

土壤温度——全部技术水平

仪器说明:土壤温度计

一个 11 厘米到 20 厘米长的不锈钢探针,耐磨损的温度盘或数字温度计;测量范围至少为 -10 到 50 摄氏度(需要摄氏度标尺),精确度为 1% 的满标度或者更精确(在 200 摄氏度以内)。传感器应设在底部第三个探针内。传感器在恒温中 60 秒之内要给出稳定的读数。测试中若要用到电池,也需提前准备好。传感器应该用校准工序进行调整,使其可精确和清楚地显示结果。刻盘温度计必须密封防潮,并用防碎玻璃或塑料作外壳。刻盘和数字温度计的标尺刻度分别为 1.0 摄氏度和 0.1 摄氏度。不可使用玻璃杆温度计。

土地覆盖/生物学

土地覆盖——全部技术水平

仪器说明:地面专题地图(TM)影像,MultiSpec 软件

GLOBE 计划将提供一幅 TM 影像图给所有的美国学校。MultiSpec 软件可从国际互联网(Internet)下载。

物种鉴别——全部技术水平

仪器说明:植物分类图

中心供应处没有用于树种鉴别的植物分类图,该图需从当地获取。

生物区地面区划——全部技术水平

仪器说明:卷尺

50 米的卷尺,单面带刻度,最小刻度为 2 毫米或更精确。

树周长——全部技术水平

仪器说明:卷尺

该卷尺在生物区地面区划中有详细说明,并将在此项测量中用到。

树高——全部技术水平

仪器说明:卷尺

该卷尺在生物区地面区划中有详细说明,并将在此项测量中用到。

仪器说明:量角器

量角器可以是学生按照 GLOBE 教师手册中的设计图自制,或者用内有可移动刻盘的金属箱和观望镜组合而成。使用可移动刻盘式的量角器时,标尺必须是从 $0 \sim 90^\circ$,其单位刻度为 1° 。

树冠覆盖——全部技术水平

仪器说明:光密度计

学生可以按照 GLOBE 教师手册中的光密度计结构图制作。

土地覆盖——全部技术水平

仪器说明:无

草生物量——全部技术水平

仪器说明:天平

天平的测量范围达到 300 克,精度为 ± 0.1 克。可以是机械式的天平或电子天平。一般采用当地可方便得到的天平,如当地中学的科学实验室内天平。

仪器说明:干燥炉(植物)

该炉能在 $50 \sim 70^\circ\text{C}$ 下连续两天干燥样品,有通风设施,使水汽能散发出去。干燥炉的内部容积至少为 25 厘米 $\times$ 30 厘米 $\times$ 25 厘米。一般使用当地便于获得的干燥炉,如利用当地中学的科学实验室内干燥炉。该炉是为干燥生物样品或食品而设计的,不能用作传统的厨具炉,否则会引起火灾。

GPS

GLOBE 研究区的纬度,经度和海拔——全部技术水平

仪器说明:全球定位系统(GPS)接收机

该仪器可完成:

- 表示纬度和经度值可精确到一度,一弧分,十分之一弧分或 0.01 弧分。
- 在屏幕上显示的时间可精确到单位 UT 小时,分钟和秒。
- 使用 WGS-84 地图数据
- 以米为单位显示海拔高度

美国的学校可以从 UNAVCO 借用一套 GPS 系统:

UNAVCO/UCAR

PO Box 3000, UN 393

Boulder, CO 80307-3000

Tel. (303)497-8000

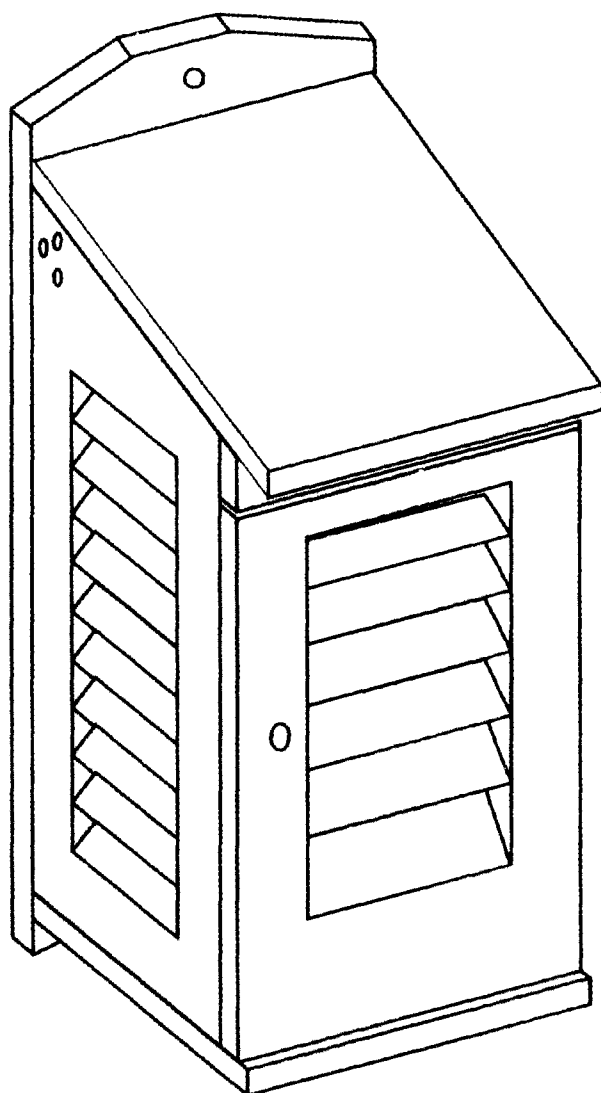
Fax. (303)497-7857

非美国学校可向 GLOBE 地区协调员索取有关 GPS 接收机的信息。

百叶箱设计

GLOBE 百叶箱需用厚 1.9 厘米的白松或相类似的木料做成，内外都漆成白色。需要加锁以避免仪器受到干扰。在箱内安装衬板以确保最高最低温度计不会接触后面的墙壁。箱子侧面开有合页门。这在图中没有画出来。箱子的各部分需用螺丝钉、钢钉钉紧或用胶水粘牢。本设计图是以公米制为单位，但原图的容积是用英国的单位制。

图 TK - 1



GLOBE 绘图工具的使用

1. 在 GLOBE 学生服务器上打开 GLOBE 的可视区。

2. 单击“新建”

3. 单击“实施新系统”

4. 单击“学生数据 GLOBE 图像——时间图”

5. 选择一种能引起你所在的学校或其它学校兴趣的方式。如果你使用方式 2: 经纬度搜索, 请键入所需要的经度或纬度值(或两者)。若你在某一栏里留空, 则系统只在所要求的同位格中寻找。北纬和东经用绝对值表示, 南纬和西经用负值表示。因此, 40°N 70°W 将以 40 和 -70 输入。打开“寻找区内学校”菜单, 选定搜索带宽度。1 度相当于 100 公里。太大的搜索带会产生一个大范围的 GLOBE 区, 可能会导致计算机死机。

6. 单击你所感兴趣的学校。可创建以下类型的图片:

- 一个参数对应一个学校
- 两个参数对应一个学校
- 一个参数对应两个学校

7. 单击“时间系列图”开始绘图过程。

8. 以下各栏可供学生选择图像的参数和时间区域。

要制作新图, 先选择图形参数。

最高温度	1995	04
	至	
最高温度	1997	05
产生时间系列图		

然后, 按下此按钮产生新图像。

单击各栏并从菜单上选值。单击“产生时间系列图”按钮产生新图形。该程序将自动设立适合数据范围的 y 轴。

来自不同学校的相同参数的不同图像, 其 y 轴的间距可能不一样。

注: 该工具在一段时期将要升级, 其图像显示和各项功能都将会提高。

人工分类: Beverly, MA, 影像指南

下文将举例说明如何制作 Beverly, MA 和 TM 影像的人工解译土地覆盖图。看图 TK-4。在你完成这次操作培训后,需指导学生完成现在所演示的每一步操作(包括原始的 512×512 像素的 TM 影像和教师所做的颜色扩大,都需分发给学生),使用本地的 TM 影像的除外。图 TK-4 显示的伪彩色红外影像是 Beverly, MA 影像的 101×101 像素(3 公里 $\times$ 3 公里)的扩大图。扩大的区域是海边的曼彻斯特(Manchester-by-the-Sea),即 MA,并将用于说明制作“人工”土地覆盖分类的过程。注意采用伪彩色的 IR 影像制作土地覆盖图时,水和植被类型的区别非常明显。

人工解译法的步骤:

1. 选择 Landsat 的 TM 影像作图(与图 TK-4 相同的 3 公里 $\times$ 3 公里的海边的曼彻斯特假彩色 IR 印刷图)。在伪彩色 IR 影像中,活着的绿色植物将会显示红色(落叶林和田野显鲜红色,常绿林显黑红色甚至黑色),水显黑色,而城区和裸露的土壤显蓝色。图 TK-4 的影像是用 512×512 像素(15 公里 $\times$ 15 公里)的 Beverly, MA 原始图放大制成的。要制作这种图像你可以使用扩大颜色复印,并可用 MultiSpec 软件打印多份 Landsat 图像文件。你可以把学生分成四组或更多组,把你所选地区 512×512 像素的扩大影像图的不同部分分配给各组开展工作。

2. 把一个 8.5×11 英寸的透明塑料胶片覆盖在彩色影像图的上面,并用胶带牢牢固定。当设置好覆盖胶片后,在胶片上标记影像图的边缘位置,这样,当图片被移位后可以矫正位置。在其它真彩色影像图或假彩色 IR 影像图上也要求覆盖透明胶片,以便充分利用每一类影像图的识别能力。

3. 分类的过程包括仔细画出在影像图中观察到的不同土地覆盖类型,可用彩色蜡笔或软头签字笔。用不同的颜色代表不同的土地覆盖类型,并对 MUC 标准 4 土地覆盖分类中的每一类型设计合适的数字标号。(MUC 是修正的 UNESCO 分类系统。可以在土地覆盖/生物调查中找到有关介绍。)

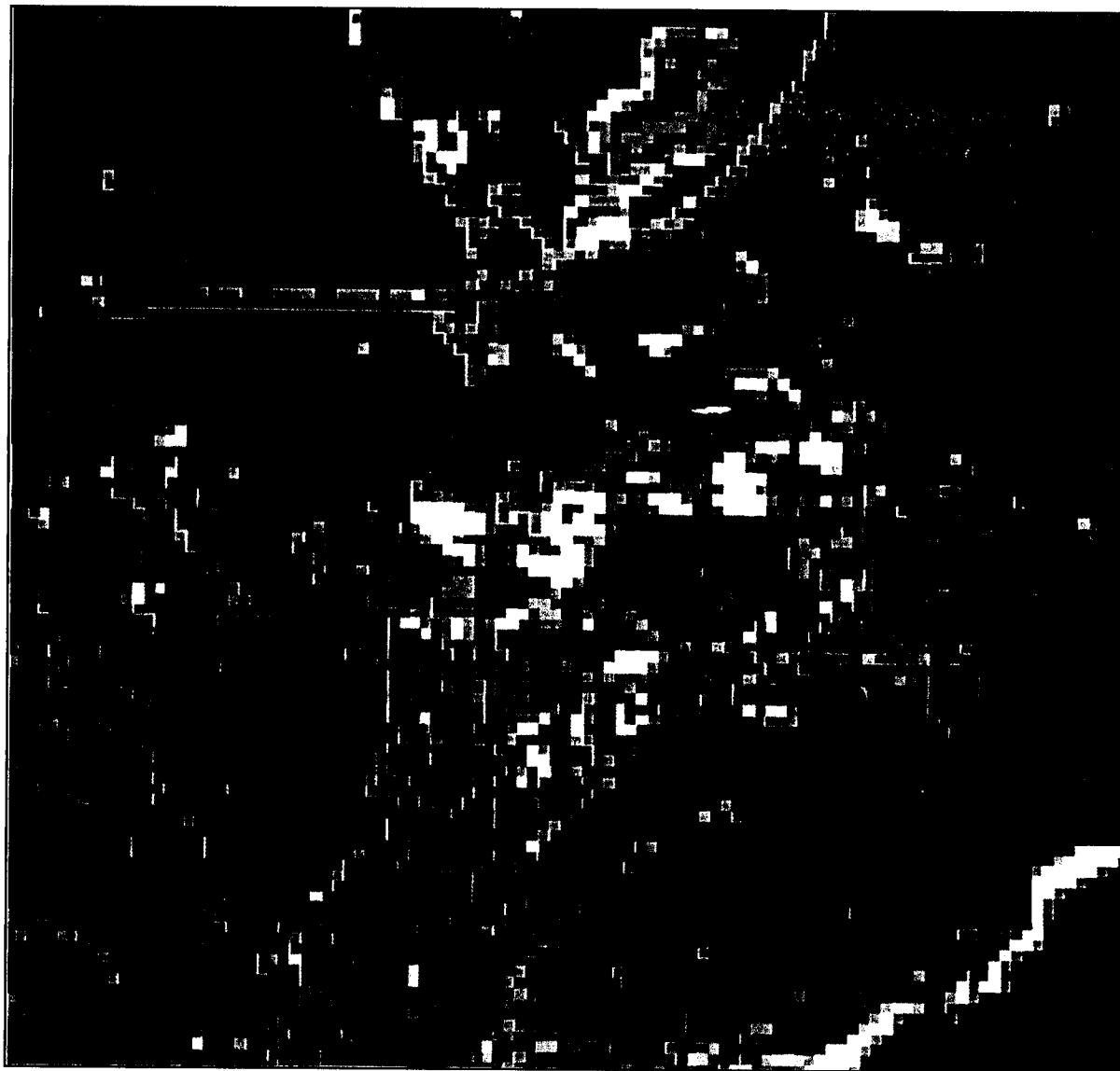
· 首先利用 MUC 标准 2 画出在上述第一步操作中所显示的水体,其中第 72 节适用于海洋,第 63 节适用于潮汐河流,第 64 节适用于湖泊。(注意在某些类型中,MUC 系统没有开发标准 3 和标准 4 的分类。)

· 画出城市/交通干道特征区,这在第二步操作中显示。MUC 类型 93 节(运输)适用于此处。

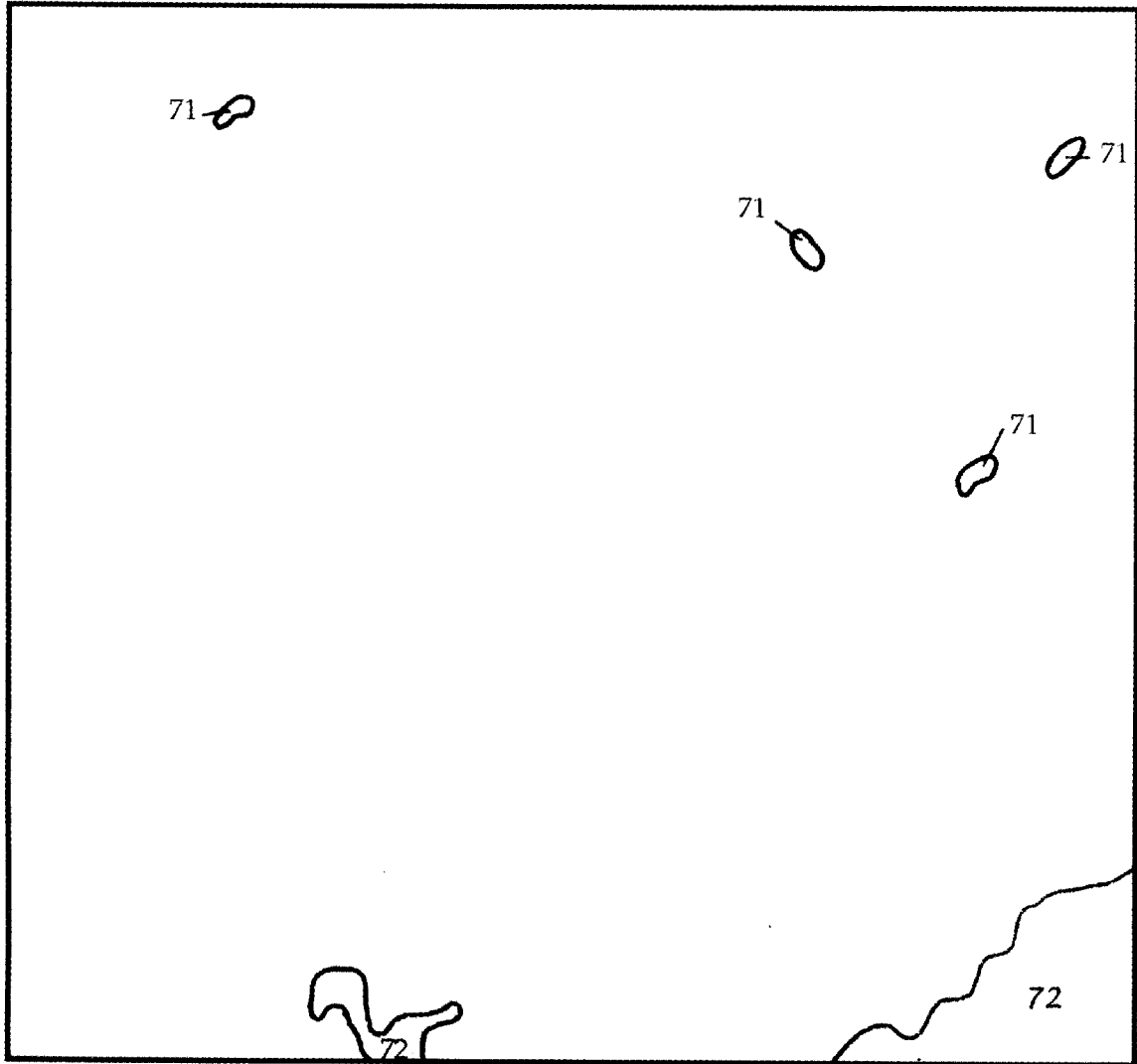
· 画出城市特征区,这在第三步操作中显示。这些特征区域包括商业和工业(#92);居住区(#91);高尔夫球场,有标号的“其它”类型(#94)。

· 最后,画出多种森林植物类型,如 0192 表示东方的曼彻斯特常绿林类型,0222 表示落叶针叶混交林,0231 表示以落叶林(每年落叶的)为主。这在第四步操作中显示。最后的成品(第四步)呈现一幅 Manchester-By-The-Sea, 即 MA, 和区域的土地覆盖图。在这个例子中,你和学生都不可能到野外复查任何可疑的覆盖类型(如在第三步中标记问号(?)的碎石谷)。若学生不相信你所做的影像图的分类型或分级,可以全班一起讨论该地区的类型,居住在其附近的学生可提供一些往返学校时观察到的地面类型评估。完成这项活动可能需要几个课时。要求学生在绘制和标记不同类型图时,尽可能认真和细致地观察他们的影像图。祝你好运!!!

图TK-4: Beverly 资源卫星影像图



第一步



第一步:画出水域

72 = 海洋

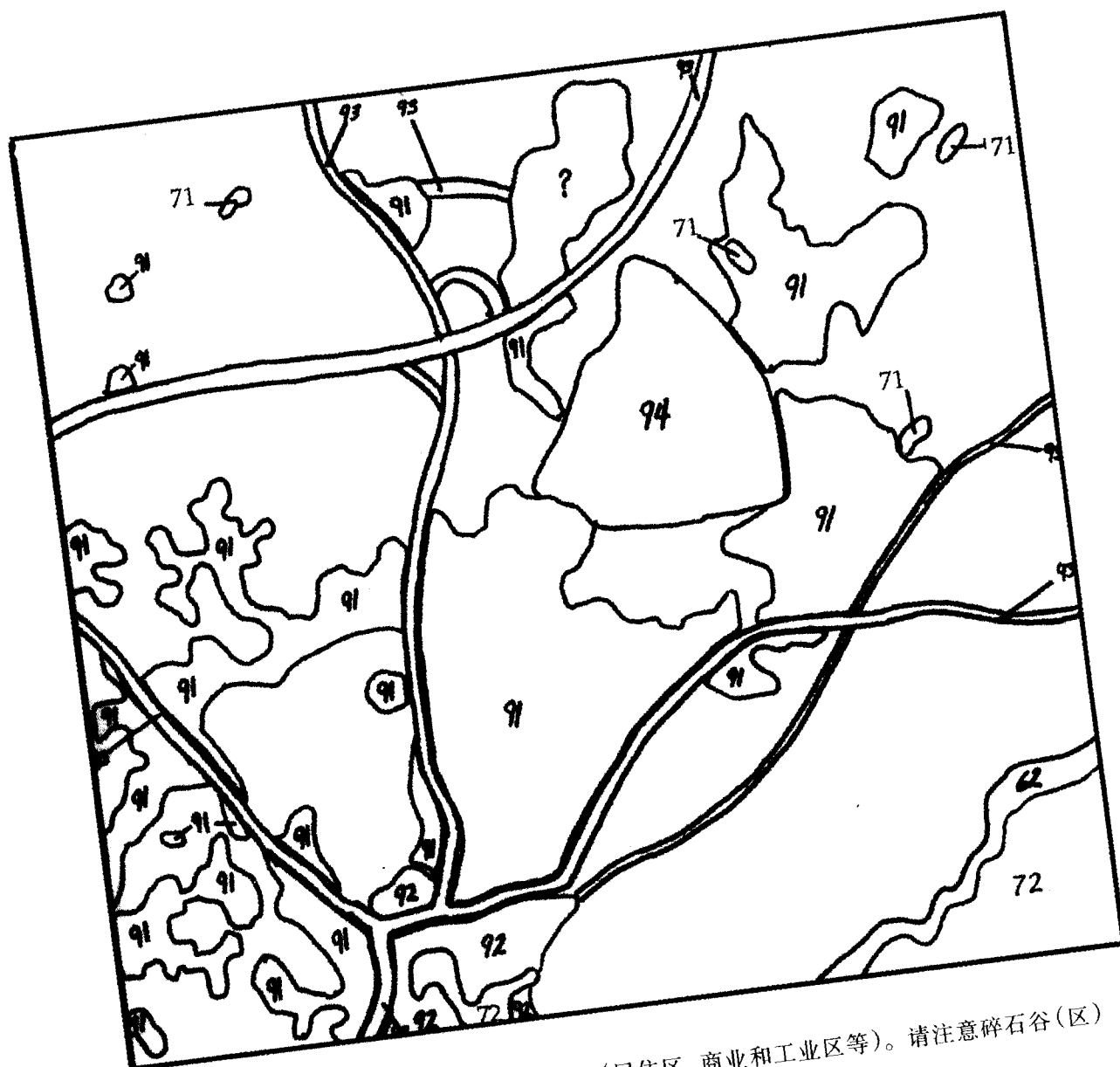
71 = 淡水

第二步



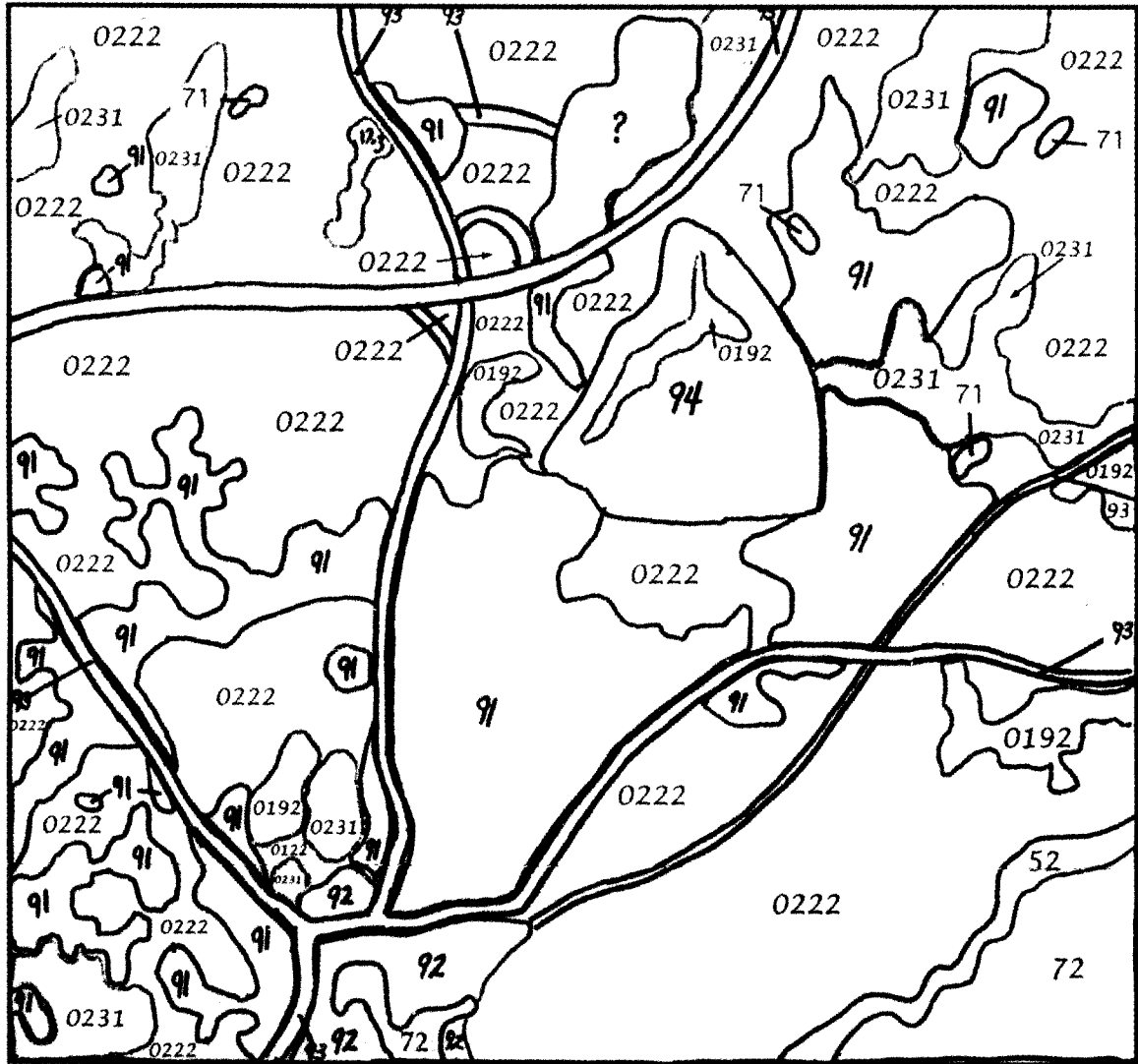
第二步:画出交通干道特征区(公路,铁路等)

第三步



第三步：画出城市特征区（居住区，商业和工业区等）。请注意碎石谷（区）看起来像是商业区，但需要进行地面调查。

第四步



第四步：最后画出植物区。

0192 = 常绿树

0222 = 混交落叶林/间有常绿树但以每年均落叶的针叶树为主的混交林

0231 = 落叶林(每年均落叶)为主,没有常绿树的每年均落叶的混交林

MultiSpec 影像制作程序介绍



在 NASA 的赞助下, David Landgrebe 与 Purdue 研究基金合作开发了 MultiSpec 程序软件。它是以教学为目的对卫星图像进行分析的软件。尽管最初目的是为了在大学内使用, MultiSpec 实际上已成为从小学到高中使用效果极佳的教学软件。MultiSpec 现已通过 Purdue 研究基金注册, 为大学使用。这个软件是为你课堂上使用的。

EOSAT 是 NASA 注册的公司, 它处理和传输着 32930 平方公里地区的资源卫星图像。由于直接根据卫星传送的遥感数据处理十分复杂, 目前遥感的费用为 4400 美元。以遥感的传送形式, 需要复杂的计算机设备将它们处理成便于科学家研究的信息形式。你收到的图像是 9.3×9.3 英里的 5 个波段的一套图片, 已被学校或研究机构购买用于教学。它们的大小受 3.5 英寸高密磁盘容量的限制。你收到的每一幅图像都符合这样的大小。你可从本州的信息处理机构索要免费的本地图像。你可以同州大学联络, 找到从事卫星图像研究的工作人员, 向他们提出索要 ASCII 格式的遥感的成套图片。他们可能会从工作站上下载数据到 MS-DOS 格式, 这样你就可以复制到 IBM 兼容机(即 PC 机)上, 如果有一台 Macintosh, 而且它带有通用驱动器可以阅读 MS-DOS 格式的磁盘, 你也可以复制到那上面。

使用 MultiSpec 所需的计算机配置

在 Macintosh 上使用 MultiSpec 程序, 你需要一个硬盘驱动器, 2000K 的 RAM 随机存取存储器和一个彩色显示器。这个配置将能够容纳 8 比特的彩色显示水平。如要使用 24 比特, 你需要至少 4000K 的 RAM。在图像显示中, 24 比特的分辨率更高。如果你的 Macintosh 有虚拟存储器功能, 而且你习惯使用它, 你可以打开, 但它不是必须的配置。

或者,

在 PC 机上使用这个程序你需要 386, 486 或 Pentium 处理器, 一个装有 MS-Windows 3.0 或更新版本的硬盘驱动器和一个彩色显示器。要达到最好的显示效果, 可选择 SVGA 显示器。

索要 MultiSpec 软件

可以从 Internet 上下载程序软件 and 文件, 地址为:

<http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>

或通过 E-mail 订购:

landgreb@ecn.purdue.edu

这个程序有四个版本: 用于带数据处理器器的 Power Macintosh/Macintosh, 用于不带数据处理器器的 Macintosh, 用于带数据处理器器的个人计算机(PC)和用于不带数据处理器器的 PC。如果你不知道你的 Macintosh 是否装有数据处理器, 则应索要两种版本。对于 PC 用户来说, 应该很容易知道机器上是否装有数据处理器。

安装、使用 MultiSpec 指南分 PC 和 Macintosh 两部分。以下是对 Macintosh 的指南, 对 PC 机的指南在工具箱 - 63 页。

将 MultiSpec 装入你的 Macintosh 计算机

注意:如果你对 Macintosh 是个新手,最好能花几分钟适应一下 Macintosh。最简单的办法是读一读随机的教学程序“学会使用你的 Macintosh”。

如果你比较有经验,大致读一下关于装机和内存选择的部分,以便选择适当的文件装进你的硬盘,然后继续阅读第 9 页。

- 打开计算机。
- 如果硬盘没有打开的话,双击 hard drive 图标打开。
- 拉下 File 菜单,选择 New Folder。屏幕上出现一个新的没有标题的文件夹。当 untitled folder 标亮后,输入 MultiSpec Folder。击 return 键。

如果你的计算机没有数据处理器或你不知道它是否存在:

• 插入标有 MultiSpecxx. xx. xxnc Disk 的磁盘 (xx. xx. xx 是通用的 MultiSpec 软件的特别版本,任何对于特别版本的说明,如 MultiSpecxx2. 15. 93, 都是仅供这部教材使用的范例版本,而不针对通用版本。)

• 双击 MultiSpecxx. xx. xxnc Disk 图标打开磁盘。MultiSpecxx. xx. xxnc 是 MultiSpec 程序的非数据处理器版本。你的屏幕上应出现下面画面。

• 将 MultiSpecxx. xx. xxnc 复制到硬盘上新建的 MultiSpec Folder 上: 可以点 MultiSpecxx. xx. xxnc 的应用程序图标,把它拖到 MultiSpec Folder 上。

如果磁盘上有 PRF File,你不必复制。(PRF 不在这一部分教材中使用。)

- 点窗口左上角的关闭键关闭 MultiSpecxx. xx. xxnc Disk 窗口。
- 点桌面上的 MultiSpecxx. xx. xxnc Disk 图标,并拖进垃圾箱,退出 MultiSpecxx. xx. xxnc Disk。

• 双击硬盘上的 MultiSpec Folder,打开文件夹。双击 MultiSpecxx. xx. xxnc 应用程序图标启动程序。

有两种可能性:

A. 如果你没有数据处理器,程序会立即打开,你的屏幕上应出现如图 1 的画面。

这样你就成功地装入了 MultiSpec 程序。继续阅读下面的退出程序部分。

B. 如果你有数据处理器,你的屏幕上会出现如图 2 的画面:

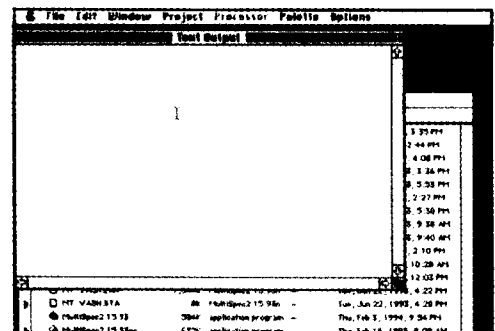


图 1

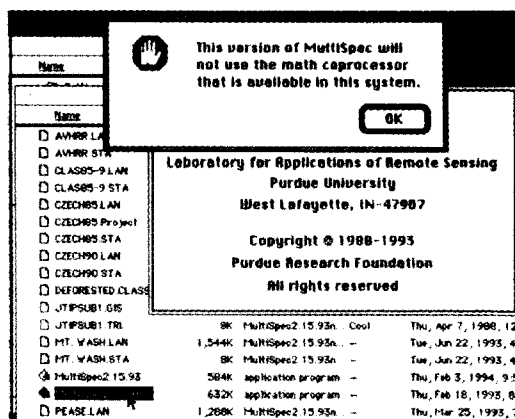


图 2

如果你看到这样的信息,点 OK。当屏幕上出现 A 的画面时,拉下 File 菜单,选择 Quit。

在 MultiSpec Folder Window 中点 MultiSpecxx. xx. xxnc 应用程序图标,并把它拖到垃圾箱。

点窗口左上角的关闭键关闭 MultiSpec Folder。

现在你已经知道你有数据处理器。继续读下面的说明。

如果你的计算机里有了数据处理器:

- 插入 MultiSpecFatxx. xx. xx Disk 磁盘。
- 双击桌面上的 MultiSpecFatxx. xx. xx Disk 图标打开磁盘。MultiSpecFatxx. xx. xx 是 MultiSpec 程序的数

据处理器版。你的屏幕上应出现前面的画面。

- 将 MultiSpecFatxx. xx. xx 复制到硬盘上的 MultiSpec Folder: 点 MultiSpecFatxx. xx. xx 的应用程序图标, 并拖到 MultiSpec Folder。

如果磁盘上有 PRF File, 你不必复制。(PRF 不在这一部分教材中使用。)

- 点窗口左上角的关闭键关闭 MultiSpecFatxx. xx. xx Disk 窗口。

- 点桌面上的 MultiSpecFatxx. xx. xx Disk 图标并拖到垃圾箱, 退出 MultiSpecFatxx. xx. xx Disk。

- 双击硬盘上的 MultiSpec Folder, 再双击 MultiSpecFatxx. xx. xx 应用程序图标启动程序。

如果你的屏幕上出现了图 3, 你就成功地装入了 MultiSpec 程序。

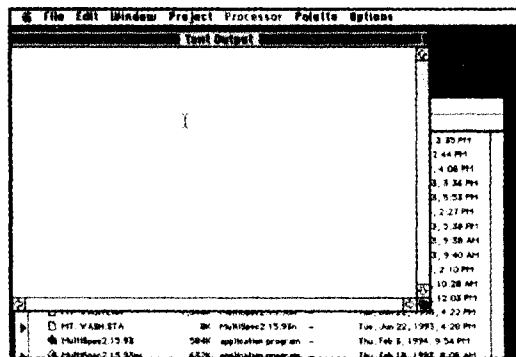


图 3

退出程序

现在你已经知道如何打开这个程序。为了装入图像和地址内存选择, 我们将退出程序。

- 拉下 File 菜单, 选择 Quit。

装入 LANDSAT 图像

- 插入标有 Beverly, MA Disk 的磁盘。
- 双击 Beverly, MA Disk 图标打开磁盘。
- 点 Beverly, MA. LAN 图标并拖入硬盘中的 MultiSpec Folder, 这样就将它复制到了硬盘中。
- 点窗口左上角的关闭键关闭 Beverly, MA Disk 窗口。
- 点 Beverly, MA Disk 图标并拖入垃圾箱, 退出磁盘。
- 重要的是, .LAN 和 .STA 要放在硬盘的 MultiSpec Folder 中。
- STA 文件包含对显示适用图像的统计。

内存选择

MultiSpec 程序预设使用 2000K 的 RAM。这对 8 比特色彩已经足够。如果你的 Macintosh 没有 4000K 以上的 RAM, 或你不准备现在为此程序分配内存, 你可以略过这一部分。

如果你希望改变对这个程序分配的 RAM, 可以按照下面的步骤操作。

- 确认你已退出 MultiSpec 程序。
- 如果 MultiSpec Folder 还没有打开, 点硬盘上 “MultiSpec Folder” 左边的箭头, 打开它。箭头将向下指, 翻开文件夹的内容。单击硬盘上 MultiSpec application program 图标并标亮。不要双击应用程序图标, 否则现在你就打开了这个程序。你不需要打开这个应用程序, 仅选择(标亮)即可。

- 标亮 MultiSpec 应用程序后, 拉下 File 菜单, 选择 Get Info。你的屏幕上应出现如图 4 的画面。

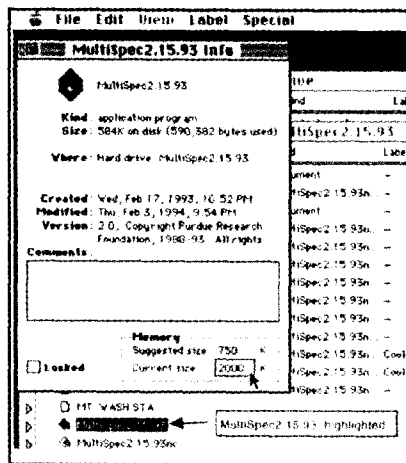


图 4

- 在图解箭头指向的 Memory 框中,修改 Current size 框,输入 4000K。
- 关闭 Get Info 窗口,现在你即可以运行该程序了。

观察一幅卫星图像

所需条件: 装入 BEVERLY, MA. LAN 图像的 Macintosh 机。

启动:

- 开机后,双击硬盘图标,打开硬盘;
- 双击 MultiSpec folder,打开;
- 双击 MultiSpecFatxx.xx.xx(或 MultiSpecxx.xx.xx-nc)图标,启动程序。屏幕上应出现题目是 Text Output 的窗口,如图 5。

· 拉下 File 菜单,选择 Open Image。双击 BEVERLY,MA. LAN,选择 Landsat 卫星图像。

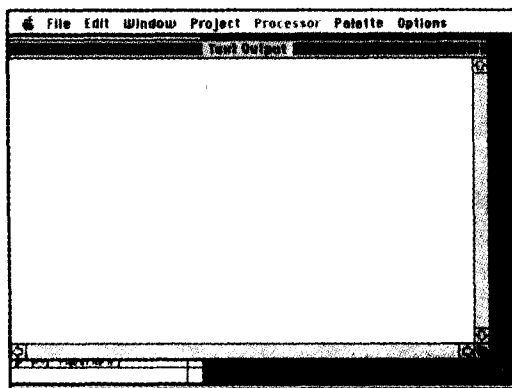


图 5

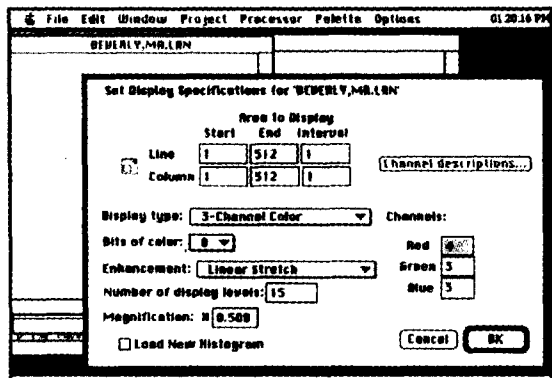


图 6

注: 在此程序中直接使用 BACKSPACING 和 DELETING 删除原有数字无效。应先将光标移至选项数字左端,按住鼠标键从左向右拉动,或双击选项框,

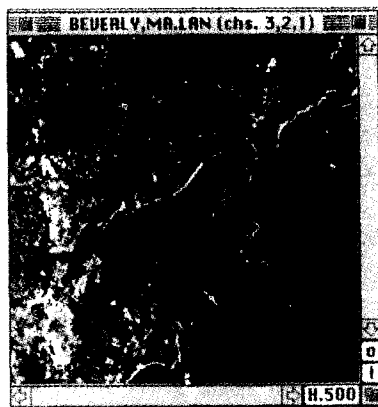


图 8

标亮你要更改的数字,再松开鼠标键,键入你的数字。你可用 tab 选择选项框,如图 7。

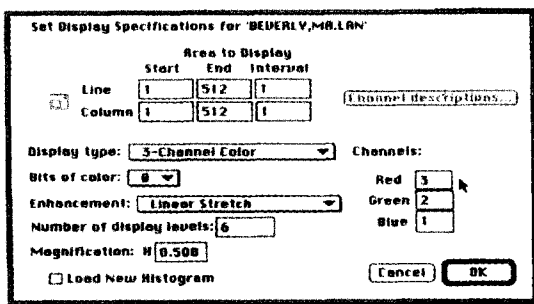


图 7

· 单击 OK。图像应出现在屏幕的左上角。点写有 X. 500 的放大键,你可立即看到整个图像,如图 8。

· 单击图像窗口右下角的窗口放缩键并向右下方拉动窗口可以扩大图像。在图像窗口的右下角,窗口放缩键的左边是写有 X. 500 的放大键。单击此键,会显示

X1.0, 根据你扩大图像窗口的程度, 图像将充满或几乎充满视窗。当放大到 X1.0 时你必须拨动滚动杆才能看到全图, 除非你的监视器为 17 英寸或更大。

1. 试确定公路, 桥梁, 湖泊, 城镇, 树木、海岸、覆盖的地区, 海岸和浅海附近的沼泽地。你还注意到其他地形了吗? (见图 9)

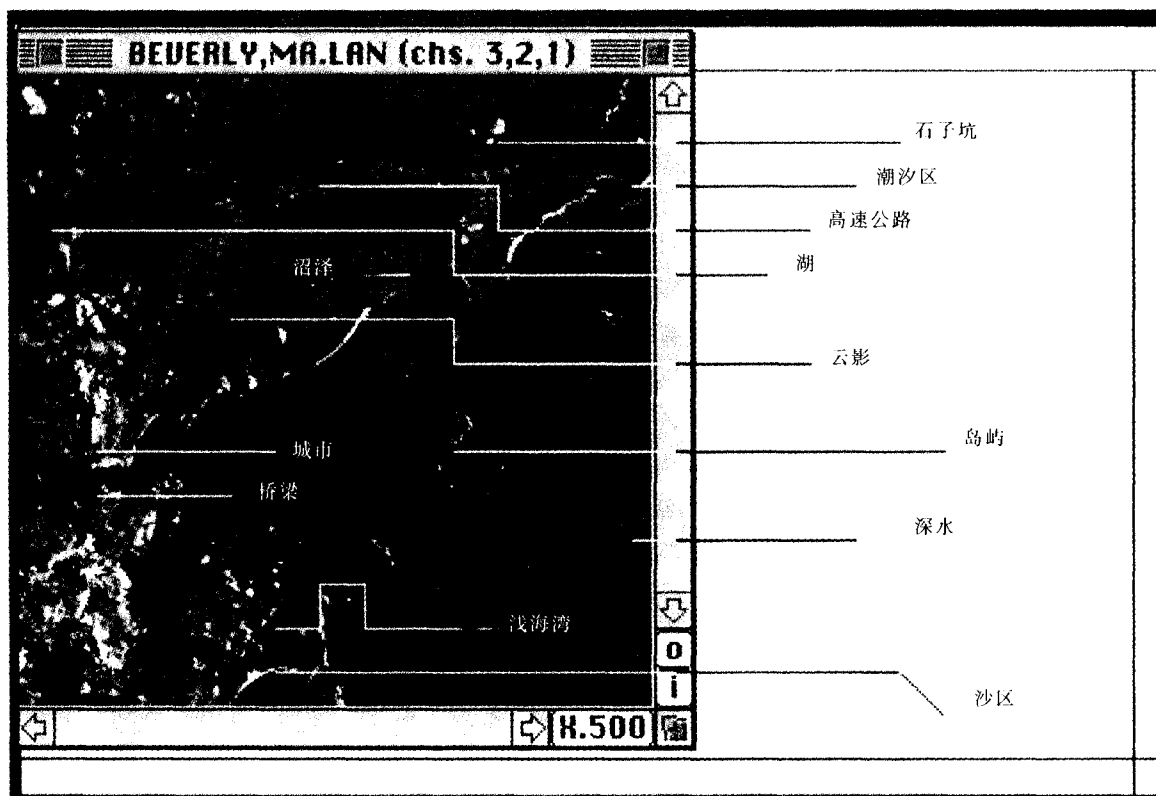


图 9

2. 变焦: 在窗口放缩键上方, 有两个分别标有 i 和 o 的变焦键, 用于推出、拉进, 以改变图像规模。注意视窗右下角的放大键 X1.0。单击一次 i 键。单击数次 i 键。最终你会看到屏幕上出现马赛克, 即像素。当你点 i、o 键的时候注意观察放大键上的数字变化。变焦时这个键上显示变焦系数。X1.0 表示全图。

在进行步骤 3 之前, 单击放大键。此时应出现全图, 放大键上显示 X1.0。

问题:

- 当你拉近时是否注意到物体长度的变化? 拉出时呢? 物体的长度随变焦系数成比例变化。
- 当你变焦时你得到了哪些信息, 丢失了哪些信息。当你拉近时, 你聚焦在一个比较小的范围。最后图像变成像素的马赛克。当你拉出时, 你会看到一个比较大的区域。

单击放大键, 回到全屏显示的图像上去。放大键上应显示 X1.0。

3. 变焦键: 你还可以框定一个区域, 只对它变换焦距。把鼠标点在你框定区域的左上角, 然后按住鼠标键向右下角拉动。当拉到足够大时, 松开鼠标键, 注意你选定的区域被模糊的线条框起来。你可连续点 i 键将选定区域不断拉近。你看到了什么? 如果框定区域不是正方的, 图像比例会发生变化吗? 请说明理由。

图像的比例不会变化。长度全部按比例变化,形状不变,大小改变。

变焦时按住 option 键,图像放缩系数以十分之一的幅度变化。

单击放大键可回到全图状态,放大键上显示 X1.0。

4. 画面推移:如要推动画面,先按下 option 键,此时会出现手形图标。按住鼠标键并拉动,图像会随鼠标一起移动。也可以通过移动滚动杆移推画面。

(在 File 菜单中选择 quit,可在任何时候退出系统。在 Special 菜单中选择 Shut Down 之前,关闭所有打开的窗口。)

观察卫星图像中的颜色

图像显示

在 Processor 菜单中选择 Display Image。

请阅读如下关于颜色和 Landsat 卫星图像的内容。红、绿、蓝三色与计算机显示器的色枪有关(它们将红、绿、蓝三色以不同的明暗度反映在像素上)。波道(通常被称为光带),是指图像中卫星遥感到的物体反射光的光带。光带 1 代表反射的蓝光,光带 2 代表反射的绿光,光带 3 代表反射的红光。红、绿、蓝是可见光源的基本颜色。当色枪把不同明暗度的红、绿、蓝光反映在像素上时,屏幕上会相应显示出来。比如,相同明暗度的红光和绿光生成黄色;相同明暗度的蓝光和绿光生成蓝绿色;相同明暗度的蓝光和红光生成红紫色。光带 4 和光带 5 分别接受反射的近红外和中红外能。我们将使用以下红绿蓝(RGB)波道设置说明不同波道的组合。

真彩图像——这种光带的组合形成的图像与人们肉眼看到的一样。

红 3(可见红光带)

绿 2(可见绿光带)

蓝 1(可见蓝光带)

其他带组合形成的图像与人们肉眼看到的不一样。这种图像被称为假彩图像。输入如下光带的组合并观察结果。

A. 如下光带组合模拟红外空中照片。能够反射大量红外能的植物,在这种带组合下会呈亮红色,这可以帮助人们研究森林。

红 4(近红外光带)

绿 3(可见红光带)

蓝 2(可见绿光带)

B. 这种光带的组合对区分树木和草地尤有帮助。松树和常青树呈深绿色,落叶树呈中等绿色,而草地呈浅绿或黄绿色。

红 5(中红外光带)

绿 4(近红外光带)

蓝 3(可见绿光带)

使用 BEVERLY, MA. LAN 的计算机图像进行以下工作。

使用所列的红绿蓝(RGB)光带组合确定下列表中的对象。各光带组合下记录各对象的颜色。RGB321 的意思是将 3 号波道分配给红色枪,将 2 号波道分配给绿色枪,将 1 号波道分配给蓝色枪。欲改变色枪分配,可拉下 PROCESSOR 菜单,选择 DISPLAY IMAGE 功能。

解决疑难的几种办法

如果你是因为误操作,拉下文件菜单并选择了打开图像,那你就必须更改全部设置,而不仅仅是更改颜色分配。你可以参阅启动说明保证正确完成这个动作。

如果你以一幅非常小的图像结束,说明你误选择了整幅图像的一小部分后又要求显示图像。在 Processor 菜单中选择 Display Image。点左上角 Line 和 Column 两字左边的小键,这将使图像恢复到 512×512 像素的显示水平。

完成下表,记录每一个组合光带下各类对象的颜色。

	RGB	RGB	RGB
	321	432	542
- 海滩			
- 高速公路			
- 树木覆盖的地区			
- 海洋			
- 城镇			

试一试其他的组合光带,写下你观察的结果。

参考资料:MultiSpec 光带及他们的应用

光带	基本用途
1 蓝色可见光	用于在地图上标示近海水域,森林种类,区别土壤和植物,确定人造对象,如公路、建筑等
2 绿色可见光	用于区别植物,确定植物生长状况,确认文化遗迹
3 红色可见光	用于区别植物种类,确定文化遗迹
4 近红外能	用于确定植物种类、生长状况和观察水体边界上的情况
5 中红外能	用于区别云和雪,确定植物与土壤的湿度
6 热红外能	(不包括在 Landsat Unit 盘中)用于确定相关温度和土壤湿度
7 中红外能(波长大于光带 5)	(不包括在 Landsat Unit 盘中)用于区分矿物和岩石的种类,并确定植物的湿度

参考资料: Lillesand, Thomas M. & Kiefer, Ralph W. (1987), Remote Sensing and Image Interpretation. 2nd Edition. New York :John Wiley and Sons. P 567.

给我的世界涂颜色

准备工作

刚才你已经改变了图像的颜色。物体可能因为颜色的改变而变得容易区分,或因与其附近物体靠色而难以区分。由 MultiSpec 程序绘出的图像上的五个通道,其数据来源于五个不同光带之一的电磁光谱。对这五个光带,Landsat5 遥感反射光或能量,并以对应的数字表示它的光亮程度。

其中有三个光带处于可见光区:光带 1 反射蓝光,光带 2 反射绿光,光带 3 反射红光。反射的红、绿、蓝光可以用于区分人造目标(像公路、建筑)与自然景观(像河流、湖泊及山地)。

另外两个光带,光带 4 和光带 5 属于红外光区,人的肉眼看不见。你可以通过反射的红外光确定植物种类和生长状况,区分云和雪,识别矿物和岩石的种类。当你为 BEVERLY, MA. LAN 的三个颜色带确定数字时,你可要求计算机显示电磁光谱的三个光带。

你可显示单个光带中的图像。此时你的图像上就只显示一个电磁光谱带上的光亮度,像红色可见光或近红外能。

在这一课里,你应尽量熟悉不同电磁光谱带上反射的物体的种类。这将帮助你更好地理解 Landsat5 的图像。

所需材料

两部 Macintosh 计算机,分别装有 MultiSpec 及 BEVERLY, MA. LAN 软件。

每组都要与其他组结合,使用两台机器。如每一两个学生就拥有一台电脑,你可以在更大的组里使用三台电脑。如果你的计算机有足够内存打开多个 BEVERLY, MA. LAN 图像,你也可以用一台计算机完成。

打开 MultiSpec 的 Processor 菜单,选择 Display Image 项,我们可以发现电磁能量与光带的联系。也许你可以把“参考资料:MultiSpec Bands 及他们的应用”放在手边。

·如果你重新启动计算机,按照启动部分的前四步操作进入 BEVERLY, MA. LAN 的对话框,题目是:Set Display Specifications,见图 10。

·单击 Display type,选择 1-channel color。

·单击 Bits of color,选择 8 或 24。

·现在对两部机器的操作有所不同:

——其一,在 channel 项输入 4(在“Grey”字后)。(记住先标亮要更改的数字再输入新的数字,用 backspacing 或 deleting 键更改数字有时不成功)。击回车或 OK。

你看到的灰色图像代表电磁能带的反射水平。那个光带是哪一个光带?它是可见光带吗?

——在另外一台机器的 channel 项输入 3,击回车或 OK。光带 3 代表的是哪一个电磁能带?是可见光带吗?

——如果有第三台计算机,选择另一个可见光带看看。

·显示图像后,扩大视窗使图像大约增大一倍。点右下角的放缩键 X.500 扩大图像。此时应显示 X1.0,见图 11。

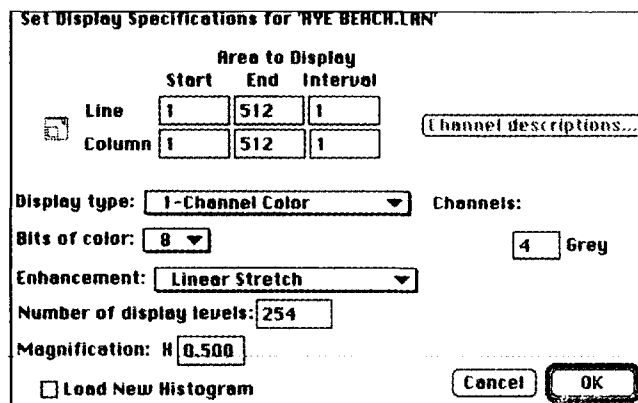


图 10



图 11

- 拨动滚动杆,使每一台机器显示这幅图像的同一个位置。
- 在屏幕上保持住这两幅图。
- 现在你在 Processor 菜单下选择 Display Image,改变波道数后并回答如下问题。

阅 读

如果物体在某个光带上的反射水平较高,它将非常亮(接近白色)。如果反射水平很低,它将吸收大量光线,显出非常暗(接近黑色)。比如说,如果一个物体反射的蓝光多于红光,它将在为蓝光而选的光带 1 的图像中显得比较亮,亮度高于在为红光而选的光带 3 的图像。

尽量完整地回答如下问题

1. 在一幅图中区别出树、Beverly 和 Salem 之间的铁路桥和浅湾比较容易,而在两幅图中较难。公路在其中一幅图中较亮,而在另一幅图中较暗。参考电磁光谱的红色和近红外光带解释这个观察结果。

在红光带中,树木吸收红光,显得较暗,可以把它从海岸和草地中区分出来。在近红外光带中,树木显得非常亮,因为它们反射近红外能,此时不易把它们从草地中区分出来。

Beverly - Salem 桥东的浅水反射一点可见红色光,显得比深海要亮。所有水域都吸收近红外能和中红外能。

铁路桥反射红光,在红光带中可见。它吸收红外能,因此在红外光带不易区分。

高速公路吸收红色可见光,吸收近红外能。

2. 列出其它反射红色可见光水平较高而反射近红外能水平较低的物体,或反射近红外能水平较高而反射红色可见光水平较低的物体。

建筑物,又被称为人文对象,反射可见红色光,但吸收近红外能。

注:改变光带数字并作比较以回答以下问题。

3. 人文对象是人工工程,包括公路、建筑物和桥梁。你注意到它们对可见光和红外能的反射情况是怎样的?在显示可见红光的计算机上,将波道改成可见绿色光(光带2),然后再改成可见蓝色光(光带3),回答这个问题。

人文对象对所有可见光的反射程度都较高,而对近红外能的反射程度较低。

4. 你观察到海洋对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样?作为进一步的研究,你也许要查阅一些资料,来说明为什么水面会呈现蓝色。

水体吸收几乎所有的能量,但反射蓝色可见光较多。

5. 你观察到树木对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样?树木反射红色和蓝色可见光较低,绿色光较高,对近、中红外能的反射水平高。

6. 你观察到“人文对象”对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样?

人文对象反射所有可见光,对近红外能反射水平低。

7. 图像上有一些云彩,其中一片盖在 BEVERLY 上空。试用不同的光带观察云彩的反射情况。

云彩反射所有可见光和所有红外能。这就是为什么选择没有云彩的图像对于区分地面上的对象很重要,因为云彩能够盖住地面。雷达可以透过云彩。Landsat 6 带有雷达遥感器,但没有发射成功。

8. 图像中云影和湖泊的地区都较暗,试用不同的光带想办法区分云影和湖泊。

湖泊反射可见光的水平低,根本不反射红外能。云影是透明的,反射它下面的任何物体。这意味着,如果云盖在树上面,云影下的地区对红外能的反射水平较高。

9. 提一个关于颜色和图像的问题,或者自己回答,或者让临近的小组回答。将问题和答案写在这里。

10. 完成下图。

a. 画出“反射水平”轴上的刻度。

b. 填写与“光带”轴上的数字相配的单位(见图 12)。

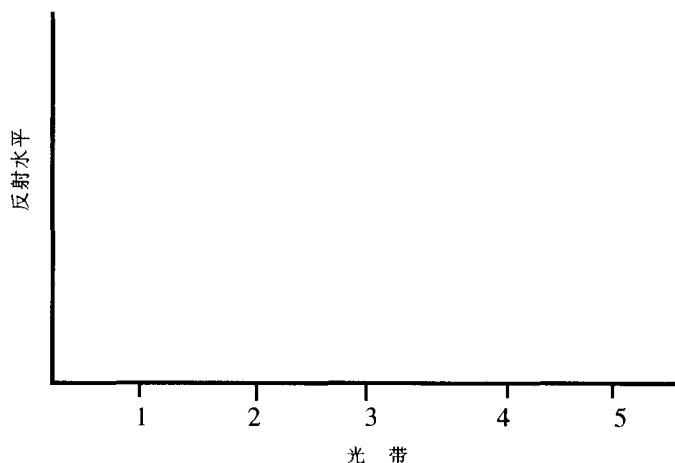


图 12

11. 假设你只选择了一个只含有树的像素,在第十题的图中,试说出每一个光带上的反射值。利用第五题的答案帮你回答这个问题。

画图

预备知识

下面将要学习的矩形图是卫星测出的 5 种波长的反射值。在水平方向上的刻度 1~5 分别表示蓝、绿、红、近红外、中红外的波长。垂直方向的刻度从 0(无反射)到 255(最强反射)。有时垂直方向超过 255,但绘出的值永远不会超出 255。注意,矩形图中的值只有在横坐标的 1,2,3,4,5 点上才有意义。连接各点的线段不代表其他波长的反射值,它们只是为了使图表更清晰。

红线是选定区域内所有像素反射的平均值。绿线区分出与平均值小于一个标准偏差的反射值,蓝线标出最小和最大值。对标准偏差还没有正式的定义。这里只是说绿线包含选定区内大约 66% 的反射。

从数学上讲,重点应该放在对图表的解释上。你会看到自动充满窗口的图表。如果是很近区域,这种图像容易使人混淆,因为两个区域的纵向坐标可能变化很大。所以尽管两个图看似相近,它们的纵向值却可能相差甚远。这种现象说明两幅相对形状相同而绝对形状相异的图表间的巨大区别。

例如,下面的两幅图,它们的相对形状几乎一样,但绝对形状非常不同。左侧的矩形在光带 4 上有一个落点,右侧的矩形也一样。但与左侧的相比,右侧矩形上的落点的幅度非常小!注意,右侧图上的落点幅度实际上看上去比左侧的大。但当我们仔细观察纵坐标时,会发现左图该点的落差近 200,而右侧的只有 9。所以这两个点在相对位置上相同,但绝对值相差很大(参见图 13)。

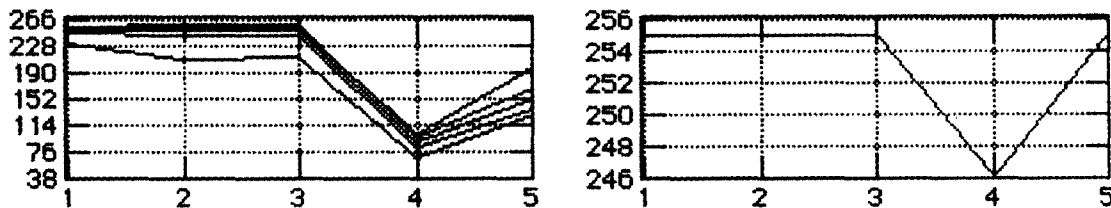


图 13

如何使用矩形图分类和区别一幅图上的不同地区

到现在为止你应明白,我们研究的图像是基于那些代表在五种不同波长下的反射光强度的数字。拉伸图像,为不同波长分配颜色能够帮助我们区别看上去相似而其实不同的图像。尽管如此,在屏幕上还是有一些相似的地区,其实代表了地球上不同的对象。在这一课,我们将学习如何运用 MultiSpec 的另一工具进行地区分类和识别不同的地区。

哪些东西位置不对?

启动 MultiSpec 程序,打开一幅 Beverly, MA 的图像。将红、绿、蓝分别分配给光带 3, 2, 1,从而生成一幅真彩图像。

从 Options 菜单中选择 Show Selection Coordinates。从 Options 菜单中选择 New Selection Graph。点图像窗口中任意处将它标亮,再点图像中的任意像素。

改变窗口大小(点右下角的键),在桌面上移动窗口(拉动窗口的题目行),得到如图 14 的图像。

坐标窗口

在该图的右上角是坐标窗口,它说明你选择的那一部分图像的精确位置。光标的坐标是一对有序数字,前面的是横坐标,后面的是纵坐标。这幅图中选择的像素的坐标为(102, 135)。根据放大图像的系数,你也许需要推移滚动杆才能找到某个像素。

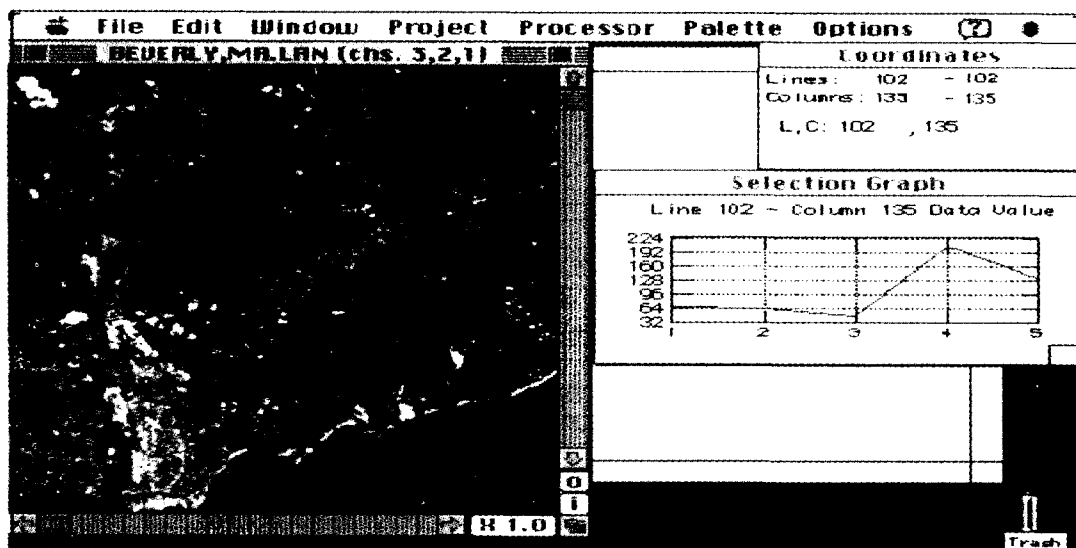


图 14

选区图

坐标窗口下方是选区图窗口。这一课你应学会使用这个窗口。它是关于选定像素反射值的图。在上一幅图像中,选区图说明的是位于(102,135)点上的像素。

这幅图提供了有价值的分析信息。横坐标上标有1、2、3、4、5,对应着 Landsat 观测的蓝、绿、红、近红外和中红外光波。纵坐标对应反射值,其范围在0~255之间。0代表极小的反射率,255代表较高反射率。记住这些数字可能是拉伸数据的结果。我们选择的像素在光带4中最亮,在光带3中最暗。这说明这个位置上的物体反射较多的近红外光,而对其他波长的光线反射较少。

现在单击图像窗口内的任意点击活它。然后点坐标为(254,248)的像素,它在海上。在这一点上,我们发现其反射水平大约在60,44,10,11,6。观察图15的图像,考虑你的屏幕应是怎样的。

注意这里每一个带上的反射值都低于在点(102,135)上的像素。

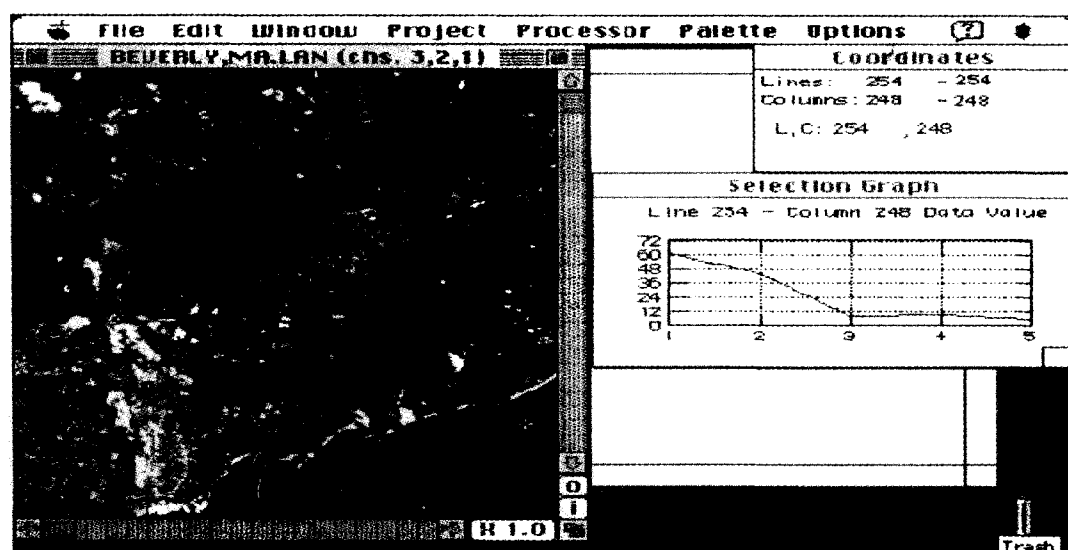


图 15

这个差别是有道理的,因为我们认为在图像上海洋应比陆地颜色深。如果你曾经从海洋或树林的上空飞过,你也许会注意到海洋几乎呈黑色,而树林却显得较亮。水体吸收几乎全部光能的性质帮助我们确定一块深色区域是否是水域。

现在点图像窗口并拉动鼠标选定一群像素。我们选定了一个矩形,左上角的坐标为(85, 94),右下角的坐标为(129, 138)。在你的图像上选择相同的坐标,应出现类似图 16 的图形。

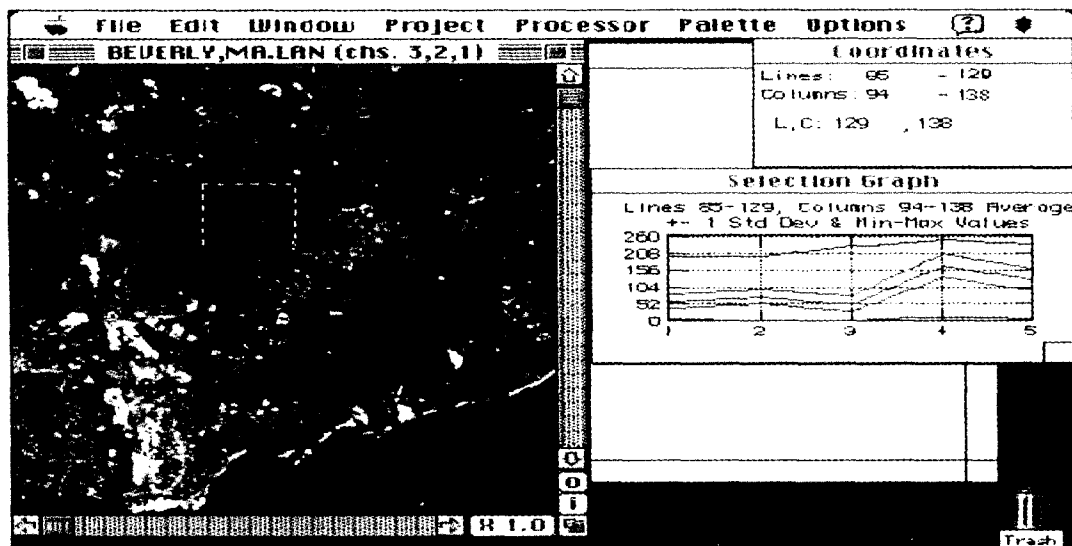


图 16

注意现在的选区表上有 5 条线。红线表示我们选定的矩形区内所有像素的平均反射值。绿线标出 66% 的像素的反射值范围。蓝线说明选定区内像素反射的最大值和最小值。

例如在光带 4 中,选定区域内最低反射值为 10,最高为 255,66% 的像素的反射值在 130 和 208 中间,平均反射值为 160。

用矩形图窗口区别不同地区

我们可用矩形图来确定相似或不同的区域。我们选择两块感兴趣的区域,标出矩形图进行比较。

放大图像至 X2.0。用鼠标选定一块矩形区域,左上角坐标为(179, 30),右下角的坐标为(182, 37)。你的屏幕上应出现如图 17 的图像。

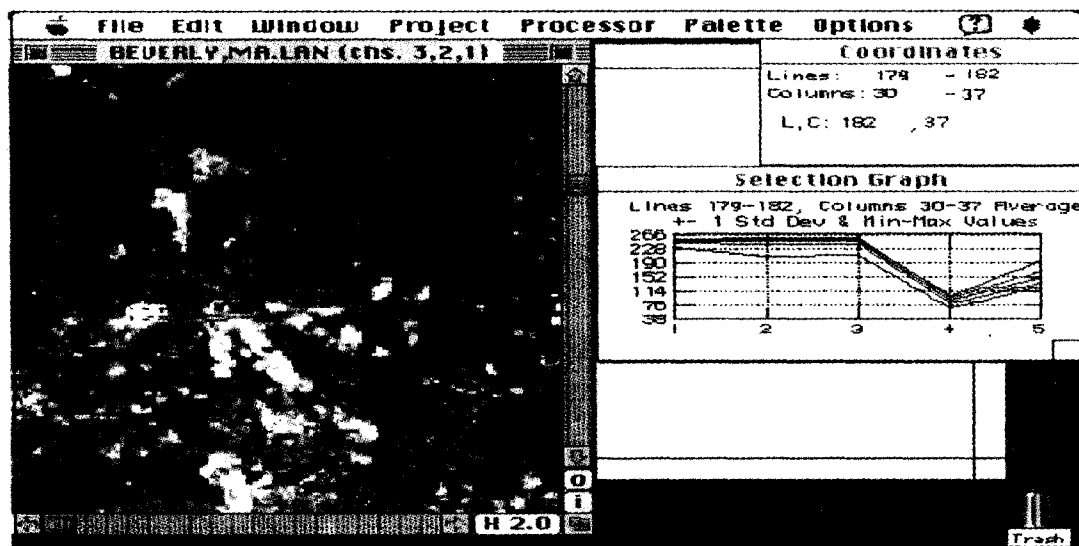


图 17

现在在 Options 菜单中选择 Keep Selection Graph。这时将出现一个新的选区图,而旧的会存储起来保持不变,即使你选择了一组新的像素。将第二个选区图放在第一个的下面,你的屏幕应是如图 18 这样。

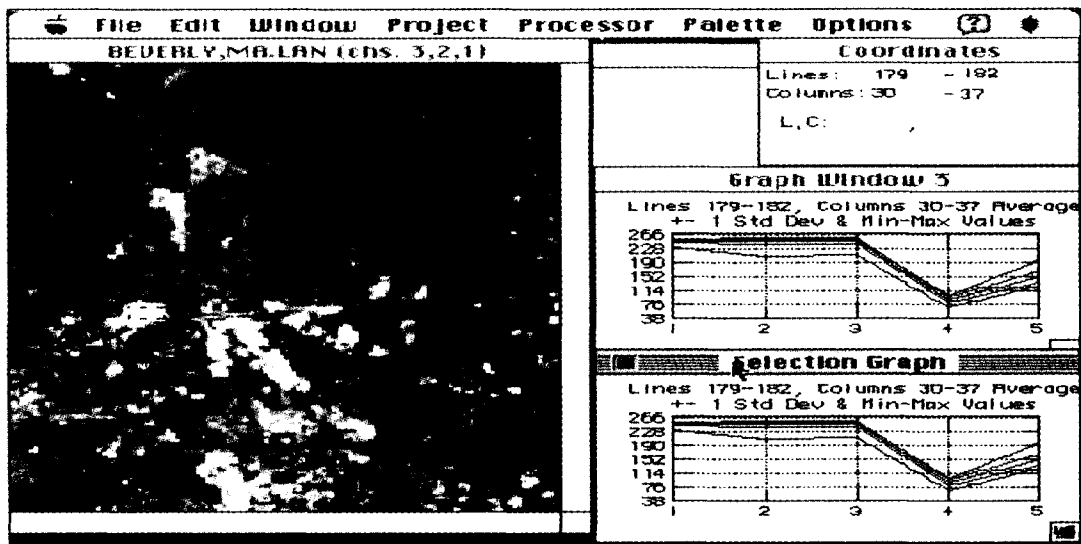


图 18

如果你的屏幕和上图一样,用鼠标激活图像窗口,点一个像素。注意上边的选区图保持不变,只有下边的发生变化。同时显示两幅选区图,使我们能够比较新区域和保存起来的带有白色的矩形区。这个白色地带在 Beverly 市区的边缘,接近一条公路。看上去,这一亮带是由于金属或水泥屋顶的大型建筑反射光线造成的。

选择坐标为(210,216)的像素,它处在另一亮带,距 Beverly 市区较远。它也是建筑物吗?咱们比较一下这个地区的矩形图和第一个矩形图,来确定它们是否表示同一种对象。选好(210,216)的像素后,你的屏幕上应是如图 19 的情况。

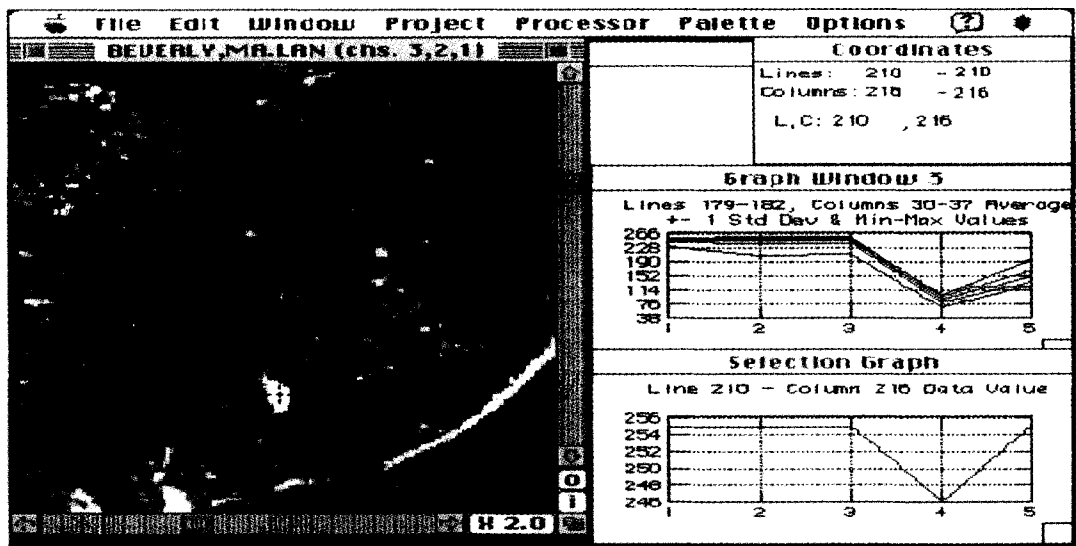


图 19

绝对和相对差别

图 19 中,第一个选区图是 Beverly 市区内的较亮对象,第二个选区图是表示鼠标所指的、坐标为 (210, 216) 的像素所在的亮区矩形图。这两个亮区是否相同呢? 它们的选区图很相似,两者在光带 4 都有落点。

如果不仔细观察,我们可能会得出结论说,这两种对象是一样的。如果对它们的判断十分重要的话,我们当然可以到地面上确认。然而有时地面确认花费昂贵或不易操作。在这种情况下,更细致地检验选区图就是我们判断这个对象的唯一途径。

仔细观察这两张图,尤其是纵向的数值。MultiSpec 程序会自动在纵向上选取反射极值。结果可能是,我们只看到全部规模的一小部分。这样的好处是,我们只看到与我们的选择区域相关的那部分;不利之处是,比较两张范围不同的图会造成混乱。

注意第一张图中,曲线从光带 1~3 的 200 以上落到光带 4 的 90 左右。第二张图中,曲线从光带 1~3 的 255 落到光带 4 的 246。这个变化在绝对值上非常小,只有 9 个单位的变化。而第一张图上的曲线绝对值变化巨大,约有 150 个单位! 当我们看到了这个区别的时候,当然也就发现了这两张图的区别。

两张图看起来相近的原因是,我们开始只注意了它们相似的相对形状。两张图在光带 4 上都有落点。为把它们的区别表现得更明显,我们可以在同一坐标系中描出这两条曲线,如图 20。

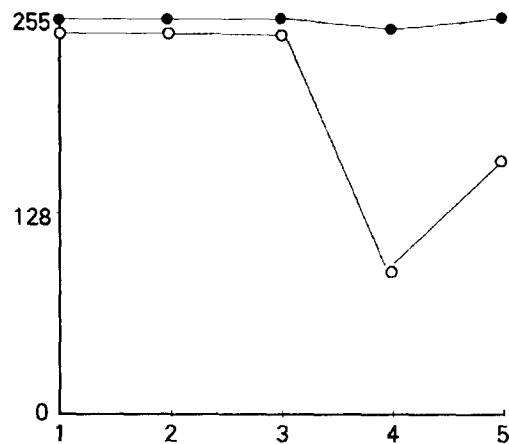


图 20

在光带 4 上落幅较大的物体反射很少的红外能。

另一物体的曲线说明它反射了各种波长的大量能量。

以上例子提醒你在判断两张图上的曲线是否相似时,要考虑到相对相似和绝对相似的问题。

其他区分练习

屏幕左侧明亮的物体(Beverly 的市中心)很像是建筑物。现在我们有证据(矩形图)认为屏幕右侧的亮区不是建筑物。我们已经判断过两种貌似而实际不同的对象。

那么屏幕右侧的亮区究竟是什么呢?

将图像缩至 X2.0, 并把未知的亮区放在图像窗口的中间部位。注意这三组明暗对应的地区。这三组对应的排列很相似。从屏幕上看,暗区总是在亮区的左上角且距离相等。如果你还没有意识到的话,想象它们会不会是云和云影?

非常相似的形状可以说明,我们看到的就是云和云影。仔细观察图 21 中 A 组的暗区和亮区对应得多么紧密。这肯定是云和云影。

我们还是不要轻易相信这个结论。暗区还可能是什么呢? 也许是湖! 取一块暗区的的像素群存起来,与那张已知的湖的矩形图比较。我们可以按照下面的步骤准备一个新的区分练习。

用鼠标激活上边的选区表。按关闭钮(在窗口的右上角)关闭旧的矩形图。

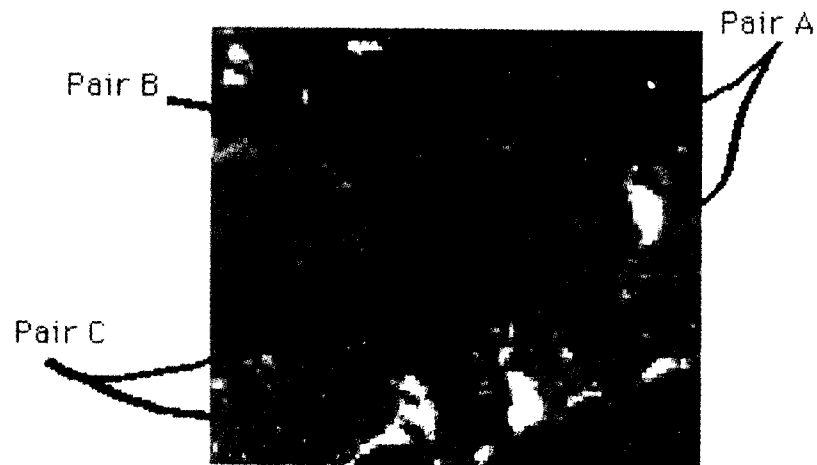


图 21

用鼠标激活图像窗口。选择矩形像素群,左上坐标为(186,183),右下坐标为(189,186)。这一块暗区可能是云影,也可能是湖。你可将图像缩至 X2.0(X1.0),你的屏幕会出现如图 22 的情况。

如果你的屏幕与图 22 相似,将选区表从下向上移动到原来旧选区表的位置。然后在 Option 菜单中选择 Keep Selection Graph。现在上边的选区表将总是保持显示可能是云影的矩形图。在这幅矩形图下面重新确定新选区表的大小和位置。

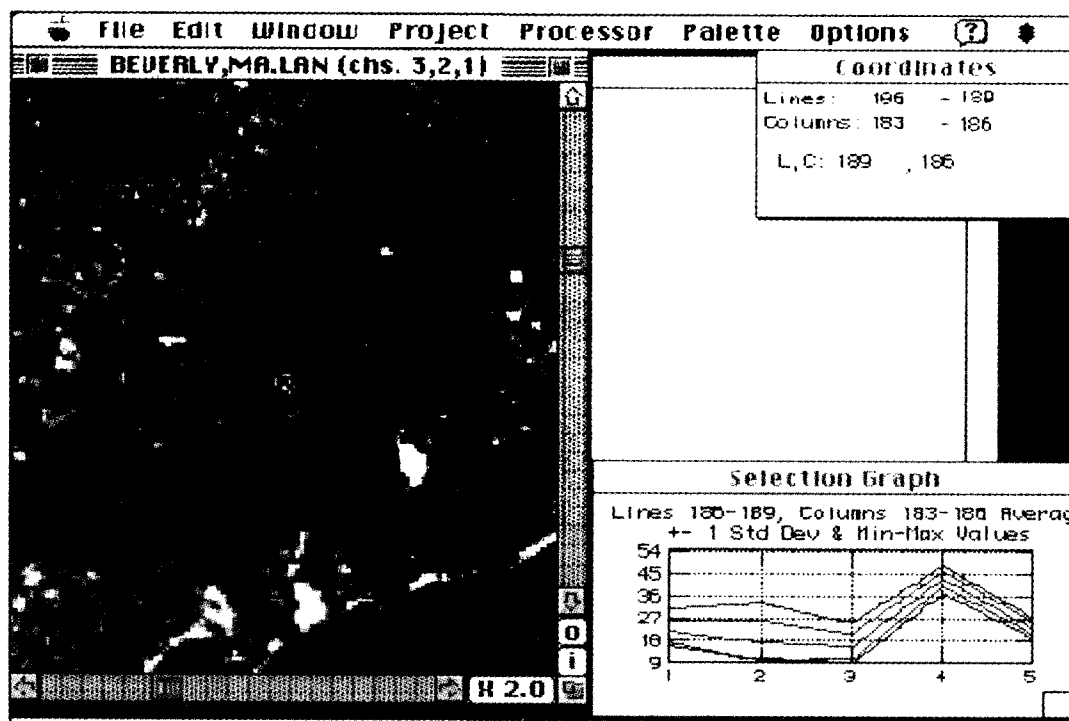


图 22

现在去找湖。用鼠标激活图像窗口。选择矩形像素群,坐标从(52, 237)到(56, 243)。经过地面确定,这一地区肯定是湖泊。湖区的矩形图应显示在下面的选区表上。选择了已知湖区后,你的屏幕应是如图 23 这样的。

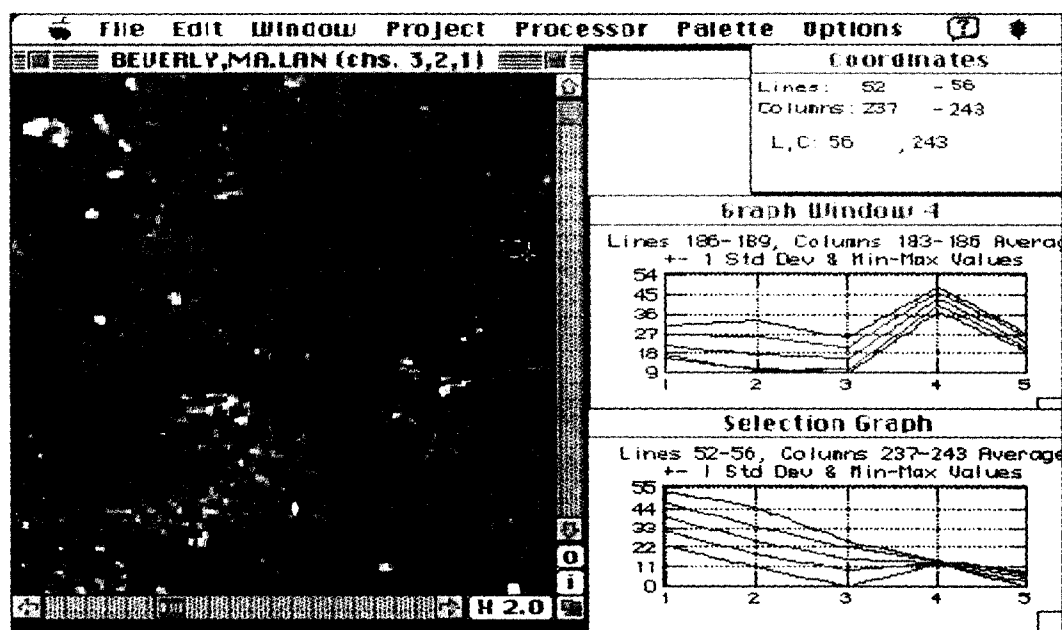


图 23

注意:这两幅图的纵坐标几乎一致。我们可以直接比较,不必担心相对相似和绝对相似的问题。

图 22 被怀疑是云影,图 23 已知是湖泊。它们一样么?不是。和云影相比,湖泊吸收更多的近红外能(光带 4)。它们在光带 4 上的反射值相差 3 倍(湖泊是 11,云影是 44)。这个区别可以说明,云影下的树反射红外能多于湖泊,因为水对红外能有极好的吸收性。

我们的实验就要结束了。我们使用了矩形图来确定云和云影。现在轮到你运用矩形图从 Beverly 图像中发现你感兴趣的東西了。

那是什么?

使用矩形图观察 Beverly, MA 的图像,看你能否找到其他的地区,它们在图像上形式一样,但反映在矩形图上非常不同。你可以一次在屏幕上最多显示 12 个矩形图用以比较。

你可以观察这些对象:

区别海滩、海岸与浅水;

比较公路的人行道或停车区与建筑;

测定颜色相似的植物区,它们的矩形图可能不同。

检查从陆地向海洋过度地区的显示详情。比如可以观察从像素 (138, 397) 向东到 (138, 398), (138, 399), (138, 400)……(138, 412) 的矩形图变化。

如果你发现了什么有意思的东西,写出观察过程说明。这个指南应该是完整的,别人可以根据它像你一样发现那些对象。说明还要包括对你观察对象的分析。以有关对象的矩形图说明你的结论。还可以把矩形图复制到剪贴板上,再粘贴到其他工具上,如文字编辑软件,这样就形成一个关于某些对象的有代表性的矩形图资料库。以后你可从库中材料为参考识别未知图像。

找到形状不规则的地区

林地及湖泊的边界一般都是不规则的。本部分讲述如何确定形状不规则的地区。

内接/外接矩形法

用一个大于不规则的观察对象的矩形和一个小于它的矩形分别估算对象的大小，再取两者的平均值得出结果。

比如我们观察 Beverly, MA 附近的一座近海岛屿。图 24 中确定了一个大于岛屿面积的矩形。

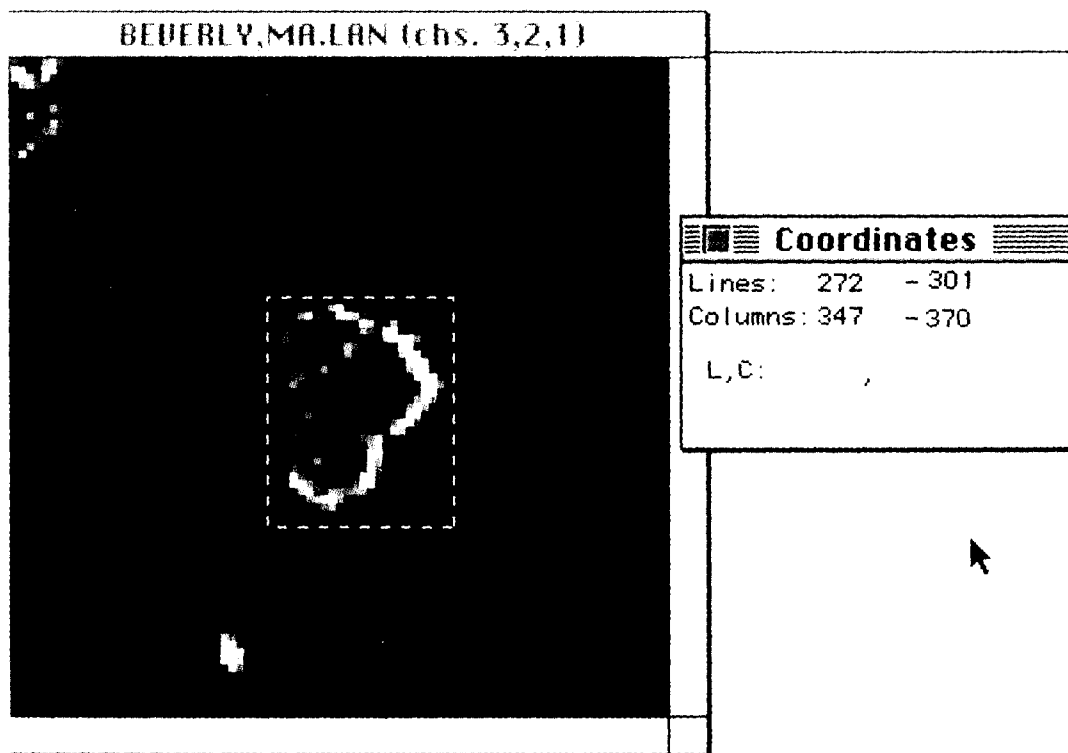


图 24

在 Option 菜单中选择 Show Selection Coordinates, 确定选区的坐标。注意图中的坐标。

将屏幕想象为一幅大的坐标图，四角的坐标分别为 (0, 0), (512, 0), (0, 512), (512, 512)。如图 25。横线是水平的，可以认为是矩阵中的横行。竖线是垂直的，可以认为是矩阵中的竖行。

图 24 中的横坐标从 272 到 301, 纵坐标从 347 到 370。标亮的矩形横向长 29 个像素 ($301 - 272 = 29$), 或 $30 \text{ 米} \times 29 = 870 \text{ 米}$; 纵向长 23 个像素 ($370 - 347 = 23$), 或 $30 \text{ 米} \times 23 = 690 \text{ 米}$ 。矩形面积为 $870 \text{ 米} \times 690 \text{ 米} = 600300 \text{ 米}^2$ 。

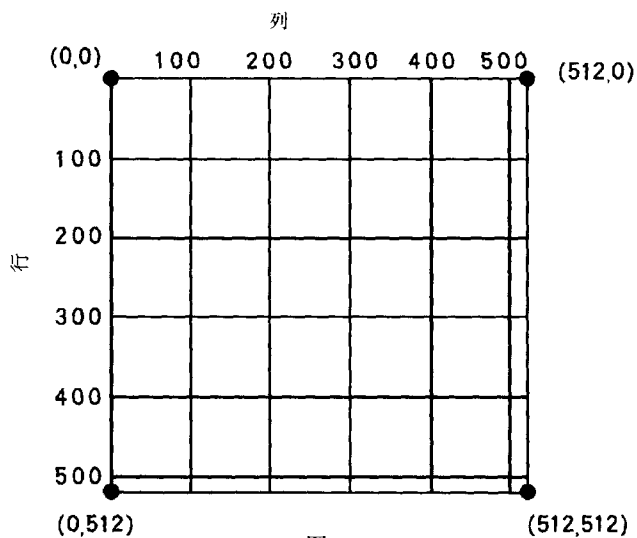


图 25

按照同样的步骤确定图 26 中的标亮区。

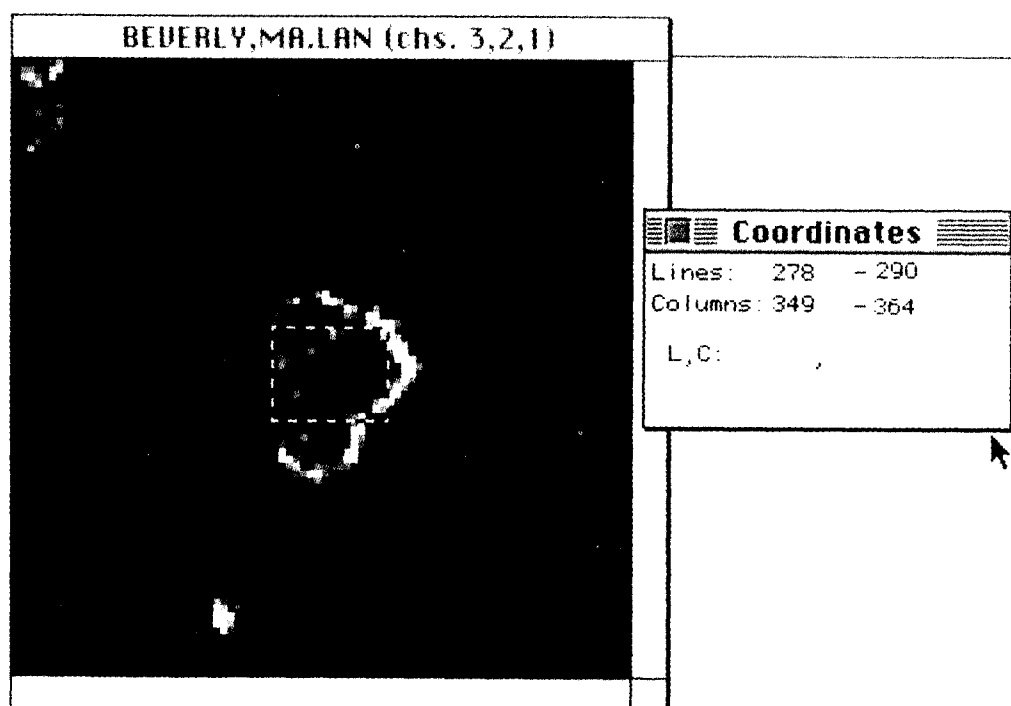


图 26

$(290 - 278) \times 30 = 450$ 米； $(364 - 349) \times 30 = 450$ 米。这个地区的面积 360 米 $\times$ 450 米 = 162000 米²。

用上述计算结果判断岛的面积。

$(600300 + 162000) / 2 = 381150$ 米²。设定精确到百万位,此地的面积约为 400000 米²。

到这里,MultiSpec 教程的基本部分就结束了。你现在应该根据已学的内容观察本地的卫星图像。这个软件很多其他功能会在下面的提高部分介绍。

MultiSpec 在 PC 机上的运行

- 打开电脑。
- 在硬盘上创建名为 MULTSPEC 的子目录。
- 将 MULTSPEC.EXE (没有数据处理器) 和/或 MULTSPEC.EXE (有数据处理器) 复制到新的子目录中。
- 插入标签为 Beverly, MA 的磁盘。
- 将 BEVERLY.LAN 文件复制到硬盘上的装有 MultiSpec 的系统文件的 MULTSPEC 子目录中。
- 将 BEVERLY.STA 复制到硬盘上的装有 MultiSpec 的系统文件的 MULTSPEC 子目录中。
- 启动 Windows。
- 建立新程序组
 1. 在 File 菜单中选择 New, 出现 New Program Object 对话框。
 2. 选择 Program Group 项, 单击 OK。
 3. 在 Program Group Properties 对话框中, 在 Description 项中输入 MultiSpec。

4. 点 OK。现在你的程序管理器的窗口上应有一个新的图标。

• 建立新的程序项

1. 打开新建的程序组。

2. 在 File menu 中选 New。屏幕上会出现 New Program Object 对话框。

3. 选择 Program Item 选项,点 OK。

4. 在 Program Item Properties 对话框的 Description 项中输入 MultiSpec。

5. 在 Command Line 项中为 MultiSpec 程序输入路径、程序文件和扩展名。如:C:\MULTSPEC\MULTSPEC.EXE

6. 在 Working Directory 项中,输入文件的路径和目录。如:C:\MULTSPEC

7. 点 OK。现在你在新的组窗口中应有一个新图标。

• 双击图标,你就可以按照窗口提示启动 MultiSpec 程序。

注意:如果在启动 Windows 或 MultiSpec 程序时有问题,可以查阅 Windows 手册解决。

观察一幅卫星图像

所需材料:

装有 BEVERLY. LAN 的 PC 机。

启动:

• 开机后启动 Windows。

• 双击 MultiSpec Group 图标打开窗口。

• 双击 MultiSpec Item 图标启动 MultiSpec 程序。屏幕上出现题目是 Text Out 的窗口。如图 27。

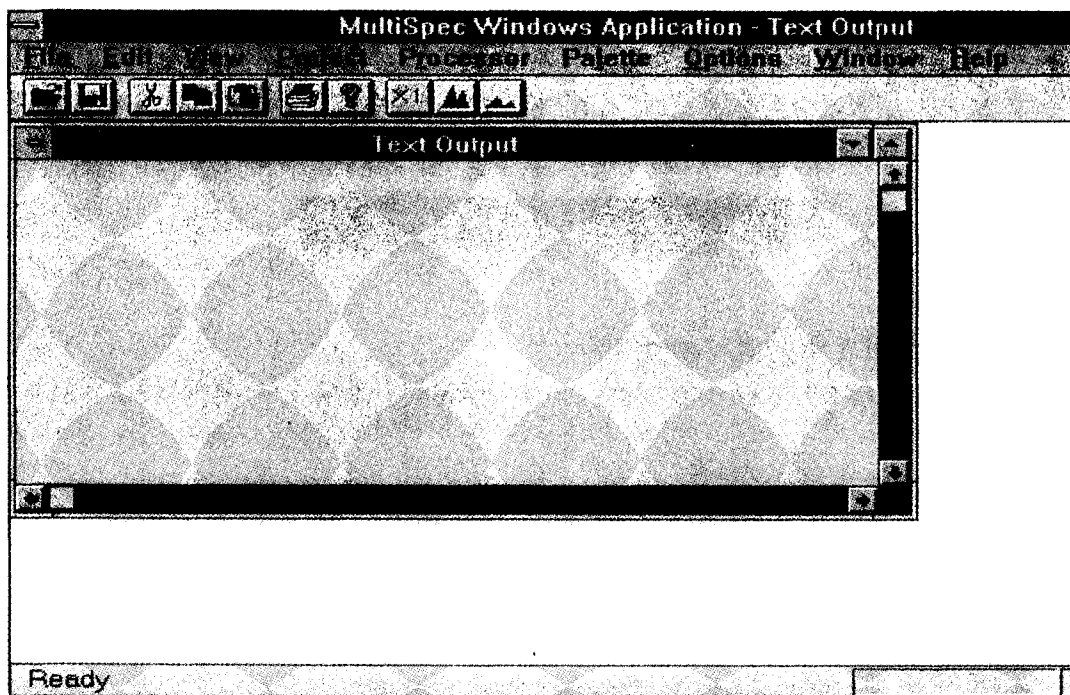


图 27

• 拉下 File 菜单,选择 Open Image. 双击 BEVERLY. LAN,选择那一个卫星图像。

- 你的屏幕上应出现一个对话框 Set Display Specifications for 'BEVERLY, MA. LAN' (如图 28)。

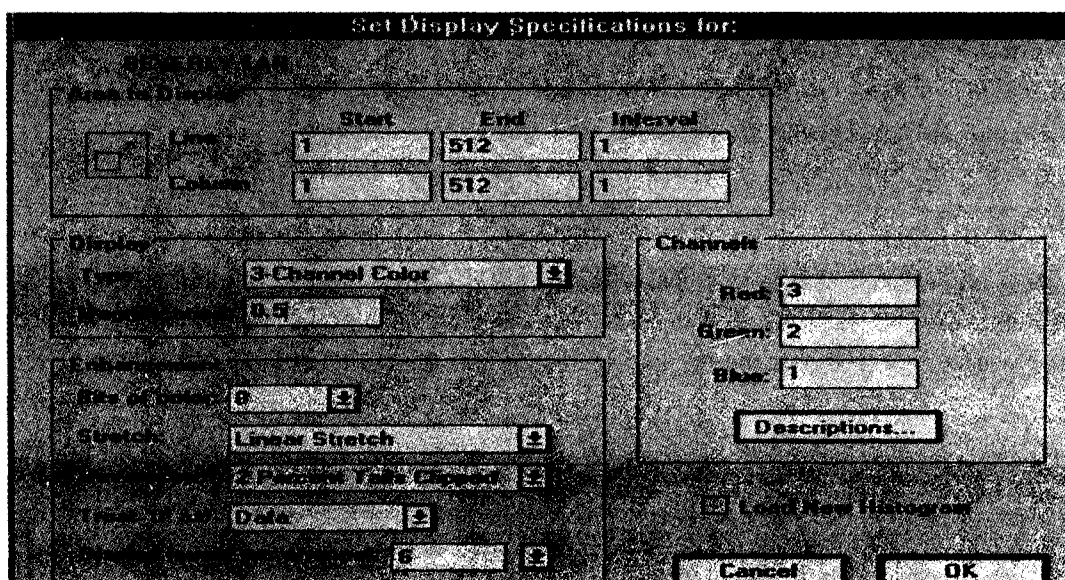


图 28

- 点 Display Type 项, 选择 3 - channel Color。
- 在 Bits of color 项选择 8! (如果你为此程序分配了高于标准的 RAM, 你可以达到 24bit)。如果你在没分配足够内存的情况下选择 24bit, 将有消息框提示“内存不够”, 你的图像显示将会出现问题。这个提示不是指你的计算机的内存容量, 而是指内存分配。
- 在 Channels 栏下, Red 项选 3, Green 项选 2, Blue 项选 1, 然后单击 OK。注: 在此程序中直接使用 BACKSPACING 和 DELETING 删除原有数字无效。应先将光标移至选项数字左端, 按住鼠标键从左向右拉动, 或双击选项框, 标亮你要更改的数字, 再松开鼠标键, 键入你的数字。你可用 tab 选择选项框。
- 单击 OK。图像应出现在屏幕的左上角。点写有 x. 500 的放大键, 你可立即看到整个图像 (见图 29)。

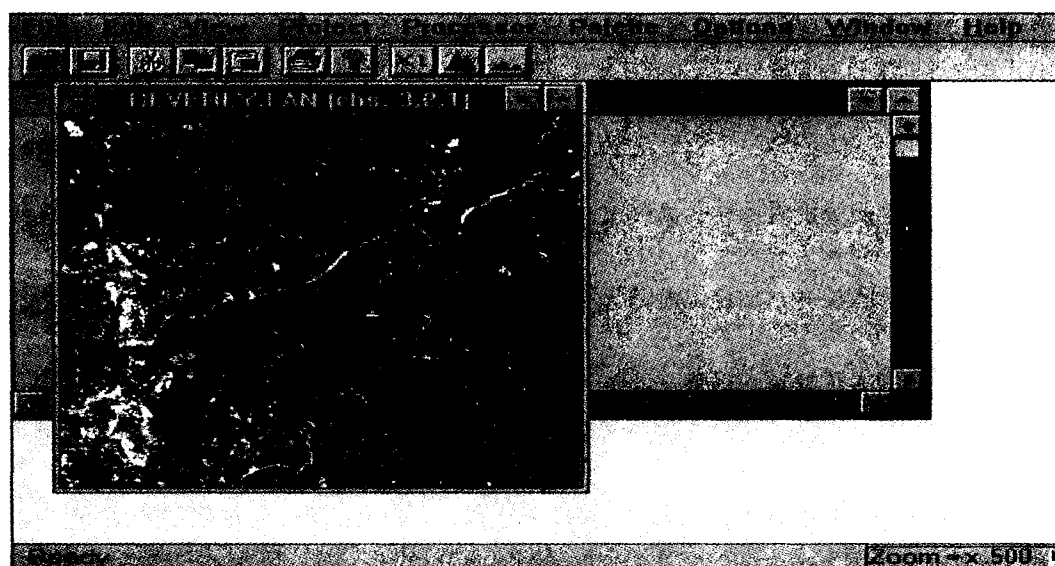


图 29

·点图像窗口右下角，向右下方拉动，扩大窗口。在应用窗口的右下角的键上显示 $\text{Zoom} = \times 1.0$ 。这个键描述的是显示图像的当前放大系数。图像窗口上方、滚动杆右侧的三个键控制图像放大或缩小的系数。单击放大键，使它显示 $\times 1$ 时，说明放大系数为 1。现在点一下这个键，在应用窗口右下角的键应显示为 $\text{Zoom} = \times 1.0$ ，此时图像应充满窗口，窗口的大小取决于你拉动多少。当放大系数为 $\times 1.0$ 时，你只有拨动滚动杆才能看到全图。

1. 试确定公路、桥梁、湖泊、城镇、树木、海岸、覆盖的地区，海岸和浅海附近的沼泽地。你还注意到其他地形了吗？

2. 变焦：放缩键右边的滚动杆上有两个键，分别标有 i 和 o 。点 i 时，图形放大；点 o 时，图形缩小。与此同时，放缩键上的数字也会随之变化。现在点一次 i ，再点数次。最终你会看到屏幕上的图像成马赛克的效果。在做第三项操作前，点 $\times 1.0$ 此时窗口显示全图，图像显示系数应为 1，放缩键显示 $\times 1.0$ 。

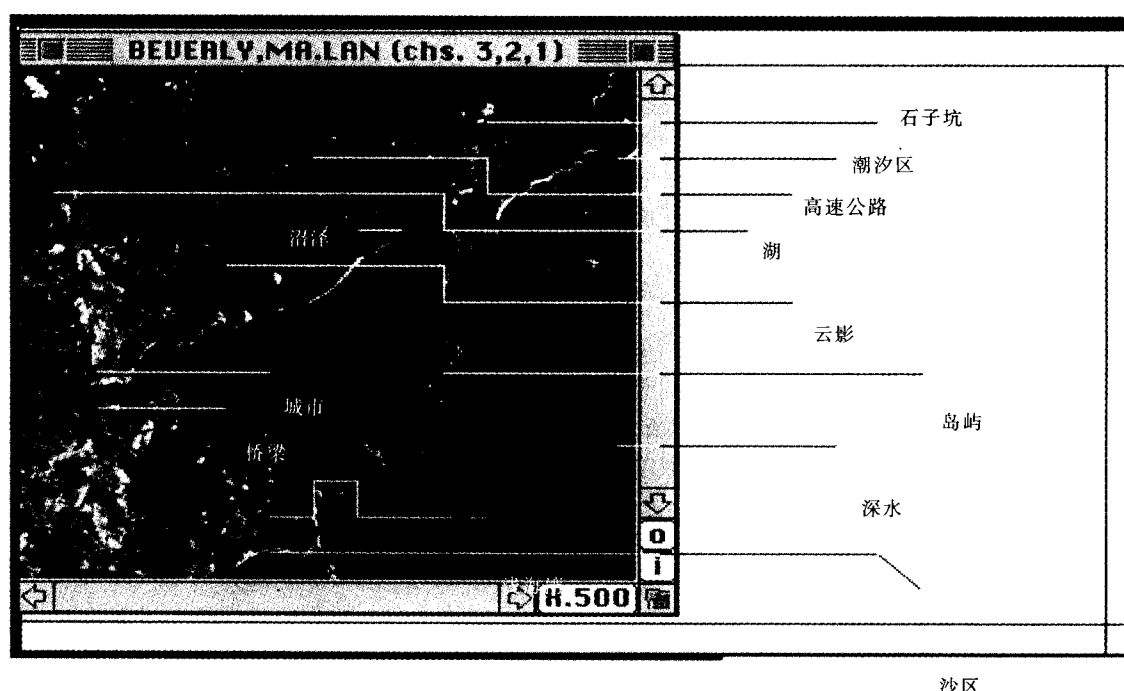


图 30

问题：

- 当你拉近时是否注意到物体长度的变化？拉出时呢？物体的长度随变焦系数成比例变化。
- 当你变焦时你得到了哪些信息，丢失了哪些信息。

当你拉近时，你聚焦在一个比较小的范围。最后图像变成像素的马赛克。当你拉出时，你会看到一个比较大的区域。

单击放大键，回到全屏显示的图像上去。放大键上应显示 $\times 1.0$ 。

3. 变焦键：你还可以框定一个区域，只对它变换焦距。把鼠标点在你想要框定区域的左上角，然后按住鼠标键向右下角拉动。当拉到足够大时，松开鼠标键，注意你选定的区域被模糊的线条框起来。你可连续点 i 键将选定区域不断拉近。你看到了什么？如果框定区域不是正方的，图像比例会发生变化吗？请说明理由。

图像的比例不会变化。长度全部按比例变化,形状不变,大小改变。

变焦时按住 option 键,图像放缩系数以十分之一的幅度变化。

单击放大键可回到全图状态,放大键上显示 $\times 1.0$ 。

4. 推动图像: 可以通过拨动滚动杆来推动图像。

观察卫星图像中的颜色

图像显示

在 Processor 菜单中选择 Display Image。

请阅读如下关于颜色和 Landsat 卫星图像的内容。红、绿、蓝三色与计算机显示器的色枪有关。(它们将红、绿、蓝三色以不同的明暗度反映在像素上。)波道(通常被称为光带),是指图像中卫星感受到的物体反射光的光带。光带 1 代表反射的蓝光,光带 2 代表反射的绿光,光带 3 代表反射的红光。红、绿、蓝是可见光源的基本颜色。当色枪把不同明暗度的红、绿、蓝光反映在像素上时,屏幕上会相应显示出来。比如,相同明暗度的红光和绿光生成黄色;相同明暗度的蓝光和绿光生成蓝绿色;相同明暗度的蓝光和红光生成红紫色。光带 4 和光带 5 分别接受反射的近红外和中红外能。我们将使用以下红绿蓝(RGB)波道设置说明不同波道的组合。

真彩图像 — 这种光带的组合形成的图像与人们肉眼看到的一样。

红 3(可见红光带)

绿 2(可见绿光带)

蓝 1(可见蓝光带)

其他带组合形成的图像与人们肉眼看到的不一样。这种图像被称为假彩图像。输入如下光带的组合并观察结果。

A. 如下光带组合模拟红外空中照片。能够反射大量红外能的植物,在这种带组合下会呈亮红色,这可以帮助人们研究森林。

红 4(近红外光带)

绿 3(可见红光带)

蓝 2(可见绿光带)

B. 这种光带的组合对区分树木和草地尤有帮助。松树和常青树呈深绿色,落叶树呈中等绿色,而草地呈浅绿或黄绿色。

红 5(中红外光带)

绿 4(近红外光带)

蓝 3(可见绿光带)

使用 BEVERLY, MA. LAN 的计算机图像进行以下工作。

使用所列的红黄蓝(RGB)光带组合确定下列表中的对象。各光带组合下记录各对象的颜色。RGB321 的意思是将 3 号波道分配给红色枪,将 2 号波道分配给绿色枪,将 1 号波道分配给蓝色枪。欲改变色枪分配,可拉下 PROCESSOR 菜单,选择 DISPLAY IMAGE 功能。

解决疑难的几种办法

如果你是因为误操作,拉下文件菜单并选择了打开图像,那你就必须更改全部设置,而不仅仅是更改颜色分配。你可以参阅启动说明保证正确完成这个动作。

如果你以一幅非常小的图像结束,说明你误选择了整幅图像的一小部分后又要求显示图像。在 Processor 菜单中选择 Display Image。点左上角 Line 和 Column 两字左边的小键,这将使图像恢复到 512 × 512 像素的显示水平。

完成下表,记录每一个组合组带下各类对象的颜色。

	RGB	RGB	RGB
	321	432	542
-	海滩		
-	高速公路		
-	树木覆盖的地区		
-	海洋		
-	城镇		

试一试其他的组合光带,写下你观察的结果。

参考资料:MultiSpec Bands 及他们的应用

光带	基本用途
1 蓝色可见光	用于在地图上标示近海水域,森林种类,区别土壤和植物,确定人造对象,建筑等如公路、建筑等
2 绿色可见光	用于区别植物,确定植物生长状况,确认文化遗迹
3 红色可见光	用于区别植物种类,确定文化遗迹
4 近红外能	用于确定植物种类、生长状况和观察水体边界上的情况
5 中红外能	用于区别云和雪,确定植物与土壤的湿度
6 热红外能	(不包括在 Landsat Unit 盘中)用于确定相关温度和土壤湿度
7 中红外能(波长大于光带 5)	(不包括在 Landsat Unit 盘中)用于区分矿物和岩石的种类,并确定植物的湿度

参考资料:Lillesand, Thomas M. & Kiefer, Ralph W. (1987), Remote Sensing and Image Interpretation. 2nd Edition. New York: John Wiley and Sons. P567.

给我的世界涂颜色

准备工作

刚才你已经改变了图像的颜色。物体可能因为颜色的改变而变得容易区分,或因与其附近物体靠色而难以区分。由 MultiSpec 程序绘出的图像上的五个通道,其数据来源于五个不同光带之一的电磁光谱。对这五个光带, Landsat 5 遥感反射的光线或能量,并以对应的数字表示它的光亮程度。其中有三个光带处于可见光区:光带 1 是反射的蓝光,光带 2 是反射的绿光,光带 3 是反射的红光。反射的红、绿、蓝光可以用于区分人造目标(如公路、建筑)与自然景观(如河流、湖泊及山地)。另外两

个光带,光带4和光带5属于红外光区,人的肉眼看不见。你可以通过反射的红外光确定植物种类和生长状况,区分云和雪,识别矿物和岩石的种类。当你为 BEVERLY, MA. LAN 的三个颜色带确定数字时,你可要求计算机显示电磁光谱的三个光带。

你可显示单个光带中的图像。此时你的图像上就只显示一个电磁光谱带上的光亮度,像红色可见光或近红外能。

在这一课里,你应尽量熟悉不同电磁光谱带上反射的物体的种类。这将帮助你更好地理解 Landsat 5 的图像。

所需材料

两部 Macintosh 计算机,分别装有 MultiSpec 及 BEVERLY, MA. LAN 软件。

每组都要与其他组结合,使用两台机器。如每一两个学生就拥有一台电脑,你可以在更大的组里使用三台电脑。如果你的计算机有足够内存打开多个 BEVERLY, MA. LAN 图像,你也可以用一台计算机完成。

打开 MultiSpec 的 Processor 菜单,选择 Display Image 项,我们可以发现电磁能量与光带的联系。也许你可以把“参考资料:MultiSpec Bands 及他们的应用”放在手边。

·如果你重新启动计算机,按照启动部分的前四步操作进入 BEVERLY, MA. LAN 的对话框,题目是: Set Display Specifications

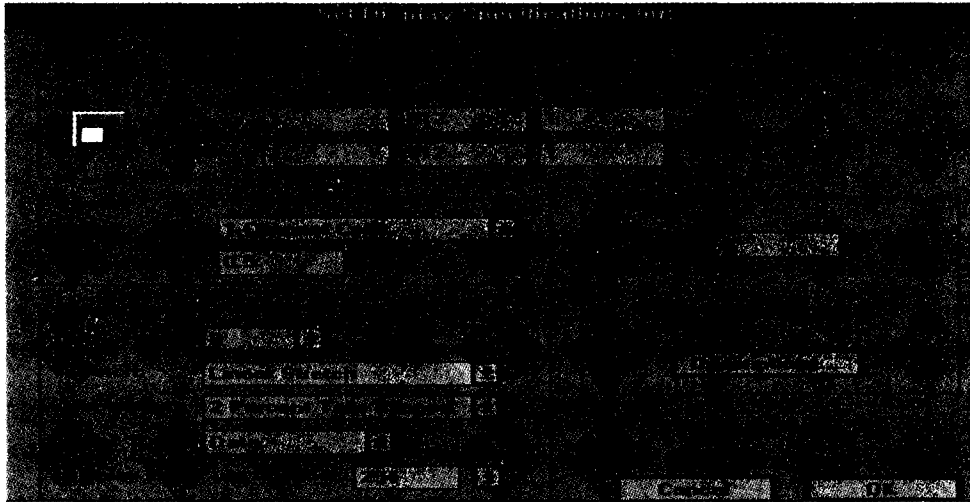


图 31

- 单击 Display type, 选择 1 - channel color。
- 单击 Bits of color, 选择 8 或 24。
- 现在对两部机器的操作有所不同:
 - 其一, 在 channel 项输入 4 (在“Grey”字后)。(记住先标亮要更改的数字再输入新的数字, 用 backspacing 或 deleting 键更改数字有时不成功)。击回车或 OK。
- 你看到的灰色图像代表电磁能带的反射水平。那是哪一个光带? 它是可见光带吗?
- 在另外一台机器的 channel 项输入 3, 击回车或 OK。光带 3 代表的是哪一个电磁能带? 是可见光带吗?
- 如果有第三台计算机, 选择另一个可见光带看看。
- 显示图像后, 扩大视窗使图像大约增大一倍。点右下角的放缩键 X. 500 扩大图像。此时应显示 X1.0。

- 拨动滚动杆,使每一台机器显示这幅图像的一个位置。
- 在屏幕上保持住这两幅图。
- 现在你在 Processor 菜单下选择MDisplay Image,改变波道数后并回答问题。

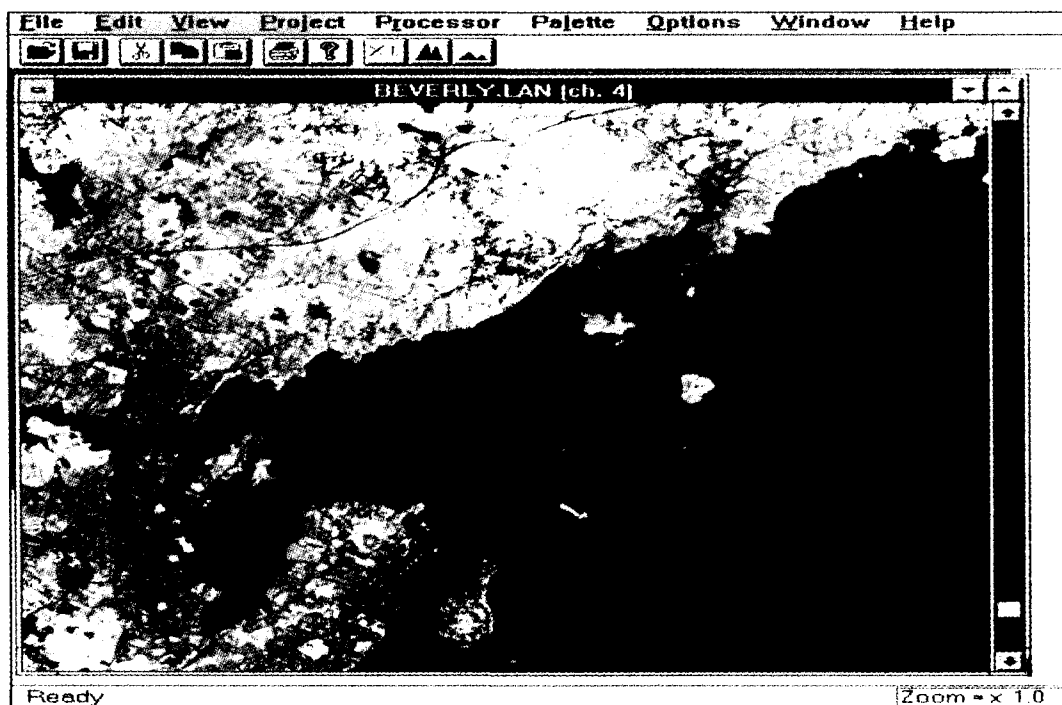


图 32

阅 读

如果物体在某个光带上的反射水平较高,它将非常亮(接近白色)。如果反射水平很低,它将吸收大量光线,显出非常暗(接近黑色)。比如说,如果一个物体反射的蓝光多于红光,它将在为蓝光而选的光带 1 的图像中显得比较亮,亮度高于在为红光而选的光带 3 的图像。

尽量完整地回答如下问题

1. 在一幅图中区别出树、Beverly 和 Salem 之间的铁路桥和浅湾比较容易,而在两幅图中较难。公路在其中一幅图中较亮,而在另一幅图中较暗。参考电磁光谱的红色和近红外光带解释这个观察结果。

在红光带中,树木吸收红光,显得较暗,可以把它从海岸和草地中区分出来。在近红外光带中,树木显得非常亮,因为它们反射近红外能,此时不易把它们从草地中区别出来。

Beverly - Salem 桥东的浅水反射一点可见红色光,显得比深海要亮。所有水域都吸收近红外能和中红外能。

铁路桥反射红光,在红光带中可见。它吸收红外能,因此在红外光带不易区分。

高速公路吸收红色可见光,吸收近红外能。

2. 列出其它反射红色可见光水平较高而反射近红外能水平较低的物体,或反射近红外能水平较高而反射红色可见光水平较低的物体。

建筑物,又被称为人文对象,反射可见红色光,但吸收近红外能。

注:改变光带数字并作比较以回答以下问题。

3. 人文对象是人工工程,包括公路、建筑物和桥梁。你注意到它们对可见光和红外能的反射情况是怎样的?在显示可见红光的计算机上,将波道改成可见绿色光(光带 2),然后再改成可见蓝色光

(光带 3),回答这个问题。

人文对象对所有可见光的反射程度都较高,而对近红外能的反射程度较低。

4. 你观察到海洋对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样? 作为进一步的研究,你也许要查阅一些资料,来说明为什么水面会呈现蓝色。

水体吸收几乎所有的能量,但反射蓝色可见光较多。

5. 你观察到树木对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样?

树木反射红色和蓝色可见光较低,绿色光较高,对近、中红外能的反射水平高。

6. 你观察到“人文对象”对红、蓝、绿和近红外能的反射情况怎样?

人文对象反射所有可见光,对近红外能反射水平低。

7. 图像上有一些云彩,其中一片盖在 BEVERLY 上空。试用不同的光带观察云彩的反射情况。

云彩反射所有可见光和所有红外能。这就是为什么选择没有云彩的图像对于区分地面上的对象很重要,因为云彩能够盖住地面。雷达可以透过云彩。Landsat 6 带有雷达遥感器,但没有发射成功。

8. 图像中云影和湖泊的地区都较暗,试用不同的光带想办法区分云影和湖泊。

湖泊反射可见光的水平低,根本不反射红外能。云影是透明的,反射它下面的任何物体。这意味着,如果云盖在树上面,云影下的地区对红外能的反射水平较高。

9. 提一个关于颜色和图像的问题,或者自己回答,或者让临近的小组回答。

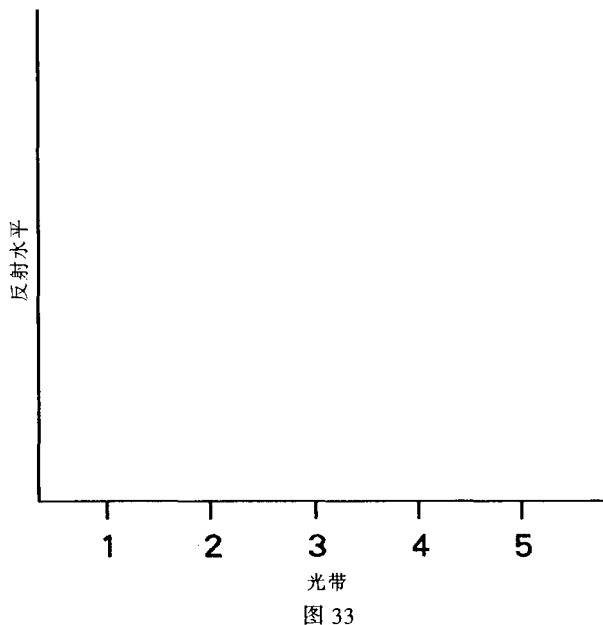
将问题和答案写在这里。

10. 完成图 33。

a. 画出“反射水平”轴上的刻度。

b. 填写与“光带”轴上的数字相配的单位。

11. 假设你只选择了一个只含有树的像素,在第十题的图中,试说出每一个光带上的反射值。利用第五题的答案帮你回答这个问题。



画图

预备知识

下面将要学习的矩形图是卫星测出的 5 种波长的反射值。在水平方向上的刻度 1~5 分别表示蓝、绿、红、近红外、中红外的波长。垂直方向的刻度从 0(无反射)到 255(最强反射)。有时垂直方向超过 255,但绘出的值永远不会超出 255。注意,矩形图中的值只有在横坐标的 1,2,3,4,5 点上才有意义。连接各点的线段不代表其他波长的反射值,它们只是为了使图表更清晰。

红线是选定区域内所有像素反射的平均值。绿线区分出与平均值小于一个标准偏差的反射值,蓝线标出最小和最大值。对标准偏差还没有正式的定义。这里只是说绿线包含选定区内大约 66% 的反射。

从数学上讲,重点应该放在对图表的解释上。你会看到自动充满窗口的图表。如果是很近区域,这种图像容易使人混淆,因为两个区域的纵向坐标可能变化很大。所以尽管两个图看似相近,它们的纵向

值却可能相差甚远。这种现象说明两幅相对形状相同而绝对形状相异的图像间的巨大区别。

例如,下面的两幅图(图 34),它们的相对形状几乎一样,但绝对形状非常不同。左侧的矩形在光带 4 上有一个落点,右侧的矩形也一样。但与左侧的相比,右侧矩形上的落点的幅度非常小!注意,右侧图上的落点幅度实际上看上去比左侧的大。但当我们仔细观察纵坐标时,会发现左图该点的落差近 200,而右侧的只有 9。所以这两个点在相对位置上相同,但绝对值相差很大。

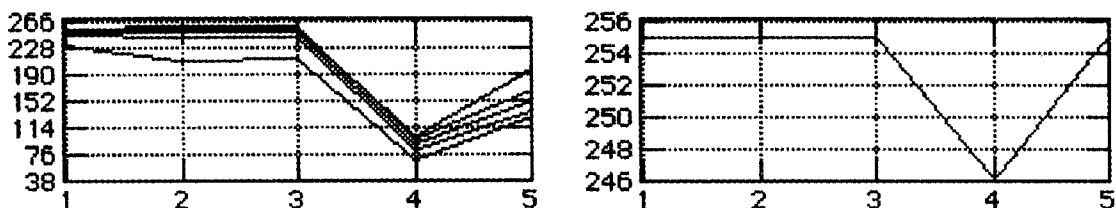


图 34

如何使用矩形图分类和区别一幅图上的不同地区

到现在为止你应明白,我们研究的图像是基于那些代表在五种不同波长下的反射光强度的数字。拉伸图像,为不同波长分配颜色能够帮助我们区别看上去相似而其实不同的图像。尽管如此,在屏幕上还是有一些相似的地区,其实代表了地球上不同的对象。在这一课,我们将学习如何运用 MultiSpec 的另一工具为地区分类和识别不同的地区。

哪些东西位置不对?

启动 MultiSpec 程序,打开一幅 Beverly, MA 的图像。将红、绿、蓝分别分配给光带 3, 2, 1,从而生成一幅真彩图像。

从 Options 菜单中选择 Show Selection Coordinates。从 Options 菜单中选择 New Selection Graph。点图像窗口中任意处将它标亮,再点图像中的任意像素。

改变窗口大小(点右下角的键),在桌面上移动窗口(拉动窗口的题目行),得到如图 35 的图像。

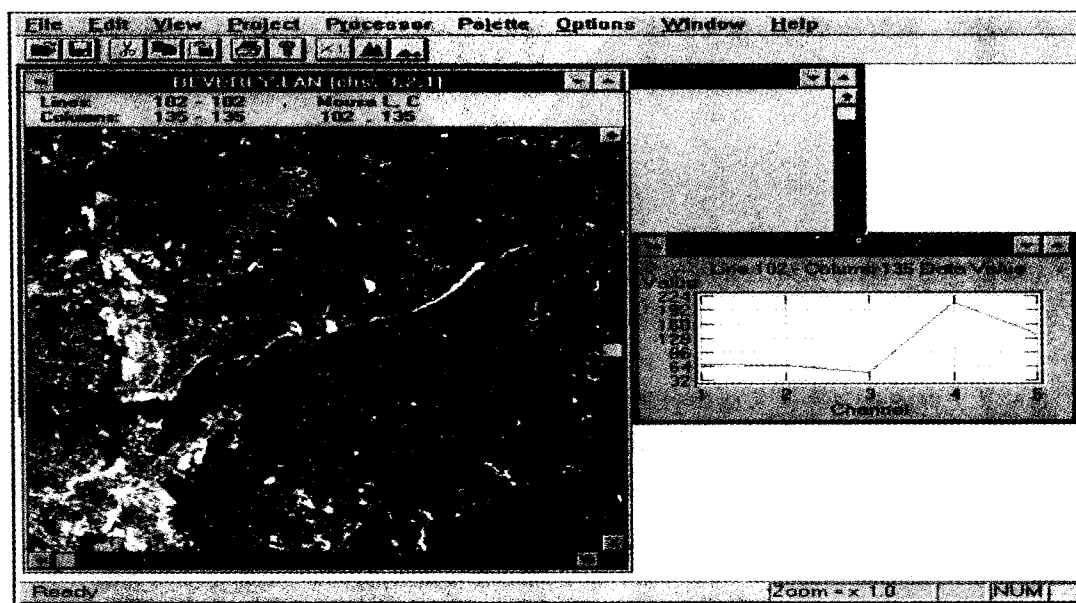


图 35

坐标杆

图 35 的上方是坐标杆。当你点到这个窗口时,这个杆告诉你选定图像某个部分的确切位置。光标的坐标是一对有序数字,第一个是横向位置,第二个是纵向位置。在这幅图中,选定像素的坐标是(102,135)。根据你放大的系数,你可能要不同程度地移动滚动杆找到某个像素。

选区图

坐标窗口下方是选区图窗口。这一课你应学会使用这个窗口。它是关于选定像素反射值的图。在上一幅图像中,选区图说明的是位于(102,135)点上的像素。

这幅图提供了有价值的分析信息。横坐标上标有1、2、3、4、5,对应着 Landsat 观测的蓝、绿、红、近红外和中红外光波。纵坐标对应反射值,其范围在 0~255 之间。0 代表极小的反射率,255 代表较高反射率。记住这些数字可能是拉伸数据的结果。我们选择的像素在光带 4 中最亮,在光带 3 中最暗。这说明这个位置上的物体反射较多的近红外光,而对其他波长的光线反射较少。

现在单击图像窗口内的任意点击活它。然后点坐标为(254,248)的像素。它在海上。在这一点上,我们发现其反射水平大约在 60,44,10,11,6。观察图 36 的图像,考虑你的屏幕应是怎样的。

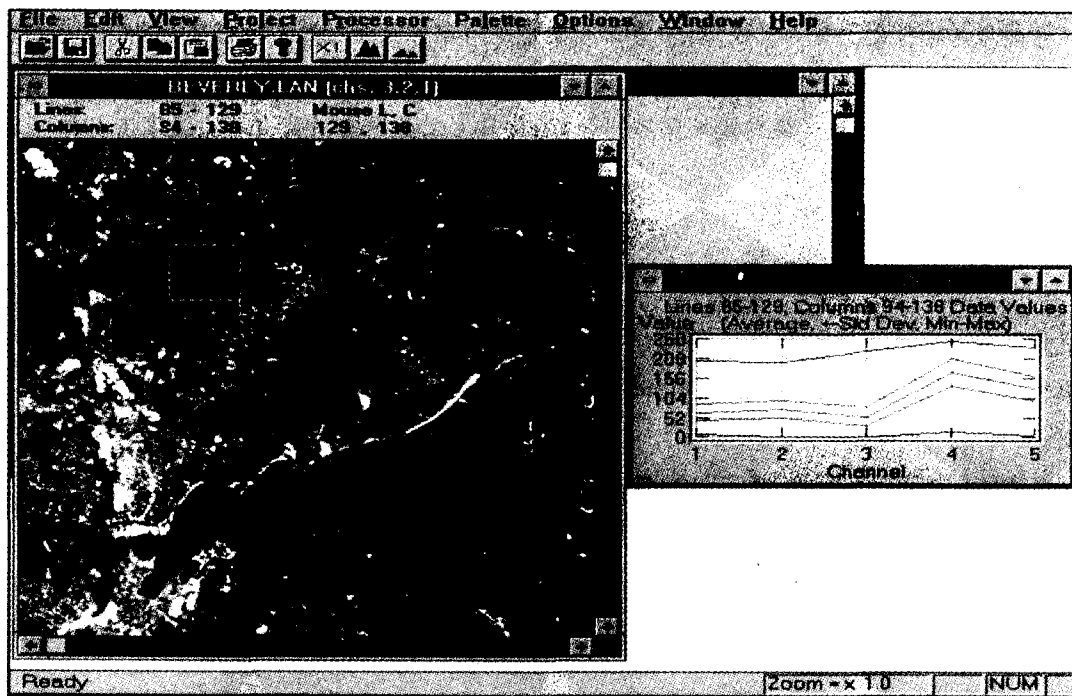


图 36

注意:这里每一个光带上的反射值都低于在点(102,135)上的像素。

这个差别是有道理的,因我们认为在图像上海洋应比陆地颜色深。如果你曾经从海洋或树林的上空飞过,你也许会注意到海洋几乎呈黑色,而树林却显得较亮。水体吸收几乎全部光能的性质帮助我们确定一块深色区域是否是水域。

现在点图像窗口并拉动鼠标选定一群像素。我们选定了一个矩形,左上角的坐标为(85,94),右下角的坐标为(129,138)。在你的图像上选择相同的坐标,应出现类似图 37 的图形。

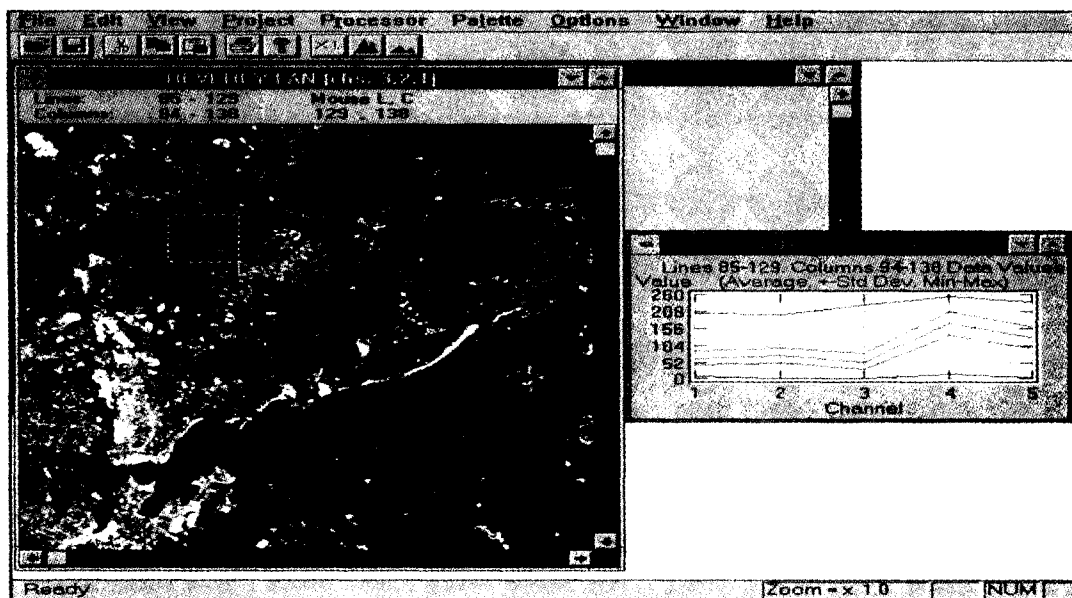


图 37

注意现在的选区表上有 5 条线。红线表示我们选定的矩形区内所有像素的平均反射值。绿线标出 66% 的像素的反射值范围。蓝线说明选定区内像素反射的最大值和最小值。

例如在光带 4 中,选定区域内最低反射值为 10,最高为 255,66% 的像素的反射值在 130 和 208 中间,平均反射值为 160。

用矩形图窗口区别 不同地区

我们可用矩形图来确定相似或不同的区域。我们选择两块感兴趣的区域,标出矩形图进行比较。

放大图像至 X2.0。用鼠标选定一块矩形区域,左上角坐标为 (179, 30), 右下角的坐标为 (182, 37)。你的屏幕上应出现图 38 的图像。

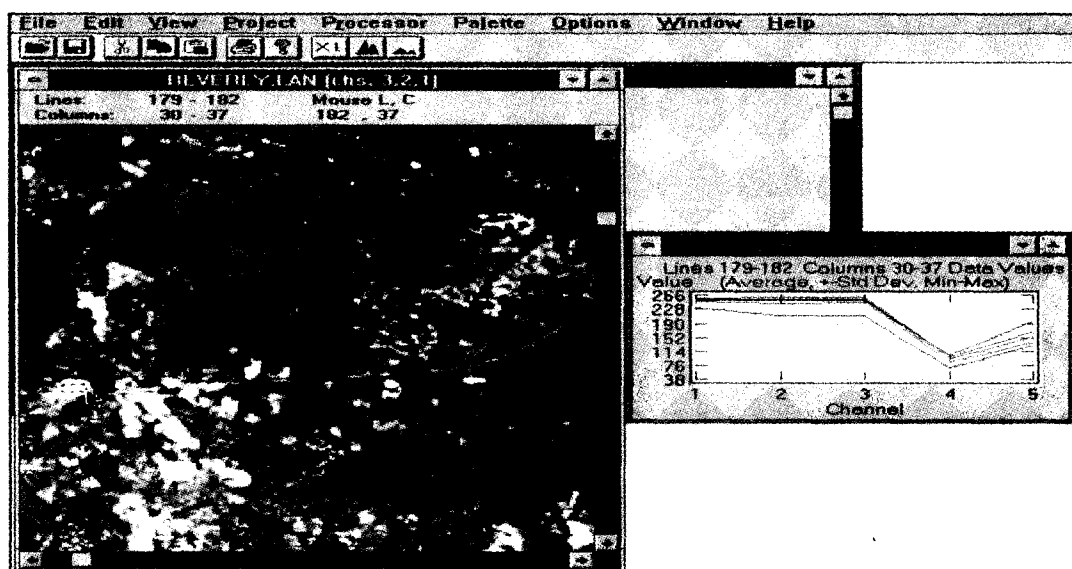


图 38

现在在 Options 菜单中选择 Keep Selection Graph。这时将出现一个新的选区图,而旧的会存储起来保持不变,即使你选择了一组新的像素。将第二个选区图放在第一个的下面,你的屏幕应是如图 39 这样。

如果你的屏幕和图 39 一样,用鼠标激活图像窗口,点一个像素。注意上边的选区图保持不变,只有下边的发生变化。同时显示两幅选区图,使我们能够比较新区域和保存起来的带有白色的矩形区。这个白色地带在 Beverly 市区的边缘,接近一条公路。看上去,这一亮带是由于金属或水泥屋顶的大型建筑反射光线造成的。

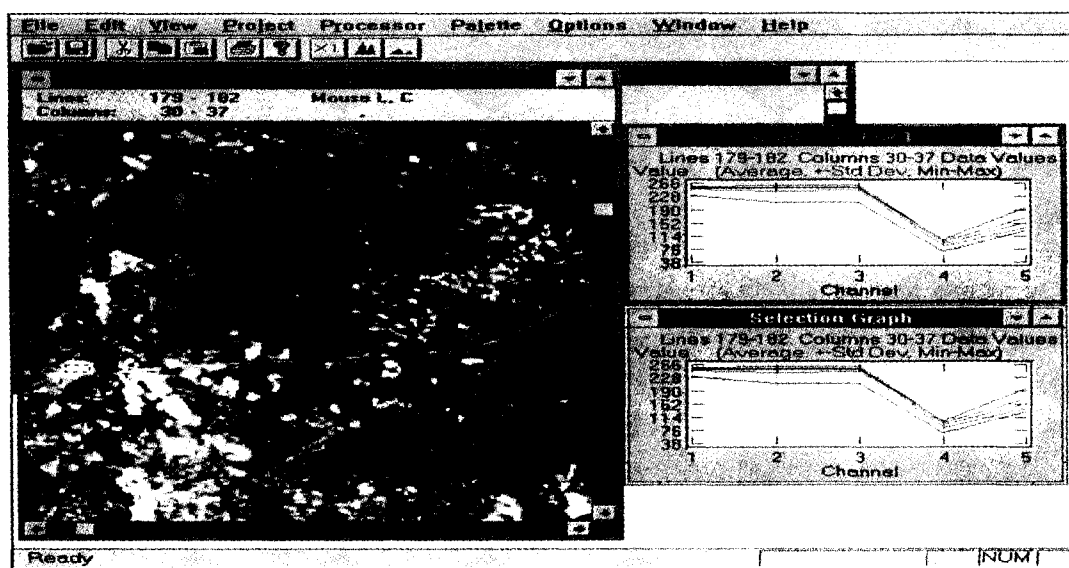


图 39

选择坐标为(210, 216)的像素,它处在另一亮带,距 Beverly 市区较远。它也是建筑物吗?咱们比较一下这个地区的矩形图和第一个矩形图,来确定它们是否表示同一种对象。选好(210, 216)的像素后,你的屏幕上应是如图 40 的情况。

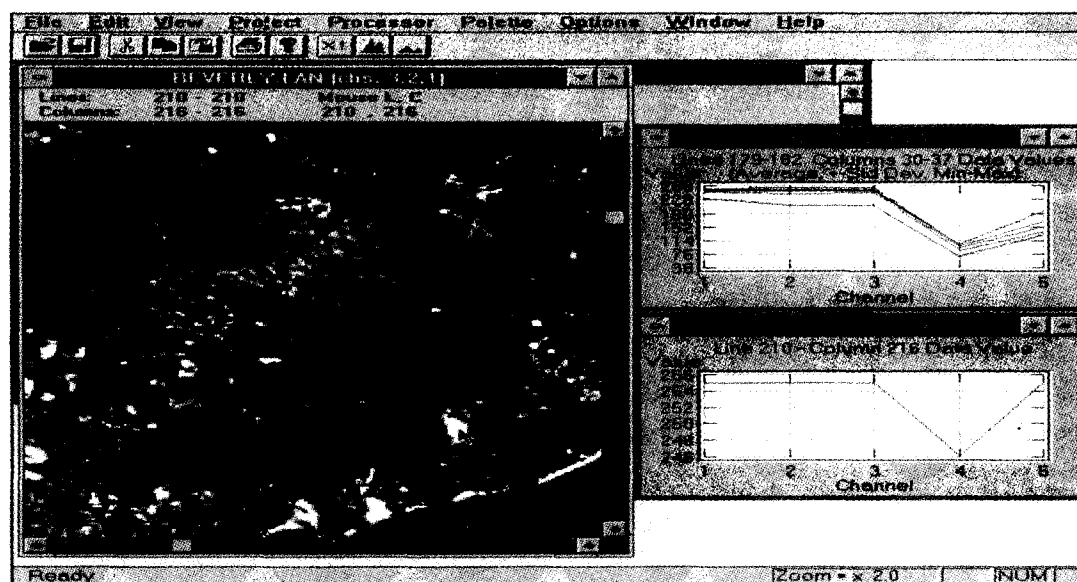


图 40

绝对和相对差别

图 40 中,第一个选区图是 Beverly 市区内的较亮对象,第二个选区图是表示鼠标所指的、坐标为 (210,216) 的像素所在的亮区矩形图。这两个亮区是否相同呢? 它们的选区图很相似,两者在光带 4 都有落点。

如果不仔细观察,我们可能会得出结论说,这两种对象是一样的。如果对它们的判断十分重要的话,我们当然可以到地面上确认。然而有时地面确认花费昂贵或不易操作。在这种情况下,更细致地检验选区图就是我们判断这个对象的唯一途径。

仔细观察这两张图,尤其是纵向的数值。MultiSpec 程序会自动在纵向上选取反射极值。结果可能是,我们只看到全部规模的一小部分。这样的好处是,我们只看到与我们的选择区域相关的那部分;不利之处是,比较两张范围不同的图会造成混乱。

注意:第一张图中,曲线从光带 1~3 的 200 以上落到光带 4 的 90 左右。第二张图中,曲线从光带 1~3 的 255 落到光带 4 的 246。这个变化在绝对值上非常小,只有 9 个单位的变化。而第一张图上的曲线绝对值变化巨大,约有 150 个单位! 当我们看到了这个区别的时候,当然也就发现了这两张图的区别。

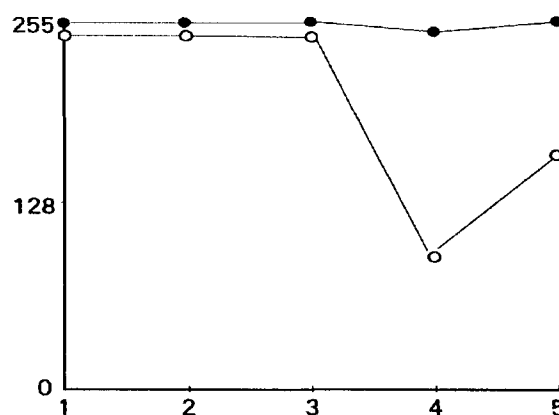


图 41

两张图看起来相近的原因是,我们开始只注意了它们相似的相对形状。两张图在光带 4 上都有落点。为把它们的区别表现得更明显,我们可以在同一坐标系中描出这两条曲线,如图 41。

在光带 4 上落幅较大的物体反射很少的红外能。另一物体的曲线说明它反射了各种波长的大量能量。

以上例子提醒你在判断两张图上的曲线是否相似时,要考虑到相对相似和绝对相似的问题。

其他区分练习

屏幕左侧明亮的物体(Beverly 的市中心)很像是建筑物。现在我们有证据(矩形图)认为屏幕右侧的亮区不是建筑物。我们已经判断过两种貌似而实际不同的对象。

那么屏幕右侧的亮区究竟是什么呢?

将图像缩至 X2.0, 并把未知的亮区放在图像窗口的中间部位。注意这三组明暗对应的地区。这三组对应的排列很相似。从屏幕上看,暗区总是在亮区的左上角且距离相等。如果你还没有意识到的话,想象它们会不会是云和云影?

非常相似的形状可以说明,我们看到的的就是云和云影。仔细观察图 42 中 A 组的暗区和亮区对应得多么紧密。这肯定是云和云影。

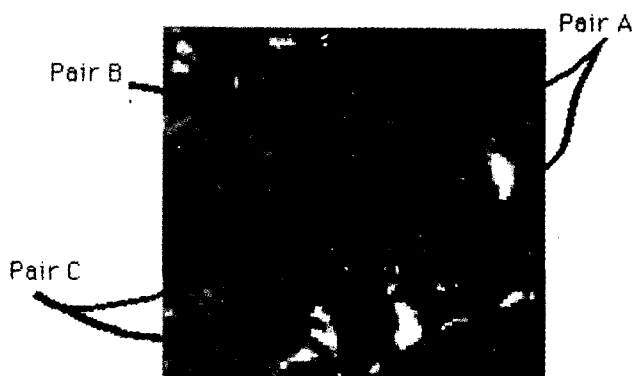


图 42

我们还是不要轻易相信这个结论。暗区还可能是什么呢？也许是湖！取一块暗区的的像素群存起来，与那张已知的湖的矩形图比较。我们可以按照下面的步骤准备一个新的区分练习。

用鼠标激活上边的选区表。按关闭钮(在窗口的右上角)关闭旧的矩形图。

用鼠标激活图像窗口。选择矩形像素群，左上坐标为(186, 183)，右下坐标为(189, 186)。这一块暗区可能是云影，也可能是湖。你可将图像缩至 X2.0(X1.0)，你的屏幕会出现如图 43 的情况。

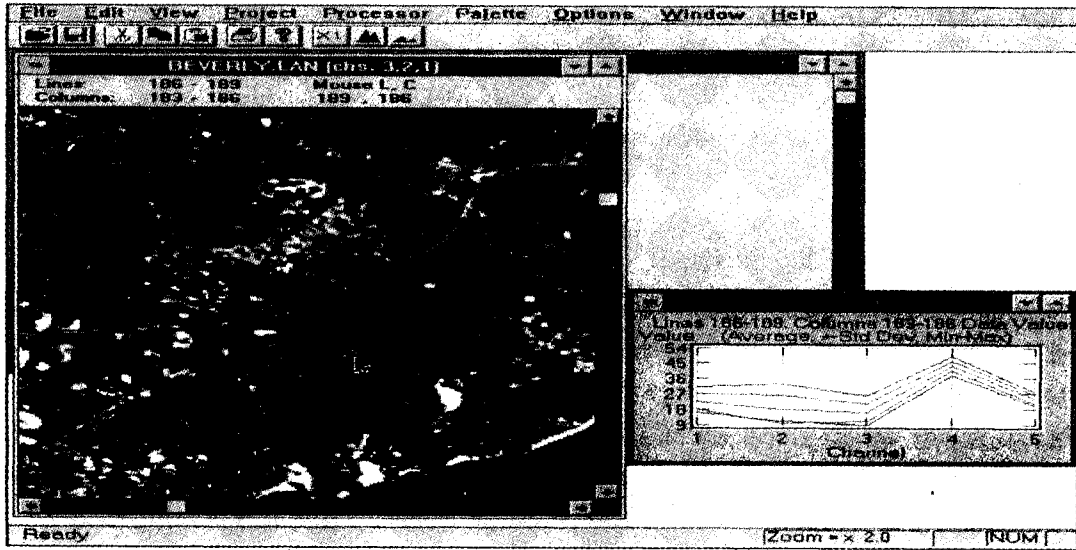


图 43

如果你的屏幕与图 43 相似，将选区表从下向上移动到原来旧选区表的位置。然后在 Option 菜单中选择 Keep Selection Graph。现在上边的选区表将总是保持显示可能是云影的矩形图。在这幅矩形图下面重新确定新选区表的大小和位置。

现在去找湖。用鼠标激活图像窗口。选择矩形像素群，坐标从(52, 237)到(56, 243)。经过地面确定，这一地区肯定是湖泊。湖区的矩形图应显示在下面的选区表上。选择了已知湖区后，你的屏幕应是如图 44 这样的。

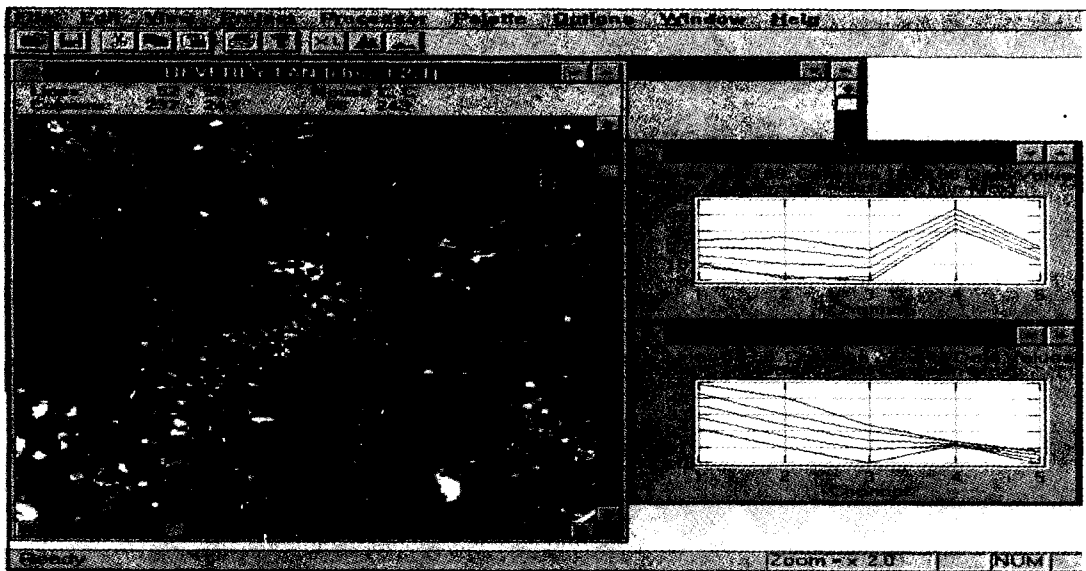


图 44

注意:这两幅图的纵坐标几乎一致。我们可以直接比较,不必担心相对相似和绝对相似的问题。

上边一幅被怀疑是云影,下边的已知是湖泊。它们一样吗?不。和云影相比,湖泊吸收更多的近红外能(光带4)。它们在光带4上的反射值相差3倍(湖泊是11,云影是44)。这个区别可以说明,云影下的树反射红外能多于湖泊,因为水对红外能有极好的吸收性。

我们的实验就要结束了。我们使用了矩形图来确定云和云影。现在轮到你运用矩形图从 Beverly 图像中发现你感兴趣的東西了。

那是什么?!

使用矩形图观察 Beverly, MA 的图像,看你能否找到其他的地区,它们在图像上形式一样,但反映在矩形图上非常不同。你可以一次在屏幕上最多显示12个矩形图用以比较。

你可以观察这些对象:

区别海滩、海岸与浅水;

比较公路的人行道或停车区与建筑;

测定颜色相似的植物区,它们的矩形图可能不同。

检查从陆地向海洋过度地区的显示详情。比如可以观察从像素(138, 397)向东到(138, 398), (138, 399), (138, 400)……(138, 412)的矩形图变化。

如果你发现了什么有意思的东西,写出观察过程说明。这个指南应该是完整的,别人可以根据它像你一样发现那些对象。说明还要包括对你观察对象的分析。以有关对象的矩形图说明你的结论。还可以把矩形图复制到剪贴板上,再粘贴到其他工具上,如文字编辑软件,这样就形成一个关于某些对象的有代表性的矩形图资料库。以后你可以库中材料为参考识别未知图像。

找到形状不规则的地区

林地及湖泊的边界一般都是不规则的。这一部分讲述如何确定形状不规则的地区。

内接/外接矩形法

用一个大于不规则的观察对象的矩形和一个小于它的矩形分别估算对象的大小,再取两者的平均值得出结果。

比如我们观察 Beverly, MA 附近的一座近海岛屿。图45中确定了一个大于岛屿面积的矩形。

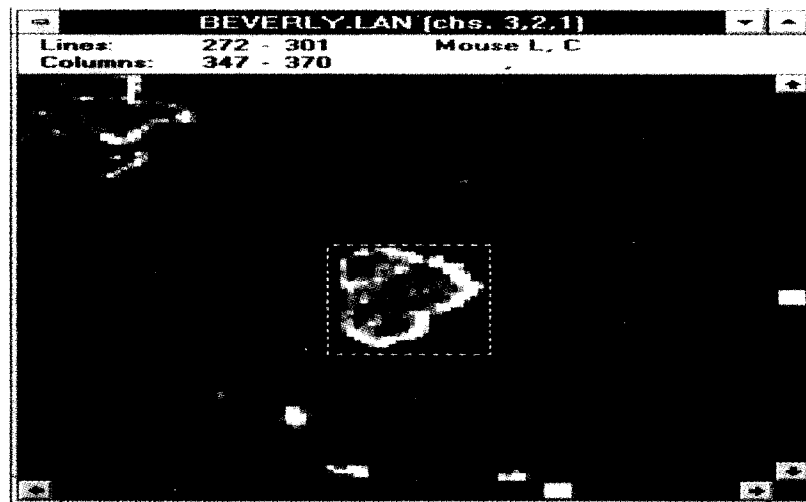


图 45

在 Option 菜单中选择 Show Selection Coordinates, 确定选区的坐标。注意图中的坐标。

将屏幕想象为一幅大的坐标图, 四角的坐标分别为(0,0), (512,0), (0,512), (512,512)。如图 46。横线是水平的, 可以认为是矩阵中的横行。竖线是垂直的, 可以认为是矩阵中的竖行。

图 45 中的横坐标从 272 到 301, 纵坐标从 347 到 370。标亮的矩形横向长 29 个像素 ($301 - 272 = 29$), 或 $30 \text{ 米} \times 29 = 870 \text{ 米}$; 纵向长 23 个像素 ($370 - 347 = 23$), 或 $30 \text{ 米} \times 23 = 690 \text{ 米}$ 。矩形面积为 $870 \text{ 米} \times 690 \text{ 米} = 600300 \text{ 米}^2$ 。

按照同样的步骤确定图 47 中的标亮区。

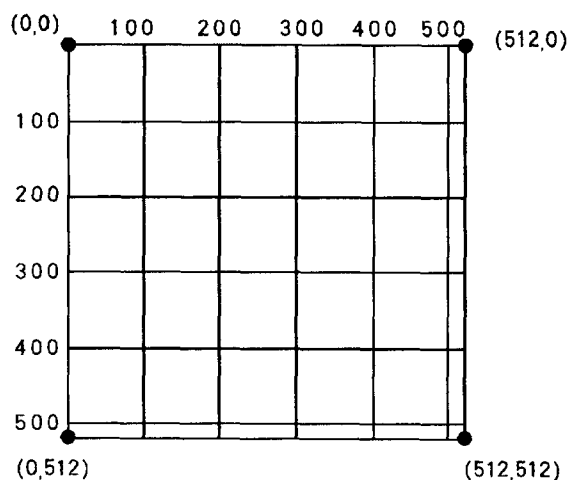


图 46

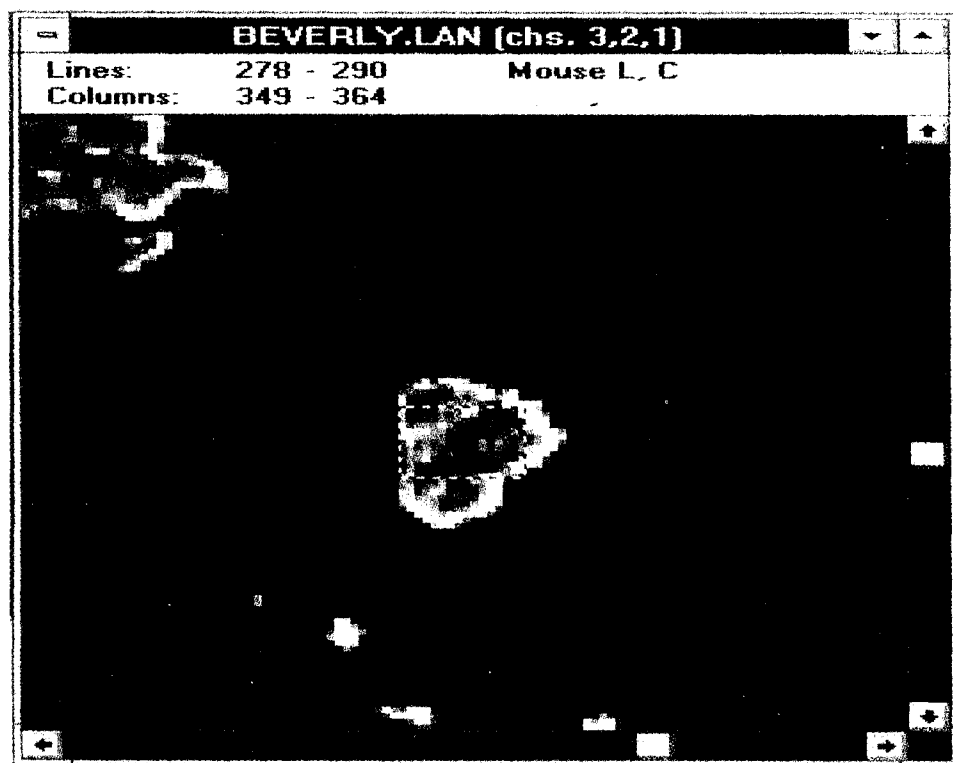


图 47

$(290 - 278) \times 30 = 450 \text{ 米}$; $(364 - 349) \times 30 = 450 \text{ 米}$ 。

这个地区的面积 $360 \text{ 米} \times 450 \text{ 米} = 162000 \text{ 米}^2$ 。

用上述计算结果判断岛的面积:

$(600300 + 162000) / 2 = 381150 \text{ 米}^2$ 。设定精确到百万位, 此地的面积约为 400000 米^2 。

到这里, MultiSepc 教程的基本部分就结束了。你现在应该根据已学的内容观察本地的卫星图像。这个软件很多其他功能会在下面的提高部分介绍。

自动聚类指导

在你的 Landsat TM 影像图中, 卫星传感器接收各像素所对应的地面区域反射的光, 故每个像素都含有该区地面物质的丰富信息。在提供给你的影像中, 每个像素都有对应于每种 TM 带的值, 该值的范围是从 0 到 255。如果你的影像图有 5 个扫描带的数, 那么五个数值都是在 0 到 255 之间, 这在像素样图的右边显示(参见图 48)。

LandSat 像素			
扫描带 1	蓝色	39	30m
扫描带 2	绿色	53	
扫描带 3	红色	25	
扫描带 4	接近 IR	129	
扫描带 5	半个 IR	46	

图 48

这意味着你的影像图可有 256^5 (大约为 11 亿) 种不同的光谱组合。但并非每一个组合都表现为不同类型的土地覆盖; 大多数的变化都是非常小的, 对于我们而言都是表面上“看不见”的区别。

在大多数情况下, 你的计算机控制器只能显示 256 种不同颜色, 因此只有 256 个不同像素。即使设置出“千万种”颜色, 控制器也只能显示众多不同像素中的很小一部分。假设控制器能够显示所有有细微差别的像素, 你的眼睛也只能分辨出其中很小数目的像素。

因为土地覆盖类型的数目是有限的 (修正 UNESCO 分类系统, 即 MUC, 有大约 130 种不同类型), 且没有任何的 GLOBE 研究区域会拥有所有的土地覆盖类型, 所以有必要对像素进行分组, 产生相对较小数量的相互联系紧密的“种类”。把具有相似光谱特征的像素分组的过程可以用两种不同的方式进行: 人工分类和自动分类。

在自动分类中, 你“训练”软件识别像素所表现出的特殊土地覆盖类型。这有赖于你对该区域的认识水平和野外工作的基础。该软件把影像中的像素按你所定义的特征进行分组。MultiSpec 教程提供给你的 GLOBE 材料中有一部分内容是有关人工分类的。

在自动分类或“分群 (Clustering)”中, 我们输入所要分成的组的数目 (或称“群数”), 以及某些其它说明。该软件就会检查影像中的像素, 并按光谱特征的相似度对其进行分组。这些分组并非是以土地覆盖为基础, 而是按照像素的光谱特征的相似性进行的。在你准备 15 公里 × 15 公里的初级 GLOBE 研究区的土地覆盖图的同时, 为了地面研究和后期的监督分类, 你还需要在影像中定义一个相对较大的同质区。你可利用 MultiSpec 完成影像分类。这将有助于你选定进行地面核实调查的区域。

分 群

你可以使用 Beverly 的“附属—设置”、曼彻斯特影像图和 MultiSpec 教程进行分群示范。这个 101 × 101 像素的附属—影像图在示范程序中执行的速度远远快于 512 × 512 影像图的分群, 并且还允许你按该教程中的步骤进行画图。

- 启动 MultiSpec 和打开 belverlysubset.lan 影像...
- 拉下设计 (Project) 菜单, 见图 49, 选择新设计 (New Project)。

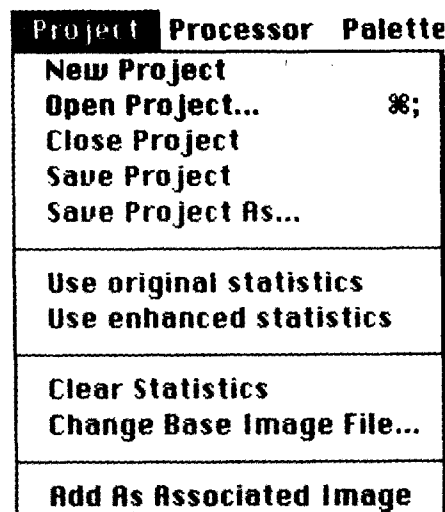
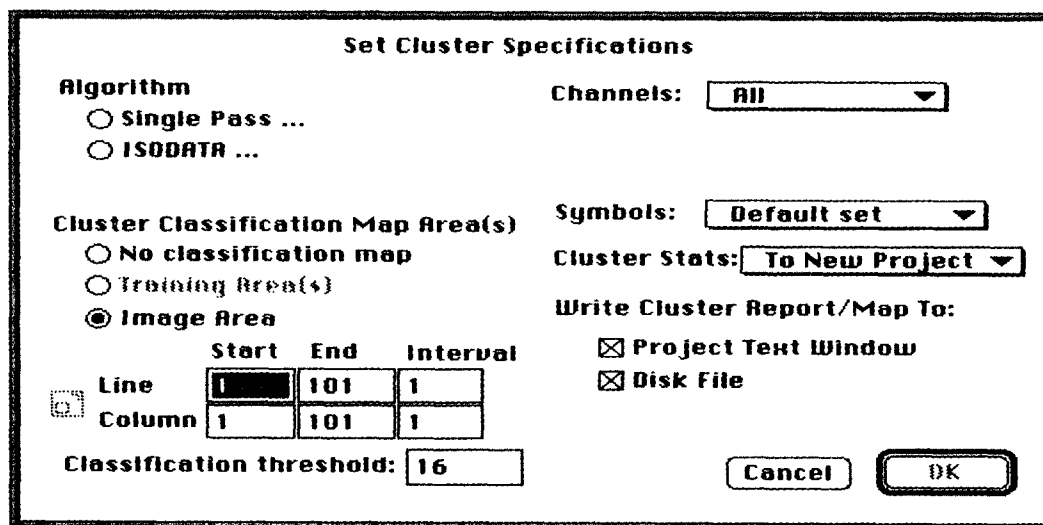


图 49

在你操作过程中,你所做的分群练习是作为设计程序保存的,可以用 MultiSpec 打开成为专题影像图。

· 从处理器(Processor)菜单中选择分群。“分群”是自动分类中 MultiSpec 的术语。这在下页打开的设置分群特征窗口中显示。在这个窗口中,你选择一个分群的“运算法则”(软件进行分群的方法),并键入软件所需的某些数值。

你必须在此窗口做一些必要的设置:



Set Cluster Specifications

Algorithm
☐ Single Pass ...
☐ ISODATA ...

Channels: All

Cluster Classification Map Area(s)
☐ No classification map
☐ Training Area(s)
☒ Image Area

Symbols: Default set

Cluster Stats: To New Project

Write Cluster Report/Map To:
☒ Project Text Window
☒ Disk File

	Start	End	Interval
Line	1	101	1
Column	1	101	1

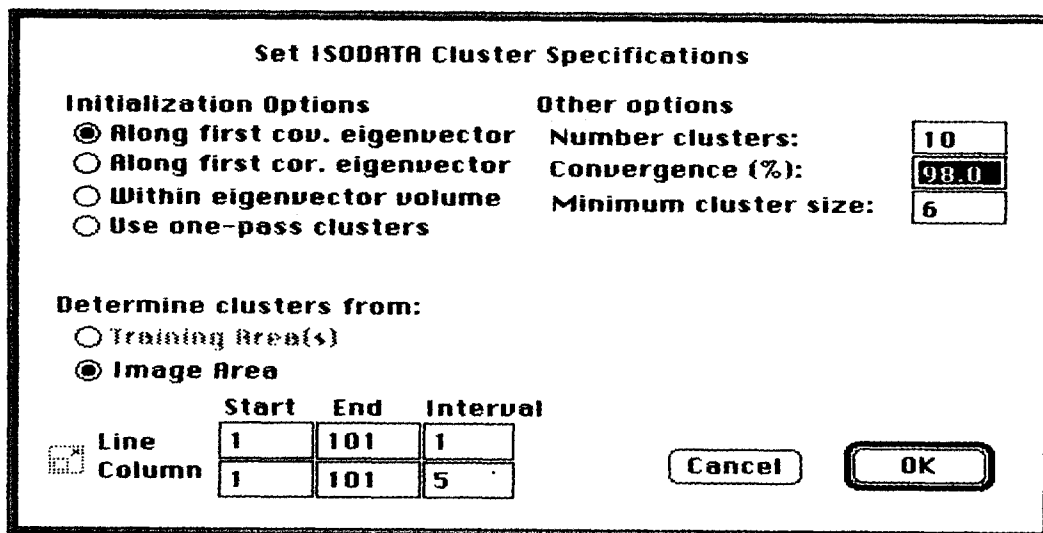
Classification threshold: 16

Cancel OK

图 50

- 首先,单击 Image Area 区域按钮;
- 单击磁盘文件(Disk File)栏设置“X”。这就可以把你的设计存到磁盘;
- 从在 Cluster Stats 菜单中选取 To New Project;
- 最后,单击 ISODATA 按钮,图 50 的光标所显示。ISODATA 是 MultiSpec 在分群过程中使用的一种算法,或者是一种数学处理程序。

设置国际标准化数据分群特征窗口打开后,显示如图 51 的画面。



Set ISODATA Cluster Specifications

Initialization Options
☒ Along first cov. eigenvector
☐ Along first cor. eigenvector
☐ Within eigenvector volume
☐ Use one-pass clusters

Other options
Number clusters: 10
Convergence (%): 98.0
Minimum cluster size: 6

Determine clusters from:
☐ Training Area(s)
☒ Image Area

	Start	End	Interval
Line	1	101	1
Column	1	101	5

Cancel OK

图 51

在本窗口你可告诉 MultiSpec 软件,你需要产生何种分群。你必须输入以下信息:

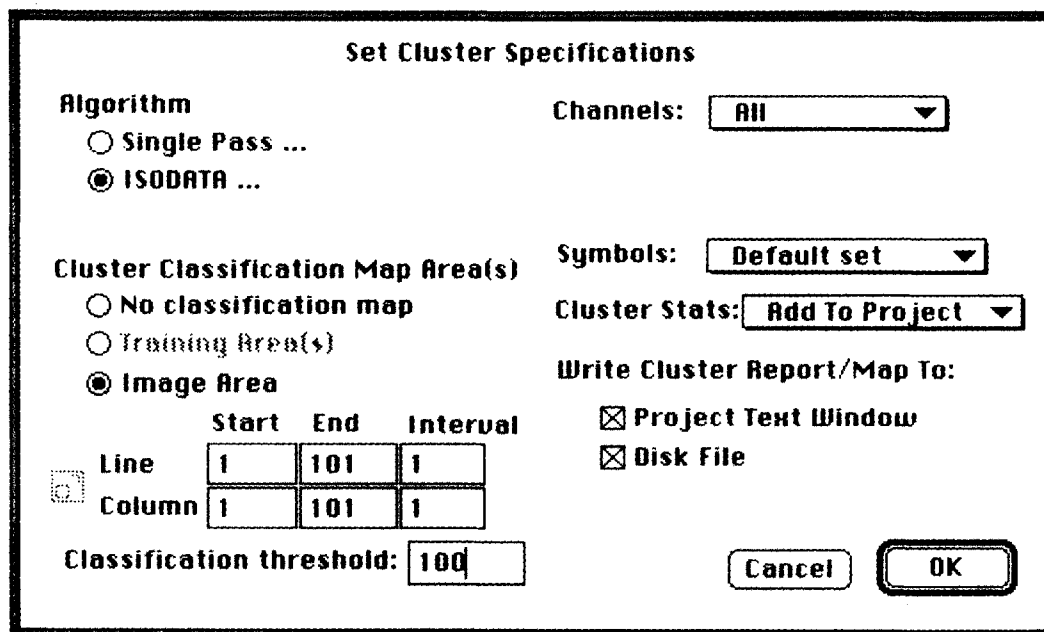
- 确信 Image Area 被选中,如图 51 所示;
- 选择“Along first cov. eigenvector”。这是 MultiSpec 用于分群的一种算法^①;
- 在本次练习中,让 other options 栏的设置如图所示,不要改变。

注意:“Numbr of clusters”是告诉软件你在分类中想得到多少组。在本教程中使用 10 是因为我们进行分类的区域比较小。我们在以后将讨论 512 × 512 的影像如何设置分群数目。

在分类过程中,程序一遍一遍地扫描数据。这称为“反复”。每一次反复称为一次“扫描”。系统不断地对影像进行“扫描”,直到在扫描中不再变化的像素的数目达到预先所设置的百分比值。这时分群结束。这个百分比值叫做“收敛度”。

“Minimun cluster size”告诉系统操作的最小尺寸区域。小于这个最小尺寸的区域将不考虑分群。

- 在你设置完成之后,单击确定。
- 设置分群特征窗口会重新显示(见图 52)。



The dialog box titled "Set Cluster Specifications" contains the following elements:

- Algorithm:** Radio buttons for "Single Pass ..." and "ISODATA ..." (selected).
- Channels:** A dropdown menu set to "All".
- Cluster Classification Map Area(s):** Radio buttons for "No classification map", "Training Area(s)", and "Image Area" (selected).
- Symbols:** A dropdown menu set to "Default set".
- Cluster Stats:** A dropdown menu set to "Add To Project".
- Write Cluster Report/Map To:** Checkboxes for "Project Text Window" and "Disk File" (both checked).
- Classification threshold:** A text input field containing "100".
- Line/Column Table:** A table with 3 columns: "Line", "Start", "End", "Interval". The "Line" and "Column" rows are highlighted with a mouse cursor.

	Start	End	Interval
Line	1	101	1
Column	1	101	1

图 52

- 把左下脚的“Classification threshold 值:”输入栏中的数值改为 100。

设置这个“阈值”为 100,可迫使系统把影像中的每个像素都分配到群中。小于 100 的值表示对分配像素的容许量。设置小于 100 的阈值时,一部分的像素将不会被分配到群中。在这项分群中,你只对大面积的同质区感兴趣,所以个别光谱特征稍有差别的像素没有必要在图上点出。

^①关于 MultiSpec 算法的讲座请看“An Introduction to MultiSpec”,作者 David Landgrebe Larry 和 Biehl, Purdue Research Foundation, 1995。这些文件可以从以下网址下载: Purdue/LARS WWW site at <http://dynamo.ecn.purdue.edu/Biehl/MultiSpec/>

· Save File 对话框显示如图 53 所示。你的分类影像文件的缺省名是“Untitled Project . Cluster”。你应该把“Untitled Project ”部分改为更具描述性的名字,但要保留“. Cluster”后缀名,以便告诉你文件的类型。

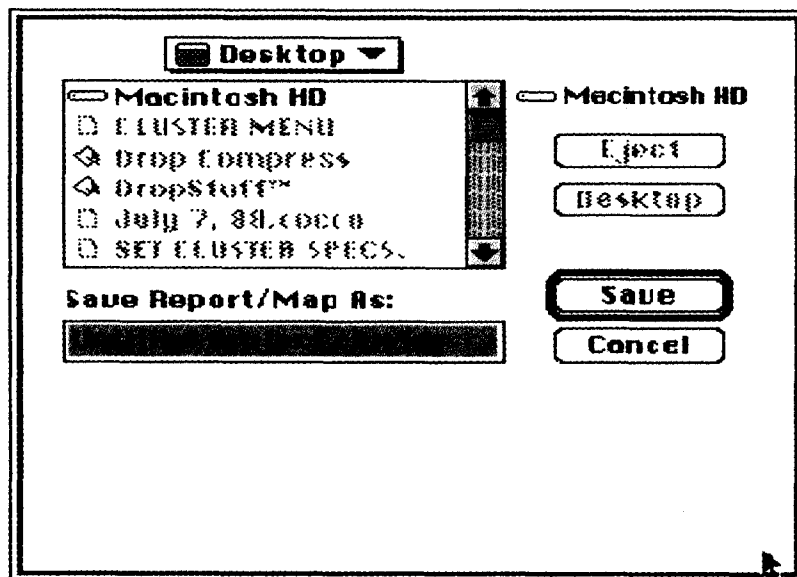


图 53

· 系统对影像进行第一次扫描,初步决定群的现状,这在图 54 的数据框中显示。

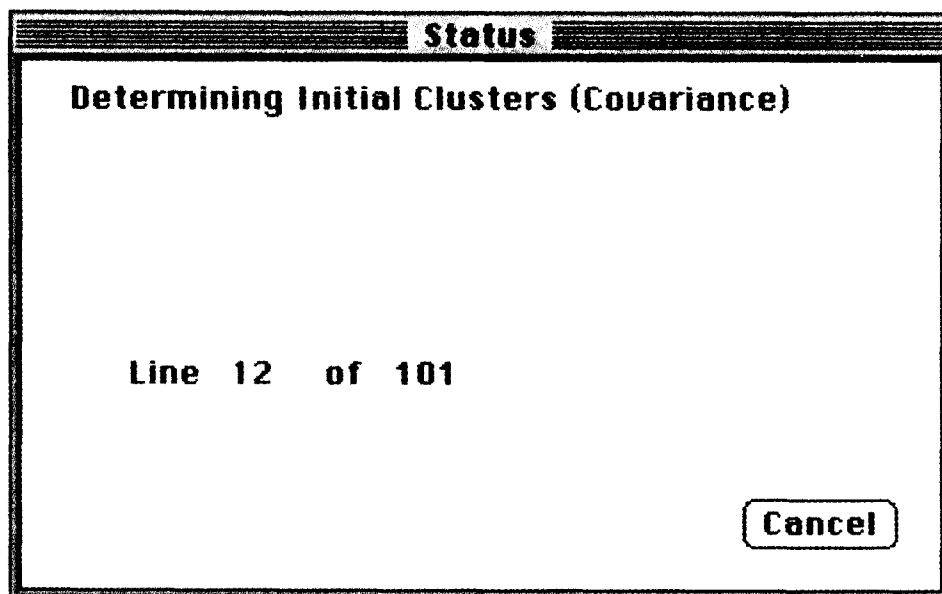


图 54

· 第一次扫描分群时数据框显示如图 55。在第一次扫描开始反复的过程中,“Percent of pixels not changed”显示值是空的。完成扫描的时间在框中也有显示。

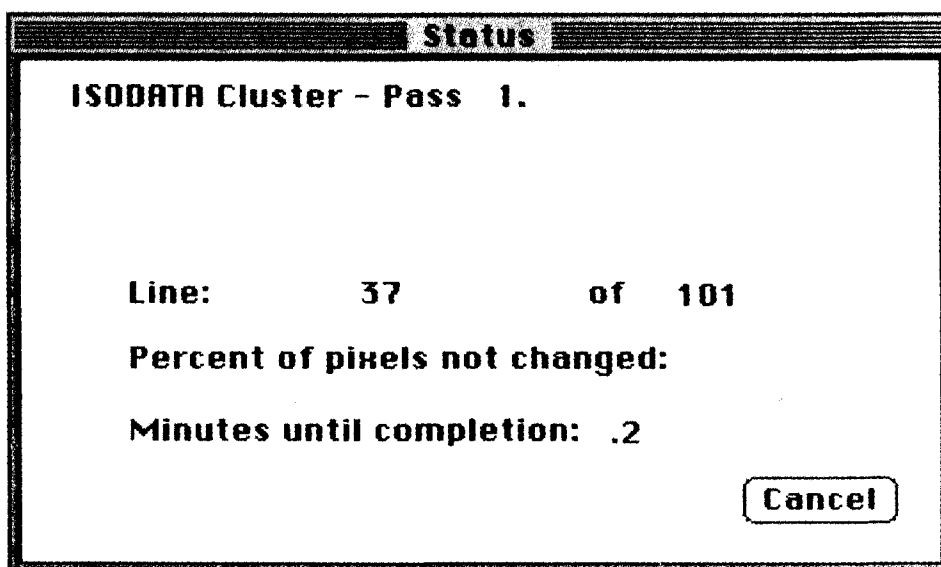


图 55

· Percent of pixels not changed: 在第二次扫描结束后才有显示值。如图 56 所示,在此栏将显示一个 30% ~40% 的确定值。

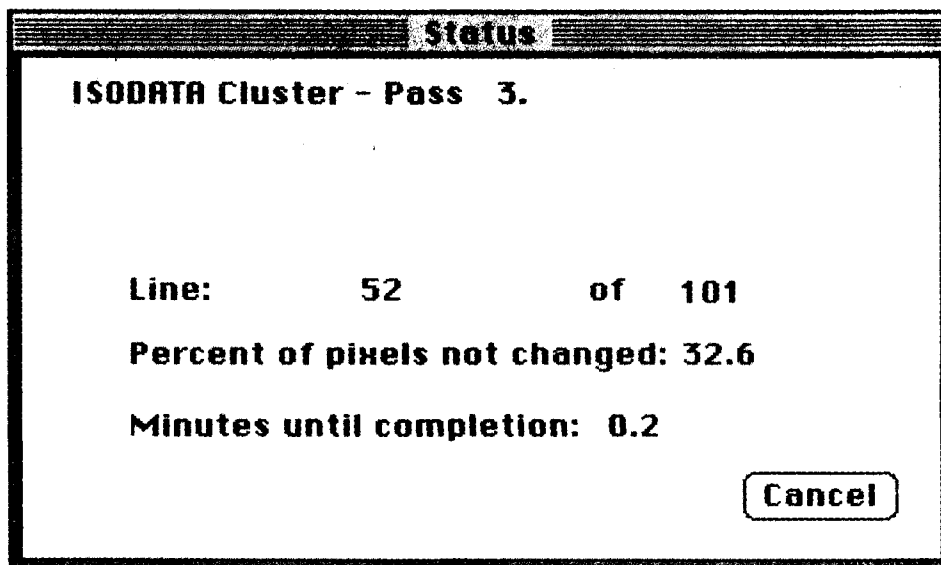


图 56

· 在以后的扫描中,“Percent of pixels not changed”的值是增加的,直到它达到“收敛度(%)”的特征值。每一次扫描所需时间在框中都有表示。

你可以让系统进行 12~14 次的扫描以达到 98% 的收敛度。这个过程所需时间决定于你的计算机的运行速度。在 Power Mac 6100/66 的计算机上运行“巨型”版本的 MultiSpec(专为 Power Mac 设计的版本)时,若无其他应用程序同时运行,该程序运行时间大约为 2~3 分钟。在一个 power book

150(一种很慢)的机器上,该程序运行的时间需几个小时。如果,你的机器是“又旧又慢”,那么你应该把分群安排为当天最后的练习。这样你可以让程序整夜运行,而在第二天得到结果。

- 如果你在一次扫描过程中按了“取消”键,“取消”键会变黑,但是你不会马上看到取消的结果。只有在正在进行的该次扫描完成之后,分群才会被取消。

- 在决定分群之后,系统会显示“分类选择的影象区域(Classifying Selected Image Area)”框,显示如图 57。在此系统把各个影像像素分配到已经确定的群中。注意当你制定 10 个群时,框中显示为 11 个。这一点将在以后讨论。

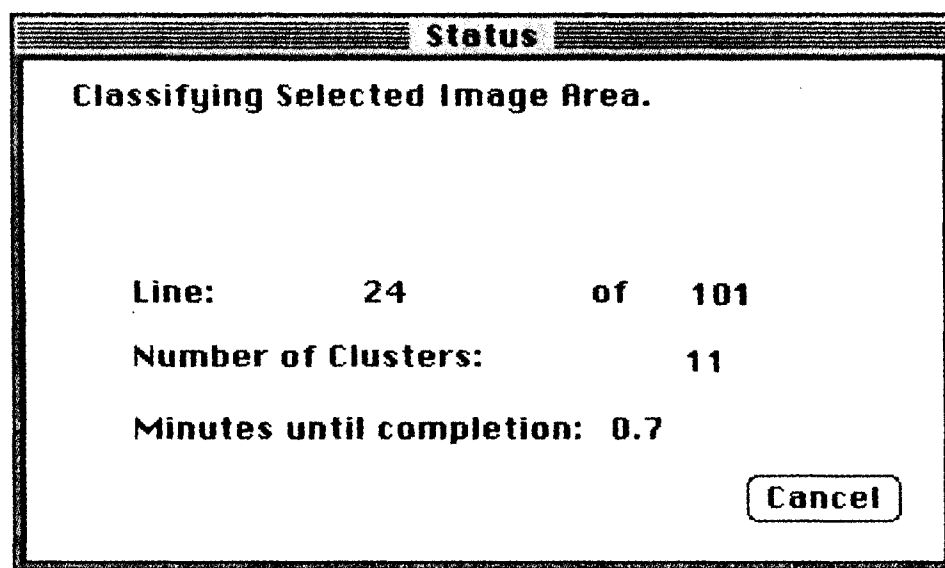


图 57

- 在分群完成之后,你会看见在设计文件中保存数据的窗口,显示如图 58 所示。

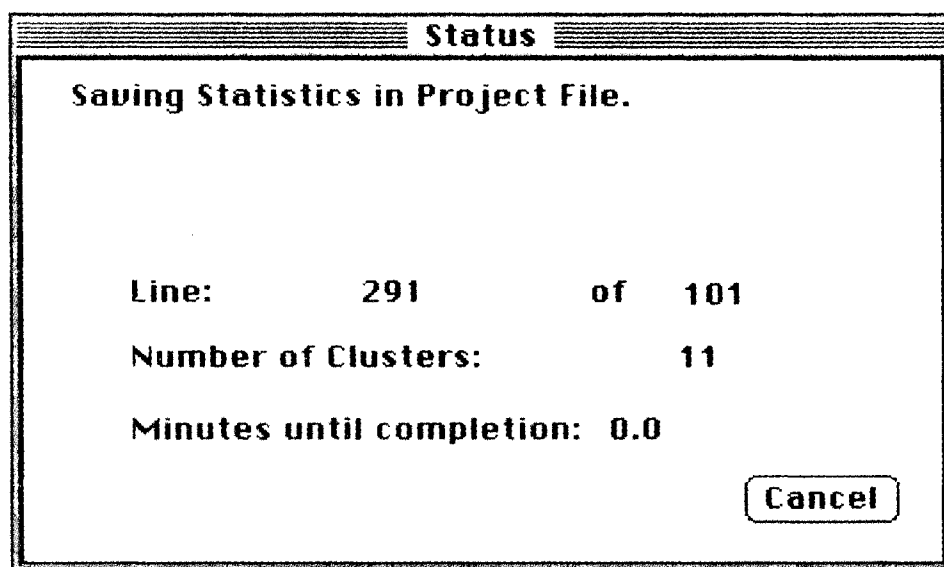


图 58

· 你最后看到的信息窗口会显示“输出文本窗口已被更新(Output text window being updated)”。然后系统转回到你的原始影像。

分群结果

分群后产生两项结果：

在文本输出窗口中有分群活动的说明和一个“文本图”；

一个已分群的“专题”影像。

· 从窗口菜单选择文本输出。滚动到窗口的顶部,你将看到说明分群及其结果的数据。下面有一部分文本输出作为分群的样品。在其中,列举出生成的群的数目以及每种类型的扫描带中像素的平均值(中间值)。

最后分群类型数据

群	像素	频道中间值				
		1	2	3	4	5
1	46	238. 8	244. 5	242. 3	162. 9	226. 7
2	59	215. 3	203. 2	201. 3	118. 1	153. 9
3	160	155. 3	150. 4	140. 8	142. 0	153. 2
4	139	118. 4	144. 4	119. 5	227. 2	233. 9
5	143	112. 7	110. 4	100. 3	138. 2	132. 1
6	255	89. 9	97. 8	81. 0	182. 6	150. 7
7	383	67. 8	84. 5	57. 0	232. 3	160. 9
8	539	60. 8	71. 5	48. 3	198. 2	135. 5
9	281	60. 8	65. 3	46. 7	153. 3	108. 8
10	36	69. 7	55. 7	35. 4	19. 9	19. 6
类型数 = 11						

注意图中列出的是 10 种类型,但系统显示为 11 种。第 11 种是作为“阈值”类型。它是由在分群过程中没有被分入到任何一群的区域组成。在本次分群中,你设置的阈值为 100,所以“阈值”群中没有像素。

同时产生的还有分群区域的文本图。系统给每个群都分配一个数字或字母,并用这个代码显示分群区域的图形。在分群的 Beverly. sub 影像中,代码的显示如下。

使用类型:

1:群 1	1
2:群 2	2
3:群 3	3
4:群 4	4
5:群 5	5

选取区域的分类

1 到 101 列乘 1.

87778887778777777788888888888359988877788886369999888888878888988877773587888777788777777777777
887888778777777777788888888888869987777787886677898888887776688777777439877777778777777777777
888888777777777777888888888886359877777877866677898889887311354367777773598777788888777777777777
8888887777777777788877888888888835977777788777667788899888311133225677774357787888898777777777777
888888778877777788877788888898886587777778887877888998861111223668777743987777788887777777777777
887787788877777788777788888888886877777777888788899988611111167777743588777778887777777787777777
887777788877778877777888888888886688777778887788999888631211116777776588877888877777777888887
87777788887778877777888888888889865688888888878689998887622221116777765988766888877777778888888
777776999887788777778999888899878536686668888766999986111223211387777587766888777777778888688
8777789999887888777779AA9888898889611599666666666699996111222211297777458786666688777777788896468
777778999988777777899998889889987765311139835555336312111111114777358788876598777777778986687
7777799999887777777898888899889987765311139835555336312111111114777358788876598777777778986687
77777998887777777788888899889987776531114965988876331211111111377358877776588777777777888787
777778888777777777888868698989877763111466998877751123111211137743688776889887777777766888888
77777888877777777788888988989877766211167988878623631221344774357788765878668777777778888699
777788887777747777896888988879877788631168898777786663344377773587888766686397777777776888899
77787888746777777898888888888877888733999886677788323364426777358888788635897788778777768887888
7777888863677777788888888888898788888655896333677886444436877435888887889888678888888877887888
777788888677747778888889888887788888638863687896311127887733688888888896623888788866876888888
7788888887776777888888998899877777776586633677631111888433688888877789963366778888789888888
7788888887778777888889988998777777783333333862111167633668878897669A96333367768877888888888
7888777777777788888888789977788777778623677636611111335566677888988669AA9664367878876888889888
78878887777777777887888899877887887773577763611123335999964766888896AA9986663336865888889887
888888877777777477888899889897878877777358776443653359988974664488896999986663236965888999888
88888877777777746889889998788887877777658876633233599869888746844488896899799666688889999877
88877666777777888887789777778887777777366633359999986888874687444889899746999998688889999877
887776663477777788877887777768877777774443333356999998788984469864468888844699999988889998777
887777746777766553633333333333643333222235668659989987788774469864444888669988889889988777
7777777443333333333333333333333333333333333355367766899988877886444688874469998688888888998777778
77663333323355998999988888888888999846743676676999866776996446888874499985688888778987777778
355559999988888888899988888888889988983444366777695965677746644698898874469886988887789877877778
99999996688888888999888778887777359988875234447742388767443999888888888887866886987787788877888
5565955666777878888999877878887777669988783346788864478774899988777778984698889877787777788
9989966774778788889998877888777896999887773569999986457746998886744444789846788877777777777888
8889867777788788888998887788877899698853773599999887697446999887774444467744688777777777777888
8659877786688888888888778887789986986669999988888897449899877764444467446877777777777777788
66666666669887777888888888878869869888669999886777777449776887777744447446366777777777777788
887559999865987786988888888888899888769998886677777446874468778777777444443566688877777887777
887669998776998765598888888888889989966669987678877446944698777777777444446666587787777888777
8888788877868864459888888888888889996656699863788774459444699658777444444446666577668877888788
8666888677765644468988888888888788886666699998887446674446899877441441114665866446668889AA99998
632259887776667666699988888998989988866866986597744644469998876444444411466567766663469AA99998
32113888863596853359688888889999889866877747633596444444688777441444444444666999999965

图 59

检验分群影像

- 在文件菜单选择打开影像(Open Image)。
- 选择你前面所使用的 .Cluster 文件名,单击打开(open)。
- 设置专题显示特征(Set Thematic Display Specifications)窗口打开,显示如图 60。以后你可以在这个菜单下调试一些其他的颜色。但现在,请你接受如图的缺省值设置,并单击确定(OK)键。

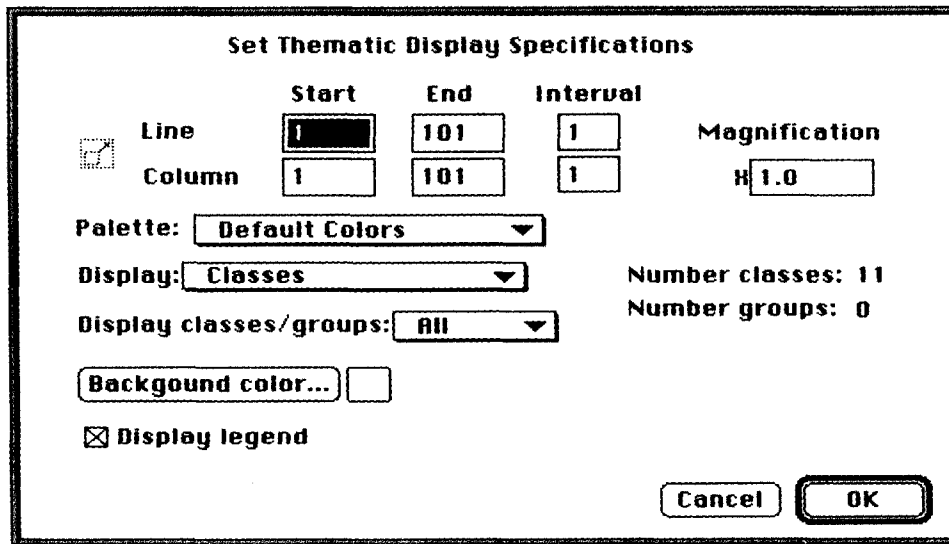


图 60

- 打开后的分群影像如图 61 所示。

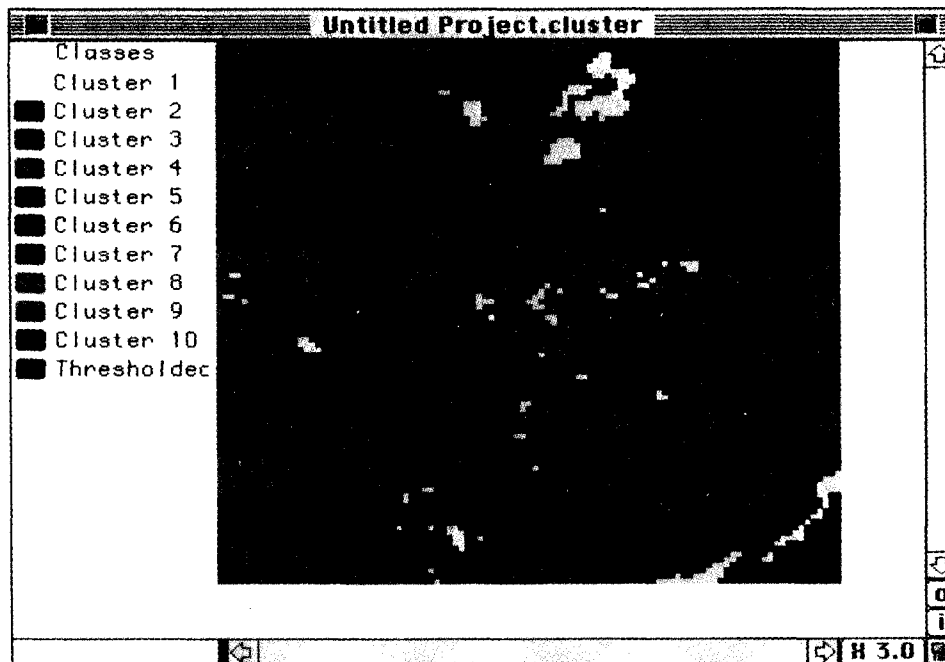


图 61

· 注意共有 10 个类型, 以及第 11 项“阈值”类型。每一个类型由系统分配一种颜色, 该颜色与该群所代表的意义没有任何联系。这些群的生成和排序是按照其亮度的降序进行。也就是说, 位于序列列表上部的群与下部的群所代表的地面物质相比是“较明亮的”(具有更高的反射率)。

· 双击每个群定义前面的颜色框可以变成其他的颜色。你将得到一个为你的操作系统所设计的标准苹果色选择窗。如果你对颜色选择系统不熟悉, 可参考你的计算机用户手册。

· 你可从文件菜单打印影像。分群图会随影像一起打印。

· 在这幅专题地图上你可以使用 MultiSpec 软件的一些常规工具。如: 缩放特征和展示选择同位格常规功能。新选择的图形将会显示只有一页数据的地区图。这幅地图不再是“多光谱的”。每个像素不再是同时拥有不同 Landsat 扫描带的的数据或频道, 而是只具有一个值, 并由这个值确定其颜色。

· 如果你在分群中使用的类型数目很大, 你不可能在“类型”栏中看到全部类型。请滚动类型栏:

- 把你的光标移入栏中
- 按住鼠标按钮
- 拖到该栏的顶部或底部。

类型图就会上下滚动。

· 有时候很难确定类型栏中哪种颜色对应于影像的颜色区域。为影像区域寻找相配颜色的类型, 可进行以下操作:

- 把光标放在“类型”栏中的任意颜色框上;
- 按下快捷键: 光标变成一只“眼睛”;
- 按下鼠标按钮, 在影像中该类型的区域就会“闪烁”, 或者变白;

· 你和你的学生可能想从这幅分群影像图中筹划一幅专题地图, 因为其中的一些群是你以它们真实的土地覆盖类型定义的。那么你可以在文件菜单下把影像保存为 TIFF 文件。这个过程并不保存分群图, 只是保存影像区域。TIFF 文件就可以在任何绘画或绘图程序中成为“虚构的”专题地图;

· 如果你想拥有一幅既具有分群特征, 同时又能移到绘画或绘图程序中使用的影像图, 你可以用 Apple 的“Shift - Command - 3”特殊功能捕获全屏。一直按着快捷键, 命令键, 按一下“3”。屏幕“快照”被作为 PICT 文件存在你选定的驱动器中。该文件是可以用处理 PICT 文件的任何程序打开。对于个人微机有许多程序可以完成同样的屏幕“快照”; 对于 Macintosh 的使用者, 有许多程序可进行“屏幕捕获”, 而且比系统的“Shift - Command - 3”方式更灵活。

分群程序的有效性如何?

你要相信, 这个“非监督分类程序”是确实有助于进行对土地覆盖类型进行相关分群。结束这一章包括本教程的文件是“Beverly 9 subset. class”。这正是你在前面进行分群的影像图, 只有这幅影像是由非常熟悉该区土地覆盖类型的人使用监督分类完成的。

· 在你的分群影像中, 扩大到 3X。

在打开你的分群影像的同时也可打开 Beverly9subset. class 影像。

- 从文件菜单上选择打开。
- 选择 Beverly9subset. class 影像, 并打开它。

· 当设置专题显示 (Set Thematic Display) 窗口打开时, 在图 62 中, 从显示 (Display) 菜单选择信息组 (Information Groups)。

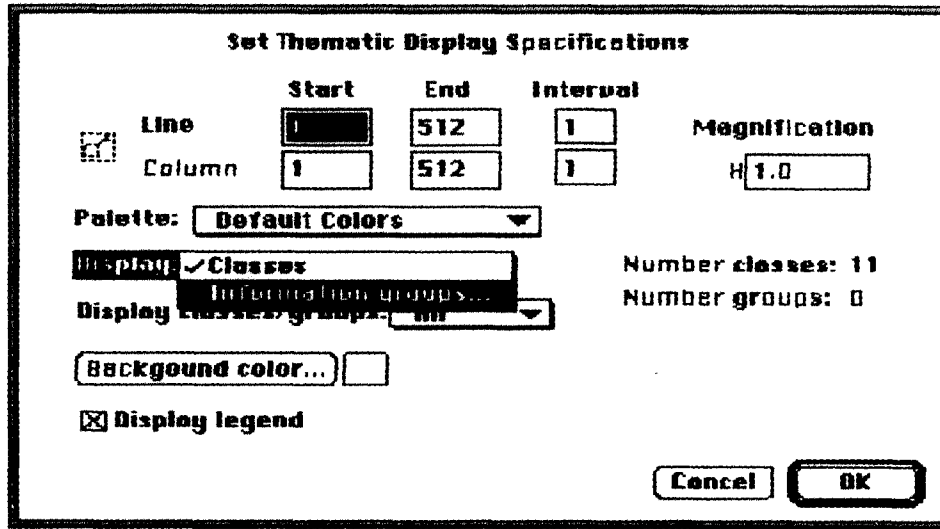


图 62

· 重新调整每幅图的尺寸和位置, 使它们在屏幕上并行显示。

· 把监督分类定义的区域与系统的非监督分类产生的分群进行比较。至少在本例中你会看到, 非监督分群能够很好地指示出大面积的统一土地覆盖的位置, 这是可以进行调查证实的。

我应该使用多少群?

在 15 公里 × 15 公里的原始 GLOBE 研究区中的大多数区域, 通常不能表示数量巨大的不同类型的土地覆盖。在对你 512 × 512 影像进行第一次分群时, 可使用本教程中的值。并以你对该区域的知识来检验分群结果。还要做一些野外调查工作和观察分群系统所建议的大片同质区。把你的发现与 MUC 分类方案进行比较。如果你觉得这次分群没有完全表现区域的土地覆盖类型, 你可以增加分群的数目, 12 到 14 群就足以满足要求。

报告数据

为了报告你的数据, 你必须在非监督程序所决定的分群以外制作一些“观念”。你可以用它们所表现的覆盖类型重新标记该群。这个过程包括以下步骤:

- 桌面确认;
- 野外确认;
- 对群重命名;
- 输入到你已完成的地图中。

桌面确认

这个过程包括使用本地地图 (地形, 土地覆盖, 土壤, 行政等), 本地的其他参考资料 (区域的图片, 人口, 机构等) 以及你和学生的集体经验来确认一些 MultiSpec 产生的群。并使用可确认它们的任何资料。请记住你的确认要符合 MUC (修正 Unesco 分类) 方案的标准 4。

野外确认

不能从“桌面”确认的群,你只能到野外去判定它们的类型。如果步行不能到达该地,可以让居住其附近的人确认其类型或者驱车前往确认。

对群重命名

你的非监督分群系统产生的群是以数字命名的,并且是以其亮度的降序排列。你现在可以把这些群的名字改为你所确认的类型的 MUC 分类代码。

- 启动 MultiSpec 软件。
- 从文件菜单下选择打开,并选择你的 . Cluster 设计。
- 设置专题显示窗口打开(如图 63),从显示菜单下选择信息组。

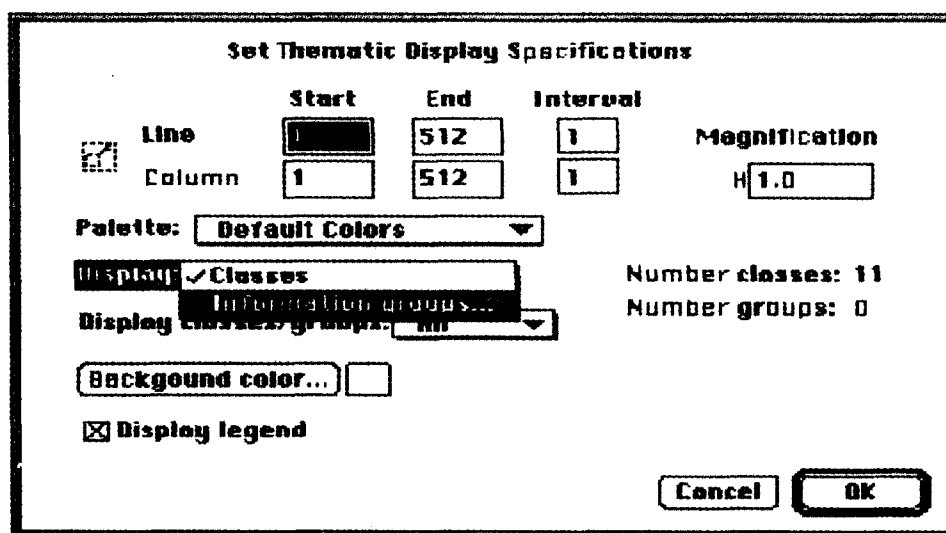


图 63

- 设置组特征窗口打开(如图 64),“新组”和“改变组名”的按钮是“灰色的”。

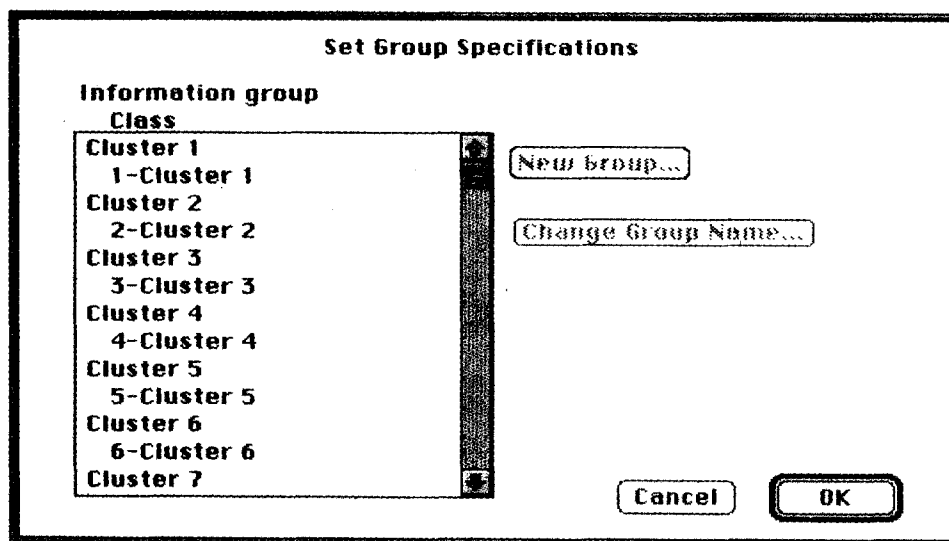


图 64

- 单击“群 1(Cluster 1)”,“改变组名(Change Group Name)”按钮变黑,如图 65 所示。

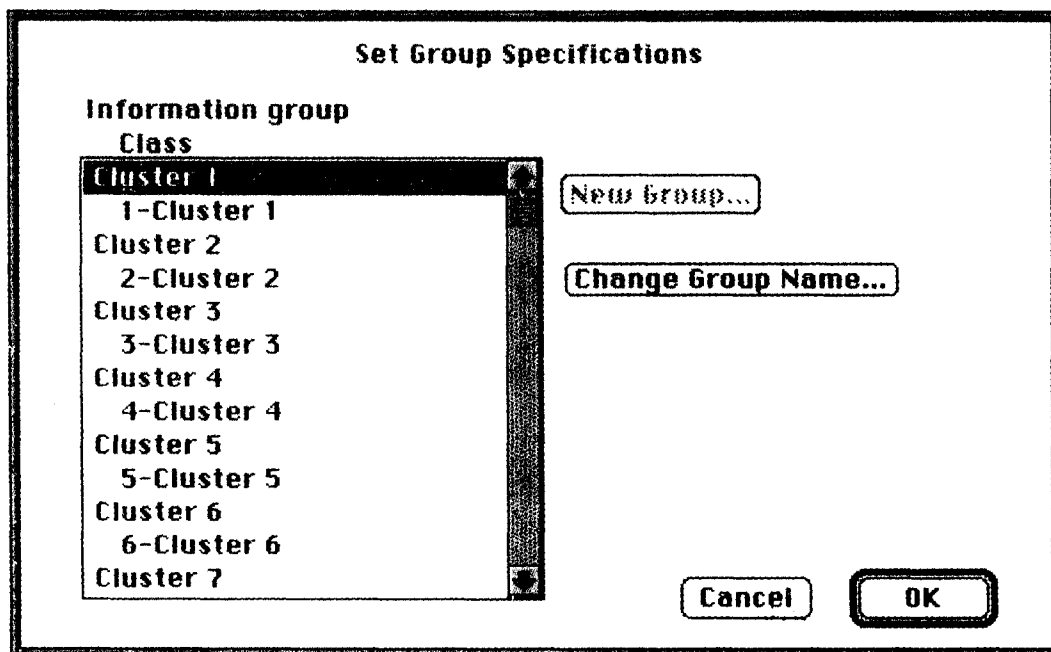


图 65

- 单击改变组名按钮,编辑组名(Edit Group Name)窗口打开,如图 66 所示。

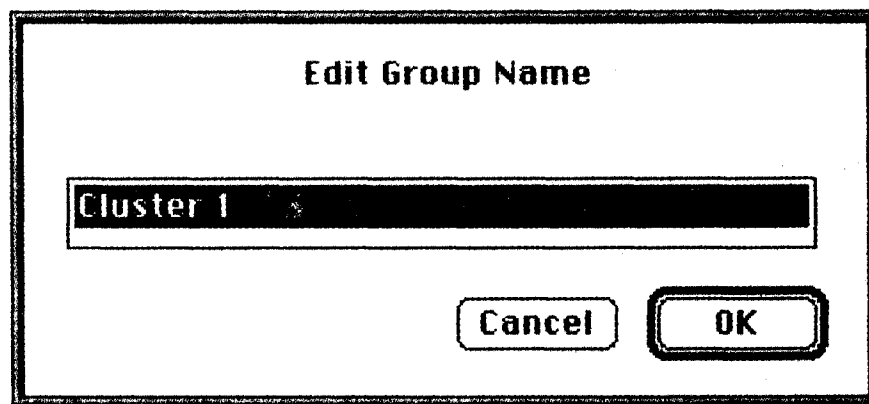


图 66

· 现在键入群 1 所代表的土地覆盖的正确 MUC 的标准 4 名称。因为在此标准下的许多土地覆盖类型的名称是相当长的,所以对每种土地覆盖类型使用 MUC 数字化名称。

- 对图中每一群重复以上操作过程。

· 你可以把你所命名的群的颜色改成任何想要的颜色。如果你的结果要送到“Globe 中心”,那么请使用标准颜色代码。

现在,你已经完成了一幅 15 公里 × 15 公里的初始 GLOBE 研究区域的土地利用专题图。

关于预期效果的解释,以及防止误解的说明

当你完成你的 512×512 影像的分类之后,你会发现你的分群影像可能与示范影像非常不一致。主要原因可能是:

- a. 这幅二次组合的影像不像全幅的 512×512 影像那样,拥有那么多的土地覆盖类型。
- b. 你的影像中土地覆盖类型的自然属性、丰富程度和分配状况可能与 Beverly, Massachusetts 地区的情况很不一样。

当你对你的影像进行分群时,你会发现指定 10 个群可能只区分出淡水和咸水,而并不能区分通常的水体。换句话说,湖泊、水池、河流等有可能被分在同一群中,除非那里的水具有重要的表面特性,使其反射率改变(如表面有大量的海藻生长的农用水塘)。

提交结果

一旦你拥有了基本能充分表现你的 15 公里 $\times$ 15 公里的 GLOBE 研究区域的非监督分类(分群)图,你的研究结果将被收录在 GLOBE 学生数据档案中,并有可能用于将来的研究。提交数据的具体方式如下:

- 把你的分群专题图拷贝在一张高密度软盘中,并清楚地标明你的学校的名称,你的名字和“分群影像”。

- 用你所喜欢的文档程序准备一个记录以下数据的文件:

- 你的学校

- 你的名字

- 学校地址

- 你的影像的日期(如有需要)

- 一些有关你和你的学生的信息,以及你们进行分群的经验。

- 在你的文档程序选项中,把这些数据存为文本文件,并与你的专题影像图一起拷在同一张软盘上。

- 小心地包装好这些磁盘,并按安装手册中的地址送到有关单位(非强制性的)。

