

# 地物光谱测量实验

地理科学与规划学院 地信 1 班 罗皓文 15303096

## 一、实验目的

使用地物波谱仪对湿裸土、灌木冠层、水泥砖、枯叶、草地、水体进行光谱曲线测量, 并与反射率约为 30% 的标准灰板 (朗伯体) 进行对照测量, 内业计算得出各地物的光谱曲线。

## 二、实验原理

假设入射辐亮度 $E_{in}$ 在同步测量时是相同的, 等式

$$E_{in} = \frac{\pi L_r}{R_r} = \frac{\pi L_t}{R_t} \quad (1)$$

成立, 移项得:

$$R_t = \frac{L_t}{L_r} R_r \quad (2)$$

上式中,  $E_{in}$  为入射辐亮度,  $L_r, L_t$  分别为标准板、地物的辐亮度,  $R_r, R_t$  分别为标准板、地物的反射率。

由于标准板的反射率 $R_r$ 已知, 故通过使用不同波长电磁波对地物进行探测, 测量地物的辐亮度 $L_t$ , 同步对照测量标准灰板 (朗伯体) 的辐亮度 $L_r$ , 可根据式 (2) 计算出反射率 $R_r$ 。

通过测量多个波长下的反射率即可描绘出对应的波谱曲线。

## 三、实验器材

- (1) FieldSpec 3 便携式地物波谱仪, 波谱范围 350nm-2500nm (ASD 公司生产)
- (2) 标准板 (灰板), 使用 Spectralon 材料 (LabShpere 公司专利)

## 四、实验步骤

### (1) 外业测量

使用波谱仪探头对各地物进行探测, 同步探测标准板, 为避免偶然误差 (如光照环境突变等), 对每组地物进行 10 次重复测量。

以下照片为对湿裸土、灌木冠层、水泥砖、枯叶、草地、水体 6 种不同地物测量过程的记录, 其中对于水体, 我们以不同的探头角度进行了两次测量 (垂直测量以及 45° 测量)。

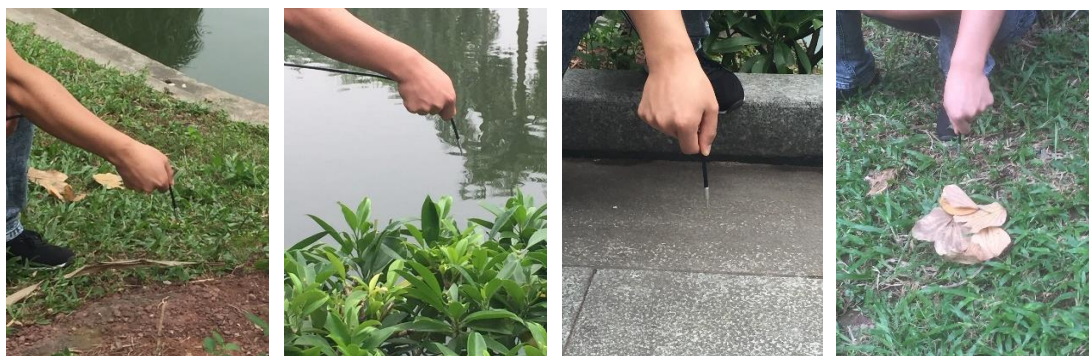


图 - 1 对湿裸土、灌木冠层、水泥砖、枯叶进行测量



图 - 2 左图为对草地进行测量，右两图为对水体进行垂直测量和 45°测量

## (2) 内业计算

使用 Matlab 对测量得到的数据进行处理，主要过程为：

1. 通过 10 组重复实验测得辐亮度计算各地物的反射率；
2. 计算各地物各波长的反射率的平均值；
3. 绘制波谱曲线图。

代码如下（另附 script.m 文件）：

```
% 读取数据
R0 = xlsread('r0.xlsx');
raw_Lr = xlsread('lr.xlsx');
raw_Lt = xlsread('lt.xlsx');

length = raw_Lr(:, 1);          % length(x-axis)
raw_Lr(:, 1) = 0;
raw_Lt(:, 1) = 0;
Rr = repmat(R0(1:701), 1, 70); % R-reference
Lt = zeros(701, 7);           % L-reference

% 计算反射率
raw_Rr = raw_Lt ./ raw_Lr .* Rr;

% 整合数据
for i = 0:6
    for j = 1:10
        Lt(:, i+1) = Lt(:, i + 1) + raw_Rr(:, i * 10 + j);
    end
end
Lt = Lt / 10;

%% 绘制波谱曲线
figure
hold on
plot(length, Rt(:, 2), 'color', [0.00, 0.50, 0.00])
plot(length, Rt(:, 5), 'color', [0.45, 0.90, 0.45])
plot(length, Rt(:, 4), 'color', [0.70, 0.70, 0.15])
plot(length, Rt(:, 3), 'color', [0.80, 0.75, 0.55])
plot(length, Rt(:, 1), 'color', [0.55, 0.40, 0.15])
plot(length, Rt(:, 6), 'color', [0.00, 0.00, 0.90])
plot(length, Rt(:, 7), 'color', [0.55, 0.55, 0.90])
plot(length, Rr(:, 1), 'k--')
legend('灌木冠层', '草地', '枯叶', '水泥砖', '湿裸土', '水体 (90°)', '水体 (45°)', '标准板');
xlabel('波长/nm')
ylabel('反射率 Rt')
title('地物波谱曲线')
```

五、实验结果与分析（植被、土壤、水体的光谱曲线图、光谱特征分析）

实验得到湿裸土、灌木冠层、水泥砖、枯叶、草地、水体 6 种不同地物 7 条波谱曲线图（另附过程计算得到的各地物各波长的反射率文件 Rt.csv）。

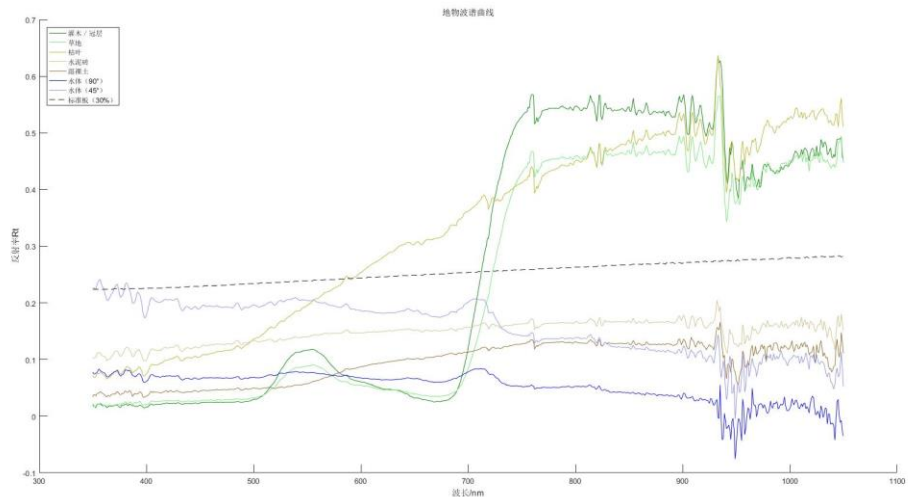


图 - 3 六种地物的光谱曲线

观察各个地物的光谱曲线，可以看出各地物有其独特的光谱特征。

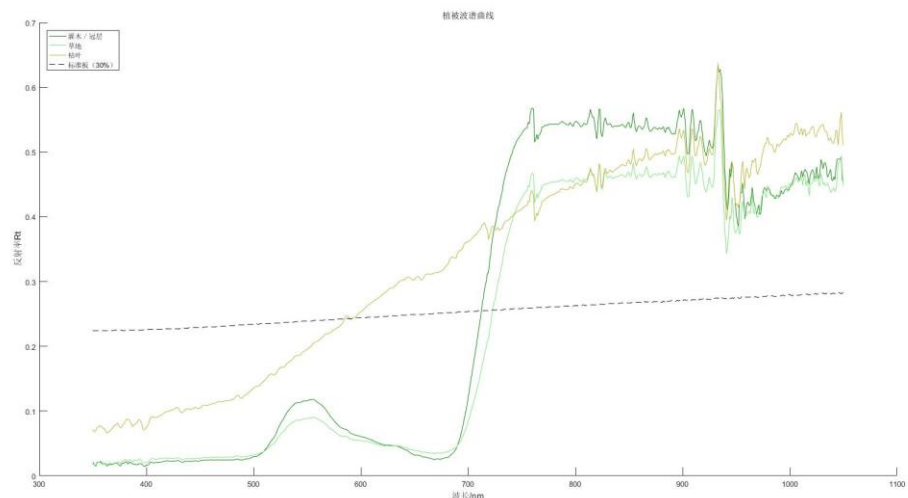


图 - 4 植被光谱曲线

图 - 4 为测量得到的植被的光谱特征, 可以看到灌木冠层与草地具有相似的反射波谱曲线。在可见光区域, 由于叶绿素的强烈吸收, 植物的反射、透射率均低, 仅在 550nm 波长附近有一 8-13% 的反射峰, 这也是植物呈现绿色的原因。在近红外区域, 在 750-950nm 之间形成 45-60% 的强反射峰, 这是近红外在植物内部发生二次反射导致的。由于不同种植物的叶内细胞结构差异大, 不同种植物的反射率在该波段具有最大的差值, 故是区分植物种类的最低波段, 在图中我们可以看到, 灌木冠层在该波段的反射率为 55-60%, 而草地反射率为 40-45%, 通过该波段, 我们可以将二者很好地区分开来。

对于枯叶, 由于叶绿素已经被分解, 可见光区域的吸收较低, 在该区域反射率较健康植物明显增高, 由于结构破坏, 其对近红外的反射也有所减弱, 利用这一光谱特性, 能够监测植物的健康状况。

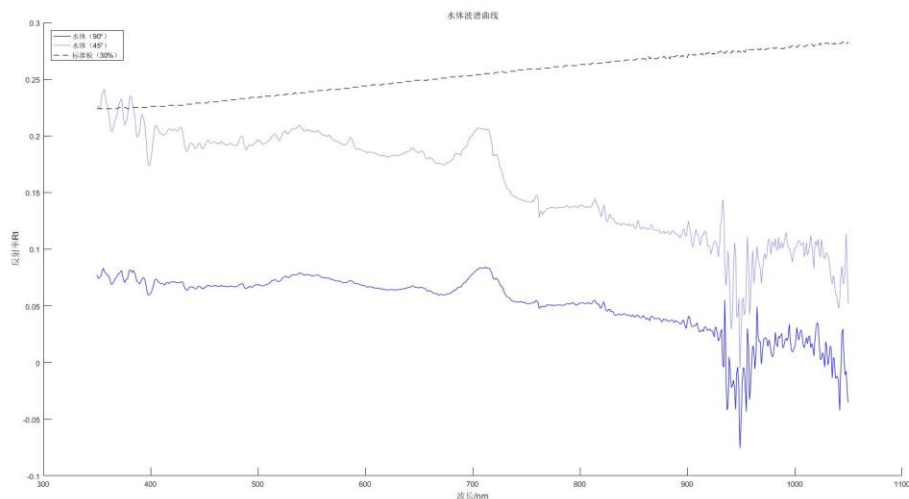


图 - 5 水体光谱曲线

图 - 5 为水体反射率光谱曲线,对于垂直测量的水体,其反射率在各波段内都低(约 0-8%), 在可见光部分为 4-5%, 在 60nm 波长处降至 2-3%, 到 750nm 以后的近红外波段, 水成了全吸收体。在测量中,对于 750nm 波长处,水体反射率测得负值,这是由于,水和水分在该波段为强吸收,在该波段反射率几乎为零,扣除暗电流影响,可能会测量出负值,此外由于测量时天气状况不佳,探头接收的能量较低,数据信噪比低也可能导致该情况出现。在 750nm 附近, 我们可以看到几乎所有地物都有一个波谷, 这是因为该波段为水分的强吸收波段。

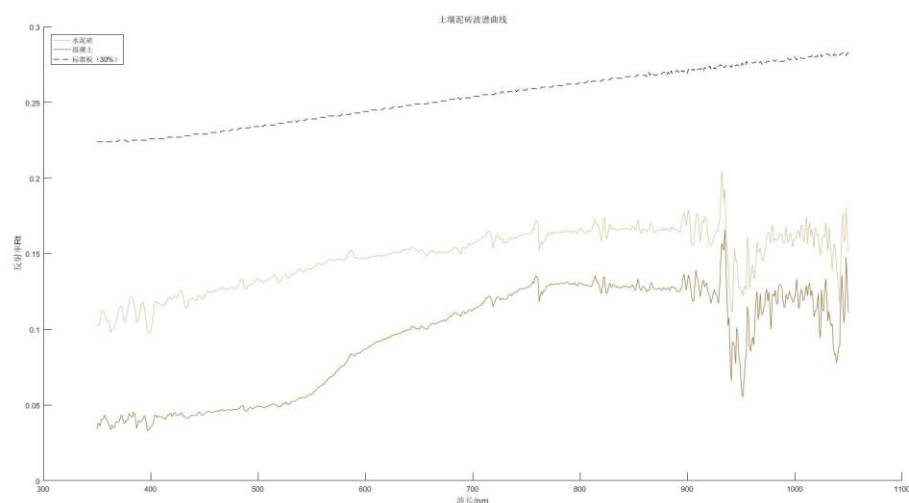


图 - 6 湿土壤和水泥砖光谱曲线

图 - 6 为湿土壤和水泥砖的光谱曲线,可以看到,两者的曲线相似,但由于湿土壤的含水量大,水分吸收更强,因此反射率普遍较水泥砖低。由于两者成分不同,两者曲线形状并非完全一致,在可见光近红外有一定差异。

## 六、结论

本次实验,通过使用光谱仪,对湿裸土、灌木冠层、水泥砖、枯叶、草地、水体 6 种不同地物进行测量,并对测量得出得辐亮度进行处理绘制出 7 条光谱曲线。

本次实验,通过实地测量,加深了对反射率测量原理的理解,并将 Matlab 语言应用于数据处理之中。在对光谱曲线得分析过程中,也对各类地物的光谱特征有了更深刻的理解。