

校园内三种地物光谱反射特征分析

蒋金豹, 何汝艳

(中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院)

5 **摘要:** 文章以中国矿业大学(北京)校园内的地物为研究对象, 利用便携式的地面成像光谱仪, 通过对草地、爬山虎、竹子等地物进行室外光谱数据采集和处理, 获得了这几种地物的高光谱数据。采用五点平滑法进行了光谱噪声的去除, 并比较了不同类型的植被光谱特征比较以及不同植被类型红边参数特征。可以为今后进一步研究植被的理化性能、参数反演、植被分类以及植被调查等遥感应用服务。

10 **关键词:** 成像光谱仪; 光谱特征; 红边参数

中图分类号: P23

Analysis on Three Kinds of Spectral Reflectance Characteristics in Campus

JIANG Jinbao, HE Ruyan

(College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing)

20 **Abstract:** This paper is based on China University of Mining and Technology (Beijing) features in the campus as the research object. The author adopted portable ground imaging spectrometer to get the several features of hyperspectral data such as grass, boston ivy, bamboo, by spectral data collecting and processing outdoor. The five smoothing method is used for spectral noise removal, and compare spectral characteristics of different types of vegetation and the red edge parameters of different vegetation types. The result of this research can be used for the study of physical chemistry performances of vegetation, remote sensing retrieval, vegetation classification and vegetation survey.

25 **Key words:** Imaging Spectrometer; Spectral Characteristics; the Red Edge Parameters

0 引言

30 地物波谱是指以波谱曲线的形式表示地物的反射、吸收、发射电磁波的特征随波长而变化的曲线, 其可通过各种光谱测量仪器, 如光谱仪、光谱辐射计等, 经实验室或野外测得^[1]。高光谱遥感利用很多很窄的波段成像, 将观测到的各种地物以完整的光谱曲线记录下来, 使得本来在常规遥感中不能识别的地物, 在高光谱中就能得到有效的识别^[2]。

地物光谱特性研究在遥感技术及应用的研究发展中占有重要的地位。国外的许多遥感研究部门已经开展了大量的地物光谱测量和研究工作, 例如 20 世纪 30 年代苏联就对许多自然物体的光谱反射进行了系统的测量和研究^[3]; 在 60 年代末到 70 年代初, 美国 NASA(National Aeronautics and Space Administration)建立了地球资源信息系统, 包括植被、土壤、岩石矿物和水体等四大类地物的电磁波波谱特性数据; 80 年代后期, 美国地质调查局(USGS, United States Geological Survey)组织了地质光谱特性比较全面的研究, 并制成了光谱数据库, 包含近 500 条特征矿物与典型植被光谱数据, 覆盖波谱范围为 0.2~3.0 μm ; 美国喷气推进实验室对 160 种矿物在 0.4~2.5 μm 的反射光谱进行了实验室测量研究, 除光谱数据外, 还规范了样品采集、样品纯度和组分分析方法^[4]。90 年代, 美国 Johns Hopkins 大学建立了包括岩

基金项目: 教育部博士点基金项目(20100023120007)

作者简介: 蒋金豹(1978-), 男, 副教授, 主要研究方向: 高光谱遥感、微波遥感. E-mail: 704256803@qq.com

石、矿物、地球土壤、月球土壤、人工材料、陨石、植被、雪和冰的波谱数据库^[5]。我国的许多学者也对地物的光谱进行了深入研究，杜华强^[6]等人提出利用分形理论对 450~780nm 之间的植被反射光谱曲线进行分形测量，并用分形维数定量反映其植被健康状况的新思路。研究表明，高光谱数据能更好地用于植被参数，如叶面积指数、生物量等的反演，更适用于土地覆盖与植被研究。

1 研究区光谱数据采集与处理

1.1 数据采集

研究区域为中国矿业大学（北京）校园。本次地物光谱数据采集是利用美国 ASD（Analytical Spectral Device）公司的 FieldSpec 3 便携式的光谱仪，其光谱范围是 350~2500nm，其中 350~1000nm 的分辨率是 3nm，采样间隔是 1.4nm；1000~2500nm 的分辨率是 10nm，采样间隔是 2nm。本次采集了 10 多种地物，本文主要以 3 种地物（草地、爬山虎、竹子）进行光谱特性的研究。其采样方法和过程参照文献^[7-8]。进行数据采集时，选择的是无风晴朗天气，测定时间为 2013 年 6 月 14 日的 13:00—14:00，这样保证了太阳的高度与照度；在测试之前，先以白板进行了定标，白板保持水平放置，保证其倾斜角小于 1°；传感器探头垂直向下测量，距离地物高度约为 1.3m，地面视场范围直径 0.5m 左右，视场角是 25°；每种地物的光谱测量 10 次，测量过程中及时对每组目标观测前后进行白板校正，并保证白板高度与地物基本在同一高度。

1.2 数据处理

在进行数据处理时，考虑到大气中水汽的影响使数据存在大量噪声，因此在使用数据时去除了水汽影响严重的波段 1350~1416nm，1796~1970nm，2470~2500nm。同时，地面成像光谱仪在测量过程中也会产生各种噪声，而噪声的存在会影响后面的分析与应用，因此，对所测的地物数据去噪非常的关键。光谱去除噪声的方法有很多^[9-10]，常用的平滑方法有移动平均法、傅里叶级数近似、相邻平均法等，但要主要尺度，尺度过大容易消弱波峰波谷，尺度过小则无法去除噪音。本文对数据进行平滑处理采用的是五点加权平滑法，公式请参考文献^[11-12]。

研究发现，该法既能够消除掉随机误差又能够较好保留原有光谱特征。在研究中发现，由于受大气、周边地物、仪器、人为测量因素等的影响，光谱曲线在波长超过 1000nm 之后就出现很大的波动且不符合理论以及前人得出来的曲线特性，因此本文只选择了 350~1000nm 之间的波段进行了研究。

2 不同类型的植被光谱特征比较

所有的健康绿色植物均具有基本的光谱特征，其光谱响应曲线虽具有一定的变化范围，而呈一定宽度的光谱带，但总的“峰—谷”形态变化是基本相似的。这是因为影响其光谱特性的主导控制因素一致。但是，不同的植物类别，其叶子的色素含量、细胞结构、含水量均有不同。因而光谱响应曲线总存在着一定的差异，或受大气污染、病虫害影响等，均会导致整个谱段内反射率的变化，而且往往近红外波段比可见光波段更能清楚地观测到这些变化。这种变化和差异，是人们鉴别和检测植物的依据^[1]。通常，可见光反射率主要取决于冠层叶绿素含量和盖度；近红外反射率主要取决于生物量、叶面积指数和冠层结构^[13]。本研究选择三种植被（草地、爬山虎、竹子）进行光谱特征曲线的比较。

图 1 为三种植被的光谱特性曲线，在 500~780nm 波段草地与竹子的反射率明显高于爬山虎，是由于草地与竹子的叶子比较稠密，盖度大，叶绿素含量高的原因；在可见光的蓝波段 480nm 附近有强烈吸收，但是不同植物含有的色素不一样，从而造成吸收强度的不同；绿光波段 550nm 附近有个很明显的反射峰，草地与竹子的反射率大于 5%，而其爬山虎的反射率特征不是特别明显，造成这种现象的原因可能是人为测量中很大程度上受到了其背景水泥墙的影响，没有表现出该有的高反射特性；在 680nm 附近有个红吸收谷，不同植被吸收强度不一样，草地和竹子的吸收强度很相似，且均小于爬山虎的吸收强度；在红边 680~760nm 红边范围内草地和竹子的红边斜率较大；在 760~1000nm 近红外波段范围内反射率比较高，都在 15% 以上，但差异还是挺大的，主要是由于植被类别间叶片内部结构变化大，因此通过近红外波段反射率不同可以区分不同植物类别，大小顺序依次为草地>竹子>爬山虎，其中草地的反射率最高达到 40% 多，很容易与其他植物区别开来，这是因为其覆盖度较高，叶片重叠较多，近红外的透射光进行重复反射而造成的。

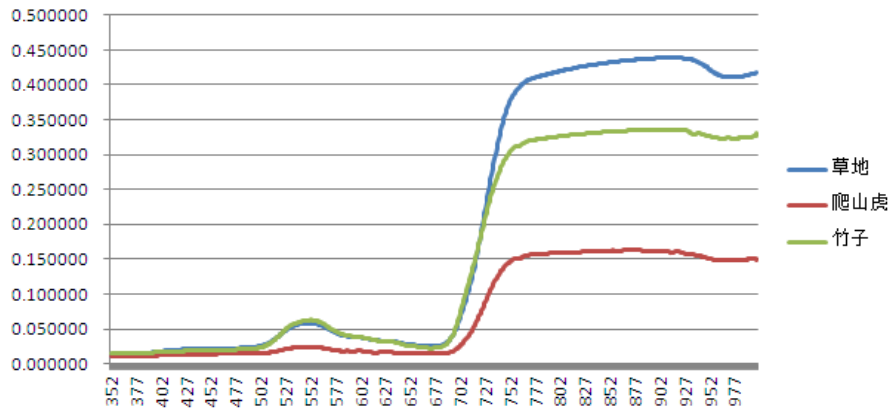


图 1 三种植被的光谱特性曲线
Fig. 1 the Spectral Characteristic Curve of Three Vegetations

3 不同植被类型红边参数特征

研究发现，红边是绿色植物光谱最明显的特征之一，被定义为 680~760nm 内绿色植被由叶绿素强烈吸收过渡到近红外区细胞间最大散射的反射率快速升高的光谱范围^[13]，这就是植物具有的一个诊断性反射光谱特征^[14]。红边参数在高光谱植被遥感中有重要意义，其能很好的反演植被的各种生化参数。本文选取具有植物诊断性反射光谱特征的红边作为研究对象，通过计算光谱反射率在（680~760nm）之间的一阶微分来计算红边参数。其主要参数包括：红边位置；红光范围（680~760nm）内一阶导数光谱最大值对应的波长；红边振幅；红光范围（680~760nm）一阶导数光谱的最大值。如表 1。

表 1 红边参数
Tab. 1 the Red Edge Parameters

	红边位置/nm	红边振幅	一阶导数光谱最大值对应的波长/nm	一阶导数光谱最大值
草地	725	0.1993	728	0.0082
爬山虎	722	0.0702	720	0.0033
竹子	724	0.1883	719	0.0059

如表 1 所示草地和竹子的红边振幅比爬山虎的区别很大，这是可能是由于其叶面积指数较大所致。红边斜率主要与植被覆盖度或叶面积指数有关，覆盖度越高或叶面积指数越大，

红边斜率越大。红边位置则主要与叶片叶绿素含量有关。三种植物的冠层光谱的红边都具有“双峰”现象，这与大多数绿色植物的红边很相似，是很多植物的共性，其中峰值主要有两个，一个在 715nm 附近，主要由植物叶片的叶绿素密度决定的，另一个在 725nm，主要由细胞壁反射决定的。

4 结论

地物光谱研究是遥感理论研究和应用研究的基础。本研究利用 ASD 便携式野外光谱仪，对校园内几种主要地物进行了地面调查及光谱曲线测量，并对他们光谱特征进行分析研究，可以得到如下成果。

(1) 光谱平滑能有效减少噪音的影响，使曲线平滑。微分光谱能很好的减小土壤背景，以及覆盖度不同的影响。同时亦能反映植被的“红边”特征，因此利用微分光谱处理可以在一定程度上消除同物异谱现象，提高植被的识别精度。

(2) 三种植被在 560nm 附近出现一个小反射峰，在 480nm (蓝) 附近与 680nm (红) 附近有两个明显的吸收带，在 680~760nm 反射率急剧增加，800~1000nm 之间是一个相对平坦的反射率高的区域；植被种类不同，光谱响应曲线会产生较大的差异。

[参考文献] (References)

- [1] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 童庆禧. 高光谱遥感-原理、技术与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [3] 童庆禧. 中国典型地物波谱及其特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [4] Grove C I, Hook S J, Paylor III E D. Laboratory reflectance spectra of 160 minerals, 0.4 to 2.5 micrometers[J]. 1992, 44(2): 145-163.
- [5] 苏理宏, 李小文, 王锦地. 典型地物波谱知识库建库与波谱服务的若干问题[J]. 地球科学进展, 2003, 18 (2): 185-191.
- [6] 杜华强, 金伟, 葛宏立. 用高光谱曲线分形维数分析植被健康状况[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29 (2): 2136-2140.
- [7] 刘月, 春喜, 张美杰. 内蒙古不同植被光谱特征分析[J]. 内蒙古草业, 2011, (3): 44-48.
- [8] 林文鹏, 李厚增, 黄敬峰. 上海城市植被光谱反射特征分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, (011): 3111-3114.
- [9] Zhi-Gang C, Jiong S. Empirical mode decomposition on removing spectral noise in hyperspectral image[J]. JOURNAL OF INFRARED AND MILLIMETER WAVES, 2008, 27(5): 378-382.
- [10] Tsai F, Philpot W. Derivative analysis of hyperspectral data[J]. Remote Sensing of Environment, 1998, 66(1): 41-51.
- [11] 蒋金豹, 黄文江, 陈云浩. 用冠层光谱比值指数反演条锈病胁迫下的小麦含水量[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30 (7): 1939-1943.
- [12] Smith K L, Steven M D, Colls J J. Use of hyperspectral derivative ratios in the red-edge region to identify plant stress responses to gas leaks[J]. Remote sensing of environment, 2004, 92(2): 207-217.
- [13] 林文鹏, 王长耀, 储德平. 基于光谱特征分析的主要秋季作物类型提取研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22 (9): 128-132.
- [14] Bacoura C, Jacquemoud S, Tourbier YM. Analysis on Urban Vegetations Reflectance Characteristics in Shanghai[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 30(11): 79: 72.