

鄱阳湖几种常见湿地植物 光谱特征的初步研究

樊哲文^{1,2}, 周学林^{1,2}, 黄灵光¹, 卢艳敏²

(1. 江西省遥感信息中心, 江西 南昌 330046; 2. 江西理工大学 建筑与测绘工程学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 以鄱阳湖南矶山自然保护区湿地为实验区, 使用 FieldSpec[®] 3 便携式地物波谱仪对 2010 年 11 月的苔草、芦苇、南荻、藨草等 7 种鄱阳湖典型湿地植物的反射光谱数据进行采集和处理, 并对不同湿地植物的光谱特征、光谱差异进行了分析; 在此基础上运用二阶导数方法得到识别典型湿地植被的 7 个最佳波段: 685.8 nm, 692.4 nm, 698.6 nm, 704.3 nm, 737.5 nm, 746.2 nm, 957.1 nm。通过验证, 植被类型分类精度和样点验证精度分别为 85.7% 和 91.5%。

关键词: 光谱; 鄱阳湖; 湿地植物; 二阶导数

中图分类号: S718.43; TP731 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)02-0334-05

Analysis on the Spectrum Characteristics of Typical Wetland Vegetation in Poyang Lake

FAN Zhe-wen^{1,2}, ZHOU Xue-lin^{1,2}, HUANG Ling-guang¹, LU Yan-min²

(1. Center for Remote Sensing Information of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China; 2. Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The wetland of Nanji Nature Reserve of Poyang Lake was selected as the research area. The spectral of *Carex cinerascens* Kukenth, *P. australis* (cav.) Trin. ex Steud, *T. Lutarioriparia* L. Liu, and *P. arundinacea* L. etc. were measured by an ASD FieldSpec[®] 3 spectrometer (350 ~ 2 500 nm). Then the features of these spectral curves from the wetland vegetation were analyzed. Meanwhile, second derivative analysis was applied to these transformed spectral in order to identify which spectral bands were the most biological explanative for the differentiation of wetland vegetation. This research identified 7 optimal spectral bands (685.8 nm, 692.4 nm, 698.6 nm, 704.3 nm, 737.5 nm, 746.2 nm, 957.1 nm) that appeared to contain the majority of the wetland information content of the full spectral resolution. It was validated that the vegetation type classification accuracy was 85.7% and the sample validation precision was 91.5%.

Key words: spectral; Poyang Lake; wetland vegetation; second derivatives

地物光谱特征的测量和分析是遥感理论研究的重要内容,也是遥感应应用分析的基础^[1-3]。国内外学者开展了大量的地物光谱测量和研究工作,建立了一系列地物光谱库。大量研究表明,高光谱数据能更好地用于植被参数、植被类型的识别与分类、植物生化成分的估测等^[4-8]。

收稿日期: 2011-12-20 修回日期: 2012-02-15

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2007BAB23C05)和江西省科技厅基金项目(2009BHA18600)

作者简介: 樊哲文(1962—)男,研究员,博士,主要从事生态环境遥感监测领域研究, E-mail: fanzhewen@mrl.org.cn。

湿地植被光谱的测定和分析是湿地遥感监测的重要研究内容。许多学者利用各种中、高空间分辨率的多光谱遥感影像获取湿地植被分类数据进行湿地植被监测研究,但由于光谱分辨率的限制,不能精细地识别湿地植被及其分类^[9-11]。随着高光谱技术的发展及地面光谱库的建立,高光谱遥感影像的湿地植被精细化分类得到了明显的增强^[12-15]。

区内常见的湿地植物群落有苔草群落(*Carex* Ass.)、芦苇群落芦苇(*P. australis* Ass.)、南荻群落(*T. Lutarioriparia* Ass.)、水蓼群落(*P. hydropiper* Ass.)等,分布面积大,是区内主要建群种,具有一定的代表性。而在区域分布上,以南矶山一带较为集中。有关资料表明,目前对湿地植被的研究成果尚多集中在植被的生物多样性方面,而较少涉及到鄱阳湖湿地植被光谱的分析与反演研究,尤其缺少对鄱阳湖湿地植被光谱的测定和分析。因此,本研究以鄱阳湖南矶山自然保护区为实验区,在采集典型湿地植被群落反射光谱的基础上,对光谱特征及光谱二阶导数特征进行分析,以期揭示出主要湿地植被的光谱特征和找出识别湿地植被的最佳波段,并通过高光谱影像对分析结果进行验证判断,从而为鄱阳湖湿地植被遥感调查、遥感分类及遥感制图提供科学依据。

1 数据采集与处理

南矶山自然保护区位于鄱阳湖南部湖区(116°10'33"~116°25'05" E, 28°52'05"~29°06'50" N),总面积为3.33万hm²,由南山岛、矶山岛及大面积的湖泊与草洲组成,是一个以保护湿地生态系统和冬候鸟及其栖息地为主的河口型湿地自然保护区。保护区年均气温17.6℃,年均降水量1450~1550mm,植被资源极其丰富,共有443种维管束植物,其中蓼科、蔷薇科、豆科、菊科、禾本科、莎草科等6科占有明显优势。

实验采用的测量仪器为FieldSpec® 3便携式地物波谱仪^[16],光谱范围是350~2500nm。选择无风晴朗天气,测定时间为2010年11月18日的10:30~13:30。针对每种典型植物设置均匀样点3~7个,传感器探头垂直样点上方1m左右,每个样点一次取10条光谱。光谱采集样方大小为2m×2m,植被类型主要有苔草(*Carex cinerascens* Kuckenth.)、芦苇(*P. australis*(cav.) Trin.ex Steud.)、南荻(*T. Lutarioriparia* L. Liu)、藨草(*P. arundinacea* L.)、水蓼(*P. hydropiper* L.)、菱蒿(*A. selengensis* Turcz.ex Bess.)、狗牙根(*C. dactylon*(L.) Pers.)。除采集植物种类单一的植被群落的光谱外,另采集部分混生群丛如芦苇-苔草群丛、南荻-苔草群丛和藨草-菱蒿群丛的反射光谱曲线。

取每个样点采集光谱的平均值作为该样点的反射光谱,得到51条典型湿地草洲植被群落反射光谱,并对各种典型植被群落的反射光谱进行平均,作为该植被群落的反射光谱。考虑到大气中水汽等的影响,数据存在大量噪声,因此使用数据时只取用350~1000nm的波段;采用窗口大小为12的Savitzky Golay平滑法对所测得的数据进行降噪。

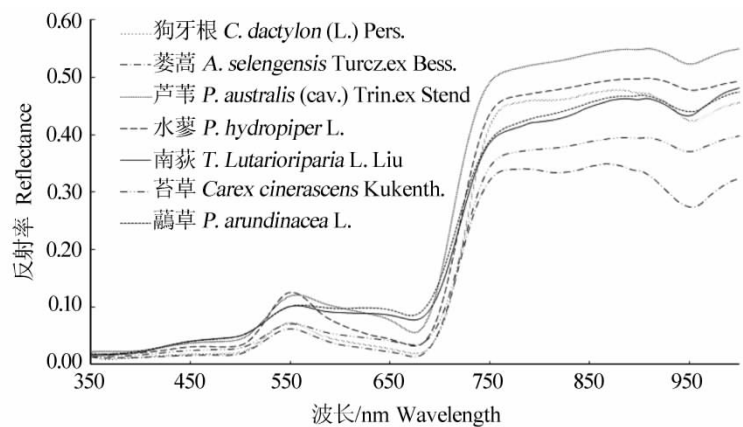


图1 七种典型植物的光谱特征曲线

Fig. 1 Spectrum curves of typical vegetation

2 结果与分析

2.1 典型湿地草洲植物的反射光谱特征

由图1可知,不同植物的反射光谱各异,这是由于产生光谱反射的主要元素相同,但不同植被的叶片面积、叶片色素含量、含水量等参数的差异导致光谱反射曲线出现差异。测定的几种植物反射光谱曲线在可见光波段(350~700nm)的反射率相对较低,且各植物的光谱反射率有一定的差异;7种植物480nm

处有一个吸收带,在 550 nm 处的绿光波段有一个很明显的反射峰;680 ~ 760 nm 处的“红边”位置有一个显著的吸收谷,吸收率大小顺序为菱蒿、狗牙根、苔草、水蓼、芦苇、南荻、藨草,且芦苇的红边斜率最大;在 760 ~ 1 000 nm 的近红外波段范围内发射率比较高,各植被的光谱反射率差异明显,很容易区分;藨草和南荻的光谱特征曲线混淆,这 2 种植物群落类型在光谱曲线上不易辨别。

2.2 不同群丛的植被光谱特征比较

利用所测得的苔草群丛、南荻-苔草群丛、芦苇-苔草群丛的光谱反射值制作其光谱曲线(图 2)。3 类群丛在 350 ~ 500 nm 内的光谱反射值比较接近,反射率较低;500 ~ 750 nm 内,南荻-苔草群丛与芦苇-苔草群丛的光谱反射率很接近,且略高于苔草群丛的反射率;在 680 ~ 760 nm 的植物“红边”范围内,前两者的红边斜率明显大于后者;760 ~ 1 000 nm 内,反射率出现不同程度的差异,芦苇-苔草群丛的光谱反射率大于南荻-苔草群丛的,苔草群丛的最低。

利用所测定的菱蒿群丛、藨草-菱蒿群丛、南荻-菱蒿群丛的光谱反射值制作其光谱反射曲线(图 3)。3 类群丛的光谱整体上差异较大。360 ~ 730 nm,南荻-菱蒿群丛的光谱反射率最大,光谱反射率最小的属于菱蒿群丛;680 ~ 760 nm 的红边,菱蒿群丛的红边斜率最大;760 ~ 1 000 nm 3 类群丛的光谱特征各有不同,总体上反射率呈增长态势,但在部分波段范围内出现波动,如菱蒿群丛的光谱曲线在 770 nm 和 870 nm 处出现反射峰后,在 820 nm 和 950 nm 处出现吸收谷。

2.3 典型湿地植物的二阶导数特征分析

由于二阶导数光谱相对于一阶导数光谱除可以有效放大光谱特征外,且对太阳光、地形变化不敏感,因此为进一步研究识别湿地植物的特征波段,本文采用二阶导数对植物光谱进行计算^[17]。当二阶导数值为“+”时,表示该波段位于反射光谱的吸收区域;当二阶导数值为“-”时,表示该波段位于反射光谱的反射区域;当二阶导数趋于“0”时,表示反射光谱曲线稳定上升或下降。

对 7 种典型湿地植物群落的光谱作二阶导数运算后,对计算结果分别进行排序以选出 5 个极大值和 5 个极小值,即选出每条光谱二阶导数的极值所对应的波段为湿地植物潜在最佳波段,并进行统计(表 1)。可知,有 6 个波段的频率大于 6 次,这些出现频率高的波段最能反映湿地植物的特性,可以作为保护区湿地植物识别的最佳波段(685.8, 692.4, 698.6, 704.3, 737.5, 746.2 nm)。

从二阶导数随波长的变化趋势看,7 种植物的变化趋势较一致,区别在于变化幅度的差异。7 种植物类型均存在蓝-绿波段吸收/反射特征(480 ~ 560 nm),其中水蓼的特征最为明显;在红波段吸收特征(685.8, 692.4, 698.6 nm)和近红外反射特征(704.3 ~ 753.0 nm)明显。在 957.1 nm 处的吸收特征

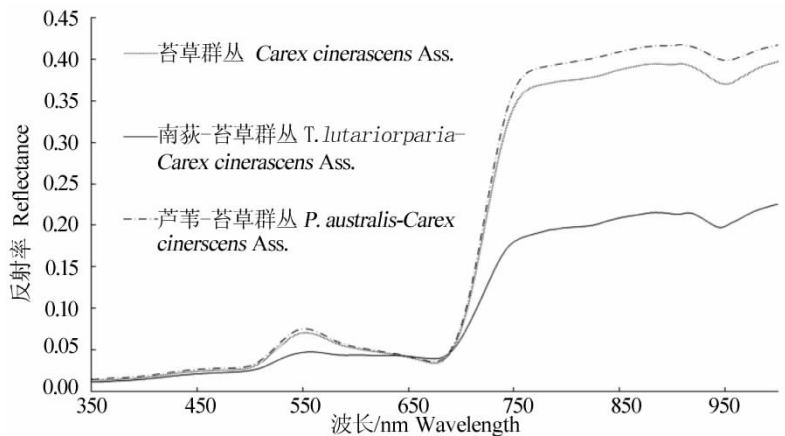


图 2 不同群丛的光谱曲线

Fig. 2 Spectrum curves of different association

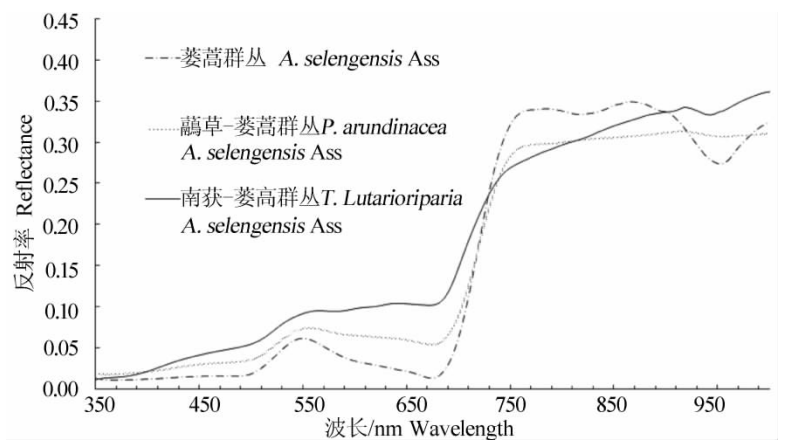


图 3 不同群丛的光谱曲线

Fig. 3 Spectrum curves of different association

以茭蒿、南荻、藨草 3 种植物最为明显,虽然该波段在最佳波段统计中并不占优,但它对于茭蒿、南荻、藨草等植物却是重要的特征波段。因此,综合典型湿地植物群落反射光谱分析中得到的 6 个波段,最终得出 7 个最佳波段: 685.8, 692.4, 698.6, 704.3, 737.5, 746.2, 957.1 nm。

表 1 典型湿地植被群落潜在最佳波段

Tab.1 Potential optimal bands of typical wetland phytocoenosium in Poyang Lake

中心波长 /nm Center wavelength	频率 Frequency	中心波长 /nm Center wavelength	频率 Frequency
352.1	4	729.1	3
685.8	8	737.5	9
692.4	10	746.2	19
698.6	7	753.0	2
704.3	7	957.1	1

3 应用

基于上述研究结果,利用 ENVI 软件下的 SAM 工具对 7 月 16 日(丰水期)的 Hyperion 高光谱影像进行分析提取,并采用路线穿插法选取 5 条验证线路、47 个验证点(大小为 30 m × 30 m),对影像所覆盖的区域进行分类结果的精度验证。对于植被类型分类精度,分类出 7 种植物,验证中只发现 6 种,其精度为 85.7%,未发现的植被类型为茭蒿(该类型在影像上仅 3 个像元);对于样点植被类型分类精度,47 个验证点,正确分类点有 43 个,分类精度 91.5%。

此外,在鄱阳湖区范围内的都昌县境内也做过类似的研究工作,研究表明上述研究结果同样适用于当地的实际情况。

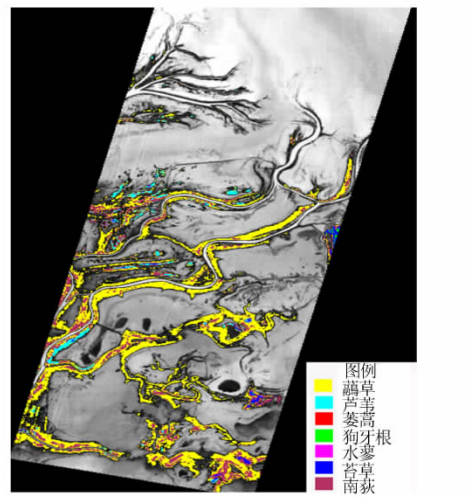


图 4 影像分类结果

Fig. 4 Classification results for image

4 结论与讨论

本研究以鄱阳湖南矶山自然保护区为实验区,在采集典型湿地植被群落反射光谱的基础上,对光谱特征及光谱二阶导数进行分析,揭示出典型湿地植被类型的光谱特征,找出识别湿地植被的最佳波段。

(1) 除藨草和南荻的光谱特征曲线混淆严重,在光谱曲线上难以区分之外,其它 5 种植物的光谱特征曲线能大致区分,且所采集分析处理的反射光谱曲线被高光谱影像准确识别,植被类型分类精度和样点验证精度分别为 85.7% 和 91.5%。

(2) 本研究的 7 种植物的反射光谱曲线较相似,但由于不同植物类型的植物形态、叶绿素含量等方面的差异,因而出现了不同的反射光谱特征,用二阶导数的方法放大这些差异从而达到选择最佳波段的目的。综合反射光谱二阶导数极值出现的频率高低和变化趋势,得出 7 个最佳波段: 685.8, 692.4, 698.6, 704.3, 737.5, 746.2, 957.1 nm。

本研究仅利用鄱阳湖区 11 月中旬的光谱数据选择的最佳波段,由于不同植物在不同季节的光谱特征可能存在差异,这些波段是否能适用各植物的整个生长季的植被分类还需进一步研究;由于采集的数据数量和质量受采集数据的时间和条件的影响,下一步研究还需进行补充和完善。

致谢: 本文基于“十一五”国家科技支撑计划的项目“鄱阳湖生态保护与资源利用研究”和江西省科技厅基金项目“江西中药资源遥感动态监测研究”,感谢在研究中给予帮助的领导和同事,同时也要感谢研究区各级部门提供的支持。

参考文献:

- [1] 童庆禧, 张兵, 郑兰芬. 高光谱遥感——原理、技术、应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 许章华, 刘健, 余坤勇. 基于RS与GIS地震灾害后森林植被重建的关键技术探讨[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 437-440.
- [3] 陈嵩, 朱延君, 李显凤, 等. 不同叶面积指数遥感反演方法对红壤丘陵区森林的适用性分析[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(3): 508-513.
- [4] 苏理宏, 李小文, 王锦地, 等. 典型地物光谱知识库建库与光谱服务的若干问题[J]. 地球科学进展, 2003, 18(2): 185-191.
- [5] 杨存建, 杨建祥, 李春燕, 等. 云南省腾冲县几种蔬菜反射光谱特征的初步分析[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(6): 639-642.
- [6] 杨存建, 杨建祥, 李春艳. 云南省腾冲县森林植被光谱特征的分析[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2010, 23(1): 113-116.
- [7] 易秋香, 黄敬峰, 王秀珍. 玉米粗纤维含量高光谱估算模型研究[J]. 红外与毫米波学报, 2007, 26(5): 393-400.
- [8] 杜华强, 金伟, 葛宏立, 等. 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.
- [9] Davranche A, Lefebvre G, Poulin B. Wetland monitoring using classification trees and SPOT - 5 seasonal time series [J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(3): 552-562.
- [10] Laba M, Blair B, Downs R, et al. Use of textural measurements to map invasive wetland plants in the Hudson River National Estuarine Research Reserve with IKONOS satellite imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(4): 876-886.
- [11] Laba M, Downs R, Smith S, et al. Mapping invasive wetland plants in the Hudson River National Estuarine Research Reserve using QuickBird satellite imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(1): 286-300.
- [12] Hestir E L, Khanna S, Andrew M E, et al. Identification of invasive vegetation using hyperspectral remote sensing in the California Delta ecosystem [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(11): 4034-4047.
- [13] Wang C, Menenti M, Stoll M P, et al. Mapping mixed vegetation communities in salt marshes using airborne spectral data [J]. Remote Sensing of Environment, 2007, 107(4): 559-570.
- [14] Jollineau M Y, Howarth P J. Mapping an inland wetland complex using hyperspectral imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29(12): 3609-3631.
- [15] Hamada Y, Stow D A, Coulter L L, et al. Detecting *Tamarisk* species (*Tamarix* spp.) in ripari California using high spatial resolution hyperspectral imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2007, 109(2): 237-248.
- [16] Http: //www. asdi. com/products/fieldspec - 3 - portable - spectroradiometer [OL].
- [17] 刘克, 赵文吉, 郭道宇, 等. 野鸭湖典型湿地植物光谱特征[J]. 生态学报, 2010, 30(21): 5853-5861.