

青岛灵山湾潮间带沉积物粒度参数高光谱定量反演

陈晓琳¹, 孙根云¹, 徐方建¹, 赵永芳², 王振杰¹

(1. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580; 2. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 潮间带表层沉积物粒度参数不仅是研究现代海岸动态和变迁的参照, 也是评价人类活动可持续发展的依据。本文以灵山湾潮间带野外实地采集潮滩表层沉积物及其表面实时光谱信息为研究对象, 分析高光谱用于粒度参数识别的能力。针对高光谱信息提取的困难, 对光谱数据进行数学变换, 利用多层感知器神经网络建立沉积物粒度参数与光谱反射率之间的关系模型, 探索了利用表层沉积物反射光谱特性进行沉积物特征定量反演的可行性。结果表明: 基于高光谱对沉积物粒度参数的定量预测是可行的, 建立的预测模型可以较准确地反映潮间带沉积物粒度特征, 其快速、准确的优点为测定潮间带表层沉积物粒度参数提供了一种新方法。该模型的建立为进一步提高潮间带变化监测和预测的研究提供了参考借鉴。

关键词: 高光谱; 潮间带; 沉积物; 粒度; 定量反演

中图分类号: P76; P237 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)08-0095-08

doi: 10.11759/hyqx20140819002

海岸带是海陆作用最活跃的地区, 生态环境脆弱, 对环境变化敏感。近年来, 随着近海城市不断扩张, 海洋经济迅速崛起, 人类对海岸带地区的开发利用日趋加强, 对海域使用的需求不断提高^[1-3]。因此, 人类活动对海岸沉积动力过程、动力地貌演变以及岸线迁移演化的影响越来越大^[4], 这深刻影响了潮滩表层沉积物的组成及粒度特征。作为海陆交替的过渡地带, 潮间带地区物质和能量的转换远比其他地域迅速, 表层沉积物粒度参数特征的变化记录了自然与人类活动共同作用下的海岸沉积环境及动力地貌演变^[5-6]。因此, 研究潮间带沉积物粒度参数的空间分布规律是研究潮滩动态变化的一种重要手段。

目前, 对潮间带沉积物粒度数据主要通过现场样品采集并结合实验分析获取, 具有较高的精度^[7-9]。然而, 这种方法耗时耗力, 样品前处理和分析也需要专业人员操作, 获取数据周期长, 不适用于大面积区域的时空动态变化的调查^[10]。随着高光谱技术的发展, 越来越多的学者将高光谱技术应用到潮间带信息的识别和提取中。研究表明, 利用高光谱技术在光谱区域内连续取样, 可以分辨出表层沉积物特征细节的光谱特征^[10-12]。然而, 光谱分辨率的提高是以较高的数据维和较大的数据量为代价的。这给高光谱数据处理带来了很多问题, 例如信息的高冗余度, 数据的存储空间增大, 处理时间增长, 以及维数

灾难现象等。目前, 利用高光谱技术反演表层沉积物特征已取得一定成果, 但这些研究大都采用构造简便的线性模型来获取沉积物特征^[10-12]。然而, 当数据存在非线性关系, 或者不确定数据满足什么样的函数条件时, 便无法确定函数的表示形式。同时, 由于光谱受水分等的影响较大, 要想直接利用光谱分析粒度参数差异显然是困难的^[13]。

本文以山东省青岛市灵山湾潮间带砂质沉积物为研究对象, 现场获取表层沉积物高光谱反射率, 对沉积物进行粒度测试, 此后对光谱数据进行数学变换, 利用神经网络光谱分析方法建立起良好的潮间带沉积物粒度参数预测模型, 探讨了基于潮间带反射光谱特性进行沉积物粒度参数预测的可行性, 为实现实时、快捷的沉积物粒度特征变化监测提供理论依据, 同时也为实现基于遥感方法快速定量获取沉积物特征参数提供理论基础。

收稿日期: 2014-08-19; 修回日期: 2014-11-20

基金项目: 国家自然科学基金(No. 41471353, 41106040, 41430965); 青岛市科技计划基础研究项目(No.13-1-4-197-jch); 中央高校基本科研业务费专项资金(No. 14CX02038A, 14CX02039A, 12CX02003A)

作者简介: 陈晓琳(1991-), 女, 山东东营人, 硕士研究生, 主要从事海岸带高光谱遥感研究, E-mail: cxlin0929@163.com; 孙根云, 通信作者, E-mail: genyunsun@163.com; 徐方建, 通信作者, E-mail: xufangjiang@163.com

1 研究区概况

青岛地处典型的东亚季风气候区,受毗邻海洋的影响,其天气和气候具有大陆性和海洋性之间的过渡型特征,沿海一带属海洋性气候特征。地貌上是典型的山地海岸、岬湾相间,多沙滩和海湾,其沙滩正遭受侵蚀不断后退,且侵蚀后退速度加剧^[14]。例如,著名的青岛第一海水浴场由于海岸侵蚀,呈现出不断退化的现象,每年都需要通过人工填沙来维持。

灵山湾海水浴场位于青岛市黄岛区,北依小珠山,西南临琅琊台,东南与灵山东相望,风景十分优美。然而,自20世纪90年代以来,灵山湾每年蚀退可达7 m^[15]。人类活动对灵山湾海岸带地区的开发利用日趋加强,对海域使用的需求不断提高,这也会深刻影响潮滩表层沉积物的粒度特征。

2 数据获取与处理

2.1 光谱数据的获取与处理

2014年1月18日10:00~14:00与2014年11月12日12:00~14:00,分别利用爱万提斯(Avantes)光谱仪于青岛市灵山湾海水浴场进行地物反射率现场采集。为保证数据充分反映沉积物光谱特性,采样时段在退潮水分下渗最大时段。仪器波段范围为180~1170 nm,光谱仪分辨率2.4 nm,采样间隔0.6 nm。2次采样日天气晴,北风3~4级,实时潮高分别为40 cm和56 cm。采集范围为120°03'25"~120°03'54"E,35°52'28"~35°53'03"N,采样间隔50 m。为保证数据准确性,每个采样点测量5次,取算术平均值作为实际反射光谱数据。各样点测定前、后都进行白板定标。使用美国Magellan eXplorist 500手持GPS定位,定位精度<7 m。

每个潮间带样品的光谱曲线首先去除全光谱数据中180~350 nm和1000~1170 nm的首尾噪声,采用五步平均法去掉高频噪声的干扰,使光谱数据更为平稳,确保所建的反演模型预测结果更为精确。为了消除由相邻波段间较高相关性产生的数据冗余,利用FWHM等于波段间距的高斯模拟进行临界抽样,以10 nm为间隔进行重采样^[16]。

2.2 潮间带沉积物样品采集与分析

光谱采集的同时,原位采集表层0~2 mm内的沉积物样品,装袋编号保存带回实验室分析,共83个样品。样品分别经过量30%双氧水和1 mol/L盐酸去

除沉积物中的有机质及生物贝壳,其后将样品离心3次,处理后的样品经超声波振荡分散后在中国石油大学(华东)进行测试。分析所用仪器为BT-2002型激光粒度仪,测量范围为1~2600 μm,重复测量相对误差<3%。采用矩法^[17]对常规的4种粒度参数(平均粒径,分选系数,偏态及峰态)进行了计算。

3 建模和验证方法

3.1 光谱数据的数学变换

如前所述,很难直接利用高光谱数据分析粒度参数在光谱上的差别。光谱一阶导数、二阶导数和倒数的对数是常用的光谱处理方法,计算公式如公式(1)~公式(3)。其中,导数变换可以对重叠混合光谱进行分解,以扩大样品之间的光谱特征差异;倒数的对数变换不仅趋向于增强可见光区的光谱差异,而且趋向于减少因光照条件变化引起的乘性因素影响^[18-19]。

$$\frac{dR(\lambda)}{d\lambda} = \frac{R(\lambda_{m+1}) - R(\lambda)}{\lambda_{m+1} - \lambda} \quad (1)$$

$$\frac{d^2R(\lambda)}{d\lambda^2} = \frac{dR(\lambda_{m+1}) - dR(\lambda)}{\lambda_{m+1} - \lambda} \quad (2)$$

$$\lg\left(\frac{1}{R(\lambda)}\right) = -\lg R(\lambda) \quad (3)$$

其中, m 为波段号, λ_m 和 λ_{m+1} 分别为 m 波段和 $m+1$ 波段对应的波长; $R(\lambda_m)$ 和 $R(\lambda_{m+1})$ 分别为 m 波段和 $m+1$ 波段的光谱反射率。

3.2 模型的建立与精度验证

潮间带沉积物反射光谱数据复杂,在探索建立粒度参数与光谱之间的关系模型中,传统线性模型具有一定局限性。比较而言,神经网络可以接近多种统计模型,因变量和自变量的关系是在学习过程中确定的。因此,神经网络因其强大性、灵活性和易用性而成为很多预测、数据挖掘应用的首选工具^[20]。其中最常用的是多层感知器(multi-layer perceptron, MLP)网络。MLP通过多个感知器的组合实现了复杂的非线性回归模型。

MLP具有多层结构,而最常用的是三层结构,即输入层、隐含层及输出层,每层均由节点(人工神经元)组成,每个节点与除本层外其他节点均相连。输入层、隐含层和输出层分别用于数据的输入、处理和输出。输入层节点数与参加分析的特征数相同,本研究中即数学变换后及原始波段数据;输出层节

点数与最终回归得到的特征数相同, 本研究中为 4 个潮间带粒度参数; 隐藏层节点数由实验确定, 本研究采用 2 层隐藏层。全部样本按粒度大小进行排序, 等间隔选择 11 个预测样本作为独立验证集, 剩余的 72 个样本为建模样本集。建立模型的精度评价主要采用预测值和实测值的决定系数(R^2), 均方根误差(root-mean-square error, RMSE)^[21]。

4 结果与讨论

4.1 沉积物粒度参数特征

研究区表层沉积物平均粒径和分选系数分别为 1.10~2.51 Φ 、0.69~0.92。按照 Shepard 三角形分类法, 所有沉积物类型均为砂(细砂-中砂), 分选好至较好^[22]。如表 1 所示, 各粒度参数变异系数均属中等变异, 变异系数在 15%~45%之间, 说明该研究区表层沉积物粒度的变异性较大, 因而沉积物特征的监测更具有意义。

4.2 不同数学变换方法的光谱特征

随机选取 5 条不同粒度沉积物反射光谱及其数

表 1 粒度参数的特征统计值

项目	平均粒径(Φ)	标准偏差	偏度	峰度
最大值	2.57	1.27	2.23	11.10
最小值	1.06	0.59	-0.15	2.91
平均值	2.12	0.78	1.40	8.11
标准差	0.34	0.13	0.60	1.93
变异系数(%)	15.90	16.53	43.05	23.75

学变换后曲线, 如图 1 所示。其中, 图 1a 是潮间带表层沉积物样品的反射光谱曲线, 所有样品的光谱曲线形态大致相同, 可见光波段(VIS)的反射率小于近红外(NIR)波段, 特征吸收带出现的波段位置基本一致, 只是潮间带粒度参数不同, 导致特征波段反射率大小不同。图 1b 是潮间带表层沉积物样品的光谱一阶导数曲线, 可以看出在 450 nm 处有一个小反射峰, 550 nm 处有一个大反射峰, 470 nm 处有一个反射谷, 所有样本在可见光区域曲线形态大致相同, 近红外处没有明显规则。图 1c 是潮间带表层沉积物样品的光谱二阶导数曲线, 可以看出二阶导数曲线没有明显规律性, 在 470 nm 处有一个反射谷。图 1d

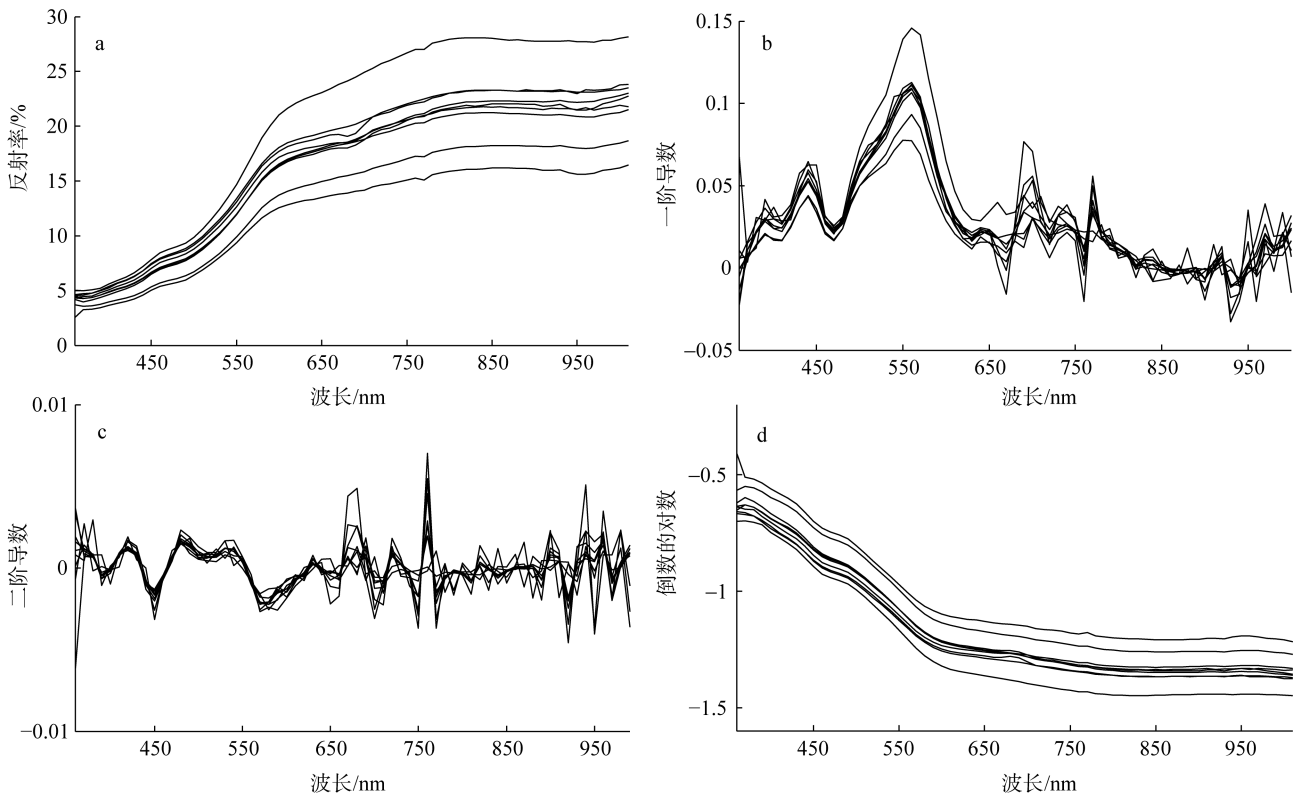


图 1 不同数学变换的潮间带样品光谱曲线

Fig.1 Reflectance curves of different mathematical transformed intertidal samples

是潮间带表层沉积物样品的光谱倒数的对数曲线, 所有样品的光谱曲线形态大致相同, 可见光波段反射率大于近红外波段, 特征吸收带出现的波段位置基本一致。

4.3 粒度参数与不同数学变换光谱相关分析

为了探讨潮间带粒度参数与潮间带光谱之间的关联, 将潮间带表层沉积物平均粒径、标准偏差、偏度和峰度分别与原始光谱反射率、光谱倒数对数值、光谱一阶导数以及二阶导数进行相关分析, 各参数

的相关系数见图 2。可以看出, 4 种粒度参数与光谱在大部分波段有较高的相关系数。计算结果表明, 各变换形式都在一定程度上提高了沉积物粒度参数与光谱因子之间的相关性, 其中以一阶导数最为显著, 相关系数在 0.5 以上的因子数目大幅增加。由图 2 可以明显看出, 某些原始光谱中比较细微的信息在经过变换后被放大了, 特别是微分求导变换后的光谱特征值的相关性甚至可以达到 -0.9 以上的极显著水平。

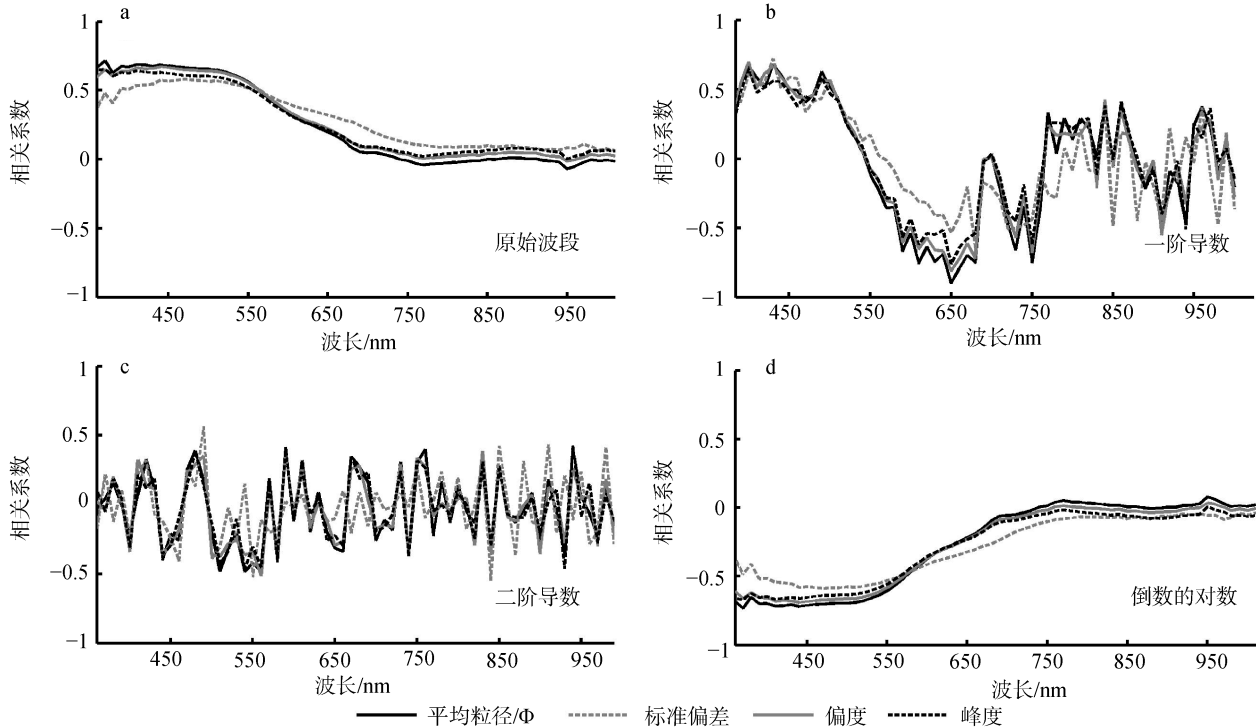


图 2 粒度参数与数学变换后的光谱之间的相关系数

Fig. 2 Correlation coefficients between granulometry parameters and different mathematical transformed spectral

根据粒度参数与光谱的相关分析, 找出与潮间带粒度参数相关性较好的光谱特征波段。利用神经网络, 各粒度参数与特征波段的光谱变量进行回归分析, 经神经网络所建的模型重要性见表 2。可以看出, 对于原始光谱, 近红外波段(770~3 800 nm)、绿光波段(440~580 nm)对粒度参数贡献较大, 而红光波段(620~770 nm)和蓝光波段(390~440 nm)贡献较小; 对于一阶导数光谱, 近红外波段对粒度参数回归贡献较大, 其余波段贡献较小; 对于二阶导数和倒数的对数光谱, 近红外波段和红光波段对粒度参数回归的贡献较大, 其余波段贡献较小。

4.4 粒度参数预测分析

本研究采用神经网络建立了潮间带表层沉积物

表 2 神经网络模型波段重要性

Tab.2 Important bands for ANN (Artificial Neural Network) model

数学变换方式	重要特征波段(nm)								
原始波段	510	710	930	530	730	590	930	870	400
一阶导数	870	790	780	920	570	880	370	950	820
二阶导数	790	870	760	960	630	580	910	400	690
倒数的对数	800	940	700	730	470	890	610	680	870

粒度参数估算模型, 经过训练确定隐藏层 1 中节点数为 20, 隐藏层 2 中节点数为 15。

如表 3 所示, 利用这 4 种光谱数学变换对 4 种粒度参数进行回归分析, 采用倒数的对数的数学变换在平均粒径、偏度参数预测的精度明显优于其他数

表 3 验证样本实测值与预测值的对比

Tab.3 Comparison between measured values and predicted values

参数	决定系数 R^2				RMSE			
	原始光谱	一阶导数	二阶导数	倒数的对数	原始光谱	一阶导数	二阶导数	倒数的对数
平均粒径(Φ)	0.78	0.83	0.76	0.88	0.15	0.13	0.15	0.11
标准偏差	0.78	0.64	0.24	0.36	0.11	0.11	0.16	0.06
偏度	0.54	0.30	0.63	0.87	0.40	0.49	0.35	0.23
峰度	0.65	0.80	0.62	0.59	0.98	0.59	0.90	0.34

学变换方式, 原始光谱对标准偏差的预测精度远优于其他数学变换(R^2 达到 0.78), 一阶导数对峰度的预测精度远优于其他, 二阶导数对 4 个粒度参数的预测结果相对较差。比较建模过程和验证过程可以发现, 除了偏度验证的相关系数之差较大, 其余 3 个粒度参数的回归相关系数均相近。这表明利用神经网络方法建立的回归模型比较稳定, 预测精度较高。说明利用可见—近红外高光谱对潮间带粒度参数进行预测是可能的。

依据回归估计 RMSE 对得到的模拟值和测量值利用 1:1 关系图进行了检验分析(图 3)。可以看出, 回归预测结果与实测数据有较好的符合度, 但个别样本点预测误差较大。由图 3 和表 3 得到的各粒度

参数的最优回归精度通过 Pearson 相关系数分析, 通过了 0.01 的置信区间检验。这说明基于高光谱数据和神经网络所建立的模型的模拟值和实测值具有较好的一致性, 利用该模型进行区域范围内的潮间带表层沉积物粒度监测是可行的。

4.5 空间制图分析

潮间带制图可以使潮间带性质空间变异直观地显现出来。地统计学中的克里金方法尤其是协同克里金在考虑到被预测沉积物粒度属性的信息的同时, 也考虑影响潮间带属性分布的其他因素, 以协同变量可以提高潮间带属性制图的精度。借助获取的野外光谱数据, 利用神经网络得到的沉积物粒度参数,

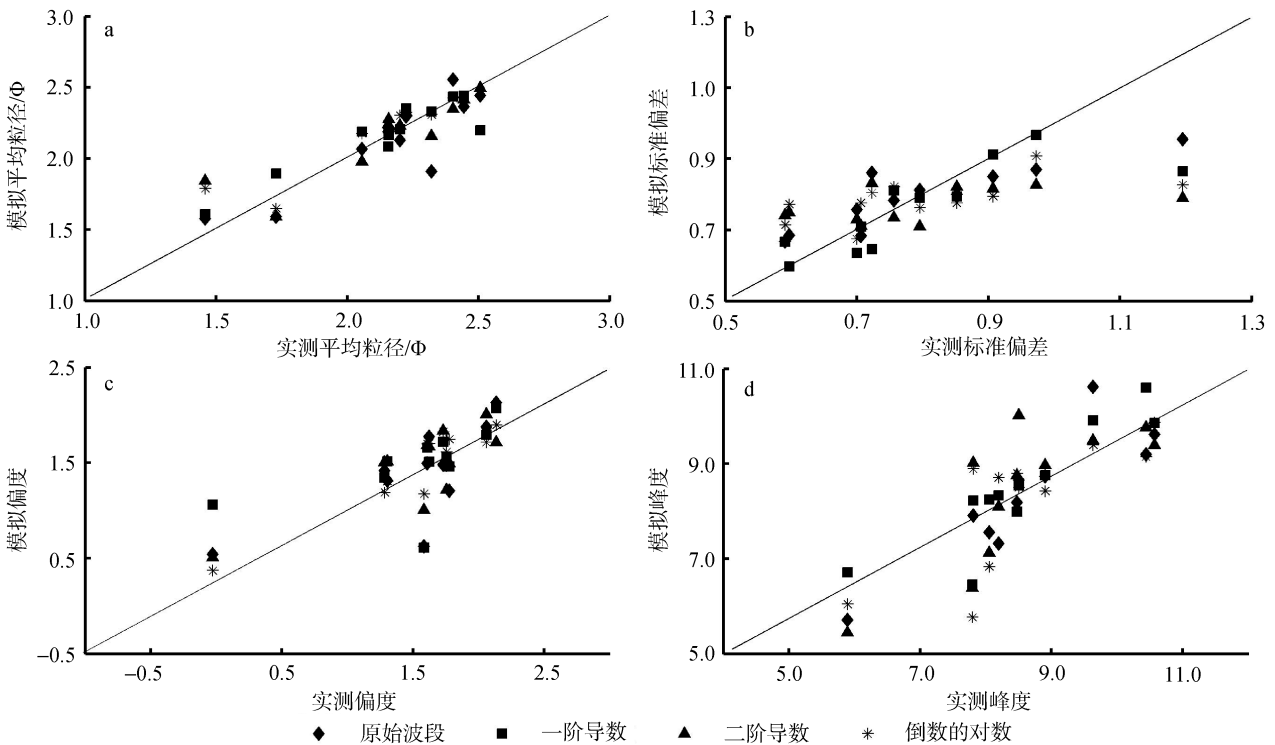


图 3 验证样本实测值与预测值比较

Fig.3 Comparison between measured and predicted values of validation samples

a. 平均粒径(Φ 值); b. 标准偏差; c. 偏度; d. 峰度

a. average particle size(Φ value); b. standard deviation; c. skewness; d. kurtosis

结合地统计学中的克里金插值分析,进行潮间带粒度特征的空间制图。分别采用实测值与平均粒径、标准偏差、偏度和峰度相关系数最高的数据处理方法得到的预测值进行制图。其中,平均粒径、偏度最佳预测值为倒数的对数预测值,标准偏差最佳预测值为原始光

谱预测值,峰度最佳预测结果为利用一阶导数得到的预测值,结果见图4。与实测潮间带粒度特征克里金制图相比,光谱空间预测图表现出相同的潮间带粒度特征空间变异趋势,说明野外光谱测量手段是可以被用来实时快速的获取潮间带粒度空间分布信息的。

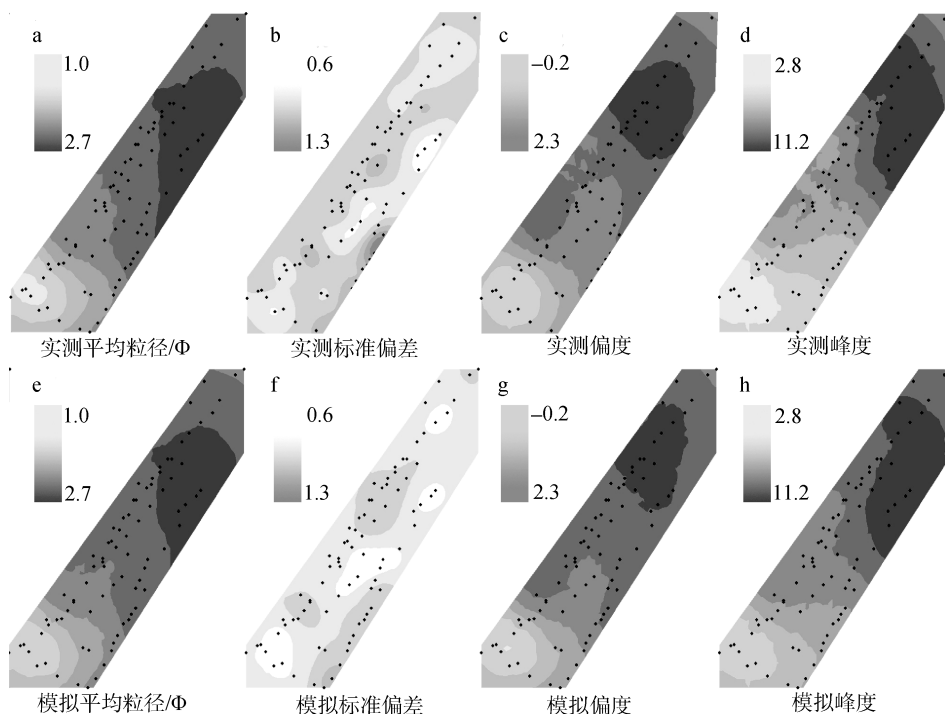


图4 实测值与模拟值的空间分布比较

Fig.4 Comparison between measured and predicted values in spatial distribution

5 结论与存在的问题

本文通过野外测量青岛灵山湾潮间带表层沉积物的高光谱数据,比较了原始光谱、一阶导数、二阶导数和倒数的对数光谱特性,分析了潮间带表层沉积物粒度参数与各光谱特性的相关性,主要结论如下:

1) 利用原始光谱、光谱一阶导数、二阶导数和倒数的对数,可以有效的获得潮间带光谱的特征波段,这些波段很好地反映了潮间带平均粒径、标准偏差、偏度和峰度参数典型的光谱特征。通过4种粒度参数与潮间带光谱变量之间的相关分析发现,粒度参数与绿光、红光和近红外波段处的光谱变量存在显著的相关性。利用神经网络分别对粒度参数与数学变换后光谱变量进行回归分析,探索利用反射光谱预测潮间带沉积物粒度参数的可行性。

2) 潮间带的粒度参数均显示出与光谱变量良好的相关性,各变换形式都不同程度的提高了光谱因子对粒度参数的敏感性,其中以微分求导放大了原

始光谱中的细微信息最为明显。最优回归模型的预测精度较高(R^2 均大于0.78),并且通过了Pearson相关系数分析0.01的置信区间检验,利用克里金法插值分析得到的模拟值与实测值的空间制图出现相同趋势,表明该方法具有实时快速估算潮间带粒度参数空间分布信息的能力。

3) 建立地面模型的目的是为了指导在遥感卫星尺度上对该地区甚至其他地区的潮间带变化情况进行大范围的监测。我们用地面测量的高光谱数据和粒度参数数据建立了粒度参数的定量估算模型,通过对定量模型的分析可以知道,在可见光和近红外波段能够找到粒度参数的敏感波段响应,用这些波段的反射率建立神经网络,可以对粒度参数进行比较准确的估计。这些敏感波段基本上和目前常用的遥感资源卫星的传感器在可见光和近红外波段的设置一致,这就为我们在此后工作中从地面光谱反演到卫星遥感反演提供了很好的根据。

尽管本文通过野外光谱测定来反演表层沉积物粒度参数获得了较好的效果,但验证模型的有效型、指导潮间带变化监测的实用性还待进一步探索。因此,在后续工作中还需要进一步收集遥感影像,对本文的地面定量模型作进一步修正,最终建立基于遥感影像的潮间带表层沉积物粒度参数定量估计模型,实现区域尺度上的潮间带监测与评价。同时,本文中采用的光谱仪光谱测量范围是可见光-近红外,因此,在后续的工作中需要在更高的波段范围内获取数据,进一步完善模型。

参考文献:

[1] Liu W D, Baret F, Gu X F, et al. Relating soil surface moisture to reflectance[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 81(2-3): 238-246.

[2] Michael L W, Lin L, Susan L U. Predicting water content using Gaussian model on soil spectra[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2004, 89(4): 535-552.

[3] Dehaan R L, Taylor G R. Field-derived spectra of salinized soils and vegetation as indicators of irrigation-induced soil salinization[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 80(3): 406-417.

[4] 王轲道, 王建. 海岸工程对粉沙淤泥质侵蚀性海岸的影响—以茅家港环抱式突堤航道防护工程为例[J]. *海岸工程*, 2004, 23(2): 19-24.

[5] 王燕飞. 最近 40 年来丁字湾潮滩表层沉积特征演变的遥感定量反演[D]. 烟台: 鲁东大学, 2013.

[6] 刘锋. 黄河口及其邻近海域泥沙输运及其动力地貌过程[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.

[7] 裴艳东, 王云生, 范昌福, 等. 天津市潮间带表层沉积物的类型及其分布[J]. *地质通报*, 2009, 28(7): 915-922.

[8] 雷坤, 孟伟, 郑丙辉, 等. 渤海湾西岸潮间带沉积物粒度分布特征[J]. *海洋通报*, 2006, 25(1): 54-61.

[9] 王福, 王宏, 王云生, 等. 黄骅港北侧潮间带及浅海区沉积物粒度特征[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2011, 31(4): 69-74.

[10] 张东, 张鹰, 李欢, 等. 基于组分反演的高光谱潮间

带表层沉积物自动分类研究[J]. *海洋学报*, 2008, 30(3): 62-71.

[11] 李欢, 张东, 张鹰. 基于线性光谱分解的潮间带表层沉积物分类[J]. *海洋科学进展*, 2010, 28(3): 382-388.

[12] 郑晓丹, 张东, 张鹰, 等. 基于高光谱的潮间带表层沉积物粒度参数空间分布规律研究[J]. *海洋学报*, 2009, 31(3): 57-66.

[13] 孙建英, 李民赞, 唐宁, 等. 东北黑土的光谱特性及其与土壤参数的相关性分析[J]. *光谱学与光谱分析*, 2007, 27(8): 1502-1505.

[14] 徐方建, 赵永芳, 李传顺, 等. 青岛市灵山湾海水浴场沉积物分布特征与影响因素[J]. *海洋通报*, 2014, 33(2): 157-162.

[15] 杨鸣, 夏东兴, 谷东起, 等. 全球变化影响下青岛海岸带地理环境的演变[J]. *海洋科学进展*, 2005, 23(3): 289-296.

[16] Kemper T, Sommer S. Estimate of heavy metal contamination in soils after a mining accident using reflectance spectroscopy[J]. *Environment Science and Technology*, 2002, 36(12): 2742-2747.

[17] McManus J. Grain size determination and interpretation [M]. London: Blackwell Scientific Publication, 1988. 63-85.

[18] 刘磊, 沈润平, 丁国香. 基于高光谱的土壤有机质含量估算研究[J]. *光谱学与光谱分析*, 2011, 30(3): 762-766.

[19] 何挺, 王静, 林宗坚, 等. 土壤有机质光谱特征研究[J]. *武汉大学学报·信息科学版*, 2006, 31(11): 975.

[20] 韩力群. 人工神经网络理论、设计及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[21] Chang C W, Laird D A, Mausbach M, et al. Near-infrared reflectance spectroscopy-Principal components regression analyses of soil properties[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2001, 65(2): 480-490.

[22] 贾建军, 高抒, 薛允传. 图解法与矩法沉积物粒度参数的对比[J]. *海洋与湖沼*, 2002, 33(6): 577-582.

Quantitative inversion of sandy intertidal sediment grain size parameters content with hyperspectral in Lingshan Bay of Qingdao

CHEN Xiao-lin¹, SUN Gen-yun¹, XU Fang-jian¹, ZHAO Yong-fang², WANG Zhen-jie¹

(1. School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China; 2. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Aug., 19, 2014

Key words: hyperspectral; intertidal zone; sediment; grain size; quantitative inversion

Abstract: The sediment grain-size parameters of intertidal zone is not only a reference object for the research of modern coastal dynamics but also a basis for the evaluation of the sustainable development of human activities. This paper takes the surface sediment and the hyperspectral information of the intertidal zone in Lingshan Bay as study objects to analyze the ability in grain size parameters identifying. Mathematical transformations were taken aiming at solving the extraction difficulties in hyperspectral data. Multi-layer perceptron ANN (Artificial Neural Network) was established to build a relation model between the parameters and spectral reflectance to explore the feasibility of quantitative inversion of sediment characteristics. The final results show that using hyperspectral data to determine sediment grain-size parameters of intertidal zone is feasible. The advantages, i.e. fast and accurate, provide a new method for determining the intertidal zone sediment parameters. This would provide a reference for accurately monitoring and researching on the changes of intertidal zone.

(本文编辑: 李晓燕)