

# 影响海陆交互相沉积物亮度的几个因素\*

赵娜<sup>1,2,3</sup>, 徐兴永<sup>3</sup>, 于洪军<sup>3</sup>, 姚菁<sup>3</sup>, 苏乔<sup>3</sup>

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 山东烟台 26403; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东青岛 266061)

**摘要:**对中国北方莱州湾南岸钻孔上部 54 m 海陆交互相沉积物的亮度进行研究, 探讨其作为海陆交互相沉积物的环境指标的可行性, 同时通过对比不同样品处理方式所得的亮度值探讨影响亮度的几个因素。测量分 2 次进行, 分别使用 Minolta CM-2002 分光光度计针对柱状原样及 Minolta CR400/410 色差计针对风干研磨后的散样进行。研究表明, 海陆交互相沉积物的亮度, 尤其是经过风干处理后样品的亮度值, 与碳酸钙含量及粒度两个古气候代用指标均具有显著相关关系, 可以将其作为碳酸钙含量的替代指标应用于海陆交互相沉积物的环境演化研究。而亮度值与碳酸钙含量不一致性, 可归因于沉积物中非碳酸钙组分的性质及含量。粒度与亮度的相关性显示, 钻孔砂质沉积中含有的大量深色的有机质使得钻孔中粒度 0~31  $\mu\text{m}$  的部分比例越高, 亮度会越大, 而粒度 > 31  $\mu\text{m}$  的部分比例越高, 亮度会越小。2 次亮度值的对比表明, 水分、氧化作用及研磨是沉积物 2 次测量所得亮度值存在差异的主要原因。

**关键词:**海陆交互相沉积; 莱州湾; 亮度; 碳酸钙; L\*

中图分类号: P936

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2012)01-0125-07

沉积物的颜色是沉积物中内在成分的综合反映。它是对可见光范围(400~700 nm)内电磁光谱的反射辐射的感知<sup>[1]</sup>。地质研究中对颜色的描述传统上使用定性的 Munsell 颜色系统, 该系统为通过将人眼观测到的沉积物颜色与 Munsell 色卡进行对照从而获得数值的定性系统。这种方法最大的缺点在于其客观性较差, 除了人眼的不准确性外, 观测条件的差异也会造成结果的偏差<sup>[2]</sup>。相对于 Munsell 系统, 近年来广泛应用的一种描述颜色的方法之一是 CIE L\* a\* b\* 色度空间。该色度空间是 1976 年国际照明委员会(CIE)推荐的均匀颜色空间。由于该空间指定了发光体且可进行颜色的定量描述, 目前已被普遍使用<sup>[3]</sup>。L\* 为亮度参数, 表示沉积物的明暗程度, 数值范围从 0~100, 0 代表黑色, 100 代表白色<sup>[4]</sup>。亮度的变化一直以来都被解释为沉积物中碳酸盐的变化<sup>[3]</sup>, 由于其测量快速、分辨率高及费用低廉等优点, 被越来越多地作为碳酸盐的替代指标应用于古气候的研究中。

过去对沉积物颜色的研究主要集中于深海沉积物<sup>[3,5]</sup>, 黄土沉积物<sup>[6-9]</sup>, 陆架沉积物<sup>[10-11]</sup>及湖泊沉积物中<sup>[12]</sup>。我们探讨亮度作为海陆交互相沉积物环境指标的可行性, 同时探讨其影响因素, 为进一步利用沉积物亮度进行古气候的研究提供依据。

## 1 钻孔位置

选取莱州湾南岸 2007 年钻进获取的 LZ908 孔(37°09'N, 118°58'E, 海拔 6 m)(图 1)。莱州湾位于中国渤海南部, 其北面是渤海中央海盆, 西面为现代黄河三角洲, 东面与北黄海相连, 南面为鲁中山区和第四纪时

\* 收稿日期: 2010-11-29

资助项目: 我国近海海洋综合调查与评价专项——莱州湾地区海水入侵灾害调查与研究(908-01-ZH2); 国家海洋局青年海洋科学基金——莱州湾地区全新世百年尺度环境演化研究(2008310); 山东省科技攻关项目——莱州湾地区地质灾害预报预警系统研究(2009GG20005004)

作者简介: 赵娜(1983-), 女, 辽宁沈阳人, 博士, 主要从事环境地质方面研究. E-mail: zhaona\_1983@163.com

(陈靖 编辑)

期发育的冲积海积平原。钻孔钻进深度为 101.3 m, 取芯率为 70%。钻孔上部 0~54 m 以砂、粉砂为主, 夹有数层泥炭粘土层, 含有较多的贝壳碎片; 下部 54~101 m 以淤泥为主, 含大量钙质结核。有研究表明, 晚更新世以来莱州湾发育了多个海侵层位, 记录了古海平面升降、古海岸线变迁的历史<sup>[13-14]</sup>。我们判断 LZ908 孔的海相地层集中于上部 54 m, 下部属河湖相环境。本研究仅针对上部海陆交互地层的沉积物进行分析。

## 2 实验与方法

### 2.1 颜色测量

#### 2.1.1 所选仪器

由于 Konica Minolta 仪器携带方便、简易的手持式操作以及测量快速等特点, 常被用来进行  $L^* a^* b^*$  的测

定。测量进行了 2 次, 使用 Minolta CM-2002 分光光度计对柱状原样和 Minolta CR400/410 色差计针对风干研磨后的样品进行测试。两仪器主要参数设置相同, 色度空间均采用  $L^* a^* b^*$ , 测量孔径均为 8 mm, 并设置 SCE (Spectral Component Excluded) 用以排除沉积物表面所覆盖的玻璃质物质对测量结果的影响, 此外两者均参照国际硫酸钡标准使用白色瓦片进行校正。

#### 2.1.2 测量方法

首次颜色测量于柱状样剖开后随即开始, 使用 Minolta CM-2002 分光光度计。测量前, 在柱状样的纵剖面上覆盖一层品质光洁的聚乙烯薄膜 (克林莱牌保鲜膜)。覆盖薄膜可以阻止柱状样水分的散失, 使氧化作用造成的沉积物颜色的改变减到最小<sup>[4]</sup>, 避免样品受到分光光度计的污染<sup>[15]</sup>, 以及保护分光光度计, 避免与柱状样中的含水物质接触而遭到腐蚀或损坏<sup>[1]</sup>。测量前进行白板校正, 并设置 SCE。测量间隔为 1 cm, 直接在薄膜表面滑移进行, 测量结果为  $L_1^*$ 。

第 2 次测量使用仪器为 Minolta CR400/410 色差仪。测量前, 先将柱状样中以 10 cm 为间隔取出的样品置于室温下风干, 之后每份样品取大约 0.5 g 进行初步研磨, 使矿物颗粒处于均匀分散状态, 然后对样品进行测量。测量结果为  $L_2^*$ 。

### 2.2 碳酸钙含量测量

柱状样中待测碳酸钙样品分样间隔为 10 cm, 测量采用容量法 (GB/T13909-92)。称取 0.1 g 样品于 100 mL 三角瓶中, 用少许水湿润; 加入 10 mL, 0.1 mol/L 的标准盐酸溶液; 摇匀后加热煮沸 3 min, 移于 70~80 °C 的水浴锅上保温 10~20 min, 待碳酸钙分解完全后, 取下冷却; 加入 2~3 滴酚酞指示剂, 用 0.1 mol/L 的标准氢氧化钠溶液滴定至溶液呈粉红色; 分析同时做空白试验。使用下面公式计算样品中碳酸钙质量分数 (%) :

$$\omega_{(\text{CaCO}_3)} = \frac{(V_0 - V_1)c_{(\text{NaOH})} \times F}{m} \times 100 \quad (1)$$

式中,  $c_{(\text{NaOH})}$  为标准氢氧化钠溶液的浓度, mol/L;  $V_1$  为消耗氢氧化钠溶液的体积, mL;  $V_0$  为空白样中氢氧化钠溶液的消耗体积, mL;  $m$  为样品质量, g;  $F$  等于  $50.04 \times 10^{-3}$ , 即消耗 1 mL 浓度为 1 mol/L 氢氧化钠溶液相当的  $\text{CaCO}_3$  的质量, g。

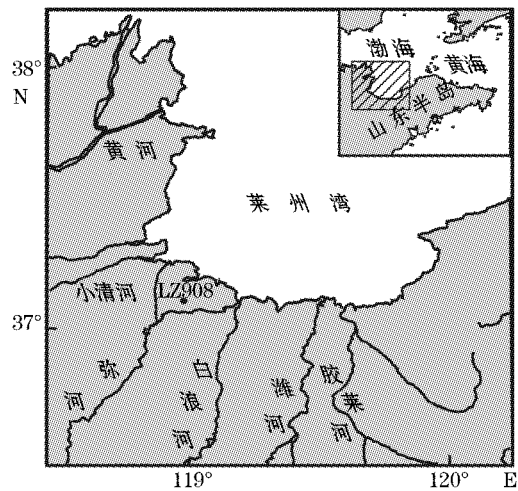


图 1 钻孔位置图

Fig. 1 Location of the borehole studied

### 2.3 粒度测量

粒度测量的分样间隔为 2 cm,使用英国 MALVERN 公司生产的 MASTERSIZER-2000 型激光粒度仪进行测试。该仪器的测量范围为 0.02~2 000  $\mu\text{m}$ ,重复测量误差小于 3%。

## 3 结果与讨论

### 3.1 亮度与沉积组分

沉积物的颜色主要受所含组分影响。其中浅色组分(如碳酸钙、蛋白石)可增加沉积物的亮度,而深色组分(如伊利石、绿泥石)减少沉积物的亮度<sup>[2]</sup>。

为了方便对比,所有数据间距统一为 10 cm。从柱状样亮度的两次测量结果可以看出: $L_1^*$  波动范围为 30.8~56.3, $L_2^*$  为 40.4~77.7, $L_2^*$  的平均值比  $L_1^*$  大 18;钻孔上部  $L_1^*$  与  $L_2^*$  的一致性较好,下部两者一致性减弱(图 2)。2 次测得的亮度值均与碳酸钙含量呈显著的正相关, $L_2^*$  与碳酸钙的相关性较  $L_1^*$  更好(表 1),无论是两者曲线的变化趋势还是峰值位置均基本吻合(图 2)。 $L_1^*$  与碳酸钙质量分数的相关性较  $L_2^*$  差,尤其是钻孔下半部分(表 1,图 2),原因可能是使用 Minolta CM-2002 进行测量时,柱状样上部含水率相对较高,薄膜与沉积物表面伏贴较好,而下部含水率较低,薄膜贴合不紧密,会对测量结果的准确性造成一定影响。而 2 次测得的亮度值均不能完美的反应钻孔中碳酸钙质量分数的变化,这可归因于沉积物中非碳酸钙组分:如果这些组分被浅色物质控制,如高岭石,亮度并不会随着碳酸钙质量分数的减少而发生显著变化;如果被深色物质控制,如有机物、绿泥石,那么随着碳酸钙质量分数的减少,亮度会大大降低<sup>[3]</sup>。柱状样中非碳酸钙组分的质量分数会随着沉积时序的变化而存在差异,这会严重影响亮度与碳酸钙之间的相关性。因此 Balsam 建议,对于年代或地域跨度较大的样品,将亮度作为碳酸盐质量分数的替代指标时要谨慎<sup>[3]</sup>。尽管钻孔中亮度值与碳酸钙质量分数的对应关系并非完美,但鉴于两者显著的相关关系及两者曲线较一致的变化趋势,在海陆交互沉积物中,将亮度作为碳酸盐的替代指标仍然是可行的。

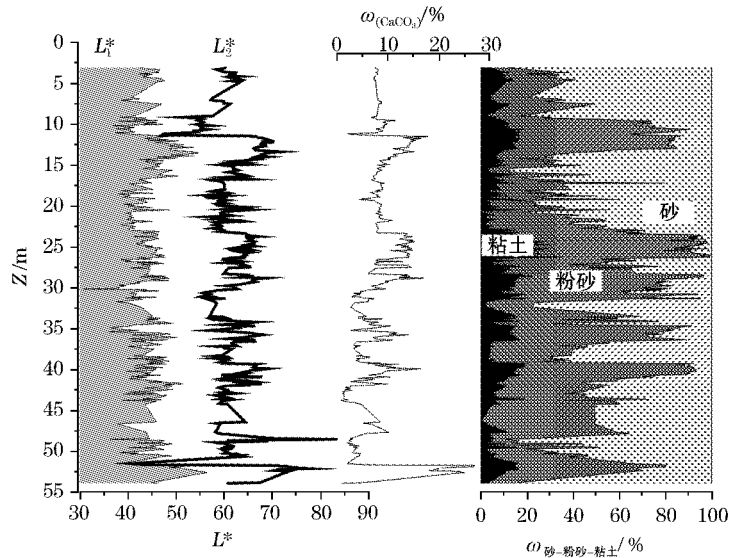


图 2 碳酸钙质量分数、粒度与亮度变化曲线

Fig. 2 Downhole variations in calcium carbonate content, grain size, and two  $L^*$  s of  $L^*$  curves, the ones with shadow represent  $L_1^*$  and the bold ones represent  $L_2^*$

3.2 亮度与粒度

$L_1^*$  与各粒级的相关性均较  $L_2^*$  差(图 2, 表 2)。  $L_2^*$  与粘土(0~4  $\mu\text{m}$ )及粉砂(4~63  $\mu\text{m}$ )均呈显著的正相关, 相关系数分别为 0.243 及 0.166, 而与砂(>63  $\mu\text{m}$ )呈显著的负相关, 相关系数为-0.194。 将粉砂粒级更细划分后, 可以看到  $L_2^*$  与细砂(4~8  $\mu\text{m}$ ), 中砂(8~16  $\mu\text{m}$ )及粗砂(16~31  $\mu\text{m}$ )均呈显著正相关, 相关系数有所提高。  $L_2^*$  与极粗砂(31~63  $\mu\text{m}$ )则呈显著负相关, 相关系数为-0.171。 与  $L_2^*$  相比,  $L_1^*$  只与粘土, 细砂及中砂呈较显著的正相关, 与极粗砂呈较显著的负相关, 与粉砂, 粗砂及砂则不存在相关性。 由此得出, 钻孔中沉积物亮度与 0~31  $\mu\text{m}$  的部分呈正相关, 而与大于 31  $\mu\text{m}$  的部分呈负相关; 在 0~31  $\mu\text{m}$  的范围内, 亮度与中砂的正相关性最高, 向两端逐渐递减。 那么, 沉积物中粒度 0~31  $\mu\text{m}$  的比例越高, 亮度会越大, 而粒度 >31  $\mu\text{m}$  的部分比例越高, 亮度会越小。 但通常来讲, 沉积物中大多数深色组分例如绿泥石或为沉积物提供色彩的铁氧化物的粒径均较小。 如果上述情况成立, 那么砂质沉积物中, 尤其是指示海相地层的厚砂层沉积中, 一定存在某种能够大大降低沉积物亮度的物质。 我们针对 Minolta CM-2002 分光光度计所测得的沉积物反射光谱数据的一阶导数进行了因素分析, 得到了 3 个主因素(图 3), 分别为针铁矿、有机质及赤铁矿, 总累积贡献率可达 94.4%, 其中有机质的贡献率为 33.753。 有机质具有可视光谱范围内的紫色端的吸收光谱和红色端的高反射率的特性<sup>[16]</sup>。 由于沉积有厚砂层的海相地层形成于温暖的间冰期, 所以考虑造成砂质沉积物中使得沉积物亮度大大降低的物质极有可能为有机质。 有机质通常颜色较深, 而且随着有机质的形成, 颜色会越来越深<sup>[1]</sup>。

表 1 亮度与碳酸钙质量分数的相关关系

Table 1 Correlation coefficients between lightness and calcium carbonate content

项目	$L_1^*$	$L_2^*$	$\omega_{(\text{CaCO}_3)}$
$L_1^*$	1	0.435**	0.324**
$L_2^*$	0.435**	1	0.503**
$\omega_{(\text{CaCO}_3)}$	0.324**	0.503**	1

注: \*\* 检验水准 0.01(双侧), N=376

表 2 亮度、碳酸钙质量分数与粒度的相关系数

Table 2 Correlation among two lightness, carbonate content, and grain size,

项目	粘土	粉砂	粉砂				砂
			细砂	中砂	粗砂	极粗砂	
$L_1^*$	0.117**	-0.003	0.130**	0.143**	0.040	-0.196**	-0.027
$L_2^*$	0.243**	0.166**	0.274**	0.307**	0.232**	-0.171**	-0.194**
$\omega_{(\text{CaCO}_3)}$	0.368**	0.405**	0.432**	0.477**	0.476**	-0.409**	-0.417**

注: \*\* 检验水准 0.01(双侧), N=376

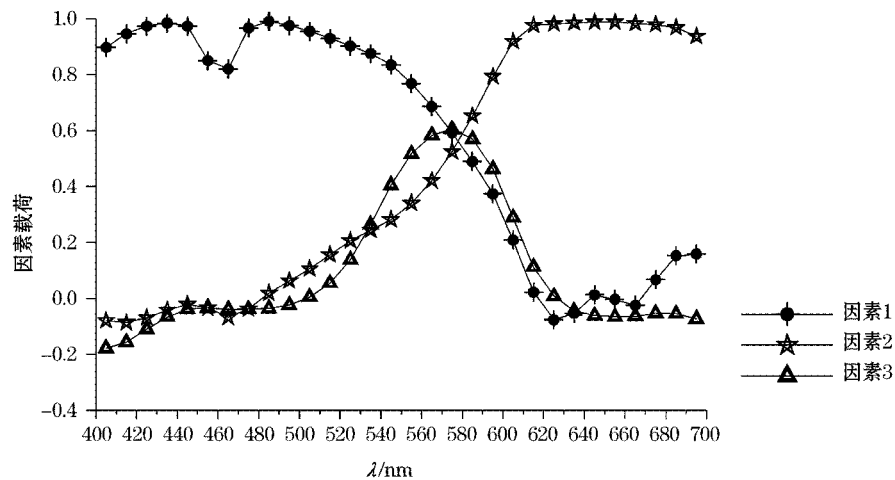


图 3 因素载荷曲线

Fig. 3 Curves of factor loadings as a function of wavelength

亮度与砂之间显著的负相关关系可以从 2 个角度可以去解释。从光学角度分析,砂的质量分数大,沉积物的孔隙度便较大,光能会被吸收的更多,反射光将减少,导致沉积物亮度值减小。从沉积学角度来看,晚更新世以来在渤海地区与干冷-温湿气候的变化史相一致的表现,为海侵-海退的交替出现,在莱州湾南岸形成了海陆交互相地层。总的来说,粉砂沉积发育及碳酸钙质量分数较高的地层,基本上代表冷期的气候环境,显示以风成沉积为主的气候条件;凡是厚层砂层发育及碳酸钙质量分数较低的地层,基本上代表了暖期气候环境<sup>[14]</sup>。这从钻孔中碳酸钙质量分数与粒度组分之间的相关性中得到了很好的印证(表 2)。作为碳酸钙质量分数替代指标的亮度便与砂质量分数呈现出负相关关系。

### 3.3 水分、氧化及研磨

含有水分的沉积物其颜色比干燥的沉积物要深,即含水沉积物亮度更小<sup>[5]</sup>。Ångstrom 指出,含水物质表面产生了水膜,而含水物质的漫反射使得在水膜里发生完全的内部反射成为可能<sup>[17]</sup>。Twomey 等则认为,是由水的存在所增加的散射,使得光子被物质吸收的可能性增大<sup>[18]</sup>。我们进行的 2 次颜色测量,分别使用 Minolta CM-2002 直接对含水柱状样品进行读数和 Minolta CR400/410 测风干后的散样。样品经风干后,水分丧失,势必会造成亮度值的增大。对比图 2 中  $L_1^*$  和  $L_2^*$  两曲线的变化可以看到,  $L_2^*$  的值明显比  $L_1^*$  大,水分的作用便是原因之一。此外,从柱状样被切开的那一刻起,沉积物水分的散失便开始了,且散失速率无法控制和估算,这使得我们既无法获得样品初始状态下的亮度值,也无法保证每次所测得的沉积物的亮度值所受到失水的影响是相同的。沉积物的含水率不同,亮度被减弱的程度也不同<sup>[5]</sup>,这是柱状样的亮度值无法很准确的反映碳酸钙质量分数的原因之一。

此外,水分的存在可能是导致 2 次测量的亮度与粒度相关性存在差异的主要原因。不同粒径的沉积物,其颜色受水分影响也不同。对于淤泥质及更细的沉积物来说,较高的水分能破坏其填积作用,使沉积物颜色表现得更深<sup>[5]</sup>。这与前面提到的,沉积物中砂的质量分数越大,沉积物亮度越小,是相反的。所以,水分的存在,使得沉积物亮度的变动幅度减小,故而不会很准确的反应碳酸盐的质量分数。这也从另一个角度解释了经实验室处理后的样品的亮度值能更好的反映碳酸盐质量分数的变化。

和水相比,氧化作用对沉积物颜色的影响也不容忽视,甚至更大。沉积物中通常会发生氧化的组分之一就是有机物。未经氧化的有机物是深色的,随着氧化作用发生,含有有机物的沉积物会变浅,通常从深色变为浅灰色<sup>[19]</sup>。柱状样在分样、风干及研磨的过程中,其组分暴露于空气中经受氧化,这是  $L_2^*$  的值比  $L_1^*$  大的另一原因。此外,与水分对亮度的影响相似,柱状样剖开之后,沉积物的氧化作用亦随即开始,且亦无法控制及估算,故氧化作用亦导致了亮度结果无法准确反映碳酸钙质量分数。

前处理过程中除水分的散失及氧化作用外,研磨也会造成两次测量值的差异。研磨能使沉积物组分均匀分布、表面更加平滑<sup>[1]</sup>,这将使测量结果更接近真实。而直接在柱状样表面测量,分光光度计只分析样品表面及其以下几微米的颜色性质。由于低密度沉积物会占去样品表面更大的面积,因此在测量中低密度物质会占有较高的比重<sup>[3]</sup>。如果这种低密度物质对亮度的影响很大,那么它将主导亮度值的大小,从而严重干扰亮度值对碳酸盐质量分数的反映。此外直接在柱状样剖面上的测量也可能由于出现沉积组分的点块聚集而出现偏差。

## 4 结 论

1) 相对于  $L_1^*$ ,  $L_2^*$  能更好地反应碳酸钙质量分数的变化,且平均值比  $L_1^*$  大 18。两者均与碳酸钙质量分数呈显著的正相关,却都不能完美的反应碳酸钙质量分数的变化,这可归因于钻孔中非碳酸钙组分的性质及变化。

2) 钻孔中亮度与粒度 0~31  $\mu\text{m}$  的部分呈正相关,而与 >31  $\mu\text{m}$  的部分呈负相关;在 0~31  $\mu\text{m}$  的范围内,亮度与中砂的正相关性最高,向两端逐渐递减。由此可得,钻孔中粒度 0~31  $\mu\text{m}$  的比例越高,亮度会越

大;粒度 $>31\ \mu\text{m}$ 的部分比例越高,亮度会越小。由于沉积物中大多数深色组分粒径均较小,那么推测钻孔砂质沉积物中,尤其是指示海相地层的厚砂层沉积中,含有较多大大降低沉积物亮度的有机质。

3)水分、氧化作用及研磨是沉积物2次测量所得亮度值存在差异的主要原因。

致谢:国家海洋局王昆山博士,泰安学院彭淑贞博士和山西师范大学朱丽君在沉积物颜色参数测定实验中给予帮助,姜兴钰、陈广泉、徐元芹参与分样工作。

#### 参考文献(References):

- [1] BALSAM W L, DAMUTH J E, SCHNEIDER R R. Comparison of shipboard vs. shore-based spectral data from Amazon Fan cores; Implications for interpreting sediment composition[J]. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 1997, 155: 193-215.
- [2] GIOSAN L, FLOOD R D, ALLER R C. Paleooceanographic significance of sediment color on western North Atlantic drifts: I. Origin of color[J]. Marine Geology, 2002, 189:25-41.
- [3] BALSAM W L, DEATON B C, DAMUTH J E. Evaluating optical lightness as a proxy for carbonate content in marine sediment cores [J]. Marine Geology, 1999, 161:141-153.
- [4] CHAPAN M R, SHACKLETON N J. What level of resolution is attainable in a deep-sea core? Results of a spectrophotometer study[J]. Paleoceanography, 1998, 13(4):311-315.
- [5] BALSAM W L, DEATON B C, DAMUTH J E. The effects of water content on diffuse reflectance spectrophotometry studies of deep-sea sediment cores[J]. Marine Geology, 1998, 149:177-189.
- [6] PORTER S C. High-resolution paleoclimatic information from Chinese eolian sediments based on grayscale intensity profiles[J]. Quaternary Research, 2000, 53:70-77.
- [7] JI J F, BALSAM W L, CHEN J. Mineralogic and climatic interpretations of the Luochuan loess section(China) based on diffuse reflectance spectrophotometry[J]. Quaternary Research, 2001, 56:23-30.
- [8] CHEN J, JI J F, BALSAM W L, et al. Characterization of the Chinese loess-paleosol stratigraphy by whiteness measurement[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2002, 183:287-297.
- [9] BALSAM W L, JI J F, CHEN J. Climatic interpretation of the Luochuan and Lingtai loess sections, China, based on changing iron oxide mineralogy and magnetic susceptibility[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2004, 223:335-348.
- [10] WANG K S, SHI X F, WANG G Q. A preliminary study on the sediment color reflectance in the southern Yellow Sea shelf area[J]. Advances in Marine Science, 2006, 24(1):30-38. 王昆山, 石学法, 王国庆. 南黄海陆架沉积物颜色反射率的初步研究[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(1):30-38.
- [11] WANG K S, SHI X F, CHENG Z B, et al. Analysis of Affecting Factors for Reflectance Spectra of Sediments From the central shelf area of the Southern Yellow Sea[J]. Advances in Marine Science, 2007, 25(1):46-53. 王昆山, 石学法, 程振波, 等. 南黄海陆架中部沉积物反射率光谱的影响因素分析[J]. 海洋科学进展, 2007, 25(1):46-53.
- [12] WU Y H, LI S J. Significance of lake sediment color for short time scale climate variation. J. Advances in Earth Science, 2004, 19(5): 789-792. 吴艳宏, 李世杰. 湖泊沉积物色度在短尺度古气候研究中的应用[J]. 地球科学进展, 2004, 19(5):789-792.
- [13] HAN Y S, MENG G L. Sea Level Change in China[M]. Beijing: Ocean Press, 1986. 韩有松, 孟广兰. 中国海平面变化[M]. 北京: 海洋出版社, 1986.
- [14] ZHAO S L. Shelf Desertization[M]. Beijing: Ocean Press, 1996. 赵松龄. 陆架沙漠化[M]. 北京: 海洋出版社, 1996.
- [15] DEBRET M, DESMET M, BALSAM W L, et al. Spectrophotometer analysis of Holocene sediments from an anoxic fjord: Saanich Inlet, British Columbia, Canada[J]. Marine Geology, 2006, 229:15-28.
- [16] BALSAM W L, WOLHART R J. Sediment dispersal in the Argentine Basin: evidence from visible light spectra[J]. Deep-Sea Research II, 1993, 40(4/5):1001-1031.
- [17] PLANET W G. Some comments on reflectance measurements of wet soils[J]. Remote Sensing Environ, 1970, 1:127-129.
- [18] TWOMEY S A, CRAIG B, MERGENTHALER J L. Reflectance and albedo difference between wet and dry surfaces[J]. Applied Optics, 1986, 25:431-437.
- [19] DEATON B C, BALSAM W L. Identifying production zones with NUV/VIS/NIR spectra: examples from the Caddo Limestone and Strawn Sand[J]. Geological Society of America, Abstract Programs, 1993, 25:8.

## Factors Influencing the Lightness of Paralic Sediments From Borehole LZ908 in the Southern Laizhou Bay

ZHAO Na<sup>1,2,3</sup>, XU Xing-yong<sup>3</sup>, YU Hong-jun<sup>3</sup>, YAO Jing<sup>3</sup>, SU Qiao<sup>3</sup>

(1. *Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China;*

2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;*

3. *First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China)*

**Abstract:** The lightness of the paralic sediments collected from the top-54m of Borehole LZ908 taken from the southern coast of the Laizhou Bay was studied and several factors influencing the lightness of the sediments were discussed by comparing the lightness values obtained after different sample preparations. In addition, the feasibility for using the lightness as an environmental indicator of paralic sediments was also discussed. The measurements of lightness were performed twice, during which a Minolta CM-2002 spectrophotometer was used for measuring the original and fresh samples collected from the borehole and a Minolta CR400/410 system for air-dried and ground samples. The results indicate that the lightness values of the samples studied, especially those from the air-dried and grounded samples, show a prominent correlation to the calcium carbonate content and grain size which have been considered to be the proxies of palaeoclimate, indicating that the lightness could be, as a proxy of calcium carbonate content, used for the study of the environment evolution of the paralic sediments. The inconsistency between the lightness values and the calcium carbonate contents may possibly be attributed to the properties and contents of non-carbonate components in the sediments. The correlation between lightness and grain size show that the higher the proportion of ( $31\ \mu\text{m}$  in grain size, the bigger the lightness is, whereas the higher the proportion of ( $31\ \mu\text{m}$  is, the smaller the lightness is. It can be seen from the twice measurements that dehydration, oxidation and grinding may possibly be the main reasons for the differences in the lightness varieties.

**Key words:** paralic sediments; Laizhou Bay; lightness; calcium carbonate content;  $L^*$

**Received:** November 29, 2010