

大洋富钴结壳微地形的初步研究

杨 忆^{1*} 潘家华² 张熙川¹

(1 中国科技大学研究生院, 北京 2 中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 海底照片可以客观地反映结壳的微地形特点。利用适当的图象处理软件, 对数字化后的影象进行滤波等处理, 可以明显改进照片质量, 提取更多的有用信息。

关键词: 富钴结壳 海底照片 微地形 图象处理

大洋富钴结壳的地形特点多种多样, 常用覆盖率、分布特征和起伏情况来对地形特点进行分类。通过近距离的遥感手段——海底摄影所获得的海底照片, 可以形象、客观地反映结壳的微地形特点。对于富钴结壳丰度的计算以及矿床圈定有着重要的实际意义。

本文就少量国内外太平洋富钴结壳的海底照片进行研究, 重点是利用已有的软件, 用不同的方法对数字化后的影象进行处理, 尽可能改进照片质量, 提取更多的有用信息, 计算覆盖率, 为资源评估提供参考。

本文对几种不同类型单张海底富钴结壳照片的形态描述还仅限于目视判读。

1 方 法

由于受海底照相所产生的不均匀照度的影响, 照片在亮度上呈现出由中央的高亮度区向周边亮度偏暗区的过渡。这种照度上的不均匀分布模糊了图象上不同信息的对比性, 特别在周遍的暗区很难分出背景信息和识别信息。为达到消除图象整体上亮度的不均匀, 同时增强图象局部区域的对比效果, 以利于信息提取, 我们采用局部增强滤波算子, 对图象先进行了滤波处理, 然后通过阈值分割产生二值图象, 以分离出要识别的对象和背景信息。最后对图象分割信息进行统计, 计算出海底富钴结壳的图象识别覆盖率。

1.1 基于局部增强的滤波器的构造

算法描述: 该滤波方法通过取一 $N \times N$ 大小滑动窗口, 然后通过下式求算的 W 值代替窗口中值 $f(N/2, N/2)$, 从而达到滤波的目的。

$$W = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g(i, j)}{N^2} \times \text{Max}[f(i, j)]$$

其中:

$$g(i, j) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad \text{若: } f(i, j) < f(N/2, N/2)$$

1.2 图象的阈值分割

经过滤波处理后的图象, 其对比度明显增强, 选择一定合适的阈值即可将图象信息划分

* 杨忆, 男, 52 岁, 副教授, 长期从事矿床地质研究及教学工作。邮政编码: 100039

成两类：需提取的结壳分布信息和背景信息。二值化的图象可用于提取结壳分布的量化指标。通过对结壳分布信息的提取得到图象识别覆盖率。

对几种不同类型单张海底富钴结壳照片的形态描述为目视判读。

2 结 果

本文对富钴结壳以其表面特征进行分类，主要采用 Yamazaki^[1]的分类方案，分为阶梯状结壳、结核状结壳、中砾型结壳和线状结壳。

(1) 砾型结壳与结核状结壳（见照片 1，实际材料为照片复印件，尺度不详）：该照片上的结壳按其形态大小比较明显地分为两类：一种为砾型结壳，单砾个体大，呈圆形或次圆形，表面为葡萄状结构，砾型结壳的边界清楚；另一种为结核状结壳，很象覆盖率高的结核，粒度明显小于前者，直径约为前者的 1/8 到 1/12。结核状结壳之间以及结核状结壳与砾型结壳之间一般不相连。在表面微地形的凹陷处为深海沉积物所充填。

照片中部两处弯曲状物可能是某种深海生物。

(2) 阶梯状结壳与巨砾型结壳（见照片 2，照片清晰，尺度不详）：具有不规则的台阶状表面，上部台阶与下部台阶之间为陡坎。照片中下部为大型椭圆形或圆形的结壳露头。结壳表面呈葡萄状。在结壳底部，微地形的凹陷部位为灰白色的沉积物堆积以及结核状结壳。结壳表面上的沉积物很少，也多分布在凹陷部位。

照片中右部一带刺弯曲状物为附着在结壳露头上海绵，中部左侧可能是一只海虾。相片下方的弯曲状物为深海生物遗迹。

(3) 线状结壳（见照片 3，照片显示海底面积大致为 4 m×6 m，照片 4，5 相同）：照片上象是由许多细小结核排列成线，这种线状体在平面上为舒缓波状，有分支和复合。线状体宽 8~18 cm，线状体之间的宽度为 25~45 cm，多为 35~40 cm。线状体本身亦不均匀，暗色斑点为微地形较高处的结壳表面，而微地形的凹陷部位为灰白色的沉积物堆积。线状体之间为海底沉积物所充填，其中清晰可见新近形成的波痕。由照片判断为不对称波痕，左陡右缓，反映海底洋流的方向由右上方向向左上方。

这种线状结壳特征可能出现在海山的低坡上。通常是结壳的一小部分暴露出来，而沉积物的覆盖率则较大。这种特征可能是由微阶地或微阶梯而引起。经处理后的图象识别覆盖率为 5%。

(4) 补片状结壳（见照片 4，4a~4c 为处理前后的照片）：照片上的影象明显可分为两种：一种好象高覆盖率的结核，每个结核的直径在 3 cm 左右。该区之间的浅灰色影象为薄层海底沉积物；另一种是前一种表面特征以外的灰白色调的地区。在浅灰色色调部分常见少量暗色的麻点状结壳，而在灰白色部分则没有或偶见。这种灰色色调深浅的差别很可能与海底沉积物覆盖的厚度有关。在经过滤波处理的照片上，突出了这种色调上的差异，该特点更加明显。

总体上看，补片状结壳覆盖区与沉积物覆盖区相间排列，大致有由右上方向左下方定向排列的趋势。由于呈暗色色调的补片状结壳覆盖区所占比例大，形成在该区背景下，沉积物覆盖区成补片状、不规则条带状分布的宏观外形。

(5) 壳型结壳(见照片5):为基底相连的壳型富钴结壳的微地形特点。照片中看到的影象特征与海底微地形有直接联系。右侧互相连接的葡萄状结构体簇较大(10~40 cm),微地形变化明显,凹陷部位充填着海底沉积物,其外形由葡萄状结构体的形态大小所决定。照片中上部表面为一个相对比较平缓的结壳层,表面粗糙,单个葡萄状体的直径一般在3 cm以下。沉积物相对覆盖较多,但分析均为薄层。

3 讨 论

对海底照片图象处理效果的好坏,与图象类型有密切关系。对于影象比较均匀的结壳照片,如补片状结壳、线状结壳处理效果较好,可以明显改进照片质量。但对于不均匀的照片,如砾型结壳,阶梯状结壳或表面形态复杂的混合类型,则改进不大。

对海底微地形的深入了解,还需要借助于海底拍摄的立体照片和录象带,以及相应的图象处理软件。

参 考 文 献

- 1 Tetsuo Yamazaki, Rahul Sharma, Katsuya Tsurusaki (Marine georesources and Geotechnology, 1994, 12: 33~52) .
中太平洋海山富钴锰矿床的微地形分析. 陆峻译. 国外矿床地质, 1998, (1): 65~79.

照 片 说 明

- 1 砾状结壳与结核状结壳
- 2 阶梯状结壳与巨砾型结壳
- 3 线状结壳,显示水流冲刷痕迹
- 4a 处理前的图象表现为明显的中央向周边亮度衰减
- 4b 经过局部增强滤波处理后的图象。选取的滑动模板的大小为 51×51 象素。经过滤波后的图象改善了图象的整体对比性,特别对暗区的改善明显,但同时也增加了一些噪声
- 4c 选取阈值=98后的二值化图象。经阈值分割后的二值图象,比较准确地反映原始图象上的补片状结壳分布特征和规律。计算后的图象识别覆盖率为35%
- 5 壳状结壳

(以上图象处理均用澳大利亚 Earth Resesource Mapping Pty Ltd. Ermapper 5.5 图象处理系统完成)

