

**引文格式:**何林帮.基于多波束和浅剖的海底浅表层沉积物分类关键问题研究[J].测绘学报,2016,45(12):1498. DOI:10.11947/j. AGCS. 2016.20160466.  
HE Linbang.Research on Key Issues of Sediment Classification for Seabed and Sub-bottom Based on Multi-beam and Sub-bottom Profile Echo Intensity[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2016, 45 (12): 1498. DOI: 10. 11947/j. AGCS. 2016.20160466.

## 基于多波束和浅剖的海底浅表层沉积物分类关键问题研究

何林帮

1. 上海深渊科学技术研究中心,上海 201306; 2. 上海海洋大学海洋科学学院,上海 201306

## Research on Key Issues of Sediment Classification for Seabed and Sub-bottom Based on Multi-beam and Sub-bottom Profile Echo Intensity

HE Linbang

1. Shanghai Research Center of Hadal Science and Engineering Technology Shanghai 201306, China; 2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

开发和利用海洋油气资源是我国“海洋强国”战略的一个非常重要组成部分,而基于声学的沉积物结构探测则在该工作中扮演着不可或缺的基础保障作用。多波束和浅地层剖面仪(浅剖)均具备快速、大面积探测海底沉积物的能力,前者可探测海床表面沉积物,后者可探测浅表层数百米深度的沉积物。相对传统的钻孔取样方法,基于多波束和浅剖的声学沉积物探测方法提高了探测效率,显著降低了作业成本,但不可否认的是目前仍存在诸多问题。为此,本文在系统分析了现有海底沉积物声学探测研究现状的基础上,重点开展了基于多波束和浅剖回波强度数据的海底浅表层沉积物分类关键问题研究,完善了现有声学探测理论和方法,实现了海底浅表层沉积物的准确探测。本文的主要工作和贡献如下:

(1) 分析了现有声线跟踪方法的不足以及海底投射点位置计算误差对声强的影响,提出了顾及姿态角的三维声线跟踪方法,取得了 5% 的平均跟踪精度,提高了波束海底投射点位置和声强的计算精度。

(2) 为削弱多次波对浅剖有效一次反射波的影响,提出了一种基于二者组合的多次波综合压制方法,将浅剖数据的峰值信噪比提高了 15%,压制前后的浅剖图像保真度达到 0.87,显著地提高了浅剖回波强度数据的质量。

(3) 为克服单一峰谷法层界划分的不足,提出了一种回波损失曲线峰谷与沉积物品质因子  $Q$  结合的浅地层沉积物层界综合划分方法。以钻孔资料为参考,综合划分方法取得了优于 2% 的相对层界划分精度,明显优于传统峰谷法。

(4) 为削弱声波在浅地层传播过程中声能衰减给回波强度和分类的影响,借助基于波动理论的反  $Q$  滤波声能补偿方法,计算了声能补偿的振幅算子和相位算子,对传播过程中的声能衰减进行了补偿。试验表明,声能补偿后振幅平均提高了约 18%,重构后的回波图像对层界的反映更加清晰。

(5) 根据浅地层声能变化与沉积物的相关性,提出并定义了沉积物层衰减量  $BL_i^*$  及其残余补偿量  $\alpha_i^*$  两个参量;给出了样本特征参量的筛选原则,获得了适合浅地层

沉积物分类的显著性参量( $BL_i^*$ 、 $\alpha_i^*$ 、均值、三阶矩、不变矩等);试验表明,采用优选样本和显著性统计参量,将沉积物分类的正确率提高了 6%。

(6) 针对小波 BP 神经网络存在的收敛速度慢、易陷入局部极小和误差陡峭处抖动较大问题,通过增加自适应学习率和动量因子,并对初始连接权值和各层阈值进行优化,解决了上述问题,实现了小波 BP 神经网络的改进。试验结果表明,显著地提高了沉积物分类的速度和可靠性。

(7) 通过样本优选、特征参量提取以及改进的小波 BP 神经网络训练,分类器实现了基于多波束和浅剖回波强度数据的海底浅表层沉积物监督分类。试验表明,在海底床表沉积物分类中,样本的识别准确率和分类精度分别达到 94% 和 98.8%;在浅地层沉积物分类中,样本的识别准确率达到 96.26%,沉积物分类的内符合和外符合精度分别达到 97.98%、84.76%。

(8) 分析了基于多波束回波强度数据实施海底床表沉积物分类与基于浅剖回波强度数据实施浅地层沉积物分类的优缺点,认为二者分类结果具有较强的互补性,为此提出了基于二者分类结果叠加的浅表层沉积物结构获取方法及其三维建模方法,实现了浅表层沉积物结构的三维立体呈现。

中图分类号:P229 文献标识码:A  
文章编号:1001-1595(2016)12-1498-01  
基金项目:国家自然科学基金(41376109;41576107)

收稿日期:2016-09-20

作者简介:何林帮(1981—),男,博士后,2015 年 6 月毕业于武汉大学,获工学博士学位(指导教师:刘经南院士,赵建虎教授),研究方向为海洋测绘。

Author: HE Linbang (1981—), male, post-doctor, received his doctoral degree from Wuhan University on June 2015, majors in ocean surveying and mapping.

E-mail: whuhlb@163.com