

浅地层剖面探测技术在深海沉积物取样中的应用

万庭辉^{1,2)}, 胡家赋^{1,2)}, 彭朝旭^{1,2)}, 李中汉^{1,2)}

1) 国土资源部海底矿产资源重点实验室, 广州, 510760;

2) 广州海洋地质调查局, 广州, 510760

海洋沉积物是指海底表层的物质组成成分, 包括基岩和松散沉积物两大类, 一般情况下是指松散沉积物。确定底质沉积物的类型和特征, 具有重要的地质意义和环境意义。对底质沉积物的调查与分析不仅是海洋地质与地球物理调查的主要内容, 也是综合性海洋调查的一个基本内容。

在海洋环境调查中, 一般把水深 1000 米以上的海域称为深海。不同于浅海沉积物取样, 深海沉积物取样具有开展时间晚、技术要求强、操作难度大、经济费用高等方面的特点, 同时比浅海沉积物取样有更广泛的科学研究价值, 因此也是目前海洋科学研究和环境调查的重点。相对于浅海区而言深海区的海底底质沉积物资料一般较少, 特别是大洋海底, 这样会导致对于一些特殊情况很难做出判断; 在使用这些方法进行取样前, 如果没有一定的海底底质资料做参考, 就会增加取样的难度甚至导致失败(崔高嵩等, 2003)。

1 浅剖探测原理

浅地层剖面探测技术是利用声波在海水和海底沉积物中的传播和反射特性对海底沉积物分层结构进行连续探测, 从而获得直观的浅地层剖面的一种海底声学探测技术。

浅地层剖面仪工作方式与测深仪相似, 工作频率较低, 测深仪只能测量换能器到海底的水深, 而浅地层剖面仪不仅能测量换能器到海底的水深, 还能探测换能器垂直下方的海底一定深度, 反映海底地层分层情况和各层地质的特征。浅地层剖面仪的换能器按一定时间间隔垂直向下发射声脉冲, 声脉冲穿过海水触及海底以后, 部分声能反射返回换能器; 另一部分声能继续向地层深层传播, 同时回波陆续

返回, 声波传播的声能逐渐损失, 直到声波能量损失耗尽为止(周兴华等, 2007; 余江等, 2009)。

在不同的介质中, 声波的传播速度不同。声波在岩层中的传播速度主要与岩层的弹性常数、密度、埋藏深度等有关。把海底看作一个层状的模型, 海水层 h_1 作为第一种介质, 它的密度为 ρ_1 , 声波在其中传播的速度为 V_1 。海底下的沉积物存在多个界面, 它们的密度和速度分别是 $\rho_2 V_2 \dots \rho_n V_n$, 当声波向下传播时, 一部分在分界面处发生反射, 另一部分沿法线方向继续传播, 在下一分界面处发生反射和透射(图 1)。

声波的反射强度和地层反射系数 R 有关, $R = (\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1) / (\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1)$; 获得反射声波的强弱取决于界面两侧物质的差异。当 $\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1$ 的值较大, 即界面两侧物质差异较大时, 接收到的反射信号就比较强, 反之则比较弱。因此, 接收到的反射信号, 携带了水下地层的大量有用的地质信息。通过观测记录并分析海底沉积物对于声波的反射特性, 可以了解沉积物的地质属性, 并可以直观地描述地层的地质构造(王维立等, 2013)。

2 应用实例

在某深海资源调查航次中, 广州海洋地质调查局“海洋六号”船在水深 5700 多米的海域进行重力活塞取样作业。作业海域海底情况复杂, 海底底质软硬不一, 而重力活塞取样器穿透砂层及硬底质能力较差, 若利用常规的取样作业方法进行取样, 取样器极有可能遇到坚硬的底质, 在这种情况下, 不仅取不到样品而且还可能折弯取样管。为了保证取样的成功率, 预先用 Parasound P70 浅地层剖面仪探测作业区域; Parasound P70 浅地层剖面仪是德

注: 本文为中国地质调查局项目(编号: GZH20140050801)资助。

收稿日期: 2015-03-01; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 作者 1, 男 1989 年生, 本科, 助理工程师, 主要从事导航定位、水下定位方面的工作。地址: (510760) 广东省广州市黄埔区南岗广海路 188 大院方法所。Email: atomion@126.com。

国 ATLAS 公司生产的一种全海洋海底浅地层剖面调查仪器，该设备工作水深 10m~11000m；它既具备传统的单脉冲发射模式，又有先进的脉冲链发射模式和等距发射模式，利用连续波、调频脉冲波、编码脉冲等多种脉冲类型选择和参量阵差频技术相结合，使其实现了从浅水到深水全海域范围的测量功能，具有较高的地层分辨率和地层穿透能力。本次作业利用 Parasound P70 浅地层剖面仪获取到了较为清晰的作业区域海底剖面（图 2）。

A 处浅剖的穿透较深，提示海底底质较软，有较厚的沉积物；B 处浅剖的穿透较差，提示海底底质较硬，有基岩或砂层。结果显示 A 处更适合进行重力活塞取样作业，提取该处经纬度坐标信息输入至 HYPACK 导航系统和动力定位系统，使用动力定位系统的保持位置和艏向操作模式在这个位置进行重力活塞取样，最后成功的取得了长柱状沉积物样品。

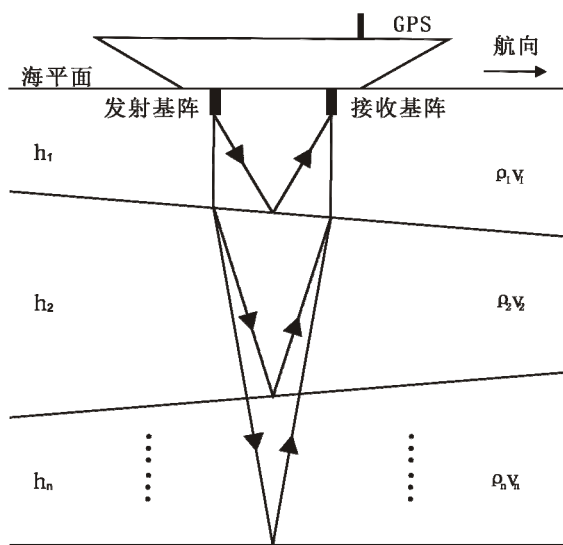


图 1 浅地层剖面仪工作原理

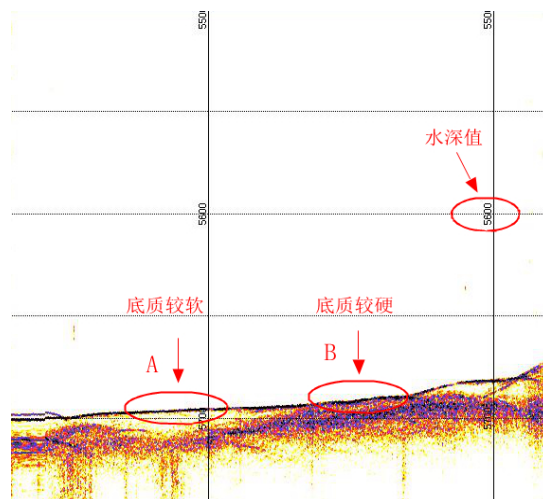


图 2 作业区域海底浅地层剖面图

3 结论

深海沉积物取样中浅层剖面探测技术可以精细的刻画浅层沉积物的沉积层序，清晰的展现其密度、声特性、软硬度等特征，有利于浅层沉积物地质属性的初步确定以及之后选取合适的取样工具和位置进行定点取样，保证了沉积物取样的精确性、完整性。在保障设备安全的同时，大大提高了深海沉积物取样的精确度和成功率。

参 考 文 献 / References

崔高嵩, 陈跃. 2003. 海洋底质沉积物的采样方法. 2003 年东北测绘学术与信息交流会论文集: 83~84.

周兴华, 姜小俊, 史永忠. 2007. 侧扫声呐和浅地层剖面仪在杭州湾海底管线检测中的应用. 海洋测绘, 27(4): 64~67.

余江, 周兴华, 李京兵等. 2009. 浅地层剖面仪在淤泥厚度探测中的应用. 浙江水利科技, 6: 52~54.

王继立, 黄潘阳, 胡涛骏等. 2013. 浅地层剖面仪在海底管道检测中的应用. 航海工程, 42(3): 161~163.