

文章编号: 0254-5357(2005)02-0102-03

海洋沉积物孔隙水的制备方法

程思海, 陆红锋

(广州海洋地质调查局, 广东 广州 510760)

摘要: 介绍了几种海洋沉积物中孔隙水的制备方法, 包括离心法、压榨过滤法和真空抽提法等, 并对这些方法的优缺点进行了比较。

关键词: 海洋沉积物; 孔隙水; 样品制备

中图分类号: P736.21

文献标识码: B

孔隙水赋存于土壤、沉积物等细小颗粒间隙之中, 也称间隙水。沉积物中的孔隙水隐含了大量的地球化学信息。孔隙水的稳定同位素(C、O、Cl同位素等)是了解天然气水合物形成和分解过程的重要信息^[1]。天然气水合物在形成时, 主要结合一些盐度低、具有重同位素的水体, 反之, 在分解的时候, 就会释放具有这种特征的水体。水合物的形成与分解过程, 对孔隙水的同位素起到一定的分馏作用, 据此, 可以应用孔隙水的地球化学异常来指示海底天然气水合物的存在^[2]。另外, 孔隙水的地球化学特征对于多金属结核形成机理的研究也非常重要^[3]。海洋沉积物孔隙水的制备有多种方法, 选取恰当的方法对后续的孔隙水研究工作十分有益。制备孔隙水的首要原则是根据沉积物的含水量、岩性等物理性质和不同的调查目的而采取不同的制备方法。在制备过程中, 应注意刮去沉积物表面稀软部分, 以保证采集的孔隙水样品不被海水污染。本文介绍几种适合船上现场使用的孔隙水制备方法。

1 海洋沉积物中孔隙水的制备方法

1.1 离心法

离心法^[4]是一种比较常用的方法。操作时取一定量的沉积物样品放入几支干净的聚丙烯塑料离心管中, 使各离心管中沉积物的质量尽量保持一致, 将离心管按对称方位放入离心机, 开动离心机

缓慢加速到4000 r/min, 离心20~30 min后停机, 取出离心管, 将上层的孔隙水用注射器移取到干净的塑料瓶中, 必要时用微孔滤膜过滤, 现场测试或酸化后密封冷冻保存。离心管有两种: 一种是单层离心管, 适用于颗粒较细的粘土类沉积物, 离心后孔隙水收集在沉积物的上层; 另一种为双层离心管, 类似洗衣机的内桶, 内层离心管有细孔, 离心时孔隙水透过细孔收集到外层的离心管内。双层离心管适用于颗粒较大的砂类沉积物。若需要测定孔隙水的氧化还原电位(Eh)和碱度值, 分割样品时要在氮气箱中进行, 盖紧离心管盖子后再放入离心机, 离心完毕后, 在氮气箱中移取孔隙水。对于直径8 cm的柱状表层沉积物, 取2 cm厚的样品可制得10~20 mL孔隙水。离心法是一种比较传统的方法, 应用较广泛。此方法的优点是操作比较简单, 适用各类型沉积物样品, 采集的孔隙水样品不宜受到污染。缺点是离心设备比较笨重, 不宜现场操作; 使用后的离心管不易清洗; 由于离心力的作用, 部分吸附态组分可能会溶解进入孔隙水中; 对于天然含水量(w)小于50%的沉积物则无法分离出孔隙水; 在海上操作过程中, 当船体摇摆角度较大时, 无法使用离心法。

1.2 压榨过滤法

压榨过滤法^[5]是将沉积物样品放入压榨机中, 在一定压力下使孔隙水透过过滤装置滤出。目前常用的压榨过滤法有机械压榨法和气体压榨法。

收稿日期: 2004-09-14; 修订日期: 2004-12-27

基金项目: 中国地质调查局资助项目(GZH200200203-04-10)

作者简介: 程思海(1973-), 男, 河南淮阳人, 工程师, 主要从事海洋地质样品分析。

① 机械压榨法 装置如图 1 所示。模具是一不锈钢圆柱,为保证密封,内壁套一层硬质塑料。过滤装置是一块外套钢环的陶瓷板,底部有一小口,将压榨出的孔隙水导出。压榨时通过箍环将陶瓷板固定在模具下端,然后将沉积物放入模具,最后在上端放入压榨活塞,使用小型液压装置对压榨活塞施加压力。沉积物受到一定压力后,孔隙水通过陶瓷板从导水口流出,通过导管收集到干净的样品瓶中。收集完毕后松开箍环取下陶瓷板,将剩余沉积物和压榨活塞从模具底端压出。机械压榨法的优点是所需沉积物样品较少,对于所有类型沉积物(包括含水量很小的沉积物)样品都可以适用。具有速度快、设备比较简单等优点。缺点是完全手工操作,在巨大压力下,沉积物塞紧了每一个空隙,造成拆卸过程非常费力,并且制备出的孔隙水易受到污染。而气体压榨法则解决了这些问题。

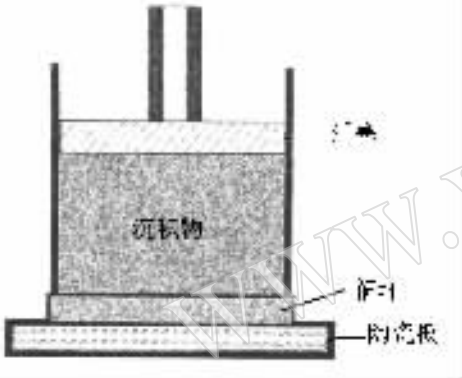


图 1 机械压榨法孔隙水样采样装置

Fig. 1 Hydraulic pressurized pore-water sampler

② 气体压榨法 使用气压代替活塞对沉积物施加压力,装置见图 2。过滤装置为一块有机玻璃板,上面钻有小孔。有机玻璃过滤板便于清洗,并且孔隙水不易受到污染。底座有一小槽将孔隙水引向出水口。压榨时先拧紧底座,放入过滤板,然后放入沉积物,压实使其与过滤板充分接触,盖紧上盖,连接高压气管,打开调压阀慢慢增加气体压力,直到有孔隙水流出。完毕后关闭调压阀,打开放气口,拧下底座,取出过滤板及剩余沉积物,更换滤板后可以制备下一个孔隙水。此方法除有机械压榨法的优点外,还有方便快捷,可以多个孔隙水同时制备等优点,特别适用于大规模孔隙水的制备。2004 年 5 月,德国科考船“太阳号”在南海执行水合物调查时,用气体压榨法制备孔隙水,对于直径 8 cm、厚 1 cm 的海洋沉积物,可以制得 10 ~

20 mL 的孔隙水样品。高压气体使用 He 或 Ar 等惰性气体,孔隙水不被空气氧化。此方法最值得推广应用,但是需要配备多个高压气瓶,设备较为笨重和昂贵。

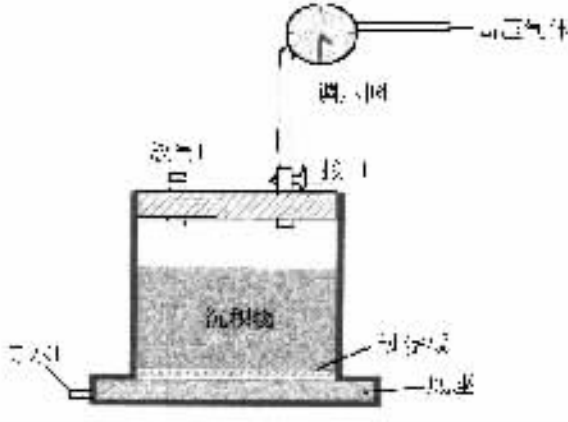


图 2 气体压榨法孔隙水样采样装置

Fig. 2 Gas pressurized pore-water sampler

1.3 真空抽提法

真空抽提法主要由真空泵、孔隙水提取计以及收集瓶、缓冲瓶等组成,如图 3 所示。孔隙水提取计由国土资源部水文地质工程地质研究所研制,主体为一透明塑料管,下端粘有杯状陶瓷头,陶瓷头有毛细孔,起抽滤孔隙水的作用。上端有一个放气口和一个负压接口,负压接口的下端插有一条毛细管伸到陶瓷头底部。操作时将陶瓷头插入沉积物中,陶瓷头具有亲水性,其表面会形成一层水膜,阻止空气进入。夹紧放气口,负压接口连接抽气管后打开真空泵,此时孔隙水提取计的塑料管内为负压,孔隙水透过陶瓷头进入塑料管内。当塑料管内的孔隙水到达一定数量时,打开进气口,孔隙水便随着空气流到收集瓶中。此方法的优点是设备轻便,操作简单;不切割样品便可以直接抽提,不破坏样品的整体性;也可以多个样品同时抽提,每个收集瓶可以连接多支孔隙水提取计以加快抽提速度。对于直径 8 cm、厚 5 cm 的海洋沉积物,插入 5 支孔隙水提取计抽提 25 min,可以制得 30 ~ 50 mL 的孔隙水样品。此方法的不足之处是所需沉积物较多,不利于细密取样;且对于含砂量较高的沉积物样品抽取速度比较快,而含水量低的粘土类沉积物样品采集速度比较慢。

1.4 其它制备方法

刘素美等^[6]报道了几种制备孔隙水的方法,

包括渗析法、吸气引液法、毛细管法等。这些方法仅限于应用在潮滩等含水较多、颗粒较大、渗透较快的沉积物样品。而深海沉积物一般为颗粒较细、渗透性差的粘土,特别是在海底3 m以下,沉积物含水量迅速减少,这几种方法都不太适用。

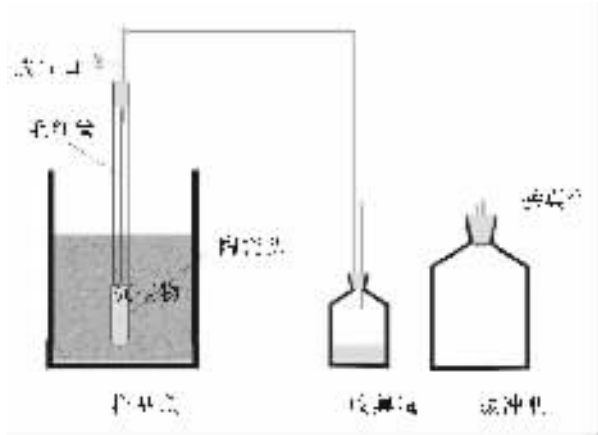


图3 真空抽提法孔隙水样采样装置
Fig.3 Vacuumized pore-water sampler

2 结语

通过以上综合比较可知,离心法、压榨过滤法和真空抽提法各有特色,应根据调查项目和沉积物的物理性质不同,选择合适的孔隙水的制备方法。离心法适用于含水量较大的表层沉积物(深度在60 cm以内),在多金属结核调查和海洋环境基线调查中,主要采用离心法制备孔隙水;压榨过滤法和真空抽提法适用于各类沉积物,在天然气水合物

调查中多采用此两种方法。前者所需沉积物样品较少,可以比较密集地制备孔隙水样品;后者所需样品量较多,但是设备比其它几种方法轻便,易于野外使用。另外,离心法和气体压榨法可以在无氧环境中进行,对于测定孔隙水样品的 Eh、碱度和 S²⁻ 等项目无影响。

3 参考文献

[1] Reinhard H, Shaun K F, Per K E, et al. Stable Isotope Studies (Cl, O, and H) of Interstitial Waters from Site 997, Blake Ridges Hydrate Field, West Atlantic[A]. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*[C]. 2000, 164:129—137.

[2] 蒋少涌,凌洪飞,杨竞红,等. 海洋浅表层沉积物和孔隙水的天然气水合物地球化学异常识别标志[J]. *海洋地质与第四纪地质*. 2003, 23(1):87—94.

[3] 姚德,张丽洁,许东禹,等. 铁锰结核壳生长过程的一种理论假设[J]. *海洋地质与第四纪地质*. 1994, 14(2):105—107.

[4] 陈少勇,韩舞鹰. 南海东北部沉积物间隙水氮和硅的研究[J]. *热带海洋*. 1994, 13(2):56—60.

[5] 张丽洁,姚德,梁宏峰. 东太平洋海盆沉积物间隙水地球化学研究[J]. *地球化学*. 1994, 23(增刊):201—209.

[6] 刘素美,张经. 沉积物间隙水的几种制备方法[J]. *海洋环境科学*. 1999, 18(2):66—71.

Techniques for Marine Sediment Pore-water Sampling

Cheng Si-hai, LU Hong-feng

(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China)

Abstract: Three techniques centrifugalization, hydraulic and gas pressurization, vacuumization for marine sediment pore-water sampling have been introduced, and the advantages and disadvantages of the techniques are also discussed in brief.

Key words: marine sediment; pore-water; sampling technique