



南黄海海水中悬浮体跃层及底部浑水层*

李 凡 徐善民 姜秀珩 宋怀龙

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1990年8月2日

关键词 悬浮体跃层, 浑水层

提要 南黄海海水中悬浮体含量垂向分布中常见有跃层现象, 它们是在海浪和潮流综合作用下, 由海底表层沉积物的再悬浮产生的。南黄海冷水团促进了浑水层和悬浮体跃层的发育。

浑水层能够改变光、声波在海水中传播的性质, 增大海水的浮力, 增强对海底的侵蚀力。

在 1983~1984 年的中美南黄海沉积动力学联合调查中, 根据悬浮体含量垂向分布的实测资料, 笔者提出了悬浮体跃层的概念。^[1] 同期, 赵保仁等研究海水透光度分布时也指出, “水体中透光度存在着一个跃变层”。^[2] 1988 年笔者对其性质及成因作了初步探讨,^[4] 本文将据本区不同年代和季节的悬浮体测量资料, 对悬浮体跃层及浑水层问题作进一步论述。

I. 悬浮体跃层现象

从本区悬浮体含量的垂直分布图中可以明显的看出, 底部出现悬浮体含量较高的浑水层, 上层为含量较低的清水层。两层之间, 含量等值线较密, 悬浮体含量变化梯度较大, 即出现跃

* 国家自然科学基金资助项目; 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1994 号。

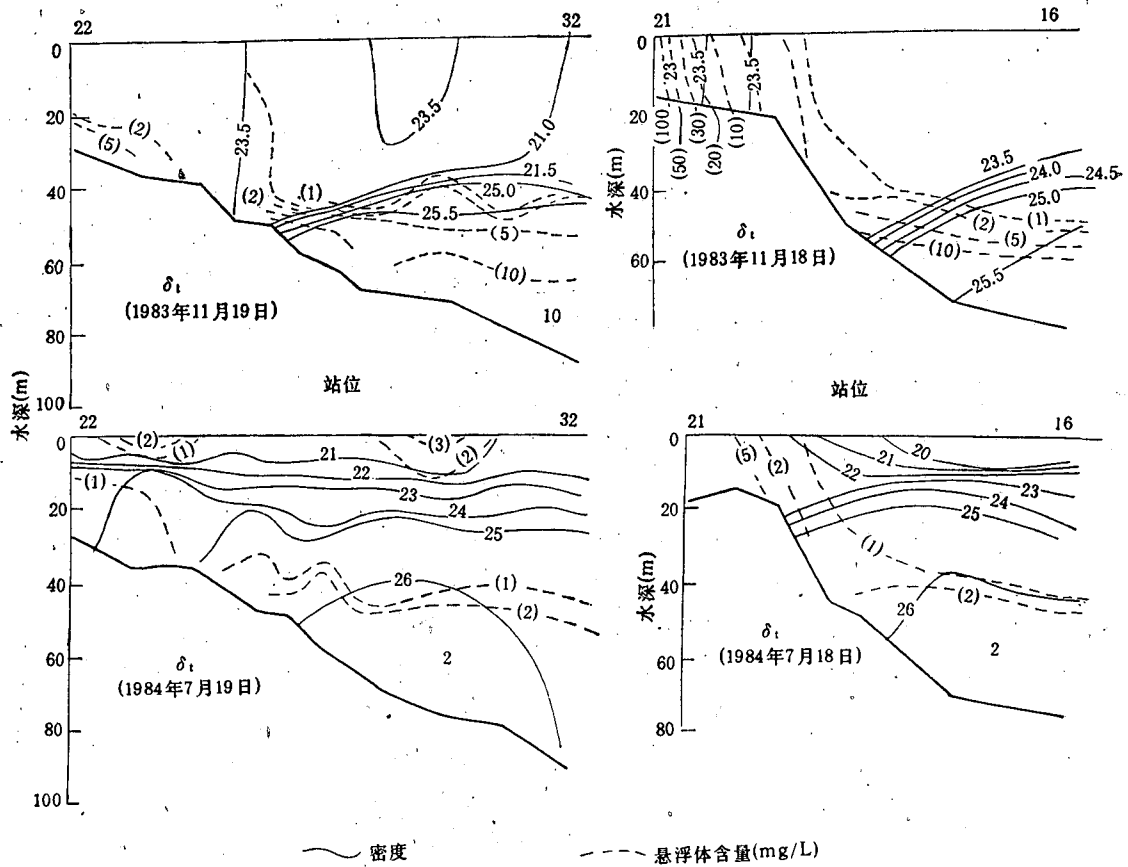


图1 悬浮体含量及海水密度的垂直分布

Fig. 1 Vertical distributions of suspended matter concentration and density of seawater

层现象。观测表明,较深水区冬季大风后跃层明显,其出现位置大致与密度跃层相当,或者跃层位于密度跃层之下(图1),春、夏季节,无风或弱风条件下,除少数海域,如长江口外浅滩区及苏北浅滩前缘斜坡区以外,其他水域则不太明显。实际上,早在1959年5,7,10月,南黄海海水中悬浮调查的资料中,已经存在跃层现象,若取单测站悬浮体含量的垂向分布来看,跃层现象更加明显(图2)。此外, MATSOIKE 对长江口近海区的调查和 Bothner 等人对大西洋西岸乔治浅滩的调查,都有类似于悬浮体跃层分布的实例。^[5] Bothner 的调查表明,在开阔的大海洋西部的乔治浅滩附近,这种悬浮体跃层和底部浑水层的分布,在一次大风过后可以维持7~10d,南黄海的调查结果,可维持5~7d。

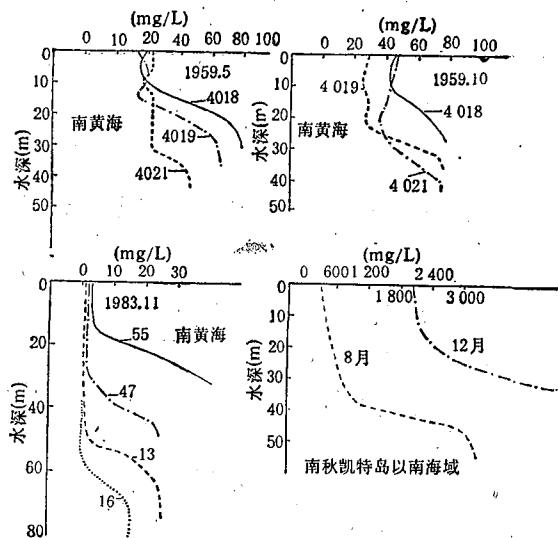


图2 悬浮体含量的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of suspended matter concentration

II. 悬浮体跃层及底部浑水层的成因

II.1. 底部浑水层的物质来源

为了探明悬浮体跃层及底部浑水层的成因,首先要研究底部浑水层的物质来源。长江口区底部浑水层无疑是长江的入海泥沙形成的,在那里,由于河口区特定的水砂条件的影响,有可能形成类似于异重流式的底部浑水层。而在南黄海陆架区,底部浑水的来源,经过海底表层沉积物和底层水中悬浮体的物质成分对比证明,它们是来自海底表层沉积物的再悬浮,因为它们含有基本相同的物质成分(图3)。其间的某些差异是由于粒度成分不同的影响。谢钦春等人根据底栖有孔虫和孢粉组合特征,曾经论证了黄海海底表层沉积物发生再悬浮,并向ES方向搬运的过程,可以作为底部浑水层物源的佐证。

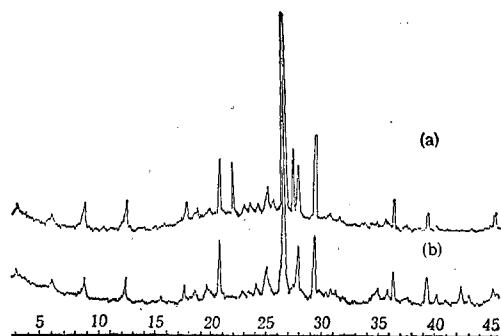


图3 第11测站底层悬浮体(a)和表层沉积物(b) X衍射谱

Fig. 3 X-ray diffractograms of suspended matter near bottom water layer (a) and fine grain in surface sediments (b) at station 11

II.2. 风暴对悬浮体跃层的影响

Bothner 曾经指出,夏季风暴增加了底部海水中营养盐向上层水传递的通量,刺激了浮游生物的生长,冬季风暴则促使海底沉积物的再悬浮。Wells 曾经强调大风浪能够促使底部沉积物再悬浮的作用,并且计算了某些海浪要素条件下的作用水深,进而估计了海底沉积物再悬浮的范围。据统计,1960~1982年的23a中,南黄海千里岩附近平均最大有效波高为5.2

m,相应周期11.0s,最大波高7.7m,相应周期11.03。经过深水要素换算后计算,其作用水深分别达79m和95m。在水深60m处的海底,水分子最大轨道速度分别为0.41m和0.61m,超过了那里海底沉积物的扬动流速,因而,海底沉积物可以被掀动、悬浮。1983年11月16,17日两天大风,波高3m,周期9s,苏北浅滩上层水体中悬浮体含量增加了1倍,底层增加了6倍。据紊流扩散理论,在水平单位截面上,单位时间内向上扩散的悬浮体数量与悬浮体的含量成正比。另一方面,上层海水中的悬浮体颗粒,在重力作用下不断下沉。理论上分析,当底部悬浮体向上扩散与上部悬浮体下沉达到平衡时,这个平衡面理应是浑水层的顶面,在那里将会出现悬浮体跃层。

II.3. 潮流作用

当底层潮流流速大于沉积物的起动流速时,沉积物可以被起动,悬浮,然后顺流扩散。对照该区平均最大潮流分布图和 M_2 分潮作用下0.063mm粒径之泥沙悬移输运量散度图发现,悬浮体跃层出现的地区并不都是在潮流流速最大的海区,而是在潮流流速中等的中部深水区,相当于黄海中部冷水团及其边缘锋面的海区。苏北浅滩水深小,潮流流速大,受海浪影响水体垂直涡强烈,极易产生悬浮体含量的上下均匀分布。黄海冷水团及其边缘锋面附近,潮流流速略大于沉积物起动流速,加上海浪作用,掀动海底表层泥沙,有利于悬浮体跃层及底部浑水层的发育。

II.4. 南黄海冷水团的作用

南黄海中部深水区很大范围为黄海冷水团盘据,海水温度垂向分布存在逆温结构^[3],即在近海底的暖水层之上覆盖着冷水层。这层冷水由于温度低,粘滞系数大,限制了下层水体中再悬浮的泥沙透过冷水层向上扩散,因而更有利于本区底部浑水层和悬浮体跃层的发育。

综上所述可以认为,近海底的浑水层及悬浮体跃层是在海浪和潮流综合作用下,促使海底表层泥沙再悬浮形成的,南黄海冷水团的逆

温层结构,进一步促进了底部浑水层及悬浮体跃层的发育。

III. 悬浮体跃层及底部浑水层的意义

III.1. 海洋学家早已知道,海水中的悬浮物能够使辐射线(声、光等)发生散射和反射使海水的消光系数增大。浑水层和悬浮体跃层的发育,很大程度上能够改变光和声波在海水中传播的性质。

III.2. 悬浮体的存在能够使海水的比重增加。经典海洋学中海水的比重是把海水当作溶液对待的,实际上,海水中总是含有一定数量的悬浮体,特别是在陆架区。因此,从海洋地质学的观点看,海水应当是悬浊液。含有悬浮体的海水比重大于经典海洋学中定义的海水比重。当悬浮体含量大到一定程度时,比重将明显增大。为了与经典海洋学中的海水比重相区别,暂用“现场容重”表示在一定水深条件下含有悬浮体的海水比重。它是海水温度、盐度、深度和悬浮体含量的函数。其量值为海水的现场密度加悬浮体的浮容重。

应当指出,海水的现场容重增大将导致海水浮力的增加,因此,悬浮体跃层的存在将会产生海水真正的浮力跃层,其位置可能比由一般海水密度跃层算得的位置低。

III.3. 增大海水对海底的侵蚀能力。海水

中悬浮体含量的增大,将使其粘滞系数增加,粘滞系数的增加使海水对海床切应力的增加。因此,底部浑水层的存在大大增加了对海底的侵蚀力。苏北浅滩潮流脊间的冲沟,外陆架及陡坡上冲沟的发育,可能与底部浑水层有关。在某种意义上说,浑水层是浊流的雏形。

悬浮体跃层和底部浑水层的研究在我国刚刚起步,可以看到它不仅对海洋沉积的研究有重要理论意义,而且具有重要的实用价值。1989年结束的美国海军的 HEBBLE 计划(高能海底边界实验),和刚刚开始 STESS 计划(大陆架和大陆坡沉积搬运事件)中,都把底部浑水层作为重要研究内容之一。

参考文献

- [1] 秦蕴珊、李凡等, 1986. 南黄海冬季海水中悬浮体的研究. 海洋科学 10(6): 1~7.
- [2] 赵保仁、胡敦欣、熊庆成, 1986. 海洋科学集刊. 科学出版社, 97~105页.
- [3] 丁宗信、胡敦欣、熊庆成, 1986. 海洋科学集刊. 科学出版社, 27: 87~95页.
- [4] Qin Yunshan, Li Fan and Xiu Shan min, 1988. Study on Suspended matter in sea water in the South Yellow Sea. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 6(3): 201-215.
- [5] Bothner, M. H., C. M. Parmenter and J. D. Milliman, 1981. Temporal and spatial variation in continental shelf and slope water off the north eastern U. S., *Estuarine and Shelf Science* 13: 213-234.

SUSPENDED-CLINE AND LOWER TURBID WATER IN SEAWATER IN THE SOUTH YELLOW SEA

Li Fan, Xu Shanmin, Jiang Xiuhang and Song Huailong
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071*)

Received: Aug. 2, 1990

Key Words: Suspended-cline, Turbid water

Abstract

Suspended-cline and lower turbid water always present in vertical distribution of suspended matter in sea water in the South Yellow Sea. They had been seen in data not only in the South Yellow Sea, but also in other sea areas, such as continental shelf and slope water off the north-eastern U. S.. They are formed by resuspension of bottom sediments under influence of water and tidal current. In addition, South Cold Water Mass promote develop of the suspended-cline and lower turbid water.

Turbid water can change propagative properties of the light and acoustic wave, increase buoyancy of sea water and strengthen erosive activity to sea floor.