

南黄海春季海水化学要素的分布特征及其受控因素

韦钦胜^{1,2}, 战 闰^{1,2}, 臧家业^{1,2}, 李瑞香^{1,2}

(1. 国家海洋局 第一海洋研究所 海洋生态研究中心, 山东 青岛 266061; 2. 海洋生态环境科学与工程国家海洋局重点实验室, 山东 青岛 266061)

摘要: 基于 2007 年 4 月对南黄海调查所得资料, 对海水化学要素的分布特征及影响因素进行了探讨。结果表明, 受浮游植物光合作用的影响, 南黄海中北部上层海域出现了 DO、pH 的高值区以及营养盐的低值区, 而底层则因有机物的分解, DO 和 pH 较低而营养盐含量较高; 受苏北沿岸水、长江冲淡水或台湾暖流前缘混合水的影响, 南黄海西南部海域表、底层 DO 含量均较低, 但却为营养盐的最高值区, 且表层水中无机氮盈余状况的分布与该海域环流状况、尤其是苏北沿岸水的扩展途径密切相关, 表现为无机氮相对过剩, 而无机磷相对缺乏; 南黄海西部沿岸流对营养盐往东南方向的输运态势较为明显, 同时, 首次从营养盐分布的角度揭示了这一水动力过程; 受苏北沿岸水、黄海暖流以及两者之间的南黄海西部沿岸流主体的影响, 南黄海斜断面上海水化学要素的分布具有明显的区域化特征和空间结构。

关键词: 南黄海; 化学要素; 分布特征

中图分类号: P734.22

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)03-0052-09

黄海作为中国颇为重要的陆架浅海, 不仅是人类活动和海洋经济开发最为集中的地带, 也是陆地、海洋和大气等各种过程相互作用较为激烈的海区^[1], 因此多年来一直都是多学科综合研究的焦点。

研究者对南黄海生源要素的含量、时空分布等已做了许多调查研究, 并积累了一些资料^[1~5]。但是以往的调查大多都受到观测空间尺度、有限采样站点、断面和同步测量参数的制约, 且站点设置离岸较远, 很难反映近岸生源要素的分布及运移规律。同时, 由于过去偏重于夏、冬季的调查和研究, 而对春季这样的过渡季节的关注较少。此外, 随着南黄海沿岸工农业和经济的迅速发展, 对其生态环境也产生了若干影响^[15, 16]。因此, 本研究根据南黄海春季 4 月的最新调查资料, 详细分析海水化学要素的分布特征和受控因素, 并结合温度、盐度和叶绿素等同步观测资料, 探讨它们之间的关系, 以期丰富、补充和完善该海域生源要素的时空变化规律以及区域海洋生物地球化学循环和环境问题提供依据。

1 调查与方法

2007 年 4 月(春季), 利用“科学一号”海洋考查船对南黄海进行调查, 共设有 15 条断面(A~O, S 站点相对于整条 L 断面也偏离不大), 115 个大面站(站位设置见图 1)。利用 Sea-Bird 917 CTD 仪测温度、盐

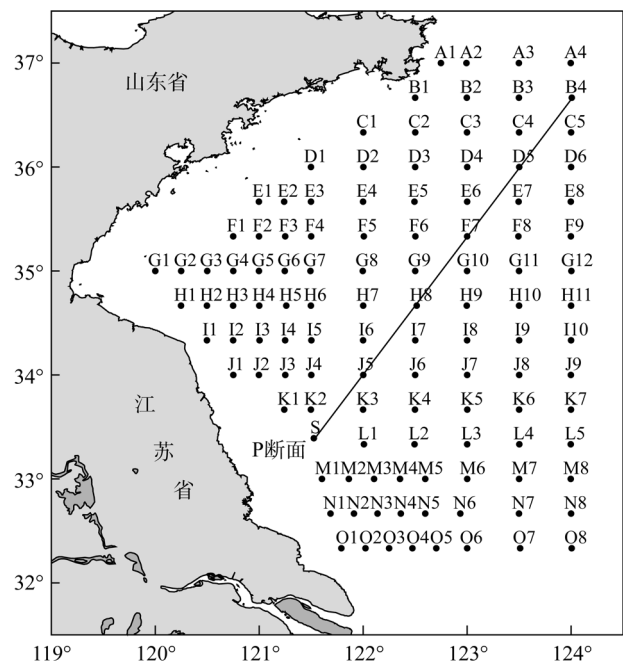


图 1 采样站位

Fig. 1 Locations of sampling stations

收稿日期: 2009-04-25; 修回日期: 2009-10-18

基金项目: 中国近海海洋综合调查与评价专项项目(908-01-ST03, 908-01-BC14)

作者简介: 韦钦胜(1981-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事海洋生物地球化学及化学水文学方面的研究, E-mail: weiqinsheng@fio.org.cn

度和深度;溶解氧是利用 Winkler 法在现场进行测定(GB17378.4-1998);海水 pH 值用 pH 计法测定;营养盐数据按照《海洋监测规范》规定的方法,水样经 0.45 μm 的醋酸纤维膜过滤后,用分光光度计现场测定得到;叶绿素 a 采用萃取荧光法测定。

2 结果与讨论

2.1 水文特征

海水化学要素的分布及运移规律与该海域的环流状况是密切相关的,所以先简要介绍一下本次春季调查期间南黄海西部的环流特征。图 2 为本次调查获得的南黄海表、底层温盐分布图。由图可知,温、盐度分布最显著的特点是,一支高温暖水呈舌状自济州岛以西伸向南黄海,并向北扩展,而且底层暖流水的影响范围明显大于表层,该暖流水是由春季黄海暖流北进后变性,残留下来的那部分水而构成,邹娥梅^[17]称其为黄海暖流变性水;苏北外海出现小范围的低盐高温沿岸水,它是由江苏北部的射阳河等入海径流与沿岸海水混合而形成,且其表、底层温盐性质较均匀^[17, 18];在苏北沿岸水和外海暖流水之间的海域,表、底层均存在一明显的低温水舌,它是鲁北沿岸流绕过成山角后在山东半岛南部海域与当地海水混合^[17],进而向南黄海扩展所致,该水团大致沿着近岸海水与外海水之间的盐度锋面南下,在其南下过程中,不断与苏北沿岸流前缘水混合,进而折向东南方向,可达 33°N 附近海域,从而构成了南黄海西部沿岸流的主体。此外,长江冲淡水

或台湾暖流前缘混合水对调查海域南部也存在一定的影响,并在长江口东北部形成一定的温、盐度锋面特征。

2.2 海水化学要素的平面分布

2.2.1 溶解氧

表层(图 3a): DO 的分布总体呈西南低,东北高的趋势。表层最显著的特征是在调查海域东北部存在一溶解氧高值区(> 10 mg/L),由东南向西北方向扩展,且该高值区处于黄海暖流的影响范围内,其水温也相对较高,但仍然保持了较高的 DO 含量,且 DO 整体呈过饱和状态(> 110%),这表明浮游植物光合作用对该海域水体的增氧效应起到了至关重要的作用,这可从该海域较高的叶绿素含量得到证实(图 6b);南黄海中部 DO 含量也相对较高(DO 饱和度 > 105%),但从叶绿素分布来看,该海域叶绿素含量却较低,由此可判断该海域较高的 DO 含量可能是自入春以来,浮游植物光合作用产氧在水体中的积累效应所致,而目前春季增温作用所造成的氧扩散还比较弱,当然,南黄海东北部所具有的高 DO 含量也不排除存在这一影响因素;表层 DO 的最低值区出现在长江口东北部海域,这与该海域较高的水温有关,可能是受长江冲淡水和/或台湾暖流的影响所致^[4]。此外,苏北外海域 DO 含量亦较低,这主要是受高温沿岸水的影响,同时,尽管该海域还具有相对较高的叶绿素含量(图 6b),但由于水体浊度较高,受光照强度的限制,其光合作用产氧能力可能也较弱,所以也使得 DO 含量不高,其饱和度也基本维持在 100%

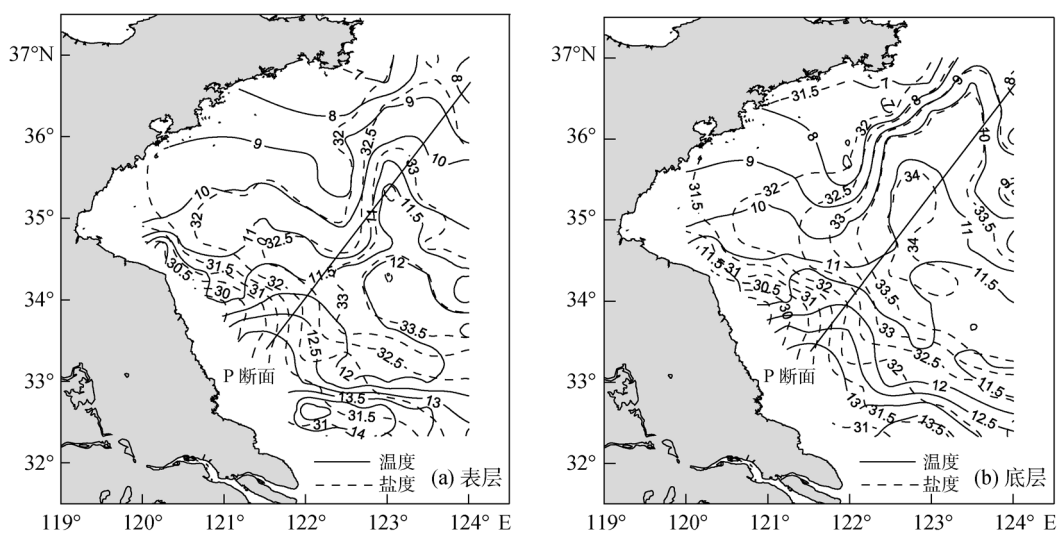


图 2 春季南黄海温度()、盐度的平面分布

Fig. 2 Horizontal distributions of temperature and salinity in the Southern Yellow Sea in spring

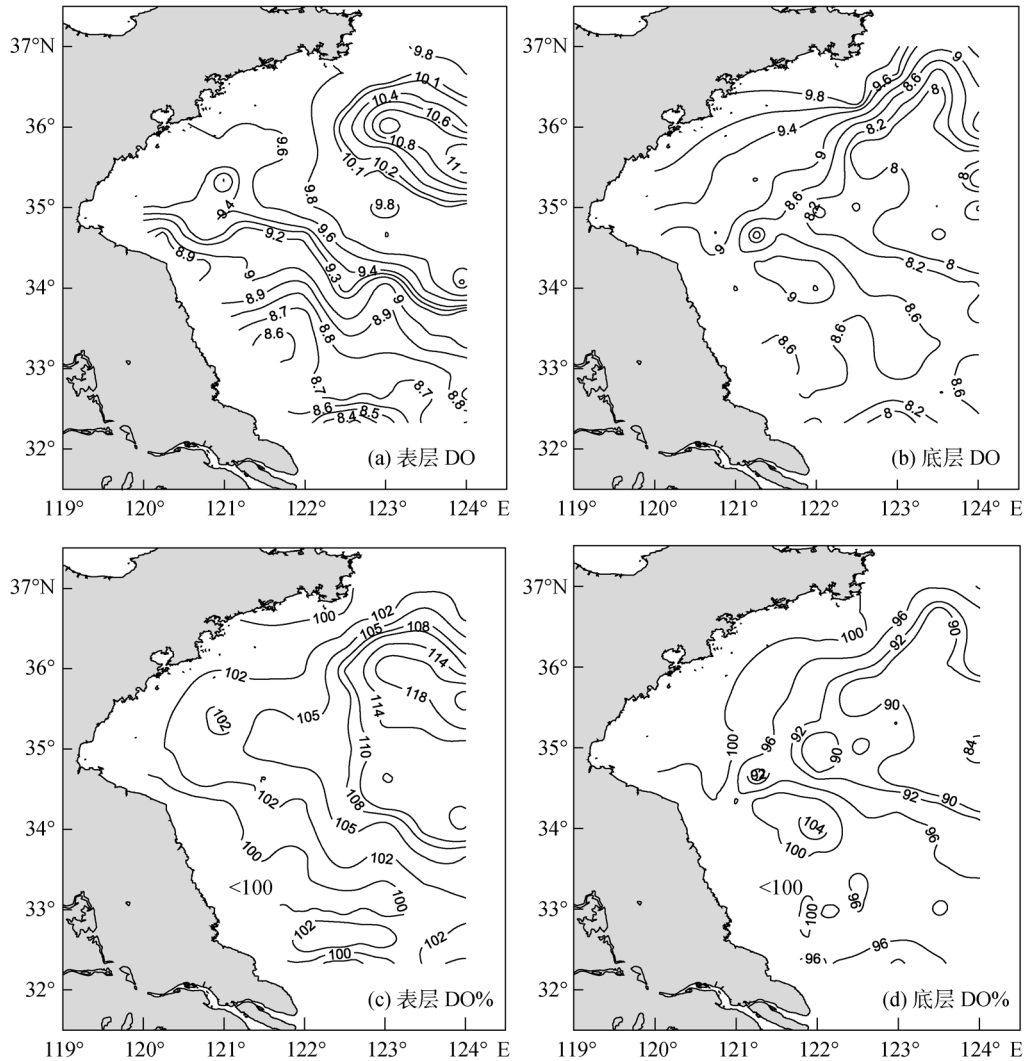


图3 春季南黄海 DO 平面分布

Fig. 3 Horizontal distributions of DO in the Southern Yellow Sea in spring

左右或以下，并由近岸向外海递增，且在苏北沿岸水的外侧海域，DO 等值线大致呈西北-东南走向，其走势跟该海域东南向的水团运动有关。

底层(图 3b): DO 分布的总体特点是近岸高，远海低。该层最明显的特征是在南黄海中北部较大范围的海域内，存在一 DO 低值区($< 8 \text{ mg/L}$), DO 饱和度在 90%以下，且 DO 低值区由中心向近岸延伸，并在石岛外海域形成较强的锋面特征，同时该 DO 低值区呈现出一定的双舌峰现象，其中一支较弱，向西部近岸延伸，另外一支向北扩展，有进入北黄海的趋势，而且与底层黄海暖流的扩展态势相一致。中北部海域 DO 低值区的形成，一是受 DO 含量较低的黄海暖流水^[5]的影响，再者也是底层水体有机物分解耗氧的结果，且春季上层水体增温、垂直交换作用

减弱又使氧气得不到及时补充^[4,7]。苏北近岸底层水体中的 DO 含量与表层基本相当，这体现了该海域自表至底具有基本一致的 DO 特征。此外，长江口东北部底层海域的 DO 含量较低，且其等值线还呈现出向北扩展的趋势。

2.2.2 pH

由图 4 可知，表层: pH 总体呈近岸低、离岸高的趋势；在外海区黄海暖流影响的范围内，pH 较高 (> 8.2)，这是该海域较强的浮游植物光合作用所致，而且高 pH 特征黄海暖流水^[5]的侵入也可能是一个影响因素；最低值出现在苏北近岸，这显然主要是受苏北沿岸水的影响。底层: pH 低值区出现在南黄海中北部海域以及苏北外海，其中南黄海中北部海域 pH 低值区的形成，主要是由于生物呼吸作用和有机

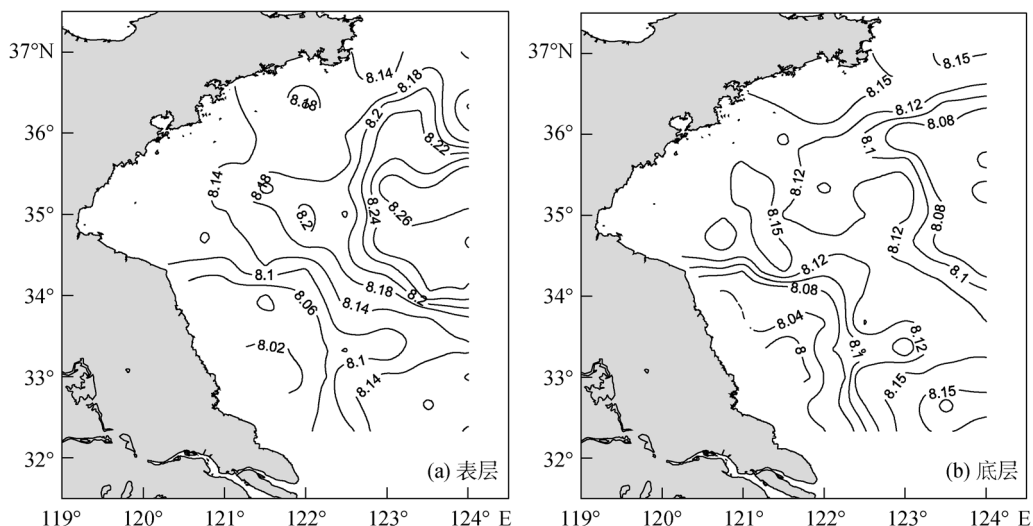


图 4 春季南黄海 pH 平面分布

Fig. 4 Horizontal pH distributions of pH in the Southern Yellow Sea in spring

物氧化分解所致, 且与该海域 DO 低值区的位置(图 3b)总体一致, 而苏北外海的 pH 低值区主要是苏北陆地径流的输入所致, 并呈现出由近岸向外海逐渐增高的趋势; 受鲁北沿岸流以及由其构成的黄海西部沿岸流主体的影响, 在石岛外海以及苏北沿岸水和外海暖流水之间的海域, pH 相对较高, 这可能与鲁北沿岸流受陆岸径流的影响比苏北沿岸水较小有关, 同时也说明鲁北沿岸流较苏北沿岸水具有较高的 pH 特征。

2.2.3 营养盐

表层硝酸盐的分布(图 5a)呈西部和南部高, 中北部低的趋势。最高值区出现在调查海域的西部近岸, 并向外海及东南方向扩展, 在扩展过程中, 其值逐渐降低, 呈现出非常明显的梯度变化和锋面特征, 造成这一现象的主要原因是受苏北沿岸水的影响, 将入海径流中的大量营养盐带至海中, 这由表层的盐度分布特征(图 2a)可以明显地看出; 南黄海南部靠近长江口附近海域, 亦有一硝酸盐含量的高值区, 但其量值比苏北近岸要小, 并往东北方向逐渐降低, 其伸展范围可达 33°N 附近海域, 该硝酸盐含量高值区的出现可能是由于台湾暖流前缘混合水的侵入, 也有可能是源于部分长江冲淡水的左转^[4, 19, 20], 或者是两者共同作用的结果; 南黄海中央海域的硝酸盐含量为本次调查的最低值区, 这是由于入春以来, 浮游植物的繁殖和生长使硝酸盐含量锐减^[1], 而且又得不到及时补充, 从而使营养盐低值区得以逐渐形成; 在调查海域北部, 即山东石岛外海域, 硝酸

盐含量较高, 并呈舌状向南黄海延伸, 由此可见鲁北沿岸水向南黄海的营养盐输送。

底层(图 5b)硝酸盐含量的高值区仍然出现在苏北外海域和长江口东北部, 其中苏北外海高值区中硝酸盐的含量与表层整体相当, 这说明受苏北沿岸水的影响, 该海域生化性质也较均匀, 而长江口东北部海域中的硝酸盐含量则明显高于表层水, 这表明春季台湾暖流前缘水和/或长江冲淡水对长江口东北部海域底层的影响可能大于表层, 而且浮游植物的生长对营养盐的消耗也会使得表层硝酸盐含量降低; 南黄海中北部即黄海暖流影响的海域, 硝酸盐含量也较高($>7\mu\text{mol/L}$), 这一方面是由于春季上层水体增温, 深水海域垂直交换作用已不能达至海底, 使冬季保持下来的营养盐难以向上扩散而继续存留^[1], 另一方面也与生化作用相关, 即入春以来, 下、底层水体中有机物的耗氧分解而使营养盐逐渐得以释放; 在苏北沿岸水与外海暖流水之间的海域, 受黄海西部沿岸流主体南下所产生的切变力的影响, 营养盐含量相对较高的苏北沿岸水与外海暖流水的外缘水可不断的汇入南黄海西部沿岸流中, 并随其向南输送, 从而使该海域存在着硝酸盐的东南向扩展和输运现象, 且基本上是沿着盐度锋面(图 2b)南下, 这一现象的存在, 也首次从营养盐分布的角度揭示和指示了南黄海西部沿岸流的输运过程。

硅酸盐(图 5c、d)和磷酸盐(图 5e、f)的分布特征与硝酸盐大致相似, 在苏北沿岸和长江口东北部的表、底层水体, 以及南黄海中北部的底层水体也均出

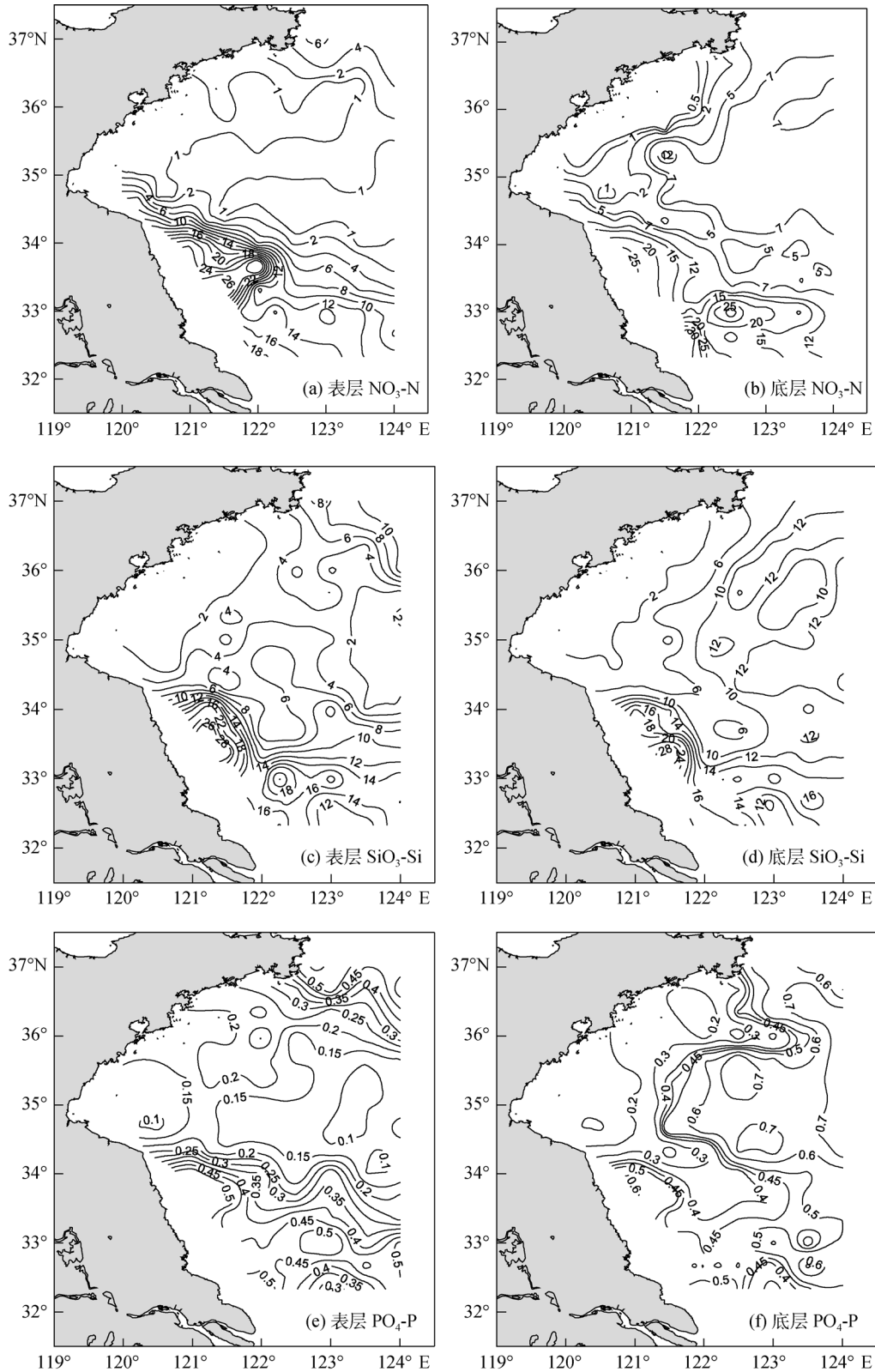


图 5 春季南黄海营养盐平面分布($\mu\text{mol/L}$)

Fig. 5 Distributions of nutrients in the Southern Yellow Sea in spring ($\mu\text{mol/L}$)

现了营养盐高值区,而在南黄海中部的表层水体则存在营养盐低值区,成因亦然。此外,进一步分析还

发现,南黄海西部沿岸流对硅酸盐和磷酸盐往东南方向的输运态势也较为明显(图 5c、d、f),但是长江

口东北部的温、盐度锋面(图 2)所起到的动力屏障作用,也在一定程度上阻碍了这一运输过程的继续南下。

2.2.4 “过量氮”和叶绿素的分布

通过考察表层水中无机氮含量相对于无机磷含量的余缺状况,来探讨南黄海营养盐的限制情况。按下式计算无机氮相对于无机磷的余缺状况^[21, 22]: $C_{Nex} = C_N - R \times C_P$, 其中 C_{Nex} 为过剩的无机氮; C_N 为水体中无机氮的现存浓度; C_P 为无机磷的浓度; R 为 Redfield 系数, 这里取理论值 16 (即 N : P = 16 : 1)。当 C_{Nex} 为正值时, 表示水体中有过剩的无机氮存在, 而磷酸盐相对缺乏, 该海域浮游植物生长会受到磷的限制; 反之, 当 C_{Nex} 为负值时, 表示水体中有过剩的无机磷存在, 而无机氮相对缺乏, 该海域浮游植物生长会受到氮的限制; 当 $C_{Nex}=0$ 时, 表示水体中无机磷和无机氮的比例适宜。由图 6a 可以看出, 表层水中无机氮盈余状况的分布与硝酸盐的分布趋势十分相似, 具体表现为: 受苏北沿岸流物质输送的影响, 含有过量无机氮的水舌明显影响着南黄海西部海域, 并向东南方向伸展, 且其量值由近岸向外海快速递减, 表现出一定的锋面特征; 长江口东北部海域亦为无机氮过剩区, 这是受到长江冲淡水或台湾暖流前缘混合水的影响; 在南黄海中部大部分海域, C_{Nex} 均在 0 附近, 表明无机氮和无机磷比例适宜; 在山东半岛南部近岸海域, 无机氮稍有缺乏。上述结果表明, 长江口东北部与苏北近岸表层水中无机氮盈余状况与该海域环流的扩展途径密切相关, 且表现为无机氮相对过剩, 而无机磷相对缺乏; 在

南黄海中部的大部分海域无机氮和无机磷比例适宜。

叶绿素虽然不是海水化学要素, 但其与海水化学要素的分布变化规律密切相关。由图 6b 可知, 春季南黄海表层叶绿素(Chl-*a*)浓度的分布具有明显的空间区域化特征: 苏北外海域及调查海域东北部为本次调查的两个 Chl-*a* 高值区, 其中苏北海域的高值区显然是出于对该海域较高营养盐浓度的响应, 而调查海域东北部的高值区处于黄海暖流变性水的前缘位置, 从表层 DIN 的余缺状况来看, 该海域 DIN 虽然稍显缺乏, 但各项营养盐浓度均维持在一定的水平(图 5a、c、e), 所以仍然促进了浮游植物的生长; 南黄海中部海域叶绿素含量较低, 这是因为, 虽然该海域氮磷比适宜, 但由于各项营养盐的含量均已降低到一定的程度(图 5a、c、e), 已达不到能够促进浮游植物生长所需的营养盐浓度, 从而致使 Chl-*a* 含量维持在了一个比较低的水平。

2.3 海水化学要素的断面分布

本研究选取斜断面 *P* 作为考察对象(图 1), 来研究南黄海春季海水化学要素的断面分布, 这是基于以下考虑: 该断面横跨本次调查主要环流所存在的区域, 即苏北沿岸水、黄海暖流以及两者之间的南黄海西部沿岸流的主体(图 2), 所以此断面能够最大限度地反映南黄海主要水文状况对生源要素的影响, 同时也可以准确描述各要素分布的区域化特征和空间结构。由图 7 可以看出, 各要素的断面分布具有以下特征:

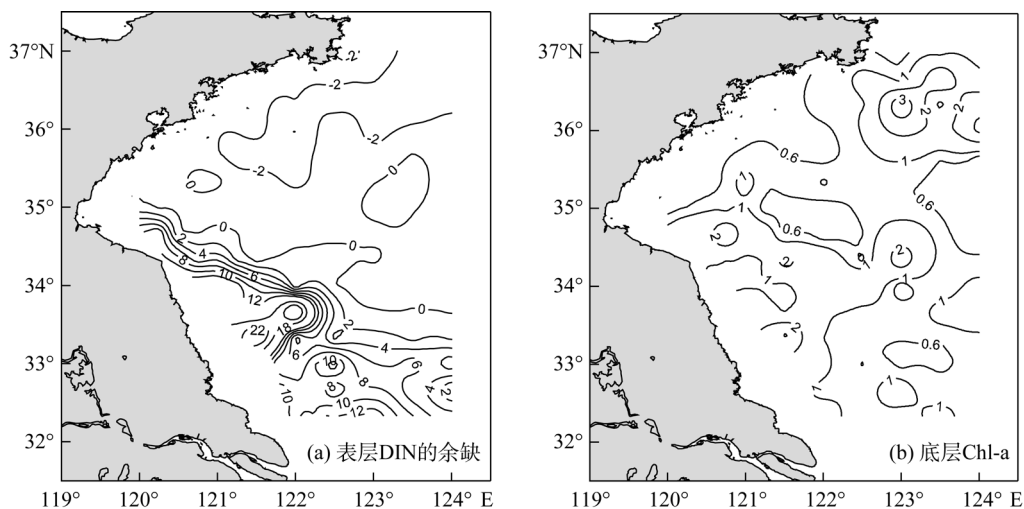


图 6 春季南黄海表层 Chl-*a* (mg/m^3)和 DIN($\mu\text{mol}/\text{L}$)的余缺状况分布

Fig. 6 Horizontal distributions of Chl-*a*(mg/m^3) and the surplus-deficiency of DIN ($\mu\text{mol}/\text{L}$) in surface water

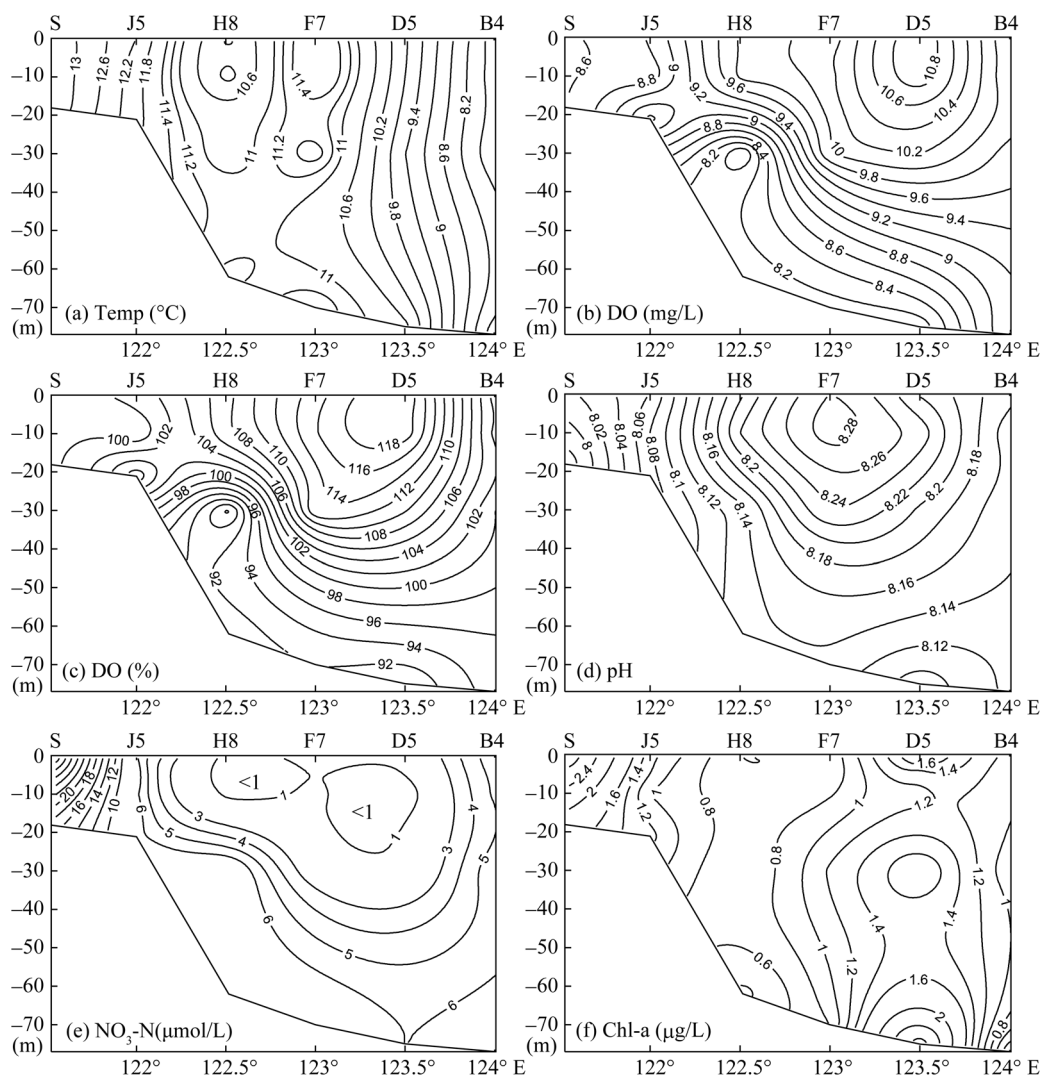


图 7 春季南黄海 P 断面温度、Chl-a 和化学要素分布

Fig. 7 Vertical distributions of temperature, Chl-a and chemical parameters in section P

(1) 在断面的西部海域, 各要素呈垂直均匀分布, 这表明在浅水区, 垂直交换作用可达到海底, 而且受近岸水的影响, 水体温度和营养盐含量整体较高, pH 较低; Chl-a 出于对该海域较高营养盐浓度的响应则出现了高值区; DO 浓度虽然低于外海的表层水, 但 DO 饱和度依然保持在 100%左右, 并逐渐向外海递增。上述各要素的垂直均匀分布也表明该海域自表至底具有相同的生化性质。

(2) 在断面由浅水区向深水区过渡的海域, 即 122~122.75°E, 该海域处于南黄海陆架锋区, 并是本次调查期间南黄海西部沿岸流主体流经海域, 其最明显的特征是 Chl-a 处于最低值区, 且上层水体中的 NO₃-N 含量也较低, 同时温度和上层水体中的 DO 含量、DO 饱和度、pH 值介于浅水域和外海区之间。

温度的上述分布特征是由于温度相对较低的南黄海西部沿岸流主体与浅水区的苏北沿岸水前缘部分混合的结果。上层水体中的 DO 含量、DO 饱和度和 pH 值也相对较高, 但从 Chl-a 和 NO₃-N 的断面分布来看, Chl-a 处于最低值区, 且营养盐也消耗殆尽, 这显然说明: 该海域较高的 DO 含量可能源自入春以来, 浮游植物光合作用产氧在水体中的积累, 而非主要由观测之时的 Chl-a 光合产氧所致; 同时也可以断定本次观测之前, 该海域很有可能出现过浮游植物含量较高的时期, 而考虑到浮游植物的生命周期约为 2 周左右, 此时已经死亡并沉降分解; 现今较低的营养盐含量也已达不到能够促进浮游植物生长所需的浓度, 从而致使调查期间该海域 Chl-a 含量维持在一个比较低的水平。

(3) 在断面的深水区, 温度呈现出较好的垂直均匀分布状态, 这是因为黄海暖流变性水的存在使表、底层温度趋于一致。DO 含量、DO 饱和度和 pH 的垂直分布呈上层高、下层低, 而营养盐含量则总体呈上层低、下层高的趋势。显然, 上述化学要素的分布特征是与浮游植物“春华期”密切相关的^[4], 上层水体中含有高浓度的 Chl-*a*(图 7f), 强烈的光合作用产生了大量的氧, 同时消耗海水中的 CO₂, 因而使上层水体中的 DO 含量和 pH 值较高, 同时由于浮游植物的生长消耗营养盐, 从而导致上层水体中营养盐含量总体上也较低; 与上层相反, 下、底层水体则因有机物分解而耗氧, 并同时产生 CO₂ 和营养盐, 因而使下、底层水体具有低 DO、低 pH 和高营养盐的特征^[4]。此外, Chl-*a* 含量趋于表、底层基本一致, 含量较高, 我们认为下、底层(真光层以下)的 Chl-*a* 来源于上层水体中的沉降作用, 而且考虑到其死亡后会需要一定的时间进行分解, 所以致使调查期间下、底层的叶绿素仍然保持了较高的含量, 但由于绝大部分光照在上层水体已被吸收, 难以到达下、底层, 所以下、底层的叶绿素虽然含量较高但缺乏光合作用。

3 结论

调查结果显示: 春季南黄海海水化学要素的含量和分布趋势主要受控于浮游植物光合作用和环流结构。其中受浮游植物光合作用的影响, 南黄海中北部上层海域出现了 DO、pH 的高值区以及营养盐的低值区, 而底层则因有机物的分解, DO 和 pH 较低而营养盐含量较高。受苏北沿岸水、长江冲淡水或/台湾暖流前缘混合水的影响, 南黄海西南部海域表、底层 DO 含量均较低, 但却为营养盐的最高值区, 且表层水中无机氮盈余状况的分布与该海域环流状况、尤其是苏北沿岸水的扩展途径密切相关, 表现为无机氮相对过剩, 而无机磷相对缺乏。在苏北沿岸水与外海暖流水之间的海域, 营养盐往东南方向输送的态势较为明显, 同时也首次从营养盐分布的角度揭示了南黄海西部沿岸流的输运过程。南黄海斜断面上海水化学要素的断面分布表明, 受苏北沿岸水、黄海暖流以及两者之间的南黄海西部沿岸流主体的影响, 各要素分布具有明显的区域化特征和空间结构。

致谢: 国家海洋局第一海洋研究所海洋生态研究中心和物理海洋室的 20 多位师生冒着风浪, 进行现场观测, 付出了艰辛劳动, 在此一并表示感谢。还

要特别感谢海洋环境科学与数值模拟国家海洋局重点实验室所提供的温、盐资料。

参考文献:

- [1] 王保栋, 王桂云, 郑昌洙, 等. 南黄海营养盐的平面分布及横向输运[J]. 海洋学报, 1999, 21(6): 124-129.
- [2] 于圣睿, 孙秉一. 南黄海溶解氧的分布与季节变化[J]. 山东海洋学院学报, 1980, 10(2): 81-90.
- [3] 刁焕祥, 沈志良. 黄海冷水域水化学要素的垂直分布特性[J]. 海洋科学集刊, 1985, 25: 41-51.
- [4] 王保栋, 王桂云, 刘峰. 南黄海春季海水化学要素的分布特征[J]. 海洋环境科学, 1998, 17(3): 45-50.
- [5] 王保栋, 王桂云, 郑昌洙, 等. 南黄海冬季生源要素的分布特征[J]. 黄渤海海洋, 1999, 17(1): 40-45.
- [6] 王保栋. 南黄海营养盐的垂直分布特性及其垂向输运规律[J]. 海洋环境科学, 1999, 18(1): 13-18.
- [7] 王保栋, 刘峰, 王桂云. 南黄海溶解氧的平面分布及其季节变化[J]. 海洋学报, 1999, 21(4): 47-53.
- [8] 王保栋, 王桂云, 郑昌洙, 等. 南黄海溶解氧的垂直分布特征[J]. 海洋学报, 1999, 21(5): 72-77.
- [9] 王保栋. 黄海冷水域生源要素的变化特征及相互关系[J]. 海洋学报, 2000, 22(6): 47-54.
- [10] 高生泉, 林以安, 金明明, 等. 春、秋季东、黄海营养盐的分布变化特征及营养结构[J]. 东海海洋, 2004, 22(4): 38-50.
- [11] 刘素美, 张经, 陈洪涛. 黄海和东海生源要素的化学海洋学[J]. 海洋环境科学, 2000, 19(1): 68-74.
- [12] 王保栋, 刘峰, 战闰. 黄海生源要素的生物地球化学研究评述[J]. 黄渤海海洋, 2001, 19(2): 99-106.
- [13] Wang B D, Wang X L, Zhan R. Nutrient conditions in the Yellow Sea and the East China Sea[J]. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 2003, 58: 127-136.
- [14] Liu S M, Zang J, Chen S Z, *et al.* Inventory of nutrient compounds in the Yellow Sea[J]. *Continental Shelf Research*, 2003, 23: 1 161-1 174.
- [15] Lin C L, Ning X R, Su J L, *et al.* Environmental changes and responses of ecosystem of the Yellow Sea during 1976-2000[J]. *Journal of Marine System*, 2005, 55: 223-234.
- [16] 贺志鹏, 宋金明, 张乃星. 南黄海溶解有机碳的生物地球化学特征分析[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(4): 478-488.
- [17] 邹娥梅, 郭炳火, 汤毓祥, 等. 1996 年春季南黄海水文特征和水团分析[J]. 海洋学报, 2000, 22(1): 17-26.
- [18] 张启龙, 翁学传, 杨玉玲. 南黄海春季水团分析[J]. 海洋与湖沼, 1996, 27(4): 421-428.
- [19] 毛汉礼, 甘子钧, 蓝淑芳. 长江冲淡水及其混合问题的初步探讨[J]. 海洋与湖沼, 1963, 5(3): 183-206.
- [20] 王保栋, 战闰, 臧家业. 长江口及其邻近海域营养盐

- 的分布特征和输送途径[J]. 海洋学报, 2002, 24(1): 190-195.
53-58.
- [21] 王保栋, 战闰, 臧家业. 黄海、东海浮游植物生长的营养盐限制性因素初探[J]. 海洋学报, 2003, 25(2): 190-195.
- [22] Wong T F, Gong G C, Liu K K, *et al.* Excess nitrate in the East China Sea[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1998, 46: 411-418.

Distributions and influence factors of the chemical parameters in the Southern Yellow Sea in spring

WEI Qin-sheng^{1,2}, ZHAN Run^{1,2}, ZANG Jia-ye^{1,2}, LI Rui-xiang^{1,2}

(1. Research Center for Marine Ecology, First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration People's Republic of China, Qingdao 266061, China; 2. Key Lab of Science and Engineering for Marine Ecological Environment, State Oceanic Administration People's Republic of China, Qingdao 266061, China)

Received: Apr., 25, 2009

Key words: Southern Yellow Sea; chemical parameters; distribution

Abstract: Based on the data collected from the Southern Yellow Sea during April, 2007, the distributions and influencing factors of the chemical parameters were studied. The DO concentration and pH were high, while the nutrient concentration was low due to the photosynthesis of phytoplankton in the upper water column of the central-north area of the Southern Yellow Sea; meanwhile, because of the decomposition of organic matter, the low-value area of the DO and pH existed in the bottom water with relation high nutrient. In the southwest area of the Southern Yellow Sea, the DO concentration was low, and the nutrient concentration was high in the surface and bottom water due to the influence of the Subei Coastal Water, Yangtze diluted water and/or the Taiwan Warm Current water; the distribution of the surplus condition of the inorganic nitrogen was closely related to the extension of the water circulation, especially the Subei Coastal Water. Obviously, nutrients were transported to the southeastern sea area because of the Southern Yellow Sea West Coastal Current, a hydrodynamic process being revealed for the first time through the distribution of nutrients. Vertical distributions of the chemical elements in the oblique section had regional characteristics and spatial structure as a result of the Subei Coastal Water, the Yellow Sea Warm Current and the Southern Yellow Sea West Coastal Current.

(本文编辑: 康亦兼)