

南黄海春季温、盐结构特征分析*

张启龙 杨玉玲 程明华

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 利用 1992 年 5 月在南黄海获得的 CTD 资料对该海域春季温、盐结构特征进行了分析,结果表明:(1)春季,南黄海温、盐结构处于由冬季型向夏季型的过渡期,此时,整个研究海域大体上可以 20m 层为界分为上、下两层。上表层的温、盐结构已基本呈现夏季型特征,但深底层还具有冬季型的某些特征。(2)南黄海春季温、盐结构特征与水团配置具有较密切的关系,亦即不同的温、盐结构对应着不同的水团,反之,同一个水团具有相近的温、盐结构。

关键词 南黄海,温、盐结构,水团

南黄海冬、夏季的温、盐结构特征已有诸多研究^[1,3~5],并取得了一些有意义的结果;然而,有关该海域春季的温、盐结构特征却研究较少。本文主要利用 1992 年 5 月 19 日至 6 月 2 日观测的 CTD 资料(站位见图 1a),对南黄海(32°00'~37°00'N, 121°00'~125°00'E)春季的温、盐结构特征进行分析。

1 温度结构

由图 1 可以看出,南黄海春季水温的平面

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2324 号。

收稿日期 1994 年 3 月 1 日

分布具有以下主要特点:

(1) 在海域东南部, 有一较强的暖水舌自济州岛西侧海域向北偏西方向伸展, 这一暖水舌表征了传统上认为的黄海暖流。

(2) 在青岛以东的 $36^{\circ}00'N$, $122^{\circ}10'E$ 附近, 存在着一个范围不大的低温区, 中心温度小于 $6^{\circ}C$, 自 20m 至底层, 等温线皆呈封闭状分布。这一低温区, 就是著名的“青岛冷水团”。

(3) 在 $33^{\circ}00'N$, $123^{\circ}30'E$ 附近海域的 10m 至 30m 水层内, 出现一范围较小且封闭的相对低温区 ($T < 13^{\circ}C$)。其中心位置随深度增加而逐渐东移, 在 30m 层低温中心已移至 $124^{\circ}00'E$ 附近。这是深层南黄海冷水向上层扩展的迹象。

(4) 在 $37^{\circ}00'N$, $125^{\circ}00'E$ 附近有一低温水

舌向西伸展(表层 $T < 13^{\circ}C$, 底层 $T < 7^{\circ}C$)。这一低温水舌就是朝鲜西岸沿岸水的边缘部分。

春季, 由于南黄海上表层海水受热增温、涡动混合减弱, 温跃层开始形成, 所以温度的垂直结构处于由冬季型向夏季型的过渡阶段。温度断面分布的基本情况是:

(1) 在 $32^{\circ}N$ 断面上(图 2a), $124^{\circ}30'E$ 以西水温分布较均匀; 以东, 在 $125^{\circ}30'E$ 附近的 20m 以深有一低温中心 ($T < 12^{\circ}C$), 而在其东北方海域 ($32^{\circ}15'N$, $125^{\circ}50'E$) 的中层(约 25m 处) 有一高温中心 ($T > 17^{\circ}C$)。分析表明, 此低温中心系东海北部底层冷水的边缘部分^[2]; 高温中心则是由于这部分底层冷水涌升侵入黄海暖流域后将部分暖水与其主体分开造成的。

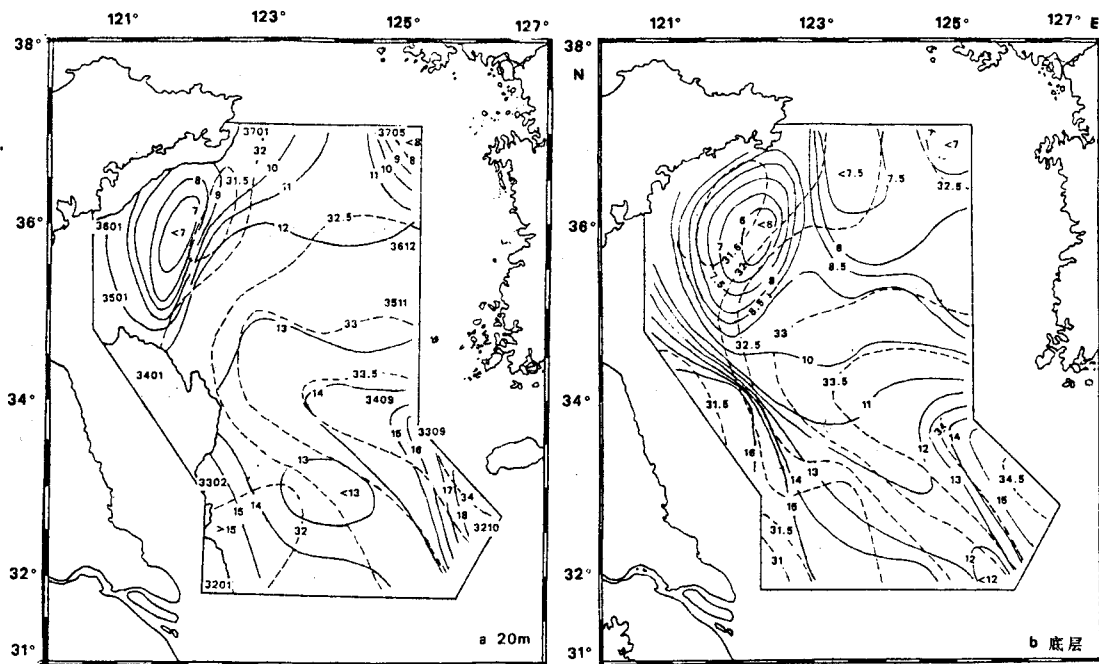


图 1 温、盐度平面分布(1992.5)

a. 20m; b. 底层; 实线为温度, 虚线为盐度

Fig. 1 The horizontal distributions of temperature and salinity (May, 1992)

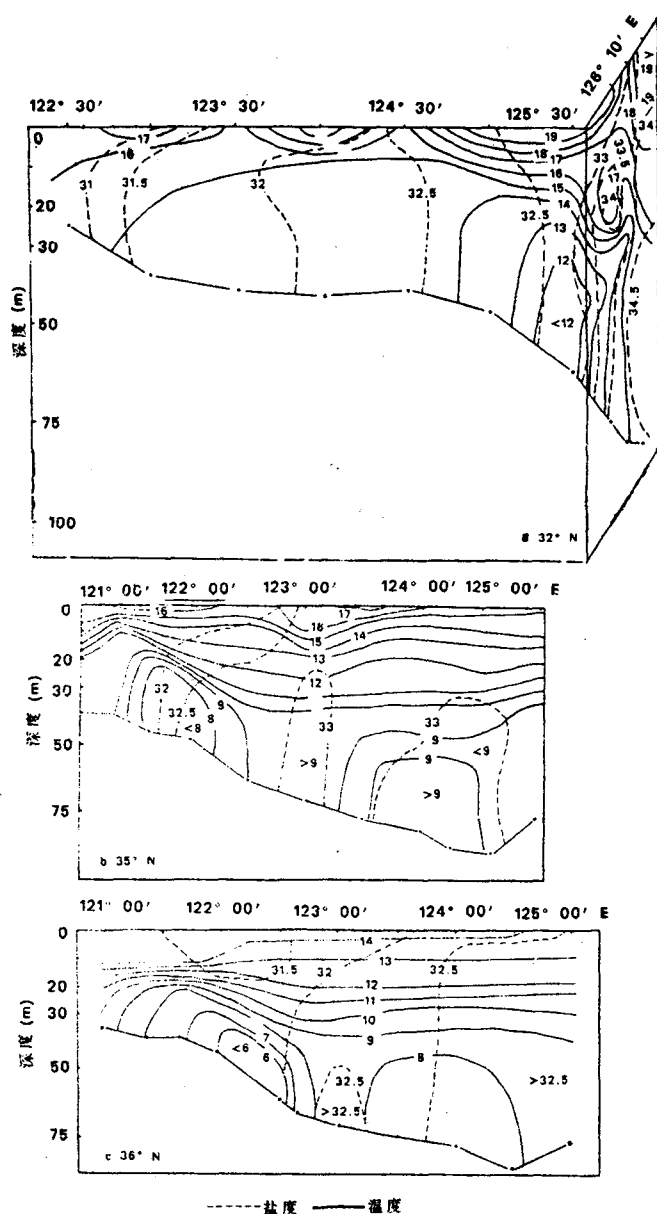


图2 温、盐度断面分布(1992.5)
a. 32°N; b. 35°N; c. 36°N

Fig. 2 The sectional distributions of temperature and salinity (May, 1992)

(1) 上均匀层 上均匀层主要是由风等动力因素导致的,它的厚度较薄,一般在8m左右(最小为2m,最大为14m),且大致呈现近岸薄、远岸厚,北部稍厚于南部的分布趋势。

(2) 梯度层 它位于上、下均匀层之间,其厚度差异较大,在4~48m之间,平均为52

(2) 33°N和34°N断面分布图(图略)显示,该断面中部和西部的中深层水域被低温水所占据,低温中心的温度分别小于12°C(33°N)和11°C(34°N),这就是黄海冷水团的主体。断面东侧为高温区($T > 15^\circ\text{C}$),表明黄海暖流由此向北伸展。(3)从35°N和36°N断面图(图2b,c)上可以看到:上层的水温较高($T > 13^\circ\text{C}$);20m以深为低温水($T < 11^\circ\text{C}$)控制。于36°N断面的东(122°15'E)、西(124°00'E)两侧各出现一个孤立的低温中心,而在35°N断面,除西侧(121°45'E)的低温中心($T < 8^\circ\text{C}$)外,东侧(124°00'E)却出现了一个水温略大于9°C的弱暖中心。这两个断面西侧的低温中心就是青岛冷水团的核心,该低温中心与上层海水之间形成明显的水平梯度。两断面东侧的低温水为黄海冷水团。其中,36°N断面东侧的低温中心,乃是黄海冷水团的主体。而35°N断面东侧的弱暖中心则是黄海暖流的残迹。黄海冷水团内,相对暖水体的存在,表明春季黄海冷水团尚处于形成阶段。

(4) 37°N断面温度分布比较单一(图略)。在0~20m层水温较高,而在20m以深均被温度低于9°C的低温水所占据,并于125°E附近温度达最低($T < 7^\circ\text{C}$)。分析表明,125°E以西的低温区仍是黄海冷水团的所在位置,而东侧的低温水则是朝鲜西岸沿岸水的边缘。

综合分析南黄海55个测站的水温垂直分布可知,春季该海域温度的垂直结构,除34°N断面西侧近岸区由于水浅潮混合强烈,导致水温垂直均匀外,其它广大海域都呈现为三层分布模式,即上均匀层,梯度层和下均匀层。

20m。梯度层内的温度多呈正梯度(即温度随深度增加而降低)分布。从垂直分布形状看,可分为单跃层、双跃层和多跃层3种类型(图3)。

单跃层 它出现于南黄海西侧50m以浅的海域,有两个强温跃层区。一个位于青岛以东(36°00'N, 122°10'E)的低温中心附近,跃层强度一般为0.7°C/m(最大可达2.2°C/m);另一个位于33°00'N, 123°00'E附近的低温区,强度稍弱,约为0.5°C/m(最大为0.8°C/m)。除此以外的其它测站,温跃层的强度相对较弱,一般为0.3°C/m。

双跃层 主要出现在南黄海中部的深水区,大致与黄海冷水团的分布范围相近。这类双跃层,其上跃层是增温形成的,下跃层是因深底层存在黄海冷水团引起的,而上、下作用尚未连成一体。分析表明,上、下跃层间的距离随海域深度增加而变大。

此外,在南黄海东南部的局部海域还出现中层存在逆温现象的双跃层(图3c)。对比图3和图2可以看出,逆温现象主要是黄海暖流或底层冷水入侵(或两者同时侵入)导致的。

多跃层 仅见于35°N和36°N断面中央区的个别测站上。例如,3508、3607等站均出现多跃层现象,这是由于冷、暖两种水相互入侵引起的。

(3) **下均匀层** 该层的厚度普遍较上均匀层厚,在13~59m间,平均为36m。下均匀层厚度大致呈海域西部薄、东部厚而以黄海槽附近为最厚的分布趋势。这种分布格局的形成与深底层南黄海冷水团的存在有关。

2 盐度结构

南黄海的盐度结构与水系分布有较密切的关系,图1显示了盐度的平面分布。由图可见:

(1) 在南黄海东南部有一较强的高盐舌自东南向西北伸展。在34°N附近,主舌锋偏向西,分出的另一舌锋指向北。这一高盐舌的分布大致反映了春季黄海暖流的所在位置。

(2) 在南黄海西部,从成山角到长江口以

北的近岸海域为一低盐区。其间有两个低盐中心,一个位于青岛外海,亦即出现低温中心的区域,中心处的盐度在31.5左右;另一个出现在长江口的东北方,它自表层至底层都存在,这一低盐区似与长江冲淡水有关。

(3) 在高盐水舌与低盐水的交汇区,形成一较强的盐度锋,其最大强度达0.6/n mile(2m层)。这一盐度锋大致呈南北向展布于海域的西侧。

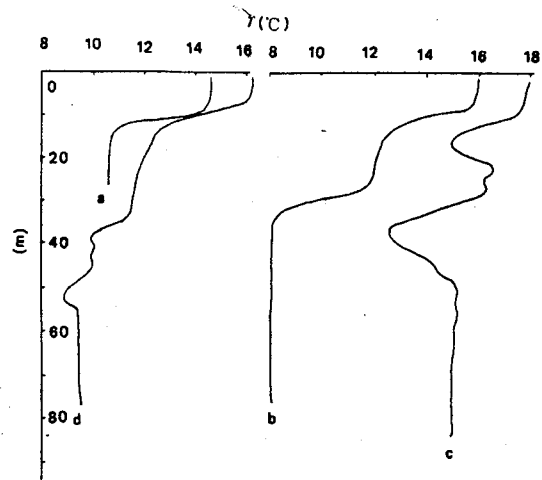


图3 温度垂直结构类型

a. 单跃层(3601站); b. 双跃层(3511站); c. 出现逆温的双跃层(3209站); d. 多跃层(3508站)

Fig. 3 The vertical structures of temperature

南黄海海水盐度断面分布的主要特征(图2):

(1) 在32°N断面东侧,与高温中心相对应,存在着一个封闭的高盐中心($S > 34.0$)。断面上最高盐度($S > 34.4$)区出现于126°00'E以东30m以深水域,这一高盐区表征了黄海暖流主体所在的位置。断面西侧(123°30'E以西),受沿岸水影响,海水盐度偏低($S < 32.0$),且垂直分布比较均匀。

(2) 在33°N和34°N断面(图略),高盐水(区)位于断面东侧,向西盐度值逐渐降低。在123°30'E(33°N)和122°30'E(34°N)附近高盐水与海域西部的低盐水相遇形成较强的盐度梯

度。这是黄海暖流在向北运移过程中部分水体向西北伸展的结果。

(3) 在 35°N 和 36°N 断面的西侧, 盐度较低但垂直分布较均匀。在 121°45'E (35°N) 和 122°45'E (36°N) 附近出现较强的盐度水平梯度。由此向东, 该两断面 20m 以深各存在 2 个相对高盐中心。对比图 2 中水温分布表明, 这 2 个相对高盐中心分别位于诸低温中心之间。相对高盐中心的出现, 表明了黄海暖流残迹的存在。

(4) 37°N 断面, 盐度的分布与温度较为相似(图略), 断面东侧以及西侧的上层均出现范围不大的低盐区 ($S < 32.0$)。西侧上层的低盐区为黄海沿岸水的残余, 而东侧的低盐区是朝鲜西岸沿岸水的前缘。断面中部盐度相对较高, 20m 以深均被盐度大于 32.3 的黄海冷水团所占据。

春季, 南黄海海水盐度的垂直结构与温度基本相似, 也呈上均匀层、梯度层和下均匀层的三层分布模式。其中, 上均匀层的厚度较薄, 一般在 8m 左右(最小为 2m, 最大为 20m), 它的空间分布与温度相似, 即呈现近岸薄外海厚的分布趋势。梯度层的厚度在 2~58m 之间, 强度较弱, 大部分测站未出现跃层 ($\Delta S / \Delta Z \geq 0.1$) 现象, 仅在黄海暖流水与沿岸水交汇处出现盐跃层或逆盐跃层 ($\Delta S / \Delta Z \geq -0.1$)。由统计结果还发现, 虽然该海域盐跃层现象较少, 但盐度的薄层结构 ($\Delta Z = 2\text{m}, \Delta S / \Delta Z \geq 0.1$) 却比较普遍。它们大都出现在不同水系的交汇处。这表明, 春季是该海域盐跃层的形成期。下均匀层的分布趋势大致与上均匀层相似, 但厚度较上均匀层厚, 最小值为 13m, 最大值达 59m, 多数在 22~38m 间。

3 结语

通过以上分析, 并结合作者对南黄海水团的分析结果^① 可将南黄海春季温、盐结构的主要特征简要归纳如下。

(1) 春季, 南黄海温、盐结构处于由冬季

型向夏季型的过渡期。此时, 温、盐结构的主要特点之一是层化现象已较明显, 整个研究海域大体上可以 20m 层为界分为上、下两层。上表层的温、盐结构已基本呈现夏季型特征, 深底层温、盐分布虽已初具夏季型特征但还呈现冬季型的某些残余。如表征黄海冷水团的低温区已基本形成, 但其西侧的低温中心(青岛冷水团)仍独立存在, 尚未东移与其融为一体。另外, 海域东南部的高温、高盐水虽已向南退缩, 但其前缘仍位于 35°00'N 附近, 尚没有退到 33°00'N 附近的夏季位置^[3]。

(2) 南黄海春季温、盐结构特征与水团配置具有较密切的关系, 亦即不同的温、盐结构对应着不同的水团, 反之, 同一个水团具有相近的温、盐结构。

参考文献

- [1] 乐肯堂等, 1990. 海洋与湖沼 21(6): 505~515.
- [2] 兰淑芳等, 1984. 海洋科学集刊 No. 21: 75~86.
- [3] 赵保仁等, 1991. 海洋与湖沼 22(2): 132~139.
- [4] 中华人民共和国科学技术委员会海洋组海洋综合调查办公室, 1964, 全国海洋综合调查报告第二册.
- [5] Heung-Jae Lie, In Kwon Bong and Yong Q. Kang, 1986. *The Journal of the Oceanological Society of Korea* 21(4): 193-202.



^① 张启龙, 翁学传等, 1994. 南黄海春季水团分析(海洋与湖沼待刊).

AN ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF THERMOHALINE STRUCTURES IN THE SOUTH YELLOW SEA IN SPRING

Zhang Qilong, Yang Yuling and Cheng Minghua
(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

Received, Mar. 1, 1994

Key Words: The South Yellow Sea, Thermohaline structures, Water masses

Abstract

The characteristics of thermohaline structures in the South Yellow Sea in spring are analyzed based on CTD data observed in this sea area in May, 1992.

The results are as follows:

1. In spring, the thermohaline structures in the South Yellow Sea are in a transitional period from the winter pattern to the summer pattern. At this time, the water in the whole area can be divided into upper layer and lower layer using approximately 20m depth as a demarcation. The structures of temperature and salinity in the upper surface layer show basically the characteristics of the summer pattern, but those in the lower bottom layer are still of some properties of the winter pattern.
2. The characteristics of thermohaline structures are in close relationship with the distributions of water masses, that is, the different structures of temperature and salinity are corresponding with the different water masses, conversely, the same water mass has the similar thermohaline structures.