

# 舟山渔场及其邻近海域水团的气候学分析\*

张启龙 王 凡

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

**提要** 根据多年(1958—1990)月平均温、盐度资料,采用模糊聚类分析法划分了舟山渔场及其邻近海域的水团,并对该海域水团的配置、主要特性及其季节变异特征进行了气候学分析。结果表明,舟山渔场及其邻近海域共存在 4 个水团,即江浙沿岸水、台湾暖流表层水、台湾暖流深层水和黄海混合水;全年水团的配置可归纳为冬季型、夏季型和过渡型 3 种类型;江浙沿岸水的主要特征为低盐,其分布范围和盐度的季节变化与长江入海径流密切相关,而温度的季节变化则主要受太阳辐射的影响;台湾暖流表层水具有高温、次高盐特征,其北伸程度和温、盐特性均具有明显的季节变化,即冬季北伸强、温度低、盐度高,夏季北伸弱、温度高、盐度低;台湾暖流深层水以低温、高盐为主要特征,仅存在于 4—9 月,其温、盐性质较稳定;黄海混合水的主体不在研究海域。

**关键词** 舟山渔场,水团,季节变化

**中图分类号** P731.1

舟山渔场及其邻近海域位于东海西北部的陆架浅海区。由于受海洋外部因素(如气象、径流和地理条件等)以及外海水等的影响,该海区水文要素的时空变化剧烈,均一性和保守性较之深海或大洋差,故水团已有不同程度的变性。有关东海西北部海域水团的研究一直受到国内外海洋学者的重视和关注,并对其进行了较多研究,取得了一些重要的研究成果<sup>1)</sup>(苏育嵩,1980,1983,1989;喻祖祥等,1984;翁学传等,1984;刘树勋等,1984;苗育田等,1987;国家海洋局科技司,1995;李凤歧等,2000)。但在以往的研究中,大都利用单个航次的调查资料从天气学角度对东海西北部海域的水团进行分析,而涉及水团的气候学研究却较少。

众所周知,浅海水团的配置和特征在很大程度上取决于气象等外界因素的变化,一旦这些外界因素出现突变,那么,水团的配置和特征也将随之发生巨大变化。因此,浅海水团的天气学分析所得出的结果虽有特色,但也有其局限性,不能全面反映浅海水团的真实面貌。为此,作者利用 1958—1990 年间

在东海西部获得的温、盐度资料,对舟山渔场及其邻近海域水团的配置、特性及其季节变异特征进行气候学分析,以期对该海域的水团及其变异特征有进一步的认识。

## 1 资料和分析方法

### 1.1 资料

主要选用 1958—1990 年间我国和日本在东海获得的温、盐度资料。其中,我国的调查资料主要是全国海洋综合调查资料 and 标准断面观测资料以及水产和研究部门的专题调查资料;日本资料主要包括日本气象厅、水产厅和水路部的观测资料。

所选取的研究海域范围为 28°—32°N, 122°—125°E。在研究海域内共有 57 个站点(图 1a)。为了使这些站点的温、盐度多年平均值有良好的代表性和可靠性,分别对落在各站点及其周围 ±5'N (E) 方区内的温、盐度观测资料进行等权平均,并将资料个数小于 3 的平均值剔除,得到该海域各站点多年(1958—1990 年)平均的各月(1—12 月)表、底层温、盐度值。

\* 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目, KZCX2-207 号和 KZCX2-202 号。张启龙, 研究员, E-mail: qlzhang @ ms. qdio. ac. cn

1) 赫崇本等, 1964. 中国近海的水团. 全国海洋综合调查报告, 第四册

收稿日期: 2003-04-05, 收修改稿日期: 2003-10-12

### 1.2 分析方法

采用模糊聚类法划分该海域的水团。该方法的主要特点是对具有模糊关系的事物进行直观分类,而且在分类时,对变量的个数也没有严格限制。该方法的基本原理如下:

设研究海域有  $n$  个测站, 在每个测站某一水层上测得  $m$  个水文要素(本文中采用温、盐度两个要素), 若将这  $n$  个测站  $m$  个水文要素按序排列, 便构成一  $n \times m$  阶数据矩阵:

$$X = [x_{ij}]$$

其中,  $x_{ij}(i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$  为第  $i$  站的第  $j$  个水文要素。这里采用相似系数作为测站间的相似尺度。计算公式为

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m x_{ik}x_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{ik}^2 \sum_{k=1}^m x_{jk}^2}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

对式(1)进行模糊变换。

$$\text{令 } r'_{ij} = \frac{1+r_{ij}}{2} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

得模糊矩阵  $R = [r'_{ij}]$

这时  $R$  满足: 反身性  $r_{ii} = 1, (i = 1, 2, \dots, n)$ ; 对称性  $r_{ij} = r_{ji}, (i, j = 1, 2, \dots, n)$ ; 但不满足传递性  $R \circ R \geq R$ 。

对  $X$  进行模糊分类, 即根据  $X$  的模糊等价关系进行分类。由于  $R$  还不是一个模糊等价关系, 因此需要对它作适当变换, 使其具备传递性。

从数学上可以证明, 对于  $X$  上的一个满足反身性和对称性的模糊矩阵  $R$ , 只要

$$\lim_{k \rightarrow \infty} R^k \text{ 或 } \lim_{k \rightarrow \infty} R \circ R \circ \dots \circ R = R^\infty$$

存在, 那么,  $R^\infty$  即是一个模糊等价关系。求  $R^\infty$  的方法很多, 作者采用了连续平方幂的方法, 即  $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^4 \rightarrow \dots$ 。

求出模糊等价关系  $R^\infty$  之后, 便可进行模糊分类。首先仿照普通聚类方法, 依  $R^\infty$  进行系统聚类分析, 将所得结果绘制成聚类谱系图(图略)。然后, 利用谱系图进行水团划分。在实际应用时, 要结合研究海域的实况, 选取一个适当的截取水平  $\lambda$ , 从而获得较理想的划分结果。

将研究海域各测站多年(1958—1990年)平均的各月(1—12月)表、底层的温、盐度作为独立变量利用上述方法分别进行了计算, 得出了相应的聚类图(图略)。以下根据这些聚类图得出的结果, 来具体分析舟山渔场及其邻近海域水团的配置、主要特性及

其季节特征。

### 2 水团配置

分析结果表明, 舟山渔场及其邻近海域共存在4个水团, 即江浙沿岸水、台湾暖流表层水、台湾暖流深层水和黄海混合水。其中, 江浙沿岸水和台湾暖流表层水这两个水团分布范围广, 存在时间长, 是本文研究海域的主要水团。从总的情况看, 舟山渔场及其邻近海域全年的水团配置大致可分为3种类型, 即冬季型、夏季型和过渡型。

#### 2.1 冬季型

这一类型出现于11月至翌年3月, 2月是该型水团配置的典型月份(图1a, b)。由图1a, b可以得出, 冬季型水团配置的主要特点是: 在研究海域的表、底层, 同时存在江浙沿岸水、台湾暖流表层水和黄海混合水3个水团。其中, 江浙沿岸水在偏北季风的驱动下顺岸南下, 展布于江苏南部和浙江沿岸海域, 其表层的分布范围较底层略偏东。台湾暖流表层水位于江浙沿岸水的外侧, 除西侧底层略偏西外, 表、底层分布范围大致相近, 其北缘可伸展至31°N附近; 黄海混合水位于研究海域的东北部, 其西侧与江浙沿岸水相邻, 而南侧则与台湾暖流表层水的前缘相汇, 且在其间形成一较大的混合带。

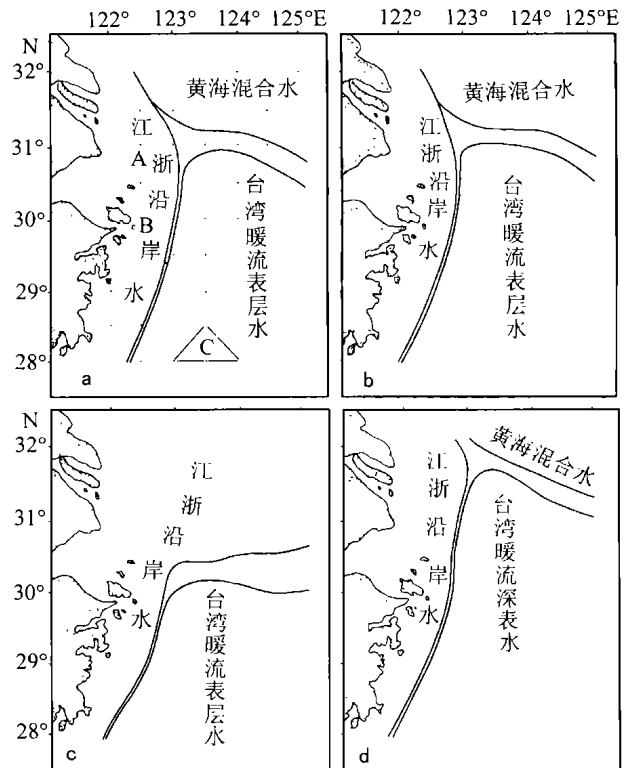


图1 冬季(2月)和夏季(8月)水团配置

Fig. 1 Distributions of water masses in winter(February) and summer(August)

## 2.2 夏季型

夏季型水团配置存在于 5—9 月间,其中最典型的月份是 8 月(图 1c, d)。该型的主要特点是,表、底层的水团配置迥然不同。此时,全海域存在 4 个水团,即江浙沿岸水、台湾暖流表层水、台湾暖流深层水和黄海混合水。其中,江浙沿岸水向东北方向扩展,它在表层的分布范围明显扩大,而在底层的分布范围则与冬季型相似;台湾暖流表层水和台湾暖流深层水上下叠置,表层水的北伸程度远不如深层水强,其北界仅及  $30^{\circ}\text{N}$  附近,而后者已扩展至  $31^{\circ}30'\text{N}$  以北;黄海混合水在表层消失,仅出现在研究海域东北部的深底层。

## 2.3 过渡型

这一类型的出现时间较短,仅 1 个月。它又可分为春季过渡型(4 月)和秋季过渡型(10 月)两种状况。春季过渡型表征冬季型向夏季型的过渡。此时,水团的配置与冬季型的主要差异是:在表层,江浙沿岸水明显东扩,而台湾暖流表层水的北缘部分也随之东移;在底层,除研究海域南端的中部显现小范围的台湾暖流深层水的前缘外,其余各水团的分布范围与冬季型基本相近。秋季过渡型则表示夏季型向冬季型的过渡。该类型的水团配置与夏季型的差异主要表现为:在表层,江浙沿岸水明显西缩,黄海混合水又出现在研究海域的东北部,台湾暖流表层水略向北扩展;在底层,台湾暖流深层水消失,此时的水团配置与冬季型相似。

## 3 水团的主要特性

### 3.1 江浙沿岸水

江浙沿岸水是由长江和钱塘江等入海径流与海水混合形成的<sup>1)</sup>,但后者所占的成分甚小(如钱塘江的径流量一般只是长江的 4% 左右)。江浙沿岸水终年存在,但由于受入海径流量和外海水的影响,它

的水平分布范围具有明显的夏季大、冬季小的季节变化。在夏季,江浙沿岸水的北界和东界都越出本文的研究海域;而在冬季,它仅展布于江苏南部和浙江的近岸海域。

江浙沿岸水以低盐为主要特征。由表 1 可见,它的最低盐度值仅为 19.84,而多年月平均盐度则在 27.18—31.66 之间。江浙沿岸水的盐度是研究海域诸水团中最低的。该水团内部盐度的水平梯度较大,在其呈夏季型分布期间,等盐线自长江口呈舌状向东偏北方向扩展,形成一较大范围的低盐区。

多年月平均温度在  $7.55\text{—}27.10^{\circ}\text{C}$  之间。冬季,它的温度较低,是研究海域诸水团中最低的。夏季,江浙沿岸水的温度较高,与研究海域其它水团相比是一个具高温特性的水团。该水团多年月平均温度的季节变化是本海域诸水团中的最大的。

### 3.2 台湾暖流表层水

台湾暖流表层水是由台湾东侧北上的黑潮表层水和来自台湾海峡的海水混合而成的(翁学传等, 1984)。它自南向北伸展,西接具低盐特征的江浙沿岸水,东北与黄海混合水相邻,在其交汇处存在着较大的水文要素梯度——锋面。该水团终年存在。从水团的垂直分布情况看,在冷半年(10 月至翌年 3 月),台湾暖流表层水的厚度最大,占据着自表至海底的整个水层。由图 1 可以得出,台湾暖流表层水水平分布范围的季节差异较大,冬季,其北界可扩展至  $31^{\circ}\text{N}$ ;而在夏季则南缩至  $30^{\circ}\text{N}$  附近。

台湾暖流表层水是一个以高温、次高盐为主要特征的水团。它的多年月平均温、盐度分别为  $14.41\text{—}28.12^{\circ}\text{C}$  和  $33.70\text{—}34.28$ 。台湾暖流表层水的温度是研究海域诸水团中最高的,所以具有暖水的性质;而其盐度则略低于台湾暖流深层水。它的温、盐度垂直分布比较均匀,在冬季(2 月)尤为明显,其表、底层的温、盐值十分相近(表 1)。

表 1 水团温、盐特征值

Tab. 1 Temperature and salinity of water masses

水团名称	水层	2 月				8 月			
		$T(^{\circ}\text{C})$		$S$		$T(^{\circ}\text{C})$		$S$	
		范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
江浙沿岸水	表层	6.03—11.16	7.55	27.57—32.50	29.86	25.86—27.93	27.10	19.84—31.96	27.18
	底层	6.59—9.75	8.39	28.31—33.19	30.52	22.47—24.71	23.41	29.36—32.50	31.66

1) 赫崇本等, 1964. 中国近海的水团. 全国海洋综合调查报告, 第四册

续表

水团名称	水层	2 月				8 月			
		T(°C)		S		T(°C)		S	
		范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值	范 围	平均值
台湾暖流表层水	表层	12.34—16.80	14.41	33.67—34.64	34.23	27.23—28.58	28.12	33.56—34.17	33.70
	底层	12.21—16.60	14.52	33.95—34.66	34.28	—	—	—	—
台湾暖流深层水	表层	—	—	—	—	—	—	—	—
	底层	—	—	—	—	18.55—22.37	20.34	33.54—34.58	34.34
黄海混合水	表层	5.66—11.01	9.16	31.37—33.17	32.30	—	—	—	—
	底层	5.70—11.00	9.07	31.46—33.29	32.32	17.50—22.04	19.86	31.69—32.64	32.12

### 3.3 台湾暖流深层水

台湾暖流深层水源自台湾东侧的黑潮次表层水(翁学传等, 1984)。在研究海域, 它盘踞于台湾暖流表层水之下。台湾暖流深层水仅存在于暖半年(4—9月), 属季节性水团。图 1c, d 表明, 8 月, 它的水平分布范围较大, 其北界可扩展至  $31^{\circ}30'N$  以北海域。

台湾暖流深层水的主要特征是低温、高盐, 它的温度低于台湾暖流表层水, 而盐度则居于研究海域诸水团之首。虽然台湾暖流深层水温度的垂直分布不如表层水那么均匀, 存在着明显的垂直梯度, 但是深层水的温、盐性质却比较稳定。夏季(8月), 它的多年月平均温、盐度分别为  $20.34^{\circ}C$  和  $34.34$ (表 1)。

### 3.4 黄海混合水

该水团的主体位于黄海, 出现在本海域的黄海混合水仅是其边缘部分。黄海混合水的分布范围呈现为冬季大、夏季小的季节变化。在夏季, 它仅存在于研究海域东北一隅的深底层, 其上层则为江浙沿岸水所占据。

黄海混合水具有低温、中盐特征, 其多年月平均温、盐度分别为  $9.07—19.86^{\circ}C$  和  $32.12—32.32$ (表 1)。可见, 黄海混合水的盐度高于江浙沿岸水, 但低于台湾暖流水。

## 4 水团温、盐特性的季节变化

从前面的分析可知, 江浙沿岸水和台湾暖流表层水终年存在, 是研究海域的主要水团。但由于它们的空间分布存在着明显的季节变动, 所以很难从整体上来讨论这两个水团温、盐特性的季节变化。因此, 作者选用 A( $31^{\circ}00'N, 122^{\circ}30'E$ )、B( $30^{\circ}00'N, 122^{\circ}30'E$ ) 两个代表站和由 4 个测站( $28^{\circ}30'N, 123^{\circ}00'E$ ;  $28^{\circ}00'N, 123^{\circ}00'E$ ;  $28^{\circ}00'N, 123^{\circ}30'E$ ;  $28^{\circ}00'N, 124^{\circ}00'E$ ) 构成的代表区 C, 以多年(1958—

1990 年) 平均的各月温、盐度来分析这两个水团主要特征的季节变化(图 1a)。其中, A 站和 B 站分别位于江浙沿岸水区的北部和中部, 而 C 代表区则处于台湾暖流水主体域。

### 4.1 江浙沿岸水

由图 2a, b 可见, A 站和 B 站海水温度的季节变化比较规则, 其变化曲线呈现为一谷一峰, 其中, 年最低温度出现在 2 月, 而年最高温度的出现时间随深度的增加而滞后, 表层为 8 月, 底层则为 9 月。这表明江浙沿岸水温度的季节变化, 主要受太阳辐射的影响。江浙沿岸水温度的年变幅较大, 是研究海域诸水团中最大的, 但其温度的年变幅则随地理位置和所处的深度而变。其中, A 站表、底层温度的年变幅分别为  $20.9^{\circ}C$  和  $17.8^{\circ}C$ ; 而 B 站表、底层温度的年变幅则稍小, 分别为  $18.6^{\circ}C$  和  $16.5^{\circ}C$ 。由图 2a, b 还可得出, 江浙沿岸水的表层水温在增温期(3—8月) 高于底层(在夏季尤为明显), 而在降温期(9月至翌年 2 月) 却低于底层。

江浙沿岸水盐度的季节变化较为复杂, 地域性差异明显。在位于长江口外的 A 站, 表层盐度的季节变化较规则(图 2c), 与长江入海径流量的变化有较好呼应。在长江的枯水期(10月至翌年 4 月), 表层盐度较高, 其中以 1 月为最高(30.81), 而在长江的丰水期(5—9 月) 表层盐度较低, 特别是以长江入海径流量最大的 7 月为最低(18.12), 其季节变幅高达 12.69。A 站底层盐度的季节变化较表层复杂, 其变化曲线出现多个峰和谷(图 2c)。其中, 出现在 2 月和 7 月的峰值分别为 30.99 和 30.70; 而出现在 5 月和 10 月的谷值相应为 28.06 和 27.51, 其最大年变幅比表层明显偏小, 为 3.48。值得指出的是, A 站底层盐度在 5—9 月间出现增大的变化趋势表明, 该站底层盐度的季节变化除了受长江入海径流的影响外, 还与具高盐特征的台湾暖流深层水在此期间北

伸和西扩的加强有关。

B 站表、底层盐度的季节变化趋势比较一致,且与 A 站底层盐度的季节变化趋势基本相近(图 2d),即冬季和夏季盐度较高,特别是以 3 月和 7 月最高;春季和秋季较低,尤以 6 月和 10 月为最低。其表、

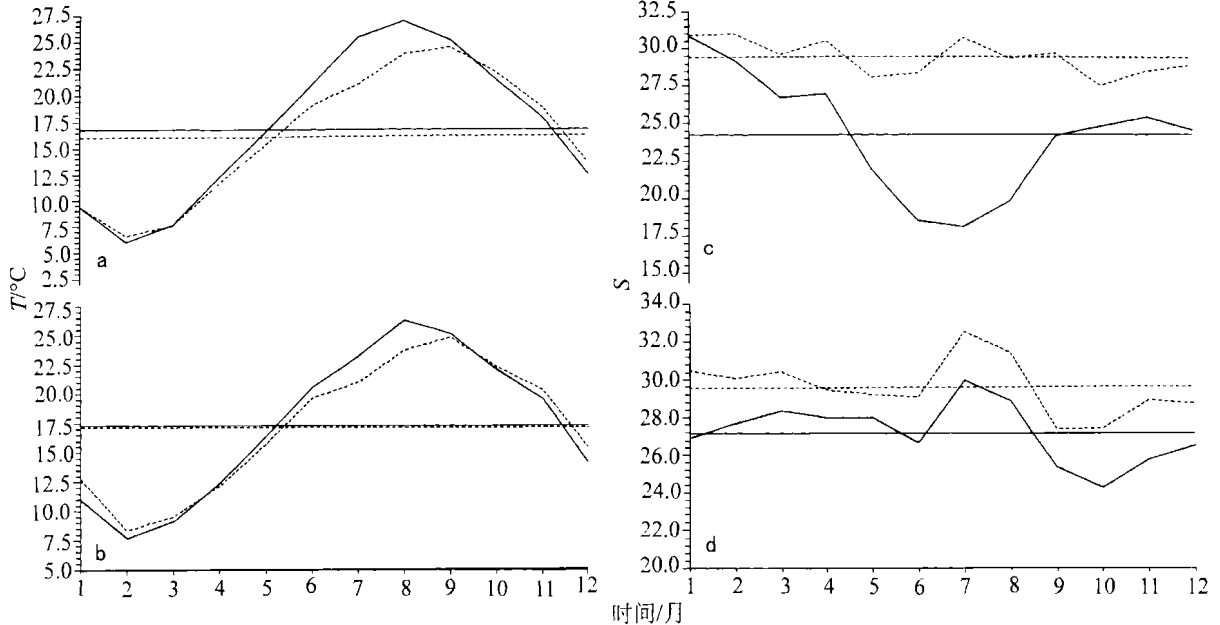


图 2 江浙沿岸水温、盐特性季节变化

Fig. 2 Seasonal changes in temperature and salinity of Jiangsu-Zhejiang Coastal Water

a. A 站温度; b. B 站温度; c. A 站盐度; d. B 站盐度  
实线为表层; 虚线为底层

#### 4.2 台湾暖流表层水

C 代表区位于台湾暖流水的主体海域。由该处表层温度季节变化曲线(图 3a)可知,台湾暖流表层水的季节变化与江浙沿岸水相似,具有冬季低、夏季高的一谷一峰特征。它的谷值( $16.2^{\circ}\text{C}$ )出现在 3 月,比江浙沿岸水滞后 1 个月;峰值( $28.6^{\circ}\text{C}$ )出现在 8 月,其年变幅为  $12.3^{\circ}\text{C}$ ,小于江浙沿岸水。可见,台湾暖流表层水温度的季节变化也主要受太阳辐射强弱的影响。

台湾暖流表层水盐度的变化具有明显的冬季高、夏季低的季节特征(图 3b),即 11 月至翌年 3 月,盐度较高,尤以 1 月最高(34.46);4—10 月较低,最低盐度(33.17)出现在 7 月;其年变幅为 1.29。台湾暖流表层水盐度的这种季节变化特征,除了与研究海域海洋内外的影响因子有关外,主要取决于台湾暖流源地处的变化规律<sup>1)</sup>。

值得指出的是, C 代表区表、底层温、盐度的季

底层盐度的年变幅分别为 5.70 和 5.13,比 A 站表层盐度的季节变幅明显偏小,而与 A 站底层盐度的年变幅大致相近。由此可见,江浙沿岸水盐度的季节变化较温度复杂,影响因素较多,其中最主要的当属长江入海径流,而台湾暖流深层水的影响也较明显。

节变化特征还清楚地表明了台湾暖流水内部垂向结构的季节变化。图 3 表明,在 4—9 月间,由于具有低温、高盐特征的台湾暖流深层水在研究海域的深底层出现,且与台湾暖流表层水上下叠置,因而台湾暖流水呈双层结构。此时, C 代表区表、底层温、盐度值的差异明显,而且其变化趋势也不一致。而在 10 月至翌年 3 月间,由于台湾暖流深层水在研究海域消失,研究海域内仅存在台湾暖流表层水,即台湾暖流水呈现为单层结构,其表、底层温、盐度的变化趋势比较一致。

#### 5 结论

5.1 舟山渔场及其邻近海域共存在 4 个水团,即江浙沿岸水、台湾暖流表层水、台湾暖流深层水和黄海混合水。该海域全年的水团配置可归纳为冬季型、夏季型和过渡型 3 种类型。

5.2 江浙沿岸水的主要特征是低盐,它的盐度是研

1) 赫崇本等, 1964. 中国近海的水团. 全国海洋综合调查报告, 第四册

究海域诸水团中最低的。该水团盐度和分布范围的季节变化与长江入海径流密切相关, 而温度的季节变化主要受太阳辐射的影响。

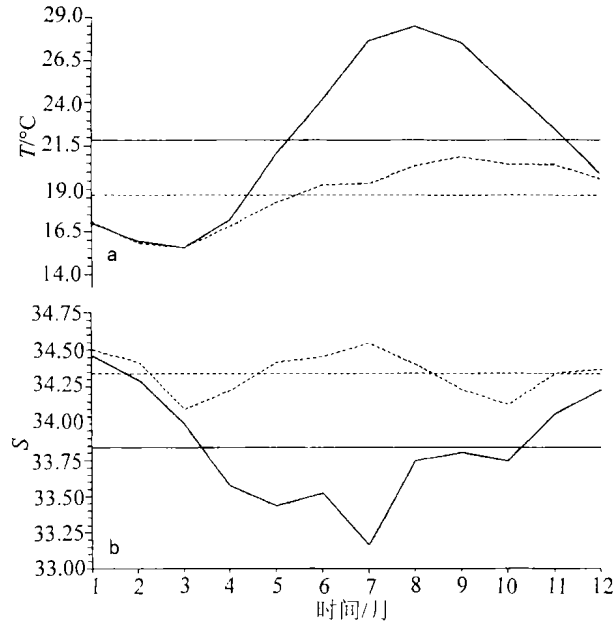


图3 台湾暖流表层水温(a)、盐(b)特性的季节变化  
Fig. 3 Seasonal changes in temperature(a) and salinity(b) of Taiwan Warm Current Surface Water  
实线为表层; 虚线为底层

5.3 台湾暖流表层水具有高温、次高盐特征, 在研究海域诸水团中, 它的温度最高。该水团的北伸程度和温、盐特性均具有明显的季节变化: 冬季, 北伸最强, 温度最低, 盐度最高; 夏季, 北伸最弱, 温度最

高, 盐度最低。

5.4 台湾暖流深层水以低温、高盐为主要特征, 它的盐度居于研究海域诸水团之首。该水团的温、盐特性较稳定。台湾暖流深层水在研究海域仅存在于4—9月, 属于季节性水团。

5.5 黄海混合水的主体位于黄海, 出现在研究海域内的黄海混合水仅是其边缘部分。该水团具有低温、中盐特征, 其分布范围呈现冬季大、夏季小的季节变化。

## 参 考 文 献

- 刘树勋, 韩士鑫, 魏永康, 1984. 东海西北部水团分析及与渔场的关系. 水产学报, 8(2): 125—133
- 李凤岐, 苏育高, 2000. 海洋水团分析. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 362—374
- 苏育高, 1980. 划分变性水团边界的温盐点聚对照法与东海西部海区变性水团的分析. 海洋学报, 2(1): 1—16
- 苏育高, 喻祖祥, 李凤岐, 1983. 聚类分析法在浅海水团分析中的应用及黄、东海变性水团的分析. 海洋与湖沼, 14(1): 1—13
- 苏育高, 李凤岐, 马鹤来, 1989. 东海北部底层冷水及双跃层初析. 海洋与湖沼, 20(1): 75—86
- 苗育田, 于洪华, 刘清玉, 1987. 1984年夏季东海水团的聚类分析. 海洋与湖沼, 18(4): 388—394
- 国家海洋局科技司, 1995. 黑潮调查研究综合报告. 北京: 海洋出版社, 15—43
- 翁学传, 王从敏, 1984. 台湾暖流水(团)夏季 T-S 特征和来源的初步分析. 海洋科学集刊, 21: 113—133
- 喻祖祥, 苏育高, 俞光耀等, 1984. 长江口及济州岛附近海域变性水团的初步分析. 山东海洋学院学报, 14(3): 1—12

## CLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF WATER MASSES IN ZHOUSHAN FISHING GROUND AND ADJACENT REGION

ZHANG Qi-Long, WANG Fan

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

**Abstract** In this paper, based on multi-year (1958—1990) monthly mean temperature and salinity values, water masses in the Zhoushan fishing ground and adjacent region were divided using fuzzy clustering analysis. The distributions, major properties and seasonal changes of the water masses in this area were analyzed. The results showed that in total there are four water masses in this area, namely, Jiangsu-Zhejiang Coastal Water (JCW), Taiwan Warm Current Surface Water (TWCSW), Taiwan Warm Current Deep Water (TWCDW) and Huanghai (Yellow) Sea Mixing Water. The JCW and the TWCSW are the major water masses.

The JCW is characterized by low salinity and has distinct seasonal changes in distribution and thermohaline properties. The seasonal changes in its salinity and distribution are closely related to the Changjiang (Yangtze) River runoff. The temperature change, however, in the JCW is mainly affected by solar radiation.

The TWCSW is characterized by high temperature and the second-highest salinity. Its northward extension and thermohaline properties all have clear seasonal changes. In the winter, the northern limits move northward to a higher latitude, the temperatures are lower and the salinity is higher. In summer, the northern limits move to a lower latitude, the temperatures increase and the salinity reduces.

The TWCDW, which exists only from April and September is characterized by both low temperature and high salinity.

The Huanghai (Yellow) Sea Mixing water's main body was outside the current research region.

**Key words** Zhoushan fishing ground, Water mass, Seasonal change