

中国科学院海洋研究所编辑

海洋科学集刊

STUDIA MARINA SINICA

The Institute of Oceanology, Academia Sinica

25

科学出版社

1985 年 10 月

海洋科学集刊

第 25 集

中国科学院海洋研究所编辑

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1985 年 10 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1985 年 10 月第一次印刷 印张：18 插页：10

印数：0001—1,500 字数：399,000

统一书号：13034·3002

本社书号：4335·13—17

定价：5.15 元

科技新书目：104-39

海洋科学集刊 第25集

(1985年10月)

目 录

东海陆架区 Brunt-Väisälä 频率空-时变化分析·····	顾传成、蓝淑芳、傅秉照 (1)
渤海、黄海、东海水温垂直结构统计特征分析·····	蓝淑芳、顾传成、傅秉照 (11)
渤海和黄海潮汐潮流分布的基本特征·····	丁文兰 (27)
黄海冷水域水化学要素的垂直分布特性·····	刁焕祥、沈志良 (41)
渤海无机氮的分布·····	刁焕祥、沈志良、刘兴俊、陆家平 (53)
海洋结构钢耐蚀试验电连接模拟法与外海长尺法对应性再研究·····	侯保荣、陈俊明 (65)
海藻糖类的气相色谱分析 II. 红藻及红藻多糖中 D-半乳糖和 3, 6-内醚半乳糖的测定·····	张燕霞、范晓 (73)
防污涂料中各成份对渗铜率的影响·····	黄修明、李荷芳、尹建德、王玉英、赵全生、葛德民 (81)
贻贝育苗中不同饵料的饲养效果比较·····	张福绥、马江虎、何义朝、李淑英、刘祥生、于硕恩 (91)
南海北部的等辐骨虫·····	谭智源、宿星慧 (103)
等辐骨虫全形标本制片方法·····	谭智源、宿星慧 (123)
中国茎苔虫属的研究·····	刘锡兴 (127)
中国近海蚶科的研究 III. 细纹蚶亚科·····	李凤兰 (153)
浙江近海石首鱼类季节分布的研究·····	王存信 (161)
中国近海的蔓足类 VI. 茗荷亚目·····	刘瑞玉、任先秋 (179)

STUDIA MARINA SINICA, No. 25

(Oct., 1985)

CONTENTS

Analysis of Space-time Variation of Brunt-Väisälä Frequency on the Continental Shelf of the East China Sea.....	
..... Gu Chuancheng, Lan Shufang and Fu Bingzhao (10)	
Statistical Characteristics of Vertical Structure of Water Temperature in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea	
.....Lan Shufang, Gu Chuancheng and Fu Bingzhao (25)	
The Characteristics of the Tides and Tidal Currents in the Bohai and the Yellow Seas.....	
..... Ding Wenlan (40)	
The Vertical Distribution of the Chemical Factors in the Yellow Sea Cold Water	
..... Diao Huanxiang and Shen Zhiliang (51)	
The Distribution of Inorganic Nitrogen in the Bohai Sea	
.....Diao Huanxiang, Shen Zhiliang, Liu Xingjun and Lu Jiaping (63)	
Further Studies on the Correlation between the Methods of Hanging Specimens Connected Electrically and Long Scale Hanging Specimens for Corrosion Resistance Test of Structural Steels for Marine Application	
..... Hou Baorong and Chen Junming (72)	
Gas Chromatographic Analysis of Monosaccharides in Seaweed. II. Determination of D-galactose and 3,6-anhydrogalactose in Red Seaweed and its Polysaccharide	
..... Zhang Yanxia and Fan Xiao (79)	
The Influence of Antifouling Paint Components on Copper Leaching Rate.....	
..... Huang Xiuming, Li Hefang, Yin Jiande, Wang Yuying Zhao Quansheng and Ge Demin (89)	
Comparison of Feeding Effects of Various Feeds in Rearing Larvae of <i>Mytilus Edulis</i> L.....	
.....Zhang Fusui, Ma Jianghu, He Yichao, Li Shuying, Liu Xiangsheng and Yu Shuoan (101)	
The Acantharia of the Northern South China Sea	
.....Tan Zhiyuan and Su Xinghui (122)	
Permanent Preparation Method of Acantharian Specimens.....	
.....Tan Zhiyuan and Su Xinghui (125)	
On Genus <i>Caulibugula</i> Verrill, 1900, Collected from the Chinese Seas	
.....Liu Xixing (146)	
Studies on the Chinese Species of the Family Arcidae III. Striarcinae.....	
.....Li Fenglan (159)	
Studies on the Seasonal Distribution of Sciaenoid Fishes off Zhejiang, China	
..... Wang Cunxin (178)	
Studies on Chinese Cirripedia (Crustacea) VI. Suborder Lepadomorpha.....	
.....Liu Ruiyu and Ren Xianqiu (278)	

东海陆架区 Brunt-Väisälä 频率 空-时变化分析*

顾传成 蓝淑芳 傅秉照

(中国科学院海洋研究所)

Phillips (1966)^[7] 指出, Brunt-Väisälä 频率的分布是海洋中最重要的动力学特征之一。它是研究海水内部运动的一个重要参数,特别是关于海洋内波的研究。Brunt-Väisälä 频率又称静态稳定性频率,更确切地应称作浮力频率,因为它与分层流体中作绝热移动的流体元的浮力变化相联系。Brunt-Väisälä 频率(以下缩写成 B. V. f.)记作 N , 定义如下:

$$N = \left\{ -g \left(\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dz} + \frac{g}{c^2} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

其中, g ——重力加速度, c ——声速, ρ ——密度, Z 为垂直坐标。 N^2 恒等于 Hesselberg 和 Sverdrup 稳定性, EH 。但是, Eckart (1960)^[4] 认为 B. V. f. 是流体静态稳定性的一种方便的量度,因为它具有频率的量纲。并且它的物理意义也更为清晰,它是在密度随深度线性地减小的非粘滞理想流体中,一个作小垂直位移的流体元在其平衡位置上振动的自然频率。(1)式右侧括号内第二项相当于密度梯度绝热变化部分,可以粗略地将实际海水密度梯度的这部分变化归因于海水的可压缩性。对于我们研究的东海陆架浅海的情形,显然,(1)式可改写为:

$$N^2 = - \frac{g}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial z} \quad (2)$$

其中 ρ_0 是平均密度。

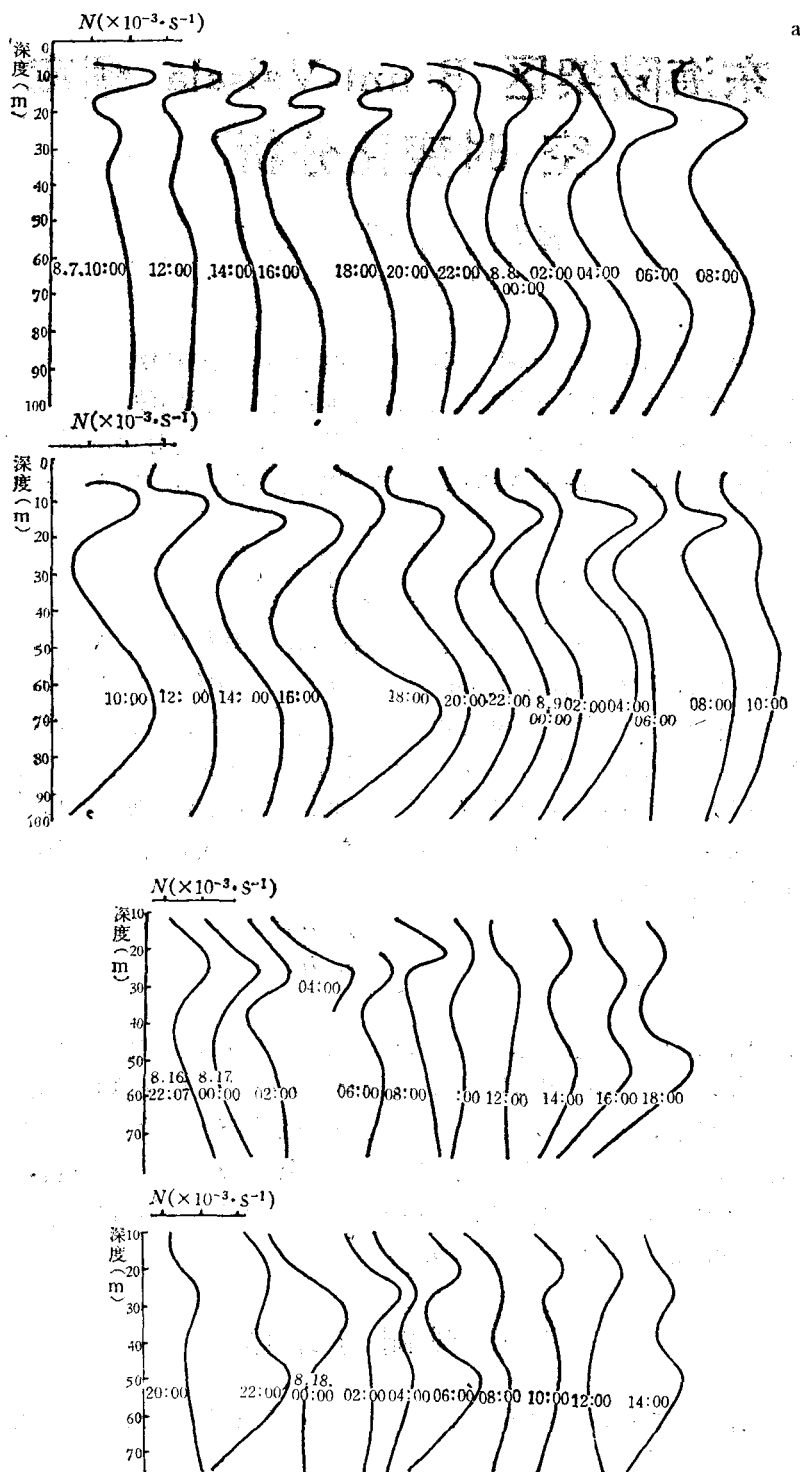
根据 B. V. f. 分布特征研究海水结构及动力学特性的论述颇多,但绝大多数侧重于深海大洋的研究,且时常将其上层撇开,从而可求得一个比较简单的解析式,这显然是由于海洋上层较其下层复杂的缘故。对于浅海陆架的情形,研究得比较少。前田明夫 (1974)^[3] 曾根据日本近岸(5公里以内)三个观测站上1—3天的观测资料,分析研究了日本近海上层海洋短周期海水温度起伏的动力学特性。本文试图对我国东海陆架浅海 B. V. f. 的空间分布和时间变化特征作一探讨。

一、观测与计算

本文用于分析的数据取自中国科学院海洋研究所“东海大陆架综合调查”1977年7—

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1005号。

收稿日期: 1983年7月16日。



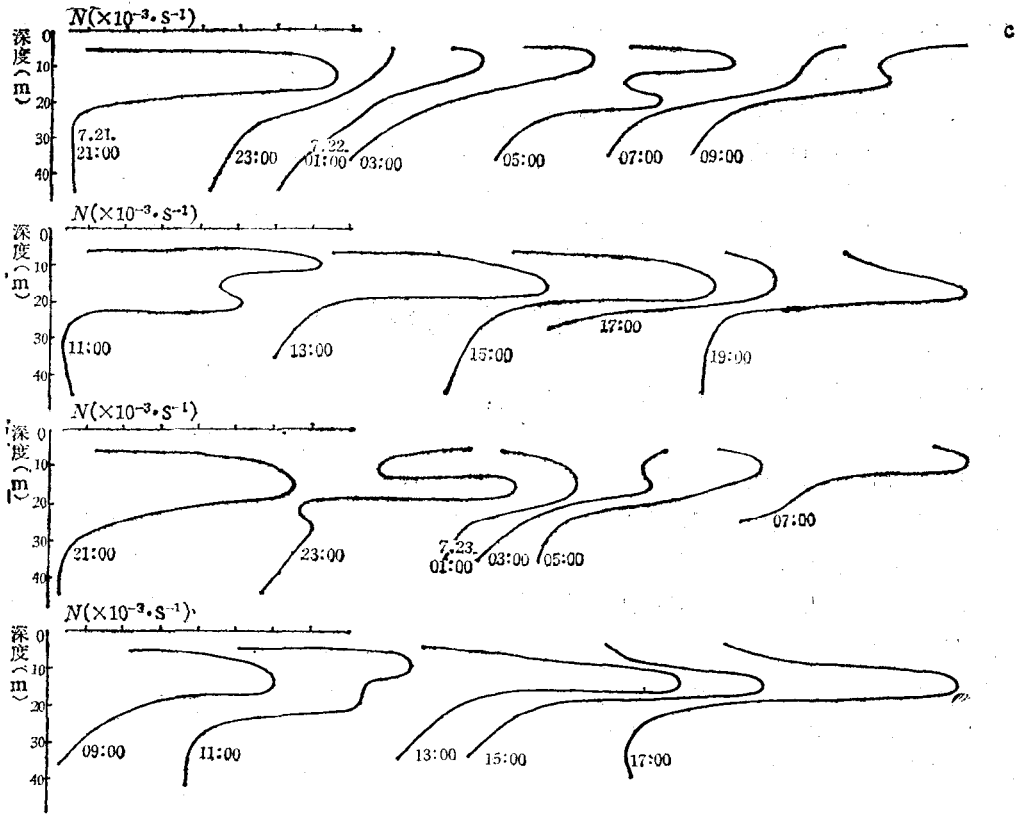


图1 Brunt-Väisälä 频率垂直分布演变图

a. D₇ 站; b. F₅ 站; c. L₆ 站

8月“金星”号调查船观测资料。本文仅取其中陆架浅海区三个连续观测站(分别以D₇, F₅和L₆标记)的水文观测资料。

D₇, F₅和L₆观测站分别临近东海黑潮水(即陆坡上的黑潮水),介于东海黑潮水和江浙沿岸水之间的东海陆架中部混合水,以及东海北部底层冷水。观测期间的平均海深分别为104, 81和47米。三个观测站上连续观测时间分别为48, 36和44小时。本文引用海洋水文观测资料的采样间隔均为2小时。观测是在正常天气条件下进行的,观测期间的最大风速、风向分别为蒲氏风级6级(WSW), 3级(ENE)和5级(SSE)。

按(2)式计算以上观测站各个标准深度上的B. V. f.。式中 ρ_0 值的选取是,对于每一观测站,根据观测期的水温、盐度数据计算各个深度上不同时刻的密度,累加后进行平均。因此 ρ_0 有时称作联合空-时平均密度。 g 均取980cm/s²。

根据标准层次计算的 N 值,在这三个观测站上,个别时刻、个别层次,出现 $N^2 \leq 0$ 。D₇观测站出现在近表层(0—15m), F₅和L₆观测站则在近底层出现。Eckart (1961)^[2]认为,一般情形下海洋中 N^2 值应为正值,浅海中应为正值; $N^2 < 0$ 的情形只发生在深海的几千米以下的近底层。 $N^2 < 0$ 表明,在水柱某层上某瞬时存在密度负梯度现象(亦即逆

转现象)。这可能是由于水体内的某种波动作用导致某层下稠密海水翻滚到密度较小的水层之上,但由于重力原因,随即发生垂直向下的平流,因此 $N^2 < 0$ 也意味着海水内部存在着极不稳定的运动。显然, $N^2 = 0$ 表示密度在某层某瞬时上、下均匀。在陆架浅海近底层经常观测到这种现象是不足为奇的,因为底摩擦的作用可能导致近底层出现暂时的均匀薄层。但是 D_7 观测站在观测期间没有出现这种现象。根据实测流速数据分析,发现该站底层存在着较强的底层流^[1],源源不断地沿黑潮水主干路径向东北伸展。显然 $N^2 \leq 0$ 的情形个别地出现,与我们取的标准层次的分析有关。

二、计算结果分析

因计算基于 7—8 月的海洋水文观测资料,以下计算结果分析仅表示东海陆架浅海区夏季的特征。

(1) D_7 , F_3 和 L_6 观测站上计算的 B. V. f. 的数量级均为 10^{-3} 秒⁻¹,这与其他海区的情形一致。根据以上三个观测站观测期间平均水温、盐度,从而平均密度计算的平均 B. V. f. ($\bar{N}$) 的极值列于表 1 中,由表 1 可知,东海北部底层冷水区平均 B. V. f. ($\bar{N}$) 极差最大,陆坡上黑潮水次之,陆架中部混合水最小。实际观测的 B. V. f. (N) 的极差比平均情形的还要大些。正如以下分析所示,极差与流体的层化强弱(如以水文要素等值线的密集度表示)有关。在垂直方向上极差越大,层化越强,分层显得越稳定。这意味着垂直方向上诸水团间的差异越显著,从而这些水团越易识别。在这里的情形中,东海北部底层冷水极差最大,因此两水团的差异应最显著。这可在 T-S 关系图中清楚地反映出来。

表 1

站 号	$\bar{N}_{\max}$ $\times 10^{-3} \cdot s^{-1}$	$\bar{N}_{\min}$ $\times 10^{-3} \cdot s^{-1}$	极 差 $\times 10^{-3} \cdot s^{-1}$
D_7	8.7	3.1	5.6
F_3	7.4	4.4	3.0
L_6	20.9	0.9	20.0

(2) 图 1 是观测期间东海陆架浅海区 D_7 , F_3 和 L_6 观测站上 B. V. f. (N) 垂直分布演变图。图中略去了关于 $N^2 \leq 0$ 的个别情形。图 1 清楚地表明, D_7 , F_3 和 L_6 观测站上 B. V. f. (N) 随深度的分布,就其形状而言,至为复杂。其中以陆坡上黑潮水的上层海洋和东海北部底层冷水尤为显著,它们在时间进程上表现为变化剧烈,很不规则。但是,观测期间绝大多数的 B. V. f. 垂直分布还是有其特征的。在这三个观测站上, B. V. f. 垂直分布平均呈现 1—2 个极大值与极小值。在整个观测期间个别例外也是有的。东海北部底层冷水曾在两次抽样观测中不出现极值的现象,即 7 月 21 日 23 时和 22 日 07 时;明显的极大值个数多于 2 的,仅在陆坡上黑潮水中出现,而且多次出现,即在 8 月 7 日 10—18 时、22 时和 8 日 00 时。同时,仔细观测图 1a,不难看出陆坡上黑潮水 B. V. f.

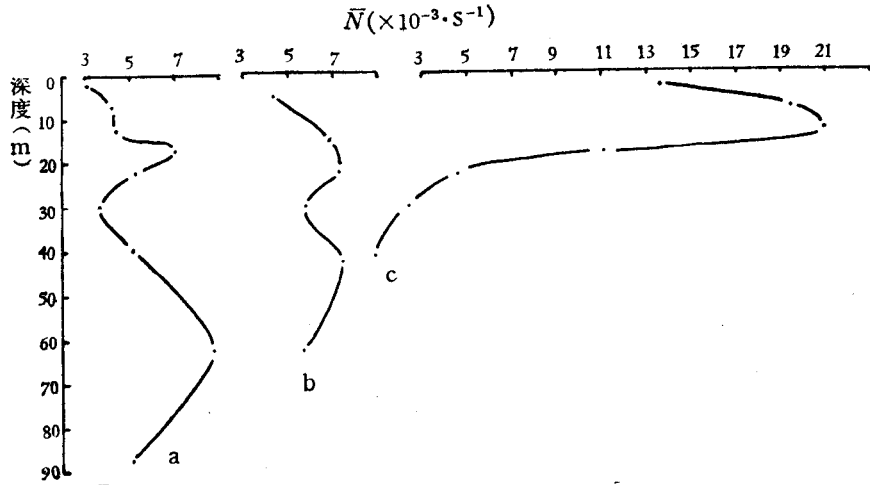
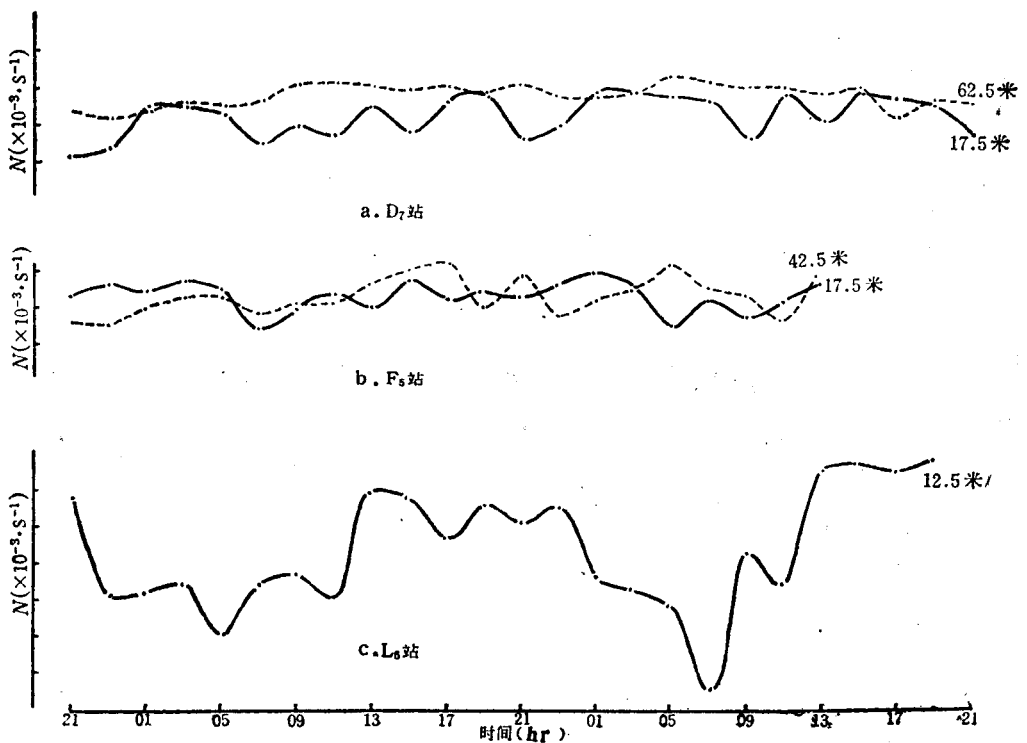
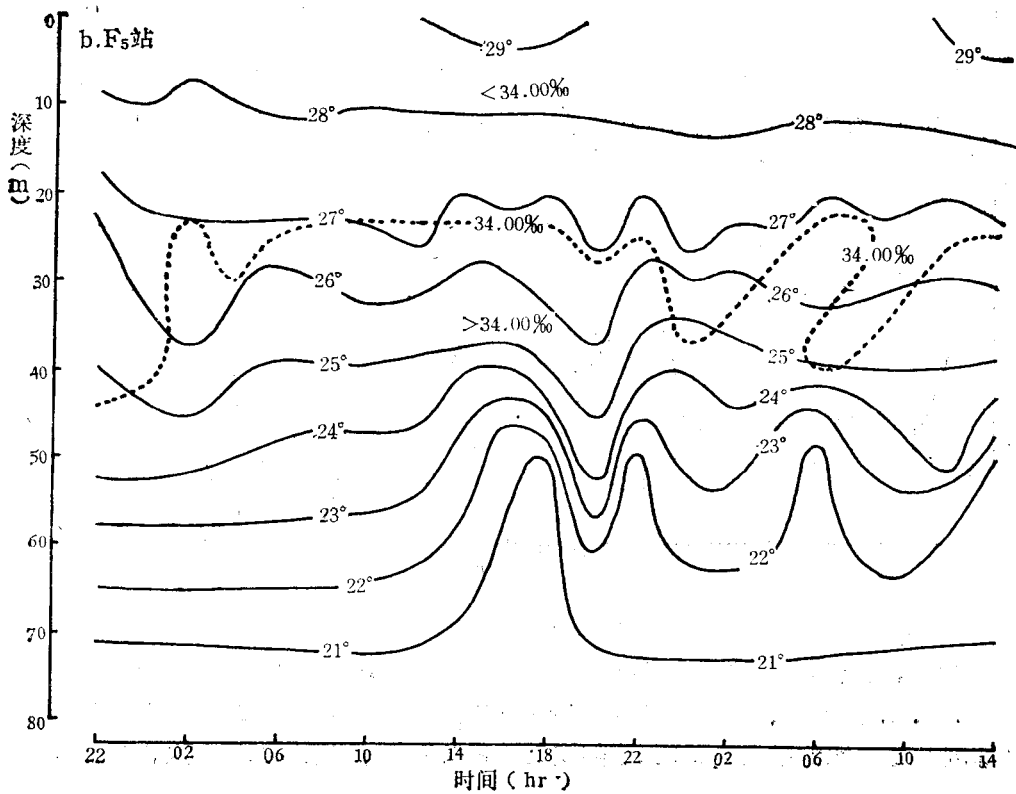
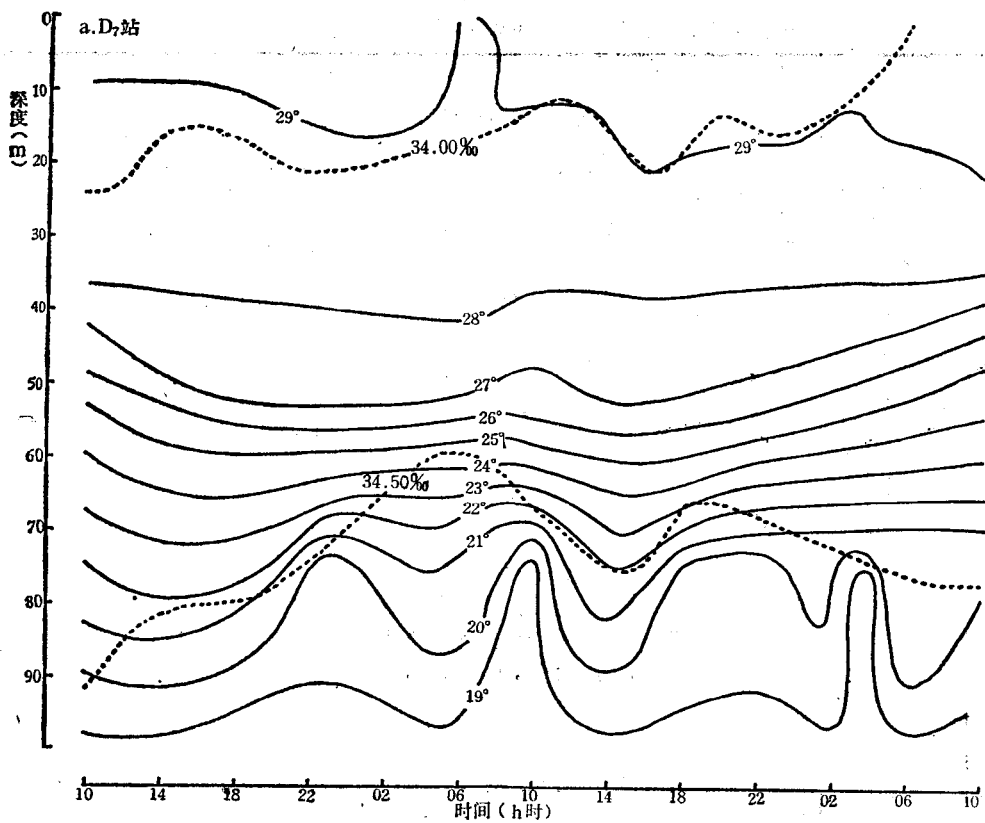


图 2 平均 Brunt-Väisälä 频率垂直分布曲线

 a. D₇ 站; b. F₅ 站; c. L₆ 站

 图 3 $\bar{N}$ 极大值深度上 Brunt-Väisälä 频率(时间)变化曲线

极值的位置,在上层海洋随时间不断地变更,在下层海洋则相对地稳定。表 2 列入了观测期间 B. V. f. 最大值、最小值及其所在深度和出现的时间。从表 2 中可以清楚地看出,东海北部底层冷水的最大值 2.4 倍于陆坡上黑潮水和东海陆架中部混合水,而最小值 4



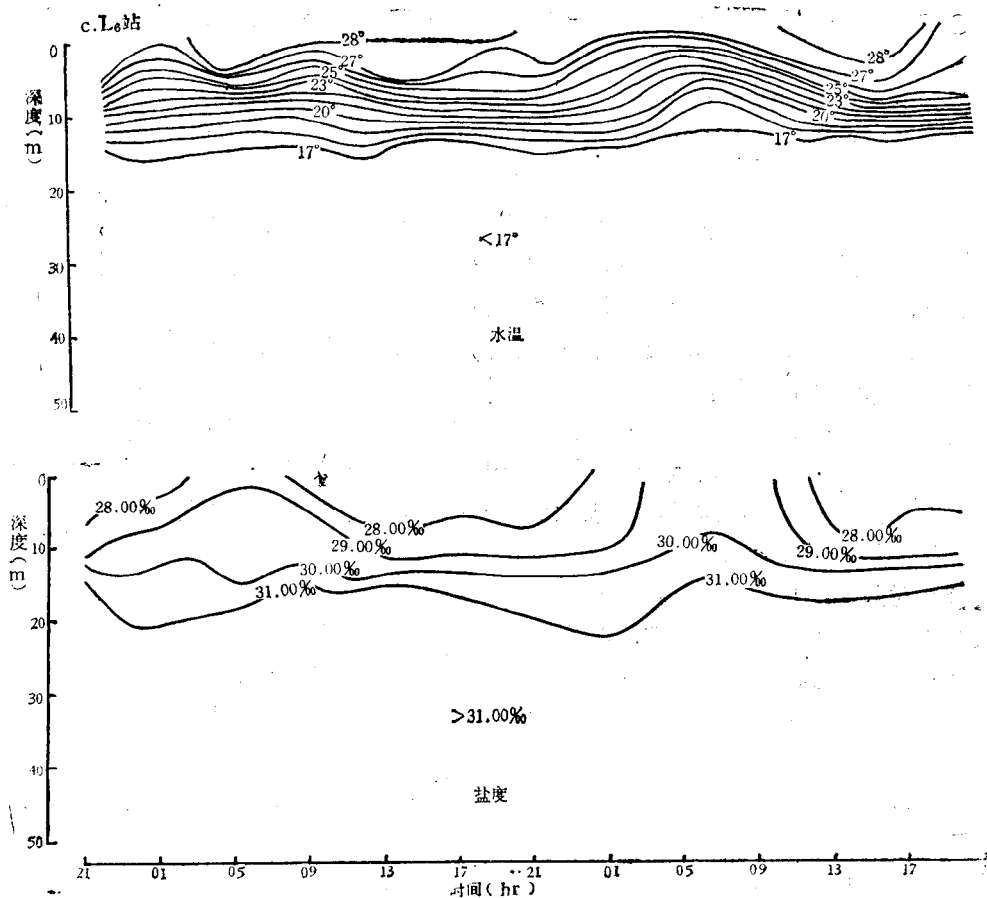


图4 东海陆架浅海区水温、盐度周日变化曲线
——水温；----盐度

倍于陆坡上的黑潮水。同时最大(小)值出现的位置,除东海北部底层冷水最大值和东海陆架中部混合水最小值出现在上层海洋外,均发生于下层海洋。此外还有一个极有意义的现象,这三个观测站上 B. V. f. 最大值出现的时间均在 18—19 时,最小值也均出现在相同的时间: 03—04 时。

按 Phillips 的观点, B. V. f. 垂直分布呈现的多重极值只是“偶然”地出现,但是我

表 2

站号	$N_{\max}$ $\times 10^{-2} \cdot s^{-1}$	深度 (m)	出现时间 (月·日·时)	$N_{\min}$ $\times 10^{-3} \cdot s^{-1}$	深度 (m)	出现时间 (月·日·时)
D ₇	1.0	62.5	8.8.1800	0.63	87.5	8.9.0400
F ₅	1.0	40	8.17.1800	1.4	7.5	8.17.0400
L ₆	2.4	12.5	7.23.1900	2.4	30	7.23.0335

们的观测资料表明,象东海这样的陆架浅海区却多次出现。显然,Phillips 是指深海大洋而言。这更表明陆架浅海经常由于其水文物理状况的复杂性而增加了多重极值的出现机会。这也是陆架浅海与深海大洋显著差异之一。

(3) 图 2 是 D_7 , F_5 和 L_6 观测站上平均 B. V. f. ($\bar{N}$) 随深度分布曲线图。由图可知,观测期间平均情形下的 B. V. f. 分布曲线均呈现光滑的简单图形。陆坡上黑潮水分别在深度 60—65 米和 15—0 米之间呈现一个极大值和一个次极大值,而在 30 米深处有一个极小值。陆架中部混合水也有两个数值上接近的极大值和一个极小值。其对应的深度范围分别是 20—25 米, 40—45 米和 30 米。东海北部底层冷水则有一个极大值,对应于表层以下 10—15 米深处;虽然没有极小值,但近底层的值远小于表层的值。

(4) 图 3 是 D_7 , F_5 和 L_6 观测站上相应于平均 B. V. f. 极大值深度附近的 B. V. f. (时间)变化曲线图,其显著特征之一是,均呈现明显的周期性,且其周期多数与潮周期相近。其中周期较长、变化幅度最大的是东海北部底层冷水。东海陆架中部混合水两个极大值位置上的 B. V. f. (时间)变化曲线的周期和变化幅度在量级上是相同的,仅在位相上有所差异。陆坡上黑潮水近底层极大值上的情形,与其近表层次极大值相比,周期长而稳定,变化幅度显著地小。

(5) 对照 D_7 , F_5 和 L_6 观测站上根据实测水温、盐度值绘制的周日变化曲线(部分表示在图 4 中),不难看出,平均 B. V. f. 垂直分布极大值所在位置海水状态极不稳定,水文要素(例如水温、盐度)随时间呈现剧烈变化。这再次证明 Munk 的观点^[6]——静态稳定性 N 极大的区域很可能是动力学上不稳定的区域——在陆架浅海区也是正确的。同时分析还表明,在季节性跃层的海洋中, B. V. f. 极值位置与跃层的位置密切相关。因此,研究 B. V. f. 的分布特征及其变化特点,特别是其极值位置,在海洋学研究中极为重要。

(6) 对照根据 D_7 , F_5 和 L_6 观测站由平均水温、盐度绘制的 T-S 关系曲线(图 5),

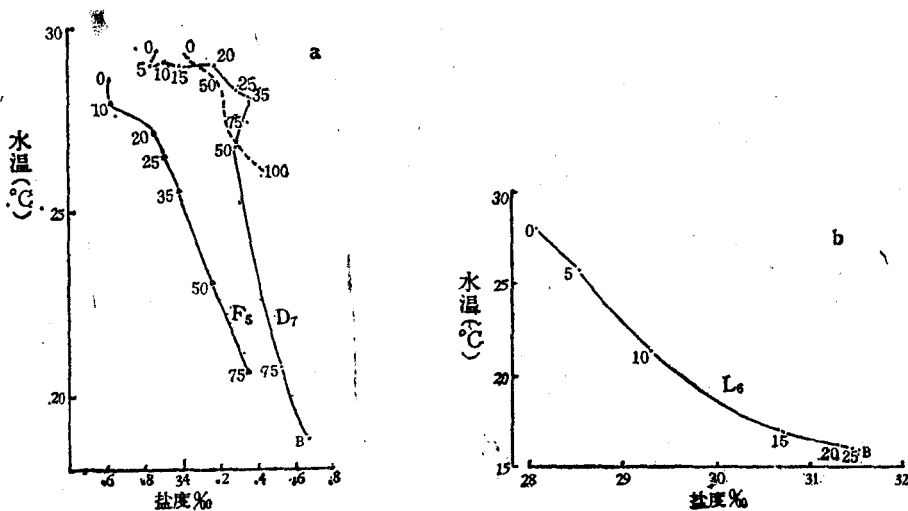


图 5 D_7 , F_5 和 L_6 站 T-S 曲线

a. D_7 和 F_5 站(断线根据 Харченко 绘制); b. L_6 站

可以清楚地看出,如东海这样的陆架浅海区,平均 B. V. f. 垂直分布极大值的个数(n_0),与垂直方向上海水结构的水团个数(n),存在如下简单的关系:

$$n = n_0 + 1 \quad (3)$$

且极值位置与水团的边界位置和中间水团的中心基本上一致。例如, L_6 观测站, 平均 B. V. f. 垂直分布呈现一个极大值, 根据(3)式, L_6 观测站应该存在两个水团。实际上 L_6 观测站平均 T-S 关系(图 5b)清楚地表明呈现线性关系。因此根据平均 T-S 分析, 东海北部底层冷水是一个典型的上混合层和下均匀层的二层模式结构: (1)呈现(相对地)高温($\approx 28^\circ\text{C}$)、低盐($\approx 27.60\text{‰}$)特性, 很薄(≈ 10 米)的表层水团; (2)厚度接近 30 米, 呈低温($\approx 16^\circ\text{C}$)、高盐($\approx 31.50\text{‰}$)特性的底层冷水团。又如, D_7 观测站, 平均 B. V. f. 垂直分布呈现两个极大值, 按(3)式, 应该由三个不同性质的水团组成。平均 T-S 关系(图 5a)表明实际情形确实如此: (1)深度 20 米以浅为东海陆架表层水团, 水团中心呈现高温(略低于 30°C)、低盐($\approx 33.70\text{‰}$)特性, 显然它受东海陆坡上混合水的影响较大; (2)深度 20—60 米, 与 Харченко (1968)^[8] 确定的东海陆坡上夏季黑潮水团性质相吻合, 这个水团中心呈现高温($\approx 28^\circ\text{C}$)、高盐($\approx 34.20\text{‰}$)特性; (3)深度 60 米至底层为东海陆坡底层冷水团, 水团中心呈现低温($\approx 20^\circ\text{C}$)、高盐($\approx 34.50\text{‰}$)特性, 这个水团很可能是由于 D_7 观测站濒临黑潮主干, 黑潮次表层水(100—200 米)沿陆坡爬行的结果。应用 T-S 关系定性确定或识别水团是海洋学研究中常用的较为简便的方法, 但若将这种方法应用于例如东海陆架浅海混合水的情形, 则划分或识别水团有些困难, 显得似是而非。在这里, 东海陆架中部混合水的平均 T-S 关系就不如陆坡上黑潮水的清晰和容易划分。但是根据其平均 B. V. f. 垂直分布, 应该划分成三个水团: (1)深度 20 米以浅为上表层混合水团, 由于受江浙沿岸水影响显著, 水团中心呈现高温(28°C)、低盐($\approx 33.80\text{‰}$)特性; (2)深度 20—40 米为中层混合水团, 很可能是台湾暖流表层水, 水团中心温度、盐度的特征值分别为 $\approx 25^\circ\text{C}$, $\approx 33.90\text{‰}$; (3)深度 40 米以下为底层混合水, 对应于台湾暖流底层水^[2], 水团中心的温度、盐度特征值分别为 $\approx 20^\circ\text{C}$, 34.30‰ 。

此外, 众所周知, 仅依靠 T-S 关系曲线是难以确定水团的边界和中间水团中心位置的, 但是分析表明, 平均 B. V. f. 垂直分布的极值位置可以作为确定水团的边界深度和中间水团中心位置的主要参考依据。根据图 2 所示, 东海陆架表层水团和东海陆坡上夏季黑潮水团的边界深度应在 17.5 米附近; 后者与东海陆坡底层冷水团的边界深度在 62.5 米附近。中间水团(东海陆坡上夏季黑潮水团)的中心应在 30 米深度上。东海陆架中部混合水的上表层混合水团的边界深度应在 22.5 米附近; 中层与底层混合水团的边界深度在 42.5 米附近。中层混合水团的中心位置应在 30 米深度上。东海北部底层冷水两个水团的边界深度应在 12.5 米附近。

根据平均 B. V. f. 垂直分布的极大值个数和极值位置而确定垂直方向上水团个数、边界位置以及中间水团的位置, 其物理意义十分明显。正如前已提到并已被证实的那样, 平均 B. V. f. 垂直分布极大值所在的位置正是海水状态不稳定之处, 相对地说垂直方向上水团之间的边界处常常是最不稳定的, 水团之间发生相互作用; 而极小值所在的位置正是海水状态最稳定处, 显然水团的中心(或核心)相对地说应最稳定。因此, 平均 B. V. f. 垂直分布的特征自然地反映了垂直方向上诸水团及其间的性状。

最后必须指出,这里讨论的情形仅限于我们的观测资料,至于陆架浅海区能否借助于平均 B. V. f. 垂直分布确定该处的水团,成为一种有效的方法,尚待对不同的情形进一步加以检验。

参 考 文 献

- [1] 顾传成、蓝淑芳、傅秉照, 1983. 东海水文要素若干统计特性分析 I. 中部陆架区实测流速的统计学分析. 海洋科学集刊 21: 23—48.
- [2] 翁学传、王从敏, 1983. 台湾暖流深层水变化特征的分析. 海洋与湖沼 14(4): 357—366.
- [3] 前田明夫, 1974. A description of short period temperature fluctuations in the upper ocean. *J. of the Oceanographical Society of Japan* 30(3): 121—136.
- [4] Eckart, C., 1960. Hydrodynamics of Oceans and Atmospheres. Pergamon Press Macmillan, New York, 290 pp.
- [5] ———, 1961. Internal wave in the ocean. *The Physics of Fluids* 4(7): 791—799.
- [6] Munk, W. H., 1966. Abyssal recipes. *Deep-Sea Research* 13(4): 707—730.
- [7] Phillips, O. M., 1966. The Dynamics of the Upper Ocean. Cambridge University Press, London, 261 pp.
- [8] Харченко, А. М., 1968. Течение и водные массивы Восточно-Китайского моря. *Океанология* 8(1): 38—48.

ANALYSIS OF SPACE-TIME VARIATION OF BRUNT-VÄISÄLÄ FREQUENCY ON THE CONTINENTIAL SHELF OF THE EAST CHINA SEA*

Gu Chuancheng Lan Shufang and Fu Bingzhao

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The distribution of the Brunt-Väisälä frequency is one of the most important dynamical characteristics of the ocean. In this paper the space-time variations of Brunt-Väisälä frequency on the continental shelf of the East China Sea in summer are considered.

It has been confirmed that the state of sea water is related to the static stability frequency. In shallow sea as well as in deep-sea, states of the depths for which the static stability is the largest are the most likely to be unstable dynamically.

The vertical structure of sea water over the shelf of the East China Sea is also closely related to the static stability frequency. It is shown that 1) the number of water mass vertically may be determined by the number of the maximum of the vertical distribution of mean Brunt-Väisälä frequency with formula (3), 2) the depth of the vertical boundary of water mass corresponds to that of the maximum stability, and 3) the depth of the core of intermediate water mass can be identified by the depth of the minimum stability.

* Contribution No. 1005 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

渤海、黄海、东海水温垂直结构 统计特征分析*

蓝淑芳 顾传成 傅秉照

(中国科学院海洋研究所)

渤海、黄海与东海水温垂直结构呈现陆架浅海特有的水文特征,其分布与变化甚为复杂。几十年来,虽然中外海洋学家曾对这些海区水文要素的分布及其变异作过大量研究^[3,4,5,6],但是,关于水温垂直结构各特征值较系统的分析研究则始于六十年代初期,毛汉礼等根据一年观测资料(1958—1959)作了较全面的阐述¹⁾。但是这些资料多数是用颠倒

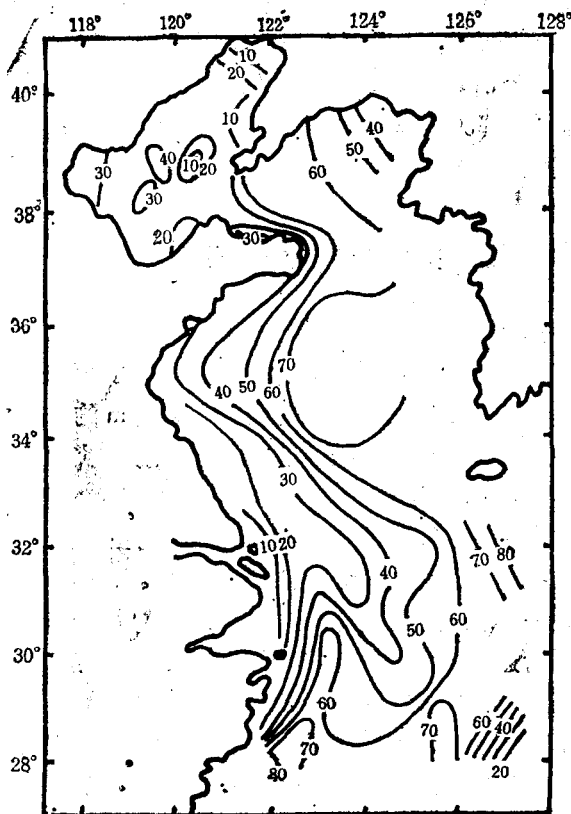


图 1 渤海、黄海、东海水温垂直梯度的相对频率分布

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1006 号。

收稿日期: 1983 年 7 月 16 日。

1) 毛汉礼等, 1964。中国近海温、盐、密度的跃层现象。

温度表观测,少数为深度温度计(BT)观测;并且研究海区限于 124°E 以西。本文试图分析研究近年来渤海、黄海与东海水温垂直结构各特征值的统计特性;研究海区有了较大的扩展:黄海至 $124^{\circ}30'\text{E}$;东海至 127°E 。

文中引用国家海洋局1975—1980年间BT观测资料,共计166个观测站,累积约七千余个BT片资料。

一、渤海、黄海、东海水温垂直梯度的相对频率分布

图1是根据研究海区各测站BT资料统计得出的渤海、黄海、东海1975—1980年间水温垂直梯度的相对频率(水温垂直梯度绝对值 $\geq 0.1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 的出现次数对总观测次数的百分率)分布。由图可知,各海区以渤海相对频率最小,其值多数低于30%,渤海中央区和沿岸河口附近为10—20%。黄海、东海的相对频率明显地高于渤海。高频区分别出现在南、北黄海中部、济州岛以南广大海域和台湾暖流水主干海域(浙江外海),相对频率值为60—70%,最高可达80%。此外,南黄海等频率线分布呈“<”形,与海岸线大体平行。其数值自西向东递增,与等深线的分布趋势相一致,其中50%等频率线与60米等深线的地理位置接近。东海则以长江口以北 32°N 处为低频中心,等频率线呈舌状自西北向东南延伸,占据东海研究海区大部。黄海、东海的低频区出现在鸭绿江口、山东沿岸、苏北沿岸以及长江口外,相对频率低于40%。

二、水温垂直分布类型的分布

根据BT观测资料,渤海、黄海、东海水温垂直分布可归纳为四种基本类型:垂直均匀型(水温垂直梯度绝对值小于 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{m}$),单梯度型,双梯度或多梯度型(系指在同一水温垂直分布曲线上有一个、二个或多个绝对值 $\geq 0.1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 的水温梯度出现)和逆转型(即正梯度型)。以下根据1976—1980年五年间水温垂直分布类型逐月分布,讨论渤海、黄海、东海水温垂直分布类型的特征。

冬季(12—2月),渤海、黄海、东海均以垂直均匀型为主,1—2月尤为明显。单梯度型和逆转型仅在黄海、东海小范围内出现。浙江近海或外海常年存在逆转型区。济州岛以南及以西海区在12月也时常出现逆转型。单梯度型常见于南黄海东侧、东海 126°E 以东海区以及 28°N 断面附近。冬季,单梯度型区以12月范围最广。

春季(3—5月),渤海、黄海、东海水温(垂直方向上)开始分层,且逐月加强。3月单梯度型开始在莱州湾口、渤海湾、山东高角附近海区和青岛外海出现。逆转型区常出现在浙江近海,但在南黄湖北半部中央区、渤海海峡和济州岛以南及以西海区也偶有出现。4月,垂直均匀型区已退缩到渤海、黄海沿岸、长江口和杭州湾口外,逆转型范围扩大。1978年逆转型和双梯度型自北向南占据南黄海的中部。东海研究海区南边界常呈现垂直均匀型或单梯度型,间或有双梯度和逆转型出现;但是1977年较为特殊,均为逆转型和双梯度型所占据。5月,渤海、黄海和东海水温全面呈现垂直分层,垂直均匀型区接近全年最小范围,仅分布在沿岸海区(如图2)。渤海以单梯度型为主。黄海的一个重要特点是:北黄

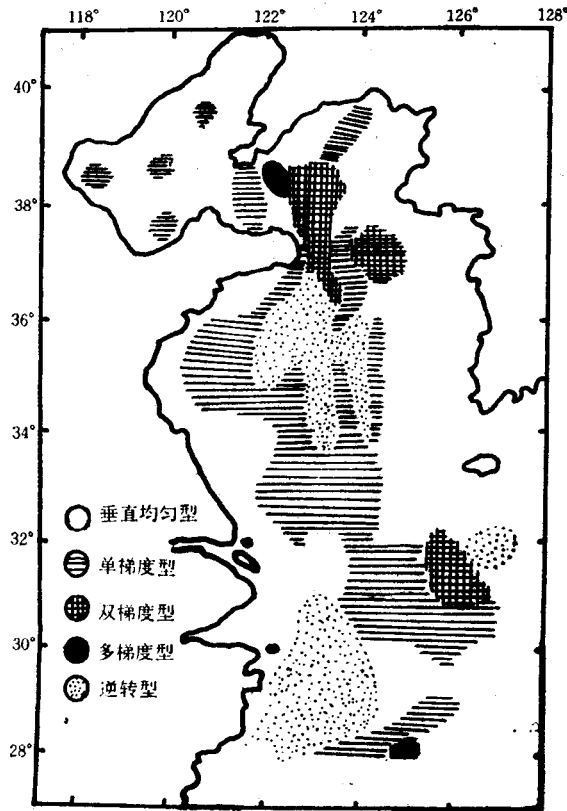


图2 1978年5月渤海、黄海、东海水温垂直分布类型分布

海中部至渤海海峡中部为双梯度型区,其范围各年不尽相同;南黄海中部广大海区为逆转型和双梯度型的混合型区(但以逆转型为主),向南可达 34°N 。南、北黄海的这两个区有时连在一起(例如1976, 1978年),有时分离(例如1979, 1980年);分离时,北黄海的双梯度型区范围较小,南黄海的混合型区以双梯度型为主。在东海,浙江近海或外海年年出现逆转型区,其范围逐月稍有增大。济州岛以南也常有小范围的逆转型区出现。由于逆转型和双梯度型出现的海区经常是具有不同温、盐度特征的两个或两个以上水团交汇的区域,因此,根据春季水温垂直分布类型的大面分布,可以从一个方面,有时是重要的方面,初步推断夏季黄海冷水团、东海北部底层冷水^[2]的大致范围以及黑潮及台湾暖流水^[1]对东海水文状况的影响等等。

夏季(6—8月),渤海、黄海、东海水温垂直分层最为发达,且均以单梯度型为主要分布形式。6月,南、北黄海的上述两个垂直分布类型区各自分离,但范围已缩小。南黄海混合型区中,双、三梯度型增多,逆转型相对减少。但时有例外,例如1980年,北黄海中部的双梯度型区延伸到南黄海的东北角,而在青岛东南海区,也出现双梯度型区。在东海,浙江近海仍出现逆转型,济州岛以南海区有范围较小的逆转型或双梯度型;东海南部也经常出现双梯度型区。1976年,这三个区域连在一起,形成了范围很广的逆转型和双梯度型的混合区(双梯度型较少)。7月,北黄海双梯度型区范围仍然很小,年间差异较小;南