

东海沿岸海区垂直环流及其温盐结构动力过程研究

II. 温盐结构*

刘兴泉 侯一筠 尹宝树

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 对于本研究采用的动力学模型及其垂直环流的模拟结果已在第I部分论述。作者将对与垂直环流对应的温、盐结构进行分析。温度和盐度模拟结果表明:冬季东海沿岸海区的温、盐分布均为近岸低、外海高;近岸温、盐呈垂直均匀分布,在外海出现分层,其温度为表层高、底层低,而盐度却为表层和底层高,中层偏低,长江口以南的近表层以下形成自近岸伸向外海的弱低盐水舌;长江冲淡水区及长江口以北和其以南外海的近表层有温、盐跃层生成,深底层温、盐呈均匀分布,且保持低温高盐特征;随着海区自北往南纬度的降低,岸坡和水深的增大及沿岸下降流的增强,温度和盐度自近岸至外海的垂直均匀分布跨度逐渐变窄;外海近表层的温、盐跃层强度自北至长江口逐渐增强,而自长江口至南逐渐减弱,其位置自北往南逐渐上移;冬季沿岸下降流使长江冲淡水区的盐跃层变厚。夏季海区的温度分布为近岸和外海高,近岸稍远出现冷水涌升,垂向上呈现显著分层,盐度分布为近岸低、外海高;长江冲淡水区及杭州湾以南外海的次表层存在温、盐跃层,其跃层以上出现混合层,且保持高温低盐特征,跃层以下温、盐大致呈均匀分布,并保持低温高盐特征;随着海区自南往北纬度的增高、岸坡和水深的减小及沿岸上升流自南至长江口和自长江口至北的增强和继而减弱,长江冲淡水区的温、盐跃层强度自南至长江口逐渐增强,而自长江口至北逐渐减弱,外海次表层的温、盐跃层强度却自南至长江口逐渐减弱,自长江口至北又逐渐增强,其温、盐跃层的位置自南往北逐渐上移;夏季沿岸上升流使长江冲淡水区的盐跃层变薄。

关键词 东海沿海岸海区,温度,盐度,温跃层,盐跃层

中图分类号 P731

本研究的第I部分:环流的基本特征(刘兴泉等,2004)已对数值模拟所采用的流体动力学模型、差分格式、边界条件、数值研究的实施方案及冬、夏季垂直环流的数值结果进行了较详尽的论述。本文中作者将通过与垂直环流对应的温度和盐度数值模拟结果的分析,阐明研究海区冬、夏季温、盐结构的基本特征和变化规律及其动力成因。

1 冬季的温、盐分布特征

1.1 温度分布

图1是冬季研究海区 25°N、27°N、29°N、31°N 和 33°N 断面温度的数值模拟结果,其中 25°N 和

27°N 断面等值线间距为 1.0;29°N、31°N 和 33°N 断面为 0.5。由图1可以看出,各断面的等温线在近岸呈垂直于海面的直立式分布,在近岸以远自海面至海底外凸,逐渐变为在近岸上翘、外海下凹的弧形分布,其弧形等温线自近岸至外海又逐渐上移,在外海的浅表层变为平行于海面的直线分布。等温线的这种分布形式大致与北黄海冷水团4—5月份靠近大陆一侧等温线的分布形式相同(缪经榜等,1990)。由各断面的等温线分布表明,冬季东海沿岸海区的温度在近岸呈垂直均匀分布,其垂直均匀程度随着自近岸至外海岸坡和水

* 中国科学院知识创新工程项目,KZCX2-202号;国家“973”重点基础研究专项经费资助项目,G1999043803号。刘兴泉,副研究员,E-mail: bsyin@ms.qdio.ac.cn

收稿日期:2003-03-22,收修改稿日期:2004-07-10

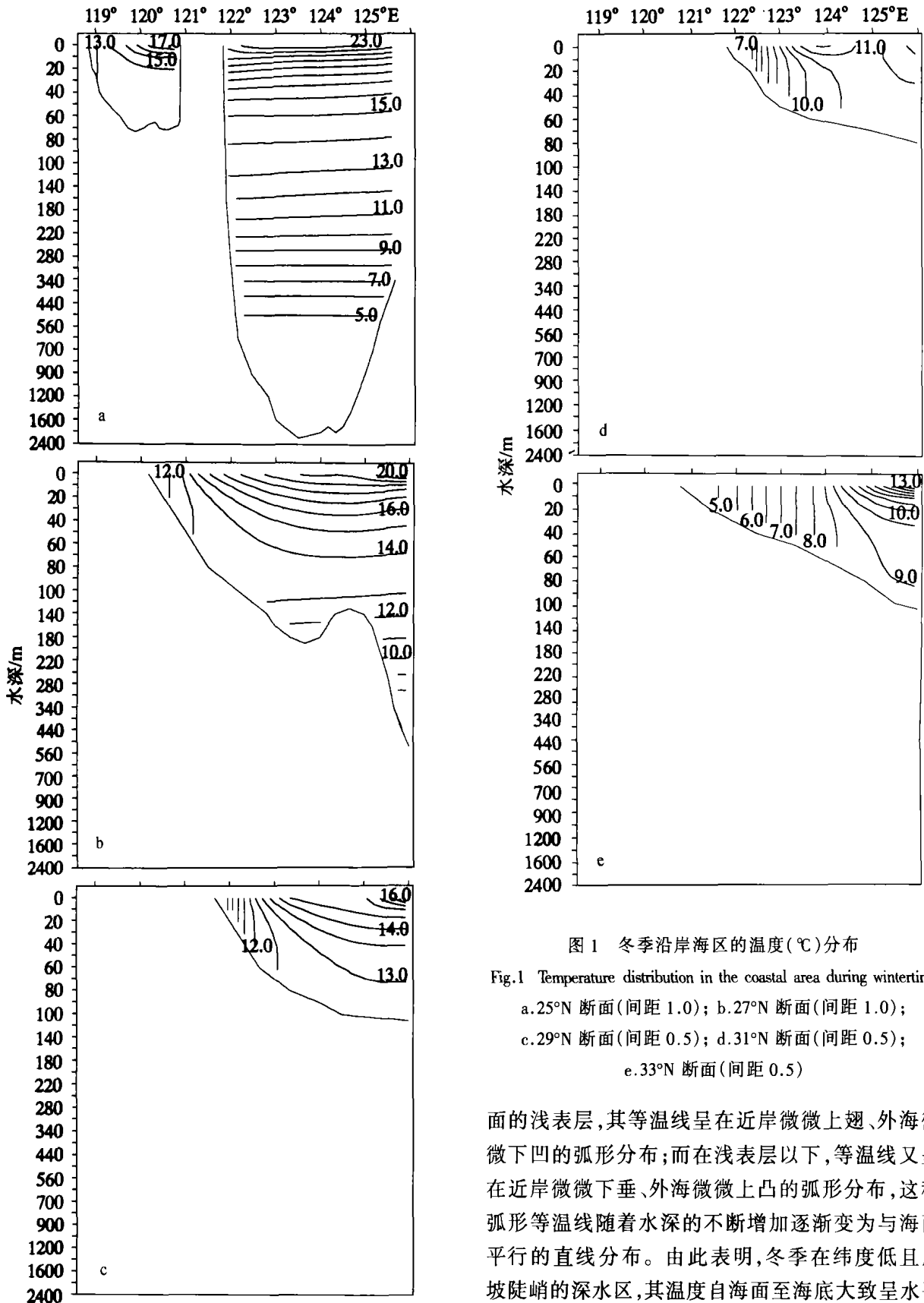


图1 冬季沿岸海区的温度(°C)分布

Fig.1 Temperature distribution in the coastal area during wintertime

- a. 25°N 断面(间距 1.0);
- b. 27°N 断面(间距 1.0);
- c. 29°N 断面(间距 0.5);
- d. 31°N 断面(间距 0.5);
- e. 33°N 断面(间距 0.5)

面的浅表层,其等温线呈在近岸微微上翘、外海微微下凹的弧形分布;而在浅表层以下,等温线又呈在近岸微微下垂、外海微微上凸的弧形分布,这种弧形等温线随着水深的不断增加逐渐变为与海面平行的直线分布。由此表明,冬季在纬度低且岸坡陡峭的深水区,其温度自海面至海底大致呈水平均匀分布,且在垂向上存在明显形成较强的分层。

从各纬向断面等温线的变化趋势看,在海面温度梯度大的长江口及其以南(29°N、31°N断面)近岸与海面垂直的等温线分布密集,并自近岸至外海逐渐由密变疏。而外海次表层以上的弧形等

深的增大及海面温度的增高而逐渐减弱(刘兴泉等,2004,图3a),水平均匀程度则逐渐增强,即由近岸的垂直均匀逐渐过渡到外海的水平均匀分布。在岸坡陡峭且水深大的25°N台湾岛以东断

温线(25°N、27°N 和 33°N 断面)在近表层分布密集,其近岸上翘和外海的下凹程度也自近岸至外海逐渐变小,并自近表层到底层随水深的增大逐渐由密变疏,在深底层变得尤为稀疏。这表明,冬季长江口及其以南近岸的冲淡水区和外海的近表层其温度的水平和垂直变化显著,其他海区的温度变化缓慢,在深水区的次表层以下其温度变化更趋缓慢。

由冬季研究海区等温线的分布及其变化趋势表明,其温度分布为近岸低、外海高,其中长江口以北(33°N)近岸的温度只有 4℃,而长江口以南(25°N)外海表层温度可达 23℃。在近岸温度呈垂直均匀分布,在外海温度为表层高、底层低,长江口以南(25°N)外海表层温度可达 23℃,而水深大于 2000m 的冲绳海槽 400m 以深温度几乎保持在 5℃。长江冲淡水区及长江口以北和以南外海的近表层有温跃层生成,外海的深底层温度呈均匀分布,且保持低温特征。

比照图 1 各纬向断面等温线的变化趋势不难发现,近岸与海面垂直的等温线,由近岸到外海的水平跨距自北往南逐渐变小,其密集程度自北至长江口逐渐由疏变密,而自长江口往南又逐渐由密变疏。在外海近表层的弧形等温线,近岸的上翘和外海的下凹程度自北往南逐渐变小,等温线密集区的位置自北往南逐渐向海面靠近,其密集程度自北至长江口却逐渐由密变疏,而自长江口往南又逐渐由疏变密。这表明,冬季随着海区自北往南纬度的降低、岸坡和水深的增大、海面温度的增高及沿岸下降流的由弱变强,温度自近岸至外海的垂直均匀分布跨度自北往南逐渐变小,近岸的温跃层强度自北至长江口逐渐由弱变强,而长江口往南逐渐由强变弱;外海近表层的温跃层自北往南逐渐上移,且其强度自北至长江口逐渐由强变弱,自长江口往南且逐渐由弱变强。

冬季东海沿岸海区的温度分布特征除了与海区纬度、岸坡、水深和海面温度变化以及长江径流有关外,且与海区垂直环流的逆时针流动有着极为密切的关系(刘兴泉等,2004),就其纬向断面而言,冬季在由偏北风驱动的近表层向岸流的作用下,使得近表层温度由外海向近岸的传递加快,垂直方向的传递减慢。由于外海温度高、近岸温度低,向岸流使得温度在近岸急剧变化,从而在海面温度梯度大的近岸海区形成较强的温跃层。同时,在沿岸下降流的作用下,近岸温度由表层向下

的传递加快。由于近岸水深浅、表底层温差小,极易导致近岸温度自表层至底层呈垂直均匀分布。沿岸下降流在近岸次表层以下逐渐转为由近岸向外海的离岸流,从而使温度向下的传递减慢,所以在次表层以下近岸至外海的底层水体一直保持低温特征。在次表层及其以下的离岸流在外海呈上升趋势,使得外海次表层以下的深层冷水缓慢涌升。由于外海的海面温度高,冷水涌升使外海次表层以上的温度急剧变化,从而在外海近表层形成温跃层。

1.2 盐度分布

图 2 是冬季研究海区 25°N、27°N、29°N、31°N 和 33°N 断面盐度的数值模拟结果。其中 25°N、27°N、29°N 和 31°N 断面等值线间距为 0.5,33°N 断面为 0.2。由图 2 可以看出,各纬向断面的等盐线分布大致与等温线相似,在近岸与海面呈垂直分布;在近岸以远自海面至海底逐渐外凸(其外凸程度更甚于等温线)变为在近岸上翘、外海下凹的弧形分布,弧形等盐线在外海的近表层以上逐渐变为与海面平行的直线分布。近岸与海面垂直的等盐线,自长江口往南逐渐变为其两端分别在海面和海底朝向岸界、中部向外海突出的弧形分布(25°N、27°N 断面)。随着向外海的扩展,弧形等盐线在外海被折断,其上层的等盐线上浮,而下层的等盐线下沉,分别变为大致与海面平行的直线分布。盐度由近岸的垂直均匀逐渐过渡到外海的水平均匀分布。

由图 2 还可以看出,其近岸与海面垂直的等盐线在近岸分布密集,其中海面盐度梯度大的长江冲淡水区的等盐线分布尤为密集,并自近岸至外海逐渐由密变疏。长江口以南近表层以下自近岸伸向外海的弧形等盐线在外海分布特别稀疏。在近岸以远(33°N 断面),近岸上翘、外海下凹的弧形等盐线在浅表层分布密集,并自浅表层至底层随深水的变化逐渐由密变疏。由此表明,冬季研究海区盐度在近岸和外海海面盐度梯度大的近表层变化显著,而长江口及其以南近岸冲淡水区的盐度变化更为显著,长江口以南低盐水舌和外海的深底层盐度变化缓慢。

由冬季研究海区等盐线的分布及其变化趋势表明,冬季研究海区的盐度分布为近岸低、外海高,其中长江口近岸的最低盐度仅有 18,长江口以北及其以南外海表层盐度可达 34.5。表层和底层盐度高,中层盐度偏低,在长江口以南近表层以下形成一个由近岸伸向外海且盐度逐渐由低变

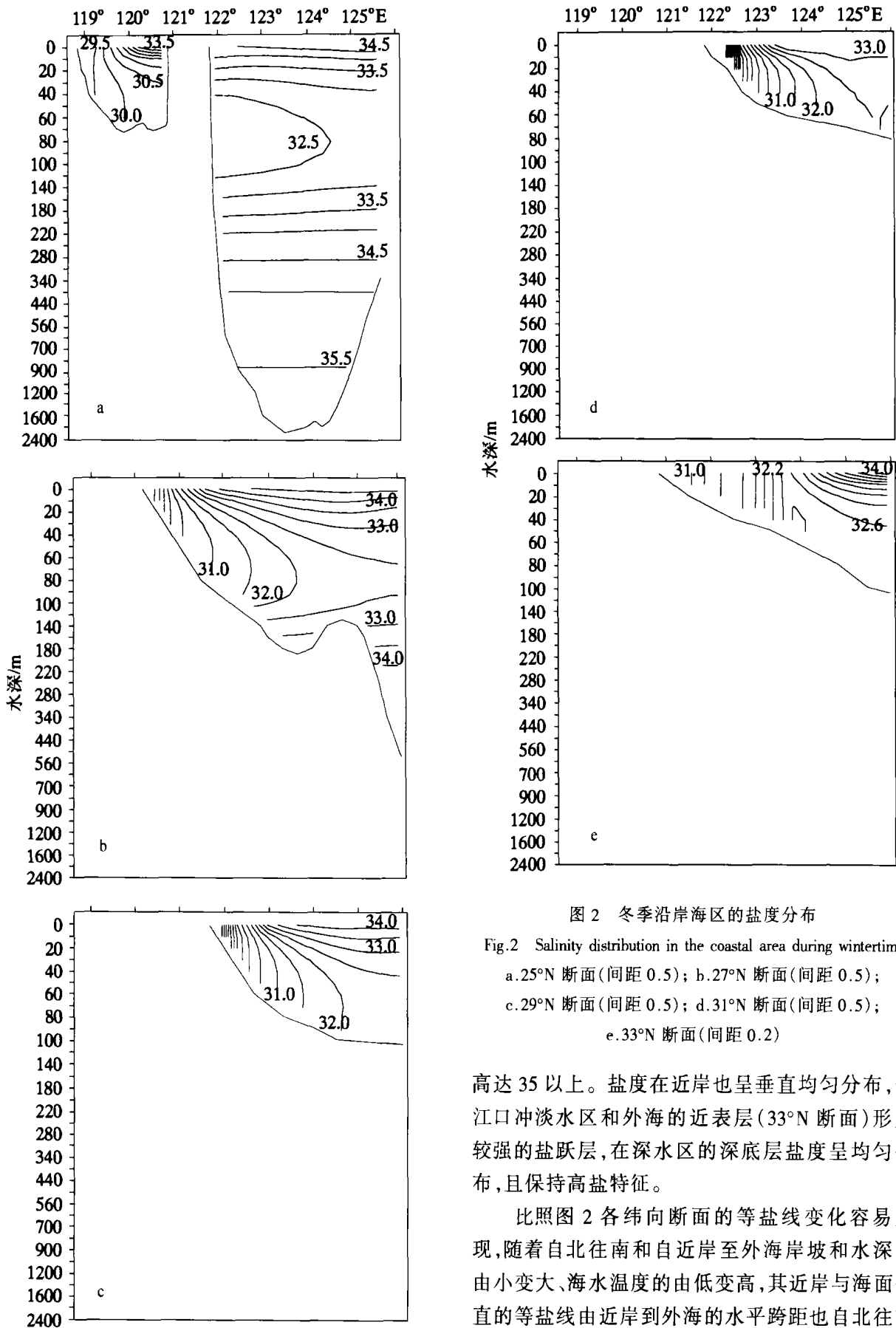


图 2 冬季沿海区的盐度分布

Fig.2 Salinity distribution in the coastal area during wintertime
 a. 25°N 断面(间距 0.5); b. 27°N 断面(间距 0.5);
 c. 29°N 断面(间距 0.5); d. 31°N 断面(间距 0.5);
 e. 33°N 断面(间距 0.2)

高达 35 以上。盐度在近岸也呈垂直均匀分布,长江口冲淡水区和外海的近表层(33°N 断面)形成较强的盐跃层,在深水区的深底层盐度呈均匀分布,且保持高盐特征。

比照图 2 各纬向断面的等盐线变化容易发现,随着自北往南和自近岸至外海岸坡和水深的由小变大、海水温度的由低变高,其近岸与海面垂直的等盐线由近岸到外海的水平跨距也自北往南逐渐由大变小,长江口以南近表层以下自近岸伸向外海的弧形等盐线的外凸程度自长江口往南逐渐增强。这表明,冬季研究海区的盐度自近岸至

高的弱低盐水舌,水舌的盐度低于 32.5,其表层的最高盐度为 34.5,而冲绳海槽深底层的盐度可

外海的垂直均匀分布跨度自北往南逐渐减小,长江口以南近表层以下的低盐水舌自长江口往南向外海的伸展程度逐渐变大。同时还发现,近岸与海面垂直的等盐线自北至长江口逐渐由疏变密,而自长江口往南逐渐有密变疏。外海近表层的弧形等盐线自北至长江口却逐渐由密变疏,而自长江口往南逐渐由疏变密。由此表明,冬季长江冲淡水区的盐跃层强度自北至长江口逐渐由弱变强,而自长江口往南逐渐由强变弱,外海近表层的盐跃层强度却自北至长江口逐渐由强变弱,而自长江口往南逐渐由弱变强。

由于冬季降水少,空气干燥,整个研究海区在北方强冷空气的控制下,使海面蒸发加快,水温降低,盐度增高,整个海面在一个相当长的时间内一直处于低温高盐状态。近表层的向岸流使得外海高盐水向近岸输送(刘兴泉等,2004),由于近岸近表层的盐度比外海低,特别是长江口及其以南近岸与外海的盐差更大,外海高盐水与近岸低盐水在混合过程中,其盐度急剧变化,从而在海面盐度梯度大的外海近表层和近岸冲淡水区形成盐跃层,同时在沿岸下降流的作用下,近岸近表层的低盐水沿岸界向下输送,由于近岸水浅,极易导致近岸表层低盐水与底层高盐水的混合,从而使盐度在近岸呈垂直均匀分布。沿岸下降流在近表层以下逐渐逆转的过程中,下降流减弱,离岸流增强。离岸流不但使近岸至外海底层水体保持低温高盐特征,并使近岸大致均匀的低盐水在近表层以下由近岸向外海输送,从而在长江口以南的近表层以下形成自近岸伸向外海的低盐水舌。由于冬季东海沿岸下降流自北往南逐渐由弱变强(刘兴泉等,2004),其近表层以下的离岸流也自北往南逐渐增强,因此长江口以南近表层以下的低盐水舌的外伸程度自长江口往南逐渐加强。

冬季,长江径流量虽比常年偏小,但其冲淡水仍对沿岸海区的盐度分布特征产生较大影响。由于东北风和岸界地形的影响,使冲淡水分布于长江口以南近岸表层的南北狭长区域(刘兴泉等,2004,图4a),在近表层向岸流、沿岸下降流和近表层以下离岸流的作用下,近岸低盐水与外海高盐水在混合过程中,不仅使长江口以南表层盐度梯度大的海域形成较强的盐跃层,同时沿岸下降流使近岸表层盐度向下扩散较甚。因此,冬季长江冲淡水区的盐跃层厚度变大。

2 夏季的温、盐分布特征

2.1 温度分布

图3是夏季研究海区各纬向断面的等温线分布,其中 25°N 和 27°N 断面的等值线间距为1.0, 29°N 、 31°N 和 33°N 断面为0.2。由图3可以看出,夏季研究海区的等温线分布与冬季相差甚大,其总体上与海面呈平行分布。在次表层以上,等温线在外海呈微微下沉、近海微微上浮,其端部在近岸又微微下垂的弧形分布;次表层以上的弧形等温线自次表层至底层随水深的增加逐渐变为近岸微微下沉、外海微微上凸的弧形分布,而在深水区(25°N 、 27°N 断面)的底层又逐渐变为与海面平行的直线分布。

由图3各纬向断面等温线的变化趋势可以发现,在长江口及杭州湾附近的浅水区(29°N 和 31°N 断面),等温线在近岸的近表层和外海的次表层分布密集,其中长江口近岸近表层的等温线自近岸至外海和自表层至底层逐渐由密变疏,而在外海的等温线自次表层至表层和底层逐渐由密变疏。这表明,夏季长江径流影响较甚的近岸的近表层和外海的次表层温度变化显著,其中长江口近岸近表层的温度变化剧烈。因此夏季在长江口及杭州湾附近的浅水区,温跃层在近岸的近表层和外海的次表层形成。而在杭州湾以南岸坡陡峭的深水区(25°N 、 27°N 断面),其等温线在次表层以下(约100—120m)分布密集,且至海面和海底逐渐由密变疏,其中 25°N 台湾岛以东断面深底层的等温线分布极为稀疏。这表明,夏季在杭州湾以南的深水区其次表层以下的温度变化显著,次表层以上和底层温度变化缓慢。

由海区的等温线分布及其变化趋势表明,夏季研究海区的温度在水平方向变化小,而在垂向上变化大,并呈现出较强的分层。整个海区的温度分布在台湾岛以北近岸和其以远的外海高,近岸稍远低,其中长江口近岸表层温度可高达 29°C ,外海接近 28°C ,近岸稍远约为 27°C ;台湾海峡大陆近岸和台湾岛东部近岸低,而外海高。表层与底层相比,上层温度高,下层温度低,表、底层温差大,其中海区南面(25°N 断面)深水区表层温度可高达 28°C ,深底层温度不到 5°C ,表、底层间的温差达 23°C 以上。夏季近岸稍远有冷水涌升,在长江冲淡水区和杭州湾以南深水区的次表层形成温跃层,杭州湾以南深水区跃层以上出现混合

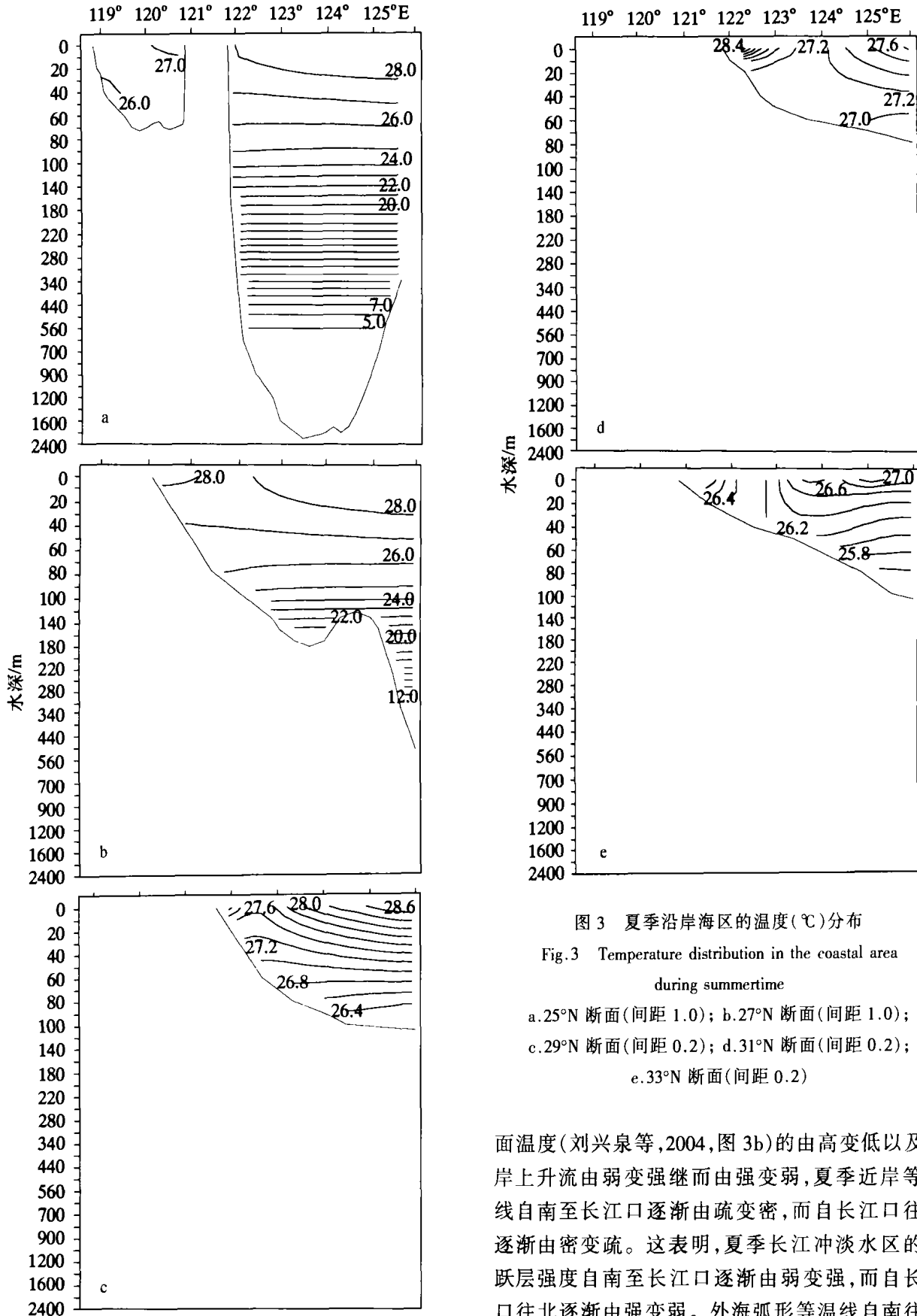


图3 夏季沿海岸区的温度(°C)分布

Fig.3 Temperature distribution in the coastal area during summertime

- a. 25°N 断面(间距 1.0); b. 27°N 断面(间距 1.0);
- c. 29°N 断面(间距 0.2); d. 31°N 断面(间距 0.2);
- e. 33°N 断面(间距 0.2)

层,且呈高温特征;跃层以下温度呈均匀分布,并保持低温特征。

比照图3各纬向断面的等温线分布不难发现,随着海区自南往北岸坡和水深的由大变小、海

面温度(刘兴泉等,2004,图3b)的由高变低以及沿岸上升流由弱变强继而由强变弱,夏季近岸等温线自南至长江口逐渐由疏变密,而自长江口往北逐渐由密变疏。这表明,夏季长江冲淡水区的温跃层强度自南至长江口逐渐由弱变强,而自长江口往北逐渐由强变弱。外海弧形等温线自南往北在近岸的上浮程度逐渐变小,在外海的下沉程度逐渐变大,且自南往北逐渐由密变疏,密集区的位置逐渐靠近海面。这表明,夏季外海温度的垂直变化自南往北逐渐由大变小,表、底层间的温差也

随着变小,温跃强度自南往北逐渐由强变弱,其位置自南往北随水深的变浅逐渐上移。因此夏季东海沿岸海区的温度分布与海区的岸坡、水深、海面温度分布及垂直环流的顺时针流动有密切关系。

夏季强烈的太阳辐射使整个海面一直处于高温状态,在由西南风所驱动的顺时针环流的作用下,近表层的离岸流使温度由近岸向外海的传递加快,外海的缓慢下降流导致外海表层温度缓慢向下传递。由于在外海下降流自表层往下逐渐减弱,加之近表层以下向岸流的影响,致使外海温度在次表层以上传递较快,次表层以下传递较慢,使外海近表层温度变化减慢,而近表层以下温度变化快。因此夏季海区的温跃层在近表层以下的次表层生成。由于近表层以下的向岸流至近岸逐渐转为上升流,使近表层以下的温度传递减慢,因此近表层以下一直保持冷水特征。在沿岸上升流的作用下,近岸下层冷水涌升,从而呈现近岸温度低,外海温度高,近岸近表层和外海次表层温度变化快,自近岸至外海底层和外海近表层温度变化慢,深底层一直保持冷水特征的夏季温度分布。

2.2 盐度分布

图 4 是夏季研究海区 25°N 、 27°N 、 29°N 、 31°N 和 33°N 断面的等盐线分布。其中 25°N 、 27°N 、 29°N 和 33°N 断面的等值线间距为 0.2, 长江径流影响最甚的 31°N 断面为 0.5。从各断面的等盐线分布可以看出,在长江口以北(33°N 断面)的浅水区,近岸等盐线大致与海面呈垂直分布,在近岸以远变为大致与海面呈 45° 角的直线分布;长江口及其以南的冲淡水区等盐线呈两端分别在海面和海底朝向岸界、中部向外海突出的弧形分布;而在长江口以南的 25°N 台湾海峡断面,在近表层以上等盐线呈其两端分别在近岸和外海上翘、中部下凹的弧形分布;而在近表层以下,等盐线两端分别呈近岸和外海朝向岸界、中部外凸的弧形分布。长江口及其以南的外海,其次表层以上,等盐线呈近岸上翘、外海下凹的弧形分布;而在次表层以下,等盐线为两端分别在近岸和外海微微下沉、中部微微上凸的弧形分布,并随水深的增加逐渐变为与海面平行的直线分布。

从夏季各纬向断面等盐线的变化趋势看,在长江口及其以南近岸近表层等盐线分布非常密集,并由近岸到外海和由近表层到底层明显由密变疏。长江口以北 33°N 断面近岸以远和其以南

的 27°N 及 25°N 台湾岛以东断面次表层以下(约 100—120m)等盐线分布较密集,其中长江口以北 33°N 断面自近岸以远到近岸和外海逐渐由密变疏,而长江口以南 27°N 及 25°N 台湾岛以东断面自次表层以下到表层和底层明显由密变疏,至深底层变得特别稀疏。这表明,长江口及其以南近岸的冲淡水区盐度变化剧烈,长江口以北近岸以远和其以南深水区的次表层盐度变化较显著,其他海区的盐度变化缓慢。

由夏季海区的等盐线分布及其变化趋势表明,夏季研究海区的盐度分布为近岸低、外海高,近岸与外海的盐差大,其中长江口近岸表层盐度仅为 12,外海的盐度为 32,盐差可达 20,表层与底层相比,总体上为表层盐度低,底层盐度高。夏季在长江冲淡水区形成强盐跃层,长江口外海浅表层以下盐度呈均匀分布;而在长江口以北近岸以远和杭州湾以南深水区的次表层形成弱盐跃层,其中杭州湾以南深水区跃层以上出现混合层,且呈高温低盐特征,跃层以下盐度呈均匀分布,并保持低温高盐特征。由于夏季长江冲淡水转向东北,长江口以北(33°N)虽然离长江口很近,但由于该区域岸界向西退缩,其近岸盐度受冲淡水的影响很小,因此其盐度仍然较高,且大致呈垂直均匀分布;近岸盐度接近 29,近岸以远的底层也在 31 以上。在长江口以北的 122°E 海区,由于受长江冲淡水的影响较大,因此在该区域形成弱盐跃层。

夏季,太阳辐射强,加之西南风的影响,降水量大,空气湿润,蒸发慢,海面温度增高,盐度降低,整个海面在一个相当长的时间内一直处于高温低盐状态。在由西南风所驱动的离岸流的作用下,近表层水体由近岸向外海输送,在输送过程中,近岸近表层的低盐水与外海的次高盐水混合,从而导致近岸至外海盐度逐渐由低变高。在外海缓慢下降流的作用下,外海近表层的次高盐水缓慢地往下输送,与次表层以下的高盐水混合,使外海表层至底层盐度逐渐由低变高。在近表层以下向岸流的作用下,近表层以下的外海高盐水在向近岸的输送过程中,使近岸近表层以下低盐水的盐度增高。而在沿岸上升流的作用下,近表层以下由外海输送至近岸的高盐水向上输送,在近岸呈现低温高盐水涌升,从而使近岸近表层的盐度增高。在长江冲淡水区,由于沿岸上升流的强度大,使长江口外的低盐水只能在近表层离岸流的作用下向外海扩散,从而使长江口外下层水体保

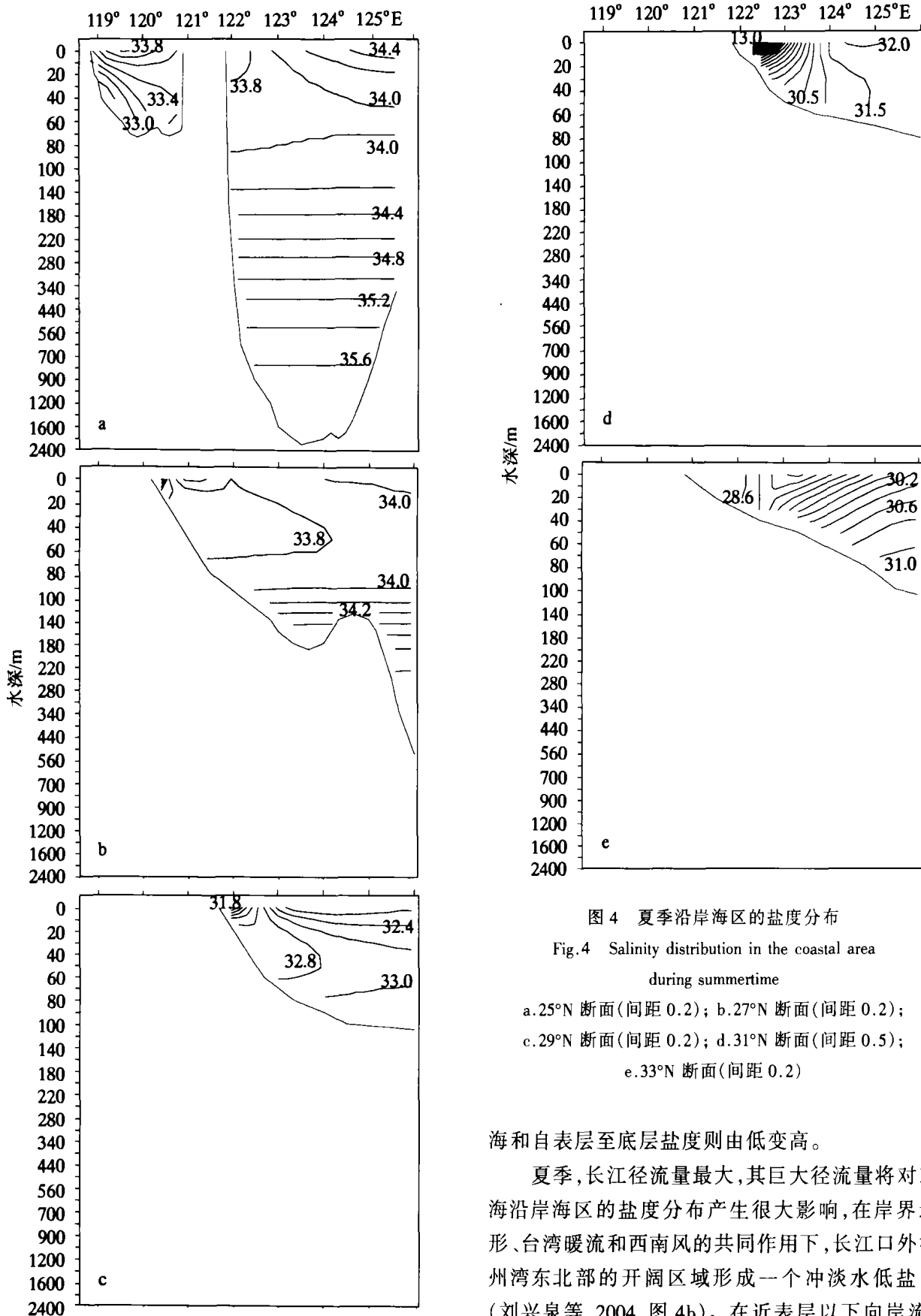


图 4 夏季沿海海区的盐度分布

Fig.4 Salinity distribution in the coastal area during summertime

- a. 25°N 断面(间距 0.2); b. 27°N 断面(间距 0.2);
- c. 29°N 断面(间距 0.2); d. 31°N 断面(间距 0.5);
- e. 33°N 断面(间距 0.2)

海和自表层至底层盐度则由低变高。

夏季,长江径流量最大,其巨大径流量将对东海沿海海区的盐度分布产生很大影响,在岸界地形、台湾暖流和西南风的共同作用下,长江口外杭州湾东北部的开阔区域形成一个冲淡水低盐区(刘兴泉等,2004,图 4b)。在近表层以下向岸流、沿岸上升流和近表层离岸流的作用下,在长江口外海面盐度梯度大的近表层形成强盐跃层。由于沿岸上升流的作用,长江口近岸的低盐水很难向下扩散。因此夏季长江冲淡水区的盐跃层变薄。

持高盐特征。而在长江口以北海区,由于岸界退缩,近岸水浅,沿岸上升流弱,向岸流和离岸流相对较强;而在冲淡水影响小的近岸局部浅水区盐度却大致呈垂直均匀分布,近岸以远自近岸至外

3 结论

冬季整个海区的温度和盐度分布均为近岸低、外海高,在近岸温度和盐度呈垂直均匀分布;在外海温度为表层高、底层低,而盐度为表层和底层高、中层偏低;长江口以南的近表层以下形成自近岸伸向外海且盐度逐渐由低变高的弱低盐水舌。长江冲淡水区及长江口以北和其以南外海的近表层有温跃层和盐跃层生成,外海的深底层温度和盐度大致呈均匀分布,且保持低温高盐特征。冬季随着海区自北往南纬度的降低,岸坡和水深的增大及沿岸下降流的增强,温度和盐度自近岸至外海的垂直均匀分布跨度逐渐变小,而外海近表层的温跃层和盐跃层逐渐上移。冬季由于沿岸下降流的作用使长江冲淡水区的盐跃层变厚。夏季整个海区的温度分布为近岸和外海高,近岸稍远出现冷水涌升,表、底层间温度变化大,且呈现

出较强的分层,盐度分布为近岸低,外海高,长江口及其以南外海的次表层以上盐度变化小。长江冲淡水区及杭州湾以南外海的次表层存在温跃层和盐跃层,其跃层以上出现混合层,且保持高温低盐特征;跃层以下温盐呈均匀分布,并保持低温高盐特征。夏季由于沿岸上升流的作用使长江冲淡水区的盐跃层变薄。

参 考 文 献

- 缪经榜,刘兴泉,薛 亚,1990.北黄海冷水团形成机制的初步探讨 I. 模式解.中国科学,B(12):1311—1321
- 刘兴泉,1998.沿岸海区冬季垂直环流及其温盐结构的数值研究 II. 温盐结构.海洋与湖沼,29(1):97—103
- 刘兴泉,侯一筠,尹宝树,2004.东海沿岸海区垂直环流及其温盐结构动力过程研究 I. 环流的基本特征.海洋与湖沼,34(5):393—403

DYNAMIC PROCESS OF VERTICAL CIRCULATION AND TEMPERATURE-SALINITY STRUCTURES IN COASTAL AREA OF EAST CHIAN SEA II . THE STRUCTURE OF THE WATER TEMPERATURE AND SALINITY

LIU Xing-Quan, HOU Yi-Jun, YIN Bao-Shu

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

Abstract In the last paper (Liu *et al*, 2004), authors have discussed significance, contents and method on this study and the simulated results of the vertical circulation. In this paper, we analyze the simulated results of the water temperature and salinity. Numerical simulation results of the water temperature and salinity in the coastal area of the East China Sea demonstrated different distribution characteristics in wintertime and summertime. In wintertime, water temperature and salinity are low and uniform vertically in near shore, high and stratifies in the offside sea. In the offside sea, the water temperature is high in the surface layer, low in the bottom layer, and the salinity is high in the surface and bottom layers, low slightly in the mid-layer and gradually become high from the near shore to the offside sea. A slightly low salinity water tongue forms below the near surface layer of the southern area of the Changjiang mouth and spreads to the offside sea from the near shore. The stronger thermocline and halocline form in the Changjiang diluted water area and in the near surface layer of the offside sea of the northern and southern of the Changjiang mouth. The water temperature and salinity distributions are uniform in the bottom layer of the offside sea, characterized by low temperature and high salinity. With lowering of the latitude, increasing of the continental slope and the water depth and enhancing of the coastal downwelling from the north to the south, the vertical uniform distribution widths of the water temperature and salinity in the near shore become narrow gradually. The thermocline and halocline intensities of the Changjiang diluted water area strengthen gradually from the north to the Changjiang mouth, and weaken gradually from the Changjiang mouth to the south. The thermocline and halocline intensities in the near surface layer of the offside sea weaken gradually from the north to the Changjiang mouth, and strengthen gradually from the Changjiang mouth to the south and shift upwards gradually from the north to the south. The halocline of the Changjiang diluted water area thickens due to the effect of the coastal downwelling. In summertime, the water temperature is high in the near shore and the offside sea, low off the near shore and the cold waters rise. The water temperature change is great between the surface layer and the bottom layer compared with that of the wintertime, and the stratification is more evident in the vertical direction. The salinity is low in the near shore, high in the offside sea, and the salinity change is small in subsurface layer of the offside sea of the Changjiang mouth and its southern part. The thermocline and halocline form in the Changjiang diluted water area and the subsurface layer of the offside sea of the southern of the Hangzhou Bay. Mixing layer occurs above the thermocline and halocline and characterized by high temperature and low salinity, the temperature and salinity are uniform below the thermocline and halocline and characterized by low temperature and high salinity. With increasing of the latitude, decreasing of the continental slope and the water depth, enhancing-weakening of the coastal upwelling from the south to the north, the thermocline and halocline intensities of the Changjiang diluted water area strengthen gradually from the south to the Changjiang mouth and weaken gradually from the Changjiang mouth to the north, whereas the thermocline and halocline intensities of the subsurface layer of the offside sea weaken gradually from the south to the Changjiang mouth and strengthen gradually from the Changjiang mouth to the north. The thermocline and halocline of the offside sea shift upwards gradually from the south to the north. The halocline of the Changjiang diluted water area thins due to the effect of the coastal upwelling.

Key words East china sea coastal area, Temperature, Salinity, Thermocline, Halocline