

东中国海 HYCOM 模式垂向坐标对比研究

陈晓斌^{1,2}, 周林¹, 陈璇³, 郑崇伟¹, 吴炎成¹

(1. 解放军理工大学 气象海洋学院, 江苏 南京 211101; 2. 92538 部队气象台, 辽宁 大连 116041; 3. 75822 部队, 广东 广州 510510)

摘要: 基于挪威南森环境遥感中心改进的 NERSC-HYCOM 模式, 利用单向嵌套技术与欧洲中心提供的 2008 年 ERA-I 高分辨率强迫场针对东中国海及其邻近海区进行了不同垂向坐标配置的四个敏感性试验。通过分析东中国海区域的温度、盐度、流速的分布和变化, 探讨了 HYCOM 模式中不同垂向坐标设置对东中国海近岸区域的影响以及黑潮流速及路径对不同坐标设置的响应, 期望对 HYCOM 模式更深入的研究提供参考。结果表明: (1) 在东中国海区上层并不适于采用等密度坐标方案, 也就是说应该采用 z 坐标或 σ 坐标用以表征此处混合层的季节性变化特征; (2) 针对东海大陆架区给出了 10 个位置上的模式与浮标观测资料的温、盐平均误差(ME)、均方根差(RMS)及相关系数(R)指标, 发现对于不同区域, 每种试验的适用性都不同; (3) 使用高频资料时, 模拟的流速普遍偏高, 东海黑潮冬夏路径的异同指出了 σ - z -iso 与 z -iso 试验模拟效果较好, 但模拟的日本岛南岸的弯曲流场位置偏南; 而 z -only 试验模拟的日本岛以南的黑潮路径是有所改观的, z 坐标的分辨率对表层的黑潮路径影响很大; σ -only 试验模拟的整个黑潮路径的效果最差。

关键词: 混合坐标; 东中国海; NERSC-HYCOM 模式

中图分类号: P731.21 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2015)07-0060-09

doi: 10.11759/hyxx20130503002

随着研究的深入, 越来越多的学者开始尝试利用混合坐标系克服传统单一坐标系在模拟海洋环流和温、盐分布上的缺陷。目前较为流行的混合坐标大洋模式(hybrid ocean model)为 HYCOM^[1]、NCOM^[2]模式, 其中 HYCOM 采用三坐标混合, 即 z 坐标、 σ 坐标、密度坐标。HYCOM 模式在垂向坐标的设置上具有灵活性, 为此该模式不但能够应用于深海大洋, 更可以利用其做近岸模拟, 国外很多学者已经开始了这个工作。

Winther 等^[3]利用 HYCOM 模式在北海及丹麦的斯卡格拉克海峡进行了近岸垂向坐标敏感性试验, 试验结果表明该模式不但可以用于准确描述深海大洋及海盆尺度的模拟, 而且也可以用于沿海和陆架海区的模拟; Chassignet 等^[4]利用 HYCOM 模式在大西洋区域分别探讨了垂向坐标、参考气压及温压效应对模拟结果的影响, 结果指出 HYCOM 模式坐标选取具有相当的灵活性, 研究的深度不同选用的参考气压不同以及模式中考虑温压效应会有效减小近表层及近底层的气压梯度力误差。朱江、谢基平^[5]在 2012 年利用 HYCOM 模式的 2.1 及 2.2 版本对中国海区进行了敏感性试验, 指出了模拟中国海近岸

及陆架海结构需要准确的风场、全球及局地的高分辨率地形数据, 能够准确刻画出近岸射流与涡旋的高水平分辨率(1~3 km)及包含潮汐过程的大洋模式。

由于东中国海的地形复杂多变^[6], 混合坐标模式能在一定程度上解决这个问题。本文的目的在于探讨 HYCOM 模式中不同垂向坐标设置对东中国海近岸区域的影响以及黑潮流速及路径对不同坐标设置的响应, 期望对 HYCOM 模式更深入的研究提供参考, 为军地海洋建设提供科学依据^[7-8]。

1 模式介绍

1.1 模式简介

NERSC-HYCOM 模式^[9]是由挪威的南森环境遥感中心基于标准版 HYCOM 模式并于 2009 年发布的。在网格选取上, 为了使模拟区域网格加密, 进行

收稿日期: 2013-05-03; 修回日期: 2014-01-03

基金项目: 国家自然科学基金(41106014)

作者简介: 陈晓斌(1985-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士研究生, 主要从事海气相互作用研究, E-mail: cxbhero@163.com; 周林(1963-), 通信作者, 男, 江苏南京人, 教授, 主要从事海气相互作用研究, E-mail: zhou_lin4458@163.com

了正交投影坐标转换^[10]；模式中的两种边界条件，分别是牛顿张弛边界条件和开边界条件。在海绵边界带(即有一定宽度的缓冲带，以减少侧边界条件的反射)，应用了一个简单的牛顿张弛边界条件；温度、盐度和垂直坐标的压强都随时间步长进行更新。当 HYCOM 采用等密度面坐标时，温度和盐度仅在非等密度面混合层(第一层)进行张弛运算，下面的深层仅对盐度进行张弛运算；当采用混合坐标时，温度和盐度在上面的混合坐标层进行，下面的深层也是仅对盐度进行张弛运算；而压强则是对整个垂直坐标层进行张弛运算。

1.2 模式基本设置

为减少模式边界取值误差对东中国海区模拟结果的影响，本文采用了单向嵌套方案，即将东中国海计算区域(以下称为小区)嵌套于西北太平洋计算区域(以下称为大区)。大区范围 95°E~90°W, 28°S~51°N, 分辨率为 0.5°×0.5°，经向格点 370 个，纬向格点 178 个；小区范围 118°~150°E, 23.5°~44°N, 分辨率为 0.125°，经向格点 256 个，纬向格点 200 个。垂直分层 23 层，最小水深 10 m。地形数据采用 ETOPO5 数据，模式强迫场资料分别采用了 ECWMF 提供的 ERA40 气候态资料与 2008 年的 0.5°分辨率的 ERA-I 高频强迫资料并提供了长江、黄河的流量数据；温盐初始场替换一贯采用的 levitus 资料而改用质量较高的 PHC 资料；四个敏感性试验都采用了 KPP 湍流封闭方案；大小区域模式均采用并行计算方案以提高模式的运行效率。

由于本文研究的是海洋上层的物理过程，因此采用海表参考压强，位势密度值的前5层值小于任何海水的位密，目的是使这5层固定在海表面，确保上混合层的精度^[11]。HYCOM 模式在气候态风场驱动下在大区域稳定积分 10 a 后利用 2008 年高频(0.5°水平分辨率)的 ERA-I 风场等资料继续积分模式 1 a 整，然后利用其模拟结果提供边界条件驱动 HYCOM 模式在小区运行 1 a，最后对小区模拟结果

进行分析讨论。

模式采用了 WOA09 资料、ARGO 及 XBT 资料用于进行模式气候态运行以及高频强迫实验的对比。

2 垂向坐标配置试验方案

2.1 位势密度分析

为便于研究东中国海的垂向坐标设置对模式模拟结果的影响并考虑到 HYCOM 模式是基于等密度坐标模式改进的，为此有必要对该区域的位势密度进行分析。针对 WOA09 气候态的季平均资料进行了位势密度的分析，在 29.5°N 断面(图略)及 123.5°E 断面(图略)中东中国海区密度的铅直向分布是与海水层结相应的，一般是随深度的增加而增大。近岸浅水区位密存在着十分明显的季节性变化，冬季位密大、夏季位密小，其主要是受海温的季节性变化影响；而靠近长江口附近夏季的位密较其他区域更低，这是由于夏季长江口附近的河流入海淡水通量较冬季明显增多引起的。由于东中国海区的水深较浅致使该区混合层的深度浅且位密的变化十分明显，可以认为在东中国海区上层并不适于采用等密度坐标方案来描述混合层的特点，应该采用 z 坐标或 σ 坐标用以准确表征此处混合层的季节性变化特征，为此本文据此进行了如下的敏感性试验。

2.2 垂向坐标设置试验方案参数设计

考虑到模式灵活的垂向坐标设置^[3-4, 12]，并为了比较在高频强迫下不同混合坐标的设置对模式模拟结果的影响，本文建立的四个垂向坐标试验为 z -only(40 层)、 σ -only(40 层)、 σ - z -iso(23 层)以及 z -iso(23 层)，其中对比资料采用 Argo 温盐廓线资料、XBT 温度廓线资料。表 1 为模式的方案设计，对于含有密度坐标的试验，位密的选取为^[13]：0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 23.20, 23.94, 24.64, 25.22, 25.70, 26.11, 26.44, 26.72, 26.95, 27.14, 27.30, 27.44, 27.56, 27.66, 27.74, 27.80, 27.84, 27.87。

表 1 垂向坐标设置试验方案参数设计

Tab.1 Parameter design of testing programs for vertical coordinate setting

试验	$\delta p_{\min}(\text{m})$	$\delta p_{\max}(\text{m})$	f_p	$\delta f_{\min}(\text{m})$	$\delta f_{\max}(\text{m})$	f_s	$N_\sigma(\text{层})$
1	3	450	1.22	3	450	1.22	0
2	3	450	1.22	0.5	75	1.22	40
3	3	450	1.125	0.5	75	1.125	8
4	3	450	1.125	3	450	1.125	0

其中 δp_{\min} , δp_{\max} , f_p 指在深水区中 z 坐标分层的每层最小厚度及最大厚度、比例因子; δf_{\min} , δf_{\max} , f_s 指在浅水区中 z 坐标分层的每层最小厚度及最大厚度、比例因子; N_σ 代表采用 σ 坐标的分层数目。

试验 1: 将模式设计为 z -only 坐标模式。

试验 2: 将模式设计为 σ -only 坐标模式。

试验 3: 将模式设计为 σ - z -iso 坐标混合模式, 考虑到在浅水区域有一个 σ 坐标的过渡。

试验 4: 将模式设计为 z -iso 坐标混合模式。

3 垂向坐标配置对东中国海温盐垂直廓线和表层环流模拟的影响

3.1 温盐廓线与误差分析

东海大陆架区域水深地形十分复杂, 近海部分水深 100 m 左右、陆架区深度 200~300 m, 而日本九州岛以西水深达到 2 000 m 左右, 九州岛以东水深平均达到 5 500 m; 该区海洋水文环境主要受黑潮的影响, 它沿着陆架坡折处的 200~300 m 等深线流动, 首先进入台湾岛以东, 然后在日本九州岛以南流出。

图 1 中, 选取大陆架区域 2008 年 2 月的 5 个 ARGO 观测点(A~E)及 2008 年 8 月的 5 个 XBT 观测点(F~J), 点 A(130.69°E, 28.27°N)、点 B(128.89°E, 24.51°N)、点 C(130.03°E, 27.61°N)、点 D(130.56°E, 25.49°N)、点 E(131.04°E, 25.24°N)、点 F(128.87°E, 29.00°N)、点 G(128.17°E, 29.56°N)、点 H(128.42°E, 29.33°N)、点 I(128.83°E, 30.00°N)、点 J(128.78°E, 29.67°N)。

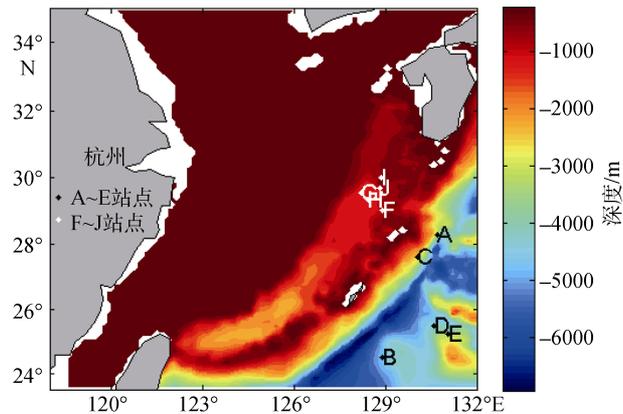


图 1 浮标点分布

Fig. 1 Distribution of buoys points

图2分别绘制了 A~E 5 个站点的 Argo 与 4 个数值试验的温盐垂直廓线的分布图, 这 5 个点所在的区域

深度可达几千米, 可以发现试验 1, 试验 3, 试验 4 与 Argo 温盐廓线的趋势最为接近, 且随着深度的增加, 模拟效果越好。温度方面, 三个试验在 200 m 以上的海洋上层以及 1 000 m 以下的海洋深层的模拟较好, 而在 200~600 m 这个范围与 Argo 温度廓线差异较大, 试验 2 在整个深度范围模拟的温度廓线与 Argo 差异都十分明显; 盐度方面, 试验 1, 试验 3, 试验 4 三个试验基本模拟出了 Argo 盐度廓线的趋势, 但是 500 m 以上区域并没准确刻画出 Argo 观测的结果, 存在 0.3 左右的负偏差, 即模拟值低于观测值, 试验 2 模拟的盐度廓线则根本无法体现 Argo 盐度廓线的趋势。

为了评估 NERSC-HYCOM 模式中四个试验模拟温盐场的效果, 表 2 计算了站点 A~E 四个试验相对于 Argo 温盐廓线资料的平均误差(ME)、均方根差(RMS)、相关系数(R), 表中的 T, S 分别表示温度和盐度。结果指出: 在陆架地区的深水区, 可以得出试验 3 (23 层混合坐标试验) 与试验 1 (40 层 z -only 试验) 刻画的温盐场差异不大, 都能够比较好地反应实测的温盐场信息。

图 3 绘制了集中在东海陆架及陆架坡处 5 个点的 XBT 观测的温度廓线(盐度观测资料缺失)与试验 1~试验 4 的模拟的温度廓线。由于陆架区地形崎岖复杂, 温度廓线的分布并不平滑, 0~500 m 范围内四个试验方案模拟的温度都与 XBT 资料存在一定的偏差^[14-15]。同前述深水区 A~E 五个观测点的分析相似, 通过表 3 的数据分析, 可以发现试验 3 还是能够较好地拟合陆架区的温度趋势。试验 2 模拟的温度场比较平滑而且与 XBT 资料差异最大。这也说明在陆架及陆架坡这些地形较为复杂的地区 HYCOM 模式的三重混合坐标模拟能力的优越性得到了很好的体现; 试验 4 的效果总体不如试验 3 这也恰恰解释了 HYCOM 模式在地形复杂陆架坡处引用 σ 坐标混合的合理性; 40 层的 σ -only 坐标试验与 XBT 资料存在较大差异, 则体现了单一的 σ 坐标用于海温计算, 在地形比较陡峭的陆架过渡区、地形陡峭的陆架坡有很多缺点(最大的缺点是斜压梯度力的计算误差)^[16]。

3.2 东海黑潮表面流场分析

黑潮作为世界上最强的西边界流之一, 在日本南部流速最大可达 1.5~2.0 m/s, 黑潮也能发生大弯曲^[17-18]。图 4 给出了 2008 年以 CORA 资料表征的研究海域的冬季(以 2 月为代表)、夏季(以 8 月为代表)的表层流场。图中显示冬夏两季黑潮流十分明显, 在

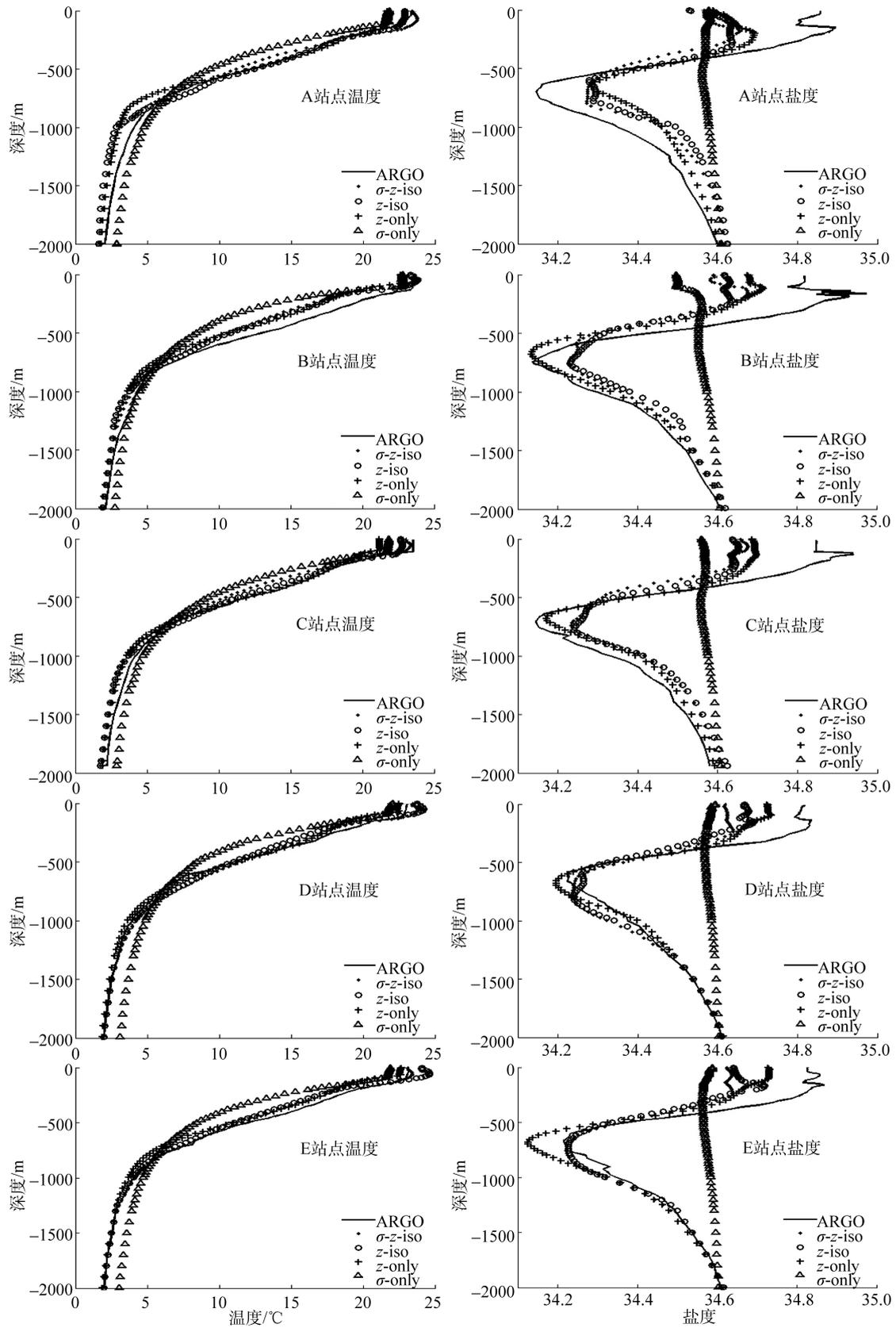


图2 5个站点观测的温盐垂直廓线与对应的数值模拟结果对比
 Fig. 2 Profile of thermohaline between Argo and Model for five points

表 2 模拟陆架地区深水区温度、盐度精度检验

Tab. 2 Precision of simulation temperature and salinity between Argo and Model in the deep water area of the continental shelf

站点	试验	T_{ME}	T_{RMS}	T_R	S_{ME}	S_{RMS}	S_R
A	1	-0.6150	0.9539	0.9957	-0.0208	0.1435	0.9565
	2	-1.0278	1.8130	0.9882	0.0322	0.2593	0.2025
	3	-0.1937	0.7996	0.9970	-0.0596	0.1618	0.9065
	4	-0.0552	0.5944	0.9974	-0.0367	0.1563	0.9090
B	1	-1.5469	1.7709	0.9960	-0.0846	0.1240	0.9608
	2	-2.1755	3.1628	0.9598	0.0036	0.2828	-0.4436
	3	-0.1937	1.7631	0.9890	-0.0885	0.1586	0.9356
	4	-0.0552	1.5625	0.9923	-0.0802	0.1563	0.9319
C	1	-0.7744	1.1225	0.9969	-0.0487	0.1075	0.9792
	2	-1.1778	1.8979	0.9875	0.0240	0.2698	0.0577
	3	-0.7350	1.0043	0.9961	-0.0680	0.1488	0.9380
	4	-0.4068	0.6176	0.9983	-0.0587	0.1429	0.9543
D	1	-0.4204	0.8549	0.9970	-0.0454	0.0722	0.9798
	2	-1.0597	2.0781	0.9804	0.0361	0.2279	0.1465
	3	0.2518	0.7091	0.9963	-0.0784	0.1166	0.9647
	4	-0.0608	0.9044	0.9933	-0.0681	0.0996	0.9751
E	1	-0.9965	1.2098	0.9970	-0.0828	0.0965	0.9820
	2	-1.6195	2.5214	0.9742	0.0196	0.2415	-0.0955
	3	-0.3085	0.6089	0.9978	0.0906	0.1293	0.9699
	4	-0.3619	0.9566	0.9935	-0.0830	0.1152	0.9737

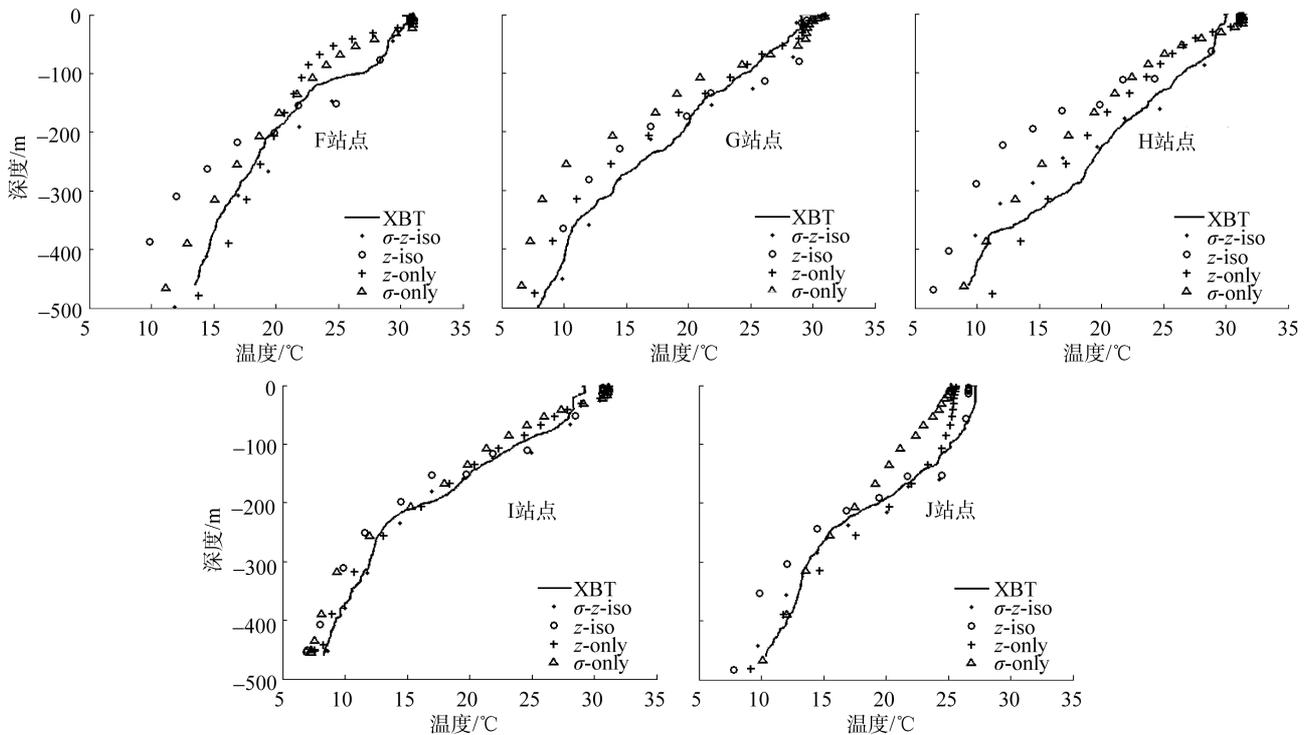


图 3 5 个站点上的 XBT- MODEL 温度廓线

Fig. 3 Profile of temperature between XBT and Model for five points

表 3 模拟陆架地区地形复杂区温度精度检验

Tab. 3 Precision of simulation temperature between XBT and Model in the complex terrain area of the continental shelf

站点	试验	ME	RMS	R
F	1	-1.1577	2.1031	0.9182
	2	-0.9901	1.4706	0.9736
	3	0.7424	0.6920	0.9935
	4	-0.8623	1.7424	0.9748
G	1	-0.3088	1.0525	0.9946
	2	-1.1496	2.4756	0.9808
	3	0.6838	0.9715	0.9924
	4	-0.1327	1.4422	0.9820
H	1	-0.7243	1.6808	0.9484
	2	-1.4395	2.2691	0.9526
	3	-0.4246	1.3299	0.9883
	4	-2.8530	3.3795	0.9527
I	1	0.0410	1.1780	0.9941
	2	-0.4570	1.5771	0.9902
	3	0.5005	0.9727	0.9973
	4	-0.7452	1.5542	0.9958
J	1	-0.6370	1.2241	0.9841
	2	-2.1216	2.1081	0.9838
	3	-0.4595	1.1435	0.9698
	4	-0.7450	0.9721	0.9883

亲潮处可以看到多个中尺度涡。夏季最大流速可达 1.6470 m/s, 冬季最大流速可达 1.0514 m/s; 冬夏两季可以看到显著的对马暖流, 夏季流速强于冬季。

图 5 为试验 1~试验 4 模拟的东太平洋海域表层流场。图中可以看出试验 3 与试验 4 在 132°~135°E 之间模拟出了非常清晰的黑潮“大弯曲”路径, 黑潮流轴在 30°N 附近东转, 并沿着日本岛南岸及东南岸向东北方向流动, 在 (40°N, 142°E) 形成了黑潮的延

伸体, 与 CORA 资料冬夏季流场相比, 整个黑潮路径的趋势及日本岛以南的反气旋涡模拟较好, 但是可以看到两个试验模拟的黑潮主轴偏南, 两个试验流速最大值偏高, 尤其日本东北部的涡旋强度较强, 且涡旋路径模拟的偏北; 试验 1 模拟的黑潮主轴位置与 CORA 资料较为接近, 和试验 3、试验 4 相比, 试验 1 对日本岛以南黑潮的模拟路径有所改善。试验 2 模拟的黑潮路径偏差最大, 效果最差。虽然模拟黑潮路径受模式的水平分辨率的影响较大^[19], 本文认为在水平分辨率相同的情况下 z 坐标的垂直分辨率对表层的黑潮路径影响也很大, 即通过增加上混合层内 z 坐标的分层可以使黑潮路径的模拟达到更好的效果。

4 结论

本文利用 NERSC-HYCOM 模式, 选取了 z -iso, σ - z -iso, z -only 及 σ -only 四个不同垂向坐标结构, 采用单向嵌套方式, 对东中国海区进行数值模拟研究, 结论如下。

1) 东中国海区上层并不适于采用等密度坐标方案, 应采用 z 坐标或 σ 坐标以表征此处混合层的季节性变化特征。

2) 数值模拟结果与 Argo 温盐廓线、XBT 温度廓线对比分析发现, 对于温度场而言, 试验 3、试验 4 和试验 1 与 Argo 温度廓线、XBT 温度廓线的趋势最为接近, 且随着深度的增加, 模拟效果越好; 对于盐度场, 四个试验在表层区域的盐度都低于 Argo 资料且存在较大的偏差, 但是试验 3、试验 4 和试验 1 则能够很好吻合实际的盐度分布态势。在所选取的 10 个观测点中, 试验 2 的结果与实测资料偏差最大, 效果最差。

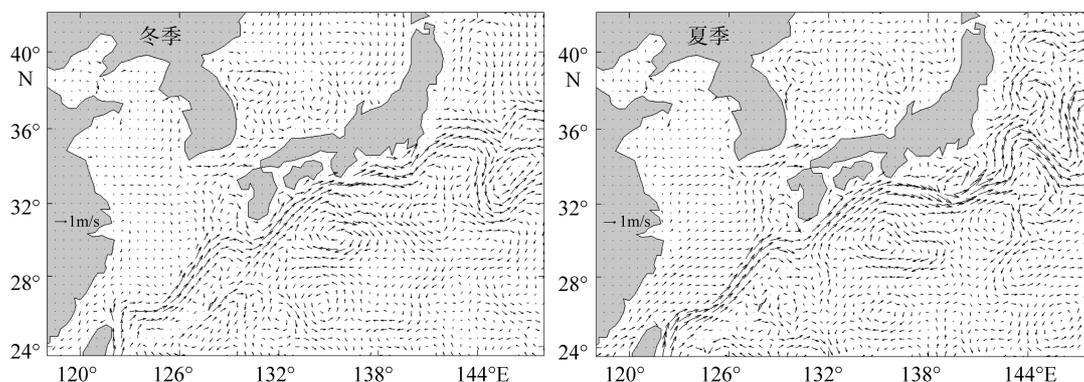


图 4 源于 CORA 资料的表层流场
Fig. 4 Surface flow field from CORA data

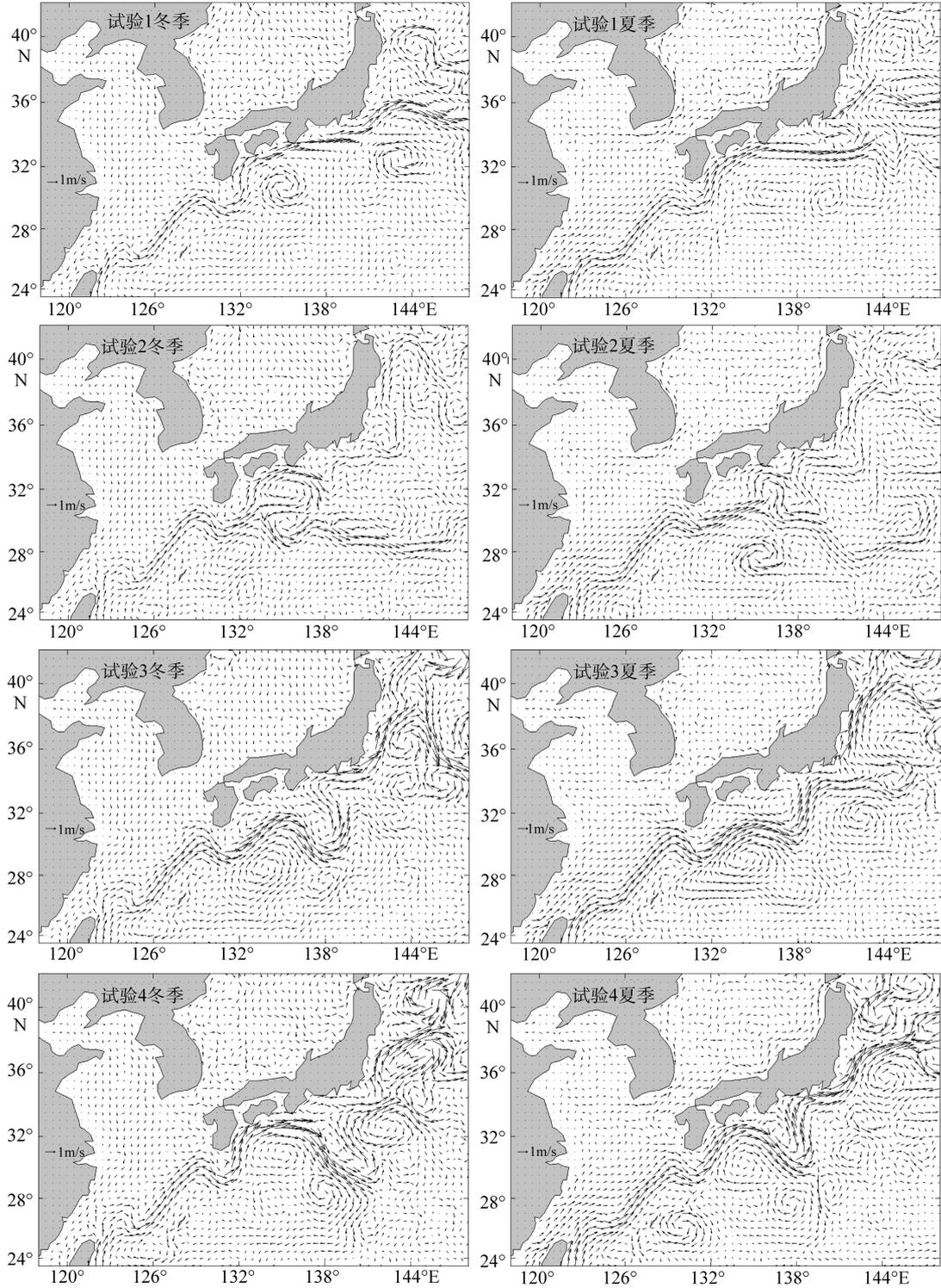


图5 试验1~试验4模拟的东中国海区域表层流场
Fig. 5 Surface flow field from four tests in the East China Sea

3) 对黑潮及周边流场的模拟结果表明: 试验 1 模拟的黑潮主轴位置与 CORA 资料最为接近; 试验 2 模拟的黑潮路径偏差最大, 效果最差; 试验 3 与试验 4 对整个黑潮路径的趋势及日本岛以南的反气旋

涡模拟相对较好, 但是模拟的黑潮主轴偏南, 流速最大值普遍偏高, 尤其日本东北部的涡旋强度较强。

4) NERSC-HYCOM 模式可以模拟东中国海水深地形崎岖复杂海域的温盐垂直分布和表层流场。

本文采用密度坐标的混合坐标实验方案模拟的黑潮流系有待改进,提高上混合层 z 坐标分辨率的方式可能会使黑潮的流场模拟更为合理。

参考文献:

- [1] 郑沛楠.常用海洋数值模式简介[J].海洋预报, 2008, 25(4): 108-120.
- [2] 郑沛楠.黑潮对日本海边界环流的影响[D].青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [3] Nina G, Winther G E. A Hybrid Coordinate Ocean Model for shelf sea simulation[J].Ocean Modelling, 2006, 1: 221-237.
- [4] Chassignet E P, Smith L T, Halliwell G R, et al. North Atlantic simulation with the Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM): Impact of the vertical coordinate choice, reference density, and the Rmobaricity[J]. Phys Oceanogr, 2003, 33: 2504-2526.
- [5] Jiang Z, Xie J P. Modelling and data assimilation in Marginal Seas around China[OE/BL].[2013-03-17]. <http://www.godae.org/...TT.../2.9-Zhu-Jiang-2012-Miami.pdf>.
- [6] 陈敏, 侯一筠, 赵保仁.冬季东中国海环流中的中尺度涡数值模拟[J].海洋科学, 2003, 27(1): 53-60.
- [7] 郑崇伟, 游小宝, 潘静, 等.钓鱼岛、黄岩岛海域风能及波浪能开发环境分析[J].海洋预报, 2014, 31(1): 49-57.
- [8] 郑崇伟, 潘静, 黄刚.利用 WW3 模式实现中国海击水概率数值预报[J].北京航空航天大学学报, 2014, 40(3): 314-320.
- [9] Francois K. NERSC-HYCOM 2.2[OE/BL]. [2013-03-17]. <https://svn.nersc.no/hycom>.
- [10] 于庆龙, 王辉, 万莉颖.南海海表温度时空分布特征的数值模拟[J].海洋预报, 2010, 27(4): 59-66.
- [11] George R H. Evaluation of vertical coordinate and vertical mixing algorithms in the Hybrid—Coordinate Ocean[J]. Ocean Modelling, 2004, 7: 285-322.
- [12] 王骥鹏, 闻斌, 耿再兴, 等.混合坐标大洋环流模式 Hycom 的坐标选取与参数化设置敏感性试验[J].海洋预报, 2008, 25(3): 93-102.
- [13] 白志鹏, 高松, 王海棠. HYCOM 模式对东海黑潮的气候态模拟[J]. 海洋通报, 2010, 29(2): 121-129.
- [14] Thacker W C, Esenkov O E. Assimilating XBT data into HYCOM [J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2002, 19: 709-724.
- [15] Thacker W C, Lee S K, Halliwell G R. Assimilating 20 years of Atlantic XBT data into HYCOM: a first look[J]. Ocean Modeling, 2004, 7: 183-210.
- [16] 冯兴如, 杨德周, 尹宝树. FVCOM 在龙口海域潮汐潮流模拟中的应用研究[J].海洋科学, 2012, 36(4): 107-112.
- [17] 许雪峰, 羊天柱, 孙志林, 等. 杭州湾南岸浅滩的漫滩潮流数值模拟[J].海洋科学, 2010, 34(6): 94-99.
- [18] 刘增宏. Argos 漂流浮标的若干观测结果[J].热带海洋学报, 2005, 24(1): 67-76.
- [19] Guo X Y. A triply nested Ocean Model for simulating the Kuroshio—Roles of horizontal resolution on JEBAR[J]. Journal of Physical Oceanography, 2003, 33: 146-169.

A comparative study of HYCOM vertical coordinate in the East China Sea

CHEN Xiao-bin^{1,2}, ZHOU Lin¹, CHEN Xuan³, ZHENG Chong-wei¹, WU Yan-cheng¹

(1. College of Meteorology and Oceanography, People's Liberation Army University of Science and Technology, Nanjing 211101, China; 2. Meteorological Unit, No.92538 of People's Liberation Army, Dalian 116041, China; 3.No.75822 of People's Liberation Army, Guangzhou 510510, China)

Received: May, 3, 2013

Key words: mixed coordinates; the East China Sea; NERSC-HYCOM model

Abstract: Based on Norway Nansen environment remote sensing center improved NERSC-HYCOM model using unidirectional double nested technology and 2008 ERA-I high frequency force field, four sensitivity tests were made in the East China Sea area. The purpose of this paper is to study the impact of HYCOM patterns in different vertical coordinate settings on nearshore area of the East China Sea, and the influence of the Kuroshio flow velocity and path for the response of different coordinate settings. It is expected to provide the reference of further research on HYCOM mode through the analysis of surface temperature, salinity, and distribution and variation of flow field. The results indicate that: (1) the upper layer of the East China Sea is not suitable for density coordinate, which means it should use z coordinates or σ coordinates to characterize the seasonal variation of the mixed layer here; (2) in the continental shelf area of the East China Sea, the average error (ME), the root mean square differences (RMS) and correlation coefficient (R) indicators of temperature and salt between ARGO and tests are given for 10 buoy point and finally found that the applicability of each test is different in different regions; (3) when using high-frequency data, the simulated flow rate is generally high, differences in the path and maximum flow rate of four tests in summer and winter point that σ - z -iso and z -iso tests have better simulations, but position of the simulated Big Bend area of the Kuroshio is southerly, and for the z -only test, the path of the Kuroshio in south of the Japan Island has changed. It can concluded that the z coordinate resolution has an important impact on the surface of the Kuroshio path. Finally, for the σ -only test, there is the worst simulation of the entire Kuroshio path.

(本文编辑: 刘珊珊)