

阮海林,杨燕明,牛富强,等. 基于 Argo 数据的吕宋海峡东部海域的会聚区特征分析[J]. 海洋学报,2015,37(7): 78–84,doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2015.07.008
Ruan Hailin, Yang Yanming, Niu Fuqiang, et al. Analysis the characteristics of convergence zone in the east of Luzon Strait based on Argo data[J]. Haiyang Xuebao, 2015, 37(7): 78–84, doi:10.3969/j.issn.0253-4193.2015.07.008

基于 Argo 数据的吕宋海峡东部海域的会聚区特征分析

阮海林¹, 杨燕明^{1*}, 牛富强¹, 文洪涛¹

(1. 国家海洋局 第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

摘要: 利用 2010–2013 年的 Argo 浮标观测资料, 对吕宋海峡东部海域(19°~23°N, 123~127°E)的会聚区特征进行综合分析。研究结果如下: (1) 吕宋海峡东部海域 4 个季节表面的声速从大至小依次为夏季、秋季、春季和冬季, 夏季最大为 1 543.5 m/s, 冬季最小为 1 533.4 m/s; 混合层深度从大到小依次为冬季、秋季、春季和夏季; (2) 采用 WOA13 气候态数据对声速剖面进行深海延拓, 获得全海深的声速剖面, 分析 4 个季节的声道特征。声道轴深度和声速较为稳定, 声道轴深度在 1 000~1 040 m 之间, 声道轴处的声速为 1 482 m/s, 4 个季节的平均声道厚度都超过 4 500 m, 利于会聚区形成; (3) 研究区较易发生会聚现象, 发生会聚现象概率高于 50% 的占 70.6%; 会聚现象的发生概率季节变化明显, 春季、冬季极易发生声场的会聚现象, 夏季最小; (4) 运用 RAMGeo 声场模型对研究区 4 个季节的声传播损失进行仿真, 分析会聚区的季节变化特征。当声源深度 100 m, 接收深度 10 m 时, 第一会聚区, 离声源的距离在 61~64 km 左右, 夏季离声源最近, 春、冬季较远; 会聚区宽度上, 夏季最宽为 10 km, 春季最窄为 4.6 km; 会聚区增益分布特点与会聚区宽度刚好相反, 春季最大为 14.6 dB, 夏季最小为 8.5 dB。

关键词: 吕宋海峡; 东部海域; 会聚区; 声速剖面; 季节变化

中图分类号: P733.2

文献标志码: A

文章编号: 0253-4193(2015)07-0078-07

1 引言

会聚现象是深海中特有的声传播特征, 当声源和接收器位于声道内, 向外发出的声波会多次折回海面, 形成高强度低失真度的环带状区域, 称为会聚区^[1]。利用会聚区现象可实现水下目标远程探测和定位、水下通讯、导航等, 开展会聚区特征研究, 对海洋学研究、水声设备研制和军事等方面都有重大的意义^[2]。

传统上采用单点船测的声速剖面, 开展深海会聚

区研究, 数据获取不仅耗时费力, 而且数据的实时性、同步性和时空连续性差。利用 Argo 计划(全球海洋实时观测网)提供的浮标温度、盐度、压力等资料^[3], 获得全时空的海洋声速场, 可对会聚区进行全面研究。

本文选取吕宋海峡东部海域作为研究区, 范围为 19°~23°N, 123°~127°E, 如图 1 所示。该海域位于菲律宾海盆西部, 西临台湾岛、吕宋海峡和菲律宾群岛, 是一个经济、军事和政治价值极高的海区; 该海域属副热带海洋性气候, 冬季盛行东北季风, 夏季盛行西

收稿日期: 2014-10-08; 修订日期: 2015-03-15。

基金项目: 国家海洋局第三海洋研究所基本科研业务费专项资助项目(海三科 2011008, 海三科 2014018)。

作者简介: 阮海林(1985—), 男, 福建省仙游县人, 助理研究员, 从事海洋遥感研究。E-mail: ruanhailin@tio.org.cn

* 通信作者: 杨燕明(1966—), 研究员, 从事海洋声学研究。E-mail: yangyanming@tio.org.cn

南季风;黑潮常年影响该海区,夏季台风频发,造成该海域具有特殊的海洋水文气象特征;该海域水深大都在 5 000 m 以上,利于产生声场会聚现象,所以选择该海域进行会聚区特征研究有重要的意义。

会聚区作为深海远程声道中的一个特殊现象,诸多学者对其进行了广泛的研究。Hale 较早海上实验中观察到深海会聚现象^[1],其他研究学者也通过实验观测和理论分析验证了深海会聚区的存在,并分析了会聚区的特征^[4-9]。会聚区的形成及特性与海洋环境密切相关,有学者分析了不同声速垂直结构类型、海洋锋、海洋中尺度涡等环境影响下的会聚区特征的变化^[10-12],也有学者利用会聚区特征确定声源的位置等参数^[13-14]。综上,对会聚区的研究较多,但对一个海域的会聚区的发生概率、季节变化等综合研究还较少,本文利用 Argo 数据对吕宋海峡东部海域开展会聚区的综合研究,包括声道特征、会聚区出现概率、会聚区特征的季节变化等。

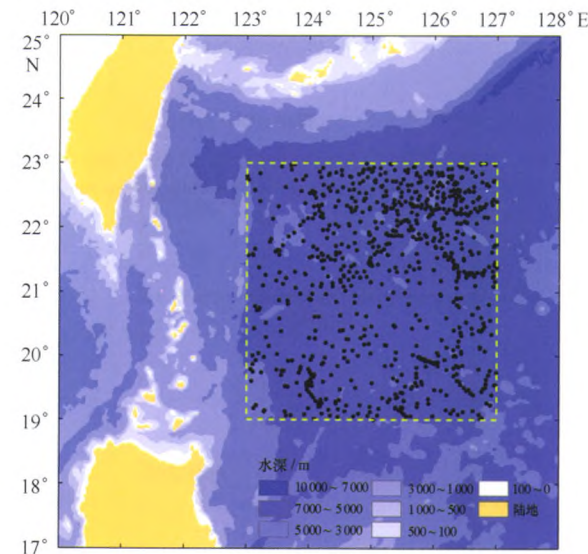


图 1 吕宋海峡东部海域及 Argo 剖面资料分布
Fig. 1 The east of Luzon strait and the distribution of argo profiles

2 资料来源与方法

2.1 资料

本研究所用的 Argo 资料是由中国 Argo 实时资料中心提供的研究区 2010 年 1 月至 2013 年 12 月的数据产品。期间有 42 个 Argo 浮标在研究区进行温盐剖面观测,共获取 825 条剖面数据,如图 1 所示,蓝线框中一个黑点代表一条温、盐剖面数据。Argo 的

剖面浮标观测精度:压力(深度) $\pm 5 \times 10^4$ Pa,温度 $\pm 0.005^\circ\text{C}$ 和盐度 ± 0.01 ^[15]。在海洋中,温度每增高 1°C ,声速增加 5 m/s;盐度每增加 1,声速增加 1.14 m/s;深度每增加 100 m,声速增加 1.75 m/s^[16]。因此,Argo 的温度、盐度、深度观测误差对声速值的影响分别为:0.025 m/s、0.011 4 m/s、0.087 5 m/s,综合这 3 项的声速转换误差为 0.09 m/s,满足声场分析需要的声速精度。

由于 Argo 浮标最多观测到 2 000 m 深度,难以全面描述研究区声道特征及满足会聚区声场预报需要的声速剖面。据此,我们采用美国国家海洋资料中心(NODC)提供最新的 WOA13 气候态数据^[17]对 Argo 获得的声速剖面进行深海方向上的延拓。WOA13 是根据 1955—2012 年的历史观测数据经 Levitus 客观分析方法得到的数据集,其中季平均和年平均的温、盐剖面资料空间分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$,观测深度为 0~5 500 m,分为 102 层。

研究区的地形数据采用美国国家大气海洋局(NOAA)提供的 ETOPO-1 高分辨率海深资料,分辨率为 $1'$ 。

2.2 方法

首先,对研究区 Argo 资料获得的经质控后的温、盐剖面数据集,采用联合国教科文组织(UNESCO)推荐的 Chen&Millero 声速经验算法^[18]提取声速剖面,通过 Akima 插值法^[19]对声速剖面进行垂向插值,获得间隔为 2 m 的标准层化的声速剖面,分析 4 个季节的声速剖面特征。

其次,对研究区的声速剖面采用 WOA13 气候态数据进行深海方向上的延拓。当 Argo 浮标所在的水深超过 5 500 m 时,5 500 m 以深部分,假设温度、盐度不变,只是压力增加,通过海水声速公式获得全海深的声速剖面。统计分析 4 个季节的声道特征,分析研究区会聚现象出现的概率。

最后,采用基于抛物方程的 RAMGeo 声场预报模型^[20]对研究区进行声传播损失仿真,提取研究区 4 个季节的会聚区距离、宽度和增益等特征量,分析季节变化。RAMGeo 模型对环境适应能力强,计算精度比射线模型高,与耦合简正波相比又有计算速度快等优势^[21],适合分析研究区声场特征,特别是会聚区的特征。

3 声速剖面季节变化特征

本文将一年划分成春(3—5 月)、夏(6—8 月)、秋

(9—11 月)、冬(12—2 月)四季,对研究区经过 Akima 插值的声速剖面进行季节内平均,获得 4 个季节的平均声速剖面(图 2)。从图中可见,研究区的声速剖面为典型的深海声速垂直结构^[22],可分为 3 层:混合层、跃变层和深海等温层。混合层,主要受海面的冷热交换和风浪的搅拌作用,水温在海表面以下一定深度内保持稳定,层中声速因深度增大呈现弱的正梯度结构,该层受季节变化最显著。在混合层以下,随着深度增加,海水温度急剧降低,对应的声速剖面上,出现一个负梯度的声速层,该层为跃变层。随着水深继续增大,到一定深度上温盐基本不变,形成深海等温层,该层由于深度增加,声速表现为正梯度,深海等温层受季节影响最小。跃变层和深海等温层中间的声速最小值处为声道轴。

由图 2 可知,吕宋海峡东部海域 4 个季节表面的平均声速大小依次为夏季、秋季、春季和冬季,夏季最大为 1 543.5 m/s,冬季最小为 1 533.4 m/s,两者相差 10 m/s。从 4 个季节平均声速剖面获得的混合层深度从大至小依次为冬季、秋季、春季和夏季,冬季达到 50 m,夏季为 4 m;跃变层,4 个季节变化趋势一致,在 1 000 m 深度附近 4 个季节的声速均达到最小,说明声道轴位置随季节变化较小,4 个季节的声道轴声速约为 1 482 m/s;在深海等温层,从一定深度开始,4 个季节的平均声速基本一样。

4 声道特征及会聚区出现概率

4.1 声道特征

采用 WOA13 气候态数据对研究区 Argo 资料获得的所有温盐剖面进行深海方向的延拓。延拓方法是采用 WOA13 季节平均的温盐网格数据,根据季节划分和空间最近原则,对所有的温盐剖面数据进行深海方向上的延拓,当 Argo 浮标所在的水深超过 5 500 m 时,5 500 m 以深部分假设温度、盐度不变,只是压力增加,获得全海深的温盐剖面。最后采用 Chen&Millero 算法,把所有经延拓后的温盐剖面数据转为声速剖面。

计算所有经延拓后的声速剖面的声道特征量,包括声道轴深度、声道轴的声速、声道厚度、深度余量。声道轴的声速是整条声速剖面中声速的最小值;声道轴声速对应的深度位置就是声道轴;声道厚度是表面声速最大值处和深海中与表面声速最大值相等的声速所在的位置之间的水层深度;深度余量是声道厚度层以下到海底之间的水层厚度,声道特

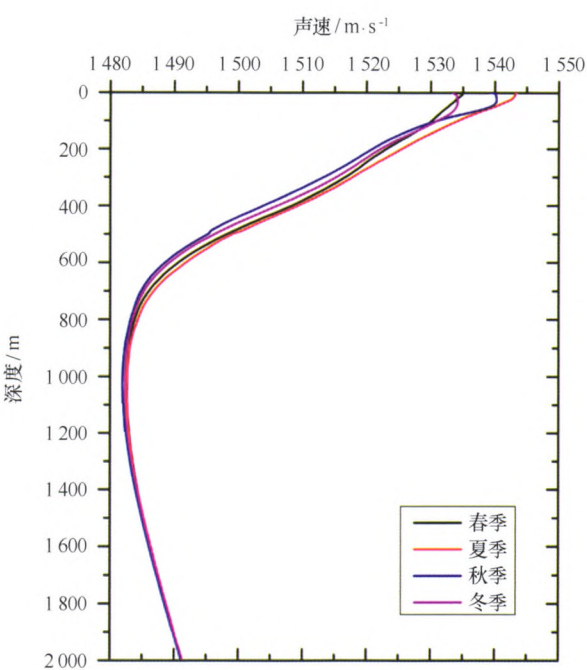


图 2 吕宋海峡东部海域 4 个季节的平均声速剖面
Fig. 2 The mean sound-speed profile of the four seasons in the east of Luzon Strait

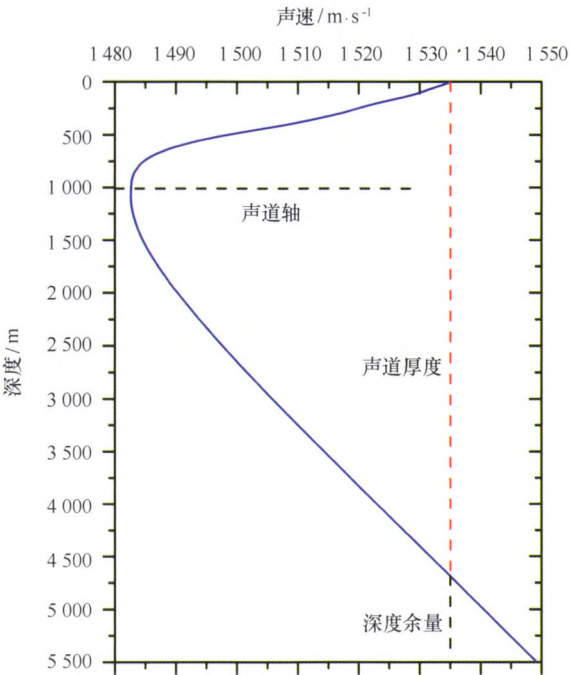


图 3 声道特征量示意图
Fig. 3 The instruction chart of the features in sound channel

征量示意图如图 3 所示。

按季节进行统计分析,获得各季节的声道特征量的平均值,如表 1 所示。由表 1 可见,声道轴深度变

化不大,约在1 000~1 040 m之间,夏季最大,春季、冬季最小;4个季节的声道轴处的声速基本相同,约为1 482 m/s;4个季节的平均声道厚度都超过4 500 m,利于深海会聚区形成。

表1 各季节声道特征量的平均值
Tab.1 The features of sound channel in the four seasons

季节	声道轴深度/m	声道轴声速/m·s ⁻¹	声道厚度/m
春季	1 010	1 482.3	4 683
夏季	1 041	1 482.3	5 090
秋季	1 029	1 481.7	4 924
冬季	1 007	1 482.0	4 577

4.2 会聚区出现概率

形成会聚区的条件是声源和接收器两者都必须都置于声道内,并且海水的深度必须足够大,即满足一定的深度余量(海底深度与折回声线最小深度之差),以便声线在水下发生折射、反转而返回海面形成会聚区;当深度较小时,声线会被海底吸收和反射,抑制了会聚区的发生。深度余量可通过声速剖面结构计算获得,会聚区能否发生主要看海区的深度余量是否大于或等于最小深度余量,会聚区的发生情况随深度余量的变化而变化。Hanrahan给出了平均深度余量与会聚区发生概率的关系^[23],绘出关系曲线图(图4)。

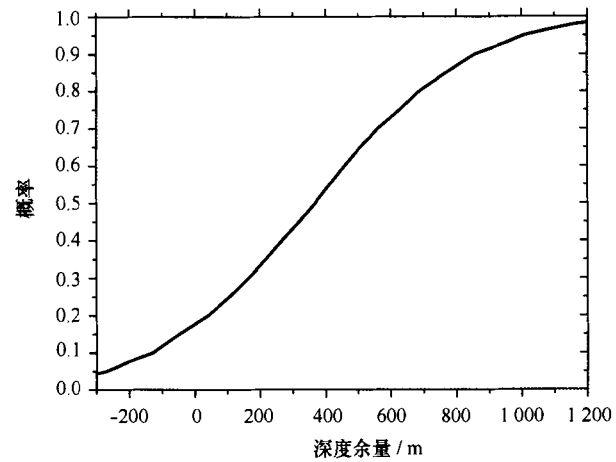


图4 会聚区发生概率与深度余量的关系曲线
Fig.4 The relation between probability of occurrence convergence zone and depth-excess

本文计算了研究区经深海延拓后每条声速剖面的深度余量,根据图4深度余量与会聚区发生概率的关系曲线,获得研究区发生声场会聚现象的概率

分布,并按季节分别统计,结果如表2所示,从表可知,研究区发生会聚现象的概率高于50%的占70.6%,会聚现象的发生概率分布季节变化较为明显,四季发生声场会聚现象高于50%的概率占比分别为90.5%、47.7%、65.0%、85.7%,说明春季、冬季极易发生声场的会聚现象,秋季次之,夏季概率最小。

表2 研究区会聚区发生概率分布
Tab.2 The distribution of convergence zone occurrence probability

概率	$P<50\%$	$P\geq 50\%$	
		$50\%\leq P\leq 75\%$	$P>75\%$
总	29.4%	23.1%	47.5%
春季	9.5%	15.5%	75.0%
夏季	52.3%	25.9%	21.8%
秋季	35.0%	32.0%	33.0%
冬季	14.3%	15.0%	70.7%

5 会聚区特征季节变化

采用WOA13气候态数据集对研究区春、夏、秋、冬4个季节的平均声速剖面进行深海方向上的声速延拓,延拓到研究区的平均深度5 500 m,把4个季节的声速剖面分别输入RAMGeo模型中进行声场传播损失仿真试验,获取会聚区特征量。模式采用的参数如下:声源频率100 Hz,声源深度100 m,海水密度1 024 kg/m³,海底声速1 520 m/s,海底吸收系数1.17 dB/λ,传播距离200 km。

图5给出了春季平均声速剖面及RAMGeo模型预报的声传播损失图,从图中可见在200 km传播范围内,有3个明显的声场会聚区。根据仿真结果,提取接收深度10 m时的传播损失,图6为春季10 m接收深度的声传播损失曲线,提取会聚区的距离、宽度和增益3个特征量。获得4个季节当接收深度为10 m时的前3个会聚区的特征量,如表3所示。从表3可知,第一会聚区,离声源的距离在61~64 km左右,秋季离声源最近,春、冬季较远;会聚区宽度上夏季最宽为10 km,春季最窄为4.6 km;会聚区增益分布特点与会聚区宽度刚好相反,春季最大为14.6 dB,夏季最小为8.5 dB,季节变化较为明显。第二、第三会聚区的距离4个季节较为接近,宽度和增益的季节变化与第一会聚区一致,春季和冬季的会聚区增益明显比夏季和秋季强。

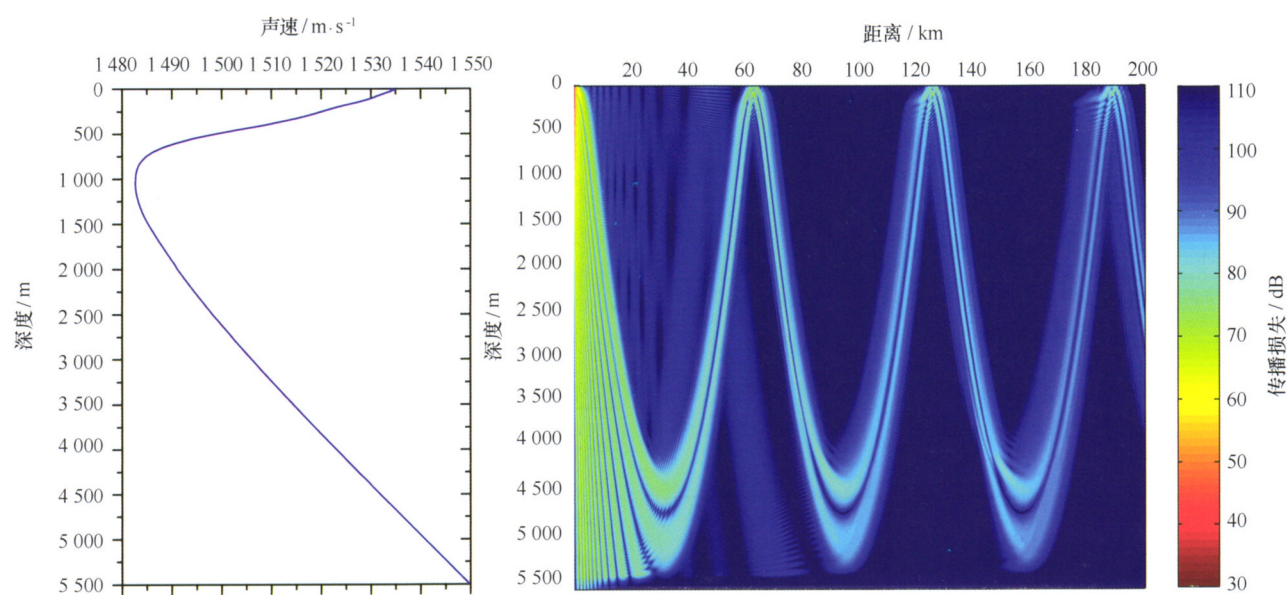


图 5 春季声速剖面及传播损失图
Fig. 5 The sound-speed profile and sound propagation loss in spring

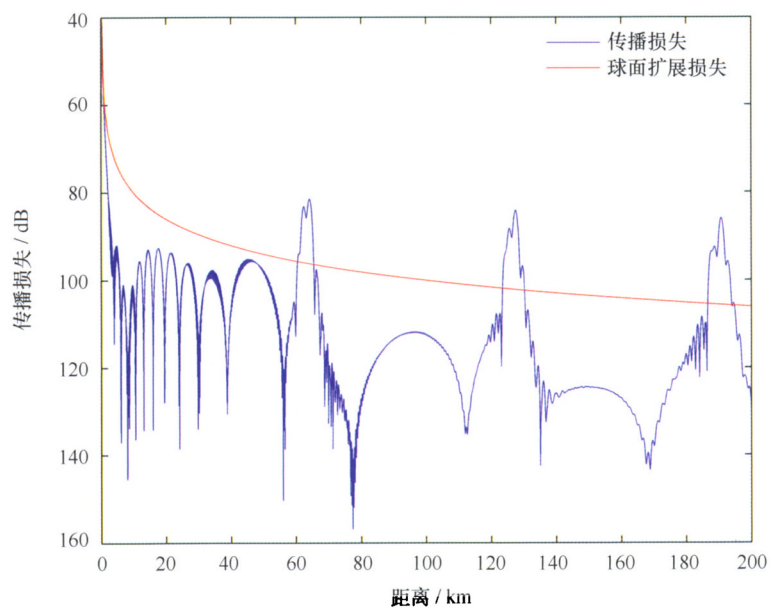


图 6 春季 10 m 接收深度的传播损失曲线
Fig. 6 The sound propagation loss in spring when the receiver depth is 10 m

表 3 4 个季节会聚区的特征
Tab. 3 The features of convergence zone in the four seasons

季节	第一会聚区			第二会聚区			第三会聚区		
	距离/km	宽度/km	增益/dB	距离/km	宽度/km	增益/dB	距离/km	宽度/km	增益/dB
春季	63.7	4.6	14.6	126.6	6.4	17.9	189.5	6.8	19.8
夏季	62.4	10.0	8.5	125.9	9.2	10.4	189.6	10.5	11.0
秋季	61.7	8.5	10.5	124.8	11.4	10.9	191.4	13.5	11.3
冬季	63.8	5.2	14.2	126.9	7.2	17.0	189.9	10.0	18.8

6 结论

本文利用 2010—2013 年的 Argo 浮标观测资料对吕宋海峡东部海域的会聚区特征进行综合研究,得到如下结论:

(1)吕宋海峡东部海域 4 个季节表面的声速从大至小依次为夏季、秋季、春季和冬季;4 个季节的混合层深度从大至小依次为冬季、秋季、春季和夏季。

(2)采用 WOA13 气候态数据对 Argo 温盐剖面进行深海延拓,获得全海深的声速剖面,分析 4 个季节的声道特征。研究区声道轴深度和声速较为稳定,声道轴深度在 1 000~1 040 m 之间,声道轴处的声速为 1 482 m/s,4 个季节的平均声道厚度都超过 4 500 m,利于会聚区形成。

(3)吕宋海峡东部海域易发生会聚区现象,发生深海会聚现象概率的季节变化很明显,春季、冬季发生会聚现象概率高于 50% 的占比分别为 90.5%、85.7%,秋季、夏季的占比分别为 65.0%、47.7%。

(4)当声源深度 100 m,接收深度 10 m 时,吕宋海峡东部海域第一会聚区,离声源的距离,秋季离声源最近,春季、冬季较远;会聚区宽度,夏季最宽,春季最窄;会聚区增益分布特点与会聚区宽度刚好相反,春季最大,夏季最小,故进行目标探测定位时可利用的会聚区探测区域夏季最大,春季最小,探测强度则刚好相反。第二、第三会聚区的距离 4 个季节较为接近,宽度和增益的季节变化特征与第一会聚区一致,春季和冬季的增益明显强于夏季和秋季。

参考文献:

- [1] Hale F E. Long range sound propagation in the deep ocean[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1961, 33(4): 456—464.
- [2] 黄建冲,黄企洲. 南海东北部海区声速分布特征[J]. 热带海洋, 1986, 5(2): 67—72.
Huang Jianchong, Huang Qizhou. Distributions of acoustic velocity of sea water in northeast South China Sea[J]. Tropic Oceanology, 1986, 5(2): 67—72.
- [3] 朱伯康,许建平. 国际 Argo 计划执行现状剖析[J]. 海洋技术, 2008, 27(4): 102—114.
Zhu Bokang, Xu Jianping. Analysis of the global Argo project implementation[J]. Ocean Technology, 2008, 27(4): 102—114.
- [4] Urlick R J. Caustics and convergence zones in deep-water sound transmission[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1965, 38(2): 348—358.
- [5] Urlick R J, Lund G R. Coherence of convergence zone sound[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1967, 43(4): 723—729.
- [6] 张仁和. 水下声道中的反转点会聚区(I)简正波理论[J]. 声学学报, 1980(1): 28—42.
Zhang Renhe. Turning-point convergence-zones in underwater sound channel(I) A normal-mode theory[J]. Acta Acustica, 1980(1): 28—42.
- [7] 张仁和. 水下声道中的反转点会聚区(II)广义射线理论[J]. 声学学报, 1982(2): 75—87.
Zhang Renhe. Turnning-point convergence-zones in underwater sound channel(II) A generalized ray theory[J]. Acta Acustica, 1982(2): 75—87.
- [8] 龚敏,肖金泉,王孟新,等. 南海深海声道中反转点会聚区的实验研究[J]. 声学学报, 1987, 12(6): 417—423.
Gong Min, Xiao Jinquan, Wang Mengxin, et al. Experimental study of the turnning-point convergence zones in the deep ocean of the South China Sea [J]. Acta Acustica, 1987, 12(6): 417—423.
- [9] Guan D H, Zhang R H, Sun Z G, et al. Spatial coherence of sound in convergence zones and shallow zones in the South China[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1998, 103(5): 2856.
- [10] 张旭,张永刚. 声速垂直结构变化引起的汇聚区偏移[J]. 海洋科学进展, 2010, 28(3): 311—317.
Zhang Xu, Zhang Yonggang. Effects of sound-speed profiles on convergence zone shift[J]. Advances in Marine Science, 2010, 28(3): 311—317.
- [11] 李玉阳,笪良龙,晋朝勃,等. 海洋锋对深海会聚区特征影响研究[J]. 声学技术, 2010, 29(6): 78—79.
Li Yuyang, Da Lianglong, Jin Chaobo, et al. Research on the effects of ocean front on characteristics of convergence zone[J]. Technical Acoustics, 2010, 29(6): 78—79.
- [12] 张旭,张健雪,张永刚,等. 南海西部中尺度暖涡环境下汇聚区声传播效应分析[J]. 海洋工程, 2011, 29(2): 83—91.
Zhang Xu, Zhang Jianxue, Zhang Yonggang, et al. Effects of acoustic propagation in convergence zone under a warm eddy environment in the western South China Sea[J]. Ocean Engineering, 2011, 29(2): 83—91.
- [13] 赵申东,宋志杰,赵海彬. 穿越深海会聚区的声源定位方法研究[J]. 应用声学, 2004, 4: 35—39.
Zhao Shendong, Song Zhijie, Zhao Haibin. Source localization traversing convergence zones[J]. Journal of Applied Acoustics, 2004, 4: 35—39.
- [14] 郭李,宋志杰,王良. 基于深海会聚区声强匹配处理的声源定位方法[J]. 声学技术, 2012, 31(3): 277—281.
Guo Li, Song Zhijie, Wang Liang. A method of sound localization based on matching the sound intensity in deep-sea convergence zone[J]. Technical Acoustics, 2012, 31(3): 277—281.
- [15] 刘增宏,许建平,修义瑞,等. 参考数据集对 Argo 剖面浮标盐度观测资料校正的影响[J]. 海洋预报, 2006, 23(4): 1—12.
Liu Zenghong, Xu Jianping, Xiu Yirui, et al. The effect of reference dataset on calibration of Argo profiling float salinity data[J]. Marine Forecasts, 2006, 23(4): 1—12.

- [16] 冯士筼,李凤岐,李少菁. 海洋科学导论[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
Feng Shizuo, Li Fengqi, Li Shaojing. An introduction to Marine Science[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.
- [17] Ocean Climate Laboratory(NODC). World Ocean Atlas 2013 Product Documentation[M]. Silver Spring, MD, 2013.
- [18] Fofonoff P, Millard R C. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater[R]. Paris: UNESCO Tech Pap in MAR SCI, 1983, 44:1-53.
- [19] Akima. A new method of interpolation and smooth curve fitting based on local procedures[J]. Journal of the Association for Computing Machinery, 1970, 17:589-602.
- [20] Collins M D. A split-step pade solution for the parabolic equation method[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1993(4):1736-1742.
- [21] 王光旭,彭朝晖,王鲁军. 宽带 RAM 模型在对称多处理器集群上的并行设计[J]. 声学技术, 2011, 30(3):284-288.
Wang Guangxu, Peng Zhaohui, Wang Lujun. Parallel computation of RAM model on SMP cluster[J]. Technical Acoustics, 2011, 30(3):284-288.
- [22] 笪良龙. 海洋水声环境效应建模与应用[M]. 北京:科学出版社, 2012.
Da Lianglong. Modeling and Application of Underwater Acoustic Environmental Effect[M]. Beijing: Science Press, 2012.
- [23] Hanrahan J J. Predicting Convergence zone formation in the deep ocean[M]//Progress in Underwater Acoustics. New York: Springer-Verlag, 1987:361-370.

Analysis the characteristics of convergence zone in the east of Luzon Strait based on Argo data

Ruan Hailin¹, Yang Yanming¹, Niu Fuqiang¹, Wen Hongtao¹

(1. Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen 361005, China)

Abstract: Argo data from 2010 to 2013 was used to analyze the convergence zone's features in the east of Luzon strait (19°~23°N, 123°~127°E). The results as shows: (1) The acoustic velocity near ocean surface in seasons were ranked from large to small: summer, autumn, spring and winter. The maximum acoustic velocity is 1 543.5 m/s in summer while the minimum is 1 533.4 m/s in winter. The mixed layer depth in seasons were ordered from large to small as followed: winter, autumn, spring and summer. (2) The WOA13 climatological data was used to prolong the sound velocity profiles to seafloor. Analysis the features of sound channel in seasons. The depth and sound velocity of sound channel axis were stabilized. The depth was in 1 000 to 1 040 m, the sound velocity of sound channel axis is 1 482 m/s. The length of sound channel more than 4 500 m in all four seasons, it was beneficial to formed convergence zone. (3) The study area formed convergence zone surely, the probability which is more than 50% accounted for 70.6%. The occurrence probability of convergence zone was seasonal variation significantly, spring and winter is more likely to formed, summer is least. (4) The RAMGeo acoustic forecast model was used to simulate the four seasons' acoustic transmission loss in the east of Luzon strait, obtained the seasonal variation of the convergence zone in the study area. While the source depth is 100 m, the receiver depth is 10 m; the first convergence zone, the distance from sound source is 61 to 64 km, the nearest distance is in summer, while the farther is in spring and winter. The convergence-wide, the maximum is 10 km in summer, while the minimum is 4.6 km in spring. The distribution of convergence-gains is opposite with convergence-wide in seasons, the strongest is 14.6 dB in spring, while the least is 8.5 dB in summer.

Key words: east of Luzon Strait; convergence zone; sound speed profile; seasonal variation