

# 基于 ASCAT 散射计数据的 2013 年南极周边海面风速特征分析

张婷, 张杰, 杨俊钢

(国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 利用 2013 年 1 月 1 日~2013 年 12 月 31 日的 ASCAT 散射计风速数据, 从海面风速季平均分布特征、平均海面风速特征、海面风速大于 10 m/s 发生比例统计等方面, 对 55°S 以南的南极周边海域开展了风速空间分布特性统计, 得到以下结果: 7 月平均风速最大, 为 12 m/s, 1 月平均风速最小, 为 8 m/s。对于南极周边海域, 区域平均风速主要在 9~12 m/s, 全年出现的时间大于 280 d, 约占全年的 77%。风速大于 10 m/s 所占比例 4~9 月大于 1~3 月和 10~12 月。从全年来看, 南极周边海域在 4~9 月风速普遍较大, 且 0°~60°W 海域内风速明显比其他海域要小。在此基础上将 2013 年每日的区域平均风速与月平均风速与 2012 年做了对比, 变化趋势与 2012 年基本一致。通过本项长期工作, 可以了解南极风场环境基本情况, 建立与更新基础资料和图件, 得到南极地区风场要素时空分布、变化规律, 服务于南极科学考察、全球变化等多学科研究应用。

**关键词:** ASCAT 散射计; 风速; 南极周边海域

中图分类号: P352

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2015)02-0057-06

doi: 10.11759/hyqx20141011015

南极位于地球最南端, 是世界上地理纬度最高的一个洲, 总面积约 1 400 万 km<sup>2</sup>, 海岸线长约 24 700 km。随着南极科学考察的日益频繁, 研究南极周边海洋风场特征对研究南极水文气象及航线保障有重要意义。卞林根、薛正夫<sup>[1]</sup>曾对长城站 1985 年的气象要素特征进行过分析, 是研究长城站气象要素场特征的重要参考文献。黄耀荣等<sup>[2]</sup>利用南极长城站 1985~1996 年的风观测资料对长城站的风场分冬夏两半年进行了分析, 结果表明: 长城站地区冬半年盛行 ESE 风, 夏半年盛行 WNW 风; 冬半年平均风速 7.9 m/s, 夏半年 6.9 m/s, 冬半年大于夏半年; 大风日也是冬半年(月平均为 14 d), 大于夏半年(月平均为 8 d)。魏文良<sup>[3]</sup>总结了我国极地考察航线海洋气象研究成果, 分析了极地灾害性系统的天气特点和天气系统的演变、发展及其移动规律。卞林根等<sup>[4]</sup>利用南极长城站和中山站的降水、风、湿度、气压和云量等地面气象观测资料, 对两站基本气候特征和变化趋势进行了分析。

卫星遥感资料具有覆盖范围大、高时空分辨率等优点, 在观测和研究中起着越来越重要的作用。目前可以观测海面风的传感器有微波散射计、微波高度计、微波辐射计和 SAR。其中只有微波散射计可以在昼夜晴空和有云条件下给出海面风矢量风向和风速, 其他两种传感器只能给出海面风速, 因此, 散

射计矢量风资料的应用得到广泛的重视<sup>[5]</sup>。作者已采用 2012 年 ASCAT 散射计数据统计分析了南极周边海域风速特征<sup>[6]</sup>, 本文在前期研究的基础上, 采用了 2013 年 1 月 1 日~2013 年 12 月 31 日的 ASCAT 散射计数据, 开展了 55°S 以南的南极周边海洋海面风速特征统计分析研究。重点分析了南极周边海面风速的季平均分布特征、海面风速月平均特征以及海面风速大于 10 m/s 发生的比例, 并与 2012 年的特征作了比较。

## 1 ASCAT 数据及其处理

### 1.1 ASCAT 数据

ASCAT 全称 The Advanced SCATterometer, 是欧洲太空局于 2006 年 10 月 19 日发射的欧洲气象卫星 Metop-A 上搭载的散射计, 由欧洲气象卫星组织运营。ASCAT 卫星运行在 98.59°倾角、800 km 高度的太阳同步轨道上, 工作频率为 5.25GHz(C 波段, 受降雨影响相对较小)。数据处理过程为发射微波经海面散射后获取海面后向散射系数, 再根据地球物

收稿日期: 2014-10-11; 修回日期: 2014-11-17

基金项目: 南极环境综合考察与评估专项资助项目(CHINARE2013-02-04)

作者简介: 张婷(1982-), 女, 山东淄博人, 研究实习员, 主要从事微波遥感数据评价与整合研究工作, E-mail: zhangting@fio.org.cn

理模型计算得到海面风场。ASCAT 风场数据有 12.5 km 和 25 km 分辨率两种产品, 获得海面上 10 m 等效风矢量, 可覆盖全球海洋。ASCAT 的风速偏差小于 0.5 m/s, 均方根误差小于 2 m/s, 风向均方根误差小于 20°<sup>[7]</sup>。此外, 受工作原理限制, ASACT 在离岸小于 50 km 和海冰覆盖海域不能获得风场测量数据。本文研究采用了 2013 年 55°S 以南南极周边海域海面风场 ASCAT 散射计原始数据, 分辨率网格为 0.25° × 0.25°, 时间分辨率为 1 d。南极周边海域 1 d 的 ASCAT 数据覆盖范围如图 1 中所示。

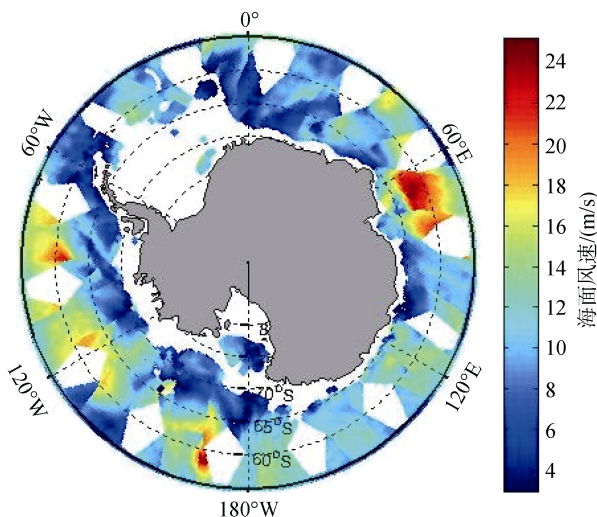


图 1 南极周边海洋风场遥感调查区域示意图及 1 d 的 ASCAT 数据覆盖图

Fig.1 The sketch map of the sea surface wind field remote sensing investigation area in the South Pole peripheral sea and the daily data coverage map of the ASCAT wind data in the South Pole peripheral sea

## 1.2 ASCAT 散射计数据处理

ASCAT 散射计数据处理方法已在前文中介绍<sup>[6]</sup>, 图 2 是数据处理方法的流程图。

## 2 结果分析

### 2.1 海面风速季平均分布特征分析

由研究区域逐日海面风速网格数据计算得到海面风速四季的平均数据, 具体计算公式如下。

$$U_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_{ij}^n \quad (1)$$

其中,  $U_{ij}$  为  $(i, j)$  网格点上的风速季节平均值,  $u_{ij}^n$  为某季节的第  $n$  天  $(i, j)$  网格点处的风速,  $N$  为该季节的时间(单位为 d)。

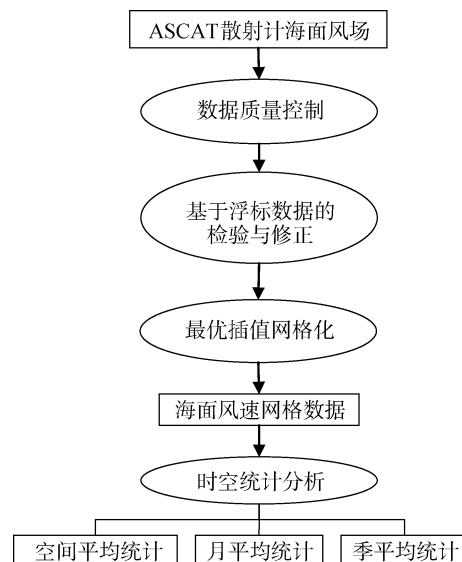


图 2 ASCAT 散射计数据处理流程图

Fig.2 ASCAT scatterometer data processing flowchart

基于所得数据绘制海面风速季平均风速图, 如图 3, 其中空白区域表示海冰覆盖区域。

从图 3 可以看出, 1~3 月在 60°S 以南, 靠近南极大陆的高纬度海域风速较小, 约为 8.5 m/s, 55°~60°S 海域风速较高, 约为 11 m/s; 4~6 月在 55°S 以南, 在 0°~60°W 海域内风速较小, 约为 10 m/s, 其他海域风速较高, 约为 11.5 m/s; 7~9 月在 55°S 以南, 在 0°~60°W 和 120°E 附近海域内风速较小, 约为 10 m/s, 其他海域风速较高, 约为 11.5 m/s; 10~12 月在 55°S 以南, 在 0°~60°W 海域内风速较小, 约为 9.5 m/s, 其他海域风速较高, 约为 10.5 m/s。从图 3 可以看出南极周边海域在 4~6 月和 7~9 月风速普遍较大, 且从全年来看 0°~60°W 海域内风速明显比其他海域要小。

### 2.2 海面风速月平均特征分析

将海面风速月平均数据根据空间网格点数进行研究区域空间平均, 得到代表该月份整个研究区域内海面风速的区域平均海面风速数据, 具体计算公式如下。

$$\bar{U} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N u_{ij} \quad (2)$$

其中,  $u_{ij}$  为区域内  $(i, j)$  网格点上的风速。

图 4 是 2013 年每日的区域平均风速数据分布图, 可以看出, 2013 年全年的最高风速值在 13.5 m/s 左右, 出现在 7 月; 最低风速值在 7 m/s 左右, 出现在 1 月和 12 月。

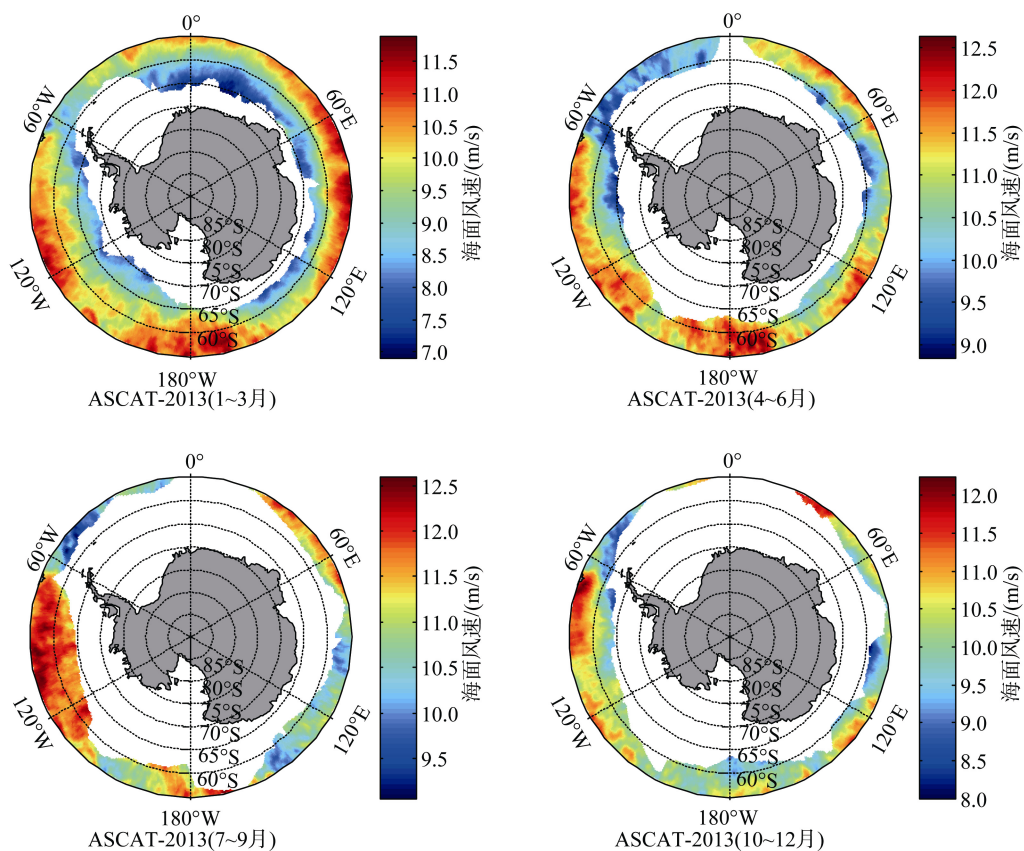


图3 南极周边海面风速季平均风速图

Fig. 3 The seasonal mean wind velocity in the South Pole peripheral sea

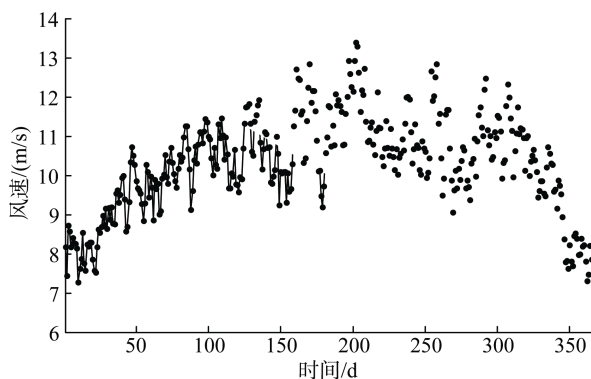


图4 2013年每日区域平均风速数据分布图

Fig. 4 The daily mean regional wind velocity in 2013

图5是南极周边海域月平均风速分布图，可以看出，2013年南极周边海域风速1月份最小，约为8 m/s，从1月份开始逐渐增大，到7月份达到最大值约12 m/s后开始逐渐减小，一直到12月，全年有9个月的区域平均风速大于10 m/s。这与2012年南极周边海域月平均风速相比，月变化趋势及平均风速的最大最小值基本一致。

图6为南极周边海域全年风速分布图直方图，

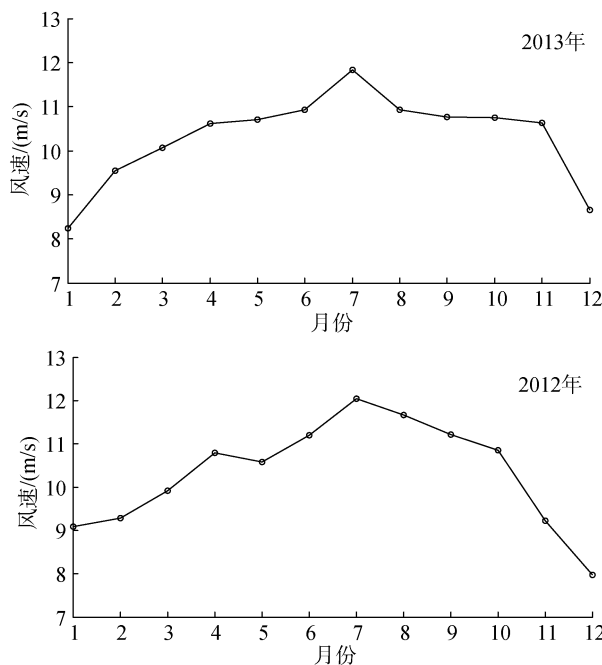


图5 2012~2013年月平均风速数据区域平均后分布图

Fig.5 The monthly mean regional wind velocity in 2012-2013

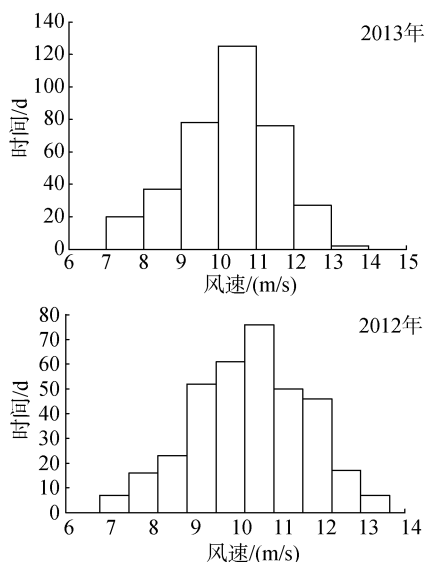


图6 2012~2013 年全年风速分布图直方图

Fig.6 The wind velocity distribution histogram in 2012~2013

可以看出, 对于南极周边海域, 区域平均风速主要在 9~12 m/s, 全年出现的时间大于 280 d, 约占全年的 77%, 这与 2012 年的趋势基本一致。

### 2.3 海面风速大于 10 m/s 发生比例统计

基于全部逐日海面风速网格化数据, 统计不同

季节每个网格点海面风速大于 10 m/s 的发生频次。具体计算公式如下。

$$\delta_{10} = \frac{t_{ij}^{10}}{t_{ij}^{\text{all}}} \quad (3)$$

其中,  $t_{ij}^{10}$  为某季节内  $(i, j)$  网格点上风速大于 10 m/s 出现的天数,  $t_{ij}^{\text{all}}$  是该段时间内  $(i, j)$  网格点具有有效风速数据的天数。

从图 7 不同季节海面风速大于 10 m/s 所占比例分布可以看出, 1~3 月在 55°S 以南区域, 所占比例小于 0.6, 65°S 以南区域, 所占比例小于 0.3; 4~6 月在 0°~60°W 范围中所占比例小于 0.5, 其他区域中所占比例在 0.7 左右, 即南极周边海域 0°~60°W 区域海面风速小于其他周边区域; 7~9 月在 55°S 以南区域, 在 0°~60°W 海域, 所占比例约为 0.5, 其他海域所占比例大于 0.6, 在 65°S 以南区域所占比例较大; 10~12 月在 55°S 以南区域, 所占比例小于 0.6, 60°S 以南区域, 所占比例小于 0.3。从上述分析可以看出, 南极周边海域海面风速在 60°W 附近相对较小, 大于 10m/s 发生频率较低, 4~9 月在 65°S 以南区域风速较大, 1~3 月和 10~12 月则相反, 在 65°S 以南区域风速较小。

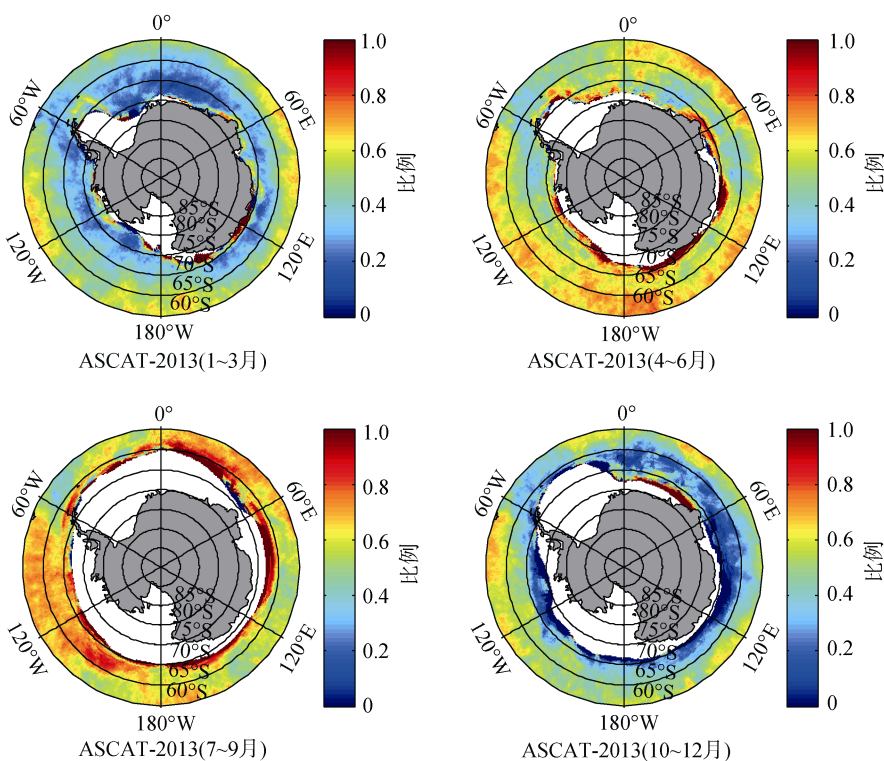


图7 2013 年南极周边海域海面风速大于 10 m/s 所占比例分布图

Fig.7 The percentage distribution of the South Pole peripheral sea with wind velocity > 10 m/s in in 2013

### 3 结语

利用 2013 年 1 月 1 日~2013 年 12 月 31 日的 ASCAT 散射计风场数据,从海面风速季平均分布特征、平均海面风速特征、海面风速大于 10 m/s 发生比例统计等方面,对 55°S 以南的南极周边海域开展了风速空间分布特性统计,得到以下结论:7 月平均风速最大,为 12 m/s,1 月平均风速最小,为 8 m/s。对于南极周边海域,区域平均风速主要在 9~12 m/s,全年出现的天数大于 280 d,约占全年的 77%。风速大于 10 m/s 所占比例 4~9 月大于 1~3 月和 10~12 月。从全年来看,南极周边海域在 4~9 月风速普遍较大,且 0°~60°W 海域内风速明显比其他海域要小,可能的原因是:该区域的威德尔海全年海冰覆盖时间较长,海冰的存在使得该区域风速变小,且有效风场观测天数变少,进而大风发生比例就小。在此基础上将 2013 年每日的区域平均风速与月平均风速与 2012 年做了对比,变化趋势与 2012 年基本一致。通过本项长期工作,可以了解南极风场环境基本情况,建立与更新基础资料和图件,得到南极地区风场要素时空分布、变化规律,服务于南极科学考察、全球变化等多学科研究应用。

致谢:感谢 KNMI 的 OSI SAF 提供 ASCAT 散射计数据。

参考文献:

- [1] 卞林根,薛正夫.1985 年长城站气象要素的特征[C]//国家南极考察委员会.南极科学考察论文集(第四集).北京:海洋出版社,1989:55-65.
- [2] 黄耀荣,许淙,尹涛,等.南极长城站气压和风场分析[J].极地研究,2000,12(2):129-136.
- [3] 魏文良.中国极地考察航线海洋气象研究[M].北京:海洋出版社,2008:1-234.
- [4] 卞林根,马永锋,逯昌贵,等.南极长城站(1985-2008)和中山站(1989-2008)风和降水等要素的气候特征[J].极地研究,2010,22(4):321-333.
- [5] 刘春霞,何溪澄.QuikSCAT 散射计矢量风统计特征及南海大风遥感分析[J].热带气象学报,2003,19(z1):107-117.
- [6] 张婷,张杰,杨俊钢.基于 ASCAT 散射计数据的 2012 年南极周边海面风场特征分析[J].极地研究,2014,26(4):83-88.
- [7] Ocean and Sea Ice SAF. ASCAT Wind Product User Manual [M]. Holland: Ocean and Sea Ice SAF, 2012: 1-27.

## Analysis of sea surface wind speed in the South Pole peripheral sea in 2013 with the Advanced SCATterometer sea wind data

ZHANG Ting, ZHANG Jie, YANG Jun-gang

(The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

Received: Oct., 11, 2014

Key words: the Advanced SCATterometer (ASCAT); wind field; the South Pole peripheral sea

**Abstract:** Statistical analysis of spatial and temporal distribution characteristics of the sea surface wind field in the South Pole peripheral sea at south latitude of 55°~90°, using the Advanced SCATterometer (ASCAT) scatter meter wind field data from Jan.1, 2013 to Dec. 31, 2013. The results show that: in the South Pole peripheral sea, the maximum monthly mean wind speed was 12 m/s, appeared in July; the minimum monthly mean wind speed was 8 m/s, appeared in January. The regional average wind speed is 9~12 m/s, which appeared in more than 280 days in 2013. The proportion of the wind with a speed >10 m/s in April to September is greater than that in January to March and October to December. For the full year of 2013, the wind speed in April to September is greater than that in January to March and October to December, the wind speed at 0°~60°W is obviously less than that in other region of the

South Pole peripheral sea. The change tendencies of daily and monthly average wind speeds in 2013 were similar with those in 2012. Through this long-term work, we can understand the basic situation of the Antarctic wind field environment, establish and update the basic information and maps, the wind field spatio-temporal distribution and variation in Antarctic area, to serve the Antarctic scientific expedition, global change and other multidisciplinary research application.

(本文编辑: 刘珊珊)

~~~~~

## 《海洋科学》征订启事

《海洋科学》是由中国科学院海洋研究所主办、科学出版社出版的学术性期刊，多次被评为中国精品科技期刊、中国自然科学核心期刊、华东地区优秀期刊、山东省优秀期刊。本刊以密切联系科研生产实际、服务于我国现代化建设为宗旨，及时、快速报道海洋学及其分支学科的新成果、新理论、新观点、新工艺，对重大基础研究和应用性研究成果予以优先报道。主要刊载内容有：物理海洋、海洋生物、海洋地质、海洋化学、海洋工程、海洋水产养殖、海洋活性物质提取、海洋环境保护、海洋仪器研制等方面的学术论文，研究报告，研究简报，专题综述，学术讨论和争鸣，学术动态以及新产品介绍（有偿刊登）等。

本刊为月刊，每月 15 日出版，大 16 开本，每期定价 38 元，全年定价 456 元。本刊国内外公开发行（国际刊号：ISSN1000-3096；国内刊号：CN37-1151/P；国内邮发代码：2-655；国外发行代号：M6666）。全国各地邮局均可订阅。欢迎各科研机构、高等院校、生产厂家和从事该领域研究的科技人员踊跃订阅。邮局订阅不便者可直接向本刊编辑部订购。本刊发行量在同类期刊中名列前茅，订户遍及全国 20 多个省、市、自治区，影响面广，宣传力大，欢迎广大广告客户在本刊刊登广告，价格优惠。

欢迎订阅《海洋科学》 欢迎广告惠顾

《海洋科学》编辑部地址：山东省青岛市南海路 7 号，266071

电话及传真：0532-82898755，82898751，82898953