



南极周围海域的海洋状况

李 令 华

(国家海洋局海洋情报所)

南极周围海域，系指由南极洲大陆边缘一直向北延伸到南美洲、非洲南部和澳大利亚最南端的那一片汪洋大海。有人确认它是界于南纬40度圈和南极大陆之间的一个具有独特海洋学结构的洋区。这个海域的面积约有7600万平方公里。除陆缘冰区外，该海域平均深度达3700米。这个处在冰雪覆盖的南极大陆的周围，把三大洋连成一片的浩渺水体，以其完全环绕地球而显示出独特的海洋水文动力学结构：海面上终年盛行自西向东吹刮的强劲西风，因而具有非常明显的恒定风系和流系；同时还有典型的温度、盐度范围和界限显明的水团等。然而，国际上对这一南极海域的命名尚未统一，各国海洋学者对其北部边界的划定不一，称呼各异。例如，称为南大洋、南极洋、南冰洋和南极海域等等。

水团和环流

南纬40°以南的海域，在水文学上可以划分成若干个较为清晰的环极锋面带。其中，南极辐聚区是最稳定的一个锋区，也是世界大洋中最重要的一个边界区域。以此边界区域为界，可以清晰地将地球南北水域划分成南极海域和亚南极海域。

南极绕极环流在南纬40°—60°之间。绕极环流的表层流速一般小于0.5节(25厘米/秒)，在太平洋区则可达0.5—1.0节。在南极大陆附近海区，盛行东风或东南风，这里的水体大致自东向西运动。由于地球自转的影响，西风带和东风带之间的表层水分别产生向北和向南的流动分量，海水辐散，从而构成南极辐散区。在这个辐散区内，表层水体出现向北和向南的经向辐散，而深层水体则向上涌升。

南极绕极环流是一支深厚的风生漂流。在

南极海域的某些地方，绕极环流可达海底，并受到海底地形的强烈影响。绕极环流总的纬向水平运输量变化较大。据估计，通过德雷克海峡的水量约1.5亿立方米/秒，通过南非与南极洲之间的水量约1.9亿立方米/秒，而通过澳大利亚与南极洲之间的水量约1.8亿立方米/秒。应该指出，虽然通过德雷克海峡的水量最少，但它却相当于世界最大河流——亚马孙河总流量的600倍。

叠加在南极绕极环流主体之上的水是南北向的海流分量。在此径向运动分量的北限，南极表层水沉降于密度较小的南向流动的亚南极水之下。发生这种沉降过程的区域，称为南极辐聚区。南极辐聚区宽约几十公里，其显著特征是海面水温变化剧烈，具有明显的温度梯度。因此，有人把它形象地比喻为“一堵巨大的然而看不见的水墙。”横越辐聚区，夏季水温变化范围是4—8℃，冬季为1—3℃，该区一个最显著的特性是它的位置年变化都很小，南北移动一般不超过100公里。另一个重要特征是：虽然它处在大西洋东部(大约南纬50°)和太平洋东部(南纬62°30′)的位置，然而它却几乎呈一个连续的水带环绕着南极洲。据微体古生物取样分析，南极辐聚区的位置在不同的地质年代都有明显的变化。人们认为，辐聚区近表层水的各种特性乃是由表面风应力所制约，故其位置通常可由表层水的温盐结构和环流特征来确定。

当南极表层水下沉到辐聚区表层水之下而向北流动，与其上下层的水体混合时，形成了南极中层水。中层水“核心”层具有最低的盐度值。由于在形成这一中层水的区域上降水大于蒸发，故中层水的核心层还具有氧含量的相对最大值。在中层水的发源地，盐度约为33.8‰，温度约为2.2℃。在南极中层水向北

扩展的过程中,主要在大西洋的西部,能够下沉到大约900米层。在赤道海区,南极中层水的“核心”则上泛到700米或800米层;甚至在北大西洋,大约在北纬25°附近还可以辨认出南极中层水的迹象。

南极底层水形成于沿南极陆架海域,而主要源地却在陆架上的威德尔海以及罗斯海。那里的冰层下水温低于 -1.9°C ,最低可达 -2.16°C ,盐度约34.62‰左右。这是世界大洋中水温最低的水团,也是南极水域中密度最大的水团。冬季,在适宜的条件下,环南极洲的其它海区有时也能形成南极底层水。这一底层水以1厘米/秒左右的速度向北扩展,并与其上部水团混合。在南极大陆周围,到处都可以观测到南极底层水,其中以大西洋部分的南极底层水较强,可向北扩展到纽芬兰浅滩以远;在印度洋可扩展到阿拉伯海和孟加拉湾;在太平洋甚至可扩展到阿留申群岛。

直接处在底层水之上的水层,是一个厚度很大的暖水团,通常称为南极深层水。它是由北大西洋和印度洋北部的高盐水冷却下沉而形成的。深层水向南运动,能够扩散到世界所有海洋中。在南部海区,它形成一个叠加在底层水之上的向南流动水层。深层水向上运动产生了一个上升流区。在这里,上升流把丰富的营养盐类带到海面,为南极洲沿岸的浮游生物的生长创造了有利条件。

南极海域水体的一个重要特征是:无论在水平方向上还是在垂直方向上都具有高度的均质性。辐聚区以南的水温很低,其垂直变化幅度和季节变化幅度一般介于 $4-5^{\circ}\text{C}$ 之间;盐度变化幅度也很小,仅约1‰左右。海冰是南极海域中最重要的海洋因子之一,它的冻结和融化对于海水的温盐特征有着很大影响。

海水化学

根据近年来的调查,人们对南极海域的营养盐化学有了较清楚的认识。由于上升流的存在,南极表层水中的营养盐类含量甚高,大大超过浮游植物的需要。即使在浮游植物繁生最

盛时期,各种营养盐的含量仍然很高。例如,在菲尔希内尔陆缘冰附近的一个具有15800多平方公里的水域中,当浮游植物大量繁殖时期,磷酸盐是2.02微克原子/升,硝酸盐是24.9微克原子/升,硅酸盐是68微克原子/升。经测定,在南极海域硝酸盐含量的季节变化几乎为零,而磷酸盐含量在春夏之交却有明显的衰减。

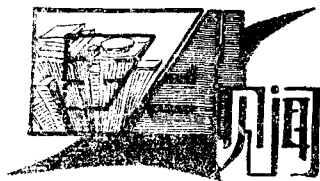
一般说来,南极辐聚区以南的营养盐含量比其北部的高,而南极表层水中的营养盐含量则比亚南极表层水的高。但在辐聚区以北,在介于北向运动的南极中层水和南向运动的深层水之间的一个含有较高盐分的深水层中,磷酸盐和硝酸盐含量却呈现回升现象,这可能是由于下沉浮游植物大量死亡后的残骸在这里分解,致使有机磷、氮元素重新进入海水的缘故。在南极海域,由于海水的还原浓缩作用,磷酸盐和硝酸盐最大浓度出现在温暖的南极深层水之中。沉降到海底的硅藻残骸的溶解再生作用,使得南极底层水中的硅酸盐含量极为丰富。

海底地形和海洋沉积物

除了威德尔海和罗斯海所在的两个大海湾外,南极周围的大陆架一般都很狭窄且很深。大陆架最大的深度可达400—600米,大约是其它海域大陆架平均深度的两倍,但它的宽度仅数十公里。除了部分地区,如谢克尔顿冰川外围、季斯柯维利等区域发育有平坦的大陆架外,大部分是崎岖不平的海底地形,还有众多的丘陵、割切和狭窄的洼地及深海沟等。

南极大陆坡相当陡峭,除少数地区外,大陆坡一般都下降到3000米的深度。南极大陆坡的上部,是由许多巨型的断块所组成,至于大陆坡下面则分布着一系列深水盆地,它们的地形是一些凹凸不平的波状平原。

环绕南极周围,分布着一系列深水盆地。其中,向太平洋方面的叫“别林斯高晋盆地”,深4000—5000米,最大深度达5398米,向大西洋方面的叫“非洲-南极盆地”,深度5000—5800米,向印度洋方面的叫“澳大利亚-南极海盆”,深度为4000—5000米,最大深度5202



日本海洋污染模型实验概况

毛汉礼 庄国文 王清志 林其华

(中国科学院海洋研究所)

1980年7月,我们作为中国科学院海洋污染模型实验原理与设备考察团的成员,对日本进行了为时三周的考察访问。先后参观了京都大学、东海大学、鹿儿岛大学、建设省土木研究所、运输省港湾技术研究所、运输省船舶技术研究所、通产省工业技术院中国工业技术试验所、电力中央研究所土木技术研究所、日本造船振兴财团海洋油污防止研究所、九州丸东株式会社、兴和精机株式会社、计测技研株式会社、日本无线株式会社三鹰制作所、株式会社鹤见精机、株式会社堀场制作所和伊势屋机械制作所。

考察的重点是水理模型实验的相似技术和实验的仪器设备,同时也了解一些实验室土木建筑方面的技术问题。

一、水理模型实验的动向

随着工业的不断发展,日本同其他工业发达国家一样,对于海洋污染的研究治理给予越来越大的关注。水理模型实验是这一治理研究中重要的环节,因而也受到很大重视。以濑户内海的污染研究为例,本来已有诸如港湾技术研究所、京都大学防灾研究所及其他港建部门

对各种水理模型进行了研究。但考虑到该地在基础工业及海运等方面所占的重要地位,为彻底弄清和治理它的污染,仍然由国家出巨资于1973年成立了“中国工业技术试验所”,建造了在当时为世界上最大规模的濑户内海大型水理模型。

从参观及所了解的单位来看,较大型较新式的研究设施主要集中在科学研究部门。例如,中国工业技术试验所的濑户内海模型,长230米,宽50—100米,其自动化程度和实验精度均堪称为世界第一流的;建设省土木研究所所有建筑面积达一万平方米的河川水理实验厅,有长300米的水质实验用环流水槽;港湾技术研究所拥有可供海洋污染实验用的大型室内水工实验场等约二十条水槽等。当然,在一些大学里也集中了部分实验研究设施,但其规模较小,设备更新也较缓慢,而且多在完成教学任务的同时或之后才承担一些工程实验或科研项目。

为了提高实验精度和实验结果的可靠性,有在经费许可的情况下尽量增大模型尺度的趋势。例如,濑户内海最早的一个局部模型为十万分之一,后来发展到整体模型为十万分之一及五万分之一,而现在的模型则为两千万

米。后两者都绕东南极洲分布。

南极海域仅有一条深海沟——南桑德韦奇海沟。它位于大西洋南桑德韦奇群岛及毗连的斯科舍海岭之东,长约960公里,其最大深度为8264米。在罗斯海北部的伯德凹地,最大深度达8590米,这也是目前所知的南极海域中的最大深度。南极海域中一个重要的海岭是斯科舍海岭,它在海面下把火地岛和南极半岛连接在一起,同时还标志出了分隔南极洲和南美洲的德雷克海峡的界限。

至于南极的海洋沉积,它有规律地呈同心

圆状绕南极分布,在它的最内圈,有一种特殊的沉积类型,叫“冰山沉积”,沉积物地带的宽度在400—1200公里左右。该沉积物的北部与硅藻软泥相连接。硅藻软泥分布在环绕大陆的一个宽阔地带中,它主要由表层水中沉降的硅藻介壳组成。另外,这里的沉积物还含有少量浮游有孔虫介壳、放射虫、海绵骨针等。硅藻软泥的北部边界则由硅藻甲壳成分的相对减少和有孔虫甲壳成分的相对增加所决定。硅藻软泥沉积带的北部中深度区域,抱球虫软泥占优势,而红粘土沉积则出现在南极诸海盆的较深区域。