

# “深海玄武”首探南大洋“陀螺”

## ——6000米级深海自持式剖面浮标将传回中国数据

□ 科普时报记者 毕文婷



4月16日晚,“雪龙2”号行驶在南半球“咆哮”西风带的边缘。七八级的大风呼啸着吹过海面,使得浪高达到了3米以上。而“雪龙2”号的舰甲板却一派繁忙景象,甚至可以用“热火朝天”来形容。

顶着刺骨的寒风,中国第42次南极考察2026年秋季南极普里兹湾联合航次(以下简称“联合航次”)的考察队员,正在进行一场预计时长二十几个小时的“战斗”。在这里,他们要完成本航次最后一项作业任务——南大洋中尺度涡组网观测。

这不仅是一场与恶劣天气的近身搏斗,更是我国首次在南大洋针对中尺度涡旋开展移动式设备与船载走航设备结合的综合观测。

### 海洋里的“旋转陀螺”

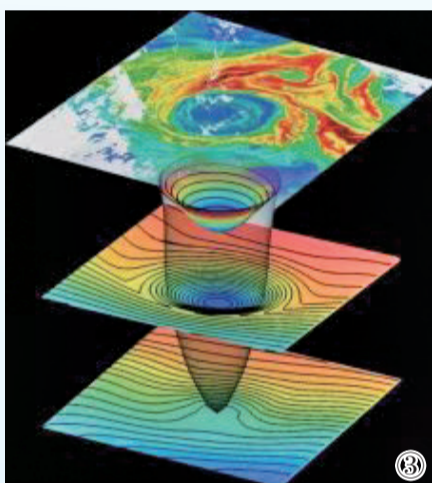
在正式打响“战役”之前,我们先了解一下本次任务的“主角”——中尺度涡。

联合航次考察队员张岳奇告诉科普时报记者,中尺度涡就像是海洋中一个个巨大的“旋转陀螺”,也可以把它理解为海洋中的台风。它们裹挟着上百公里尺度的海水随之旋转并缓慢移动,在几周至几十周的时间内经历生成、发展与消亡的过程。它携带了全球海洋绝大多数的动能,并促进水体交换,极大影响着全球海洋环流的格局。

“中尺度涡导致了非常强烈的垂向运动,使得营养盐、有机质及生物在此发生了从海洋表面到深层的垂直混合。因此,中尺度涡也是海洋生物地球化学及海洋环境水产研究中的热点区域。”张岳奇介绍,同时,涡旋往往伴随海表面的温度异常,这些冷暖“斑点”会与大气进行强烈的物质和能量交换,从而调节局地天气甚至气候系统。

而南大洋是地球气候系统中的关键区域,其活跃的中尺度涡旋是内部物质与能量运输的重要载体。然而,由于这里环境极其恶劣,特别是秋冬季节的现场观测数据极为稀缺,西风带下的南极绕极流急流区更是国际上现场观测的盲区。

那么,茫茫大洋中,科研人员如何精准定位这个涡旋?考察队员孙永明介绍,国内的岸基保障团队利用卫星高度计观测,并进行数据分析,基于崂山实验室的“问海”大模型对多源数据进行了整合重构,并开展实时预报,给考察现场发来一份最新的“藏宝图”。“雪龙2”号根据这份“藏宝图”确定了航



图①: 考察队员在布放漂流式海气界面浮标。

图②: 考察队员在布放“深海玄武”浮标。 毕文婷 摄

图③: 海洋涡旋的三维结构。 孙永明供图

图④: “深海玄武”浮标。 张岳奇供图

向,可以直接穿越中尺度涡的涡心。

### 28套浮标联合组网

“左舷风太大了,大家注意安全,抓紧栏杆!”舰甲板上,“雪龙2”号水手长许浩伴着狂风巨浪的轰鸣,时刻提醒着作业安全。

相对于夏季,秋冬季节的西风带露出了“魔鬼”本色。伴随着不时翻上舰甲板的海浪,考察队员要在这片水域密集投放28套观测浮标,包括20套拉格朗日表层漂流浮标、4套“深海玄武”浮标、3套漂流式海气界面浮标,以及1套漂流式波浪浮标。

拉格朗日表层漂流浮标可以在海表层跟随表层流进行上下15米的漂流,获取表层温度与上层流速。“高个子”漂流式海气界面浮标有圆形浮体和3米高的长杆,其长杆顶部有气象站,能够随着海面漂流,观测大气的风速、温度、湿度和压力。而漂流式波浪浮标负责观测海表面起伏,也可观测海表面温度。这些浮标获得的数据都可以通过卫星通讯回传国内。

在穿越中尺度涡的断面上,科研人员还设置了3个亚中尺度断面,根据需要进行加密观测。同时,利用“雪龙2”号的船载走航设备及沿途抛弃式布放的24个投弃式温盐深仪(XCTD)和38个投弃式温度深度计(XBT),快速获取上层海洋温盐剖面数据,实现了真正的“船载+移动”综合观测。

随着一个个浮标消失在翻滚的黑色海浪中,一张跨越整个涡旋尺度的观测网成功织就。

### “深海玄武”有何绝技

在这张观测网中,有4个蓝色的“大块头”尤为引人注目——“深海玄武”浮标。

“深海玄武”浮标是6000米级深海自持式剖面浮标,以我国古代四大神兽之一的“神龟玄武”命名,寓意其能够“稳探深海”,是目前国际Deep Argo观测网中唯一的中国制深海浮标。

“以往常规的Argo浮标只能下潜到2000米,而‘深海玄武’则打破了这一限制。”张岳奇说,它在总体集成、运动控制、6000米级浮力驱动,及大深度浮力补偿等方面取得了关键技术突破,不仅具备双向通信和数据重传功能,还可以悬停在设定的深度,能够开展约100个6000米级深海剖面观测。

早在2022年,首套“深海玄武”浮标就在菲律宾海盆成功布放,获取了6000米级剖面观测数据并实现国际共享,使我国成为国际上第二个具备6000米级剖面观测能力的国家。

而这一次,是“深海玄武”在南大洋的首次布放应用,它们传回的数据,将帮助科学家刻画南极底层水源区的变化,追踪深层水体跨盆地传输路径,为量化全球深海增温速率提供中国数据。