

# 极区冰下海洋自动剖面观测系统及其应用

矫玉田<sup>1</sup>, 史久新<sup>1</sup>, 赵进平<sup>1</sup>, 张雪明<sup>2</sup>, 侯家强<sup>1</sup>

(1. 中国海洋大学海洋环境学院, 山东 青岛 266100; 2. 东北师范大学物理学院, 吉林 长春 130024)

**摘要:** 中国第 25 次南极考察期间, 于 2008 年 12 月, 首次将国内研制的冰下海洋自动剖面观测系统用于南大洋考察, 在普里兹湾沿岸海冰上开展冰下海洋观测, 获得了连续数日的冰下上层海洋温盐剖面数据, 为研究浮冰区次表层暖水提供了连续现场观测资料。文中简单介绍了自动剖面系统的技术特点和布放方法以及在南极海域的应用, 为以后开展极区冰下海洋观测项目提供参考。

**关键词:** 自动剖面观测系统; 设计; 布放方法; 冰下海洋

中图分类号: P716

文献标志码: B

文章编号: 1003-2029(2010)04-0031-03

## 引言

在极区浮冰上进行海洋剖面观测有着重要的意义, 近几年国外在北极开展了冰下潜标和冰上剖面仪 (ITP) 的布放。在国际极地年期间, 美国、加拿大、日本等国家的海洋科研单位, 在北冰洋大规模地布放带有剖面仪的锚系潜标和冰基海洋自动剖面系统观测设备, 获取了大量冰下海洋要素剖面数据。国内尚没有成熟的极区冰下海洋自动剖面观测系统, 在 2008 年中国第 3 次北极考察期间, 进行了极区冰下垂向爬行海洋浮标系统和冰基自动海洋剖面观测系统的试验, 积累了一定的经验; 同年 12 月, 在中国第 25 次南极考察中, 成功地开展了冰下海洋自动剖面观测系统的试验, 获取了连续数日的海洋温盐剖面数据, 为研究南极上层海洋变化提供了现场资料, 为今后开展冰下海洋剖面观测积累了经验。

## 1 自动剖面系统的结构和性能

自动剖面系统的设计充分考虑了极区的环境和浮冰上作业的特殊性。该系统由编程控制终端、变速器、自动停止器、长效蓄电池和悬挂观测系统组成, 采用耐低温的电子器件、轻型机架和防水型的变速器及触式保护器 (图 1)。系统布放于极区浮冰冰洞之上, 在程控绞车的牵引下, 悬挂的观测设备在冰下海洋中一定深度范围内自动上下运动进行剖面观测, 可以获得长期连续的上层海洋剖面观测数据。该系统于 2008 年夏季初步研发完成, 经过第 3 次北极考察的现场试验后, 将系统进一步优化, 增加单片机编程控制冰下观测仪器的运动状态和保温等装置。考虑到冰上的承载力和供

电系统的能力, 目前的冰下剖面观测设计最大观测深度为 300 m。

该系统有如下主要特点: 采用便携式设计, 结构轻巧紧凑; 可通过编程控制定时上下运动; 在无人值守的条件下可以进行长期连续观测; 适合在极地地区低温、大风等恶劣条件下运行。

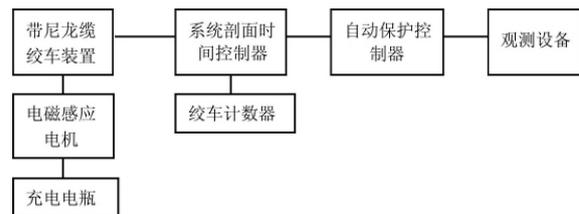


图 1 自动剖面系统的结构图

## 2 自动剖面系统冰面布放方法和位置的选取

搭载破冰船或直升机到达浮冰区后, 选取布放点的位置 (图 2)。尽量选择平整冰, 周边不能有冰裂隙、冰融池等复杂冰况, 冰厚一般在 1.5~2.5 m 之间, 积雪较少。布放时, 在计划安置自动剖面系统的地方, 先把表面的积雪铲掉, 再根据悬挂测量设备的类型及尺寸, 开凿冰洞。在第 25 次南极考察期间, 悬挂的观测仪器为 RBR CTD, 直径是 0.20 m, 开凿的冰洞直径为 0.25 m。在冰洞中布设自动剖面观测系统, 该系统调试成功后, 可以每 2 h 自动进行一次 CTD 剖面观测。

## 3 系统的时间设置和下放深度的确定

系统的运行是由程序控制的, 根据极区上层海洋变化, 设置最大观测深度和间隔时间。由于表层温度较低, 悬挂的仪器不宜长期停留在表层。每次剖面观测完成后, 停在最深处。在一定时间间隔后, 再完成一次上升和下降, 进行一次完

收稿日期: 2010-01-11

基金项目: 国家科技支撑计划课题 (2006BAB18B02); 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目 (NCET-10-0720)

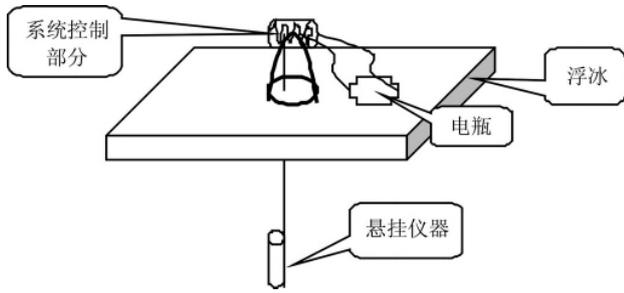


图 2 自动剖面系统现场观测图示

整的剖面观测。CTD 的记录可以采用压强(深度)阈值开关,设置为小于某压强值时开始记录数据。这样,CTD 仅在上升和下降期间进入正常观测状态,记录数据,可以节约能源和内存。在下放深度上,考虑自动系统的供电能力,针对极区观测上层海洋变化的规律,来确定自动剖面观测深度。

#### 4 系统供电和保温

由于极区温度低,蓄电池的质量很重要,本次试验采用美国螺旋式卷绕专利技术的 Optima 蓄电池,最大电量为 50 Ah。Optima 是完全密封的免维护蓄电池,针对极端环境使用而设计,可在 $-40\sim 65^{\circ}\text{C}$ 范围内安全快速启动和工作,而普通蓄电池的适用温度范围一般在 $-5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。由此可见,相对于极区寒冷的气候,使用 Optima 蓄电池将会更安全可靠。我们的冰上试验表明,该电池比较耐低温,一块电池可维持剖面观测系统连续工作 25 h。

用于极区浮冰上的观测系统,还要考虑保温问题。低温会使凿开的冰洞重新冻结,不仅会降低蓄电池的效率,还会影响观测系统的正常工作。冰上用电受到限制,因此不能采用电加热方式。为避免环境温度过低,制作了毛毯罩,把整个

系统和蓄电池都包在里面。冰上试验效果很好,未加毛毯罩时,冰洞内会结成一薄层冰,随温度的降低冰逐渐增厚,影响了剖面观测,甚至导致绞车停止;加上毛毯罩后,未再发现冰洞结冰,自动剖面系统运行正常。

#### 5 系统悬挂设备定时控制的确定

根据悬挂设备的种类,参照观测规范,设定观测间隔时间。例如,悬挂 CTD 测量仪,可设定每 2 h 进行一次剖面观测;而悬挂海流计,可设定每 1 h 进行一次剖面观测。在具体测量时,应对该区域的海洋环境有所了解,以便选取合适的定时控制时间。

#### 6 试验结果

我们从自动剖面系统获取的数据中,选取两部分数据进行简要分析。

(1) 12 月 11 日 04:11-16:15,在此时间段内,系统以一个统一的设置状态自动运行,共获得完整的 9 个剖面的温盐数据(图 3)。

(2) 12 月 13 日 11:08-14 日 11:03 自动剖面系统完成了 25 h 的连续观测,得到了冰下海洋温度的周日变化情况(图 4)。

#### 7 结束语

在中国第 25 次南极科学考察中,自动冰下海洋剖面观测系统首次应用在南极普里兹湾的浮冰上,获取了普里兹湾冰下上层海洋温盐剖面的长期连续观测数据,进一步给出了

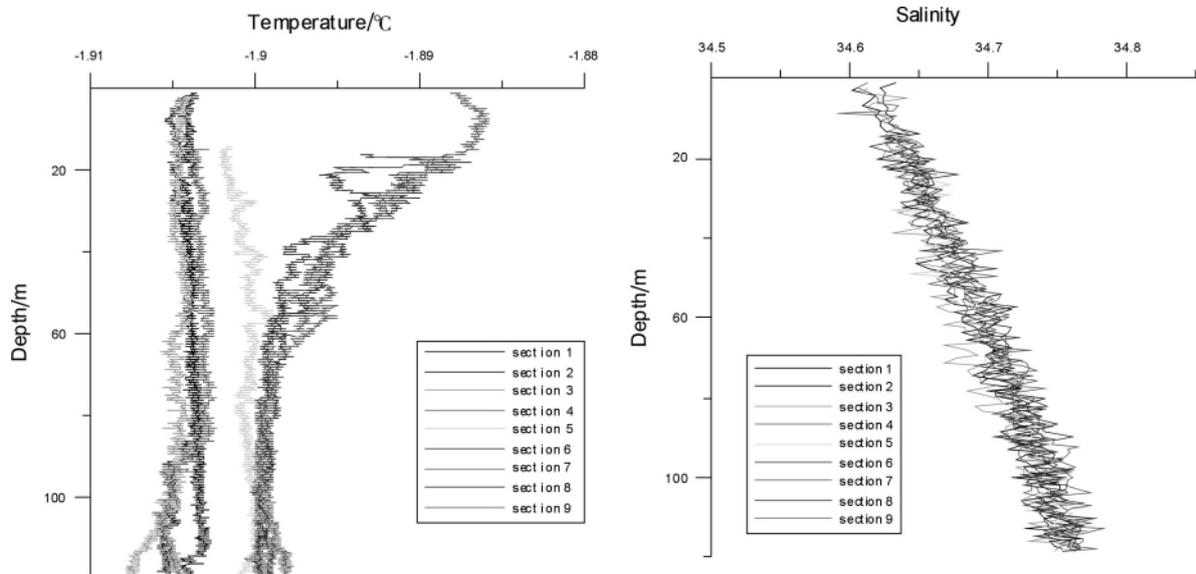


图 3 12 月 11 日观测的 9 个温盐剖面图

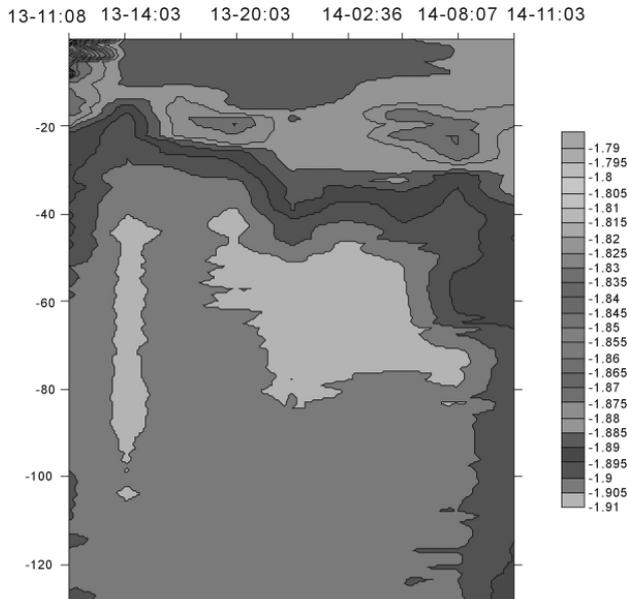


图 4 冰下海洋 25 h 连续观测温度分布图

冰下次表层暖水的存在证据。次表层暖水是赵进平教授通过分析中国首次北极考察浮冰区 CTD 数据,提出的一个值得关注的冰下上层海洋特有的温度结构。通过理论解析求解,认为这一暖水主要是由进入海洋的太阳辐射加热海水而形成的。在第二次北极考察和一些后续的国外北冰洋考察中,都曾观测过这一现象。但是,由于进入北冰洋的太平洋暖水也在相近层次上,不容易与太阳辐射形成的暖水区分,在北冰洋的观测数据没有很强的说服力。这次在南极冰上进行的自动剖面观测系统长期观测,为冰下次表层暖水的存在提供了新的观测证据。这也证明了发展针对性的极区冰下海洋监测技术对极地海洋研究是非常重要的。在现有观测系统的基础上进一步改进,解决长期供电、实时传输数据等问题,极区自动剖面观测系统有望得到推广和应用。

#### 参考文献:

- [1] 赵进平. 发展海洋监测技术的思考与实践[M]. 北京:海洋出版社,2005.
- [2] 商红梅,张少永,沈高山. 极区冰盖下定点剖面测量系统[J]. 海洋技术,2006,25(3):23-26.
- [3] 矫玉田,赵进平,史久新,等. 极区海洋锚锭观测系统的设计和布放[J]. 极地研究,2007,19(4):305-312.

## Introduction and Application of An Automatic Profiler for Observing Ice Covered Polar Ocean

JIAO Yu-tian<sup>1</sup>, SHI Jiu-xin<sup>1</sup>, ZHAO Jin-ping<sup>1</sup>, ZHANG Xue-ming<sup>2</sup>, HOU Jia-qiang<sup>1</sup>

(1. College of Physical and Environmental Oceanography, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100, China; 2. College of Physics, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130024, China)

**Abstract:** A newly-developed automatic profiler was applied for observing the ice covered ocean during the 25th Chinese National Antarctic Research Expedition in December, 2008. The profiler was mounted on fast ice in the Prydz Bay and recorded temperature and salinity data of the upper ocean continuously in several days. The data were used to study the sub-surface warm water in the ice covered ocean. The design and deployment in the polar region of the profiler are introduced in order to present reference for the future observations in the polar ocean.

**Key words:** automatic profiler; design; deployment; ice covered ocean