

国家863计划规范化海上试验丛书

规范化海上试验

GUIFANHUA
HAISHANG SHIYAN
LUNWEN HUIBIAN

论文汇编

(2000~2010)

◎主编 吴德星 郭心顺

国家 863 计划规范化海上试验丛书

规范化海上试验论文汇编 (2000~2010)

主编 吴德星 郭心顺

中国海洋大学出版社
• 青岛 •

图书在版编目(CIP)数据

规范化海上试验论文汇编:2000~2010/吴德星,郭心顺主编.

—青岛:中国海洋大学出版社,2011.2

(国家 863 计划规范化海上试验丛书/吴德星主编)

ISBN 978-7-81125-595-9

I. ①规… II. ①吴…②郭… III. ①海洋仪器—试验—文集
IV. ①P716-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 020761 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

出 版 人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 book@ouc.edu.cn

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 毕玲玲

电 话 0532-85901040

印 制 青岛双星华信印刷有限公司

版 次 2011 年 2 月第 1 版

印 次 2011 年 2 月第 1 次印刷

成品尺寸 170 mm×230 mm

印 张 23.625

字 数 400 千字

定 价 80.00 元

编 委 会

丛 书 主 编 吴德星

丛书副主编 陈学恩

丛 书 编 委 (按姓氏笔画顺序排列)

田纪伟 吴爱娜 汪东平 陈永兴

范洪涛 赵忠生 姚 勇 高占科

郭心顺 隋 军 雷 军 鲍献文

本 册 主 编 吴德星 郭心顺

本 册 编 委 (按姓氏笔画顺序排列)

李延刚 杨世民 杨宝起 宋振杰

赵忠生 袁志伟 黄 磊 韩雪双

海洋观测仪器设备从研制到定型再到产业化的过程,是在不断发现问题、解决问题的不断修正改进中完成的。在此过程中,海上试验是仪器研发的重要过程之一,是发现原理设计、材料、工艺到整机结构与应用等方面问题的重要手段,关键技术难题是如何实现调查观测仪器的准可重复性海上试验,发现和确定海洋观测仪器存在的缺陷及仪器在性能、稳定性、精确性等方面存在的真实问题“归零”。海上试验成果是仪器改进与定型的重要依据。

国家“十一五”863计划“质量控制及规范化海上试验”项目的主要任务是对国家研发的海洋观测仪器设备进行规范化的海上试验。“十一五”期间依托中国海洋大学“东方红2”号海洋综合调查船,开展了863计划研制的32种62台套次的海洋仪器的规范化海上试验,通过规范化的海上试验,促进了国产海洋仪器研发进程,推动了我国海洋技术研发和海洋仪器设备的产业化。

本书除收录了海上试验技术论文外,还搜集收录了海洋仪器研发过程中形成的原理探讨、方法研究、样机设计、数据处理分析等论文。收录的论文将为海洋仪器研制人员提供较好的参考文献,对海洋仪器研制与试验具有较强的指导意义。同时为海洋科学研究者了解海洋仪器研究最新进展提供便利。

本书可作为海洋仪器研发、海洋科学研究、海洋调查与观测从业人员的参考书。

本书的编写得到了863计划海洋仪器研制单位、“质量控制及规范化海上试验”项目组和863计划海洋领域专家的大力指导和帮助,在此表示诚挚的感谢!

由于水平有限,本书编写过程中难免会存在错误,敬请广大读者提出批评意见。

编者

2011年1月

2009 年秋季航次 UCTD 样机海上试验	(1)
6 000 m 电缆传输式 CTDC 剖面仪	(11)
CTD 传感器中磁力泵的设计	(27)
CTD 数据预处理、批处理的编程实现	(34)
CTD 资料预处理规范化的探讨	(41)
LADCP 数据处理方法的探讨及其对应软件包的使用	(51)
LADCP 配置文件和数据质量控制的参数设定	(63)
SZC15-2 型 CTD 数据采集技术研究	(74)
UCTD 系统及其关键技术介绍	(83)
XCTD 剖面仪数据传输电路的设计与实现	(91)
XCTD 定标方法研究	(99)
X 波段雷达在海面动力环境监测中的应用研究	(106)
一种投弃式快速海流剖面观测仪器	(117)
一种潜标的水下姿态变化规律分析	(123)
一种用于下放式 ADCP 的 TVC 增益补偿控制策略	(139)
一种适合海洋环境温度测量的新方法	(149)
利用声相关流速剖面仪观测深水散射层	(164)
吕宋海峡夏季叶绿素 a 荧光的拖曳剖面测量	(171)
基于 AWAC 型 ADCP 的波浪反演算法研究	(184)
基于 X 波段雷达海浪监测装置的设计与研究	(192)
基于北斗系统的海洋环境监测数据传输系统设计	(198)
定点垂直升降剖面测量系统	(205)
宽带声学多普勒流速剖面仪作用距离估计	(212)

应用超声空化效应多泡声致发光技术测量海水总有机碳(TOC)	(223)
投弃式海流剖面测量仪测量原理研究	(230)
抛弃式温盐探头阻力系数的数值模拟及其实验验证	(239)
水下自主航行观测平台在现调试系统的研究	(245)
海洋内波 ADCP 监测技术研究	(253)
海洋内波现场测量系统设计与实现	(261)
海洋潜标锚泊系统数值计算分析	(266)
海洋调查仪器设备在海上试验中的质量控制	(275)
深海原位激光拉曼光谱系统首次海试成功	(282)
深海观测平台技术	(283)
深海高技术发展现状及趋势	(289)
温盐深剖面仪技术改造研究	(303)
用于水下运载器的高精度多普勒计程仪开发	(310)
相关测速声纳垂向速度测量与底深的关系	(318)
系缆式剖面测量平台运动性能分析	(326)
自升式平台液压升降系统的状态模糊综合评判研究	(333)
船体固定式 CTD 及数据采集技术研究	(343)
船载内波快速观测技术设计	(352)
轻型感应耦合数据传输温盐链系统	(360)

2009年秋季航次 UCTD 样机海上试验*

李晖¹, 胡波², 兰卉¹, 田雨¹, 邹强¹, 刘佳佳¹, 郭心顺³

(1. 国家海洋技术中心, 天津 300112; 2. 国家海洋标准计量中心, 天津 300112; 3. 中国海洋大学船舶中心, 山东 青岛 266100)

摘要: UCTD (Underway Conductivity-Temperature-Depth) 是一种新型船舶走航上层海洋温度盐度剖面调查设备。本文介绍了国内研制的 UCTD 样机参加 2009 年秋季航次海上试验情况, 包括试验设备的组成、安装、试验结论和存在的问题等。为了海上现场检验 UCTD 样机探头测量性能、下降深度、速度和甲板设备的运行情况, 共进行了 42 次投放试验。通过分析试验数据, UCTD 样机的作业时间、测量深度、测量性能和可靠性均达到了预期的设计目标。试验数据经处理后可获取海洋上层温盐断面数据, 实现了 UCTD 实际应用效果, 最后对试验中发现的问题提出了解决办法。

关键词: UCTD 样机; 海上试验; 比测

中图分类号: P716 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-2029(2010)03-0001-04

1 引言

海水的温度和盐度是海洋最基本的物理参数, 观测海水温度和盐度随深度的变化可以为海洋科学研究提供基本的数据资料, 具有广泛的应用价值。利用调查船出海进行海洋调查是获取海水温度和盐度剖面数据的传统手段, 由于船舶定点观测所用的设备体积大, 需要船舶漂泊进行观测, 观测成本高且获取的数据有限。近年来, 又发展了携带和使用方便的投弃式温盐剖面仪, 可在船舶航行时快速获取海洋温度和盐度剖面数据, 但由于其是一次性消耗设备, 大量投放的费用也不菲。

*基金项目: 国家高技术研究发展(863)计划——海洋动力参量拖曳式剖面测量系统(UCTD)技术研究资助项目(2006AA09A307-02)。

UCTD 是国外近年发展的用于船舶走航时获取上层海洋剖面温度和盐度数据的新型海洋调查设备,其探头投放后可收回,并可再次投放,具有快速、经济的特点,有良好的应用前景。

在“十一五”国家海洋领域 863 计划的支持下,国内从 2007 年开始进行 UCTD 样机研制,根据研制进程的需要,UCTD 项目已参加过 2007 年夏季、2008 年夏季和 2009 年春季的“质量控制与规范化海上试验”(依托“东方红 2”号海洋综合调查船),完成了 UCTD 原理样机的水动力试验、初步样机的技术性能试验。在以上试验基础上,完成了正式样机的设计和制造,并参加了 2009 年秋季航次的海上试验,目的是检验正式样机的技术性能,包括探头测量性能、下降深度、速度和甲板设备的运行情况。

2 试验设备

UCTD 系统由甲板设备和 UCTD 探头两部分组成(图 1)。其中甲板设备又包括专用轻便电动绞车和绕线机,回收探头所用的线绳采用 1 100 m 的高强度树脂纤维线绳。

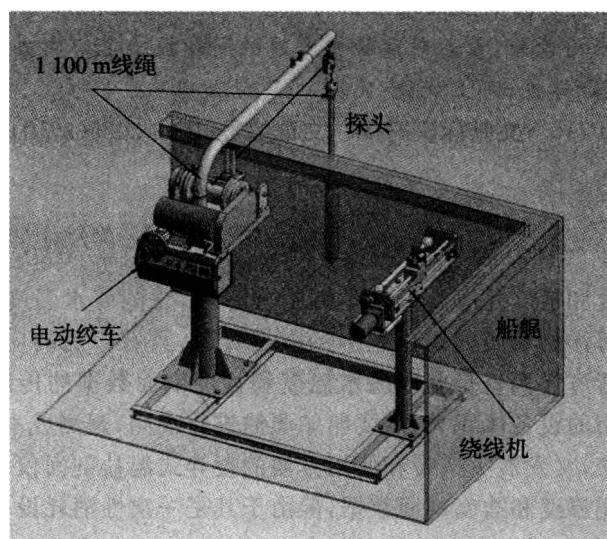


图 1 UCTD 设备组成图

UCTD 的作业过程如下:在船舶航行时,先用绕线机在探头上绕相应长度

的线,然后在船艏将探头垂直投放海中,由于海水对线绳阻力的作用,线绳被同时从绞车卷筒和探头上快速抽出,探头在投放点做近似垂直快速下降运动(图2),同时测量海水的温度、电导率和压力信息。当探头下降至约400 m深后,用绞车将其收回,在测量数据回放至计算机、重新绕线后,再次投放探头。

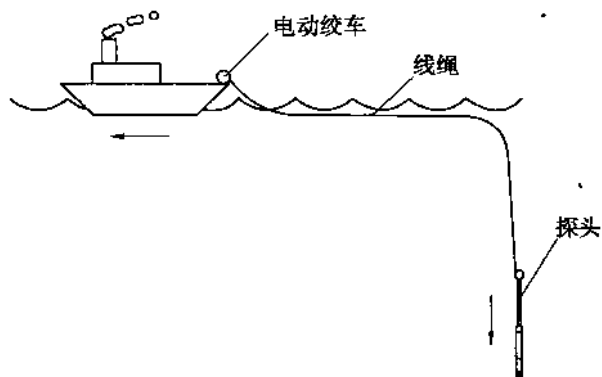


图2 UCTD 工作示意图

UCTD系统的主要技术指标:

投放船速:0~12 kn;

剖面测量深度:400 m;

探头下降速度:4 m/s。

UCTD的甲板设备安装在“东方红2”号海洋综合调查船船艏左舷(图3)。探头投放时将吊臂伸出船艏,探头收回后,吊臂回转180°,探头置于绕线机上重新绕线。



图3 UCTD 工程样机的海上试验现场

3 海上试验情况

本次海上试验包括定点投放和走航投放试验。定点投放试验目的是通过和美国 SBE911 CTD 剖面仪的比测,检验在快速下降过程中探头温度和电导率测量的准确性,并通过多次投放检验探头测量的稳定性。走航投放试验目的是检验探头的下降深度和速度,统计 UCTD 单次作业时间,检验设备在海上的运行情况。

图 4 为本航次 42 次投放试验站位图,下面分别对具有代表性的 2 个定点比测站位和 2 个走航站位的试验情况进行介绍和分析。

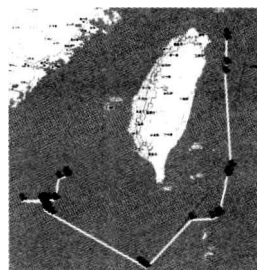


图 4 本航次试验站位

3.1 定点比测试验

定点比测试验是在船舶漂泊时,在 CTD 站位 SBE911 CTD 下放和回收后,投放 UCTD 探头。2 套设备空间位置大约相距 25 m,在剖面测量时间上大约相差 30~60 min。图 5 至图 8 是 A01_1 和 D3000_2 两个定点比测站位 UCTD 和 SBE911 CTD 数据比测图。

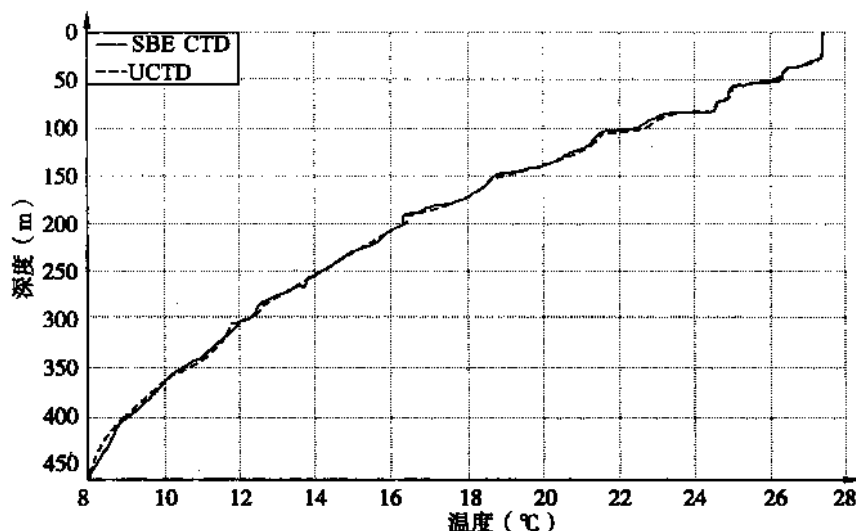


图 5 A01_1 站位 UCTD 和 SBE CTD 温度数据比测图

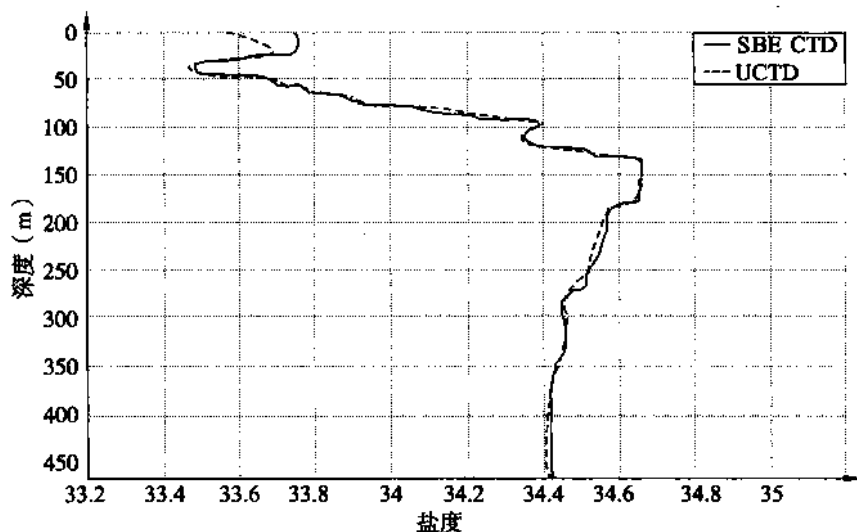


图6 A01_1 站位 UCTD 和 SBE CTD 盐度数据比测图

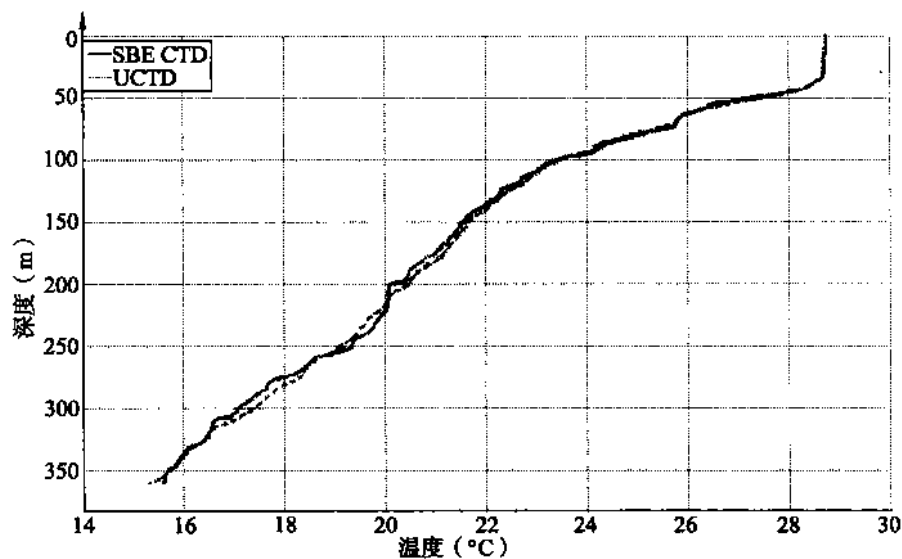


图7 D3000_2 站位 UCTD 和 SBE CTD 温度数据比测图

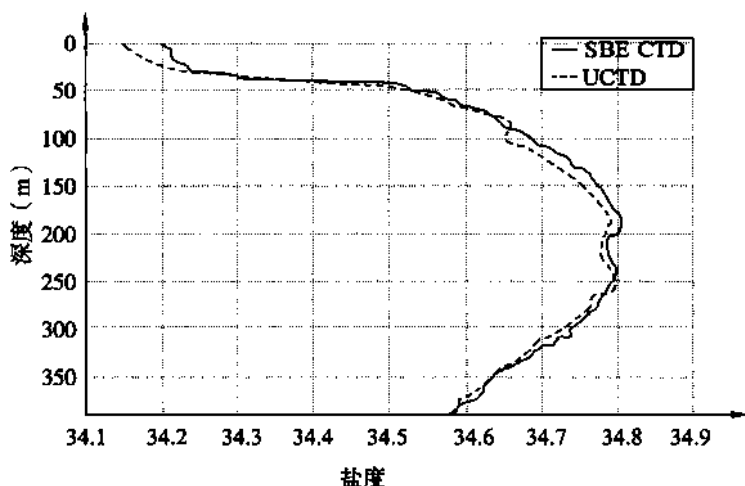


图8 D3000_2 站位 UCTD 和 SBE CTD 盐度数据比测图

从以上图表可以看出,从海面到约 40 m 深度,由于电导率传感器的浸润效应,测量数据的误差较大。从 40 m 到约 400 m 深度,比较 UCTD 与 SBE 911CTD 的测量数据,2 个站点温度和盐度数据相关系数分别大于 0.999 和 0.985,温度和盐度的误差绝对值标准差分别小于 0.13℃ 和 0.026(表 1),试验表明 UCTD 的温度和电导率传感器的快速测量性能较好,测量数据能准确地反映出上层海水温度和盐度跃层细节的分布情况。

表 1 两次 UCTD 定点比测投放试验数据统计分析

投放序号	站位	相关系数		误差绝对值标准差	
		温度	盐度	温度(℃)	盐度
19	A01_1	0.999 7	0.997	0.120	0.024
34	D3000_2	0.999 6	0.986	0.130	0.026

3.2 走航投放试验

走航投放试验是船舶在航行时投放探头,获得探头的下降深度和速度数据,并计算出 UCTD 单次作业时间。表 2 是第 13 次和第 24 次走航投放的试验基本情况,图 9、图 10 分别是第 13 次和第 24 次走航探头下降深度和速度随时间变化图。

表 2 两次 UCTD 走航投放试验基本情况

投放 序号	航速 (kn)	下放深 度(m)	平均速 度(m/s)	投放回收时 间(min)	绕线时间 (min)	单次作业耗 时(min)
13	6.2	428.39	4.13	19.42	18.42	37.83
24	9.5	427.02	4.13	24.17	18.03	42.20

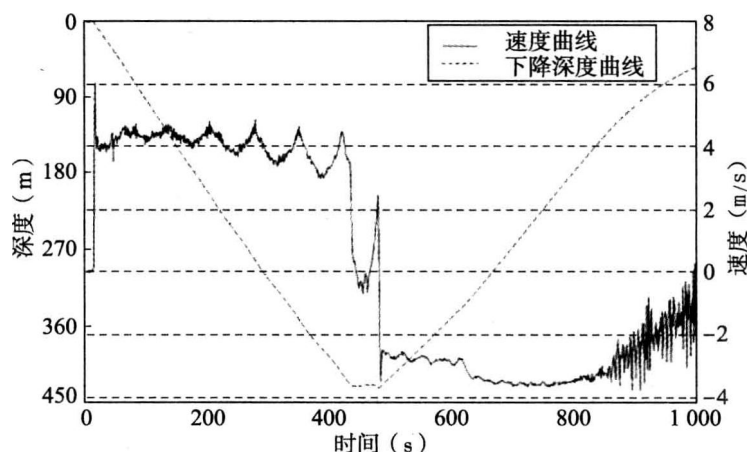


图 9 第 13 次投放探头下降的深度和速度曲线

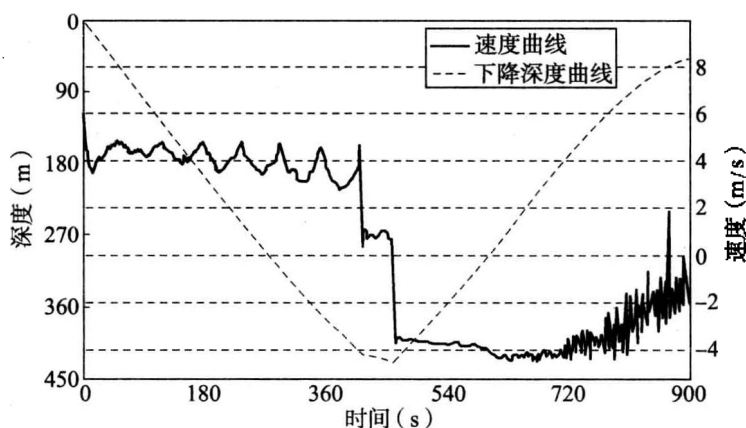


图 10 第 24 次投放探头下降的深度和速度曲线

从图 9、图 10 可以看出,两次投放探头的下降深度都超过了 420 m,探头的下降速度超过了 4.2 m/s,在 6.2 kn 航速下,UCTD 单次作业耗时约 38 min,在 9.5 kn 航速下,单次投放耗时约 42 min。

通过对连续走航投放试验数据进行处理,可以得到沿航线上层海洋温盐断

面图。图 11、图 12 是 4 次走航投放获得的温度和盐度断面图,总耗时 2.2 h,时间间隔大约 45 min,船舶沿直线航行距离大约 33 km。

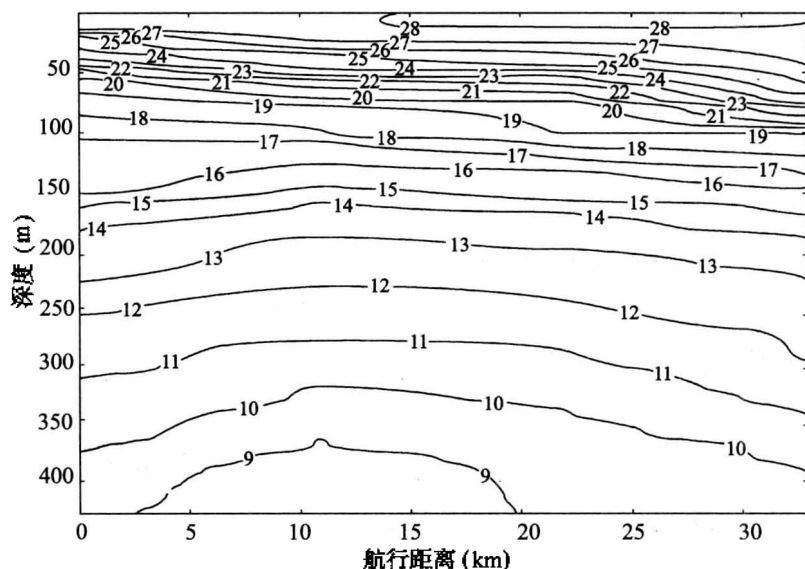


图 11 $120^{\circ}30.470'E, 20^{\circ}13.916'N \sim 121^{\circ}52.167'E, 21^{\circ}11.307'N$ 温度断面图

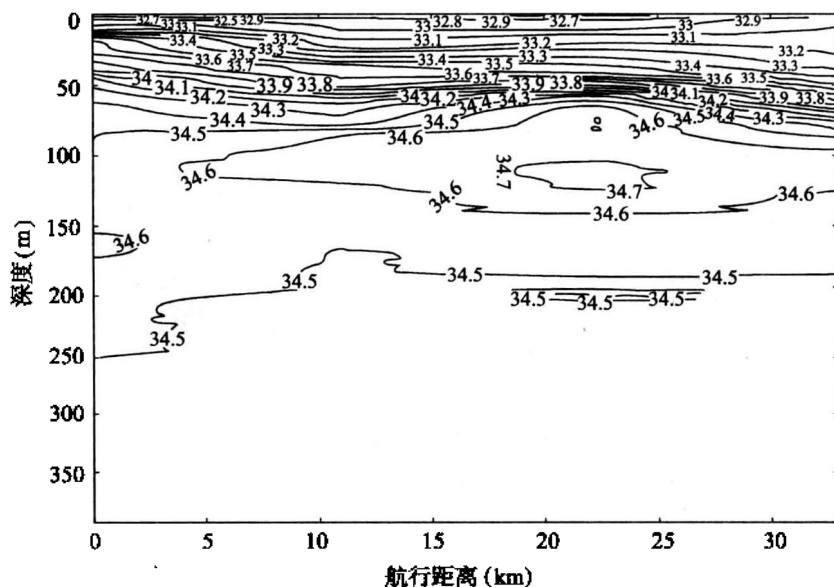


图 12 $120^{\circ}30.470'E, 20^{\circ}13.916'N \sim 121^{\circ}52.167'E, 21^{\circ}11.307'N$ 盐度断面图

3.3 试验结果

通过本航次海上试验 42 次 UCTD 探头投放,获得了海上试验宝贵的数据资料,取得了 UCTD 系统的实际应用效果,试验表明 UCTD 正式样机技术性能达到了项目设计目标。

在整个航次 31 d 的试验过程中,在包括 4 级海况下甲板上水、晃动和振动以及大风、盐雾、暴晒等恶劣环境下,UCTD 样机没有发生严重故障,一直正常工作,表明系统具有一定的可靠性。

3.4 存在的问题

在海上试验中,发现了 UCTD 样机还存在两方面的问题:① 甲板设备在快捷安装、操作方便和全天候工作等方面需改进提高,以满足实际使用对 UCTD 快速、可靠的要求;② 探头电导率测量存在随时间整体漂移的现象,还不能满足深远海海洋调查航次持续时间长的要求。因此,需要从两个方面进一步完善:① UCTD 甲板设备小型化、自动化和优化设计改进;② 通过反复试验,改进电导率传感器设计和制作工艺,提高探头测量稳定性。

4 结语

从本次海上试验来看,UCTD 适用于在船舶走航时快速、经济地获取高水平密度、较精细的上层海洋温度和盐度剖面数据资料。由于 UCTD 具有快速、经济的特点,作为新型海洋调查设备,在海洋内波研究、海气相互作用等海洋科研领域有广泛的应用价值。

参考文献:

- [1] 任炜,李晖,李永奇,杜敏. UCTD 及其关键技术介绍[J]. 海洋技术, 2008,27 (1): 8-18.
- [2] SONG Xiang-zhou, LI Hui, LIN Xiao-pei, CHEN Xue-en, GUO Xin-shun, TIAN Ji-wei. 2009, Sea Experiments of the Underway Conductivity-Temperature-Depth Prototype Made in China[J]. Journal of Ocean University of China, 2009, 8(4): 409-415.
- [3] Rudnick D L, Klinke J. The Underway Conductivity-Temperature-Depth Instrument[J]. Journal of Atmosphere and Oceanic Technology, 2007, 24(11): 1910-1923.

2009 Autumn Cruise Sea Experiments of the Underway Conductivity-Temperature-Depth Prototype Made in China

LI Hui¹, HU Bo², LAN Hui¹, TIAN Yu¹, ZOU Qiang¹, LIU Jia-jia¹, GUO Xin-shun³

(1. National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China; 2. National Center of Ocean Standard and Metrology, Tianjin 300112, China; 3. Research Vessel Centre, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100, China)

Abstract: UCTD (Underway Conductivity-Temperature-Depth) is a new shipborne upper ocean temperature and salinity profiling survey device. The test in autumn cruise in 2009 of the UCTD prototype developed by NOTC is introduced, including the assembly and installation of the equipment and the testing conditions. The test objective involves testing the probe's descending depth and speed, and its performance compared with SBE CTD. During 42 deployments, the fixed point comparing measurement and sailing measurement data analyses have revealed that the UCTD prototype's operation time, measuring depth, measuring performance and reliability have reached the expected design objective. Furthermore, solutions for problems found in the test have also been provided.

Key words: UCTD prototype; sea test; intercomparison