

国家863计划规范化海上试验丛书

重点仪器设备海上试验大纲 和海上试验报告汇编

ZHONGDIAN YIQI SHEBEI HAISHANG SHIYAN DAGANG
HE HAISHANG SHIYAN BAOGAO HUIBIAN

◎主编 吴德星 郭心顺

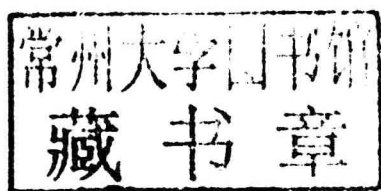


中国海洋大学出版社

国家 863 计划规范化海上试验丛书

重点仪器设备海上试验大纲和 海上试验报告汇编

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

重点仪器设备海上试验大纲和海上试验报告汇编/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 978-7-81125-598-0

I. ①重… II. ①吴…②郭… III. ①海洋调查设备—试验
报告—汇编—中国②海洋—测量仪器—试验报告—汇编—中国
IV. ①TH766

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 019800 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 邓志科

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 13.25

字 数 230 千字

定 价 76.00 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)

王长红	李 晖	李延刚	刘 岩
杨世民	郑容儿	王岩峰	赵忠生
袁志伟	黄 磊	宋振杰	杨宝起
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,是发现问题、解决问题,再发现问题、再解决问题的不断修正、改进中完成的。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。海上试验过程中,关键技术难题是如何实现海洋观测仪器海上试验的准可重复性;发现和确定海洋观测仪器存在的缺陷;仪器在性能、稳定性、精确性等方面存在的真实问题,以实现技术归零。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”项目的主要任务之一,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”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。

规范化的海上试验是发现问题的重要途径。“海上试验大纲”是开展规范化海上试验的依据,关系到试验的成败。“海上试验报告”是对海上试验的总结,是研发仪器改进、定型到产业化的重要依据。通过对重点仪器海上试验大纲和海上试验报告的汇编,为今后国家研发仪器进行海上试验提供借鉴,也为我国从事海洋科学研究、海上调查技术等科技工作者及时了解海洋调查技术与仪器研发进展情况提供便利条件。

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。

《重点仪器设备海上试验大纲和海上试验报告汇编》一书的编写得到了国家863计划海洋仪器研制单位、“质量控制及规范化海上试验”项目组和专家863计划海洋领域专家的技术指导和大力帮助,在此表示诚挚的谢意!

由于水平有限,本书编写过程中难免会出现错误,敬请广大读者提出批评意见。

编者

2011年1月

第一部分 海上试验大纲

第一章	深海拉曼光谱仪(Docars-532)海上试验大纲	(3)
第二章	深海下放式声学多普勒流速剖面仪(LADCP)海上试验大纲	(12)
第三章	船载声相关流速剖面仪(ACCP)定型样机研制海上试验大纲	(27)
第四章	海洋动力参量拖曳式剖面测量系统(UCTD)海上试验大纲	(39)
第五章	船载多参数拖曳式剖面测量系统海上试验大纲	(46)
第六章	海水总有机碳(TOC)现场分析仪海上试验大纲	(53)

第二部分 海上试验报告

第七章	深海激光拉曼光谱仪(Docars-532/785)海上试验报告	(59)
第八章	投放式声学多普勒流速剖面仪(LADCP)海上试验报告	(75)
第九章	船载声相关流速剖面仪(ACCP)定型样机海上试验报告	(101)
第十章	海洋动力参量拖曳式剖面测量系统(UCTD)海上试验报告	(126)
第十一章	船载多参数拖曳剖面测量系统海上试验报告	(141)
第十二章	海水总有机碳(TOC)现场分析仪海上试验报告	(193)

第一部分 海上试验大纲



第一章 深海拉曼光谱仪 (Docars-532)

海上试验大纲

1.1 海上试验性质和目的

1.1.1 研制仪器功能和原理

深海拉曼光谱仪(Docars-532)是一套针对深海海底多种物质进行原位化学成分分析的小型低功耗实验样机,可应用于 4 000 m 深海的正常和极端环境(如热液区、冷泉区等),该仪器采用水下自行供电和自容式数据采集方式,并利用物质成分的激光光谱探测原理,实现对海底固、液、气态目标物化学成分的原位快速探测。

1.1.2 试验性质

针对研制的实验样机,对照仪器设计与验收指标,测试其在深海环境下的结构性能、工作性能及其稳定性,并通过自带部分样品,进行深海环境成分的模拟测试。

1.1.3 试验目的

(1) 检验深海拉曼光谱仪的结构原理、整体和各部分性能是否满足设计指标要求。

(2) 检验深海拉曼光谱仪(实验样机)是否适于进行深海原位测量。

1.2 参试仪器技术状态、数量和辅助设备

1.2.1 参试仪器技术状态

深海拉曼光谱仪(Docars-532)的工作性能已通过实验室和码头水下试验。

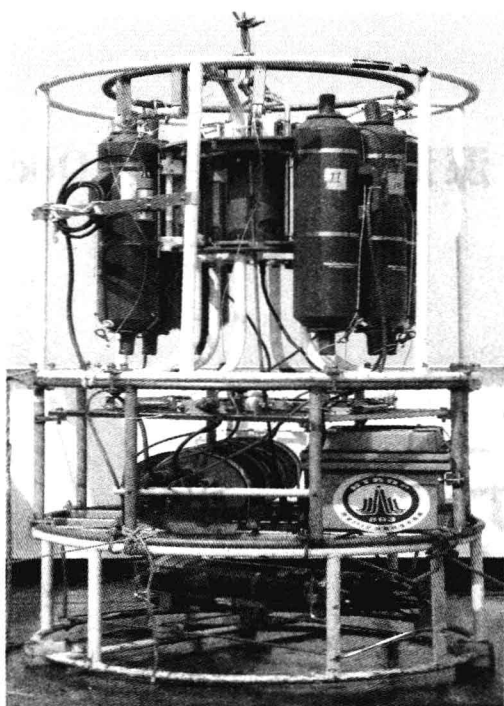


图 1-1 布放架

1.2.2 参试仪器数量和辅助设备

1. 试验仪器(架装在采水器与 CTD 之间的模块单元)

试验仪器包括如下部分:

- (1) 布放架 1 个(图 1-1)(直径 990 mm,高度 510 mm)。
- (2) 主体探测仪器舱 1 个(直径 260 mm,长度 780 mm,水平布放)。
- (3) 电池舱 1 个。
- (4) 注射式液体样品罐 5 个。
- (5) 水下照明与照相设备 1 套。

2. 深海试验时需要的辅助设备

- (1) 水文绞车+万米铠装电缆。
- (2) 自容式 CTD(获取具体试验地点和水深的相关环境参数)。
- (3) 海鸟采水器(需在试验中,伴随自带样品的释放,实时采得时序水样)。

1.3 海上试验保障条件和用船计划

1.3.1 施放吊装设备

深海拉曼光谱仪单元模块在空气中重达 180 kg(附加自带深海电池等),需要使用水文绞车,搭载海鸟 CTD 及采水器进行水下试验,系统的施放及回收需用铠装钢缆。

1.3.2 试验配合设备

深海拉曼光谱仪海上试验(简称海试)需有下述设备配合使用:海鸟 CTD 及采水器(获取具体试验地点的深度和环境参数及采得时序水样),水下照明与照相设备(自行配置),GPS 全球定位系统等。

1.3.3 海洋环境(水深)要求

本次试验的主要目的之一是检验深海拉曼光谱仪(实验样机)是否适于深海(最大 4 000 m 水深)原位测试工作,因此,至少需选择水深 4 500 m 以上的海区进行海上试验。

1.3.4 气象海况要求

深海拉曼光谱仪是新研制设备,其施放、回收及在深海作业相关的操作方法都需探索,因此宜选择较好的气象、海况,并尽量安排在白天试验。

1.3.5 人员组织要求

需组织试验指挥中心,设总指挥、作业指挥、安全员、止荡组,绞车操作组、仪器控制操作及资料记录由课题组负责。

1.4 海上试验安全控制方案和应急措施

(1) 探测舱的水密性是保障试验成功的关键,为确保试验成功率,在正式进行试验之前,可根据需要先行对探测高压舱进行深水(4 000 m)水密性检验和光学窗口的耐压性试验,在确保其性能后,再将激光探测仪器和控制组件嵌入舱体内进行现场封装。

(2) 部分关键部件均需备件。

1.5 海上试验时间、地点、参加人员和岗位职责(含故障审查工作)

(1) 海试时间:根据“东方红 2”船规范化海上试验 2009 年航次计划,试验计

划分为两个阶段进行:① 2009 年 3 月 15 日~2009 年 4 月 15 日;② 2009 年 8 月 25 日~2009 年 10 月 5 日。

(2) 地点:均搭载“东方红 2”船“质量控制及规范化海上试验”09 航次,在西北太平洋或我国南海水深大于 4 500 m 的海区进行试验。

(3) 本次试验包括浅海试验和深海试验,单次海试试验全程 1~5 小时(不含仪器入水前的甲板调试和模式参数设置时间,具体时间视试验水深而定)。拟定总试验次数 4 次,其中浅海试验和深海试验各 2 次。

(4) 课题组参加海试工作人员共 7 人。其中,技术总负责 1 人,故障审查与质量检验 1 人,仪器密封与机械架装 3 人,仪器试验操控与记录 1 人,试验样品准备 1 人(表 1-1)。

表 1-1 参加海试工作人员及工作职责

姓名	性别	职称	职责
赵广涛	男	教授	技术总负责
郑荣儿	女	教授	故障审查与质量检验
程 凯	男	工程师	仪器密封与机械架装
李德平	男	研究生	试验样品准备
任立辉	男	研究生	仪器试验操控与记录
王 鼎	男	研究生	仪器密封与机械架装
卢 渊	男	研究生	仪器密封与机械架装

1.6 海上作业现场技术文件记录表格

表 1-2 深海拉曼光谱仪(Docars-532)海试现场记录表

站位		站号	气象与海况			
时间	释放		经纬度		水深(m)	
	启动				缆长(m)	
	提升				环境参数	
	出水				(CTD)	

(续表)

工作模式	事件								
	时间								
	动作								
	事件								
	时间								
	动作								
水样采集 自带样品	工作水深(m)		Na ₂ SO ₄ (mmol/L)	NaHCO ₃ (mmol/L)	自带样品(编号)				
	CTD 采水(6个)								
	采水编号								
试验前仪器工作状态检查									
现场测试情况记录									
备注									
记录人(签字)					审检人(签字)				
年 月 日					年 月 日				

1.7 海上试验方案

海上试验方案包括试验内容、步骤、方法、测量数据及处理要求等。

1.7.1 试验内容

- (1) 系统结构深海性能试验(包括系统耐压、水密等)。
- (2) 系统深海工作性能及其稳定性试验。
- (3) 通过自带部分样品,进行深海环境成分的模拟测量。

1.7.2 试验步骤与方法

1. 试验程序

海试工作计划按照甲板调试(甲板统调、入水调试)→浅海试验(20 m, 200 m各1次)→深海试验(1 000~1 500 m, 3 000~4 000 m各1次)的程序依次进行。试验过程中将严格按照《深海拉曼光谱仪操作规程(试用稿)》,以及国家863计划“质量控制及规范化海上试验”课题拟定的《规范化海上试验质量控制规程》进行规范化作业,对于在海试中获得的与仪器安全使用有关的重要内容,须在操作规程中进行修正和补充。

仪器的甲板调试工作拟于2009年3月13~18日期间,“东方红2”船起航前或者在锚地锚泊时完成。之后再选择合适海区依次进行浅海试验和深海试验。

2. 浅海试验和深海试验方法和步骤

- (1) 试验海区选址:选择水深大于4 500 m的试验海区和站位进行试验。

(2) 仪器入水前检测:设备入水前需针对海鸟CTD系统、深海拉曼光谱仪的机械、光学、视像、控制、通讯、电能等各部分的功能以及仪器总体操作程序进行检测,并将检测结果记录在表1-3中。

表 1-3 规范化海上试验操作检查程序表

序号	操作内容	技术要求	达到状态	责任签署		备注
				一岗	二岗	
1	海鸟 CTD 采水系统动作检验	正常动作顺序: 释放钩 1(霍尔开关)—释放钩 3(采水 1)—释放钩 6(释样 1)—释放钩 4(采水 2)—释放钩 2(释样 2)—释放钩 5(采水 3)—释放钩 7(释样 3)—释放钩 10(采水 4)—释放钩 8(释样 4)—释放钩 11(采水 5)—释放钩 12(释样 5)—释放钩 9(采水 6)				
2	CTD 检验	正常工作				
3	密封舱检验	外观状态(光学窗口)				
		温度传感器指示低于 40℃				
		湿度传感器指示低于 90%				
4	电池舱检验	外观状态良好				
		性能指标 12 V, 84 Ahs				
5	PC104 及其控制部件工作状态检验	激光器工作正常				
		光谱数据正常获得				
		摄像头按时开启				
		工作时序正常				
		温、湿度传感器正常工作				

(3) 自带试验样品的配置和注入: 本次试验拟选择 SO_4^{2-} 和 HCO_3^- 两种离子作为激光拉曼光谱仪水下模拟测量的目标成分(利用 5 个注射式样品罐携带)。参照它们在 15℃~25℃(浅海环境)和 0℃~4℃(深海环境)温度条件下的饱和溶解度(已在实验室通过系列实验获得), 在实验室分别配备 2 套(浅海试验用和深海试验用)不同浓度比例的 Na_2SO_4 和 NaHCO_3 混合溶液(表 1-4), 根据试验水深, 选取合适样品, 利用针式注射器分别将其注入 5 个相应的注射式样品罐中, 之后, 将样品罐固定。

表 1-4 自带试验样品混合溶液浓度及注入相应样品罐对照表

样品	浅海试验用混合溶液		深海试验用混合溶液	
	Na ₂ SO ₄ (mmol/L)	NaHCO ₃ (mmol/L)	Na ₂ SO ₄ (mmol/L)	NaHCO ₃ (mmol/L)
注入样品罐 1	—	—	1 000	100
注入样品罐 2	500	100	1 000	100
注入样品罐 3	500	200	1 000	100
注入样品罐 4	1 000	400	1 000	100
注入样品罐 5	1 000	500	1 000	100

(4) 工作模式的设置。仪器入水前需根据试验目的设置工作模式,包括:

① 仪器的上电(开启)与关闭。可根据具体情况,采用海鸟 CTD 释放钩触发霍尔开关上电,或者设置固定时间使系统自动上电两种方式,也可设置成霍尔开关上电与自动上电同步。仪器工作结束一段时间之后自动关闭。

② 水下工作模式的设置。包括激光器单次积分时间、积分次数、循环工作间隔、样品释放与水样采集的顺序与间隔、仪器多次上电工作以及时间间隔等。以上具体设置参数须即时记录在表 1-2 中。

(5) 仪器的吊装、施放与回收。以上工作全部结束后,仪器方可入水进行试验。在仪器的吊装、入水施放和提升回收过程中,注意尽量控制绞车匀速升降,严防中途剧烈或突然震动,仪器即将施放至目标深度时应提前适当减速。必要时需组织人员进行止荡,以保证人员和仪器设备的安全。

(6) 浅海试验步骤:

- ① 将缆绳施放至水深 20~200 m 区域;
- ② 让缆绳自然垂落 3~5 min,使其尽量处于稳定姿态;
- ③ 系统开启上电进入工作状态,采集数据并同时采集时序水样;
- ④ 切断激光器光源后,启动照相设备拍得水下照片,5 分钟之后系统自动关闭;

⑤ 提升设备返回甲板,采集时序水样,淡水冲洗设备,导出仪器自容数据,最终对仪器进行甲板固定。

(7) 深海试验步骤:

- ① 将缆绳施放至水深 1 000~4 000 m;
- ② 让缆绳自然垂落 5~10 min,使其尽量处于稳定姿态;

③ 系统开启上电进入工作状态,采集数据,同时采集时序水样;

④ 切断激光器光源后,启动照相设备拍得水下照片,5 min 之后系统自动关闭;

⑤ 提升设备返回甲板,采集时序水样,淡水冲洗设备,导出仪器自容数据,最终对仪器进行甲板固定。

(8) 试验现场记录:实时填写表 1-2 海试现场记录表中的相关内容,做好试验的现场记录。

(9) 数据分析和整理:进行海试数据的分析和整理,发现海试中存在的问题,总结经验,为改进和优化仪器性能提供依据。

(10) 进行海试工作总结,对深海拉曼光谱仪的结构原理、整体和各部分性能及其深海工作的性能和稳定性作出评估。