

国家863计划规范化海上试验丛书

海洋仪器设备

HAIYANG YIQI
SHEBEI SHIYANSHI
JIANCE FANGFA

实验室检测方法

◎主编 高占科 吴爱娜 吴德星

 中国海洋大学出版社

国家 863 计划规范化海上试验丛书

海洋仪器设备实验室检测方法

主编 高占科 吴爱娜 吴德星

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

海洋仪器设备实验室检测方法/高占科,吴爱娜,吴德星主编. —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 978-7-81125-596-6

I. ①海… II. ①高…②吴…③吴… III. ①海洋监测—实验室仪器
IV. ①P716

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第019910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 冯广明

电 话 0532-85902469

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 6.5

字 数 110千字

定 价 36.00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 高占科 吴爱娜 吴德星

本 册 编 委 (按姓氏笔画顺序排列)

于惠莉	王 聪	王爱军	田 锐
朱海庆	李 丹	胡 波	姚 勇
索利利	康 莹	隋 军	程绍华

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制定海洋仪器设备实验室检测方法和开展第三方独立检验。实验室检测方法作为第三方独立检验室内检测依据,为 863 计划研制海洋仪器的检测提供了科学、合理的检测方法,促进了国产海洋仪器准确性和可靠性的提高,推动了我国海洋技术研发和海洋仪器设备的产业化。

检测方法参考了国内外相关的检定规程和技术标准,并结合了我国海洋仪器设备检测工作开展的实际情况,主要涵盖了海洋水文和化学要素测量仪器的检测方法。检测方法框架结构借鉴了 JJF1002《国家计量检定规程编写规则》的有关要求,对海洋仪器设备的计量性能要求、通用技术要求、检测条件、检测项目、检测方法、检测结果的处理和检测周期等作出了规定。

检测方法未严格按照计量器具计量检定规程和校准规范编写的模式,并不针对具体仪器的各项测量参数,而是根据海洋测量要素测量仪器进行划分,更具有通用性,对海洋仪器设备的研制与检测更具有参考价值。

检测方法的制定和本书的编写过程得到了 863 计划海洋领域专家、“质量控制及规范化海上试验”项目组和 863 计划海洋仪器研制单位的大力指导和帮助,在此表示诚挚的感谢!

由于水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。

高占科

2010 年 12 月

第一章 海洋测温仪器检测方法	(1)
1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
4 通用技术要求	(1)
5 检测条件	(2)
6 检测项目	(3)
7 检测方法	(3)
8 检测结果的处理	(5)
9 检测周期	(5)
附录 A 检测记录表格式	(6)
附录 B 检测证书背面格式	(8)
第二章 海水盐度计检测方法	(9)
1 范围	(9)
2 概述	(9)
3 计量性能要求	(9)
4 通用技术要求	(10)
5 检测条件	(10)
6 检测项目	(10)
7 检测方法	(10)
8 检测结果的处理	(12)
9 检测周期	(12)
附录 A 检测记录表格式	(13)
附录 B 检测证书背面格式	(16)

附录 C 电导率比 R_t 换算盐度公式	(17)
第三章 海水电导率测量仪器检测方法	(18)
1 范围	(18)
2 概述	(18)
3 计量性能要求	(18)
4 通用技术要求	(19)
5 检测条件	(19)
6 检测项目	(20)
7 检测方法	(21)
8 检测结果的处理	(23)
9 检测周期	(23)
附录 A 盐度与电导率换算公式	(24)
附录 B 检测记录表格式	(25)
附录 C 检测证书背面格式	(28)
第四章 海洋测深仪器检测方法	(29)
1 范围	(29)
2 概述	(29)
3 计量性能要求	(29)
4 通用技术要求	(30)
5 检测条件	(30)
6 检测项目	(31)
7 检测方法	(31)
8 检测结果的处理	(34)
9 检测周期	(34)
附录 A 活塞式压力计压力修正公式	(35)
附录 B 检测记录表格式	(36)
附录 C 检测证书背面格式	(38)
第五章 声学测波仪检测方法	(39)
1 范围	(39)



2 概述	(39)
3 计量性能要求	(39)
4 通用技术要求	(39)
5 检测条件	(40)
6 检测项目	(40)
7 检测方法	(40)
8 检测结果的处理	(41)
9 检测周期	(41)
附录 A 检测记录表格式	(42)
附录 B 检测证书背面格式	(44)
第六章 重力加速度式波浪浮标检测方法	(45)
1 范围	(45)
2 概述	(45)
3 计量性能要求	(45)
4 通用技术要求	(45)
5 检测条件	(46)
6 检测项目	(46)
7 检测方法	(46)
8 检测结果的处理	(48)
9 检测周期	(48)
附录 A 检测记录表格式	(49)
附录 B 检测证书背面格式	(51)
第七章 验潮仪检测方法	(52)
1 范围	(52)
2 概述	(52)
3 计量性能要求	(52)
4 通用技术要求	(53)
5 检测条件	(53)
6 检测项目	(53)
7 检测方法	(54)

8 检测结果的处理	(56)
9 检测周期	(56)
附录 A 声学式验潮仪潮高修正公式	(57)
附录 B 检测记录表格式	(58)
附录 C 检测证书背面格式	(60)
第八章 海水 pH 测量仪检测方法	(61)
1 范围	(61)
2 概述	(61)
3 计量性能要求	(61)
4 通用技术要求	(61)
5 检测条件	(62)
6 检测项目	(63)
7 检测方法	(63)
8 检测结果处理	(64)
9 检测周期	(64)
附录 A 海水 pH 测量仪检测专用瓶	(65)
附录 B 标准缓冲溶液的 pH 值随温度的变化表	(66)
附录 C 检测记录表格式	(67)
附录 D 检测证书背面格式	(68)
第九章 海水溶解氧测量仪检测方法	(69)
1 范围	(69)
2 概述	(69)
3 计量性能要求	(69)
4 通用技术要求	(69)
5 检测条件	(70)
6 检测项目	(70)
7 检测方法	(71)
8 检测结果处理	(72)
9 检测周期	(72)
附录 A 检测记录表格式	(73)



附录 B 检测证书背面格式	(75)
第十章 海水浊度测量仪检测方法	(76)
1 范围	(76)
2 概述	(76)
3 计量性能要求	(76)
4 通用技术要求	(76)
5 检测条件	(77)
6 检测项目	(77)
7 检测方法	(78)
8 检测结果处理	(79)
9 检测周期	(79)
附录 A 浊度标准溶液的配制方法	(80)
附录 B 海水浊度测量仪检测专用装置	(81)
附录 C 检测记录表格式	(82)
附录 D 检测证书背面格式	(83)
第十一章 海水叶绿素测量仪检测方法	(84)
1 范围	(84)
2 概述	(84)
3 计量性能要求	(84)
4 通用技术要求	(85)
5 检测条件	(85)
6 检测项目	(85)
7 检测方法	(86)
8 检测结果处理	(87)
9 检测周期	(87)
附录 A 检测记录表格式	(88)
附录 B 检测证书背面格式	(89)

第一章 海洋测温仪器检测方法

1 范围

本方法适用于海洋测温仪器的首次检测、后续检测和使用中检验。

2 概述

海洋测温仪器主要用于测量海水的温度要素,为海洋工程、海洋开发、海洋研究等领域提供海洋温度环境信息。

海洋测温仪器工作原理:温度传感器置入海水介质中感温,输出相应的电信号或者数字信号,由信号处理单元处理后,存储或显示出温度值。

3 计量性能要求

海洋测温仪器的计量性能见表 1-1。

表 1-1 海洋测温仪器的计量性能

准确度级别		优级	一级	二级	三级
温度(℃)	测量范围	-2~35	-2~35	-2~35	-2~35
	重复性	≤0.000 7	≤0.006	≤0.016	≤0.033
	最大允许误差	±0.002	±0.02	±0.05	±0.10

4 通用技术要求

4.1 海洋测温仪器的表面漆层、镀层应当色泽均匀、光滑牢固,不得有影响

正常性能测试的外观损伤。

4.2 海洋测温仪器应有下列铭牌标志:仪器的名称和型号,制造厂名,生产日期,出厂编号。随机备件和文件齐全,并具有厂家产品合格证。

4.3 海洋测温仪器的紧固件、接插件不得有松动现象。

5 检测条件

5.1 检测设备

5.1.1 优级海洋测温仪器的检测设备主要技术指标见表 1-2。

表 1-2 优级海洋测温仪器的检测设备主要技术指标

标准设备	测量范围	不确定度或准确度等级 或最大允许误差
测温电桥	1 mΩ~100 kΩ	$\pm 1 \times 10^{-5} \Omega$
标准铂电阻温度计	-5℃~35℃	工作基准
恒温海水槽	-2℃~40℃	温度波动度:±0.000 3℃ 温场均匀度:±0.000 3℃

注:恒温槽温度稳定后,以每分钟不少于一次的均匀间隔读取温度示值至少 15 min,在读取的温度数值中,最大值与最小值之差的 1/2,加“±”即为恒温槽的温度波动度。温场均匀度是指工作区域内任意两点之间的温差。

5.1.2 一、二、三级海洋测温仪器的检测设备主要技术指标见表 1-3。

表 1-3 一、二、三级海洋测温仪器的检测设备主要技术指标

标准设备	测量范围	不确定度或准确度等级 或最大允许误差
测温电桥	1 mΩ~100 kΩ	$\pm 1 \times 10^{-4} \Omega$
标准铂电阻温度计	-5℃~35℃	一等
恒温海水槽	-2℃~40℃	温度波动度:±0.002℃ 温场均匀度:±0.001℃

注:恒温槽温度稳定后,以每分钟不少于一次的均匀间隔读取温度示值至少 15 min,在读取的温度数值中,最大值与最小值之差的 1/2,加“±”即为恒温槽的温度波动度。温场均匀度是指工作区域内任意两点之间的温差。

5.2 检测环境

5.2.1 室温： $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.2 相对湿度： $\leq 70\%$ 。

5.2.3 电源电压： $220\text{ V} \pm 22\text{ V}$ 。

6 检测项目

检测项目见表 1-4。

表 1-4 检测项目一览表

序号	检测项目	首次检测	后续检测	使用中检验
1	外观检查	+	+	+
2	示值误差	+	+	+
3	重复性	+	-	-
注：1. 表中“+”表示应检项目，“-”表示可不检项目。 2. 经安装及维修后对海洋测温仪器的计量性能有影响时，其后续检测须按首次检测项目进行。				

7 检测方法

7.1 外观检查

依据本方法 4.1~4.3 的要求，采用目测和手感的方法检查海洋测温仪器的外观。

7.2 海洋测温仪器示值误差和重复性的检测

7.2.1 将海洋测温仪器吊入恒温海水槽内全浸，小心地插入标准铂电阻温度计，并且尽量靠近被检仪器的温度传感器，然后盖好恒温海水槽的保温盖，按照海水温度控温装置操作规程实施控温。

7.2.2 温度检测点规定为 35°C 、 30°C 、 25°C 、 20°C 、 15°C 、 10°C 、 5°C 、 0°C 。

7.2.3 在检测点上水槽温度稳定（温度波动度达到表 1-2 或表 1-3 的要求）后，测温电桥与海洋测温仪器同时在 3 min 之内读取至少 10 组温度数据，作为该检测点上的测量值。

7.2.4 依照公式(1-1)计算示值误差。

$$\Delta T_j = t_{jp} - T_{j0} \quad (1-1)$$

式中: ΔT_j —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点的温度示值误差, $^{\circ}\text{C}$;

t_{jp} —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点温度读数的算术平均值, $^{\circ}\text{C}$;

T_{j0} —测温电桥在第 j 个温度检测点温度读数的算术平均值, $^{\circ}\text{C}$ 。

取绝对值最大的 ΔT_j 为海洋测温仪器的示值误差。

7.2.5 依照公式(1-2)计算重复性。

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{ji} - t_{jp})^2}{n-1}} \quad (1-2)$$

式中: σ_j —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点的重复性, $^{\circ}\text{C}$;

t_{ji} —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点的第 i 个温度示值, $^{\circ}\text{C}$;

t_{jp} —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点温度示值的算术平均值, $^{\circ}\text{C}$;

n —海洋测温仪器在第 j 个温度检测点温度示值的个数, $n \geq 10$ 。

取数值最大的 σ_j 为海洋测温仪器的重复性。

7.3 检测数据处理方法

7.3.1 以最大允许误差为 $\pm 0.002^{\circ}\text{C}$ 的 CTD 为例说明海洋测温仪器的温度检测数据处理方法。

7.3.2 按照附录 A 中表格记录测温电桥示值, 计算电桥示值平均值, 根据标准铂电阻温度计分度表计算出对应标准温度值, 根据公式(1-1)和公式(1-2)分别计算海洋测温仪器温度示值误差和重复性, 数据处理结果见表 1-5。

表 1-5 海洋测温仪器温度数据处理结果

标准温度值($^{\circ}\text{C}$)	仪器温度示值($^{\circ}\text{C}$)	重复性($^{\circ}\text{C}$)	示值误差($^{\circ}\text{C}$)
34.930 8	34.931 4	2.1×10^{-4}	0.000 6
29.952 3	29.952 4	3.0×10^{-4}	0.000 1
24.928 5	24.929 1	5.0×10^{-4}	0.000 6
19.916 7	19.917 3	3.2×10^{-4}	0.000 6
15.011 6	15.012 0	3.4×10^{-4}	0.000 4
10.034 6	10.034 8	3.6×10^{-4}	0.000 2
5.005 4	5.005 2	2.1×10^{-4}	-0.000 2
0.096 1	0.096 6	3.1×10^{-4}	0.000 5

8 检测结果的处理

按照本方法要求检测合格的海洋测温仪器,发给检测证书;检测不合格的海洋测温仪器,发给检测结果通知书,并注明不合格项目。

9 检测周期

海洋测温仪器的检测周期一般不超过 1 年。为了保证测量数据的质量,一般在出海前、后都要进行后续检测。

附录 A 检测记录表格式

海洋测温仪器检测记录表

送检单位		产品名称型号		编号		制造单位		
所使用的主要计量器具								
名称	型号/规格		不确定度或准确度等级 或最大允许误差			证书编号		
时间、地点及其环境条件								
地点				时间		年 月 日		
温度(℃)				相对湿度(%)				
测温电桥记录								
名义值(℃)	35	30	25	20	15	10	5	0
测温电桥示值 (Ω)								
电桥示值平均 (Ω)								
标准温度值 (℃)								

(续表)

产品名称		传感器编号	
型号/规格		出厂编号	
仪器测量范围		不确定度或准确度等级 或最大允许误差	
仪器外观检查			
检测依据			
检测结果			
标准温度值(℃)	仪器温度示值(℃)	重复性(℃)	示值误差(℃)
检测结果：			

检测员：

核验员：