JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 763—2002

温盐深测量仪

CTD Measuring Instruments

2002－09－13 发布　　2003－03－13 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

温盐深测量仪检定规程

Verification Regulation of CTD Measuring Instruments

JJG 763—2002
代替 JJG 763—1992

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2002 年 09 月 13 日批准，并自 2003 年 03 月 13 日起施行。

归 口 单 位：全国环境化学计量技术委员会

主要起草单位：国家海洋计量站

参加起草单位：国家海洋局海洋技术研究所

本规程委托全国环境化学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

贾肇基　（国家海洋计量站）

李明钊　（国家海洋计量站）

参加起草人：

于厚隆　（国家海洋局海洋技术研究所）

刘雪堂　（国家海洋局海洋技术研究所）

目　录

1　范围……（1）
2　概述……（1）
3　计量性能要求……（2）
4　通用技术要求……（2）
5　计量器具控制……（2）
5.1　检定条件……（2）
5.2　检定项目……（3）
5.3　检定方法……（4）
5.4　检定结果处理……（6）
5.5　检定周期……（6）
附录A　盐度与电导率换算公式……（7）
附录B　砝码、活塞及其连接零件质量的计算公式……（8）
附录C　温盐深测量仪温度示值误差检定记录表格式……（9）
附录D　温盐深测量仪温度重复性检定记录表格式……（10）
附录E　温盐深测量仪电导率示值误差检定记录表格式……（11）
附录F　温盐深测量仪电导率重复性检定记录表格式……（12）
附录G　温盐深测量仪压力示值误差检定记录表格式……（13）
附录H　温盐深测量仪压力重复性检定记录表格式……（14）
附录J　检定证书内页格式……（15）

温盐深测量仪检定规程

1 范围

本规程适用于温盐深测量仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概述

温盐深测量仪主要用于调查船上定点剖面测量海水的电导率、温度、深度等环境要素，为海洋工程、海洋开发、海洋研究等领域提供海洋环境信息。

温盐深测量仪按记录形式不同分为自容式和数据传输式两种：自容式温盐深测量仪的水下机设有存储器和独立的电源，它将测量参数存储起来，待测量结束后在实验室里进行读取数据；数据传输式温盐深测量仪的水下机没有存储器和独立的电源，其电源由甲板上的水上机通过铠装电缆供给，水下机测量的参数实时传输到水上机显示和记录。

由于自容式温盐深测量仪和数据传输式温盐深测量仪水下机的区别部分都隐含在机壳内部，外形结构相同。水下机的外形结构如图 1 表示。

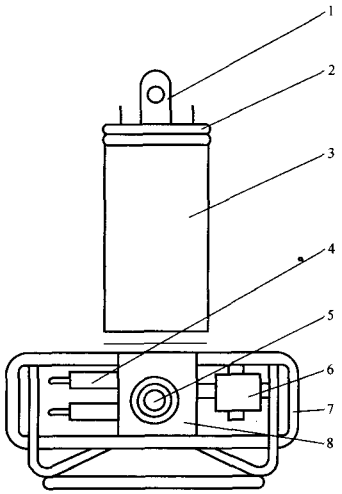

图 1 水下机示意图

1—吊环；2—上盖；3—壳体；4—温度传感器；5—深度传感器；
6—盐度传感器；7—保护架；8—四面体

3 计量性能要求

温盐深测量仪的计量性能如表1所示。

表1 温盐深测量仪的计量性能

准确度级别		优级	一级	二级	三级
温度/℃	范围	-2~35	-2~35	-2~35	-2~35
	仪器重复性	≤0.000 7	≤0.006	≤0.016	≤0.033
	示值误差	±0.002	±0.02	±0.05	±0.10
电导率/（mS/cm）	范围	0~65	0~65	0~65	0~65
	仪器重复性	≤0.001	≤0.006	≤0.016	≤0.033
	示值误差	±0.003	±0.02	±0.05	±0.10
压力/MPa	范围	0.04~60	0~30	0~30	0~30
	仪器重复性	≤0.003	≤0.01	≤0.05	≤0.2
	示值误差*	±0.015%FS	±0.1%FS	±0.5%FS	±2.0%FS

*：压力检定中，在同一温度和压力下升降压过程的示值误差，不能超过表中相应的示值误差。

4 通用技术要求

4.1 外观

4.1.1 温盐深测量仪的表面漆层、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。

4.1.2 温盐深测量仪应有下列铭牌标志：仪器的名称和型号，制造厂名，生产日期，出厂编号及CMC标志。随机备件和文件齐全，并具有厂家产品合格证。

4.1.3 温盐深测量仪的坚固件、接插件不得有松动现象。

5 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 检定设备

5.1.1.1 优级温盐深测量仪的检定设备主要技术指标如表2所示。

表2 优级温盐深测量仪的检定设备主要技术指标

标准设备	测量范围	技术指标
精密交流测温电桥	-5~35 ℃	允许误差限：±0.000 1 ℃
工作基准铂电阻温度计	-5~35 ℃	允许误差限：±0.000 3 ℃

表 2 （续）

标准设备	测量范围	技术指标
恒温海水槽（槽内海水必须经检验确认是纯净的天然海水）	海水介质：－2～40 ℃ 乙二醇水介质可达－5 ℃	控温波动度：≤0.000 3 ℃ 温场均匀度：≤0.000 3 ℃
实验室盐度计	2～42	允许误差限：±0.001
IAPSO 国际标准海水	35	不确定度：0.001（$k=3$）
标准双活塞压力计	0.04～60 MPa	允许误差限：±0.005%
注：压力值为测量上限 10% 至 100% 时，示值误差是实际测量值的 ±0.005%；测量值在测量上限的 10% 以下时，示值误差是测量上限值 10% 的 ±0.005%。表 3 与此相同。		

5.1.1.2 一、二、三级温盐深测量仪的检定设备主要技术指标如表 3 所示。

表 3 一、二、三级温盐深测量仪的检定设备主要技术指标

标准设备	测量范围	技术指标
精密测温电桥	－5～35 ℃	允许误差限：±0.001 ℃
一等标准铂电阻温度计	－5～35 ℃	允许误差限：±0.002 ℃
恒温海水槽（槽内海水必须经检验确认是纯净的天然海水）*	海水介质：－2～40 ℃ 乙二醇水介质可达－5 ℃	控温波动度：≤0.002 ℃ 温场均匀度：≤0.001 ℃
实验室盐度计	2～42	允许误差限：±0.005
中国标准海水	35	不确定度：0.003（$k=3$）
标准活塞压力计	1～60 MPa	允许误差限：±0.02%
*： 1. 用实验室盐度计测量海水样品的温度系数，应符合天然海水的要求；用制备标准海水的过滤装置过滤水槽中的海水，使其达到标准海水的洁净程度。表 2 与此相同。 2. 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“±”符号即为恒温槽的温度波动度。温场温度均匀度是指工作区域内任意两点之间的温差。		

5.1.2 环境条件

5.1.2.1 室温：检定优级仪器的温度和电导率时：（20 ± 2）℃，检定优级仪器的压力时：（20 ± 1）℃；检定其他级别仪器时：（20 ± 2）℃。

5.1.2.2 相对湿度：≤70%

5.1.3 电源电压：（220 ± 22）V

5.2 检定项目

5.2.1 检定项目见表 4。

表 4 检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观检查	+	+	+
2	温度示值误差	+	+	+
3	仪器温度重复性	+	-	-
4	电导率示值误差	+	+	+
5	仪器电导率重复性	+	-	-
6	压力示值误差	+	+	+
7	仪器压力重复性	+	-	-

注：

1. 表中“+”号表示应检项目，“-”号表示可不检项目。

2. 经安装及维修后对温盐深测量仪的计量性能有重大影响时，其后续检定须按首次检定项目进行。

5.3 检定方法

5.3.1 外观检查

依据本规程 4.1.1，4.1.2，4.1.3 的要求，采用目测和手感的方法检查温盐深测量仪的外观。

5.3.2 温度示值误差和仪器温度重复性的检定

5.3.2.1 将温盐深测量仪吊入恒温海水槽内全浸，小心地插入标准铂电阻温度计和海水取样管，并且尽量靠近被检传感器，然后盖好恒温海水槽的保温盖，按照恒温海水槽的操作规程实施控温。

5.3.2.2 温度检定点规定为 -5，0，5，10，15，20，25，30，35 ℃。在 -5 ℃点上恒温槽中的介质应当换成 10% 的乙二醇水，满足低温要求。

5.3.2.3 水槽温度稳定在检定点上（控温波动度达到表 2 或表 3 要求）后，标准测温电桥与温盐深测量仪同时在 3 min 之内读取至少 10 组温度数据，作为该检定点上的测量值。

5.3.2.4 依照公式（1）计算温度示值误差：

$$\Delta T_j = t_{jp} - T_{jp} \tag{1}$$

式中：t_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上温度读数的算术平均值，℃；

T_{jp}——标准测温电桥在第 j 个温度检定点上温度读数的算术平均值，℃；

ΔT_j——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上温度示值误差，℃。

取其绝对值最大的 ΔT_j 为温盐深测量仪的温度示值误差。

5.3.2.5 依照公式（2）计算仪器温度重复性：

$$\sigma_{jt} = \left[\sum_{i=1}^{n} (t_{ji} - t_{jp})^2 / (n-1)\right]^{1/2} \tag{2}$$

式中：t_{ji}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上第 i 个温度读数值，℃；

t_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上温度读数的算术平均值，℃；

n——温盐深测量仪在该温度检定点上温度读数的个数，$n = 10$；

σ_{jt}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上的温度重复性。

取其数值最大的 σ_{jt} 为温盐深测量仪的温度重复性。

5.3.3 电导率示值误差和仪器电导率重复性的检定

5.3.3.1 电导率示值误差和仪器电导率重复性检定必须按照降温顺序进行；恒温海水槽中的海水盐度值通常应为 35；无水泵型温盐深测量仪吊入恒温海水槽前，要用海水冲洗电导池 3～5 次。

5.3.3.2 在每个检定点上读取数据之前，对感应式电导池应用毛刷刷洗导流孔 3 次，对无泵的长电极式电导池应使仪器上下移动 3 次。然后在 3 min 之内读取至少 10 组电导率数据，同时用带有编号的取样瓶从取样管里抽取海水样品二瓶，先冲洗取样瓶 3 次，然后灌至瓶子颈部为止，最后盖好瓶塞并登记取样记录表。

5.3.3.3 按照实验室盐度计的操作规程测量采集的海水样品，每瓶海水样品测量 3 次，取其算术平均值为该瓶海水样品的盐度测量值，然后根据附录 A 计算出相应温度下的标准电导率值。

5.3.3.4 依据公式（3）计算温盐深测量仪的电导率示值误差：

$$\Delta C_j = C_{jp} - C_{jo} \tag{3}$$

式中：C_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上电导率示值的算术平均值，mS/cm；

C_{jo}——在第 j 个温度检定点上标准电导率示值的算术平均值，mS/cm；

ΔC_j——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上的电导率示值误差，mS/cm。

取其绝对值最大的 ΔC_j 为温盐深测量仪的电导率示值误差。

5.3.3.5 依据公式（4）计算仪器电导率重复性：

$$\sigma_{jc} = \left[\sum_{i=1}^{n} (C_{ji} - C_{jp})^2 / (n-1) \right]^{1/2} \tag{4}$$

式中：C_{ji}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上第 i 个电导率读数，mS/cm；

C_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上电导率读数的算术平均值，mS/cm；

n——温盐深测量仪在该温度检定点上电导率读数的个数，$n = 10$；

σ_{jc}——温盐深测量仪在第 j 个温度检定点上的电导率重复性，mS/cm。

取其数值最大的 σ_{jc} 为温盐深测量仪的电导率重复性。

5.3.4 压力示值误差和仪器压力重复性的检定

5.3.4.1 压力检定点在温盐深测量仪压力范围内等间隔选取，压力检定要遵循先升压检定后降压检定的顺序进行。

5.3.4.2 将温盐深测量仪置于标准活塞压力计的工作台上，用特制的快速连接管路把标准活塞压力计和温盐深测量仪压力接口连接起来（先要排除管路内的空气）；在每个检定点上都要按顺序轻拿轻放砝码、缓慢加压，压力稳定后在 3 min 内读取至少 10 组压力数据。检定优级温盐深测量仪时，应当按照附录 B《砝码、活塞及其连接零件质量的

计算公式》进行空气浮力修正。

5.3.4.3 当温盐深测量仪的压力测量具有温度补偿时，需要做温度补偿性能检定。在温盐深测量仪吊入恒温水槽之前，用专用紫铜管与温盐深测量仪的压力传感器接口连接，紫铜管的另一端与活塞压力计连接，然后将温盐深测量仪吊入恒温海水槽内，调整活塞压力计的高度与温盐深测量仪压力传感器处在一个水平面上，避免形成位差。补偿温度点选在 30 ℃和 0 ℃点，在每个补偿温度点上要做一个升、降压全程，操作步骤同 5.3.4.2。

5.3.4.4 依据公式（5）计算压力示值误差：

$$\Delta p_j = p_{jp} - p_{jo} \tag{5}$$

式中：p_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个压力检定点上压力读数的算术平均值，MPa；

p_{jo}——标准活塞压力计在第 j 个压力检定点上的标准压力读数，MPa；

Δp_j——温盐深测量仪在第 j 个压力检定点上的压力示值误差，MPa。

取其绝对值最大的 Δp_j 为温盐深测量仪的压力示值误差。

5.3.4.5 依据公式（6）计算仪器压力重复性：

$$\sigma_{jp} = \left[\sum_{i=1}^{n} (p_{ji} - p_{jp})^2 / (n-1)\right]^{1/2} \tag{6}$$

式中：p_{ji}——温盐深测量仪在第 j 个压力检定点上的第 i 个压力读数值，MPa；

p_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个压力检定点上压力读数的算术平均值，MPa；

n——温盐深测量仪在该压力检定点上压力读数的个数，$n = 10$；

σ_{jp}——温盐深测量仪在第 j 个压力检定点上的压力重复性，MPa。

取其数值最大的 σ_{jp} 为温盐深测量仪的压力重复性。

5.4 检定结果处理

按照本规程要求检定合格的温盐深测量仪，发给检定证书；检定不合格的温盐深测量仪，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

5.5 检定周期

温盐深测量仪的检定周期一般不超过 1 年。为了保证海洋环境监测数据的质量，一般在出海前后都要进行后续检定。

附录 A

盐度与电导率换算公式

A.1 $$S = a_0 + a_1 R_t^{1/2} + a_2 R_t + a_3 R_t^{3/2} + a_4 R_t^2 + a_5 R_t^{5/2} + \frac{t-15}{1+K(t-15)}\left(b_0 + b_1 R_t^{1/2} + b_2 R_t + b_3 R_t^{3/2} + b_4 R_t^2 + b_5 R_t^{5/2}\right)$$

式中：系数 $K = 0.016\,2$，$a_0 = 0.003\,0$，$a_1 = -0.169\,2$，$a_2 = 25.385\,1$，$a_3 = 14.094\,1$，$a_4 = -7.026\,1$，$a_5 = 2.708\,1$，$b_0 = 0.000\,5$，$b_1 = -0.005\,6$，$b_2 = -0.006\,6$，$b_3 = -0.037\,5$，$b_4 = 0.063\,6$，$b_5 = -0.014\,4$；

R_t——海水在温度 t 时的电导率比值；

S——海水的实用盐度值（PSS—78）。

A.2 $$R = R_t R_p r_t$$

式中：R——温盐深测量仪的测量电导率比值；

R_t——海水在温度 t 时的电导率比值；

R_p——海水深度（压力）的函数，$R_p = 1 + \alpha$。其中：

$\alpha = (A_1 p + A_2 p^2 + A_3 p^3) / (1 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 R + \beta_4 tR)$

$A_1 = 2.070 \times 10^{-5}$，$A_2 = -6.370 \times 10^{-10}$，$A_3 = 3.989 \times 10^{-15}$，

$\beta_1 = 3.426 \times 10^{-2}$，$\beta_2 = 4.464 \times 10^{-4}$，$\beta_3 = 4.215 \times 10^{-1}$，

$\beta_4 = -3.107 \times 10^{-3}$；

r_t——标准海水温度的函数，$r_t = C_0 + C_1 t + C_2 t^2 + C_3 t^3 + C_4 t^4$，其中：

$C_0 = 0.676\,609\,7$，$C_1 = 2.005\,64 \times 10^{-2}$，$C_2 = 1.104\,259 \times 10^{-4}$，

$C_3 = -6.969\,8 \times 10^{-7}$，$C_4 = 1.003\,1 \times 10^{-9}$。

附录 B

砝码、活塞及其连接零件质量的计算公式

B.1

$$m = pA(1 + \rho_a/\rho_m)/g$$

式中：m——砝码、活塞及其连接零件质量，kg；

p——被测量压力值，Pa；

A——活塞压力计的活塞有效面积，m^2；

ρ_a——空气密度由气温、气压和湿度计算，kg/m^3；

ρ_m——砝码、活塞及其连接零件材料密度，$\rho_{钢} = 7.8 \times 10^3\ kg/m^3$，$\rho_{铝} = 2.7 \times 10^3\ kg/m^3$；

g——活塞压力计使用地点的重力加速度，m/s^2。

B.2

$$\rho_a = \frac{1.293\ 05}{1 + 0.003\ 67t} \times \frac{p - 0.377\ 9h}{1\ 013.25}$$

式中：ρ_a——检定室的空气密度，kg/m^3；

p——检定室内大气压力，hPa；

h——检定室内绝对湿度，hPa；

t——检定室内空气温度，℃。

p，h 的计算根据中央气象局编制的“气象常用表”直接查表计算。求出 p，h，t 值后，空气密度 ρ_a 的计算可根据中国计量科学院编制的“空气密度计算表”直接查表计算。

附录 C

温盐深测量仪温度示值误差检定记录表格式

标准测温电桥型号及名称				
标准铂电阻温度计等级及器号				
送检仪器型号名称、生产厂家及编号				
送检单位名称				
仪器的外观检查情况				
仪器的准确度级别				
检定点/℃	标准温度示值/℃	标准温度示值平均值/℃	仪器温度示值平均值/℃	温度示值误差/℃
35				
30				
25				
20				
15				
10				
5				
0				
-5				
检定结果				

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 D

温盐深测量仪温度重复性检定记录表格式

标准测温电桥型号及名称	
标准铂电阻温度计等级及器号	
送检仪器型号名称、生产厂家及编号	
送检单位名称	
仪器的外观检查情况	
仪器的准确度级别	

检定点/℃	仪器温度示值/℃	仪器温度重复性/℃
35		
30		
25		
20		
15		
10		
5		
0		
-5		
检定结果		

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 E

温盐深测量仪电导率示值误差检定记录表格式

标准实验室盐度计型号及名称			
标准海水名称及批号			
送检仪器型号名称、生产厂家及编号			
送检单位名称			
仪器的外观检查情况			
仪器的准确度级别			
标准温度值 /℃	标准电导率平均值 /（mS/cm）	仪器电导率示值平均值 /（mS/cm）	仪器电导率示值误差 /（mS/cm）
检定结果			

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 F

温盐深测量仪电导率重复性检定记录表格式

标准实验室盐度计型号及名称	
标准海水名称及批号	
送检仪器型号名称、生产厂家及编号	
送检单位名称	
仪器的外观检查情况	
仪器的准确度级别	

标准温度值/℃	仪器电导率示值/（mS/cm）	仪器电导率重复性/（mS/cm）
检定结果		

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 G

温盐深测量仪压力示值误差检定记录表格式

标准活塞压力计型号及名称	
送检仪器型号名称、生产厂家及编号	
送检单位名称	
仪器的外观检查情况	
仪器的准确度级别	

标准压力值 / $\times 10^4$ Pa	温盐深测量仪压力示值			
	升压示值平均值 / $\times 10^4$ Pa	升压示值误差 / $\times 10^4$ Pa	降压示值平均值 / $\times 10^4$ Pa	降压示值误差 / $\times 10^4$ Pa
检定结果				

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 H

温盐深测量仪压力重复性检定记录表格式

标准活塞压力计型号及名称	
送检仪器型号名称、生产厂家及编号	
送检单位名称	
仪器的外观检查情况	
仪器的准确度级别	

标准压力值 / $\times 10^4$ Pa	温盐深测量仪压力示值			
	升压示值 / $\times 10^4$ Pa	升压重复性 / $\times 10^4$ Pa	降压示值 / $\times 10^4$ Pa	降压重复性 / $\times 10^4$ Pa
检定结果				

室温：　　气压：　　湿度：

检定：　　核验：　　日期：　　年　　月　　日

附录 J

检定证书内页格式

检 定 结 果

检定项目	技术要求	检定结果	结 论
外观检查			
温度示值误差			
仪器温度重复性			
电导率示值误差			
仪器电导率重复性			
压力示值误差			
仪器压力重复性			
注：下次检定请携带此证			